

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA
MESTRADO ACADÊMICO**

CARLOS BRENDON FERREIRA REIS

**EFEITO AGUDO DE DOIS PROTOCOLOS ISOMÉTRICOS EQUALIZADOS
NA RELAÇÃO ESFORÇO:PAUSA (*WORK-TO-REST RATIO*): RESPOSTAS
HEMODINÂMICAS E AUTONÔMICAS**

Vitória
2020

CARLOS BRENDON FERREIRA REIS

**EFEITO AGUDO DE DOIS PROTOCOLOS ISOMÉTRICOS EQUALIZADOS
NA RELAÇÃO ESFORÇO:PAUSA (*WORK-TO-REST RATIO*): RESPOSTAS
HEMODINÂMICAS E AUTONÔMICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Área de concentração: Educação Física, movimento corporal humano e saúde.
Linha de pesquisa: Fisiologia, bioquímica e exercício em modelos experimentais.

Orientador: Prof. Dr. Richard Diego Leite (CEFD/UFES)

Vitória
2020

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

R375e Reis, Carlos Brendo Ferreira, 1993-
Efeito agudo de dois protocolos isométricos equalizados na relação esforço:pausa (work-to-rest ratio): respostas hemodinâmicas e autonômicas / Carlos Brendo Ferreira Reis. - 2020.
89 f. : il.

Orientador: Richard Diego Leite.
Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Educação Física e Desportos.

1. Treinamento de força isométrico. 2. Relação esforço:pausa. 3. Pressão arterial. 4. Controle autonômico cardíaco. I. Leite, Richard Diego. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Educação Física e Desportos. III. Título.

CDU: 796

CARLOS BRENDON FERREIRA REIS

**EFEITO AGUDO DE DOIS PROTOCOLOS ISOMÉTRICOS EQUALIZADOS
NA RELAÇÃO ESFORÇO:PAUSA (*WORK-TO-REST RATIO*): RESPOSTAS
HEMODINÂMICAS E AUTONÔMICAS**

Dissertação apresentada ao Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito final para obtenção do grau de Mestre em Educação Física.

Trabalho Defendido e Aprovado em: 31 / 07 / 2020

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr^a. Richard Diego Leite
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

Prof. Dr^a. Luciana Carletti
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador 1

Prof. Dr. Nuno Manuel Frade de Sousa
Faculdade Estácio de Sá de Vitória
Examinador 2

Dedico esse trabalho, com muito carinho e gratidão, à minha família, amigos e professores por toda compreensão e apoio durante toda esta trajetória acadêmica para realização de um sonho.

Em especial a minha mãe (Raimunda da Graça G. Ferreira) e a minha companheira (Leudyenne Pacheco de Abreu), por todo apoio, cuidado, paciência e todos os momentos em que eu não estive presente. Se não fosse por todo apoio de vocês eu não teria conseguido chegar até aqui, assim como, dedico também ao meu grande amigo e orientador (Richard Diego Leite).

AGRADECIMENTOS

A Deus, nosso pai, e a seu filho Jesus, por sempre me guiar nos caminhos corretos e estar presente nos momentos em que mais precisei.

Aos meus pais (Graça Ferreira e Carlos Reis), em especial a minha mãe por toda a educação, valores e ensinamentos com os quais me criou. Por todo incentivo para continuar estudando e sempre correr atrás dos meus sonhos com dignidade e respeito ao próximo. Agradeço também a toda minha família materna pelo apoio e carinho. Faço tudo isso por vocês!

A minha namorada, grande amiga e parceira acadêmica (Leudyenne Pacheco), por todo amor, compreensão em entender a minha mudança de cidade. Incentivando-me a sempre continuar e ajudando-me em todos os momentos.

Ao meu grande amigo e orientador, Prof. Dr. Richard Diego Leite, que acreditou no meu potencial e abriu as portas do seu grupo de pesquisa na UFMA. Obrigado pelos ensinamentos e parceria desde 2013. Por ser o grande incentivador para sair de São Luís/MA e vir fazer o mestrado em Vitória, e abrir as portas da sua casa quando eu cheguei. Agradeço por ter me feito evoluir como pessoa, aluno, professor e pesquisador ao longo de todos esses anos, e por todos os puxões de orelhas, conselhos, ensinamentos e orientações.

Ao meu orientador na graduação, Prof. Me. Romulo Bruzaca, por convidar-me conhecer e participar dos grupos de estudo da UFMA, e apresentar-me aos Professores Cristiano Mostarda, Guilherme Borges Pereira, Richard Diego Leite e Mario Alves Siqueira Filho. Ao professor Cristiano Mostarda por ser o primeiro a abrir as portas do seu laboratório (LACORE), com toda humildade e com a vontade de sempre transmitir o que sabe, e pela parceria acadêmica até os dias atuais. Ao professor Richard Leite e Guilherme Borges por abrirem a porta do grupo de pesquisa NANO. Ao professor Mario Filho, por aceitar-me participar do seu grupo de estudo LAPLAM logo após a sua chegada na UFMA e por toda orientação, parceria e amizade. Obrigado por tudo, sou grato a vocês!

Ao grupo NANO que foi fundamental na minha formação e amadurecimento acadêmico. Local onde tive o prazer de aprender, ajudar em projetos de pesquisa e fazer vários amigos, em especial aos mestres Surama do Carmo, Thiago Leite, Paula T. Tâmara, Thamyres Cristhina, Laissa Costa, Pauliana Costa e Poliane Alvares; e aos alunos de IC

que hoje são grandes profissionais (Leudyenne Pacheco e Raul Carvalho) ao qual tive o prazer de ensinar, ajudar e aprender.

Aos membros do laboratório LAFEX, que me abraçaram quando cheguei do Maranhão com muito respeito e por todo suporte oferecido ao longo do curso de mestrado. A professora Dra. Luciana Carletti, que sempre se mostrou disposta a ajudar e orientar, com todo carinho, elegância e muita humildade. Aos amigos que tive a oportunidade de fazer no laboratório (Me. Victor Gasparini, Me. Leticia Nascimento, Me. Carla Zimerer, Me. Sabrina Alves). Ao nosso grupo de treinamento de força liderado pelo Dr. Richard Leite, que foram fundamentais durante toda minha coleta de pesquisa, em especial ao Victor Gasparini, Lucas Miranda, Igor Mello, Thales Bergantini, Brunella Oliveira, Rafael Casagrande, Rodrigo Nogueira e Michely Andreatta. Agradeço também a técnica de laboratório, Priscilla Spadeto, por todo suporte.

Aos professores da PPGEF/CEFD/UFES, por todos os conhecimentos transmitidos, que foram de particular importância para minha formação acadêmica, em especial aos professores do NUPEM.

Aos colegas dos laboratórios vizinhos (Me. Jóctan Pimentel, Me. Rodrigo Almeida e Me. Leonardo Caldas) e da turma de mestrado (Janine Valentino, Gabriel Garozzi, Cássia Gonçalves, Dani Cônsoli) que foram fundamentais ao longo desse processo e que se tornaram grandes amigos.

Aos professores da minha graduação que foram fundamentais por despertar essa vontade de cursar mestrado. E aos grandes amigos que fiz na graduação, em especial Marcos Araújo, Hianne Pimenta, Moab Ferreira e Edson Alves.

Aos colegas de profissão das academias *Bodytech* Shopping da Ilha e da *Personal Group* e a todos os meus ex-alunos de *personal training* que tive o prazer de trabalhar e aprender.

As voluntárias que se dispuseram em participar da minha pesquisa, obrigado!

Todos vocês foram importantes, pois ninguém cresce e chega a lugar nenhum sozinho.

A CAPES pelo apoio financeiro durante meu mestrado e a FAPES pelo fomento da pesquisa.

A todos o meu muito obrigado!

RESUMO

Introdução: Ainda pouco se sabe sobre os efeitos de diferentes tipos de configuração de prescrição equalizados na relação esforço:pausa (*work-to-rest ratio*) na resposta hemodinâmica e autonômica durante e após uma sessão de treino de força. **Objetivo:** Investigar os efeitos agudos de dois protocolos de treinamento de força isométrico (TFI) equalizados em esforço:pausa nas respostas hemodinâmicas e autonômicas em mulheres jovens normotensas. **Materiais e Métodos:** 11 mulheres normotensas (idade: 25 ± 3 anos, estatura: $1,63 \pm 0,07$ metros, massa corporal: $60,7 \pm 6,0$ quilogramas, índice de massa corporal (IMC): $22,7 \pm 1,3$ kg/m², Pressão arterial sistólica (PAS): 112 ± 10 mmHg, Pressão Arterial Diastólica (PAD): 71 ± 5 mmHg, Frequência Cardíaca (FC): 73 ± 11 bpm, Teste de 1 Repetição máxima (1RM): 249 ± 62 kg), executaram dois protocolos de TFI equalizados em dias diferentes e em sequência aleatória. Protocolo A: 4 séries x 2 minutos de isometria x 2 minutos de intervalos. Protocolo B: 16 séries x 30 segundos de isometria x 24 segundos de intervalo entre séries. A carga para os protocolos foi correspondente a 30% de 1RM (75 ± 19 kg). Os dois protocolos continham o mesmo tempo total de tensão muscular (480s), tempo total de pausas (360s) e total de peso relativo sustentado (30% 1RM). As variáveis hemodinâmicas e autonômicas (variabilidade da frequência cardíaca – VFC) foram monitoradas de forma contínua por fotoplestígrafia. Foi coletada a percepção subjetiva de esforço durante os protocolos e calculado o duplo-produto (DP). **Resultados:** durante os protocolos houve um aumento significativo na PAS, PAD e pressão arterial média (PAM) ao longo das séries/blocos em ambos os protocolos com diferença significativa em comparação com o repouso ($p < 0,05$). Não houve diferença entre os protocolos para PAS e PAM ($p > 0,05$). Para PAD, foi observado diferença entre os protocolos apenas na série/bloco 1 ($p < 0,05$). Foi observado um aumento significativo na FC, débito cardíaco (DC) e DP ao longo das séries/blocos para ambos os protocolos ($p < 0,05$). O protocolo A (4:2m:2m) induziu maiores valores na FC ao longo de todo protocolo em comparação com o protocolo B (16:30s:24s) ($p < 0,05$). Também foi observada diferença significativa entre os protocolos nas séries/blocos finais (2, 3 e 4), com maiores valores no Protocolo A ($p = 0,026930$; $p = 0,026904$; $p = 0,008819$, respectivamente). Para o DP, foi observado apenas na série/bloco 4 ($p = 0,032397$). Não foi observado hipotensão pós-exercício (PAS, PAD e PAM) em ambos protocolos ($p > 0,05$) em até 60 minutos. O protocolo A, induziu menores valores pressóricos pós-exercício em até 20 minutos em comparação com o protocolo B ($p < 0,05$). A FC permaneceu elevada durante os 60 minutos no protocolo A em comparação com o repouso ($p < 0,05$). O protocolo B, induziu menores valores na FC e no DC em até 20 minutos após sessão em comparação com o protocolo A ($p < 0,05$). Não foi observado diferença estatística no volume de ejeção (VE) durante e após os protocolos. Foi observado que em ambos os protocolos, não houve uma recuperação cardiovagal em até 60 minutos pelos índices de VFC no domínio do tempo e da frequência. Pelo domínio do tempo, foi possível observar uma redução significativa no RMSSD para o protocolo A em comparação com o repouso, apresentando diferença entre os protocolos, com maiores reduções no protocolo A em até 20 minutos. **Conclusão:** O protocolo menor tempo sob tensão, configuração em cluster (16:30s:24s), induziu menores sobrecargas cardiovasculares, em especial na FC e no DC, e um menor estresse autonômico em comparação com o protocolo com maior tempo sob tensão (4:2m:2m).

