UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

Efeito da execução de diferentes protocolos de treinamento de força equalizados em densidade sobre a resposta aguda da pressão arterial em indivíduos hipertensos

ANDERSON CAETANO PAULO

São Paulo

2013

ANDERSON CAETANO PAULO

Efeito da execução de diferentes protocolos de treinamento de força equalizados em densidade sobre a resposta aguda da pressão arterial em indivíduos hipertensos

Tese apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciências.

Área de concentração Biodinâmica do Movimento Humano.

Orientador: Prof. Dr. Valmor Alberto Augusto Tricoli

Coorientadora: Profa. Dra. Cláudia Lúcia de Moraes Forjaz

São Paulo

2013

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

Paulo, Anderson Caetano

Efeito da execução de diferentes protocolos de treinamento de força equalizados em densidade sobre a resposta aguda da pressão arterial em indivíduos hipertensos / Anderson Caetano Paulo. – São Paulo : [s.n.], 2013.

94p.

Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Valmor Alberto Augusto Tricoli.

Coorientadora: Profa. Dra. Cláudia Lúcia de Moraes Forjaz.

1. Treinamento de força
2. Densidade do treinamento
3. Pressão sanguínea I. Título.

Nome: PAULO, Anderson Caetano

Título: Efeito da execução de diferentes protocolos de treinamento de força equalizados em densidade sobre a resposta aguda da pressão arterial em indivíduos hipertensos

Tese apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de doutor em Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora:

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Para a conclusão de um trabalho dependemos da bondade, do profissionalismo e principalmente do amor de várias pessoas. Sendo assim, mesmo correndo o risco de esquecer alguém, faço nesta parte meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram para essa minha etapa acadêmica.

Primeiramente agradeço ao Grande Arquiteto do Universo por ter me dado o dom de PENSAR!

Agradeço meu Orientador e padrinho de casamento, Prof. Dr. Valmor Tricoli, por acreditar e ter tido paciência na elaboração das diferentes fases do conceito de densidade no treinamento de força. Torço para que nossa parceria, que já dura 13 anos, pendure na nossa vida profissional. Obrigado!

Agradeço minha Coorientadora Profa. Dra. Cláudia Lúcia de Moraes, pelo enorme auxílio na construção do conhecimento da parte do sistema cardiovascular. Tenho muito carinho e respeito pela professora que foi minha orientadora de iniciação científica na graduação e é uma das responsáveis por eu trilhar esse caminho. Obrigado!

Agradeço ao Prof. Dr. Décio Mion Júnior por ceder o Laboratório de Hipertensão e os serviços da Faculdade de Medicina da USP (FMUSP). Graças ao senhor tivemos um suporte médico da mais alta qualidade. Espero que essa parceria, que se iniciou com esse projeto, gere novos frutos. Obrigado!

Agradeço ao Prof. Dr. Giovânio Vieira, médico responsável direto do Ambulatório de Nefrologia da FMUSP, por fazer parte do meu dia a dia no Hospital. Sua competência e voluntariedade agilizaram a triagem dos voluntários. Obrigado!

Agradeço meus amigos e alunos de iniciação científica Danilo Negraes e Michelle Ribeiro. Sem vocês a logística das sessões experimentais e contatos com os voluntários ficariam mais lentas. Obrigado!

Agradeço as amigas do Laboratório de Hipertensão do Hospital das Clínicas, Dra. Andreia, Dr. Bruno, Silvana, Elisa, Josiane, Tatiana pelo coleguismo e acolhida. Me sinto parte da equipe. Obrigado!

Agradeço aos amigos do Laboratório de Hemodinâmica da Atividade Motora (LAHAM) da Escola de Educação Física da USP (EFFEUSP), pela acolhida. Faço um agradecimento especial a Dinoelia, Andreia, Hélcio e Natan que me instrumentalizaram no uso dos equipamentos e na análise dos sinais para eu que desenvolvesse a autonomia de conduzir esse estudo.

Agradeço aos amigos da secretaria da Comissão de Pós-Graduação da EEFE Ilza, Márcio, Mariana e Paulo pelo pronto atendimento sempre que necessitei.

Agradeço aos todos *Brothers and Sisters* do Laboratório de Treinamento de Força da EEFUEUSP, que fazem parte da minha segunda família e contribuem muito com a minha formação. Citando alguns nomes: Edu, Barroso, Giba, Everton, Carlinha, Natália, Kátia, Barreti, Thiago, Rodrigo e Professores Hamilton e Carlos, vocês são os CARAS.

Pela compreensão e apoio profissional nesta etapa não posso deixar de agradecer os meus chefes das duas Instituições de Ensino Superior que trabalho. Obrigado Professores Dr. Bergson Peres, Dra. Márcia Zendron e Ms. Mário Miranda pelo auxílio na UNIP. Obrigado Professores Dr. José Carlos de Freitas, Dr. César Casarin, Ms. Erinaldo Andrade, Ms. Rui Anderson e Ms. Alessandro de Freitas pelo auxílio na UNINOVE.

Agradeço aos meus voluntários D. Vânia, Benê, Cristina, Núbia, D. Verônica, Seu Silvério, Zé Luiz, Alexandre, D. Olinda, D. Edna e Feltrin por disponibilizarem o seu tempo e sua boa vontade para comparecer cerca de doze dias no laboratório afim de contribuir comigo e com a Ciência. Agradeço também aos outros voluntários que não puderam participar por critérios de inclusão da pesquisa.

Por fim agradeço as cinco pessoas mais importantes da minha vida, sem as quais eu não teria a tranquilidade necessária para terminar um projeto de doutorado um ano e meio antes do prazo final.

Bença Mãe e obrigado pela EDUCAÇÃO de primeira, que a senhora sempre me oportunizou. Te amo D. Vitória.

D. Mariana, obrigado pelo APOIO incondicional na ajuda com meus filhos, com a minha esposa e comigo. Te amo D. Mariana.

Arthur e Alice, vocês são a maior DÁDIVA que um pai pode receber. Obrigado por me pedirem colo, “fazer tete”, brincar, descer no parquinho, ir ao clube, ler estorinhas, jogar vídeo game, fazer cócegas, dormir com vocês. Esse é um período de descanso, de lazer e de felicidade que realmente eu precisava na vida. Vocês são o meu ponto de equilíbrio. Papai ama vocês.

Ana Claudia, obrigado pelo AMOR, que recebo nesses dez anos de casamento. Obrigado pela paciência e cumplicidade. Você é o ar que respiro. Eu te amo!

*Pesquisar é ver o que todo mundo já viu e
pensar o que ninguém nunca tinha pensado.*
Albert Szent Györgyi

RESUMO

PAULO, A.C. Efeito da execução de diferentes protocolos de treinamento de força equalizados em densidade sobre a resposta aguda da pressão arterial em indivíduos hipertensos. 2013. 94 f. Tese (Doutorado) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

Introdução: O protocolo de treinamento de força (TF) 3x15:88s (sériesxrepetições:pausa entre as séries) é usualmente recomendado para hipertensos. Durante a execução dos protocolos de TF a pressão arterial (PA) se eleva expressivamente, o que pode gerar um risco de eventos cardiovasculares indesejados ao hipertenso. A manipulação da densidade de treinamento pode ser uma forma de amenizar esses picos de PA sem alterar o volume ou a intensidade do protocolo de TF. **Objetivo:** Comparar o efeito agudo da execução de dois protocolos de TF equalizados em densidade sobre as respostas cardiovasculares em hipertensos medicados. **Materiais e Métodos:** 12 hipertensos essenciais (48 ± 8 anos) executaram dois protocolos de TF equalizados em densidade em dias diferentes e de forma aleatória: A)- 3x15:88s e B)- 9x5:22s com a intensidade de 50%1RM, em dois diferentes exercícios, extensão bilateral de joelhos (EBJ) e flexão unilateral de cotovelo (FUC). Os dois protocolos continham o mesmo número de repetições (45rep) e a mesma duração total de pausa (176s). A PA e frequência cardíaca (FC) foram constantemente monitoradas. Também foi medida a concentração de lactato, a percepção subjetiva de esforço (PSE) e a de recuperação (PSR). **Resultados:** A ANOVA de dois fatores (protocolo e tempo) revelou maiores deltas de PA sistólica (PAS) no protocolo 3x15:88s tanto no EBJ ($+84 \pm 39$ vs $+67 \pm 20$ mmHg) quanto no FUC ($+46 \pm 25$ vs $+37 \pm 18$ mmHg). Já a PA diastólica ($+58 \pm 37$ vs $+39 \pm 13$ mmHg) também foi maior no protocolo 3x15:88s, mas apenas no EBJ. O protocolo 3x15:88s apresentou maior PSE no EBJ e maior concentração de lactato no FUC. Além disso, os dois protocolos de TF geraram o mesmo estresse cardiovascular médio demonstrado pelo cálculo da área sob a curva de PA a cada batimento cardíaco. **Conclusão:** O protocolo 9x5:22s foi mais eficaz em reduzir o pico de PA do que o protocolo com característica aos recomendados aos hipertensos. Assim, a aplicação desse protocolo reduz o risco de eventos cardiovasculares indesejados.

Palavras-chave: exercício resistido; treinamento físico; hipertensão arterial, intervalo de descanso

ABSTRACT

Paulo, A.C. Effect of different resistance exercise loading schemes on hypertensive individuals blood pressure responses in work:rest ratio equated conditions: 2013. 94 f. Tese (Doutorado) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

Introduction: A resistance exercise (RE) protocol composed of 3x15:88s (setsxreps:rest) is usually recommended for hypertensive individuals. During the execution of RE protocols, the blood pressure (BP) rises significantly, which can generate a high risk of cardiovascular events. Manipulation of the work:rest ratio may be a strategy to decrease BP peaks without altering the total work provided by the RE protocol. **Objective:** To compare the acute effect of two RE protocols equated by work : rest ratio on cardiovascular responses in medicated hypertensive volunteers. **Materials and Methods:** 12 subjects (48 ± 8 y) performed two RE protocols equated by work:rest ratio on different days and in random order: A)- 3x15:88s and B)- 9x5:22s with the intensity of 50%1RM in two different exercises, bilateral knee extension (BKE) and unilateral elbow flexion (UEF). The two RE protocols contained the same number of reps (45 reps) and the same total rest duration (176s). Blood pressure and heart rate (HR) were continuously monitored. Blood lactate concentration, rate of perceived exertion (RPE) and rate of perceived recovery (RPR) were also measured. **Results:** The two-way ANOVA (protocol and time) revealed higher systolic BP delta (SBP) in the 3x15:88s protocol in both BKE ($+84 \pm 39$ vs. $+67 \pm 20$ mmHg) and UEF ($+46 \pm 25$ vs. $+37 \pm 18$ mmHg) exercises. The diastolic BP (DBP) was higher in the 3x15:88s protocol only in the BKE ($+58 \pm 37$ vs 39 ± 13 mmHg). In addition, the 3x15:88s protocol showed higher RPE in the BKE and higher lactate concentration in the UEF. Furthermore, the two protocols generate the same mean cardiovascular stress demonstrate by the blood pressure area under the curve. **Conclusion:** The protocol 9x5:22s was more effective in reducing the peak of BP than a protocol with the characteristics recommended to hypertensive patients (3x15:88s). Thus, the application of this protocol reduces the risk of cardiovascular events.

Keywords: resistance exercise, physical training, hypertension, rest interval.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Ilustração da posição dos voluntários na cadeira extensora, no banco Scott, e colocação do cuff do aparelho Finometer na mão não dominante	44
Figura 2: Escala de percepção subjetiva de esforço (adaptada de ROBERTSON et al., 2003)	48
Figura 3: Escala de percepção subjetiva de recuperação (adaptada de HOLLANDER et al., 2003)	48
Figura 4: Sequência dos procedimentos nas condições experimentais.	50
Figura 5: Organização das repetições e das pausas nos protocolos 3x15:88s e 9x5:22s.....	50
Figura 6: Fluxograma dos participantes do estudo	52
Figura 7: Exemplo dos sinais de respiração (linha vermelha), eletrocardiograma (linha azul clara), pressão arterial (linha azul escuro) e amplitude de movimento (linha marrom) coletados durante a execução dos protocolos 3x15:88s (superior) e 9x5:22s (inferior) no exercício de extensão bilateral de joelho.	55
Figura 8: Deltas máximos de PAS, PAD, FC e DP atingidos por cada voluntário nos protocolos de treinamento 3x15:88s e 9x5:22s do exercício EBJ.	56
Figura 9: Comparação do comportamento da PAS entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício extensão bilateral de joelhos	57
Figura 10: Comparação do comportamento da PAD entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício de extensão bilateral de joelhos..	58
Figura 11: Comparação do comportamento da FC entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício extensão bilateral de joelhos	59
Figura 12: Comparação do comportamento do DP entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício extensão bilateral de joelhos	60
Figura 13: Área sob a curva em função do tempo da PAS de um dos voluntários do estudo realizando os protocolos 3x15:88s (esquerda) e 9x5:22s (direita) no exercício extensão bilateral de joelhos	61
Figura 14: Comparação da concentração de lactato entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício extensão bilateral de joelhos	61
Figura 15: Comparação da percepção subjetiva de esforço (PSE) entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício extensão bilateral de joelhos	62
Figura 16: Comparação da percepção subjetiva de recuperação (PSR) entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício extensão de joelhos	63
Figura 17: Exemplo dos sinais de respiração (linha vermelha), eletrocardiograma (linha azul claro) e pressão arterial (linha azul escuro) coletado em um voluntário nos protocolos 3x15:88s	

	(superior) e 9x5:22s (inferior) no exercício flexão unilateral de cotovelo	64
Figura 18:	Deltas máximos de PAS, PAD, FC, DP atingidos por voluntário nos protocolos de treinamento 3x15:88s e 9x5:22s do exercício flexão unilateral de cotovelo	65
Figura 19:	Comparação do comportamento da PAS entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício flexão unilateral de cotovelo	66
Figura 20:	Comparação do comportamento da PAD entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício flexão unilateral de cotovelo	66
Figura 21:	Comparação do comportamento da FC entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício flexão unilateral de cotovelo	67
Figura 22:	Comparação do comportamento da DP entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício flexão unilateral de cotovelo	68
Figura 23:	Área sob a curva em função do tempo da PAS de um dos voluntários nos protocolos 3x15:88s (A) e 9x5:22s (B) no exercício flexão unilateral de cotovelo	69
Figura 24:	Comparação da concentração de lactato entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício flexão unilateral de cotovelo	69
Figura 25:	Comparação da percepção subjetiva de esforço (PSE) entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício flexão unilateral de cotovelo	70
Figura 26:	Comparação da percepção subjetiva de recuperação (PSR) entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s exercício flexão unilateral de cotovelo	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Estratificação do risco cardiovascular global (SBC, 2010)	25
Tabela 2:	Descrição dos protocolos de TF de diferentes estudos e suas respectivas densidades: efeitos no estresse cardiovascular	33
Tabela 3:	Sessões experimentais, exercícios, protocolos de TF e cálculo da densidade dos protocolos	45
Tabela 4:	Características dos doze voluntários do estudo	53
Tabela 5:	Duração esperada e real dos protocolos de treinamento de força equalizados em densidade	54
Tabela 6:	Área sob a curva em função do tempo nas variáveis cardiovasculares nos protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no EBJ	60
Tabela 7:	Comparação da área sob a curva em função do tempo nas variáveis cardiovasculares nos protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício flexão unilateral de cotovelo	68

LISTA DE SIGLAS

"n" peso:"n"s	Cálculo da densidade pela relação entre o total de peso levantado sobre o total de pausa de descanso
"n": "n"	Cálculo da densidade pela relação entre o total de tempo de tensão muscular pelo total de pausa de descanso
"n"rep:"n"s	Cálculo da densidade pela relação entre o total de repetições executadas pelo total de pausa de descanso
%1RM	percentual da força dinâmica máxima
RM	repetições máximas
s	segundos
1RM	Força dinâmica máxima
3x15:88s	três séries de quinze repetições por oitenta e oito segundos de pausa entre as séries
9x5:22s	nove séries de cinco repetições por vinte e dois segundos de pausa entre as séries
ACSM	American College Sports Medicine
AHA	American Heart Association
DP	Duplo produto
EBJ	Exercício de extensão bilateral de joelhos realizado numa cadeira extensora
FC	Frequência cardíaca
FUC	Exercício de flexão unilateral de cotovelo realizado no banco Scott
PA	Pressão arterial
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
PSE	Percepção subjetiva de esforço
PSR	Percepção subjetiva de recuperação
SBC	Sociedade Brasileira de Cardiologia
TF	Treinamento de força

SUMÁRIO

	Pág
1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	23
2.1 Objetivo Geral	23
2.2 Objetivos Específicos	23
3 REVISAO DE LITERATURA	24
3.1 Conceito, prevalência e tratamento da hipertensão arterial	24
3.2 O comportamento agudo da pressão arterial durante os protocolos de treinamento de força	27
3.2.1 A medida da pressão arterial durante a execução de um protocolo de treinamento de força	27
3.2.2 A manipulação das variáveis independentes dos protocolos de TF e seus efeitos no controle da PA	29
3.3 A densidade no treinamento de força: possíveis aplicações para o controle da pressão arterial	36
3.4 Resumo da Revisão de Literatura	39
4 MATERIAIS E MÉTODOS	41
4.1 Casuística	41
4.2 Exames preliminares	41
4.2.1 Avaliações prévias à avaliação médica	41
4.2.2 Avaliação médica	42
4.2.3 Teste Ergométrico	42
4.2.4 Teste de força dinâmica máxima (1RM)	43
4.3 Procedimentos Experimentais	44
4.3.1 Medidas	45
4.3.1.1 Pressão arterial	46
4.3.1.2 Frequência cardíaca e cálculo do duplo produto	46
4.3.1.3 Movimentos respiratórios	46
4.3.1.4 Amplitude dos movimentos	47
4.3.1.5 Concentração sanguínea de lactato	47
4.3.1.6 Percepção subjetiva de esforço	47
4.3.1.7 Percepção subjetiva de recuperação	48
4.3.2 Sessões experimentais	49
4.4 Análise dos dados	51
4.5 Análise estatística	51
5 RESULTADOS	52
5.1 Características da amostra	52
5.2 Execução dos protocolos de treinamento de força	53
5.3 Comparação dos protocolos 3x15:88s vs 9x5:22s no exercício EBJ	54

5.3.1	Respostas de PAS, PAD, FC e DP no exercício EBJ	56
5.3.2	Respostas integrada de PAS, PAD, FC e DP no exercício EBJ	60
5.3.3	Respostas de lactato, PSE e PSR no exercício EBJ	61
5.4	Comparação dos protocolos 3x15:88s vs 9x5:22s no exercício FUC	63
5.4.1	Respostas de picos e vales de PAS, PAD, FC e DP no exercício FUC ..	65
5.4.2	Respostas integrada de PAS, PAD, FC e DP no exercício FUC	68
5.4.3	Respostas de lactato, PSE e PSR no exercício FUC	69
6	DISCUSSÃO	71
6.1	Principais achados	71
6.2	Características dos voluntários hipertensos	71
6.3	Execução dos protocolos de TF equalizados em densidade	73
6.4	Efeito dos protocolos de TF equalizados em densidade no exercício EBJ	74
6.5	Efeito dos protocolos de TF equalizados em densidade no exercício FUC	79
6.6	Perspectivas e Implicações Clínicas	81
6.7	Limitações	82
7	CONCLUSÕES	83
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
	ANEXO	94

1 INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial sistêmica (hipertensão) caracteriza-se pela elevação sustentada dos níveis de pressão arterial (PA) em repouso (SBC, 2010). Esta doença associa-se frequentemente a alterações morfofuncionais de órgãos alvos (coração, encéfalo, rins e vasos sanguíneos) e a alterações metabólicas constituindo-se num dos principais fatores de risco modificáveis para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (SBC, 2010). A hipertensão afeta aproximadamente 1 bilhão de pessoas no mundo (CHOBANIAN, BAKRIS, BLACK, CUSHMAN, GREEN, IZZO, JONES, MATERSON, OPARIL, WRIGHT e ROCCELLA, 2003) e em 2001 cerca de 7,6 milhões de mortes foram atribuídas à elevação da PA (54% por acidente vascular encefálico e 47% por doença isquêmica do coração) (WILLIAMS, 2009). Dentre os tratamentos do indivíduo hipertenso pode-se incluir o exercício físico regular como medida não-medicamentosa (SBC, 2010).