Palavra-chave: Treinamento de força isométrico; Relação esforço:pausa; Pressão arterial; Controle autonômico cardíaco.

ABSTRACT

Introduction: Little is known about the effects of distinct, equalized in work-to-rest (W:R) ratio set configuration on hemodynamic and autonomic response during and after acute strength training session. **Objective:** To analyze the acute effects of two isometric, equalized in W:R ratio set configurations protocols on hemodynamic and autonomic responses in normotensive women. **Materials and Methods:** 11 normotensive females (25 ± 3 years, height: 1.63 ± 0.07 meters, body mass: 60.7 ± 6.0 kg, body mass index (BMI): 22.7 ± 1.3 kg/m², systolic blood pressure (SBP): 112 ± 10 mmHg, diastolic blood pressure (DBP): 71 ± 5 mmHg, heart rate (HR): 73 ± 11 bpm, one repetition maximum (1RM): 249 ± 62 kg) performed two isometric protocols equalized in W:R on different days and random order. Protocol A: 4 sets x 2 min isometric x 2 min intervals. Protocol B: 16 sets x 30 sec isometric x 24 sec interval between sets. The standardized load was 30% 1-RM (75 ± 19 kg) for both protocols. The protocols had the same total time under tension (480s), total rest (360s), and total sustained weight (30% 1-RM). Hemodynamic and autonomic variables were continuously monitored by photoplethysmography. During the protocols, the perceived exertion scale for resistance exercise and rate pressure product were collected. **Results:** During protocols there was a significant increase in SBP, DBP and mean blood pressure (MAP) along the sets/blocks in both protocols with a significant difference from rest ($p < 0.05$). There was no difference between the protocols for SBP and MAP ($p > 0.05$). For DBP, only set/block 1 presented difference between protocols ($p < 0.05$). There were significant increases in heart rate (HR), cardiac output (Qc) and rate pressure product (RPP) over all sets/blocks for both protocols ($p < 0.05$). Protocol A (4:2m:2m) induced higher HR throughout the entire protocol compared to B (16:30s:24s) ($p < 0.05$). There was also a significant difference between protocols in the last sets/blocks (2, 3 and 4), with higher values in Protocol A ($p = 0.026930$; $p = 0.026904$; $p = 0.008819$, respectively). For RPP, the only difference was observed in set/block 4 ($p = 0.032397$). There was no post-exercise hypotension (SBP, DBP and MAP) after both protocols ($p > 0.05$) within 60 minutes. The protocol A induced lower post-exercise BP values up to 20 minutes after session compared to protocol B ($p < 0.05$). HR remained elevated up to 60 minutes after protocol A when compared to rest ($p < 0.05$). The protocol B induced lower values in HR and Qc up to 20 minutes after session compared to protocol A ($p < 0.05$). There was no statistical difference in stroke volume (SV) values during and after the protocols. Regarding the ANS, there was no cardiovagal recovery up to 60 minutes after session, for both time and frequency domains. For time domain, it was possible to observe a significant reduction in RMSSD for protocol A compared to rest, showing difference between protocols, with greater reductions in protocol A up to 20 minutes. **Conclusions:** Short time under tension protocol, configuration in cluster (16:30s:24s), induced lower autonomic stress and cardiovascular overload than longer time under tension protocol (4:2m:2m), especially for HR and cardiac output.

Keywords: Isometric resistance training, Work-to-rest ratio, Blood pressure, Cardiac autonomic control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma do processo de pesquisa	19
Figura 2 – Desenho experimental e da sessão de protocolo	29
Figura 3 – Organização estrutural dos protocolos	32
Figura 4 – Aplicação do <i>finometer</i> e dos eletrodos	33
Figura 5 – Análise gerada pelo <i>software</i> BeatScope®	34
Figura 6 – Escala de OMNI-RES	35
Figura 7 – Duplo-Produto durante os protocolos	40
Figura 8 – Percepção Subjetiva de Esforço durante os protocolos	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características dos estudos	20
Tabela 2 – Cálculo da relação esforço:pausa dos protocolos de TF isométrico	31
Tabela 3 – Variáveis hemodinâmicas durante os protocolos	39
Tabela 4 – Variáveis hemodinâmicas após os protocolos	45
Tabela 5 – Variabilidade da frequência cardíaca após os protocolos	49

LISTA DE ABREVIATURAS

- 1RM** - Teste de 1-repetição máxima;
- DC** - Débito cardíaco;
- DP** - Duplo-produto;
- TFI** - Treinamento de força isométrico;
- TF** - Treinamento de força;
- PA** - Pressão arterial;
- PAS** - Pressão arterial sistólica;
- PAD** - Pressão arterial diastólica;
- PAM** - Pressão arterial média;
- FC** - Frequência cardíaca;
- VE** - Volume de Ejeção;
- VFC** - Variabilidade da Frequência cardíaca;
- LF** - *Low Frequency*;
- HF** - *High Frequency*;
- LF/HF** - Relação LF/HF;
- RMSSD** - *Square root of the mean squared differences of successive NN intervals*;
- SDNN** - *Standard deviation of the NN interval*;
- PSE** - Percepção subjetiva de esforço;
- CVM** - Contração voluntária máxima;
- SNA** - Sistema nervoso autônomo;
- RVP** - Resistência Vascular Periférica;
- HAS** - Hipertensão arterial sistêmica;
- SNS** - Sistema nervoso simpático;
- SNP** - Sistema nervoso parassimpático;
- 4:2m:2m** - 4 séries x 2 minutos x 2 minutos;
- 16:30seg:24seg** - 16 séries x 30 segundos x 24 segundos;

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO.....	14
2- REFERENCIAL TEÓRICO	17
3- OBJETIVOS.....	27
3.1- OBJETIVO GERAL	27
3.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
4- METODOLOGIA.....	28
4.1- AMOSTRA	28
4.2- LOCAL	28
4.3- DELINEAMENTO DO ESTUDO	28
4.4- DESENHO EXPERIMENTAL.....	29
4.4.1- FAMILIARIZAÇÃO	29
4.4.2- TESTE DE CARGA MÁXIMA.....	30
4.4.3- PROTOCOLOS ISOMÉTRICOS	30
4.4.4- ANÁLISE HEMODINÂMICA E AUTONÔMICA	32
4.4.4.1- ANÁLISE HEMODINÂMICA	33
4.4.4.2- ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA	34
4.4.5- PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO.....	35
4.5- ANÁLISE ESTATÍSTICA	35
5- RESULTADOS	37
5.1-RESULTADOS DURANTE OS PROTOCOLOS.....	37
5.1.1 - Pressão arterial sistólica durante os protocolos:.....	37
5.1.2 - Pressão arterial diastólica durante os protocolos:	37
5.1.3- Pressão arterial média durante os protocolos:	37
5.1.4 - Frequência cardíaca durante os protocolos:	38
5.1.5 - Débito cardíaco durante os protocolos:	38
5.1.6 - Volume de ejeção durante os protocolos:.....	39
5.1.7 - Duplo-produto durante os protocolos:	40
5.1.8 - Percepção subjetiva de esforço durante os protocolos:	41
5.2- DADOS APÓS OS PROTOCOLOS EXPERIMENTAIS	41
5.2.1 - Pressão arterial sistólica após os protocolos:	41
5.2.2 - Pressão arterial diastólica após os protocolos:	42
5.2.3 - Pressão arterial média após os protocolos:	42
5.2.4 - Frequência cardíaca após os protocolos:	43
5.2.5 - Débito cardíaco após os protocolos:.....	44
5.2.6 - Volume de ejeção após os protocolos:	44
5.3- VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	46
5.3.1 - ÍNDICES DO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA	46
5.3.1.1- Low-frequency:	46
5.3.1.2 - High-frequency:	46
5.3.1.3 - RELAÇÃO LF/HF:	46
5.3.2 ÍNDICES DO DOMÍNIO DO TEMPO	47
5.3.2.1 - RMSSD:	47
5.3.2.2 – SDNN:	47
6- DISCUSSÃO.....	50
7- CONCLUSÃO.....	57

8- REFERÊNCIAS.....	58
9- APÊNDICE.....	63
10- ANEXO	79

1- INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF) dinâmico induz efeitos positivos no controle e/ou redução da pressão arterial (PA) e no controle do sistema nervoso autônomo (SNA) pós-exercício em sujeitos normotensos (PESCATELLO et al., 2004; WHELTON et al., 2018; VALE et. al., 2018), sendo também recomendado como uma estratégia não-farmacológica para o controle da hipertensão arterial sistêmica (HAS) (PESCATELLO et al., 2004; SBC, 2016). Nesse sentido, os potenciais mecanismos para redução da PA após o exercício físico, são mediados pela redução da resistência vascular periférica (RVP) e/ou no débito cardíaco (DC). A redução da RVP, é induzida pelo estresse de cisalhamento e liberação de substâncias vasodilatadoras, como por exemplo, o óxido nítrico (NO) (HALLIWILL et al., 2013; PESCATELLO et al., 2004). São observadas também mudanças no diâmetro dos vasos, vasodilatação nos vasos periféricos, redução na atividade sistema nervoso simpático (SNS) e maior participação do sistema nervoso parassimpático (SNP) e melhora no controle barorreflexo (PESCATELLO et al., 2004). Todas essas alterações contribuem para redução da PA de forma aguda, conhecido como efeito hipotensor pós-exercício (HALLIWILL et al., 2012; PESCATELLO et al., 2004; SBC, 2016).

Sabe-se também que durante a sessão de TF ocorre elevação nas variáveis hemodinâmicas (PAS, PAD e PAM), cardiovasculares (frequência cardíaca (FC), DC, duplo produto (DP) e RVP) e no SNS, com objetivo de manter as demandas fisiológicas (PESCATELLO et al., 2004; NERY et. al., 2010; MICHAEL; GRAHAM; DAVIS, 2017; VALE et. al., 2018). Contudo, a magnitude dessas alterações durante e após a sessão de exercício, sofrem influência da manipulação das variáveis de treinamento, como a intensidade ou percentual de carga (e.g.: baixa vs. alta) (NERY et. al., 2010; VALE et. al., 2018), do número de repetições (VALE et. al. 2018), número de séries (FIGUEIREDO et al., 2015), tempo de intervalo entre as séries (e.g.: curto, moderado e longo) (NERY et al., 2010; LAMOTTE et. al. 2010; SALLES et al., 2010; FIGUEIREDO et al., 2016), na velocidade de contração do movimento – cadência (LAMOTTE et. al. 2010), entre outros.