Sabe-se que o treinamento aeróbico é a modalidade recomendada para o tratamento da hipertensão, mas o treinamento de força (TF), também denominado treinamento resistido, é indicado como complemento no tratamento não-medicamentoso (WILLIAMS, HASKELL, ADES, AMSTERDAM, BITTNER, FRANKLIN, GULANICK, LAING e STEWART, 2007; SBC, 2010; CORNELISSEN, FAGARD, COECKELBERGHS e VANHEES, 2011; MANCIA, FAGARD, NARKIEWICZ, REDON, ZANCHETTI, BOHM, CHRISTIAENS, CIFKOVA, DE BACKER, DOMINICZAK, GALDERISI, GROBBEE, JAARSMA, KIRCHHOF, KJELDSSEN, LAURENT, MANOLIS, NILSSON, RUILOPE, SCHMIEDER, SIRNES, SLEIGHT, VIIGIMAA, WAEBER, ZANNAD, COUNCIL, REDON, DOMINICZAK, NARKIEWICZ, NILSSON, BURNIER, VIIGIMAA, AMBROSIONI, CAUFIELD, COCA, OLSEN, SCHMIEDER, TSIOUFIS, VAN DE BORNE, GUIDELINES, ZAMORANO, ACHENBACH, BAUMGARTNER, BAX, BUENO, DEAN, DEATON, EROL, FAGARD, FERRARI, HASDAI, HOES, KIRCHHOF, KNUUTI, KOLH, LANCELLOTTI, LINHART, NIHOYANNOPOULOS, PIEPOLI, PONIKOWSKI, SIRNES, TAMARGO, TENDERA, TORBICKI, WIJNS, WINDECKER, DOCUMENT, CLEMENT, COCA, GILLEBERT, TENDERA, ROSEI, AMBROSIONI, ANKER, BAUERSACHS, HITIJ, CAULFIELD, DE BUYZERE, DE GEEST, DERUMEAUX, ERDINE, FARSANG, FUNCK-BRENTANO, GERC, GERMANO, GIELEN, HALLER, HOES, JORDAN, KAHAN, KOMAJDA, LOVIC, MAHRHOLDT, OLSEN, OSTERGREN, PARATI, PERK, POLONIA,

POPESCU, REINER, RYDEN, SIRENKO, STANTON, STRUIJKER-BOUDIER, TSIOUFIS, VAN DE BORNE, VLACHOPOULOS, VOLPE e WOOD, 2013). O TF aumenta a massa muscular esquelética, melhora a produção de força, potência e resistência muscular, além de promover melhoras em comorbidades que comumente se associam à hipertensão, como a obesidade e o diabetes (COLBERG, ALBRIGHT, BLISSMER, BRAUN, CHASAN-TABER, FERNHALL, REGENSTEINER, RUBIN e SIGAL, 2010). Para completar, existem evidências de que o nível de força muscular pode se associar inversamente às taxas de morbidade e mortalidade cardiovasculares na população em geral (FITZGERALD, BARLOW, KAMPERT, MORROW, JACKSON e BLAIR, 2004; BRAITH e STEWART, 2006), o que também pode ser aplicado aos hipertensos.

Instituições de saúde como a American Heart Association (WILLIAMS et al., 2007), o American College of Sports Medicine (ACSM, 2010) e as Sociedades Brasileiras de Cardiologia, Hipertensão e Nefrologia (SBC, 2010) possuem, em suas diretrizes, recomendações sobre a prescrição do TF para os indivíduos hipertensos. No entanto, há uma variação entre essas recomendações com relação às variáveis que compõe o protocolo do TF. Por exemplo, a intensidade oscila entre 30% (WILLIAMS et al., 2007) e 80% (ACSM, 2010) da força dinâmica máxima (1RM), o número de repetições por série varia de no mínimo oito (ACSM, 2010; SBC, 2010) até no máximo 15 (WILLIAMS et al., 2007; SBC, 2010) e o número de séries varia entre uma e três (WILLIAMS et al., 2007; ACSM, 2010; SBC, 2010). Por último, nas diretrizes mencionadas, não existe uma recomendação sobre a duração das pausas que devem ser mantidas entre as séries (WILLIAMS et al., 2007; ACSM, 2010; SBC, 2010).

Embora cronicamente o TF possa trazer benefícios ao indivíduo hipertenso, é sabido que, agudamente, a execução desse treinamento aumenta o risco de ocorrência de eventos cardiovasculares indesejados, devido ao aumento exacerbado e abrupto da PA que ocorre durante sua execução (HAYKOWSKY, FINDLAY e IGNASZEWSKI, 1996; HATZARAS, TRANQUILLI, COADY, BARRETT, BIBLE e ELEFTERIADES, 2007). De fato, a PA pode ultrapassar 300 mmHg durante a prática de um protocolo de TF (MACDOUGALL, TUXEN, SALE, MOROZ e SUTTON, 1985) e esta elevação pode provocar o rompimento de aneurismas pré-existentes (HAYKOWSKY et al., 1996), levando, por exemplo, a um acidente vascular encefálico hemorrágico. Esta é uma preocupação importante nos

hipertensos porque esses indivíduos têm maior chance de ter aneurismas (HAYKOWSKY et al., 1996; SBC, 2010).

Procurando formas de amenizar os picos de PA durante a execução de protocolos de TF, estudos prévios observaram o efeito isolado da duração e do número de pausas entre as séries de exercícios. Os resultados destes estudos sugerem que uma pausa maior que 60s (LAMOTTE, FLEURY, PIRARD, JAMON e VAN DE BORNE, 2010), a presença de mais pausas (BAUM, RUTHER e ESSFELD, 2003) e o menor número e duração total de repetições (CASTINHEIRAS-NETO, COSTA-FILHO e FARINATTI, 2010) amenizam os picos de PA nas séries subsequentes. No entanto, quando a duração, o número de pausas ou a duração ou o número de repetições são modificados sem se alterar as demais variáveis do protocolo de TF, a densidade de treinamento também se modifica. Assim, fica difícil determinar se o efeito sobre a variável dependente ocorreu devido à modificação da organização das pausas, das repetições ou da própria densidade no protocolo de TF (PAULO, ROSCHEL, UGRINOWITSCH, KOBAL e TRICOLI, 2012).

O conceito de densidade no protocolo de TF pode ser entendido como a relação entre o total de esforço realizado e o tempo total de pausa oferecido na execução de um protocolo de TF (PAULO et al., 2012). Internacionalmente, esta proporção entre esforço e pausa é denominada de *work:rest ratio* (PRICE e HALABI, 2005; PRICE e MOSS, 2007; PAULO et al., 2012). O esforço pode ser considerado como a associação entre o número total de repetições, o total de peso levantado e o total de tempo de ação muscular envolvido no protocolo de TF. Já a pausa é o intervalo total de descanso oferecido entre as séries do protocolo de TF e, portanto, depende do número e da duração dos intervalos entre as séries. Protocolos de TF que apresentem maior proporção de esforço:pausa, são considerados como de maior densidade.

Lamotte et al. (2010) compararam o estresse cardiovascular agudo promovido por quatro protocolos de TF, que continham três séries de 10 repetições (30 repetições) do exercício extensão de joelho a 75%1RM. Nos protocolos, o que modificava era a duração das pausas entre as séries: I - 30s; II - 60s; III - 90s e IV - 120s. O protocolo I, com menor pausa, promoveu maior estresse cardiovascular. No entanto, analisando-se as densidades destes protocolos, observa-se que na medida em que a pausa aumentou, a densidade diminuiu: I = 30rep:60s (0,5rep:s); II = 30rep:120s (0,25rep:s); III = 30rep:180s (0,17rep:s) e IV = 30rep:240s (0,125rep:s).

Portanto, isso sugere que o determinante da maior resposta cardiovascular pode ter sido a maior densidade e não a menor pausa. Da mesma forma, no estudo de Baum et al. (2003) os autores compararam o comportamento da PA no exercício *leg press* em dois protocolos diferentes de TF: um contínuo e outro intermitente. O protocolo contínuo envolveu três séries (12, 10 e 8 repetições) com 150s de pausa entre as séries e o protocolo intermitente foi igual, mas entre cada repetição houve uma pausa adicional de 3s. O protocolo de TF contínuo apresentou maior resposta da PA durante sua execução; no entanto, a densidade também foi maior no protocolo contínuo (30rep:300s = 0,1rep:s vs 30rep:387s = 0,078rep:s).

Castinheiras et al. (2010) compararam dois protocolos de TF que respeitavam o ritmo das repetições de cada voluntário para estabelecer de maneira proporcional a duração da pausa entre as séries. O primeiro protocolo envolveu três séries de seis repetições com a carga encontrada no teste de seis repetições máximas (3x6RM), e estabeleceu-se uma pausa três vezes maior que a duração da série (1:3). Já o segundo protocolo envolveu três séries de doze repetições com uma carga encontrada no teste de doze repetições máximas (3x12RM) e manteve-se mesma proporção para o cálculo da duração das pausas (1:3). Os resultados revelaram que o protocolo 3x12RM apresentou maior pico de PA. No entanto, como os voluntários demoraram 17s para completar cada série no protocolo 3x6RM, e 29s para completar cada série no 3x12RM, houve densidade de 18rep:102s (~0,176rep:s) e 36rep:174s (~0,207rep:s), respectivamente. Portanto, protocolo de maior densidade também apresentou maior pico de PA. Novamente, não é possível determinar se a maior resposta se deveu a série mais longa ou à maior densidade.

O tempo de tensão muscular e a quantidade total de peso levantado também podem ser considerados para o cálculo da densidade. Por exemplo, no estudo de Castinheiras et al. (2010) os autores revelaram que o valor absoluto da carga de 6RM foi 12% maior que a carga de 12RM. Contudo, a quantidade total de peso levantado (repetições x carga absoluta) foi maior no protocolo com séries mais longas (3x12RM) para mesma proporção de pausa quando comparado ao protocolo 3x6RM, pois o protocolo longo somou 36 repetições e o protocolo curto 18 repetições. Isso dificulta estabelecer qual variável influenciou na diferença do estresse cardiovascular entre os protocolos de TF (quantidade total de peso levantado, intensidade, número total de repetições, duração total das repetições, duração total da pausa ou a própria densidade).

Essa mesma dúvida em relação à influência das variáveis isoladas do protocolo de TF associadas com a densidade total pode ser observada nos protocolos de vários outros estudos (MEYER, HAJRIC, WESTBROOK, HAAG-WILDI, HOLTKAMP, LEYK e SCHNELLBACHER, 1999; POLITO, SIMÃO, NÓBREGA e FARINATTI, 2004; LAMOTTE, NISSET e VAN DE BORNE, 2005; WICKWIRE, MCLESTER, GREEN e CREWS, 2009; CASTINHEIRAS-NETO et al., 2010; GOMIDES, DIAS, SOUZA, COSTA, ORTEGA, MION, TINUCCI e FORJAZ, 2010b; NERY, GOMIDES, DA SILVA, FORJAZ, MION JR e TINUCCI, 2010; SOUSA, PINHEIRO, MONGE e PIRES, 2010), o que levanta a necessidade de se avaliar o efeito destes fatores entre protocolos de TF de mesma densidade.

Procurando responder parcialmente esta questão, Paulo, Tricoli, Queiroz, Laurentino e Forjaz (2012a) compararam a resposta da PA durante o exercício extensão bilateral de joelhos em três protocolos de TF num ritmo de 4s por repetições. Dentre os protocolos havia dois equalizados em densidade: I- 3x15:88s e II- 9x5:22s ($45\text{rep}:176\text{s}=0,256\text{rep:s}$) e um não equalizado III- 3x15:44s ($45\text{rep}:88\text{s}=0,511\text{rep:s}$), todos realizados na intensidade de 20 repetições máximas (20RM). Os resultados apontaram que o protocolo de maior densidade (III) promoveu maior pico de PA durante sua execução, evidenciando a influência da densidade no comportamento da PA. Já entre os protocolos equalizados em densidade, o protocolo II (9x5:22s) promoveu menor aumento de PA. Portanto, em condições equalizadas de densidade (mesma relação total esforço:pausa), o protocolo com esforços de maior duração contínua, menor número de pausas e pausas mais longas (I- 3x15:88s) promoveu maior estresse cardiovascular que um protocolo com maior número de esforços de curta duração, maior número de pausas e pausas mais curtas.

Uma possível explicação para esta resposta entre os protocolos equalizados em densidade reside no maior estresse metabólico e percepção subjetiva de esforço (PSE) produzido no protocolo I. De fato, entre protocolos de mesma densidade, há uma menor produção de metabólitos (lactato) e PSE quando as séries são mais curtas (DENTON e CRONIN, 2006; LAWTON, CRONIN e LINDSELL, 2006; PAULO et al., 2012; PAULO et al., 2012a). É sabido que o aumento da concentração de metabólitos no músculo pode aumentar a ativação quimiorreflexa, aumentando a atividade nervosa simpática, o que pode resultar em maior aumento da frequência cardíaca (FC), da resistência vascular periférica e da PA, explicando os resultados

anteriores (LEWIS, SNELL, TAYLOR, HAMRA, GRAHAM, PETTINGER e BLOMQVIST, 1985; SEALS, 1993; CARRINGTON, UBOLSAKKA e WHITE, 2003).

É interessante observar, no entanto, que o estudo de Paulo et al. (2012a) foi conduzido com indivíduos normotensos, e o que chamou atenção foi que o protocolo de TF deste estudo que promoveu maior aumento da PA (3x15:88s) apresenta características compatíveis com o TF recomendado para indivíduos hipertensos (WILLIAMS et al., 2007). Desta forma, torna-se importante avaliar se os efeitos da modificação das características do protocolo de TF, mantendo-se a densidade, também se aplicam aos indivíduos hipertensos, nos quais grandes picos de PA durante a execução do esforço devem ser evitados.

A hipertensão promove uma série de alterações estruturais e funcionais no sistema cardiovascular (WILLIAMS, 2009; SBC, 2010), que podem gerar respostas diferentes durante a execução de um protocolo de TF quando comparadas a normotensos (NERY et al., 2010; CORNELISSEN et al., 2011). Neste sentido, o aumento da PA durante o mesmo esforço relativo em hipertensos é maior que em normotensos. Além disso, estes indivíduos necessitam de maior tempo de recuperação entre as séries para que sua PA retorne aos níveis pré-esforço (NERY et al., 2010).

Outro aspecto interessante diz respeito aos exercícios realizados com membros superiores e inferiores. As diretrizes de tratamento de hipertensão destacam que o TF recomendado deve incluir exercícios para os principais grupos musculares, incluindo membros superiores e inferiores (WILLIAMS et al., 2007). Sabe-se que o exercício aeróbio realizado com os braços produz maiores valores de PA que os exercícios de mesma intensidade realizados com os membros inferiores (ASTRAND, EKBLOM, MESSIN, SALTIN e STENBERG, 1965; TONER, GLICKMAN e MCARDLE, 1990; PESCATELLO, FARGO, LEACH e SCHERZER, 1991). Mas de forma diferente não há consenso no comportamento da PA no exercício de força realizado com membros superiores, pois, os estudos evidenciaram que há uma menor (LEWIS et al., 1985) ou similar (FARIA e FARIA, 1998; D'ASSUNÇÃO, DALTRO, SIMÃO, POLITO e MONTEIRO, 2007) elevação da PA num mesmo protocolo de TF quando comparado aos membros inferiores. O tamanho da árvore arterial dos músculos exercitados e a distância do coração até o local exercitado podem gerar diferentes resistências ao fluxo sanguíneo durante os esforços e as pausas dos protocolos de TF. Portanto, uma combinação diferente desses fatores

pode modificar a resposta aguda da PA, gerando uma resposta diferente entre os protocolos equalizados em densidade quando realizados com os membros superiores e inferiores.

Resumindo, o TF para os diversos grupos musculares é recomendado para indivíduos hipertensos. Porém, durante o esforço, a PA se eleva de forma expressiva e abrupta, o que pode impor maiores riscos ao hipertenso. Desta forma, torna-se importante elaborar protocolos de TF que promovam menor aumento da PA durante sua execução, promovendo a mesma relação esforço:pausa (mesma densidade), pois isso não alteraria o volume, a intensidade ou tempo de trabalho total. Um estudo anterior (PAULO et al., 2012a) sugere que o aumento no número de esforços e de pausas concomitante à diminuição da duração destes esforços e pausas mantendo a mesma densidade pode resultar em menor aumento da PA em normotensos. No entanto, o comportamento da PA pode ser diferente em hipertensos quando eles realizam o mesmo protocolo de TF (NERY et al., 2010), sendo importante testar esta resposta nesta população. Além disso, os resultados anteriores (PAULO et al., 2012a) foram observados num exercício para membros inferiores, sendo importante avaliar se esta resposta se reproduz em exercícios de membros superiores. Desta forma, o presente estudo foi elaborado para testar a hipótese de que, em condições equalizadas de densidade, os indivíduos hipertensos apresentaram um menor aumento da PA em um protocolo de TF com esforços mais curtos e pausas de menor duração do que um protocolo com esforços mais longos e pausas de maior duração, conforme as recomendações atuais (WILLIAMS et al., 2007; ACSM, 2010; SBC, 2010). Esta resposta deve ser observada tanto nos exercícios de membros inferiores quanto superiores.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Comparar o efeito agudo da execução de dois protocolos de TF equalizados em densidade sobre as respostas cardiovasculares em voluntários hipertensos medicados.

2.2 Objetivos Específicos

Comparar o efeito agudo da execução de dois protocolos de TF para os membros inferiores equalizados em densidade sobre o comportamento da pressão arterial sistólica (PAS), da pressão arterial diastólica (PAD), da frequência cardíaca (FC), do duplo produto (DP), da percepção subjetiva de esforço (PSE), da percepção subjetiva de recuperação (PSR) e da concentração de lactato.

Comparar o efeito agudo da execução de dois protocolos de TF para os membros superiores equalizados em densidade sobre o comportamento da pressão arterial sistólica (PAS), da pressão arterial diastólica (PAD), da frequência cardíaca (FC), do duplo produto (DP), da percepção subjetiva de esforço (PSE), da percepção subjetiva de recuperação (PSR) e da concentração de lactato.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Conceito, prevalência e tratamento da hipertensão arterial

As VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão (SBC, 2010) consideram a hipertensão como uma doença cardiovascular multifatorial e assintomática, que se caracteriza pela elevação sustentada dos níveis de PAS/PAD acima de 140/90 mmHg. A hipertensão é um dos principais fatores de risco de morte e de invalidez no Brasil e no mundo, gerando altos gastos com a saúde pública (AKASHI, ISSA, PEREIRA, TANNURI, FUCCIOLO, LOBATO, GALVÃO, BENSEÑOR e LOTUFO, 1998; LEWINGTON, CLARKE, QIZILBASH, PETO, COLLINS e PROSPECTIVE STUDIES, 2002; WILLIAMS, 2009). Estatísticas demonstram que mais de 90% dos pacientes apresentam a hipertensão arterial essencial, que significa de origem desconhecida, e menos que 10% são resultantes de hipertensão secundária, ou seja, associada a várias outras doenças renais e metabólicas (SBC, 2010). Independente do tipo da hipertensão (essencial ou secundária), ela pode ocasionar alterações morfofuncionais nos considerados órgãos-alvo (coração, encéfalo, rins e vasos sanguíneos) que são deletérias ao organismo (WILLIAMS, 2009).

Estima-se que existam 1 bilhão de pessoas hipertensas no mundo (CHOBANIAN et al., 2003). Inquéritos populacionais em cidades brasileiras nos últimos anos apontaram uma prevalência de hipertensão acima de 30% (MION JR, PIERIN e GUIMARÃES, 2001; PEREIRA, LUNET, AZEVEDO e BARROS, 2009). Entre os gêneros, a prevalência foi de 35,8% nos homens e de 30% em mulheres, semelhante à de outros países (PEREIRA et al., 2009).

A mortalidade e a morbidade por doença cardiovascular aumentam com a elevação da PA. Neste sentido um aumento de 20 mmHg na PAS e 10 mmHg na PAD duplicam o risco de eventos cardiovasculares indesejados (LEWINGTON et al., 2002). Cerca de 7,6 milhões de pessoas morrem precocemente por ano devido à elevação da PA, resultando em 13,5% das causas de morte no mundo (LAWES, VANDER HOORN e RODGERS, 2008). No Brasil ocorreram mais de 300 mil óbitos por doenças cardiovasculares; além disso, essas doenças foram responsáveis por mais de um milhão de internações em 2007, o que ocasiona custos médicos e socioeconômicos elevados (SBC, 2010).

Estudos clínicos demonstraram que a detecção, o tratamento medicamentoso e não-medicamentoso da hipertensão são fundamentais para a redução da mortalidade e da morbidade associadas a ela (SBC, 2010).

Assim, existem normas específicas para detecção da hipertensão que levam em consideração o tipo de medida (auscultatória, oscilométrica), a forma da medida (auto-medida ou medida por profissional), o ambiente da medida (consultório ou residencial), o tipo de paciente (criança, adultos, idoso, gestante, obeso) e os prazos para reavaliações, pois o erro no diagnóstico também acarreta em maiores custos com o uso de medicamentos desnecessários e com o agendamento de novas consultas médicas (SBC, 2010). No caso de adultos são considerados hipertensos do estágio I pacientes não medicados com PAS/PAD entre 140-159/90-99 mmHg, estágio II entre 160-179/100-110 mmHg; estágio III entre $\geq 180/\geq 110$ mmHg e hipertensão isolada para uma PAS ≥ 140 mmHg ou PAD ≥ 90 .

Para o tratamento da hipertensão, além do correto diagnóstico torna-se necessário estratificar os fatores de risco com uma análise clínica e laboratorial. Os objetivos desse procedimento são: a) confirmar o diagnóstico de hipertensão; b) identificar fatores de risco para doença cardiovascular; c) pesquisar lesões em órgãos-alvo; d) pesquisar a presença de outras doenças associadas; e) estratificar o risco cardiovascular global e f) avaliar indícios do diagnóstico de hipertensão arterial secundária (SBC, 2010). Essa estratificação resulta em quatro grupos de fatores de risco como descrito na Tabela 1.

Tabela 1: Estratificação do risco cardiovascular global (SBC, 2010).

Outros fatores de risco ou doenças associadas	Estágio I PAS 140 – 159 mmHg PAD 90 – 99 mmHg	Estágio II PAS 160 – 179 mmHg PAD 100 – 109 mmHg	Estágio III PAS ≥ 180 mmHg PAD ≥ 110 mmHg
Nenhum fator de risco	Baixo risco adicional	Moderado risco adicional	Alto risco adicional
1 – 2 fatores de risco	Moderado risco adicional	Moderado risco adicional	Alto risco adicional
≥ 3 fatores de risco, LOA ou SM – DM	Alto risco adicional	Alto risco adicional	Risco adicional muito alto
Condições clínicas associadas	Risco adicional muito alto	Risco adicional muito alto	Risco adicional muito alto
LOA = lesão de órgãos-alvos; SM = síndrome metabólica; DM = diabetes melito			

Além disso, o tratamento da hipertensão envolve medidas medicamentosas e não medicamentosas. O tratamento medicamentoso é composto por diferentes classes de medicamentos anti-hipertensivos que agem em mecanismos específicos de controle da PA. Há os diuréticos, inibidores adrenérgicos, vasodilatores diretos, bloqueadores dos canais de cálcio, inibidores da enzima conversora da angiotensina, bloqueadores do receptor AT_1 da angiotensina II e o inibidor direto da renina (SBC, 2010). A administração do medicamento visa proteção dos órgãos-alvos; redução do impacto causado pela elevação da PA; redução do impacto causado pela presença de fatores de risco associados e na progressão do processo aterosclerótico mantendo os níveis de PAS/PAD menores que 140/90 mmHg para pacientes de estágio I e II e de risco baixo e moderado. Para isso, as classes de medicamentos podem ser administradas na forma de monoterapia ou combinadas de diversas formas e dosagens conforme diretrizes e observações de um médico (SBC, 2010).

Já o tratamento não medicamentoso envolve alterações no estilo de vida do paciente hipertenso como dieta hipossódica e moderação do consumo de álcool, redução do peso corporal, controle do estresse psicossocial, cessação do tabagismo e a prática regular de exercício físico (SBC, 2010).

Sobre a prática regular do exercício físico sabe-se que o treinamento aeróbio, que deve ser complementado pelo TF, promove reduções da PA (WHELTON, CHIN, XIN e HE, 2002). A diretriz brasileira de hipertensão afirma que para manter uma boa saúde cardiovascular e qualidade de vida, todo adulto deve realizar 30 minutos de atividade física moderada de forma contínua ou acumulada cinco vezes por semana. O controle da intensidade para o treinamento aeróbio se baseia no controle da frequência cardíaca e da respiração (SBC, 2010). Esse mesmo tipo de prescrição também está presente nas recomendações do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 2010).

Com relação as recomendações do TF, a diretriz brasileira indica a realização de 1 a 3 séries compostas de 8 a 15 repetições, conduzidas até a fadiga moderada (parar quando a velocidade de movimento diminuir). Portanto, existem apenas parâmetros de volume na recomendação (SBC, 2010). Já o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 2010) propõe a realização do TF para

hipertensos com intensidade entre 60-80% 1RM, com pelo menos uma série de 8-12 repetições e realização de 8 a 10 exercícios envolvendo grandes grupos musculares. Essa prescrição difere da recomendação nacional. Por fim, a recomendação apresentada pela Associação Americana do Coração (WILLIAMS et al., 2007) propõem 1 a 3 séries de 10 a 15 repetições com 30 a 60% 1RM e 8 a 10 exercícios que devem ser repetidos pelo menos 3 vezes por semana. Assim, essas três instituições de saúde apresentam diferentes parâmetros para estruturar um protocolo de TF no tratamento não medicamentoso. Além disso, nenhuma das três diretrizes recomenda a duração das pausas ou aborda algo sobre a densidade de treinamento.

Este capítulo deixa claro que a hipertensão é uma doença bastante prevalente no Brasil e no mundo e tem um alto desfecho de morbidade e de mortalidade. Além disso, existem diferentes estágios de hipertensão, diferentes estratificações de risco e diferentes classes de medicamentos. Ficou evidente que as principais organizações de saúde prescrevem o TF para o tratamento não medicamentoso da hipertensão em suas diretrizes. Porém, os protocolos de TF têm diferentes orientações em cada diretriz. Em seguida serão abordadas as características e os efeitos agudos do TF no comportamento da PA.

3.2 O comportamento agudo da pressão arterial durante os protocolos de treinamento de força

3.2.1 A medida da pressão arterial durante a execução de um protocolo de treinamento de força

A PA representa a força exercida pelo sangue na parede vascular. Essa força varia com o ciclo cardíaco, pois o coração bombeia o sangue de forma pulsátil para a aorta. Assim, a PA oscila durante a sístole (PAS ~ 120mmHg) e a diástole cardíacas (PAD ~ 80mmHg) (GUYTON e HALL, 2011). Portanto, a PA varia a cada batimento cardíaco e existem alterações rápidas e bruscas nos valores de PA que precisam ser observadas, o que implica que a técnica de medida da PA precisa ser capaz de detectar de forma precisa estas oscilações.

Existem diversos métodos para medir a PA. O método auscultatório, utilizando o manômetro de mercúrio ou aneróide é mais empregado na prática clínica. Ele tem um caráter intermitente e depende do procedimento de inflar e desinflar o manguito com a captação dos sons de Korotkov para identificar a PAS e PAD. Neste método a inércia gerada ao inflar o aparelho não pode fazer com que a coluna de mercúrio ou o ponteiro suba e desça rapidamente. Por esse motivo, este método é excelente para condições estáveis, mas não tem uma boa acurácia para captar alterações de PA numa frequência maior que um ciclo a cada 2 ou 3 segundos (VERRIL, SHOUP, MCELVEEN, WITT e BERGEY, 1992; GUYTON e HALL, 2011). Portanto, esta forma não é a adequada para a avaliação da PA durante a execução do protocolo de TF. Apesar dessa limitação, muitas pesquisas utilizam esse método para gerar informações de pico de PA ao final das séries nos protocolos de TF (CASTINHEIRAS-NETO et al., 2010; SOUSA et al., 2010; ZANETTI, FERREIRA, HADDAD, GONÇALVES, DE JESUS e LOPES, 2013). Entretanto, ao término de 15 repetições submáximas os valores de PA podem reduzir próximos aos valores de repouso em cerca de um a dois segundos (WIECEK, MCCARTNEY e MCKELVIE, 1990). Assim, os valores de pico de PA gerados por essas pesquisas devem ser considerados com cautela.

O padrão ouro de medida da PA é o método direto, intra-arterial. Esse procedimento faz medidas contínuas durante cada batimento cardíaco e, portanto, registra variações imediatas da onda de PA. Entretanto, é uma técnica invasiva, que envolve riscos relacionados à ocorrência de embolismo, trombose, necrose da pele, hematoma e infecção (BEVAN, HONOUR e STOTT, 1969). Apesar dessas dificuldades, algumas pesquisas compararam o comportamento da PA em diferentes protocolos de TF pelo método direto (MEYER et al., 1999; GOMIDES, COSTA, SOUZA, QUEIROZ, FERNANDES, ORTEGA, JUNIOR, TINUCCI e FORJAZ, 2010a; GOMIDES et al., 2010b; NERY et al., 2010).

Por outro lado, existe uma técnica indireta que capta as rápidas alterações de PA, chamada de método fotoplestimográfico, o qual foi reportado por Penaz em 1973 (FINAPRESS, 2002). Nesta técnica, um pequeno manguito que comporta um sensor infravermelho é ajustado ao dedo médio ou anelar por uma regulação pneumática. Este sensor infravermelho detecta o diâmetro da artéria, enquanto o sistema de fluxo de ar mantém este diâmetro constante a partir da inflação ou desinflação do manguito. A onda de PA no dedo derivará da pressão necessária em

cada momento para manter o diâmetro da artéria fixo (FINAPRESS, 2002). Parece que esse método superestima os valores de PA quando comparado ao método auscultatório (POLITO, FARINATTI, LIRA e NOBREGA, 2007) e subestima os valores quando comparado ao método direto (GOMIDES et al., 2010b). Entretanto, (GOMIDES et al., 2010b) demonstraram haver uma boa acurácia do método quando comparado aos deltas do método intra-arterial durante o protocolo de TF.

3.2.2 A manipulação das variáveis independentes dos protocolos de TF e seus efeitos no controle da PA

Um protocolo de TF envolve a prescrição do número de séries, de repetições, da intensidade, do ritmo de execução, da duração das pausas e da amplitude do movimento para execução do exercício físico selecionado. Já o exercício pode ser a realização da extensão bilateral de joelhos na cadeira extensora (EBJ) ou flexão unilateral de cotovelo no banco Scott (FUC). Neste exemplos, os exercícios se diferem a forma de execução (bilateral vs unilateral), nos segmentos (inferior vs superior), na quantidade de músculo (grande vs pequeno) e até na forma de execução, pois o EBJ se utiliza de cabos e roldanas, enquanto o FUC se utiliza de peso livre.

Durante a execução de um protocolo de TF existe um refinado controle da PA que impede que as alterações do fluxo sanguíneo numa área do corpo afetem negativamente o fluxo em outras partes do corpo. Esses mecanismos são acionados quando o organismo necessita de ajustes durante o esforço no exercício físico, pois o músculo esquelético exercitado aumenta a necessidade de consumir nutrientes e eliminar metabólitos. O fluxo sanguíneo é determinado por dois fatores: a) a diferença de pressão entre as duas extremidades do vaso (força que empurra o sangue adiante) e b) o obstáculo ao fluxo sanguíneo gerado pelo vaso (resistência vascular). Essa combinação é determinada pela lei de Ohm: $\text{Fluxo sanguíneo} = \Delta \text{pressão} / \text{resistência}$. Analisando essa fórmula pode-se especular, com base na literatura, como será o aumento da PA se houver a manipulação de algumas variáveis do protocolo de TF.

Ao aumentar a intensidade do protocolo de TF haverá uma maior tensão das fibras musculares ao redor das artérias. A tensão aumentada diminuirá a luz do vaso, fato este que criará um maior obstáculo para a passagem do fluxo sanguíneo.

De fato, a força produzida numa ação muscular concêntrica com intensidade acima de 50% 1RM geraria uma pressão mecânica nos vasos acima da PAS o que reduziria seu diâmetro diminuindo o fluxo sanguíneo para a musculatura ativa (SADAMOTO, BONDE-PETERSEN e SUZUKI, 1983; MACDOUGALL et al., 1985; BENN, MCCARTNEY e MCKELVIE, 1996). Assim, uma constante resposta reflexa e adrenérgica, medida pelo sistema simpático aumentaria a PA para vencer essa pressão mecânica e manter o fluxo. Portanto, parece que o aumento da intensidade do protocolo de TF deveria ser diretamente proporcional ao aumento da PA. Porém, as respostas são controversas, pois existem estudos demonstrando que a maior intensidade do protocolo de TF resulta em maior (WERBER-ZION, GOLDHAMMER, SHAAR e POLLOCK, 2004; WICKWIRE et al., 2009; SOUSA et al., 2010), menor (FLECK e DEAN, 1987; LAMOTTE et al., 2005; CASTINHEIRAS-NETO et al., 2010; NERY et al., 2010) ou não altera o estresse cardiovascular (MEYER et al., 1999; KING, DRACUP, FONAROW e WOO, 2000). Alguns desses estudos tiveram o seu protocolo analisado na TABELA 2 e observa-se que a densidade não está equalizada.

Já o aumento do volume (número de séries, número de repetições, total de peso levantado) do protocolo de TF resultará em um maior gasto de energia ao longo do tempo de execução. Como a oclusão dos vasos impede parcial ou totalmente o fluxo sanguíneo, o músculo exercitado recorre mais ao metabolismo anaeróbio, e este produz mais metabólitos que se acumulam na musculatura (CAIRNS, 2006a). Este acúmulo ativa os quimiorreceptores os quais aumentam a PA para favorecer o fluxo sanguíneo local. Portanto, parece existir uma relação direta entre o aumento do volume de treinamento e o aumento da PA. De fato a maior parte dos protocolos de TF com maior volume resultaram em maior (FLECK e DEAN, 1987; GOTSHALL, GOOTMAN, BYRNES, FLECK e VALOVICH, 1999; LAMOTTE et al., 2005; WICKWIRE et al., 2009; CASTINHEIRAS-NETO et al., 2010; LAMOTTE et al., 2010; NERY et al., 2010) estresse cardiovascular. Alguns desses estudos tiveram o seu protocolo analisado na TABELA 2.

O aumento da duração das pausas entre as séries proporcionará maior tempo de recuperação da PA antes de um novo esforço e o aumento do número de pausas proporcionará maior quantidade de descanso entre os esforços o que poderá reduzir os picos de PA nas séries subsequentes. Em condições de repouso ou de recuperação, o fluxo sanguíneo segue com velocidade constante e de maneira

laminar nos vasos. Cada camada de sangue permanece à mesma distância da parede do vaso e isso faz com que o sangue no meio do vaso tenha uma velocidade de fluxo maior do que nas proximidades da parte externa. Esse efeito é denominado perfil parabólico da velocidade do fluxo sanguíneo (GUYTON e HALL, 2011). Como existe a compressão dos vasos pela musculatura esquelética durante a ação muscular, o fluxo sanguíneo passaria de laminar a turbulento (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2008; GUYTON e HALL, 2011). Isso significa que o sangue fluiria tanto transversalmente quanto ao longo do comprimento do vaso, aumentando o atrito com a sua parede causando maior resistência, fato este que aumentaria a PA. Ao fazer uma pausa a compressão dos vasos diminui e o sangue volta a circular de forma laminar, fato este que diminui os valores de PA. Além disso, durante o esforço o organismo produz substâncias vasodiladoras, mas durante o esforço a tensão da musculatura ao redor do vaso dificulta essa vasodilatação. Com o uso da pausa os vasos podem vasodilatar, aumentando sua luz, fato que também contribuirá para redução da PA após a realização do esforço. Entretanto, a exemplo da intensidade e do volume, a duração da pausa também apresenta dados controversos. Alguns estudos com menor duração da pausa entre as séries apresentaram maior (POLITO et al., 2004; LAMOTTE et al., 2010; ZANETTI et al., 2013), menor (CASTINHEIRAS-NETO et al., 2010) e não alteração do estresse cardiovascular (LAMOTTE et al., 2010; ZANETTI et al., 2013) entre os protocolos de diferentes pausas. Da mesma forma, investigações sobre o número de pausas também encontraram respostas controversas. BAUM et al. (2003) observaram que um maior número de pausas amenizou o estresse cardiovascular enquanto POLITO et al. (2008a) verificaram um aumento. Todos esses estudos tiveram seus protocolos analisados na TABELA 2.

As controvérsias sobre as respostas de picos de PA entre os protocolos de TF apresentadas nos estudos anteriores podem ter como causa a densidade que não foi controlada em nenhum dos estudos. O conceito de densidade pode ser entendido como a relação entre o esforço total realizado e o tempo total de pausa oferecido dentro de um protocolo de TF (PAULO et al., 2012). O esforço deve levar em consideração a associação entre o número total de repetições, o total de peso levantado e o total de tempo de tensão muscular envolvido durante a execução do protocolo de TF. Já a pausa é o intervalo total de descanso oferecido entre as séries do protocolo de TF. Apesar de alguns estudos apresentarem diferentes organizações dos protocolos de TF e diferentes técnicas de medida de PA (MEYER

et al., 1999; BAUM et al., 2003; POLITO et al., 2004; LAMOTTE et al., 2005; D'ASSUNÇÃO et al., 2007; POLITO, SIMAO, LIRA, DA NOBREGA e FARINATTI PDE, 2008a; WICKWIRE et al., 2009; CASTINHEIRAS-NETO et al., 2010; GOMIDES et al., 2010b; LAMOTTE et al., 2010; NERY et al., 2010; SOUSA et al., 2010) uma análise detalhada com o cálculo da densidade é apresentada na TABELA 2. A densidade foi calculada considerando os seguintes aspectos: I- total de repetições: total de pausa; II- tempo de tensão:total de pausa e III- total de peso levantado: total de pausa.

Tabela 2: Descrição dos protocolos de TF de diferentes estudos e suas respectivas densidades: efeitos no estresse cardiovascular

Estudo	População Método de medida da PA	Exercício Protocolos de TF [série x repetição : pausa (intensidade)]	DENSIDADE		Resultado do estresse cardiovascular	Comentários e interpretação dos resultados
			I- Total de repetições : total de pausa	II- Tempo de tensão muscular : total das pausas		
Castinheiras- Neto, Costa- Filho e Farinatti (2010)	Normotensos Auscultatório	Leg press horizontal A) 3x6:51s (6RM) B) 3x6:85s (6RM) C) 3x12:87s (12RM) D) 3x12:290s (12RM)	A) I- 18rep:102s = 0,177rep:s II- 51s:102s = 0,5 III- 18rep*1:102s = 0,177 peso:s	I- 18rep:170s = 0,106rep:s II- 51s:170s = 0,3 III- 18rep*1:170s = 0,106 peso:s	C > A D > B	- Segundo os autores a carga de 6RM foi 12% maior que 12RM. Portanto os protocolos 3x12 (C e D) levantaram maior quantidade total peso. Também tiveram maior número de repetições, duração total de esforço e de pausa. Isso altera a densidade - Não é possível estabelecer se foi a quantidade total de peso levantado, a intensidade, o número total ou a duração das repetições, a duração total da pausa ou a densidade o responsável pela diferença no estresse cardiovascular. - no entanto o protocolo de > densidade = > estresse cardiovascular
			B) I- 18rep:170s = 0,106rep:s II- 51s:170s = 0,3 III- 18rep*1:170s = 0,106 peso:s	C) I- 36rep:174s = 0,207 II- 87s:174s = 0,5 III- 36rep*0,88:174 = 0,182 peso:s		
Lamotte et al. (2010)	Doentes coronarianos (88% dos voluntários = betabloqueados) Task Force Monitor	Extensão de joelhos A) 3x10:30s (75%1RM) B) 3x10:60s (75%1RM) C) 3x10:90s (75%1RM) D) 3x10:120s (75%1RM)	A) I- 30rep:60s = 0,5rep:s (75%1RM) II- 60s:60s = 1:1 = 1(75%1RM) III- 30rep*0,75:60s = 0,375 peso:s	I- 30rep:120s = 0,25rep:s (75%1RM) II- 60s:120s = 1:2 = 0,5 (75%1RM) III- 30rep*0,75:120 = 0,188 peso:s	A > B > C = D	- Comparou diferentes durações das pausas para o mesmo esforço. Isso altera a densidade. - Não é possível estabelecer se foi a duração total da pausa ou a densidade o responsável pela diferença no estresse cardiovascular. - no entanto o protocolo de > densidade = > estresse cardiovascular
			B) I- 30rep:120s = 0,25rep:s (75%1RM) II- 60s:120s = 1:2 = 0,5 (75%1RM) III- 30rep*0,75:120 = 0,188 peso:s	C) I- 30rep:180s = 0,17rep:s (75%1RM) II- 60s:180s = 1:3 = 0,33 (75%1RM) III- 30rep*0,75:180s = 0,125 peso:s		
Polito et al. (2004)	Normotensos fotopletiomográfico	Extensão unilateral joelho A) 4x8:60s (8RM) B) 4x8:120s (8RM)	A) I- 32rep:180s = 0,18rep:s II- Não foi possível calcular III- 32rep*1:180 = 0,18 peso:s	I- 32rep:360s = 0,09rep:s (8RM) II- Não foi possível calcular III- 32rep*1:240 = 0,09 peso:s	A > B	- Comparou diferentes durações das pausas para o mesmo esforço. Isso altera a densidade. - Não relata controle do ritmo das repetições. Por não é possível calcular a duração da tensão muscular. - Não é possível estabelecer se foi a duração total da pausa, o tempo de tensão, ou a densidade o responsável pela ≠ no estresse cardiovascular. - no entanto o protocolo de > densidade = > estresse cardiovascular
			B) I- 32rep:360s = 0,09rep:s (8RM) II- Não foi possível calcular III- 32rep*1:240 = 0,09 peso:s			
Sousa, Pinheiro, Monge e Pres (2010)	Normotensos auscultatório	Leg press A)- 5x10:150s (50%1RM) B)- 5x10:150s (70%1RM)	A)- 50rep:600s = 0,08rep:s 200s:600s = 1:3 = 0,33 50rep*0,5:600s = 0,04 peso:s	B)- 50rep:600s = 0,08rep:s 200s:600s 1:3 = 0,33 50rep*0,7:600s = 0,06 peso:s	B > A	- O protocolo B tem maior intensidade e levantou maior quantidade de peso. Isso altera a densidade. - Não é possível estabelecer se foi a intensidade, quantidade total de peso levantado ou a densidade o responsável pela diferença no estresse cardiovascular. - no entanto o protocolo de > densidade = > estresse cardiovascular