Recentemente, o Colégio Americano de Medicina do Esporte pronunciou-se através de uma revisão sistemática conduzida por Pescatello et al. (2019), onde analisaram todas as revisões sistemáticas e meta-análises de ensaios clínicos randomizados publicadas entre 2006 a 2018 (12 anos) que investigaram o efeito do

exercício físico na PA em normotenso, pré-hipertenso e hipertenso. Os resultados demonstraram que o TF, assim como o treinamento aeróbio pode ser realizado isoladamente ou combinado sendo eficaz para redução da PA em normotensos, pré-hipertensos e hipertensos. Entretanto, além do TF dinâmico ou tradicional, um corpo de evidências demonstram a eficácia do TF isométrico (TFI) como uma estratégia não-farmacológica para a redução crônica da PA, sendo uma estratégia suplementar de exercício físico de fácil aplicabilidade para pessoas com e sem limitação osteomuscular (TAYLOR et al., 2003; CORNELISSEN; SMART, 2013; CARLSON et al., 2014; INDER et al., 2015; BADROV et al., 2016; WILES; GOLDRING; COLEMAN, 2016; WILES et al., 2018; SMART et al., 2019).

Cornelissen e Smart (2013), em uma revisão sistemática com meta-análise, demonstraram o efeito do exercício aeróbio, TF dinâmico e do TFI na PA de repouso em pessoas de diferentes idades, normotensos e hipertensos. Foi observado que o TFI reduziu a PA de repouso em maior magnitude, quando comparado com o exercício aeróbio e o TF dinâmico. Adicionalmente, duas meta-análises que examinaram apenas os efeitos do TFI na PA de repouso, observaram reduções significativas na pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e pressão arterial média (PAM) aguda e cronicamente em sujeitos jovens (≥ 18 anos) e de meia idade (≥ 45 anos) normotensos e/ou hipertensos (CARLSON et al., 2014; INDER et al., 2015).

Taylor et al. (2003) após 10 semanas de TFI (4 séries de 2 minutos, 1 minuto de intervalo com 30% da contração voluntária máxima, CVM) com *handgrip*, em dezessete idosos hipertensos, observaram reduções nos valores de repouso na PAS (-19 mmHg), PAD (-7 mmHg) e PAM (-11 mmHg). Badrov et al. (2016) após submeterem 20 normotensos a 8 semanas de TFI (4 séries de 2 minutos com 4 minutos de intervalo a 30% da CVM) com *handgrip*, também observaram reduções significativas na PAS (mulheres: -6mmHg; homens: -9 mmHg), PAD (mulheres: -3 mmHg; homens: -2 mmHg) e na PAM (-4 mmHg em ambos gêneros), e sem diferença entre os sexos. Além dos estudos com TFI com o uso do *handgrip*, Wiles, Goldring e Coleman (2016) após 4 semanas de TFI com agachamento na parede, observaram reduções significativas nos valores de repouso na PAS (-4 mmHg), PAD (-3 mmHg) e PAM (-3 mmHg) em normotensos.

Apesar dos estudos acima demonstrarem redução da PA de repouso, todos usaram equipamentos (*handgrip* e goniômetro) de uso laboratorial que necessitam de algum conhecimento prévio. Além disso, nenhum dos estudos controlaram a relação esforço:pausa (*work-to-rest ratio*). A relação esforço:pausa é uma variável de treinamento aplicado ao TF que pode determinar diferentes respostas fisiológicas e influenciar em um menor ou maior estímulo ao treinamento (PAULO et al., 2012). Em um estudo recente, conduzido por Paulo et al. (2019), submeteram 20 jovens normotensos a quatro protocolos de TF dinâmico com objetivo de investigar a resposta hemodinâmica. Sendo, um protocolo não-equalizado com 3 séries de 15 repetições e 44 segundos de intervalo (3séries x 15reps:44s; relação esforço:pausa: 45:88s). Três protocolos equalizados tendo como referência o protocolo de 3 séries de 15 repetições por 88 segundos (3séries x 15reps:88s; relação esforço:pausa: 45:176s) e mais dois protocolos, onde foram: 9 séries de 5 repetições e 22 segundos de intervalo (9séries x 5reps:22s) e 45 séries de 1 repetição por 4 segundos de intervalo (45séries x 1reps:4s). Comparando os protocolos com configuração de 3 séries x 15reps:44s (não-equalizado; relação esforço:pausa de 45:88s) e 3 séries x 15reps:88s (equalizado – relação esforço:pausa de 45:176s), foi possível observar respostas similares para PAS e FC, apresentando que o aumento do intervalo de descanso não foi suficiente para reduzir a PAS e FC. Comparando os protocolos equalizados (45:176s), pode-se observar que o protocolo de 9 séries x 5 reps:22s induziu menores aumentos na PAS e PAD comparado com os outros protocolos (3séries x 15reps:88s > 45séries x 1reps:4s > 9séries x 5reps:22s). O protocolo com 45 séries x 1reps:4s induziu maiores aumentos na PAS e PAD comparado com 9 séries x 5reps:22s, podendo ser explicado pelo curto intervalo entre as séries e aumento do estresse metabólico.

Diante do exposto acima, vêm crescendo as evidências científicas a respeito do treinamento isométrico atuar na modificação positiva da pressão arterial no controle da PA (MILLAR, 2014). No entanto, ainda é necessário estabelecer como a manipulação das variáveis no TFI, como por exemplo, volume, intensidade, tempo de intervalo, equalizados na relação esforço:pausa (*work-to-rest ratio*) influenciam as respostas cardiovasculares. Sendo assim, é necessário avaliar a aplicação do TFI em aparelhos multiarticulares, com envolvimento de grande grupamento muscular, e equalizados na relação esforço:pausa (*work-to-rest ratio*) com diferentes tempos de tensão muscular e em diferentes configurações (exemplo: *cluster*) e analisar, a magnitude das respostas

hemodinâmicas durante e após protocolo, assim como no controle do sistema nervoso autonômico.

2- REFERENCIAL TEÓRICO

DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE PRESCRIÇÃO EQUALIZADOS NA RELAÇÃO ESFORÇO:PAUSA (WORK-TO-REST RATIO) SOBRE A RESPOSTA HEMODINÂMICA E AUTONÔMICA NO TREINAMENTO DE FORÇA: UMA BREVE REVISÃO (APÊNDICE C)

INTRODUÇÃO

O exercício físico induz modulação do sistema nervoso autônomo (SNA), redução no débito cardíaco e na resistência vascular periférica (RVP), podendo induzir reduções nos valores de pressão arterial (PA) após a sessão exercício (PESCATELLO et al., 2004; DUNCKER; BACHE, 2008; MICHAEL; GRAHAM; DAVIS, 2017). Nesse sentido, o treinamento de força (TF) é recomendado como tratamento não farmacológico para reduzir os valores de PA após sessão (PESCATELLO et al., 2004; PESCATELLO et al., 2019).

As respostas hemodinâmicas e autonômicas durante e após a sessão de TF, dependem da manipulação das variáveis de treinamento (seleção de exercício, número de séries, repetições, intervalo de descanso, volume total, intensidade e cadência de movimento) (RATAMESS et al., 2009). Desta forma, Nery et al. (2010) avaliaram diferentes intensidades (40% e 80% de 1RM), e demonstraram um aumento significativo na PA com 40% de 1-repetição máxima (1RM) em comparação com 80% de 1RM quando realizados até a falha muscular. Por outro lado, Vale et al. (2018) não observaram diferença significativa nos valores da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) em diferentes intensidades e volumes (6RM vs. 15RM). Entretanto, para cargas mais leves e volume maior (15RM), foi observado aumentos agudos significativos na atividade simpática cardíaca após a sessão, o que pode estar relacionado ao maior estresse cardiovascular. Juntamente com a intensidade, o volume de treinamento parece ser outra variável importante no TF. McCartney et al. (1999) demonstraram que altos volumes com séries até a falha muscular no TF, induzem níveis mais elevados de PA. Além disso, Lamotte et al. (2010) observaram valores mais baixos de PA em protocolos com intervalos de descanso mais longos (90s e 120s). Desta forma, a manipulação destas variáveis podem resultar em respostas hemodinâmicas e autonômicas distintas. Portanto,

é essencial entender melhor como a manipulação das variáveis do TF afetarão os diferentes sistemas fisiológicos, visando uma prescrição precisa de acordo com o objetivo do sujeito.

A relação esforço:pausa (E:P), é uma abordagem para analisar a relação entre esforço e descanso entre as séries, levando em conta a intensidade, volume e intervalo entre as séries. O esforço é caracterizado pelo número total de séries, repetições e carga (série (n) x repetições (n) x peso (kg)), e a pausa é o tempo total de intervalos durante o protocolo (número de intervalos x duração dos intervalos) (PAULO et al., 2012; PAULO et al., 2019).

Recentemente, Paulo et al. (2019) compararam o efeito de diferentes configurações de intervalos, séries e repetições em protocolos equalizados e não-equalizado na relação E:P sobre a resposta da PA. Os resultados demonstraram que protocolo com alta relação E:P, induziu maiores respostas cardiovasculares. Contudo, o intervalo de descanso mais longo (menor relação E:P) não promoveu reduções significativas na frequência cardíaca (FC) e na PAS. Diante do exposto acima, essa breve revisão de literatura, analisou a influência de diferentes configurações de prescrição com E:P equalizados, nas respostas hemodinâmicas e autonômicas durante e após uma sessão aguda de TF.

MATERIAIS E METODOS

Nesta revisão, foram incluídos estudos randomizados e não-randomizados; publicados no idioma inglês entre os anos de 2012 e 2019; participantes adultos (≥ 18 anos); com intervenção em TF, que descreveram a relação esforço:pausa (work-to-rest ratio). As bases de dados bibliográficas consultadas foram: Periódicos Portal Capes, PubMed, Medline, LILACS, biblioteca Cochrane, Scopus e Google Scholar. Para a busca, utilizou-se os seguintes descritores: “*work to rest ratio*” AND “*resistance training*” OR “*strength training*”, que em sua análise das variáveis dependentes incluíssem a pressão arterial (PA) e a variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Os critérios de exclusão adotados foram: estudos que não descreveram o controle da relação E:P (*work-to-rest ratio*) ou utilizaram o exercício aeróbio. Os títulos e resumos dos artigos encontrados foram avaliados individualmente por cinco revisores (REIS, C.B.F.; PEREIRA, P.T.V.T.; ABREU, L.P.; and MELLO, I. A.; and LEITE, T.G.) para avaliar sua elegibilidade para revisão. Para qualquer divergência de consenso entre os revisores, um sexto revisor avaliou (LEITE, R.D.).

RESULTADOS

Inicialmente, nossa pesquisa identificou 1.565 estudos com base no descritor "*work-to-rest ratio*". Após a revisão dos títulos e resumos, foram excluídos 1.514 estudos, que não detalhavam o controle da relação esforço:pausa (*work-to-rest ratio*) no TF ou analisaram o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT). Após a leitura completa de 51 artigos, 21 foram detectados como duplicatas, e 25 não detalharam a relação E:P ou não analisaram a PA e/ou a resposta do sistema nervoso autônomo (SNA). Sendo assim, cinco estudos permaneceram para a revisão de literatura (Figura 1; Tabela 1).

Figura 1: Fluxograma do processo de pesquisa.

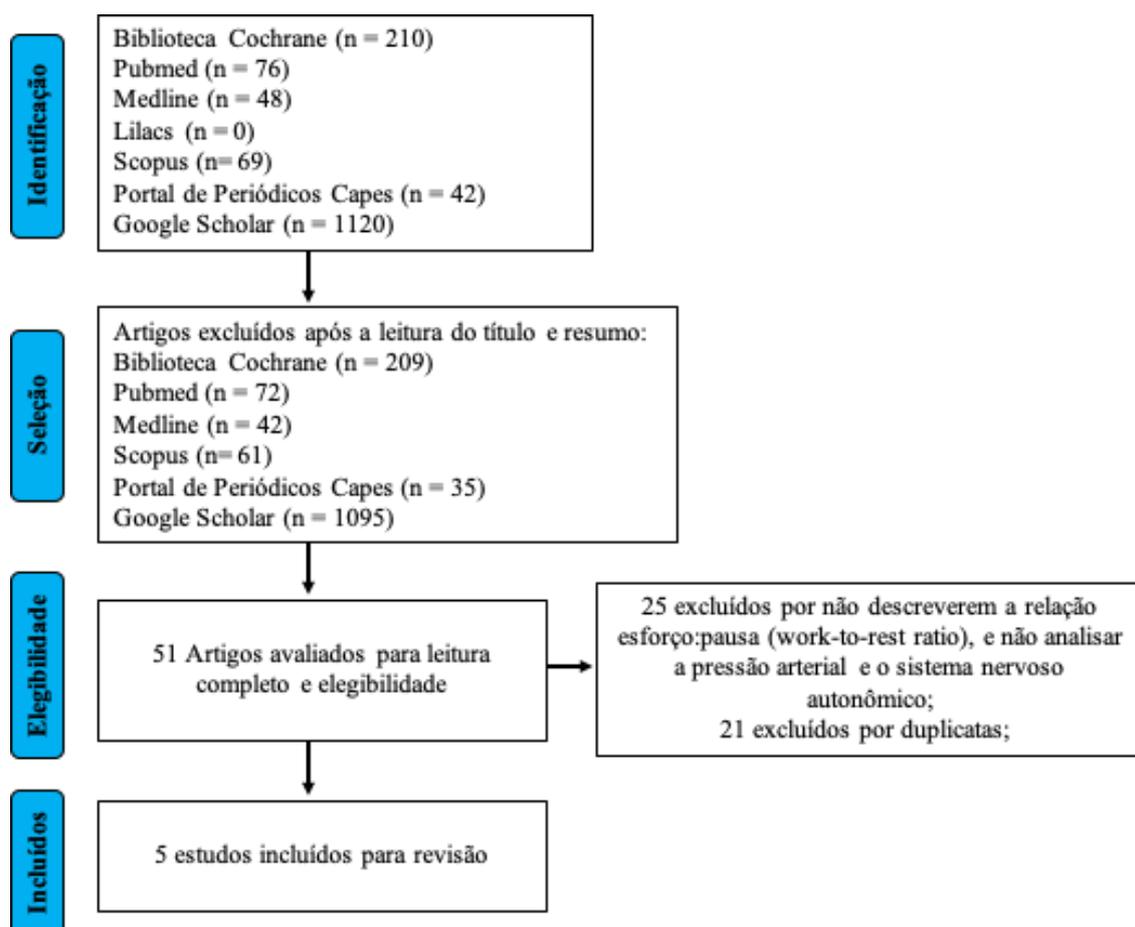


Tabela 1: Características dos estudos

Estudo e país	Participantes	Status de treinamento	Protocolo de treinamento resistido	Exercício	Avaliação hemodinâmica e autonômica
Paulo et al. 2019 (Brasil)	Mulher (n=10) 24,6±5 anos	Destreinado	Alta relação esforço:pausa (não equalizado - 45reps:88s) 3 séries x15 reps:44 segundos Carga: 20RM	Cadeira Extensora (Dinâmico)	Fotopletismografia de dedo Medidas: • Pré, durante (após cada série) e imediatamente após Variáveis: • PAS, PAD, FC e DP
			Baixa relação esforço:pausa (equalizado - 45reps:176s) 3 séries x 15 reps:88 segundos Carga: 20RM		
			Baixa relação esforço:pausa (equalizado - 45reps:176s) 9 séries x 5 reps:22 segundos Carga: 20RM		
Rio-Rodriguez et al. 2016 (Espanha)	homem (n=11) 21,0±2 anos	Fisicamente ativo	Baixa relação esforço:pausa (equalizado - 45reps:176s) 45 séries x 1 reps:4 segundos Carga: 20RM	Cadeira Extensora (Isométrico)	Fotopletismografia de dedo Medidas: • Pré, durante (contínuo) e imediatamente após Variáveis:
			Treinamento tradicional configuração (TT) 4 séries de 80% TTF duração:180segundos / Carga: 50% CVM. Intra set rest configuração (IST)		

Mayo et al. 2016 (Espanha)	Mulher (n=13) 23±3 anos	Experiência em TF (pelo menos 6 meses)	16 série de 20% TTF duração:36segudos / carga: 50% CVM.	Supino e Agachamento (dinâmico)	<ul style="list-style-type: none"> PAS, PAD, PAM, FC e DP VFC (Média R-R; LF; HF e LF/HF)
Mayo et al. 2015 (Espanha)	Mulher (n=5)/ Homem (n=12) 23±3 anos	Experiência em TF (pelo menos 6 meses)	<p>Treinamento tradicional configuração (TT): 5 séries x até a falha: 720 segundos / carga: 10RM.</p> <p>Inter-repetition rest (CT): Mesmo número de repetições (sessão de falha)/ 720 segundos distribuídos entre cada repetição.</p> <p>- 5 séries x 8 reps/intervalo: 3 minutos/ carga: 10RM (40 reps:720s)</p> <p>- 10 séries x 4 reps/ Intervalo: 80 segundos/ carga: 10RM (40 reps:720s)</p> <p>- 40 séries x 1rep/intervalo: 18,5 segundos/ carga: 10RM (40 reps:720s)</p>	Leg Press 45° (dinâmico)	<p>Monitor Cardíaco Portátil (RS 800 CX polar®) e dispositivo oscilométrico (Omron® MIT elite plus) Medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Basal e Após (até 40 minutos) <p>Variáveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> PAS e PAD VFC (HF; HF/intervalo R-R) <p>Fotopletismografia de dedo Medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Basal e Após (até 40 minutos) <p>Variáveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> PAS, PAD e PAM VFC (RMSSD; Ln HF; Ln LF; Ln LF/HF; LF(nu))

Iglesias-Soler et al. 2014 (Espanha)	Homem (n=10) 23±4 anos	Lutador experiente em judô (pelo menos 18 meses de experiência em RF)	<p>Treinamento tradicional configuração (TT): 3 séries x reps até a falha/ Intervalo: 360 segundos/ carga: 4RM.</p> <p>Cluster training (CT): Mesmo número de repetições (Treinamento tradicional)/ 360 segundos distribuído entre cada repetição / carga: 4RM</p>	Agachamento (dinâmico)	<p>Esfigmomanômetro e estetoscópio / Monitor Cardíaco (Suunto ltd.)</p> <p>Medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basal, durante e Após <p>Variáveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • PAS, FC e DP • VFC (SDNN; RMSSD; Ln LF; HF; Ln LF/HF; LF (nu); HF(nu)).
--------------------------------------	---------------------------	---	--	------------------------	---

Reps: repetições; TTF: tempo de tensão até a falha; CVM: contração voluntária máxima em isométrica; RM: repetição(ões) máxima(s); TF: treinamento de força; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; PAM: pressão arterial média; FC: frequência cardíaca; DP: duplo produto; VFC: variabilidade da frequência cardíaca; LF: *low-frequency* (baixa frequência); HF: *high-frequency* (alta frequência); LF/HF: relação de LF/HF; RMSSD: Quadrado médio da raiz das sucessivas diferenças no intervalo RR; Ln LF: Logaritmo natural LF; Ln HF: Logaritmo natural HF; Ln LF/HF: Logaritmo natural LF/HF; SDNN: Desvio padrão dos intervalos RR.

Paulo et al. (2019), compararam protocolos não-equalizados ($ALTA_{E:P} = 45\text{reps}:88\text{s}$) e equalizado ($BAIXA_{E:P} = 45\text{reps}:176\text{s}$), e observaram que o protocolo $ALTO_{E:P} 3X15:44\text{s}$ e $BAIXA_{E:P} 3X15:88\text{s}$ induziram aumentos similares na PAS e FC. Analisando os protocolos equalizados, foi possível observar que o protocolo com $BAIXA_{E:P} 9X5:22\text{s}$ induziu menores aumentos na PAS e PAD em comparação com os protocolos $BAIXA_{E:P} 3X15:88\text{s}$ e $BAIXA_{E:P} 45X1:4\text{s}$. Já o protocolo $BAIXA_{E:P} 45X1:4\text{s}$, induziu maiores aumentos na PAS e PAD em comparação com o protocolo $BAIXA_{E:P} 9X5:22\text{s}$.

Rio-Rodriguez et al. (2016), observaram aumentos significativos na FC e no duplo-produto (DP) durante execução na cadeira extensora. Ambos os protocolos, de configuração tradicional (TT) (Pré: 66 ± 13 bpm; Durante: 108 ± 14 bpm) e a configuração *intra set rest* (IST) (Pré: 66 ± 14 bpm; Durante: 88 ± 15 bpm), induziram aumentos na FC média em comparação aos valores de repouso. Por outro lado, após o protocolo TT (Pré: 66 ± 13 ; Após: 75 ± 12 bpm), a FC média não retornou ao valor de repouso. Os valores de DP aumentaram significativamente durante o exercício na cadeira extensora em comparação com o repouso nos protocolos TT (Pré: $5,928\pm 1,233$ mmHg.bpm; Durante: $12,425\pm 1,841$ mmHg.bpm) e IST (Pré: $5,629\pm 1,411$ mmHg.bpm; Durante: $9,007\pm 1,739$ mmHg.bpm). No protocolo TT, foi observado valores significativamente mais elevados no DP em comparação com o protocolo IST. Contudo, em ambos protocolos, houve um aumento nos valores de PAS, PAD e PAM em comparação com os valores de repouso, mas não houve diferença estatística.

O índice $HF(\text{ms}^2)$, reduziu significativamente no protocolo TT (Pré: $6,62\pm 1,13$; Após: $5,87\pm 0,95$), permanecendo reduzido após exercício em comparação com o protocolo IST (Pré: $6,48\pm 1,11$; Após: $6,79\pm 1,21$). Para o índice $LF(\text{ms}^2)$, não houve diferença estatística entre os protocolos TT (Pré: $7,06\pm 0,90$; Após: $6,80\pm 0,71$) e IST (Pré: $6,91\pm 0,64$; Após: $7,28\pm 0,89$).

Mayo et al. (2016), compararam diferentes tipos de exercícios (agachamento e supino), observaram reduções nos valores de LnHF para o exercício agachamento em comparação com os valores Pré e o exercício supino. Além disso, foi observado que protocolos até a Falha muscular, induziram reduções significativas no índice LnHF em comparação com o Pré e o Controle. Já no protocolo *Inter-repetition rest*, foi observado reduções significativas em LnHF no exercício agachamento em comparação com supino. Os protocolos com configuração até a Falha e *Inter-repetition rest* induziram reduções no índice LnHF no exercício agachamento em comparação com o Controle. Para o supino,

foram observados reduções no LnHF no protocolo até a Falha em comparação com os protocolos *Inter-repetition rest* e Controle. Além disso, os valores de PAS e PAD diminuíram significativamente no protocolo até a Falha em comparação com o Controle em até 40 minutos.