Continua

Continuação

Polito, Simão, Lira, da Nobrega e Farinatti (2008)	Normotensos fotopletismográfico	Extensão de joelhos A) série contínua = 4x8:120s (8RM) B) série fracionada = 4x(4rep:2s):120s (8RM)	A) I- 32rep:240s = 0,133rep:s II- Não foi possível calcular III- 32*1:240 = 0,133 peso:s B) 32rep:248s = 0,129rep:s (8RM) II- Não foi possível calcular III- 32*1:248 = 0,129 peso:s	B > A	<ul style="list-style-type: none"> - o protocolo fracionado teve uma pausa de 2s entre a 4ª e 5ª repetição de cada série. Isso alterou a densidade. - Não relata controle do ritmo das repetições. Por não é possível calcular a duração da tensão muscular. - Não é possível estabelecer se foi a duração total das repetições, o número ou a duração das pausas ou a densidade o responsável pela diferença no estresse cardiovascular. - Neste estudo o protocolo < densidade = > estresse cardiovascular
Lamotte et al. (2005)	Cardiopatas fotopletismográfico	Extensão de joelhos A) 4x17:60s (40%1RM) B) 4x10:60s (70%1RM)	A) I- 68rep:180s = 0,38rep:s II- 134s:180s = 0,75 III- 68rep*0,4:180s = 0,151 B) I- 40rep:180s = 0,22rep:s II- 80s:180s = 0,44 III- 40rep*0,7:180s = 0,155	A > B	<ul style="list-style-type: none"> - Os autores afirmam que apesar das diferentes intensidades o desenho experimental equalizou a quantidade total de peso levantado. - Entretanto houve diferentes intensidades, de repetições e tempo de tensão. Isto altera a densidade. - Não é possível estabelecer se foi a intensidade, tempo de tensão, número de repetições ou a densidade o responsável pela diferença no estresse cardiovascular. - no entanto o protocolo de > densidade = > estresse cardiovascular
Baum et al. (2003)	Normotensos fotopletismográfico	Leg press A) 3 Séries contínuas (1,5scon / 1,5sexc)** B)- 3 Séries fracionadas (1,5scon / 1,5sexc / 3s pausa) 150 segundos de intervalo entre as séries 1ª série = 12 rep (50%1RM) 2ª série = 10 rep (70%1RM) 3ª série = 8 rep (80%1RM)	A) I- 30rep:300s = 0,1rep:s II- 45s:300s = 3:20 = 0,15 III- (12rep*0,5+10rep*0,7+8rep*0,8):300s = 0,065 peso:s B) I- 30rep:387s = 0,08rep:s II- 45s:387s = 5:43 = 0,116 III- (12rep*0,5+10rep*0,7+8rep*0,8):387s = 0,05 peso:s	A > B	<ul style="list-style-type: none"> - Houve diferentes números e total duração de pausas. Isso altera a densidade - Não é possível estabelecer se foi o número de pausas, a duração total das pausas ou a densidade. - no entanto o protocolo de > densidade = > estresse cardiovascular
Zanetti, Ferreira, Haddad, Gonçalves, de Jesus e Lopes (2013)	Normotensos / auscultatório	Leg press A) 3 x12:45s (60%1RM) B) 3x12:60s (60%1RM) C) 3x12:90s (60%1RM)	A) I- 36rep:90s =0,40 rep:s II- Não foi possível calcular III- 36rep*0,6:90s = 0,24 peso:s B) I- 36rep:120s =0,30 rep:s II- Não foi possível calcular III- 36rep*0,6:120s = 0,18 peso:s C) I- 36rep:180s =0,20 rep:s II- Não foi possível calcular III- 36rep*0,6:180s = 0,12 peso:s	A > C A = B B = C	<ul style="list-style-type: none"> -Comparou diferentes durações das pausas para o mesmo esforço. Isso altera a densidade. - Não relata controle do ritmo das repetições. Por não é possível calcular a duração da tensão muscular. - Não é possível estabelecer se foi a duração total da pausa ou a densidade o responsável pela diferença no estresse cardiovascular. - no entanto o protocolo de > densidade = > estresse cardiovascular

Continua

Conclusão

Nery et al. (2010)	Hipertensos essenciais não medicados vs Normotensos Intra-arterial	Extensão de joelhos A) 3 Séries máximas:45s (40%1RM) B) 3 Séries máximas 90s (80%1RM)	<p>Hipertensos</p> <p>A) I- 43rep:90s = 0,48rep:s II- Não foi possível calcular III- 43rep*0,4:90s = 0,191 peso:s</p> <p>B) I- 23rep:180s = 0,13rep:s II- Não foi possível calcular III- 23rep*0,8:180s = 0,102 peso:s</p> <p>Normotensos</p> <p>A) I- 43rep:90s = 0,48rep:s II- Não foi possível calcular III- 43rep*0,4:90s = 0,191 peso:s</p> <p>B) I- 25rep:180s = 0,14rep:s (80%1RM) II- Não foi possível calcular III- 25rep*0,8:180s = 0,111</p>	<p>Hipertenso > Normotenso</p> <p>A > B</p>	<p>- Hipertensos apresentaram maior estresse cardiovascular independente do protocolo de TF.</p> <p>- Não relata controle do ritmo das repetições. Por não é possível calcular a duração da tensão muscular.</p> <p>- O protocolo A apresentou maior número de repetições, levantou maior quantidade total de peso, teve uma menor duração de pausa e maior densidade.</p> <p>- Não é possível estabelecer se foi a quantidade total de peso levantado, a intensidade, o número total, o tempo de tensão ou a densidade o responsável pela diferença no estresse cardiovascular.</p> <p>- no entanto o protocolo de > densidade = > estresse cardiovascular</p>
-----------------------	--	---	---	---	---

* O calculo do peso levantado foi realizado de maneira proporcional aos outros protocolos do estudo ** con = tempo de ação concêntrica / exc = tempo de ação excêntrica

A análise detalhada dos protocolos de TF nos estudos apresentados na TABELA 2, demonstra que a densidade se altera quando se manipula apenas uma variável de carga de treinamento e isso impossibilita estabelecer com precisão qual foi a variável responsável pelo estresse cardiovascular. *“Infelizmente, devido às diferenças de delineamento experimental, tais como séries realizadas até a fadiga, velocidade de movimento, duração das séries... poucas conclusões podem ser alcançadas em relação às possíveis distinções entre os tipos de exercícios”* (KOMI, 2006, p. 410). O cálculo da densidade pode ser uma forma de converter toda essa variação entre os protocolos de TF em um único número.

3.3 A densidade no treinamento de força: possíveis aplicações para o controle da pressão arterial

Internacionalmente a densidade é denominada de *work:rest ratio* (PRICE e HALABI, 2005; PRICE e MOSS, 2007; PAULO et al., 2012). Os efeitos agudos e crônicos da densidade sobre diferentes variáveis dependentes como concentração de lactato, consumo de oxigênio, FC, quociente respiratório, alterações moleculares e PSE são comumente estudados em exercícios intermitentes de alta intensidade (PRICE e HALABI, 2005; PRICE e MOSS, 2007; GIBALA, 2009; BUCHHEIT, ABBISS, PEIFFER e LAURSEN, 2012) que envolvem corridas (ORENDURFF, WALKER, JOVANOVIĆ, TULCHIN, LEVY e HOFFMANN, 2010), ciclismo (LAURSEN, SHING, PEAKE, COOMBES e JENKINS, 2005; ZUNIGA, BERG, NOBLE, HARDER, CHAFFIN e HANUMANTHU, 2011) e natação (TOUBEKIS, ADAM, DOUDA, ANTONIOU, DOUROUNDOS e TOKMAKIDIS, 2011). Porém, existe ainda pouco conhecimento sobre os efeitos agudos e crônicos da densidade em protocolos de TF (DENTON e CRONIN, 2006; LAWTON et al., 2006; PAULO et al., 2012).

É importante destacar que delineamentos experimentais com uma única série não permitem o cálculo da densidade, porque não existem pausas. Por outro lado esses estudos indicam que quanto maior o esforço, representado pelo número de repetições, tempo de tensão muscular ou quantidade total de peso levantado, maior tende a ser o estresse cardiovascular independente do tipo de exercício ou intensidade (MACDOUGALL et al., 1985; FLECK e DEAN, 1987; SALE, MOROZ,

MCKELVIE, MACDOUGALL e MCCARTNEY, 1994; KLEINER DM, 1999). Por exemplo, Kleiner et al. (1996) compararam o efeito de uma única série, até a exaustão, do exercício extensão unilateral de joelho executado em um dinamômetro isocinético ou em uma cadeira extensora no comportamento da PA. Os resultados apontaram que o exercício realizado no dinamômetro apresentou maior pico de PA. Entretanto, o tempo de tensão muscular até a exaustão foi de 48s na cadeira extensora enquanto que no dinamômetro isocinético a duração foi de 67s. Como o esforço não foi equalizado em tempo de tensão muscular e em número de repetições não é possível concluir se foi o tipo de exercício, o tempo de tensão ou o número de repetições o responsável pelo pico de PA. Da mesma forma, Fleck e Dean (1987) demonstraram que picos de PA e FC foram maiores após a realização de repetições máximas com intensidade de 50%1RM (várias repetições) quando comparados a intensidade de 100%1RM (uma única repetição). A exceção da intensidade, o tempo de tensão e a quantidade total de peso levantado foram maiores na condição 50%1RM.

Interessante observar que o efeito do número de repetições, do tempo de tensão muscular e da quantidade total de peso levantado sobre o estresse cardiovascular parece permanecer quando da execução de séries múltiplas (CASTINHEIRAS-NETO et al., 2010; NERY et al., 2010). O estudo de Castinheiras-Neto et al. (2010) já foi analisado na introdução deste trabalho. Já Nery et al. (2010) submeteram hipertensos e normotensos a realizarem três séries de extensão bilateral dos joelhos até a exaustão nas intensidades de 40%1RM e 80%1RM, com pausas de 45s para o protocolo de menor intensidade e pausas de 90s para o protocolo de 80%1RM. Os resultados revelaram que o protocolo de 40%1RM apresentou maior pico de PA. Entretanto, houve uma média de 43 repetições por série à 40%1RM e uma média de 23 repetições por série à 80%1RM. A pausa total durou 90s no protocolo de 40%1RM e 180s no protocolo de 80%1RM. Portanto, não é possível concluir se o maior pico da PA no protocolo de 40%1RM ocorreu por causa da intensidade, do maior número de repetição realizado, do tempo de tensão muscular, da menor duração pausa oferecida, ou ainda por causa da maior densidade. Assim diferente dos estudos que analisaram uma única série (FLECK e DEAN, 1987; KLEINER DM, BLESSING DL, MITCHELL JW e WR, 1999) mais duas

variáveis independentes precisam ser controladas em séries múltiplas, a duração total das pausas e a densidade.

Outro ponto a ser discutido nesta revisão é que os protocolos de TF apresentados nos estudos anteriores (FLECK e DEAN, 1987; KLEINER DM et al., 1999; CASTINHEIRAS-NETO et al., 2010; NERY et al., 2010) realizaram repetições até a exaustão e é nesta forma de execução que se encontram os maiores picos de PA no TF, o que não seria interessante para aplicar os protocolos produzidos no treinamento dos hipertensos (MACDOUGALL et al., 1985; KLEINER DM et al., 1999; VOLAKLIS e TOKMAKIDIS, 2005; NERY et al., 2010; SBC, 2010). Por outro lado, existem diversos outros estudos que compararam protocolos de TF em séries de repetições submáximas (MEYER et al., 1999; KING et al., 2000; BAUM et al., 2003; WERBER-ZION et al., 2004; LAMOTTE et al., 2005; POLITO et al., 2008b; LAMOTTE et al., 2010; SOUSA et al., 2010; ZANETTI et al., 2013) e também apontaram importantes informações, pois parece que as repetições submáximas representariam num menor estresse cardiovascular e assim reduziriam os riscos de eventos cardiovasculares indesejados (SBC, 2010). Os estudos de Lamotte et al. (2010) e de Baum et al. (2003) já foram detalhados anteriormente na introdução deste trabalho para explicar o não controle da densidade nestes casos também.

Até o momento, somente um estudo (PAULO et al., 2012a) procurou investigar o efeito de diferentes protocolos de TF equalizados em densidade sobre o comportamento da PA. Os autores submeteram 20 voluntários normotensos à quatro protocolos de TF, num ritmo execução de quatro segundos por repetição, organizados em: 1- alta densidade com séries e pausas longas (3x15:44s), 2- baixa densidade com séries e pausas longas (3x15:88s), 3- baixa densidade com séries e pausas intermediárias (9x5:22s) e 4- baixa densidade com séries e pausas curtas (45x1:4s). A partir disso, as seguintes comparações foram feitas: (a) 3x15:44s vs 3x15:88s = mesma organização das repetições nas séries com diferente duração das pausas entre séries e diferentes densidades; (b) 3x15:44s vs 9x5:22s ou 45x1:4s = diferentes organizações das repetições nas séries e diferente duração das pausas entre séries e densidades diferentes e c) 3x15:88s vs 9x5:22s vs 45x1:4s = diferentes organizações das repetições nas séries e diferente duração de pausa entre séries e mesma densidade entre os protocolos. Estas comparações mostraram que o protocolo 3x15:44s, que possuía a maior densidade produziu o

maior pico de PA, maior [lactato] e maior PSE que os demais. Já entre os três protocolos equalizados (c) os picos de PA, [lactato] e PSE foram menores no protocolo 9x5:22s seguido do protocolo 45x1:4s. Estes resultados sugerem que em protocolos equalizados, séries e pausas intermediárias causam menores picos de PA, o que pode implicar em menor risco cardiovascular.

Neste mesmo estudo, também verificamos a área sob a curva da PA em função do tempo relativo durante a execução de cada protocolo de TF. Esta forma de análise permitiu avaliar o estresse cardiovascular médio durante todo o protocolo de TF. Novamente o protocolo de maior densidade (3x15:44s) apresentou uma maior área de PA que os outros protocolos. Entre os protocolos equalizados o protocolo 9x5:22s também gerou menor estresse cardiovascular. Estes resultados, no entanto, foram observados em normotensos e precisam ser verificados em hipertensos.

Portanto esses resultados reforçam a influência da densidade, pois as pausas mais longas, i.e. 3x15:88s (POLITO et al., 2004; LAMOTTE et al., 2010) ou as séries mais curtas, i.e. 45x1:4s (BAUM et al., 2003), não apresentaram o menor estresse cardiovascular quando a densidade está realmente equalizada.

3.4 Resumo da Revisão de Literatura

Como visto nessa revisão de literatura o aumento da PA durante a execução de protocolos de TF pode oferecer riscos a pacientes hipertensos. Diversas pesquisas compararam o efeito de diferentes protocolos de TF no comportamento da PA, chegando a conclusões sobre o possível efeito da manipulação da duração da pausa, da intensidade, do número de repetições e da duração das repetições. Porém, ao se modificar estas variáveis do protocolo de TF a densidade também muda, de modo que não é possível garantir que as diferenças observadas nas respostas da PA se devem à variável manipulada ou à modificação da densidade. Pelo nosso conhecimento, os estudos que compararam os efeitos de diferentes protocolos de TF na PA não controlaram a densidade. Parece evidente que os protocolos de TF que resultaram em maior aumento da PA também foram os protocolos de maior densidade.

Além disso, a revisão apresentou que os protocolos de TF recomendados para hipertensos envolvem de 1 a 3 séries longas (10 a 15 repetições) com intensidade ao redor de 50% de 1RM, sem mencionar a duração das pausas entre as séries. Neste sentido, o protocolo 3x15:88s se encaixa na recomendação para hipertensos, mas este protocolo foi o que gerou maiores picos de PA, lactato, PSE e uma maior área sob a curva de PA. Este resultado contesta os paradigmas de que pausas mais curta ou maior número de séries são incompatíveis com a amenização do estresse cardiovascular. Portanto é importante testar se em condições equalizadas os protocolos com séries e pausas intermediárias podem ser mais interessantes para promover menor risco durante a execução do protocolo de TF em indivíduos hipertensos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Casuística

A casuística deste estudo foi formada por voluntários com as seguintes características:

- Homens e mulheres com idade entre 30 e 60 anos
- Em uso de medicamentos anti-hipertensivos (exceto betabloqueador)
- Níveis de PA sistólica/diastólica em repouso inferiores a 160/105 mmHg
- Não diabéticos
- Com, no máximo, obesidade nível 1 ($IMC < 35\text{kg/m}^2$)
- Sem lesões de órgãos-alvo e/ou outras doenças associadas à hipertensão, como cardiopatias ou limitações morfofuncionais relevantes que atrapalhassem a execução dos protocolos de TF.
- Inativos ou com nível de atividade física semanal insuficiente (IPAQ $< 150\text{min}$ semanais).

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP) sob o número 110.544 (anexo 1). Todos os interessados em participar da pesquisa foram informados sobre os objetivos e os procedimentos, bem como sobre os possíveis riscos e benefícios da participação e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil.

4.2 Exames preliminares

4.2.1 Avaliações prévias à avaliação médica

No primeiro encontro com a equipe da pesquisa, os voluntários assinaram o TCLE e responderam uma anamnese para a obtenção de informações sobre uso de medicamentos, presença de outras doenças, lesões de órgãos-alvo e risco associados à hipertensão, histórico familiar de problemas cardiovasculares,

tabagismo e presença de problemas osteoarticulares e neuromusculares que limitassem a execução dos exercícios de força. Foram excluídos os indivíduos que nesta entrevista relataram problemas que feriram as características da amostra descritas anteriormente.

A seguir, os voluntários responderam o questionário internacional de atividade física (IPAQ) - versão curta (PARDINI, MATSUDO, ARAÚJO, MATSUDO, ANDRADE, BRAGGION, ANDRADE, OLIVEIRA, FIGUEIRA JR. e RASO, 2001) para avaliar o nível de atividade física. Foram excluídos aqueles que somaram mais de 150min de atividades físicas por semana e aqueles que relataram participar ou terem participado de treinamento físico regular nos últimos três meses.

O peso e a estatura dos voluntários foram medidos numa balança mecânica com estadiômetro (Welmy®, Santa Bárbara d'Oeste, SP). Com esses valores, foi calculado o índice de massa corporal (IMC) pelo quociente do peso corporal (kg) pelo quadrado da estatura (m^2) e foram excluídos os indivíduos com $IMC > 35kg/m^2$.

Os voluntários que atenderam aos critérios do estudo foram encaminhados para avaliação médica.

4.2.2 Avaliação médica

A avaliação médica dos voluntários foi realizada na Liga de Hipertensão do Hospital das Clínicas e Faculdade de Medicina da USP (HCFMUSP), cuja forma de atendimento segue as recomendações da Diretriz de Hipertensão das Sociedades Brasileiras de Cardiologia, Hipertensão e Nefrologia (SBC, 2010). Todos os voluntários realizaram consultas médicas e exames clínicos para confirmar a presença dos critérios da amostra e, posteriormente foram encaminhados para um teste ergométrico.

4.2.3 Teste Ergométrico

O teste ergométrico máximo foi realizado para avaliar o comportamento cardiovascular durante o esforço. Para isso, os voluntários foram orientados a comparecerem ao laboratório utilizando roupas apropriadas para atividade física, fazerem uma refeição leve duas horas antes, não ingerirem, nesse dia, café, chá, refrigerante, álcool ou qualquer outro estimulante da atividade nervosa central e não

realizarem exercícios físicos nas 48 horas que antecederam o teste. Os voluntários fizeram esta avaliação sob o uso de seus medicamentos regulares.

O teste ergométrico foi precedido pela execução de um eletrocardiograma de repouso (Cardioperfect, MD, Welch Allyn, Inc, Nova Iorque, EUA) com o registro simultâneo das 12 derivações padrão (D1, D2, D3, aVL, aVF, aVR, V1, V2, V3, V4, V5, V6). O teste foi realizado em esteira rolante (Inbrasport, modelo ATL, Porto Alegre, Brasil), aplicando-se um protocolo em rampa programado para que os indivíduos atingissem a exaustão em 10 ± 2 minutos. Durante o protocolo, a velocidade escolhida individualmente foi mantida e a inclinação foi elevada a cada minuto até a exaustão. A decisão da velocidade e critérios para interromper ou não o teste foi tomada por um médico com base nas recomendações da III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Teste Ergométrico (MENEGHELO, ARAÚJO, R., L.E., ALBUQUERQUE e SERRA, 2010). Durante o teste, a onda eletrocardiográfica foi continuamente monitorada pelo eletrocardiógrafo e a PA (método auscultatório) foi medida no repouso, ao final de cada 2 minutos de esforço e ao 1º, 2º, 4º e 6º minutos de recuperação.

A condição de saúde dos voluntários foi avaliada pelo médico com base nos exames clínicos e na análise dos ECG de repouso, de exercício e de recuperação.

4.2.4 Teste de força dinâmica máxima (1RM)

Todos os voluntários que atenderam os critérios do estudo foram submetidos ao teste de força dinâmica máxima (1RM). Inicialmente eles participaram de algumas sessões de familiarização aos exercícios extensão bilateral de joelhos (EBJ) na cadeira extensora (Physicus, modelo PHA-23, Auriflora, SP, Brasil) e flexão unilateral de cotovelo (FUC) no banco Scott (Pórtico, modelo FW3050, Itatiba, SP, Brasil). Este período de familiarização variou de 2 a 6 dias (até que a carga utilizada atingisse uma variação $\leq 5\%$). Os equipamentos foram ajustados ao tamanho dos segmentos corporais de cada voluntário e esses ajustes foram mantidos em todas as sessões (FIGURA 1).

Figura 1: Ilustração da posição dos voluntários na cadeira extensora, no banco Scott, e colocação do cuff do aparelho Finometer na mão não dominante.

Após o período de familiarização, o teste de 1RM foi realizado. Este teste se iniciou com um aquecimento composto por cinco repetições com 50% da carga estimada na familiarização, seguidas de três repetições com 70% dessa carga realizadas após três minutos de pausa. A seguir, após um novo período de três minutos de pausa, a carga máxima encontrada na familiarização foi colocada e o indivíduo foi instruído a realizar a repetição. Após três minutos novas tentativas foram realizadas com incremento de 5 kg para o EBJ e 1,1 kg para o FUC. Houve, no máximo cinco tentativas para identificar a carga de 1RM em um ciclo completo de movimento. Caso não fosse possível identificar essa carga, o teste era repetido em outro dia com intervalo mínimo de 48 horas.

4.3 Procedimentos Experimentais

Após a execução do teste de 1RM, os voluntários participaram de duas sessões experimentais (A e B), cuja ordem de realização foi estabelecida de forma aleatória e balanceada, havendo um intervalo mínimo de 48 horas entre elas. As sessões foram realizadas no período da manhã (entre 6 e 11h), procurando-se manter o horário fixo para cada voluntário. Para iniciar essas sessões, os voluntários deveriam ter tomado o medicamento anti-hipertensivo e a PA de repouso deveria estar abaixo de 160/105 mmHg, conforme sugere a diretriz brasileira para se iniciar o exercício (SBC, 2010). Além disso, os voluntários foram instruídos a manterem uma rotina de atividades diárias semelhantes durante todo o período da pesquisa.

Em cada uma destas sessões, os voluntários realizaram os protocolos de TF equalizados em densidade como mostrados na TABELA 3, sendo que a ordem dos

exercícios (EBJ e FUC) também foi estabelecida de forma aleatória e balanceada na primeira sessão e repetida na segunda. Entre os exercícios em cada sessão foi obedecido um intervalo de 30 minutos. Os exercícios foram realizados com intensidade de 50%1RM. O ritmo de execução das repetições nos exercícios foi padronizado numa cadência de dois segundos na fase concêntrica e dois segundos na fase excêntrica do movimento, o que foi estabelecido pelo sinal sonoro de um metrônomo.

Tabela 3: Sessões experimentais, exercícios, protocolos de TF e cálculo da densidade dos protocolos.

Sessão Experimental	Exercícios	Protocolo de TF	Densidade
			I- Total de repetições : total de pausa II- Tempo de tensão muscular : total das pausas III- total de peso levantado : total de pausas*
A	Extensão bilateral de joelho	3x15:88s(50% 1RM)	I- 45rep:176s = 0,256rep:s II- 180s:176s = 1,02 III- 45rep*0,5:176s = 0,129 peso:s
	Flexão unilateral de cotovelo	3x15:88s(50% 1RM)	I- 45rep:176s = 0,256rep:s II- 180s:176s = 1,02 III- 45rep*0,5:176s = 0,129 peso:s
B	Extensão bilateral de joelho	9x5:22s(50% 1RM)	I- 45rep:176s = 0,256rep:s II- 180s:176s = 1,02 III- 45rep*0,5:176s = 0,129 peso:s
	Flexão unilateral de cotovelo	9x5:22s(50% 1RM)	I- 45rep:176s = 0,256rep:s II- 180s:176s = 1,02 III- 45rep*0,5:176s = 0,129 peso:s

* O cálculo do peso levantado foi realizado de maneira proporcional aos outros protocolos do estudo., 3x15:88s(50% 1RM) = 3 séries de 15 repetições com 88s de pausas a 50%1RM. 9x5:22s(50% 1RM) = 9 séries de 5 repetições com 22s de pausas a 50%1RM.

4.3.1 Medidas

A PA, a FC, os movimentos respiratórios e a amplitude do braço da cadeira extensora, foram monitorados conforme descrições a seguir. Essas variáveis foram monitoradas continuamente e foram gravadas em microcomputador por um analisador de sinais biológicos (LabChart Pro versão 7.2.5, Califórnia, EUA) com uma frequência de amostragem de 500Hz por canal. Além dessas medidas, em momentos específicos de cada sessão, foram coletadas amostras de sangue para medir a concentração de lactato, e foram avaliadas a PSE e a PSR.

4.3.1.1 Pressão arterial

A PA foi medida pela técnica fotopletismográfica, utilizando o aparelho Finometer® (Finapres Medical Systems, Amsterdã, Holanda). Para tanto, um manguito de tamanho apropriado foi colocado no dedo médio da mão não dominante do voluntário. Para evitar possíveis interferências do movimento da mão, o voluntário foi instruído a não realizar nenhuma ação muscular e sua mão ficou apoiada numa plataforma posicionada ao lado do corpo e elevada na altura do coração (FIGURA 1). A onda de PA obtida batimento a batimento no dedo e a onda de PA aórtica reconstruída pelo equipamento foram gravadas continuamente. Para a aquisição dessas ondas, os canais foram calibrados conforme orientação do fabricante em 0 mmHg para 0 volts e 100 mmHg para 1 volt. Para a análise foi considerada a onda de pressão reconstruída na aorta. Nesta onda, o maior valor de PA atingido a cada batimento cardíaco foi marcado como a PAS e o menor valor do ciclo como a PAD.

4.3.1.2 Frequência cardíaca e cálculo do duplo produto

A FC foi medida por um eletrocardiógrafo (ADInstruments, Modelo MLA0115/S ECG 12, Nova Zelândia). O canal de análise desse sinal foi calibrado em 0 volts na linha de base, 1 volt no pico da onda R. A contagem dos intervalos das ondas R foi utilizada para se obter a FC.

A partir dos valores de FC e PAS, o duplo produto (DP) foi calculado pela multiplicação dessas variáveis.

4.3.1.3 Movimentos respiratórios

Os movimentos respiratórios foram monitorados por uma cinta respiratória piezoelétrica posicionada no tórax dos voluntários (Pneumotrace 2, Modelo UFI 1132, Morro Bay, Califórnia). O canal de análise desse sinal foi calibrado em 0 volts na expiração máxima e em 1 volt na inspiração máxima. Como os voluntários foram instruídos a não realizarem a manobra de valsava durante a execução do exercício, essa monitorização foi realizada para checar se esta recomendação estava sendo seguida.

4.3.1.4 Amplitude dos movimentos

O movimento do braço da cadeira extensora durante a realização do exercício EBJ foi monitorado por um eletrogoniômetro (EMG system, São José dos Campos Brasil) instalado nesta parte do equipamento. O canal de análise desse sinal foi calibrado como 0 volts na posição inicial (braço da cadeira parado a 90° em relação ao solo) e 1 volt na posição final (braço da cadeira parado a 180° em relação ao solo). Pela limitação do uso do eletrogoniômetro com o peso livre, não houve esse mesmo controle do movimento no exercício de FUC. Para garantir a amplitude de execução do movimento neste exercício, o voluntário teve que estender o cotovelo (~180°) até a mão encostar num anteparo que estava na altura apropriada para cada executante (FIGURA 1).

4.3.1.5 Concentração sanguínea de lactato

Para medir a concentração sanguínea de lactato, amostras de 25µl de sangue foram coletadas no lóbulo da orelha dos voluntários. O sangue foi armazenado em tubos eppendorf, diluído em 50µl de fluoreto de sódio e colocado em freezer para posterior análise. As análises das amostras de sangue foram realizadas no aparelho Yellow Springs Sport, modelo 1500 (Yellow Springs, Ohio, EUA), que foi calibrado conforme recomendação do fabricante.

4.3.1.6 Percepção subjetiva de esforço

Para a avaliação da PSE foi utilizada a escala de Omni (ROBERTSON, GOSS, RUTKOWSKI, LENZ, DIXON, TIMMER, FRAZEE, DUBE e ANDREACCI, 2003), que contém números de 0 a 10, sendo 0 “extremamente fácil” e 10 “extremamente difícil” (FIGURA 2). O voluntário respondeu essa escala ao final de cada 15 repetições.

Figura 2: Escala de percepção subjetiva de esforço (adaptada de ROBERTSON et al., 2003).

4.3.1.7 Percepção subjetiva de recuperação

A PSR foi medida por uma escala de recuperação (HOLLANDER, DURAND, TRYNICKI, LAROCK, CASTRACANE, HEBERT e KRAEMER, 2003), que contém números de 6 a 20, sendo 6 “em nada recuperado” e 20 “totalmente recuperado” (FIGURA 3).

Como você se sente em relação a sua recuperação?	
NÍVEL	RECUPERAÇÃO
6	Em nada recuperado
7	Extremamente mal recuperado
8	
9	Muito mal recuperado
10	
11	Mal recuperado
12	
13	Razoavelmente bem recuperado
14	
15	Bem recuperado
16	
17	Muito bem recuperado
18	
19	Extremamente bem recuperado
20	Totalmente recuperado

Figura 3: Escala de percepção subjetiva de recuperação (adaptada de HOLLANDER et al., 2003).

4.3.2 Sessões experimentais

A FIGURA 4 sumariza a sequência de procedimentos das sessões experimentais. Ao chegar ao laboratório, o voluntário foi posicionado na cadeira extensora ou no banco Scott e os manguitos do Finometer, a cinta respiratória e os elétrodos para o monitoramento cardíaco foram colocados. A seguir, foi realizada a calibração desses equipamentos e uma análise visual dos sinais biológicos para garantir que eles estavam estáveis. Então, o voluntário permaneceu em repouso por 10 minutos na posição do exercício, o que foi estabelecido como momento pré-exercício. Em seguida, foram coletados 25µl de sangue do lóbulo da orelha para medir a concentração de lactato de repouso.

Após um período mínimo de cinco minutos, garantindo-se o retorno da PA aos valores iniciais e foi iniciado o primeiro exercício com protocolo de TF. Durante cada protocolo de TF, os sinais de PA, ECG, respiração e amplitude de movimento foram gravados continuamente. Além disso, ao final de cada 15 repetições, o voluntário indicou sua PSE e antes de começar a 16ª e a 31ª repetição, ele respondeu a escala de PSR. Aos 3 e 5 minutos de recuperação após o término do primeiro exercício, foram coletados outros 25µl de sangue do lóbulo da orelha para a medida da concentração de lactato.

Após o término do protocolo de TF no primeiro exercício, o voluntário permaneceu em recuperação por 30 minutos. Faltando 10 minutos para a execução do segundo exercício, o voluntário foi novamente monitorado por 10 minutos na posição do segundo exercício (valor pré-exercício). A seguir, foram coletados 25µl de sangue do lóbulo da orelha para uma nova medida da concentração de lactato em repouso. Após um período mínimo de 5 minutos, garantindo o retorno da PA ao valor pré-exercício, foi iniciado o protocolo de TF para o segundo exercício. Novamente, as medidas foram repetidas conforme exposto para o primeiro exercício.

A FIGURA 5 retrata como foi a organização das 45 repetições dos exercícios, e as respectivas durações e números de pausas nos protocolos 3x15:88 e 9x5:22s.

Figura 4: Sequência dos procedimentos nas condições experimentais

Protocolo A 3x15(50%1RM):88s	1 → 5 → 6 → 10 → 11 → 15	88s	16 → 20 → 21 → 25 → 26 → 30	88s	31 → 35 → 36 → 40 → 41 → 45
Protocolo B 9x5(50%1RM):22s	1 → 5 → 22s → 6 → 10 → 22s → 11 → 15	22s	16 → 20 → 22s → 21 → 25 → 22s → 26 → 30	22s	31 → 35 → 22s → 36 → 40 → 22s → 41 → 45

Figura 5: Organização das repetições e das pausas nos protocolos 3x15:88s e 9x5:22s.

Organização das 45 repetições (números em branco) e dos 176s de pausas (números em cinza). Entre as repetições 15 – 16 e 30 – 31 existiu uma pausa comum nos dois protocolos de treinamento de força.

4.4 Análise dos dados

Os valores de PAS, PAD, FC e DP foram analisados da seguinte forma:

- I- Os valores pré-exercício foram considerados pela média dos 10 minutos de repouso.
- II- Os valores durante o protocolo de TF foram analisados:
 - A) Resposta Máxima - maior valor atingido a cada 15 repetições (rep1a15; rep16a30; rep31a45);
 - B) Resposta Mínima - menor valor atingido nas pausas comuns entre os dois protocolos (entre 15^a-16^a repetição e entre a 30^a-31^a repetição).
 - C) Resposta Integrada - área sob a curva dessas variáveis durante todo o protocolo em função do tempo.

A concentração de lactato foi analisada pelo valor medidos no pré-exercício TF e aos 3 e 5 minutos pós protocolo de TF.

A PSE foi analisada pelos valores obtidos a cada 15 repetições (rep1a15; rep16a30; rep31a45) e a PSR pelos valores obtidos nas pausas comuns (p15^a-16^a e 30^a-31^a).

4.5 Análise estatística

Inicialmente, foi realizada uma inspeção visual para identificar valores extremos (*outliers*) e aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk para atestar a normalidade dos dados.

Tendo garantido os pressupostos fundamentais para análise inferencial, a análise de variância de 2 fatores repetidos foi aplicada para avaliar o efeito da modificação da organização da densidade nos deltas da PAS, da PAD, da FC e do DP, além da concentração de lactato, PSE e PSR. Nestas análises, estabeleceu-se como fatores principais o protocolo de TF (3x15:88s vs 9x5:22) e os tempos de medida (que variaram de uma variável para outra).

Para comparar a área sob a curva da PAS, PAD, FC e DP entre os dois protocolos de TF (3x15:88s e 9x5:22) e duração dos protocolos utilizou-se o teste T pareado.

Quando necessário, utilizou-se o teste *post-hoc* de Newman-Keuls e o nível de significância aceito foi de $p < 0,05$. Todos os resultados estão apresentados como média $\pm$ desvio padrão.

5.RESULTADOS

5.1 Características da amostra

Trinta e duas pessoas foram contatadas para participar do estudo. Na entrevista inicial, 13 voluntários relataram aspectos que não obedeciam aos critérios de inclusão do estudo, de modo que 19 voluntários foram encaminhados para avaliação médica. Destes, sete apresentaram alterações nos exames realizados que não permitiam a continuação no estudo. Portanto, 12 voluntários iniciaram as sessões experimentais e todos completaram o estudo. Entretanto três voluntários homens não realizaram a consulta médica final (FIGURA 6). As características destes 12 voluntários estão apresentadas na TABELA 4.

Figura 6: Fluxograma dos participantes do estudo

Tabela 4: Características dos doze voluntários do estudo

Variáveis	N= 12
Idade (anos)	48,4 ± 7,8
Massa (kg)	77,8 ± 15,3
Estatura (cm)	161,8 ± 9
IMC (kg.m ²)	29,5 ± 3,7
Relação cintura / quadril	0,92 ± 0,08
Glicose (MG/dL)	88,9 ± 7,6
Duração da doença (anos)	11 ± 10
PAS na seleção (mmHg)	132 ± 13
PAD na seleção (mmHg)	84 ± 8
1RM Extensão de joelhos (kg)	40,8 ± 17
1RM flexão de cotovelo (kg)	11,1 ± 4
HOMENS (%)	4 (33,3%)
RAÇA (n (%))	
Branca	6 (50)
Negra	5 (42)
Amarelo	1 (8)
MEDICAMENTOS (n (%))	
Bloqueadores de AT1	6 (50)
Bloqueadores dos canais de cálcio	1 (8,3)
Inibidores da ECA	2 (16,7)
Inibidores da ECA+ diurético	2 (16,7)
Bloqueadores dos canais de cálcio + inibidor da ECA	1 (8,3)

Dados em média ± desvio padrão ou número de voluntários (% da amostra); ECA = Enzima conversora da angiotensina; AT1 = receptor da angiotensina 1

Observa-se que os voluntários eram em sua maioria mulheres (66,7%), de meia idade (entre 31 e 59 anos de idade), com IMC de sobrepeso (41,7%) e obesidade I (41,7%). Todos estavam sob terapêutica anti-hipertensiva, sendo que nove (75%) tomavam apenas uma classe de medicamento de anti-hipertensivo e três tomavam duas classes. Considerando-se o controle da PA, nove (75%) dos voluntários estavam com os valores de PA em repouso abaixo de 140/90 mmHg no exame clínico.

5.2 Execução dos protocolos de treinamento de força

A partir do processo de aleatorização e balanceamento seis (50%) voluntários iniciaram o protocolo experimental com a sessão A e seis (50%) com a B (TABELA 3). Da mesma forma seis (50%) voluntários iniciaram a sessão experimental com o exercício EBJ e seis (50%) com o FUC.

A carga máxima atingida no teste de 1RM foi de 40,8±16,8kg no EBJ e 11,1±3,8kg no FUC. A partir desse resultado utilizou-se 50%1RM para as duas

sessões experimentais, o que resultou numa carga de $19,8 \pm 8,7\text{kg}$ no EBJ e $5,5 \pm 1,9\text{kg}$ no FUB e, portanto, devido ao arredondamento do peso obteve-se $48,5\%1\text{RM}$ no EBJ e $49,5\%1\text{RM}$ no FUB em relação a média do 1RM .

Não houve diferença estatística entre a expectativa de duração do protocolo de TF e a duração real entre os protocolos de TF no mesmo exercício (TABELA 5). Como se observa, no exercício EBJ, a duração real do esforço foi, em termos absolutos, menor que a esperada, mas não diferiu entre os protocolos. No exercício FUC, a duração real foi mais próxima da esperada e também não diferiu entre os protocolos.

Tabela 5: Duração esperada e real dos protocolos de treinamento de força equalizados em densidade.

	Extensão Bilateral de joelhos		Flexão unilateral de cotovelo	
	3x15:88s	9x5:22s	3x15:88s	9x5:22s
Expectativa de duração (s)	356	356	356	356
Duração real (s)	345 ± 24	338 ± 21	350 ± 16	354 ± 13

5.3 Comparação dos protocolos 3x15:88s vs 9x5:22s no exercício EBJ

A figura 7 demonstra de maneira ilustrativa os sinais da respiração, eletrocardiograma, PA e amplitude de movimento (goniômetro) obtidos em um voluntário durante a execução dos protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício EBJ.

Figura 7: Exemplo dos sinais de respiração (linha vermelha), eletrocardiograma (linha azul clara), pressão arterial (linha azul escuro) e amplitude de movimento (linha marrom) coletados durante a execução dos protocolos 3x15:88s (superior) e 9x5:22s (inferior) no exercício de extensão bilateral de joelho.

5.3.1 Respostas de PAS, PAD, FC e DP no exercício EBJ

A FIGURA 8 resume os deltas máximos de PAS, PAD, FC e DP atingidos por cada voluntário nos protocolos 9x5:22s e 3x15:88s no EBJ.

Figura 8: Deltas máximos de PAS, PAD, FC e DP atingidos por cada voluntário nos protocolos de treinamento 3x15:88s e 9x5:22s do exercício EBJ.

Os valores máximos absolutos de PAS, PAD, FC e DP atingidos no protocolo 3x15:88s foram 219 ± 30 mmHg, 141 ± 33 mmHg, 120 ± 19 bpm e 25618 ± 5236 mmHg.bpm, respectivamente. No protocolo 9x5:22s, estes valores foram 204 ± 21 mmHg, 123 ± 12 mmHg, 107 ± 14 bpm e 21032 ± 3164 mmHg.bpm, respectivamente.

Considerando-se o delta da PAS em cada protocolo, houve interação significativa entre os fatores protocolo e tempo ($F=8,60$; $p=0,00$). Assim, durante a execução do exercício, o protocolo 3x15:88s apresentou maiores deltas que o

protocolo 9x5:22s. Além disso, nos dois protocolos, o delta máximo da PAS foi maior no segundo (rep16a30) e no terceiro (rep31a45) blocos de repetições analisados do que no primeiro (rep1a15) (FIGURA 9). Por outro lado, não houve diferença entre os protocolos e no próprio exercício entre os deltas de PA nas pausas comuns (p15-16 = p30-31).

Figura 9: Comparação do comportamento da PAS entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício extensão bilateral de joelhos.

* Diferente do protocolo 9x5 no mesmo tempo; # - Diferente do bloco rep1a15 no mesmo protocolo ($P < 0,05$).

Comportamento semelhante foi observado para resposta da PAD. Houve interação significativa entre os fatores protocolo e tempo ($F=4,18$; $p=0,01$). Assim, o protocolo 3x15:88s também apresentou maiores deltas máximos de PAD que o protocolo 9x5:22s em dois blocos. Além disso, nos dois protocolos, o delta máximo da PAD foi maior no segundo (rep16a30) e terceiro (rep31a45) blocos do que no primeiro (rep1a15) (FIGURA 10). Também não houve diferença entre os protocolos e os blocos entre os deltas da PAD nas pausas comuns (p15-16 = p30-31).

Figura 10: Comparação do comportamento da PAD entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício de extensão bilateral de joelhos.

* Diferente do protocolo 9x5 no mesmo tempo; # - Diferente do bloco rep1a15 no mesmo protocolo ($P < 0,05$)

Considerando as respostas da FC, também houve interação entre os fatores protocolo e tempo ($F=16,28$; $p=0,00$). Assim, o protocolo 3x15:88s apresentou maiores deltas máximos de FC que o protocolo 9x5:22s. Por outro lado, este protocolo apresentou menor valor mínimo que o protocolo 9x5:22s na primeira pausa comum (p15-16). Em ambos os protocolos, o delta máximo da FC foi maior no segundo (rep16a30) e terceiro (rep31a45) blocos do que no primeiro (rep1a15), mas no protocolo 3x15:88s, o delta máximo da FC no 3º bloco (rep31a45) foi maior que no segundo bloco (rep16 a 30), o que não ocorreu no protocolo 9x5:22s (FIGURA 11).

Figura 11: Comparação do comportamento da FC entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício extensão bilateral de joelhos.

* Diferente do protocolo 9x5 no mesmo tempo; # - Diferente do bloco rep1a15 no mesmo protocolo π Diferente do bloco rep16a30 no mesmo protocolo (P<0,05).

Também houve interação significativa entre os fatores protocolo e tempo para o DP ($F=12,10$; $p=0,00$). Assim, os deltas máximos do DP no protocolo 3x15:88s foram maiores que no protocolo 9x5:22s. Além disso, em ambos os protocolos, o delta máximo do DP foi maior no segundo (rep16a30) e terceiro (rep31a45) blocos do que no primeiro (rep1a15), mas, no protocolo 3x15:88s, o delta máximo do DP no 3º bloco (rep31a45) foi maior que no segundo bloco (rep16 a 30), o que não ocorreu no protocolo 9x5:22s (FIGURA 12).

Figura 12: Comparação do comportamento do DP entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício extensão bilateral de joelhos.

* Diferente do protocolo 9x5 no mesmo tempo; # - Diferente do bloco rep1a15 no mesmo protocolo; π Diferente do bloco rep16a30 no mesmo protocolo (P<0,05)

5.3.2 Respostas integrada de PAS, PAD, FC e DP no exercício EBJ

As áreas sob a curva das variáveis PAS, PAD, FC e DP em cada protocolo de TF no EBJ estão apresentadas na TABELA 6. Observa-se que não houve diferença significativa na área sob a curva dessas variáveis. A FIGURA 13 mostra um exemplo da área sob a curva da PAS medida durante os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no EBJ de um voluntário.

Tabela 6: Área sob a curva em função do tempo nas variáveis cardiovasculares nos protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no EBJ.