Mayo et al. (2015), demonstraram que os valores de LnRMSSD, permaneceram reduzidos significativamente em comparação ao Pré em até 40 minutos (Pré: $4,18 \pm 0,37$ vs. Após: $3,79 \pm 0,55$) e ao Controle (Após - Controle: $4,16 \pm 0,5$ vs. 5x8:720s: $3,79 \pm 0,55$), para o protocolo 5x8:720s. Além disso, o protocolo 10x4:720s induziu uma redução significativa em até 25 a 30 minutos em comparação com o Pré (Pré: $4,1 \pm 0,53$ vs. Após: $3,77 \pm 0,54$) e o Controle (10x4:720s: $3,77 \pm 0,54$ vs. Controle: $4,14 \pm 0,47$). Em adição, o protocolo de 10x4:720s, induziu redução significativa pós-exercício em até 25 a 30 minutos no LnRMSSD em comparação com o protocolo 40x1:720s (Protocolo 10x4:720s: $3,77 \pm 0,54$ vs. protocolo 40x1:720s: $3,96 \pm 0,52$).

Foi observado uma redução significativa pós-exercício na variável LnHF em comparação com os valores de repouso nos protocolos 5x8:720s (Pré: $7,11 \pm 0,73$; 30-35min: $6,19 \pm 1,06$) e 10x4:720s (Pré: $6,96 \pm 1,08$; 30-35min: $6,3 \pm 1,06$). Para o protocolo 5x8:720s, foi observado reduções significativa após exercício em comparação com o Controle em até 30 a 35 minutos (5x8:720s: $6,19 \pm 1,06$; Controle: $6,99 \pm 1,1$). Também foram observados valores mais baixos para o protocolo 10x4:720s em comparação com o Controle em até 25 a 30 minutos (10x4:720s: $6,21 \pm 1,14$; Controle: $6,98 \pm 0,96$) e ao valor Pré exercício ($6,96 \pm 1,08$), permanecendo até 30 a 35 minutos ($6,3 \pm 1,06$).

O protocolo 10x4:720s induziu valores menores em comparação com o Controle em até 20 a 25 minutos (10x4:720s: $6,77 \pm 0,92$; Controle: $7,51 \pm 0,82$) e ao protocolo 40x1:720s até 25 a 30 minutos (10x4:720s: $6,75 \pm 1,03$; 40x1:720s: $7,27 \pm 0,82$) para o índice LnHF. Para relação Ln LF/HF e o índice LF (nu), não foi observada diferença significativa. Não foi evidenciado efeito hipotensor em até 40 minutos nas variáveis PAS, PAD e PAM nos protocolos.

Iglesias-Soler et al. (2014), demonstraram um aumento significativo da PAS, FC e no DP durante 2ª e 3ª série, apresentando valores mais elevados no protocolo de treinamento tradicional (TT) quando comparado ao protocolo *cluster training* (CT). Os protocolos TT e TC, induziram reduções nos índices LnSDNN, LnRMSSD, LnLF e HF (ms²) pós-exercício, demonstrando uma demora na recuperação cardiovagal. Foi observado correlação positiva entre o índice SDNN e a PAS no protocolo TT ($r = 0,803$; $p = 0,009$).

DISCUSSÃO

Os estudos incluídos nesta breve revisão, demonstraram a importância na manipulação da relação esforço:pausa (*work-to-rest ratio*) nas variáveis hemodinâmicas e autonômicas de forma aguda. Durante uma sessão aguda de TF, diferentes configurações de prescrição (volume, intensidade, intervalo e velocidade de contração) equalizados na razão E:P, podem influenciar nos comportamentos hemodinâmicos e autonômicos de formas distintas.

Iglesias-Soler et al. (2014) compararam o efeito de dois protocolos equalizados na relação esforço:pausa, e demonstraram que o protocolo com configuração tradicional induziu aumentos significativos na PAS, FC e no DP em comparação com o protocolo em *cluster*. Baseado nos resultados, o protocolo em *cluster* parece ser uma estratégia de prescrição mais segura e apropriada para pessoas que buscam menor estresse cardiovascular. Paulo et al. (2019), também observaram que os protocolos com longo tempo sob tensão (3x15: 88s e 3x15: 44s), induzem aumentos significativos na PAS, PAD, FC e no DP. Río-Rodríguez; Iglesias-Soler; Olmo (2016), observaram comportamentos hemodinâmicos (PAS, PAD e PAM) similares durante os protocolos equalizados na relação E:P em isometria na cadeira extensora.

O aumento na PAS durante um longo período de contração muscular, está relacionado à vasoconstrição que induz uma redução na biodisponibilidade do oxigênio (O₂), causando hipóxia e isquemia local, aumentando assim o estresse metabólico (LEWIS et al., 1985). À medida que a concentração dos metabólitos locais aumentam, os órgãos sensoriais (quimiorreceptores, mecanorreceptores) localizados no músculo, induzirão um ajuste por via aferente para o SNA, aumentando a atividade simpática periférica e reduzindo a atividade parassimpática (vagal) durante o exercício (LEWIS et al., 1985). Nesse sentido, dois estudos apresentaram que protocolos com um longo tempo sob contração muscular, induzem à retirada vagal e aumento da PA de forma significativa (IGLESIAS-SOLER et al., 2014; RÍO-RODRÍGUEZ; IGLESIAS-SOLER; OLMO, 2016).

Mayo et al. (2016) submeteram 13 sujeitos normotensos com experiência em TF (por pelo menos 6 meses) a dois protocolos com diferentes configurações de prescrição [5 séries x até a Falha muscular / 720 segundos - ; e protocolo *Inter-repetition rest* (que tinha como base o mesmo número de repetições da sessão até a Falha) / 720 segundos (distribuídos entre cada repetição); com carga de 10-RM] nos exercícios de agachamento e supino. Os autores observaram que o exercício agachamento induziu uma redução

significativa no controle cardiovagal em comparação aos valores pré-exercício e ao exercício supino. Essa resposta pode estar relacionada à quantidade de massa muscular envolvida, via glicolítica e concentração de lactato produzido. Além disso, alta concentração de lactato pode afetar negativamente na recuperação do SNA (MAYO et al., 2016).

Para as variáveis hemodinâmicas, os resultados dos estudos não demonstraram resposta hipotensora. Contudo, os protocolos até a falha muscular induziram valores significativamente menores na PAS e PAD. Fisiologicamente, esse comportamento pode ser explicado pelo longo tempo sob tensão, resultando em um aumento superior nos metabólitos e no óxido nítrico (NO), o que pode induzir uma maior vasodilatação pós-exercício, contribuindo para uma maior resposta hipotensora (MAYO et al., 2016).

Em outro estudo, Mayo et al. (2015) submeteram 17 jovens adultos com experiência em TF em diferentes protocolos (5x8:720s; 10x4:720s; 40x1:720s) equalizados na relação E:P (40rep:720seg) no exercício *Leg Press* 45°. O protocolo 5x8:720s induziu uma retirada vagal significativa em comparação com outros protocolos após exercício devido à maior participação do metabolismo glicolítico, corroborando com o estudo anterior (MAYO et al., 2016). Nenhum efeito hipotensor foi observado nos protocolos. No entanto, notou-se na presente revisão, independentemente da relação E:P equalizados ou não entre os protocolos, a configuração de prescrição no TF é um fator determinante para as respostas hemodinâmicas e autonômicas.

CONCLUSÃO

Protocolos com configurações com maior tempo sob tensão e relação E:P (*work-to-rest ratio*) equalizado, aparentam induzir maiores respostas hemodinâmicas e retirada cardiovagal durante e após exercício. Desta forma, inserir um descanso curto entre as repetições, pode ser interessante para promover um menor estresse cardiovascular.

3- OBJETIVOS

3.1- OBJETIVO GERAL

Investigar os efeitos agudos de dois protocolos de treinamento de força isométrico (TFI) equalizado na relação esforço:pausa (*work-to-rest ratio*) nas respostas hemodinâmicas e autonômicas em mulheres jovens normotensas.

3.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a resposta da pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), pressão arterial média (PAM), frequência cardíaca (FC), débito cardíaco (DC) e volume de ejeção (VE) em repouso, durante e após dois protocolos de TFI no *Leg Press* em mulheres jovens normotensas.
- Analisar a resposta do duplo-produto (DP) e da percepção subjetiva de esforço (PSE) durante dois protocolos de TFI em mulheres jovens normotensas.
- Analisar a resposta da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em repouso e após dois protocolos de TFI em mulheres jovens normotensas.

4- METODOLOGIA

4.1- AMOSTRA

Inicialmente a amostra foi composta por 15 voluntárias, sendo quatro (4) excluídas ao longo do experimento (três voluntárias não conseguiram concluir a 3ª série do protocolo em isometria até o final do protocolo A [4 séries x 2 minutos de isometria x 2 minutos entre as série], e uma (1) voluntária estava fazendo uso de Roacutan® (isotretinoína), e apresentou critérios durante o exercício para interrupção do esforço físico (MENEGHELO et al., 2010). Sendo assim, 11 mulheres normotensas compuseram o estudo (idade: 25 ± 3 anos, estatura: $1,63 \pm 0,07$ m, massa corporal: $60,7 \pm 6,0$ kg, índice de massa corporal (IMC): $22,7 \pm 1,3$ kg/m², PAS repouso: 112 ± 10 mmHg, PAD repouso: 71 ± 5 mmHg, FC repouso: 73 ± 11 bpm, 1RM: 249 ± 62 kg; 30% de 1RM: 75 ± 19 kg), classificadas como fisicamente ativas, por meio do *International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) – Short Form* e não possuíam lesões osteomusculares que as impedissem na realização dos protocolos. Foram orientadas a não praticar exercício físico regular durante o período experimental e informadas sobre os objetivos, procedimentos, benefícios e possíveis riscos da participação. Após o consentimento em participar, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A). Os procedimentos envolvidos no estudo ocorreram em conformidade com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, aprovado pelo comitê de ética de Pesquisa em Humanos da Universidade Federal do Espírito Santo (CAAE: n. 90076218.0.0000.5542/2018) (Anexo A).

4.2- LOCAL

As coletas foram realizadas no Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFEX), localizado no Núcleo de Pesquisa e Extensão em Ciências do Movimento Corporal (NUPEM), no Centro de Educação Física e Desportos (CEFD) da Universidade Federal do Espírito Santo, no bairro Goiabeiras em Vitória - ES. A temperatura ambiente foi controlada (entre 21 a 22°C).

4.3- DELINEAMENTO DO ESTUDO

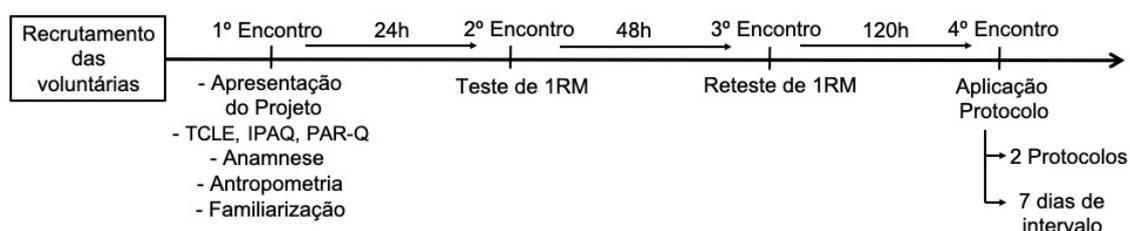
Após seleção da amostra, ocorreu a primeira visita ao laboratório, onde houve uma explicação detalhada sobre a relevância da pesquisa, benefícios e os possíveis riscos. Após consentimento, as voluntárias assinaram o TCLE (Apêndice A) para participação na pesquisa e logo em seguida, responderam uma Anamnese (Apêndice B), PAR-Q (Anexo B) e o IPAQ – versão curta (Anexo C). Posteriormente, foi aplicada uma

avaliação antropométrica da massa corporal e estatura em uma balança com estadiômetro acoplado (Welmy[®], São Paulo, Brasil), com as avaliadas descalças, e utilizando roupas leves. A pressão arterial basal foi mensurada com aparelho oscilométrico automático (OMROM HEM7200) (SBC, 2016). Em seguida as participantes foram familiarizadas para execução do exercício, no aparelho *Leg Press* (Flex Fitness Equipment[®] - Modelo Capri, São Paulo, Brasil). Todos esses procedimentos ocorreram em uma mesma visita.

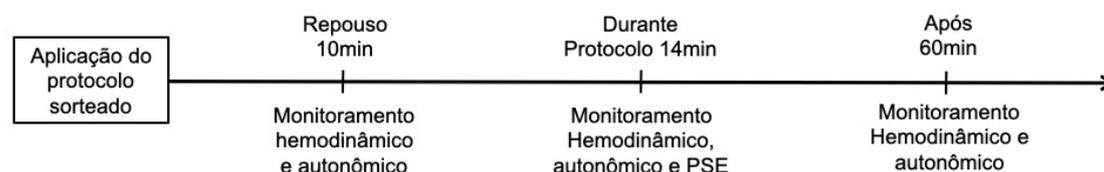
Após 24 horas do primeiro encontro, foi aplicado o teste de 1-repetição máxima (1RM) no *Leg Press*. O reteste foi executado após 48 horas. Após cinco dias do reteste, as participantes retornaram ao laboratório para aplicação dos protocolos experimentais. O intervalo entre as sessões de treinamento isométrico foram de sete dias. A determinação do protocolo foi realizada de forma aleatória cega, através de sorteio. No dia da sessão de treinamento, foi mensurada de forma contínua a pressão arterial e a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) antes, durante e 60 minutos após sessão (Figura 2). Durante o protocolo, aplicou-se a escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) ao final de cada série. As participantes foram orientadas a não praticarem exercício físico regular durante o período experimental.

Figura 2: Desenho experimental do protocolo do estudo

DESENHO EXPERIMENTAL:



SESSÃO:



Legenda: TCLE: termo de consentimento livre e esclarecido; IPAQ: questionário internacional de atividade física; PAR-Q: questionário de prontidão para atividade física ; Teste de 1-Repetição máxima; PSE: percepção subjetiva de esforço; 24h: 24 horas; 48h: 48 horas; 120h: 120 horas; 10min: 10 minutos; 14min: 14 minutos; 60min: 60 minutos.

4.4- DESENHO EXPERIMENTAL

4.4.1- FAMILIARIZAÇÃO

Para a familiarização no aparelho *Leg Press*, as participantes foram orientadas a respeito da correta posição e a forma de execução do exercício. Com carga apenas da

plataforma do equipamento (23,6kg), foi realizada uma série de 10 repetições de forma dinâmica e logo após um minuto de descanso, foram executadas mais duas séries de 30 segundos em isometria com angulação de 90° da articulação do joelho. Nesse mesmo período, antes de iniciar a familiarização, apresentou-se a escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) de OMNI-RES (LAGALLY; ROBERTSON, 2006), explicando que a escala seria aplicada ao final de cada série, utilizando a seguinte pergunta: “Como você percebeu o seu esforço durante o exercício?”.

4.4.2- TESTE DE CARGA MÁXIMA

A determinação da carga máxima foi realizada através do teste de 1-repetição máxima (1RM) proposto por Baechle e Earle (2000). Como procedimento de aquecimento, as participantes foram orientadas a realizarem duas séries no aparelho *Leg Press*. Na 1ª série de aquecimento foram realizadas 10 repetições e na 2ª série 5 repetições, com 1 minuto de intervalo entre as séries. A carga inicial foi 40 quilos totais para o aquecimento e caso necessário a carga era aumentada entre 10 a 20%. A progressão da carga respeitou a qualidade de movimento, do *feedback* das voluntárias sobre a condição de realizar uma ou mais repetições com a carga imposta, PSE de OMNI-RES abaixo de 5, com progressão feita com 20%. Se a PSE de OMNI-RES fosse acima de 6, maior esforço na execução do movimento e pelo *feedback* de quantas repetições mais conseguiria fazer, a progressão era de 10%.

Dois minutos após o aquecimento foi iniciado o teste para determinação da carga máxima (1RM) no aparelho *Leg press*. Para o teste de 1RM, as participantes foram instruídas a executar apenas uma repetição, não podendo ser feita uma segunda repetição e/ou execução inapropriada. O teste consistiu em até cinco tentativas, com cinco minutos de intervalo entre elas. A maior carga (kg) que as participantes eram capazes de realizar uma repetição no aparelho *leg press* com a execução da técnica de movimento correta era registrada como o valor de 1RM. O reteste de 1RM foi aplicado 48 horas após, com objetivo de confirmar a reprodutibilidade do teste e para análise de coeficiente de correlação intra-classe (ICC = 0,80; excelente).

4.4.3- PROTOCOLOS ISOMÉTRICOS

As sessões experimentais dos protocolos isométricos foram feitas cinco dias após o teste de 1RM, cuja ordem foi estabelecida por sorteio, com o intervalo de sete dias entre cada protocolo. As sessões aconteceram no mesmo período e horário do dia. Foram

executados dois protocolos de TFI equalizados na relação esforço:pausa (*work-to-rest ratio*).

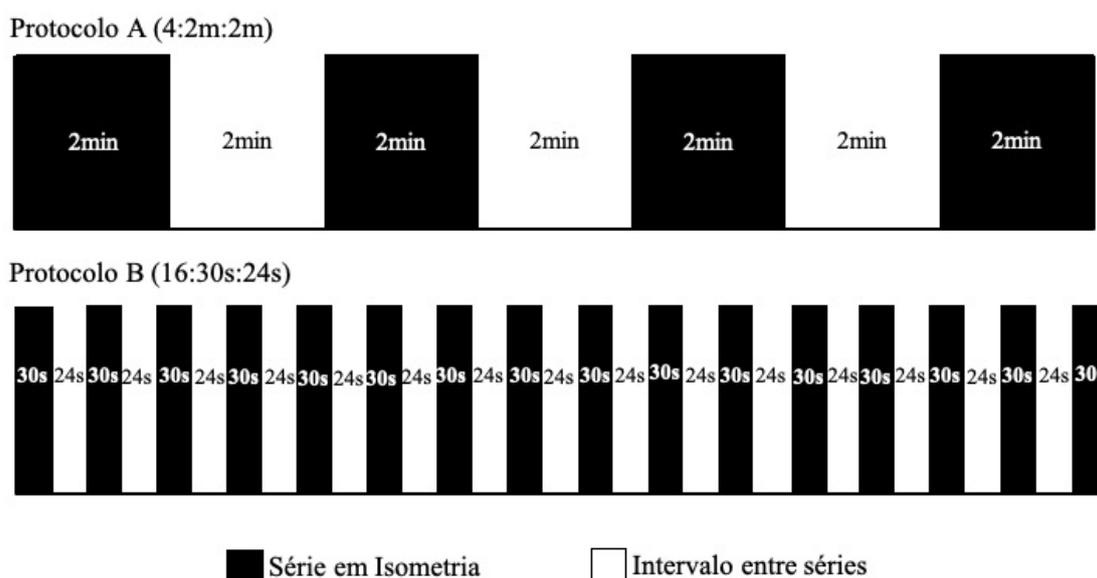
O protocolo A foi composto de quatro séries de dois minutos de isometria com carga correspondente a 30% de 1RM e intervalo de descanso de dois minutos entre as séries. No protocolo B, foram realizadas 16 séries de 30 segundos de isometria, intervalo de 24 segundos entre as séries com carga correspondente a 30% de 1RM. O cálculo da relação esforço:pausa (*work-to-rest ratio*) para equalização dos protocolos teve como parâmetro: I) tempo total de tensão muscular:total de pausas; II) total de peso sustentado:total de pausas (Tabela 2; Figura 3) (PAULO et al., 2012).

Antes de iniciar o experimento, foi medido o ângulo da articulação do joelho, usando um goniômetro clínico (Carci®, São Paulo, Brasil), onde foi estabelecido em 90° de flexão do joelho e demarcado o local onde a participante deveria manter a plataforma do aparelho e assim se manter em isometria durante o protocolo. Além disso, as participantes foram orientadas a manter o padrão normal de respiração durante os protocolos, evitando a manobra de Valsalva.

Tabela 2: Cálculo da relação esforço:pausa dos protocolos de TF isométrico.

Sessão Experimental	Protocolo de TF	Relação esforço:pausa	
		I- Tempo total de tensão muscular : total de pausas	II- total de peso sustentado : total de pausas
A	4x2m:2m (30% de 1RM)	I - 480s:360s = 1,33s	II- 480s*0,3:360s = 0,4 peso:s
B	16x30s:24s (30% de 1RM)	I - 480s:360s = 1,33s	II- 480s*0,3:360s = 0,4 peso:s

Modelo dos protocolos isométricos equalizados na relação esforço:pausa. 4x2m:2m (30% de 1RM), 4 séries de 2 minutos de isometria com intervalo de 2 minutos entre as séries a 30% de 1RM e 16x30s:24s (30% de 1RM) significa, 16 séries de 30 segundos de isometria com 24 segundos de intervalo entre as séries a 30% de 1-RM. s = segundos; 1RM= carga máxima levantada em 1 repetição. * = multiplicação.

Figura 3: Organização estrutural dos protocolos.

Legenda: 4x2m:2m: 4 séries de 2 minutos de isometria com intervalo de 2 minutos entre as séries; 16x30s:24s: 16 séries de 30 segundos de isometria com 24 segundos de intervalo entre as séries; 2min: dois minutos; 30s: trinta segundos; 24s: vinte e quatro segundos.

4.4.4- ANÁLISE HEMODINÂMICA E AUTÔNOMICA

As variáveis hemodinâmicas e autonômicas, foram coletadas de forma não invasiva por fotopletiografia infravermelha digital (Finometer[®], Finapres Medical System, BV Holanda), e com um eletrocardiograma bipolar de três derivações. Após a chegada ao laboratório, as participantes permaneceram sentadas no *Leg Press*, com um manguito braquial e um no dedo médio da mão não dominante (*cuff*). Os eletrodos foram colocados de acordo com as recomendações do fabricante (Finapres Medical System, BV Holanda), onde: o eletrodo terra foi posicionado do lado direito da voluntária, próximo ao esterno, o eletrodo positivo no lado esquerdo do tórax na posição em nível do quinto espaço intercostal e um segundo eletrodo positivo foi colocado sobre o lado direito do tórax, abaixo do mamilo na posição V5 (Figura 4).