	3x15:88s	9x5:22s
PAS (mmHg.s)	56396 ± 7981	55359 ± 6731
PAD (mmHg.s)	32830 ± 3386	31146 ± 2772
FC (bpm.s)	31845 ± 4920	31023 ± 3690
DP (mmHg.bpm.s.10 ³)	5260± 937	5082± 683

Figura 13: Área sob a curva em função do tempo da PAS de um dos voluntários do estudo realizando os protocolos 3x15:88s (esquerda) e 9x5:22s (direita) no exercício extensão bilateral de joelhos

5.3.3 Respostas de lactato, PSE e PSR no exercício EBJ

Na análise da concentração de lactato, foi encontrado efeito significativo no fator principal tempo, sem interação entre os fatores ($F=8,49$; $p=0,00$). Assim, independentemente do protocolo, a concentração de lactato aumentou nos dois momentos pós-protocolo em comparação com o valor pré-protocolo ($0\text{min}<3\text{min}=5\text{min}$) (FIGURA 14), sendo este aumento semelhante nos dois protocolos.

Figura 14: Comparação da concentração de lactato entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício extensão bilateral de joelhos.

& Diferente de 0min no mesmo protocolo ($P<0,05$).

Na resposta da PSE, houve efeito significativo nos fatores principais protocolo ($F=5,96$; $p=0,03$) e tempo ($F=13,18$; $p=0,00$) sem interação significativa entre eles. Assim, o protocolo 3x15:88s apresentou maiores valores de PSE que o protocolo 9x5:22s independentemente do tempo. Além disso, a PSE foi significativamente maior nos dois últimos blocos de repetições que no primeiro nos dois protocolos ($\text{rep15} < \text{rep30} = \text{rep45}$) (FIGURA 15).

Figura 15: Comparação da percepção subjetiva de esforço (PSE) entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício extensão bilateral de joelhos.

* Diferente do protocolo 9x5 no mesmo tempo; # - Diferente do bloco rep1a15 no mesmo protocolo ($P < 0,05$)

Quanto a PSR, houve efeito significativo apenas no fator principal tempo ($F=9,51$; $p=0,01$). Assim, a PSR na pausa comum entre as repetições 30 e 31 foi menor que na pausa comum entre as repetições 15 e 16 (FIGURA 16), não havendo diferença entre os protocolos.

Figura 16: Comparação da percepção subjetiva de recuperação (PSR) entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício extensão de joelhos.
 @ diferente da pausa p15-16 no mesmo protocolo ($P < 0,05$).

5.4 Comparação dos protocolos 3x15:88s vs 9x5:22s no exercício FUC

A figura 17 demonstra de maneira ilustrativa os sinais da respiração, eletrocardiograma e PA obtidos em um voluntário durante a execução dos protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício FUC.

Figura 17: Exemplo dos sinais de respiração (linha vermelha), eletrocardiograma (linha azul claro) e pressão arterial (linha azul escuro) coletado em um voluntário nos protocolos 3x15:88s (superior) e 9x5:22s (inferior) no exercício flexão unilateral de cotovelo.

5.4.1 Respostas de picos e vales de PAS, PAD, FC e DP no exercício FUC

A FIGURA 18 sumariza os deltas máximos de PAS, PAD, FC e DP atingidos por cada voluntário nos protocolos 9x5:22s e 3x15:88s no FUC.

Figura 18: Deltas máximos de PAS, PAD, FC, DP atingidos por voluntário nos protocolos de treinamento 3x15:88s e 9x5:22s do exercício flexão unilateral de cotovelo.

Os valores máximos absolutos de PAS, PAD, FC e DP no protocolo 3x15:88s no exercício FUC foram 187 ± 18 mmHg, 115 ± 9 mmHg, 101 ± 10 bpm e 17416 ± 2309 mmHg.bpm, respectivamente. No protocolo 9x5:22s, estes valores foram 178 ± 26 mmHg, 110 ± 15 mmHg, 98 ± 14 bpm e 16543 ± 2610 mmHg.bpm, respectivamente.

Considerando o delta da PAS em cada protocolo houve interação significativa entre os fatores protocolo e tempo ($F=3,82$; $p=0,00$). Assim, durante a execução do exercício o protocolo 3x15:88s apresentou maiores deltas que o protocolo 9x5:22s no último bloco de repetições (rep31a45) (FIGURA 19).

Figura 19: Comparação do comportamento da PAS entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício flexão unilateral de cotovelo.

* Diferente do protocolo 9x5 no mesmo tempo ($P < 0,05$).

A análise dos deltas da PAD não revelou nenhuma diferença significativa entre os protocolos ou os tempos analisados, de modo que a resposta da PAD foi semelhante nos dois protocolos (FIGURA 20).

Figura 20: Comparação do comportamento da PAD entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício flexão unilateral de cotovelo.

rep1a15 = Maior delta entre as repetições 1 a 15 com o valor de repouso. p15-16 = Menor delta entre as repetições 15 e 16 com o valor de repouso. rep16a30 = Maior delta entre as repetições 16 a 30 com valor de repouso. p30-31 = Menor delta entre as repetições 30 e 31 com o valor de repouso. rep45 = Maior delta entre as repetições 31 a 45 com o valor de repouso.

Houve interação significativa entre os fatores protocolo e tempo para os deltas da FC ($F=3,98$; $p=0,00$). Assim, no protocolo 9x5:22s, o delta mínimo da FC

na primeira pausa comum (p15-16) foi menor que no protocolo 3x15:88s (FIGURA 21).

Figura 21: Comparação do comportamento da FC entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício flexão unilateral de cotovelo.

* Diferente do protocolo 9x5 no mesmo tempo ($P < 0,05$)

Também houve interação significativa entre os fatores protocolo e tempo para os deltas DP ($F=6,08$; $p=0,00$). Assim, os deltas mínimos do DP nas pausas comuns dos dois protocolos foram menores no protocolo 9x5:22s que no protocolo 3x15:88s (FIGURA 22). Além disso, no protocolo 3x15:88s, o delta do DP foi maior no terceiro bloco de repetições que no primeiro, o que não ocorreu no protocolo 9x5:22s.

Figura 22: Comparação do comportamento da DP entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício flexão unilateral de cotovelo.

* Diferente do protocolo 9x5 no mesmo tempo; # Diferente do bloco rep1a15 no mesmo protocolo.

5.4.2 Respostas integrada de PAS, PAD, FC e DP no exercício FUC

As áreas sob a curva das variáveis PAS, PAD, FC e DP em cada protocolo de TF no FUC estão apresentadas na TABELA 7. Observa-se que não houve diferença significativa entre os protocolos. A FIGURA 23 mostra um exemplo da área sob a curva da PAS de um voluntário medida durante os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício FUC.

Tabela 7: Comparação da área sob a curva em função do tempo nas variáveis cardiovasculares nos protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício flexão unilateral de cotovelo.

	3x15:88s	9x5:22s
PAS (mmHg.s)	51539 ± 6411	51552 ± 8180
PAD (mmHg.s)	31317 ± 2992	30861 ± 4141
FC (bpm.s)	29605 ± 3842	30233 ± 3698
DP (mmHg .bpm .s.10 ³)	4338± 358	4377± 586

Figura 23: Área sob a curva em função do tempo da PAS de um dos voluntários nos protocolos 3x15:88s (A) e 9x5:22s (B) no exercício flexão unilateral de cotovelo.

5.4.3 Respostas de lactato, PSE e PSR no exercício FUC

Considerando a concentração de lactato, houve interação significativa entre os fatores protocolo e tempo ($F=5,70$; $p=0,01$). Assim, apenas no protocolo 3x15:88s, a concentração de lactato aumentou nos cinco minutos pós-exercício quando comparado ao valor pré-exercício e ao protocolo 9x5:22s. (FIGURA 24).

Figura 24: Comparação da concentração de lactato entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício flexão unilateral de cotovelo.

* - Diferente do protocolo 9x5 no mesmo tempo; & - Diferente do tempo 0min no mesmo protocolo ($P<0,05$).

Na PSE, houve efeito significativo do fator principal tempo ($F=21,0$; $p=0,00$), sem interação entre os fatores (FIGURA 25). Assim, independente do protocolo, a PSE aumentou progressivamente ao longo dos blocos de repetições ($\text{rep1a15} < \text{rep16a30} < \text{rep31a45}$).

Figura 25: Comparação da percepção subjetiva de esforço (PSE) entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s no exercício flexão unilateral de cotovelo.

rep15 = PSE do voluntário logo após a execução da 15ª repetição; rep30 = PSE do voluntário logo após a execução da 30ª repetição; rep45 = PSE do voluntário logo após a execução da 45ª repetição. # - Diferente do bloco rep1a15 no mesmo protocolo; π Diferente do bloco rep16a30 no mesmo protocolo ($P<0,05$).

Considerando a PSR, não houve diferenças significantes, demonstrando que a PSR não se alterou em nenhum dos protocolos (FIGURA 26).

Figura 26: Comparação da percepção subjetiva de recuperação (PSR) entre os protocolos 3x15:88s e 9x5:22s exercício flexão unilateral de cotovelo.

P15-16 = PSR do voluntário logo antes dele iniciar a 16ª repetição; P30-31 = PSR do voluntário logo antes dele iniciar a 31ª repetição.

6 DISCUSSÃO

6.1 Principais achados

O objetivo desse estudo foi comparar o efeito agudo da execução de dois protocolos de TF equalizados em densidade sobre as respostas cardiovasculares em voluntários hipertensos medicados. Para comparar esse efeito criou-se dois protocolos de TF, sendo um compatível com as características recomendadas pelas diretrizes de tratamento não medicamentoso da hipertensão arterial (3x15:88s) e o outro com maior número de séries e pausas de menor duração (9x5:22s), mantendo-se a mesma densidade. Os protocolos de TF foram executados pelos voluntários em dois exercícios um para membros inferiores (EBJ) e outro para membros superiores (FUC).

Os principais achados no exercício EBJ, foram que o protocolo 3x15:88s resultou em maiores valores de PAS, PAD, FC, DP e PSE. Não houve diferença entre os protocolos na concentração de lactato, na PSR e na área sob a curva das variáveis PAS, PAD, FC e DP.

Em relação ao exercício FUC os principais achados foram que o protocolo 3x15:88s resultou em maiores valores de PAS e de concentração de lactato, não havendo diferenças entre os protocolos nos picos de PAD, FC, DP, PSE, PSR e na área sob curva das variáveis PAS, PAD, FC e DP.

6.2 Características dos voluntários hipertensos

Foi possível observar através da consulta médica, dos exames clínicos e do teste ergométrico que os doze voluntários eram hipertensos essenciais e atendiam os critérios de inclusão do estudo. A amostra do estudo constou, principalmente, de mulheres de meia idade, com sobrepeso ou obesidade grau I. Sabe-se que a hipertensão essencial representa 90% dos casos de hipertensão, e a prevalência de hipertensão aumenta a partir da meia idade (SBC, 2010). Além disso, pesquisas demonstram que a maioria das pessoas que buscam os serviços públicos de saúde são as mulheres (PINHEIRO, VIACAVA, TRAVASSOS e BRITO, 2002). De fato, dos quatro homens que participaram do estudo apenas um realizou a consulta médica

final, os outros três voluntários alegaram falta de tempo para comparecer novamente ao hospital. Além disso, existe uma forte associação entre a hipertensão com o sobrepeso e a obesidade (COLBERG et al., 2010). Diante desses fatos, a amostra selecionada apresenta características esperadas em indivíduos hipertensos, representando, portanto, esta população em termos das características da doença.

Todos os voluntários tomavam medicamentos anti-hipertensivos de forma regular, e 75% deles estavam em monoterapia. As classes de anti-hipertensivos utilizados variaram bastante, os voluntários tomavam bloqueadores de AT₁, inibidores de ECA, bloqueadores de canais de CA⁺² e diurético. Portanto não houve voluntários que tomassem vasodilatadores diretos, inibidores adrenérgicos ou inibidor direto da renina. Desta forma, os resultados deste estudo não podem ser extrapolados para hipertensos em uso destas medicações.

Em meados da década de 90, 141 pacientes hipertensos foram entrevistados no Hospital das Clínicas da FMUSP e desses 60,7% tinham um tratamento com monoterapia. Os diuréticos (33%), inibidores adrenérgicos (15%) e inibidores de ECA (9,2%) foram os mais consumidos (AKASHI et al., 1998). Em 2001, os medicamentos mais prescritos para hipertensos leves e moderados foram diuréticos (53%) e inibidores de ECA (24%), seguido de 9% de inibidores adrenérgicos (MION JR et al., 2001). Já em 2003, também na cidade de São Paulo, um estudo transversal de base populacional com 1668 pessoas mostrou que em regime de monoterapia as classes mais utilizadas eram de inibidores de ECA (41,9%), de diuréticos (24,6%) e, nas associações de medicamentos 36% usava inibidores de ECA combinados com diurético e 22,3% de inibidores adrenérgicos também combinados com diuréticos (SOUZA, 2006). Recentemente, um estudo revelou que os inibidores da ECA são utilizados por 23% dos hipertensos no Brasil (NOBRE, RIBEIRO e MION JR, 2010). Já em um estudo publicado em 2011 foram analisados 103 prontuários de pacientes hipertensos na cidade de Goiânia e a terapia anti-hipertensiva foi de inibidores de ECA (29%), diuréticos (26%), inibidores adrenérgicos (22%), antagonistas de cálcio (7%), bloqueador dos receptores AT₁ (5%) e inibidor direto da renina (2%) (TACON, OLIVEIRA SANTOS, CUNHA e CASTRO, 2011). Portanto percebe-se que desde 1995 os diuréticos e inibidores de ECA são medicamentos bastante consumidos por hipertensos no Brasil (AKASHI et al., 1998; MION JR et al., 2001; SOUZA, 2006; NOBRE et al., 2010; TACON et al.,

2011). Como uma boa porcentagem dos voluntários deste estudo tomavam essas duas classes de medicamento, os resultados provavelmente se aplicam a grande parte dos hipertensos essenciais medicados no Brasil.

Cada classe de medicamento apresenta efeitos anti-hipertensivos por ação em diferentes mecanismos fisiopatológicos (SBC, 2010) podendo interferir de maneira distinta na resposta cardiovascular durante os esforços e pausas de um protocolo de TF. Apesar de alguns estudos reconhecerem essa limitação (MEYER et al., 1999; WERBER-ZION et al., 2004; LAMOTTE et al., 2005; LAMOTTE et al., 2010), a interação entre medicamentos anti-hipertensivos e a execução de protocolos de TF com exercícios dinâmicos é recente e pouco conhecido (GOMIDES et al., 2010a; SOUZA, 2012). Assim é possível que os diferentes medicamentos utilizados pelos pacientes deste estudo tenham efeitos distintos na resposta da PA ao protocolo de TF e na comparação dos efeitos dos dois protocolos. Por exemplo, os deltas de PAS e PAD do último bloco de 15 repetições (31a45rep) no EBJ não se diferenciaram do bloco das 15 repetições anteriores (16a30rep) como aconteceu com no estudo anterior com normotensos (PAULO et al., 2012a). Isso poderia ser explicado pela presença dos medicamentos anti-hipertensivos. Entretanto, como o número de voluntários tomando cada classe de medicamento foi pequeno neste estudo, isso não permite uma análise separada das diferentes classes de medicamento, o que representa uma limitação de validade interna. Por outro lado, na prática clínica, os hipertensos estão em uso de diferentes medicações como demonstrado neste estudo o que aumenta a validade externa e ecológica do estudo. Estudos futuros devem incluir a análise de classes específicas de medicamentos.

6.3 Execução dos protocolos de TF equalizados em densidade

Para equalizar a densidade nos dois protocolos de TF utilizados nesta tese (3x15:88s ou 9x5:22s) estabeleceu-se o mesmo número de repetições (45 repetições), o mesmo tempo de tensão muscular (4s por repetição), a mesma intensidade (50%1RM), a mesma quantidade de peso levantado (45rep*50%1RM), e a mesma quantidade total de descanso (176s) para finalizar o mesmo trabalho. Assim, a densidade ficou equalizada nos três âmbitos possíveis: I-

repetições:segundo de pausa (0,256rep:s); II- tempo de tensão : segundo de pausa (1,02) e III- peso levantado:segundo de pausa (0,129 peso.s).

Na literatura atual encontra-se pouca informação sobre a manipulação da densidade do TF para uma população de risco cardiovascular (VOLAKLIS e TOKMAKIDIS, 2005). Pelo nosso conhecimento a revisão de Volaklis e Tokmakidis (2005) é a única revisão de literatura que sugere uma densidade na proporção de tempo de tensão por tempo de pausa de 1:2 (0,5) em relação dos esforços e das pausa durante o TF para pacientes com insuficiência cardíaca. Numa comparação direta, a densidade dos protocolos de TF desta tese foi maior que a sugerida na revisão de Volaklis e Tokmakidis (2005).

Nossos voluntários executaram dois exercícios comumente prescritos para iniciantes no TF (ACSM, 2010). Para evitar qualquer efeito de aprendizagem que pudesse influenciar na alteração do ritmo e afetar a resposta do estresse cardiovascular, os voluntários foram familiarizados a execução dos protocolos de TF nos dois exercícios e executaram as condições experimentais num modelo crossover e balanceado. O controle de ritmo foi efetivo, pois não houve diferença entre a duração dos protocolos de TF no mesmo exercício. Portanto, os resultados não podem ter sido influenciados por diferença na duração dos protocolos.

6.4 Efeito dos protocolos de TF equalizados em densidade no exercício EBJ

Os resultados desta tese registraram valores máximos absolutos de PAS/PAD de 219/141 mmHg no protocolo 3x15:88s e de 204/123 mmHg no protocolo 9x5:22s. Assim o protocolo 9x5:22s reduziu os picos de PAS em 15 mmHg e de PAD em 18mmHg. Esse é um resultado interessante porque quantitativamente, estima-se que um aumento de 20 mmHg na PAS ou 10 mmHg na PAD, em indivíduos entre 40 e 70 anos, duplique o risco de ocorrências cardiovasculares indesejadas (LEWINGTON et al., 2002).

A literatura tem registrado picos de PAS/PAD em voluntários normotensos, no exercício de extensão de joelho de 198/160 mmHg (FLECK e DEAN, 1987), de 176/99 mmHg (POLITO et al., 2004) e 158/89 mmHg (LAMOTTE et al., 2010) . Em outro exercício para membros inferiores, como leg press, os estudos registraram valores similares e também superiores ao nosso: 282/181 mmHg (MACDOUGALL,

MCKELVIE, MOROZ, SALE, MCCARTNEY e BUICK, 1992); e de 320/250 mmHg (MACDOUGALL et al., 1985); e picos de PAS de 213 mmHg (LAMOTTE et al., 2005). Essas diferenças de valores podem ser explicadas pelo tipo de protocolos de TF, características da amostra (medicados ou não) e técnicas de medidas de PA (auscultatório ou intra-arterial).

Existem poucos e recentes estudos que verificaram a resposta aguda da PA durante a execução de um protocolo de TF em pacientes hipertensos essenciais (GOMIDES et al., 2010a; NERY et al., 2010; SOUZA, 2012). Gomides et al. (2010a) submeteram hipertensos do estágio I (140 a 159mmHg por 90 a 99mmHg) a 3 séries até a exaustão do exercício extensão de joelho nas intensidades de 80%1RM e 40%1RM e pausas de 90s entre as séries, em duas condições experimentais: medicados com inibidores adrenérgicos (atenolol) e não medicados. Os deltas de PAS para condição não medicada foi de +84mmHg tanto a 80%1RM quanto a 40%1RM, já para condição medicada esses deltas foram reduzidos para +68 e +69 mmHg, respectivamente. Estes resultados revelam que o tratamento medicamentoso pode atenuar o aumento da PA durante o protocolo de TF.

Um fato interessante é que o delta de PAS no protocolo 3x15:88s deste estudo foi idêntico (+84 mmHg) à condição não medicada do estudo Gomides et al. (2010a). Por outro lado, o protocolo 9x5:22s apresentou um delta de PAS (+67 mmHg), similar a condição medicada no estudo de Gomides et al. (2010). Portanto, esse achado também evidência que para realizar o mesmo trabalho total no TF, o protocolo 9x5:22s tem um efeito protetor, somado ao medicamento anti-hipertensivo.

Apesar dos voluntários dessa tese fazerem uso de medicamentos anti-hipertensivos e não terem realizado séries até a exaustão como no estudo de Gomides et al. (2010a), a similaridade de deltas de PAS da condição não medicada para o protocolo 3x15:88s, pode estar associada às diferenças nas características dos voluntários que eram hipertensos do estágio I, e apresentaram um IMC de 28Kg.m^{-2} (GOMIDES et al., 2010a). Já entre os nossos voluntários continha obesos, três voluntários com a PA maior que 140/90 mmHg, voluntários que tomavam duas classes de medicamentos e não foi realizado um *washout* de medicamento para classificar o estágio da hipertensão. Portanto, é possível que na nossa amostra haja com pacientes de estágio II ou estágio III de hipertensão, que estavam controlados pelo uso de medicamento. Hipertensos de estágio II ou III poderiam apresentar respostas reativas de PA superiores aos pacientes de estágio I (SBC, 2010), mesmo

estando com protocolos de TF “*mais leves*”. Assim o protocolo 9x5:22s também poderia atenuar essa possível hiperatividade da PA, uma vez que essa diferença pode estar ligada a influência de diferentes mecanismos de controle da PA.

Os mecanismos de aumento da PA ao longo da série do TF estão fora do escopo desta tese, mas podem ser discutidos. Quando se inicia o esforço na execução do exercício, o comando central é ativado, o que promove inibição da atividade vagal e aumento da simpática para o coração (MITCHELL, PAYNE, SALTIN e SCHIBYE, 1980). Estes ajustes autonômicos aumentam a contractilidade cardíaca e a velocidade de condução da onda de despolarização do coração, resultando num aumento da FC, do débito cardíaco e, por consequência, da PA (LEWIS et al., 1985). Este estímulo do comando central depende, em grande parte, da intensidade do exercício, mas quando o esforço se prolonga para próximo da exaustão o estímulo simpático também aumenta (SEALS, 1993). De fato, quanto mais perto da exaustão maior tende a ser o pico de PA (SADAMOTO et al., 1983; BAUM et al., 2003), e antes da ocorrência das pausas o protocolo 3x15:88s está mais perto dessa condição.