As variáveis hemodinâmicas e autonômicas foram medidas de forma contínua nos momentos basal, durante e até 60 minutos após o exercício. Após calibração do Finometer[®], iniciaram-se as medidas de repouso durante 10 minutos com a participante sentada no *Leg Press* (Figura 4). Logo em seguida, antes de iniciar o protocolo, houve uma explicação detalhada do protocolo (A ou B) que foi sorteado para aquela sessão e os procedimentos que seriam realizados (coletas entre as séries da PSE). Após esses procedimentos, as variáveis cardiovasculares foram monitoradas durante o protocolo, que teve duração de 14 minutos, e após 60 minutos. Com auxílio do *software* BeatScope[®]

(Ontario, Canadá) as variáveis hemodinâmicas e autonômicas foram obtidas durante todo o experimento, e logo em seguida analisadas no Excel[®], como sugerido pelo manual do fabricante.

Figura 4: Aplicação do finômetro e dos eletrodos.



Legenda: (A) posição dos braços com finômetro durante coleta, (B) posição dos três eletrodos, (C) cuff do finômetro na falange medial e (D) Posição em isometria durante protocolo.

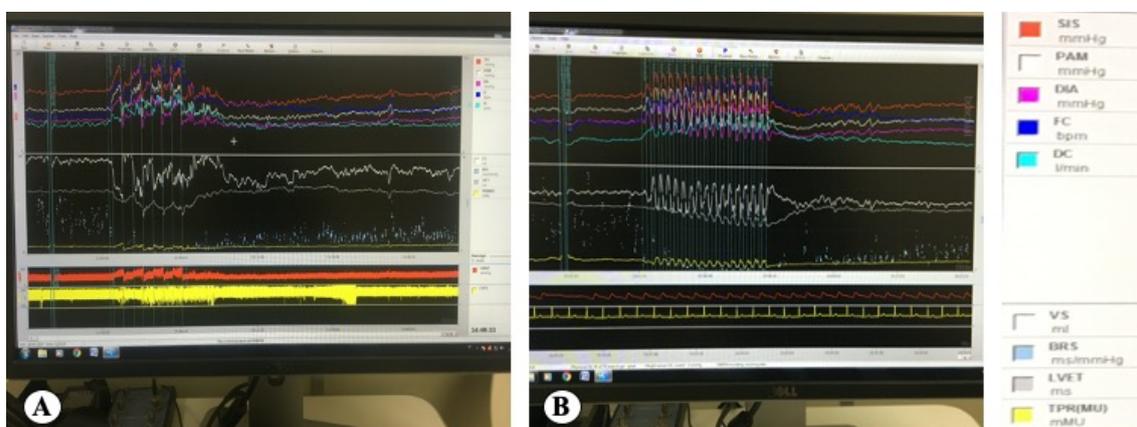
4.4.4.1- ANÁLISE HEMODINÂMICA

Os dados da pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), pressão arterial média (PAM), frequência cardíaca (FC), débito cardíaco (DC) e volume de ejeção (VE), foram extraídos do *software* BeatScope[®] e analisados no Excel[®] (Finapres Medical System, BV Holanda). Durante as sessões experimentais foi marcado no *software* BeatScope[®] o início e término de cada período, sendo eles: repouso (10 minutos), protocolo (14 minutos) demarcação feita no início e fim de cada série e repouso, e pós experimento (60 minutos) (Figura 5). Para análise dos dados, o documento exportado em formato *txt*. foi aberto no *software* Excel[®] e analisado em cada período que foi demarcado no *software* BeatScope[®] (início e fim do repouso, de cada série e da recuperação após exercício), através das médias dos dados para cada variável dependente

(PAS, PAD, PAM, FC, DC e VE). Os períodos de calibração e de explicação prévia do protocolo foram excluídos da análise.

Para o cálculo do duplo-produto (DP), foram utilizados os dados de FC (bpm) multiplicado pela PAS (mmHg), com objetivo de estimar o esforço e demanda energética do miocárdio ($DP = FC \times PAS$).

Figura 5: Análise gerada pelo *software* BeatScope®



Legenda: (A) medida durante protocolo A (4x2m:2m) no *software* BeatScope®, (B) medida durante protocolo B (16x30segx24seg) no *software* BeatScope®

4.4.4.2- ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

Os dados do intervalo de pulso [*Pulse Interval (ms)*] foram extraídos e salvos em *txt*. e analisados no *software* Kubios HRV Standard 3.3.0®. No Kubios HRV® foi feita a análise dos índices obtidos através da VFC por meio do método linear de análise do domínio do tempo e domínio da frequência, respeitando a filtragem dos artefatos em até 5%. Foram coletados 10 minutos no repouso e 60 minutos pós-exercício. Para análise do repouso, o primeiro minuto e os dois últimos minutos antes do exercício foram excluídos, restando um período de sete minutos para análise. O primeiro minuto foi retirado para garantir a estabilização do sinal, e os dois últimos minutos do repouso para evitar a influência do efeito antecipatório para o exercício. Para recuperação pós-exercício, o tempo foi dividido em seis tempos de 10 minutos para análise.

Os modelos lineares do domínio do tempo, que assim são denominados por se expressar através de medidas de tempo em milissegundos (ms), representando medidas através de cada batimento sinusal (intervalos RR). Para essa pesquisa, foram analisados os índices SDNN (*standard deviation of the NN interval*), desvio padrão de todos os intervalos R-R normais, que representa a atividade do SNS/SNP; e o índice RMSSD

(*square root of the mean squared differences of successive NN intervals*), raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, que reflete a atividade parassimpática ou vagal (TASK FORCE, 1996; AUBERT et al., 2003; VANDERLEI et al., 2009).

No domínio da frequência, os parâmetros foram analisados pelo índice LF (*low frequency*, possui variação de 0,04 a 0,15 Hz), componente de baixa frequência que fornece informações sobre o SNS. Também foram obtidos os índices HF (*high frequency*, possui variação de 0,15 a 0,4 Hz), componente de alta frequência que representa a atividade do SNP ou nervo vago no coração. Além desses, foi obtida a relação LF/HF, que representa o balanço simpato-vagal, responsável por demonstrar as alterações entre os índices LF e HF. A análise espectral foi calculada usando o algoritmo da Transformada Rápida de *Fourier*, em unidade normalizada (nu) (TASK FORCE, 1996; AUBERT et al., 2003; VANDERLEI et al., 2009).

4.4.5- PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

A percepção subjetiva de esforço (PSE) foi coletada através da escala de OMNI-RES (Figura 6) ao final de cada série, utilizando a seguinte pergunta: “Como você percebeu o seu esforço durante o exercício?”. A partir desta pergunta, a voluntária mencionava como o esforço foi percebido (LAGALLY; ROBERTSON, 2006). Os valores para cada série foram anotados e analisados.

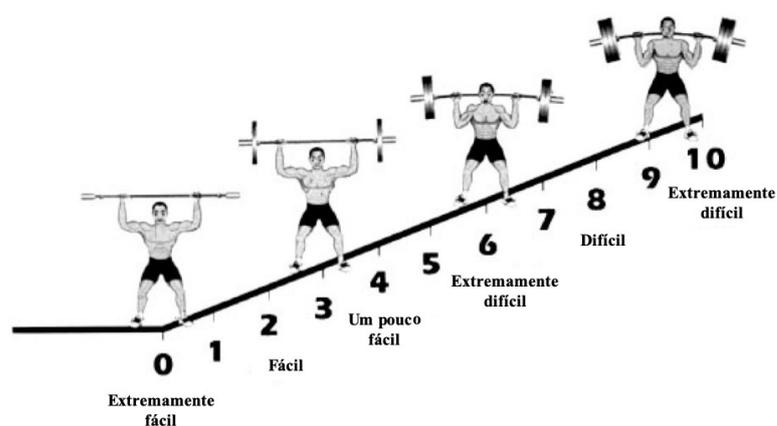


Figura 6: Escala de OMNI-RES

4.5- ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para analisar a normalidade dos dados, foi adotado o teste de *Shapiro-Wilk*. Para os dados com normalidade violada, aplicou-se a transformação de Log10 para normalizar a distribuição. Para análise de reprodutibilidade do teste de 1RM foi feito teste de

correlação intra-classe (ICC). ANOVA *two-way* de medidas repetidas (Tempo x Protocolo) foi realizada para avaliar o efeito da interação entre os protocolos (Protocolo A e B) e do tempo. Para as variáveis hemodinâmicas (PAS, PAD, PAM, FC, DC, DP e VE) utilizou-se as medidas: repouso, durante e pós (séries/blocos: 1, 2, 3 e 4; pós 10, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos) e para as variáveis de controle autonômico [LF(nu), HF(nu), LF/HF, rMSSD, SDNN], repouso e após exercício (10, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos). Para a variável PSE, foi utilizado o teste de *Friedman* (Tempo x Protocolo). Análises *post-hoc* foram conduzidas usando teste de *Bonferroni* para verificar as diferenças entre os protocolos e tempo. As análises respeitaram o pressuposto de esfericidade avaliada pelo teste de *Mauchly* e aplicada a correção de *Greenhouse-Geisser* quando necessário. Foi aceito um nível de significância de $p \leq 0,05$. Os dados foram analisados no SPSS 25.0 (SPSS, Inc., Chicago).

5- RESULTADOS

5.1-RESULTADOS DURANTE OS PROTOCOLOS

5.1.1 - Pressão arterial sistólica durante os protocolos:

ANOVA *two-way* revelou que não há efeito da interação entre tempo e protocolo [$F_{(5\%, 1,53)} = 0,76$; $p = 0,451$], mas há efeito do tempo [$F_{(5\%, 2,11)} = 85,30$; $p < 0,001$] e do protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 7,26$; $p = 0,022$] para a PAS.

Para o protocolo A, o *post-hoc* de *Bonferroni* mostrou que houve um aumento significativo na PAS nas séries 1, 2, 3 e 4 em relação ao repouso ($p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$, respectivamente) e as séries 3 e 4 em comparação com a série 1 ($p = 0,022$; $p = 0,001$, respectivamente). No protocolo B, houve um aumento significativo na PAS nos blocos 1, 2, 3 e 4 em relação ao repouso ($p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$, respectivamente) e os blocos 2, 3 e 4 foram significativamente mais elevadas em comparação ao bloco 1 ($p = 0,002$; $p = 0,049$; $p = 0,016$, respectivamente). No entanto, não houve diferença estatística entre os protocolos em nenhum dos momentos analisados (Tabela 3).

5.1.2 - Pressão arterial diastólica durante os protocolos:

ANOVA *two-way* revelou que não há efeito da interação entre tempo e protocolo [$F_{(5\%, 1,64)} = 1,73$; $p = 0,209239$] para a PAD, mas há efeito do tempo [$F_{(5\%, 1,85)} = 143,11$; $p < 0,001$] e do protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 8,06$; $p = 0,017$].