Outro mecanismo está relacionado a tensão do músculo ativo em torno dos vaso sanguíneo. Essa tensão comprimiria o vaso sanguíneo e promoveria um da resistência vascular na musculatura ativa, o que resulta em maior elevação da PA (SEALS, 1993; SARELIUS e POHL, 2010). Além disso, a execução dos movimentos ao longo da série estimula o reflexo pressor periférico, ou seja, ativa os mecanorreceptores e com o passar do tempo há também a estimulação dos quimiorreceptores devido ao acúmulo de metabólitos. Este estímulo dos receptores periféricos aumenta ainda mais a atividade nervosa simpática, aumentando a FC e promovendo vasoconstrição nas regiões inativas, o que contribui para o aumento progressivo da PA (CARRINGTON et al., 2003). Com séries mais curtas, o reflexo pressor durante o exercício deve ser menos ativado, resultando em menor aumento da PA.

Um terceiro mecanismo associado a essa diferença entre os protocolos pode estar associado ao número de pausas (HUNTER, SCHLETTY, SCHLACHTER, GRIFFITH, POLICHNOWSKI e NG, 2006; GUYTON e HALL, 2011). Em cada série do exercício, substâncias vasodiladoras são secretadas e promovem a vasodilatação no período de pausa entre as séries. Neste momento a oferta de oxigênio, a remoção de metabólitos produzidos e a desativação do comando central, e dos

mecanorreceptores foram suficientes para recuperar a PA antes de uma nova série tanto nas pausas longas (3x15:88s) quanto nas pausas intermediária (9x5:22s).

Em algumas situações a PSE se mostra diretamente relacionada ao aumento do balanço simpático/vagal (SEALS, 1993) e a um maior drive do comando central (MITCHELL et al., 1980). No presente estudo, a PSE foi maior no protocolo 3x15:88s, que também apresentou maior resposta de PA, FC e DP. É possível que ao executar séries mais longas a fadiga se instale de forma mais evidente e isso aumenta o esforço percebido, o que resultaria num maior aumento do comando central.

A PSE também se associa a maiores concentrações de epinefrina, norepinefrina, cortisol e lactato sanguíneo (SEALS, 1993; LAGALLY, ROBERTSON, GALLAGHER, GOSS, JAKICIC, LEPHART, MCCAWE e GOODPASTER, 2002; ROBERTSON et al., 2003). Neste estudo, no entanto, não houve diferença na concentração de lactato entre os protocolos de TF no EBJ. Este achado foi diferente dos resultados do estudo com normotensos (PAULO et al., 2012a), pois o protocolo 3x15:88s tinha apresentado maior concentração de lactato que o protocolo 9x5:22s. Esta diferença pode estar relacionada à intensidade do exercício executado com os normotensos, pois naquele estudo empregou-se a carga de 20RM e não 50%1RM como neste estudo. É possível que como a intensidade do exercício foi baixa, as repetições realizadas promoveram uma concentração semelhante de metabólitos nas duas situações, de modo que um estímulo diferenciado dos quimiorreceptores não deve ter sido o principal responsável pelo aumento da PA no protocolo 3x15:88s no EBJ.

É importante ressaltar que a PSR não se diferenciou entre os protocolos (3x15:88s e 9x5:22s) no exercício EBJ, o que indica que a proporção de esforço:pausa foi suficiente para obter uma recuperação subjetiva similar nos dois protocolos equalizados em densidade. Entretanto, essa recuperação subjetiva não se refletiu na FC, pois durante as pausas comuns dos dois protocolos de TF, a FC destas variáveis foi menores no protocolo 3x15:88s. Isso indica que uma maior duração absoluta de descanso possibilita uma maior redução dessas variáveis, mesmo que durante o esforço os picos tenham sido maiores. Mas por outro lado, isso não traz uma relevância clínica, pois, os deltas das pausas da FC estão abaixo ou próximos dos valores de repouso nos dois protocolos.

De fato algumas dessas conjecturas sobre os mecanismos são reforçadas ao fazer uma análise detalhada do comportamento da PAS/PAD de um voluntário que refletiu a média da amostra executando os dois protocolos de TF.

No início do protocolo 3x15:88s, o voluntário estava com uma PAS/PAD de 121/79 mmHg em repouso e ao iniciar o protocolo o aparelho Finometer demonstrou que a PA aumentou progressivamente, batimento a batimento. Analisando o comportamento dos deltas da PAS/PAD no primeiro bloco de 15 repetições (rep1a15rep) observa-se que até 5ª repetição houve um aumento para +32/+19 mmHg, a seguir aumentou para +57/+37 mmHg até a 10ª repetição e atingiu +71/+43 mmHg na 15ª repetição. Com a primeira pausa de 88s (p15-16rep), o delta da PAS/PAD reduziu para -19/-16 mmHg. No segundo bloco de 15 repetições (rep16a30) observa-se que houve um aumento de +41/+29 mmHg até a 20ª repetição, +57/+37 mmHg até a 25ª repetição e +96/+62 mmHg na 30ª repetição. Com a segunda pausa de 88s (p30-31rep) o delta reduziu para -12/-7 mmHg. Ao iniciar o terceiro bloco de 15 repetições (rep31a45) observou-se o aumento para +52/+34 mmHg até a 35ª repetição, +78/+48 mmHg até a 40ª repetição e atingiu um pico de +98/+63 mmHg até a 45ª repetição. Como pode perceber antes da ocorrência das pausas a PAS/PAD aumenta constantemente e os maiores valores acontecem no final da série. Além disso, as pausas de 88s os valores de PA ficam bem abaixo do valor de inicial.

Já no dia de execução do protocolo 9x5:22s, o voluntário estava com uma PAS/PAD de 125/80 mmHg em repouso. Ao iniciar o primeiro bloco de 15 repetições observa-se que houve um aumento de +49/+34 mmHg até a 5ª repetição, e como existe uma pausa de 22s após cada cinco repetições isso é refletido nas séries subsequentes, pois até a 10ª repetição o aumento foi de +56/+32 mmHg e até a 15ª repetição o valor foi de +53/+35 mmHg. A seguir na primeira pausa comum ao protocolo 3x15:88s que tem a duração de 22s (p15-16rep) o delta foi reduzido para -8,0/-11 mmHg. No segundo bloco de 15 repetições (rep16a30) os resultados foram +51/+31, +64/+42, +74/+52 mmHg, respectivamente. Com a segunda pausa comum ao protocolo 3x15:88s (p30-31rep) houve uma redução para +1,2/-6,8 mmHg. Ao iniciar o terceiro bloco de 15 repetições (rep31a45) observou-se aumentos de +68/+44, +73/+48 e +72/+43 mmHg, a cada 5 repetições. Como pode-se perceber, diferentemente do protocolo 3x15:88s, existe uma atenuação no aumento da PA nos blocos de 5 repetições subsequentes, onde os picos não estão necessariamente no

próximo bloco de 5 repetições, isso auxilia explicar porque o último bloco da FC e do DP não foi diferente apenas no protocolo 9x5:22s. Por outro lado, durante as pausas comuns o delta de PAS ficaram mais próximo dos valores de repouso, neste voluntário.

Apesar dos valores durante as pausas não diminuírem tanto no protocolo 9x5:22s, como ficou evidenciado na FC, os dois protocolos de TF não apresentaram diferenças nas áreas sob a curva em função do tempo nas variáveis PAS, PAD, FC e DP. Esse cálculo permite uma análise integrada do estresse cardiovascular médio ao longo do protocolo de TF. Assim pode-se assumir que quanto maior a área sob a curva dessas variáveis cardiovasculares, maior será o estresse hemodinâmico. A duração das pausas entre as séries deve ser uma preocupação para o controle da PA (POLITO et al., 2004; LAMOTTE et al., 2010), pois os pacientes hipertensos demoram mais tempo para recuperar a PA após uma série do exercício de força (NERY et al., 2010). Nesse sentido, era necessário comprovar se as pausas mais curtas do protocolo 9x5:22s desencadeariam uma série de recuperações incompletas da PA antes de iniciar uma nova série e talvez as últimas repetições poderiam apresentar maiores deltas ou uma maior área sob a curva, entretanto isso não aconteceu. Portanto além de apresentar picos menores, o protocolo 9x5:22s promoveu o mesmo estresse cardiovascular médio que o protocolo 3x15:88s.

6.5 Efeito dos protocolos de TF equalizados em densidade no exercício FUC

Poucos estudos verificaram a resposta da PA em diferentes protocolos de TF, com séries múltiplas realizando exercícios dinâmicos com os membros superiores (MACDOUGALL et al., 1985; D'ASSUNÇÃO et al., 2007; WICKWIRE et al., 2009). Isto dificulta a comparação dos resultados desta tese com a literatura. Além disso, pelo nosso conhecimento, esta tese é o primeiro estudo a verificar o comportamento da PA durante diferentes protocolos de TF em membros superiores de hipertensos essenciais.

No exercício FUC os picos absolutos de PAS/PAD foram de 187/115 mmHg para o protocolo 3x15:88s e 178/110mmHg para o protocolo 9x5:22s. Assim, o protocolo 9x5:22s apresentou uma redução absoluta de 9 mmHg na PAS e 5 mmHg na PAD, sugerindo menores picos neste protocolo. É interessante observar que a

literatura já registrou picos superiores de 255/190 mmHg (MACDOUGALL et al., 1985) e inferiores de 152/72mmHg (D'ASSUNÇÃO et al., 2007) aos observados nesta tese no FUC. Essas diferenças, provavelmente se relacionam a diferenças de protocolo de TF, tipo de voluntário e método de medida da PA.

O protocolo 3x15:88s apresentou maior pico de PAS no último bloco de 15 repetições (rep31a45), quando comparado ao protocolo 9x5:22s, mas não apresentou diferenças nos picos das demais variáveis. Assim, o protocolo com características recomendadas ao treinamento de hipertensos, 3x15:88s, também apresentou maior aumento da PAS que um protocolos com séries e pausas intermediárias quando o exercício foi executado com os membros superiores, mas isso não se revelou nas demais variáveis cardiovasculares.

Não houve diferença de PSE entre os dois protocolos no exercício FUC. Portanto, como a intensidade e a percepção de cansaço foram iguais é possível supor que no exercício de pequena massa corporal e moderada intensidade, a relação esforço:pausa foi suficiente para recuperação total e, portanto a ativação do comando central se manteve ao longo do protocolo, mantendo a resposta da FC.

Diferentemente do exercício de EBJ, o exercício FUC apresentou maior concentração de lactato no protocolo 3x15:88s quando comparado ao 9x5:22s. Os membros superiores possuem uma menor quantidade de unidades motoras para revezar durante as repetições (SHIMANO, KRAEMER, SPIERING, VOLEK, HATFIELD, SILVESTRE, VINGREN, FRAGALA, MARESH, FLECK, NEWTON, SPREUWENBERG e HAKKINEN, 2006) e como existe a oclusão pela musculatura numa menor árvore arterial, a ativação do sistema anaeróbio láctico deve ter sido maior. Essa maior concentração de lactato tende a alterar o pH (CAIRNS, 2006b) o que pode ter ativado mais os quimiorreceptores (BAUM et al., 2003) explicando o maior aumento da PAS apenas no último bloco de repetições no protocolo 3x15:88s.

Durante as pausas comuns dos protocolos (p15-16 e p30-31), os deltas de FC e DP foram menores no protocolo 3x15:88s. Isso indica que uma maior duração absoluta de intervalo possibilita uma maior redução dessas variáveis também quando os membros superiores são exercitados. Por outro lado, observando os deltas das pausas da FC e DP, verifica-se que houve plena recuperação dos valores em relação ao repouso.

Da mesma forma que no exercício de membros inferiores, o estresse cardiovascular médio causado pelos dois protocolos e avaliado pela área sob a curva foi semelhante.

6.6 Perspectivas e Implicações Clínicas

O protocolo que serviu como base para gerar a equalização da densidade foi o protocolo 3x15:88s com 50% de 1RM. Esse número de séries, repetições e intensidade são recomendados pela Associação Americana do Coração (WILLIAMS et al., 2007). Já a pausa de 88s foi estabelecida por recomendações de que pausas maiores que 60s seriam necessárias para recuperação do estresse cardiovascular (LAMOTTE et al., 2010). Por outro lado, o protocolo 9x5:22s com 50%1RM não tem as características típicas das recomendações, pois apresenta mais de 3 séries e pausas menores que 60s entre as séries. Apesar disso, este protocolo resultou em menores picos de PA tanto no EBJ quanto no FUC.

Essa mesma resposta não foi encontrada em estudos anteriores (GOTSHALL et al., 1999; POLITO et al., 2004; LAMOTTE et al., 2010) porque os protocolos de TF não estavam equalizados em densidade. Assim, comparado ao protocolo 3x15:88s, o protocolo 9x5:22s não modificou a intensidade (50%1RM), o número total de repetições (45 repetições), o tempo total de tensão muscular (~180s), o tempo total de descanso (176s) ou a duração do protocolo de treinamento (~356s), mas reduziu risco de eventos cardiovasculares indesejados, que podem acontecer com o aumento da PA durante o TF (HAYKOWSKY et al., 1996; WERBER-ZION et al., 2004; HATZARAS et al., 2007) mesmo combinado com diferentes medicamentos anti-hipertensivos.

Para a estruturação do protocolo com densidade equalizada ao protocolo base escolheu-se o 9x5:22s que foi baseado nos resultados de um estudo com normotensos (PAULO et al., 2012a). Entretanto outros protocolos equalizados em densidade ao protocolo 3x15:88s poderiam ser estudados como 5x9:44s, 15x3:12,6s ou 45x1:4s. E talvez a aplicação desses protocolos revelem resultados diferentes dos desta tese, porém, os protocolos séries e pausas de duração intermediária terão o resultado semelhante aos obtidos.

Portanto, a manipulação da densidade através da sua equalização pode ser considerada uma inovação na prescrição de protocolos de TF, pois mantendo-se a densidade equalizada, permite-se um estímulo muscular semelhante para os distintos protocolos de TF. No entanto, o efeito desta manipulação nas adaptações musculares a longo prazo ainda precisam ser investigadas. Além disso, esta forma de manipulação da densidade reduziu os picos de PA, sem modificar o estresse cardiovascular médio. Este aspecto pode ser bastante interessante do ponto de vista do risco para os hipertensos, nos quais a principal preocupação é um pico de PA agudo e abrupto que leve ao rompimento de um aneurisma (HAYKOWSKY et al., 1996), porém a redução deste risco numa situação em que a sobrecarga média do sistema cardiovascular seja a preocupação não foi evidenciada. Da mesma forma o efeito cardiovascular crônico deste tipo de treinamento precisa ser estudado.

6.7 Limitações

- a) Nossos voluntários eram hipertensos de ambos os sexos, sedentários, de meia idade, com sobrepeso e sem lesões de órgão alvo. Eles tomavam diferentes classes de medicamentos e não foi realizado um *washout* de medicamento para identificar o estágio de hipertensão que eles se encontravam. A combinação desses fatores diminui a validade interna. Diante disso, não é possível afirmar com clareza se estes resultados se aplicam a um grupo de hipertensos com características específicas.
- b) É importante ressaltar que esta tese não analisou as adaptações crônicas do TF nas condições equalizadas, assim considerações sobre como seria o desenvolvimento da força muscular ou as adaptações cardiovasculares após algumas semanas de TF seriam apenas especulativas.
- c) A medida de PA foi obtida pelo método indireto fotoplestimográfico. Apesar de haver a necessidade do uso da técnica intra-arterial para determinar o valor absoluto da PA a cada batimento cardíaco, a técnica fotoplestimográfica tem sido utilizada em outros estudos (POLITO et al., 2004; LAMOTTE et al., 2005; POLITO et al., 2008b; GOMIDES et al., 2010a; GOMIDES et al., 2010b) e embora esta técnica superestime os valores de PA (GOMIDES et al., 2010b), ela resulta em deltas de PA em relação ao repouso semelhantes à técnica

intra-arterial durante a execução do protocolo TF. Portanto os valores absolutos de PAS e PAD foram apresentados de forma descritiva e devem ser observados frente a esta limitação.

7 CONCLUSÕES

Em conclusão, a hipótese inicial foi confirmada, pois o protocolo de TF 9x5:22s com 50%1RM foi mais eficaz em reduzir o pico de PA tanto no EBJ quanto no FUC quando comparado a um protocolo com características recomendadas aos hipertensos (3x15:88s com 50%1RM). Além disso, este protocolo gera o mesmo estresse cardiovascular médio que o protocolo recomendado. Assim, quanto maior o tempo de tensão, número de repetições e quantidade de peso levantado antes do aparecimento de uma pausa longa ou intermediária, maiores serão os picos de PA.

A aplicação do protocolo 9x5:22s sugerem um aumento na segurança para ocorrências eventos cardiovasculares indesejados que podem ser causados pelo aumento da PA. Por outro lado, é desconhecido se o protocolo traz benefícios crônicos similares ao protocolo tradicionalmente recomendado para hipertensos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSM. **ACSM's Guidelines for Exercise and Prescription**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2010

AKASHI, D., ISSA, F. K., PEREIRA, A. C., TANNURI, A. C., FUCCIOLO, D. Q., LOBATO, M. L., GALVÃO, T. G., BENSEÑOR, I. M. e LOTUFO, P. A. Tratamento Anti-Hipertensivo. Prescrição e Custo de Medicamentos. Pesquisa em Hospital Terciário. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, Rio de Janeiro, v.71, n.1, p.55-57. 1998.

ASTRAND, P. O., EKBLOM, B., MESSIN, R., SALTIN, B. e STENBERG, J. Intra-arterial blood pressure during exercise with different muscle groups. **Journal Applied Phsiology**, Bethesda, v.20, p.253. 1965.

BAUM, K., RUTHER, T. e ESSFELD, D. Reduction of blood pressure response during strength training through intermittent muscle relaxations. **Internacional Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.24, n.6, Aug, p.441-5. 2003.

BENN, S. J., MCCARTNEY, N. e MCKELVIE, R. S. Circulatory responses to weight lifting, walking, and stair climbing in older males. **Journal of the American Geriatrics Society**, Malden, v.44, n.2, Feb, p.121-5. 1996.

BEVAN, A. T., HONOUR, A. J. e STOTT, F. H. Direct arterial pressure recording in unrestricted man. **Clinical Science**, London, v.36, n.2, Apr, p.329-44. 1969.

BRAITH, R. W. e STEWART, K. J. Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. **Circulation**, Hagerstown, v.113, n.22, Jun 6, p.2642-50. 2006.

BUCHHEIT, M., ABBISS, C. R., PEIFFER, J. J. e LAURSEN, P. B. Performance and physiological responses during a sprint interval training session: relationships with muscle oxygenation and pulmonary oxygen uptake kinetics. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v.112, n.2, Feb, p.767-79. 2012.

CAIRNS, S. P. Lactate, Acidosis and Fatigue. **Sports Medicine**, Auckland, v.36, n.4, p.281-291. 2006a.

_____. Lactic acid and exercise performance : culprit or friend? **Sports Medicine**, Auckland, v.36, n.4, p.279-91. 2006b.

CARRINGTON, C. A., UBOLSAKKA, C. e WHITE, M. J. Interaction between muscle metaboreflex and mechanoreflex modulation of arterial baroreflex sensitivity in exercise. **Journal Applied Physiology**, Bethesda, v.95, n.1, Jul, p.43-8. 2003.

CASTINHEIRAS-NETO, A. G., COSTA-FILHO, I. R. e FARINATTI, P. T. Cardiovascular responses to resistance exercise are affected by workload and intervals between sets. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, Rio de Janeiro, Sep 3. 2010.

CHOBANIAN, A. V., BAKRIS, G. L., BLACK, H. R., CUSHMAN, W. C., GREEN, L. A., IZZO, J. L., JR., JONES, D. W., MATERSON, B. J., OPARIL, S., WRIGHT, J. T., JR. e ROCCELLA, E. J. Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. **Hypertension**, Dallas, v.42, n.6, Dec, p.1206-52. 2003.

COLBERG, S. R., ALBRIGHT, A. L., BLISSMER, B. J., BRAUN, B., CHASANTABER, L., FERNHALL, B., REGENSTEINER, J. G., RUBIN, R. R. e SIGAL, R. J. Exercise and type 2 diabetes: American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. Exercise and type 2 diabetes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.42, n.12, Dec, p.2282-303. 2010.

CORNELISSEN, V. A., FAGARD, R. H., COECKELBERGHS, E. e VANHEES, L. Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized, controlled trials. **Hypertension**, Dallas, v.58, n.5, Nov, p.950-8. 2011.

D'ASSUNÇÃO, W., DALTRO, M., SIMÃO, R., POLITO, M. e MONTEIRO, W. Respostas cardiovasculares agudas no treinamento de força conduzido em exercícios para grandes e pequenos grupamentos musculares. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v.13 n.2, p.118-122. 2007.

DENTON, J. e CRONIN, J. B. Kinematic, kinetic, and blood lactate profiles of continuous and intraset rest loading schemes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.20, n.3, Aug, p.528-34. 2006.

FARIA, E. W. e FARIA, I. E. Cardiorespiratory responses to exercises of equal relative intensity distributed between the upper and lower body. **Journal of Sports Sciences**, London, v.16, n.4, May, p.309-15. 1998.

FINAPRESS. **Finometer User's Guide**. F. M. Systems 2002.

FITZGERALD, S. J., BARLOW, C. E., KAMPERT, J. B., MORROW, J. R., JACKSON, A. W. e BLAIR, S. N. Muscular fitness and all-cause mortality:

prospective observations. **Journal Physical Activity Health**, Champaign, n.1, p.7-18. 2004.

FLECK, S. J. e DEAN, L. S. Resistance-training experience and the pressor response during resistance exercise. **Journal Applied Physiology**, Bethesda, v.63, n.1, Jul, p.116-20. 1987.

GIBALA, M. Molecular responses to high-intensity interval exercise. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Ottawa, v.34, n.3, Jun, p.428-32. 2009.

GOMIDES, R. S., COSTA, L. A., SOUZA, D. R., QUEIROZ, A. C., FERNANDES, J. R., ORTEGA, K. C., JUNIOR, D. M., TINUCCI, T. e FORJAZ, C. L. Atenolol blunts blood pressure increase during dynamic resistance exercise in hypertensives. **British Journal of Clinical Pharmacology**, Oxford, v.70, n.5, Nov, p.664-73. 2010a.

GOMIDES, R. S., DIAS, R. M., SOUZA, D. R., COSTA, L. A., ORTEGA, K. C., MION, D., JR., TINUCCI, T. e FORJAZ, C. L. M. Finger blood pressure during leg resistance exercise. **Internacional Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.31, n.8, Aug, p.590-5. 2010b.

GOTSHALL, R., GOOTMAN, J., BYRNES, W., FLECK, S. e VALOVICH, T. Noninvasive characterization of the blood pressure response to the double-leg press exercise. **Journal of Exercise Physiology Online**, Duluth, v.2, p.1-6. 1999.

GUYTON, A. C. e HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Rio de Janeiro, Saraiva, 12ed., 2011.

HATZARAS, I., TRANQUILLI, M., COADY, M., BARRETT, P. M., BIBLE, J. e ELEFTERIADES, J. A. Weight lifting and aortic dissection: more evidence for a connection. **Cardiology**, Basel, v.107, n.2, p.103-6. 2007.

HAYKOWSKY, M. J., FINDLAY, J. M. e IGNASZEWSKI, A. P. Aneurysmal subarachnoid hemorrhage associated with weight training: three case reports. **Clinical Journal of Sport Medicine**, New York, v.6, n.1, Jan, p.52-5. 1996.

HOLLANDER, D. B., DURAND, R. J., TRYNICKI, J. L., LAROCK, D., CASTRACANE, V. D., HEBERT, E. P. e KRAEMER, R. R. RPE, pain, and physiological adjustment to concentric and eccentric contractions. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.35, n.6, Jun, p.1017-25. 2003.

HUNTER, S. K., SCHLETTY, J. M., SCHLACHTER, K. M., GRIFFITH, E. E., POLICHNOWSKI, A. J. e NG, A. V. Active hyperemia and vascular conductance

differ between men and women for an isometric fatiguing contraction. **Journal Applied Physiology**, Bethesda, v.101, n.1, Jul, p.140-50. 2006.

KING, M. L., DRACUP, K. A., FONAROW, G. C. e WOO, M. A. The hemodynamic effects of isotonic exercise using hand-held weights in patients with heart failure. **The Journal of Heart and Lung Transplantation**, Saint Louis, v.19, n.12, Dec, p.1209-18. 2000.

KLEINER DM, BLESSING DL, MITCHELL JW e WR, D. A description of the acute cardiovascular responses to isokinetic resistance at three different speeds. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign,. 360-6., n.13:. 1999.

KLEINER DM, B. D., MITCHELL JW, DAVIS WR. A description of the acute cardiovascular responses to isokinetic resistance at three different speeds. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.v.13, p.p.360-366. 1999.

KLEINER, D. M., BLESSING, D. L., DAVIS, W. R. e MITCHELL, J. W. Acute Cardiovascular Responses to Various Forms of Resistance Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign,, v.10, n.1, p.56-61. 1996.

KOMI, P. V. Respostas cardiovasculares ao treinamento de força. In: (Ed.). **Força e Potência no Esporte**: Artmed, 2006. Respostas cardiovasculares ao treinamento de força, p.409-412

LAGALLY, K. M., ROBERTSON, R. J., GALLAGHER, K. I., GOSS, F. L., JAKICIC, J. M., LEPHART, S. M., MCCAWE, S. T. e GOODPASTER, B. Perceived exertion, electromyography, and blood lactate during acute bouts of resistance exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.34, n.3, Mar, p.552-9; discussion 560. 2002.

LAMOTTE, M., FLEURY, F., PIRARD, M., JAMON, A. e VAN DE BORNE, P. Acute cardiovascular response to resistance training during cardiac rehabilitation: effect of repetition speed and rest periods. **European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation**, London, v.17, n.3, Jun, p.329-36. 2010.

LAMOTTE, M., NISSET, G. e VAN DE BORNE, P. The effect of different intensity modalities of resistance training on beat-to-beat blood pressure in cardiac patients. **European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation**, London, v.12, n.1, Feb, p.12-7. 2005.

LAURSEN, P. B., SHING, C. M., PEAKE, J. M., COOMBES, J. S. e JENKINS, D. G. Influence of high-intensity interval training on adaptations in well-trained cyclists. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign,, v.19, n.3, Aug, p.527-33. 2005.

LAWES, C. M., VANDER HOORN, S. e RODGERS, A. Global burden of blood-pressure-related disease, 2001. **Lancet**, London, v.371, n.9623, May 3, p.1513-8. 2008.

LAWTON, T. W., CRONIN, J. B. e LINDSELL, R. P. Effect of interrepetition rest intervals on weight training repetition power output. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.20, n.1, Feb, p.172-6. 2006.

LEWINGTON, S., CLARKE, R., QIZILBASH, N., PETO, R., COLLINS, R. e PROSPECTIVE STUDIES, C. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. **Lancet**, London, v.360, n.9349, Dec 14, p.1903-13. 2002.

LEWIS, S. F., SNELL, P. G., TAYLOR, W. F., HAMRA, M., GRAHAM, R. M., PETTINGER, W. A. e BLOMQVIST, C. G. Role of muscle mass and mode of contraction in circulatory responses to exercise. **Journal Applied Phsiology**, Bethesda, v.58, n.1, Jan, p.146-51. 1985.

MACDOUGALL, J. D., MCKELVIE, R. S., MOROZ, D. E., SALE, D. G., MCCARTNEY, N. e BUICK, F. Factors affecting blood pressure during heavy weight lifting and static contractions. **Journal Applied Phsiology**, Bethesda, v.73, n.4, Oct, p.1590-7. 1992.

MACDOUGALL, J. D., TUXEN, D., SALE, D. G., MOROZ, J. R. e SUTTON, J. R. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. **Journal Applied Phsiology**, Bethesda, v.58, n.3, p.785-790. 1985.

MANCIA, G., FAGARD, R., NARKIEWICZ, K., REDON, J., ZANCHETTI, A., BOHM, M., CHRISTIAENS, T., CIFKOVA, R., DE BACKER, G., DOMINICZAK, A., GALDERISI, M., GROBBEE, D. E., JAARSMA, T., KIRCHHOF, P., KJELDSSEN, S. E., LAURENT, S., MANOLIS, A. J., NILSSON, P. M., RUILOPE, L. M., SCHMIEDER, R. E., SIRNES, P. A., SLEIGHT, P., VIIGIMAA, M., WAEBER, B., ZANNAD, F., COUNCIL, E. S. H. S., REDON, J., DOMINICZAK, A., NARKIEWICZ, K., NILSSON, P. M., BURNIER, M., VIIGIMAA, M., AMBROSIONI, E., CAUFIELD, M., COCA, A., OLSEN, M. H., SCHMIEDER, R. E., TSIOUFIS, C., VAN DE BORNE, P., GUIDELINES, E. S. C. C. F. P., ZAMORANO, J. L., ACHENBACH, S., BAUMGARTNER, H., BAX, J. J., BUENO, H., DEAN, V., DEATON, C., EROL, C., FAGARD, R., FERRARI, R., HASDAI, D., HOES, A. W., KIRCHHOF, P., KNUUTI, J., KOLH, P., LANCELLOTTI, P., LINHART, A., NIHOYANNOPOULOS, P., PIEPOLI, M. F., PONIKOWSKI, P., SIRNES, P. A., TAMARGO, J. L., TENDERA, M., TORBICKI, A., WIJNS, W., WINDECKER, S., DOCUMENT, R., CLEMENT, D. L., COCA, A., GILLEBERT, T. C., TENDERA, M., ROSEI, E. A., AMBROSIONI, E., ANKER, S. D., BAUERSACHS, J., HITIJ, J. B., CAULFIELD, M., DE BUYZERE, M., DE GEEST, S., DERUMEAUX, G. A., ERDINE, S., FARSANG, C., FUNCK-BRENTANO, C., GERC, V., GERMANO, G., GIELEN, S., HALLER, H., HOES, A. W., JORDAN, J., KAHAN,

T., KOMAJDA, M., LOVIC, D., MAHRHOLDT, H., OLSEN, M. H., OSTERGREN, J., PARATI, G., PERK, J., POLONIA, J., POPESCU, B. A., REINER, Z., RYDEN, L., SIRENKO, Y., STANTON, A., STRUIJKER-BOUDIER, H., TSIOUFIS, C., VAN DE BORNE, P., VLACHOPOULOS, C., VOLPE, M. e WOOD, D. A. 2013 ESH/ESC 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). **European Heart Journal**, Orford, v.34, n.28, Jul, p.2159-219. 2013.

MCARDLE, W. D., KATCH, F. I. e KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. Rio de Janeiro, 6ed., Guanabara Koogan. 2008

MENEGHELO, R. S., ARAÚJO, C. G. S., R., S., L.E., M., ALBUQUERQUE, P. F. e SERRA, S. M. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre teste Ergométrico. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, Rio de Janeiro, v.95, n.5 supl.1, p.1-26. 2010.

MEYER, K., HAJRIC, R., WESTBROOK, S., HAAG-WILDI, S., HOLTKAMP, R., LEYK, D. e SCHNELLBACHER, K. Hemodynamic responses during leg press exercise in patients with chronic congestive heart failure. **The American Journal of Cardiology**, New York, v.83, n.11, Jun 1, p.1537-43. 1999.

MION JR, D., PIERIN, A. M. G. e GUIMARÃES, A. Tratamento da hipertensão arterial - respostas de médicos brasileiros a um inquérito. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v.47, n.3, p.248-254. 2001.

MITCHELL, J. H., PAYNE, F. C., SALTIN, B. e SCHIBYE, B. The role of muscle mass in the cardiovascular response to static contractions. **The Journal of Physiology**, London, v.309, Dec, p.45-54. 1980.

NERY, S. S., GOMIDES, R. S., DA SILVA, G. V., FORJAZ, C. L. M., MION JR, D. e TINUCCI, T. Intra-arterial blood pressure response in hypertensive subjects during low- and high intensity resistance exercise. **Clinics**, Philadelphia, v.65, n.n.3, p.p.271-7. 2010.

NOBRE, F., RIBEIRO, A. B. e MION JR, D. Control of arterial pressure in patients undergoing anti-hypertensive treatment in Brazil: Controlar Brasil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, Rio de Janeiro, v.94, n.5, p.663-70. 2010.

ORENDURFF, M. S., WALKER, J. D., JOVANOVIC, M., TULCHIN, K. L., LEVY, M. e HOFFMANN, D. K. Intensity and duration of intermittent exercise and recovery during a soccer match. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign,, v.24, n.10, Oct, p.2683-92. 2010.

PARDINI, R., MATSUDO, S., ARAÚJO, T., MATSUDO, V., ANDRADE, E., BRAGGION, G., ANDRADE, D., OLIVEIRA, L., FIGUEIRA JR., A. e RASO, V. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ - versão 6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. **Revista Brasileira de Ciências e Movimento**, Taguatinga, v.9, n.3, p.45-51. 2001.

PAULO, A. C., ROSCHEL, H., UGRINOWITSCH, C., KOBAL, R. e TRICOLI, V. Influence of different resistance exercise loading schemes on mechanical power output in work to rest ratio - equated and - nonequated conditions. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.26, n.5, May, p.1308-12. 2012.

PAULO, A. C., TRICOLI, V., QUEIROZ, A. C. C., LAURENTINO, G. e FORJAZ, C. L. M. A diminuição da densidade e da duração das séries atenua os picos de pressão arterial durante o exercício de força. Simpósio de Educação Física e Esporte em Cardiologia do XXXIII Congresso da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo, São Paulo: **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, v.22: p.221 p. 2012a.

PEREIRA, M., LUNET, N., AZEVEDO, A. e BARROS, H. Differences in prevalence, awareness, treatment and control of hypertension between developing and developed countries. **Journal of Hypertension**, London, v.27, n.5, May, p.963-75. 2009.

PESCATELLO, L. S., FARGO, A. E., LEACH, C. N., JR. e SCHERZER, H. H. Short-term effect of dynamic exercise on arterial blood pressure. **Circulation**, Hagerstown, v.83, n.5, May, p.1557-61. 1991.

PINHEIRO, R. S., VIACAVA, F., TRAVASSOS, C. e BRITO, A. D. S. Gênero, morbidade, acesso e utilização de serviços de saúde no Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.7, n.4, p.687-707. 2002.

POLITO, M. D., FARINATTI, P. T., LIRA, V. A. e NOBREGA, A. C. Blood pressure assessment during resistance exercise: comparison between auscultation and Finapres. **Blood Pressure Monitoring**, Hagerstown, v.12, n.2, Apr, p.81-6. 2007.

POLITO, M. D., SIMAO, R., LIRA, V. A., DA NOBREGA, A. C. e FARINATTI PDE, T. Discontinuous sets of knee extensions induce higher cardiovascular responses in comparison to continuous ones. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, Rio de Janeiro,, v.90, n.6, Jun, p.350-5. 2008a.

POLITO, M. D., SIMÃO, R., NÓBREGA, A. C. L. e FARINATTI, P. Pressão arterial, frequência cardíaca e duplo-produto em séries sucessivas do exercício de força com

diferentes intervalos de recuperação. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 4, p.7-15. 2004.

PRICE, M. e HALABI, K. The effects of work-rest duration on intermittent exercise and subsequent performance. **Journal of Sports Sciences**, Londres, v.23, n.8, Aug, p.835-42. 2005.

PRICE, M. e MOSS, P. The effects of work:rest duration on physiological and perceptual responses during intermittent exercise and performance. **Journal of Sports Sciences**, Londres,, v.25, n.14, Dec, p.1613-21. 2007.

ROBERTSON, R. J., GOSS, F. L., RUTKOWSKI, J., LENZ, B., DIXON, C., TIMMER, J., FRAZEE, K., DUBE, J. e 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, Feb, p.333-41. 2003.

SADAMOTO, T., BONDE-PETERSEN, F. e SUZUKI, Y. Skeletal muscle tension, flow, pressure, and EMG during sustained isometric contractions in humans. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v.51, n.3, p.395-408. 1983.

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

SARELIUS, I. e POHL, U. Control of muscle blood flow during exercise: local factors and integrative mechanisms. **Acta Physiologica**, Oxford, v.199, n.4, Aug, p.349-65. 2010.

SBC. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, Rio de Janeiro, v.95, n.n.1, p.p. 1-51. 2010.

SEALS, D. R. Influence of active muscle size on sympathetic nerve discharge during isometric contractions in humans. **Journal Applied Physiology**, Bethesda, v.75, n.3, Sep, p.1426-31. 1993.

SHIMANO, T., KRAEMER, W. J., SPIERING, B. A., VOLEK, J. S., HATFIELD, D. L., SILVESTRE, R., VINGREN, J. L., FRAGALA, M. S., MARESH, C. M., FLECK, S. J., NEWTON, R. U., SPREUWENBERG, L. P. e HAKKINEN, K. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.20, n.4, Nov, p.819-23. 2006.

SOUSA, P. F. M., PINHEIRO, F., MONGE, D. e PIRES, F. O. Pressão arterial e PSE em múltiplas séries de exercício resistido de diferentes intensidades. **Revista Brasileira de Ciências e Movimento**, Taguatinga, v.18, n.4, p.26-33. 2010.

SOUZA, D.R. **Resposta da pressão arterial durante exercício resistido em hipertensos**: influência de anlodipina. 2012. Dissertação (Mestrado em Biodinâmica do Movimento Humano) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/39/39132/tde-19122012-093538/>>. Acesso em: 2013-11-06.

SOUZA, J.J.G. **Hipertensão arterial referida e uso de anti-hipertensivos em adultos na cidade de São Paulo, 2003**: um estudo de base populacional. 2006. Dissertação (Mestrado em Epidemiologia) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6132/tde-23022007-092206/>>. Acesso em: 2013-11-06..

TACON, K. C. B., OLIVEIRA SANTOS, H. C. O., CUNHA, L. C. e CASTRO, E. C. Perfil da terapêutica utilizada em pacientes hipertensos atendidos em hospital público. **Revista Brasileira de Clínicas Médicas**, São Paulo, v.9, n.1, p.25-29. 2011.

TONER, M. M., GLICKMAN, E. L. e MCARDLE, W. D. Cardiovascular adjustments to exercise distributed between the upper and lower body. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.22, n.6, Dec, p.773-8. 1990.

TOUBEKIS, A. G., ADAM, G. V., DOUDA, H. T., ANTONIOU, P. D., DOUROUNDOS, II e TOKMAKIDIS, S. P. Repeated sprint swimming performance after low- or high-intensity active and passive recoveries. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.25, n.1, Jan, p.109-16. 2011.

VERRIL, D., SHOUP, E., MCELVEEN, G., WITT, K. e BERGEY, D. Resistive exercise training in cardiac patients: recommendations. **Sports Medicine**, Auckland,, v.13, p.171-93. 1992.

VOLAKLIS, K. A. e TOKMAKIDIS, S. P. Resistance exercise training in patients with heart failure. **Sports Medicine**, Auckland, v.35, n.12, p.1085-103. 2005.

WERBER-ZION, G., GOLDHAMMER, E., SHAAR, A. e POLLOCK, M. L. Left ventricular function during strength testing and resistance exercise in patients with left ventricular dysfunction. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation**, New York, v.24, n.2, Mar-Apr, p.100-9. 2004.

WHELTON, S. P., CHIN, A., XIN, X. e HE, J. Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. **Annals of Internal Medicine**, Philadelphia, v.136, n.7, Apr 2, p.493-503. 2002.

WICKWIRE, P. J., MCLESTER, J. R., GREEN, J. M. e CREWS, T. R. Acute heart rate, blood pressure, and RPE responses during super slow vs. traditional machine resistance training protocols using small muscle group exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.23, n.1, Jan, p.72-9. 2009.

WIECEK, E. M., MCCARTNEY, N. e MCKELVIE, R. S. Comparison of direct and indirect measures of systemic arterial pressure during weightlifting in coronary artery disease. **The American Journal of Cardiology**, New York, v.66, p.1065-9. 1990.

WILLIAMS, B. The year in hypertension. **Journal of the American College of Cardiology**, New York, v.55, n.1, Dec 29, p.65-73. 2009.

WILLIAMS, M. A., HASKELL, W. L., ADES, P. A., AMSTERDAM, E. A., BITTNER, V., FRANKLIN, B. A., GULANICK, M., LAING, S. T. e 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**, Hagerstown, v.116, n.5, Jul 31, p.572-84. 2007.

ZANETTI, H. R., FERREIRA, A. L., HADDAD, E. G., GONÇALVES, A., DE JESUS, L. F. e LOPES, L. T. P. Análise das respostas cardiovasculares agudas ao exercício resistido em diferentes intervalos de recuperação. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v.19, n.3, p.168-170. 2013.

ZUNIGA, J. M., BERG, K., NOBLE, J., HARDER, J., CHAFFIN, M. E. e HANUMANATHU, V. S. Physiological responses during interval training with different intensities and duration of exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign,, v.25, n.5, May, p.1279-84. 2011.

ANEXO

APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq

PROJETO DE PESQUISA

Título: EFEITO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE EXERCÍCIO, EQUALIZADOS EM DENSIDADE, SOBRE A RESPOSTA DA PRESSÃO ARTERIAL DURANTE O EXERCÍCIO DE FORÇA EM INDIVÍDUOS HIPERTENSOS

Pesquisador Responsável: Claudia Lucia de Moraes Forjaz

Versão: 1

Pesquisador Executante: Anderson Caetano Paulo

CAAE: 05978912.9.0000.0068

Co-autores: Décio Mion Junior, Kátia Coelho Ortega, Josiane Gusmão, Valmor Tricoli

Finalidade Acadêmica: Doutorado

Instituição: HCFMUSP

Departamento: CLÍNICA MÉDICA – Disciplina de Nefrologia

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Registro on-line: 9071

Número do Parecer: 110.544

Data da Relatoria: 28/09/2012 – *ad-referendum*

Apresentação do Projeto: O projeto esta bem apresentado em todos os seus itens

Objetivo da Pesquisa: Os objetivos da pesquisa estão bem determinados e são factíveis

Avaliação dos Riscos e Benefícios: Os riscos para os sujeitos são pequenos e os benefícios suplantam os riscos

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa: A pesquisa é de interesse clínico com aplicação na prática clínica, tem mérito e não apresenta impedimentos do ponto de vista ético.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória: Os termos estão apresentados adequadamente, inclusive o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Recomendações: Melhor discriminação dos recursos previstos. Não está claro de que fonte virá o custeio

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações: O projeto não apresenta impedimentos do ponto de vista ético. É meritoso, viável e tem metodologia adequada.

Situação do Parecer: APROVADO

Necessita Apreciação da CONEP: NÃO

São Paulo, 28 de Setembro de 2012

PROF. DR. ALFREDO JOSÉ MANSUR

Vice-Coordenador

Comissão de Ética para Análise de
Projetos de Pesquisa

Rua Dr. Ovídio Pires de Campos, 225 - Prédio da Administração - 5º andar

CEP 05403-010 - São Paulo - SP.

55 11 2661-7585 - 55 11 2661-6442 ramais: 16, 17, 18 | marcia.carvalho@hc.fm.usp.br