Para o protocolo A, o *post-hoc* de *Bonferroni* mostrou que houve um aumento significativo na PAD nas séries 1, 2, 3 e 4 em relação ao repouso ($p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$, respectivamente) e apenas as séries 2, 3 e 4 foram significativamente superiores em comparação a série 1 ($p = 0,004$; $p = 0,005$; $p = 0,002$, respectivamente). No protocolo B, houve apenas um aumento significativo na PAD nos blocos 1, 2, 3 e 4 em relação ao repouso ($p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$, respectivamente). O *post-hoc* de *Bonferroni* identificou diferença estatística entre os protocolos apenas na série (protocolo A) e bloco (protocolo B) 1 ($p = 0,002$) (Tabela 3).

5.1.3- Pressão arterial média durante os protocolos:

ANOVA *two-way* revelou que não há efeito da interação entre tempo e protocolo [$F_{(5\%, 1,50)} = 0,33$; $p = 0,658$], mas há efeito do tempo [$F_{(5\%, 1,82)} = 159,65$; $p < 0,001$] e do protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 6,64$; $p = 0,027$] para a PAM.

Para o protocolo A, o *post-hoc* de *Bonferroni* mostrou que houve um aumento significativo na PAM nas séries 1, 2, 3 e 4 em relação ao repouso ($p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$, respectivamente) e apenas as séries 2, 3 e 4 foram significativamente mais elevadas em comparação a série 1 ($p = 0,035$; $p = 0,020$; $p = 0,002$, respectivamente). No protocolo B, houve um aumento significativo na PAM nos blocos 1, 2, 3 e 4 em relação ao repouso ($p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$, respectivamente) e apenas os blocos 2, 3 e 4 foram significativamente mais elevadas em comparação ao bloco 1 ($p = 0,002$; $p = 0,006$; $p = 0,020$, respectivamente). No entanto, não houve diferença estatística entre os protocolos (Tabela 3).

5.1.4 - Frequência cardíaca durante os protocolos:

ANOVA *two-way* apresentou efeito para interação entre tempo e protocolo [$F_{(5\%, 2,34)} = 12,19$; $p < 0,001$], tempo [$F_{(5\%, 1,38)} = 92,00$; $p < 0,001$] e protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 25,02$; $p < 0,001$] para a FC.

Para o protocolo A, o *post-hoc* de *Bonferroni* mostrou que houve um aumento significativo na FC nas séries 1, 2, 3 e 4 em relação ao repouso ($p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$, respectivamente). A série 3 e 4 apresentaram um aumento significativo em comparação as séries 1 ($p = 0,002$; $p < 0,001$, respectivamente) e 2 ($p < 0,001$; $p < 0,001$, respectivamente). Apenas a série 4 apresentou elevações significativas em comparação a série 3 ($p < 0,001$). No protocolo B, houve um aumento significativo na FC nos blocos 1, 2, 3 e 4 em relação ao repouso ($p < 0,001$; $p = 0,001$; $p = 0,001$; $p = 0,002$, respectivamente). O *post-hoc* de *Bonferroni* identificou diferenças significativas entre os protocolos nas séries (protocolo A) e blocos (protocolo B) 1, 2, 3 e 4 ($p = 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$, respectivamente) (Tabela 3).

5.1.5 - Débito cardíaco durante os protocolos:

ANOVA *two-way* apresentou efeito da interação entre tempo e protocolo [$F_{(5\%, 2,04)} = 5,03$; $p < 0,001$], tempo [$F_{(5\%, 1,78)} = 31,06$; $p < 0,001$] e protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 9,27$; $p = 0,012$] para o DC.

Para o protocolo A, o *post-hoc* de *Bonferroni* mostrou que houve um aumento significativo no DC nas séries 1, 2, 3 e 4 em relação ao repouso ($p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$, respectivamente). No protocolo B, houve um aumento significativo no DC apenas nos blocos 1 e 4 em relação ao repouso ($p = 0,012$; $p = 0,023$,

respectivamente). O *post-hoc* de *Bonferroni* identificou diferenças significativas entre os protocolos nas séries (protocolo A) e blocos (protocolo B) 2, 3 e 4 ($p = 0,026$; $p = 0,026$; $p = 0,008$, respectivamente) (Tabela 3).

5.1.6 - Volume de ejeção durante os protocolos:

ANOVA *two-way* revelou que não há efeito do tempo [$F_{(5\%, 1,98)} = 3,45$; $p = 0,051$], protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 0,20$; $p = 0,660$] e da interação entre tempo e protocolo [$F_{(5\%, 2,08)} = 1,29$; $p = 0,296$] para o VE.

Para o protocolo A e B, apesar da redução do VE ao longo das séries, o *post-hoc* de *Bonferroni* não identificou diferença estatística. O *post-hoc* de *Bonferroni* não detectou diferenças estatística entre os protocolos (Tabela 3).

Tabela 3 – Variáveis hemodinâmicas durante os protocolos.

Protocolo A (4:2m:2m)					
	Repouso	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4
PAS (mmHg)	120±11	149±16 ^a	157±15 ^a	160±13 ^{a,b}	162±13 ^{a,b}
PAD (mmHg)	68±6	93±7 ^a	98±7 ^{a,b}	101±6 ^{a,b}	103±6 ^{a,b}
PAM (mmHg)	89±7	118±11 ^a	125±11 ^{a,b}	128±9 ^{a,b}	129±9 ^{a,b}
FC (bpm)	77±12	114±18 ^a	122±21 ^a	134±22 ^{a,b,c}	142±22 ^{a,b,c,d}
DC (L.min)	6,0±1,4	8,4±1,8 ^a	8,6±1,7 ^a	9,0±2,0 ^a	9,5±2,0 ^a
VE (ml)	78,6±12,1	74,4±10,5	71,8±9,4	68,7±10,3	67,4±9,7
Protocolo B (16:30s:24s)					
	Repouso	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4
PAS (mmHg)	121±8	154±13 ^a	166±16 ^{a,b}	168±16 ^{a,b}	169±16 ^{a,b}
PAD (mmHg)	70±7	106±15 ^{a,e}	105±11 ^a	107±12 ^a	108±12 ^a
PAM (mmHg)	91±7	122±12 ^a	132±13 ^{a,b}	134±14 ^{a,b}	134±13 ^{a,b}
FC (bpm)	76±11	102±16 ^{a,e}	108±18 ^{a,e}	116±23 ^{a,e}	120±26 ^{a,e}
DC (L.min)	6,0±1,2	7,7±1,7 ^a	7,6±1,7 ^e	7,8±1,9 ^e	7,8±1,9 ^{a,e}
VE (ml)	78,9±12,4	76,2±14,8	71,4±14,6	68,1±14,9	65,9±14,2

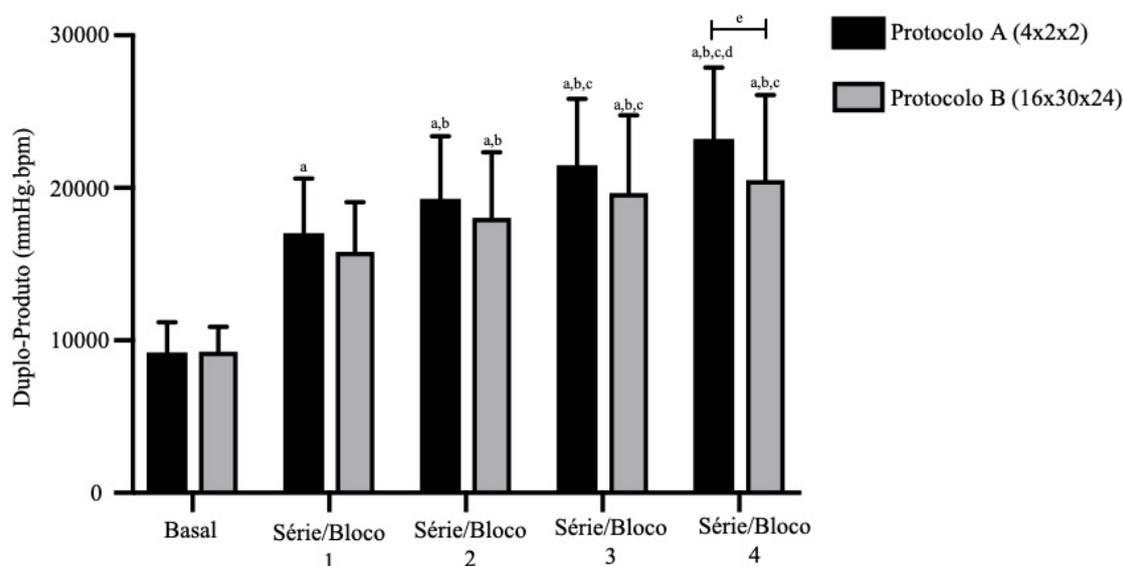
PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; PAM: pressão arterial média; FC: frequência cardíaca; DC: débito cardíaco; VE: volume de ejeção; mmHg, unidade de medida em milímetros de mercúrio; bpm: batimentos por minuto; ml: unidade de medida em mililitros; L.min, unidade de medida de litros por minutos; Bloco 1 (séries 1, 2, 3 e 4); Bloco 2 (séries 5, 6, 7 e 8); Bloco 3 (séries 9, 10, 11 e 12); Bloco 4 (séries 13, 14, 15 e 16); ^adiferença significativa com o repouso ($p \leq 0,05$); ^bdiferença significativa com a série/bloco 1 ($p \leq 0,05$); ^cdiferença significativa com a série/bloco 2 ($p \leq 0,05$); ^ddiferença significativa com a série/bloco 3 ($p \leq 0,05$); ^ediferença significativa entre os protocolos ($p \leq 0,05$).

5.1.7 - Duplo-produto durante os protocolos:

ANOVA *two-way* revelou que não há efeito da interação entre tempo e protocolo [$F_{(5\%, 1,47)} = 3,42$; $p = 0,071$], mas há efeito do tempo [$F_{(5\%, 1,30)} = 106,14$; $p < 0,001$] e do protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 5,56$; $p = 0,039$] para o DP.

Para o protocolo A, o *post-hoc* de *Bonferroni* mostrou que houve um aumento significativo no DP nas séries 1, 2, 3 e 4 em relação ao repouso ($p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$, respectivamente). As séries 2, 3 e 4 apresentaram um aumento significativo em comparação com a série 1 ($p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$, respectivamente), e as séries 3 e 4 com a série 2 ($p < 0,001$; $p < 0,001$, respectivamente). E a série 4 apresentou elevação significativa em comparação a série 3 ($p = 0,003$). No protocolo B, houve um aumento significativo no DP nos blocos 1, 2, 3 e 4 em relação ao repouso ($p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$, respectivamente). Os blocos 2, 3 e 4 apresentaram um aumento significativo em comparação ao bloco 1 ($p = 0,009$; $p = 0,005$; $p = 0,008$, respectivamente), e os blocos 3 e 4 com o bloco 2 ($p = 0,047$; $p = 0,046$) no DP. O *post-hoc* de *Bonferroni* identificou diferença significativa entre os protocolos apenas na série/bloco 4 ($p = 0,032397$) (Figura 7).

Figura 7 – Duplo-Produto durante os protocolos.

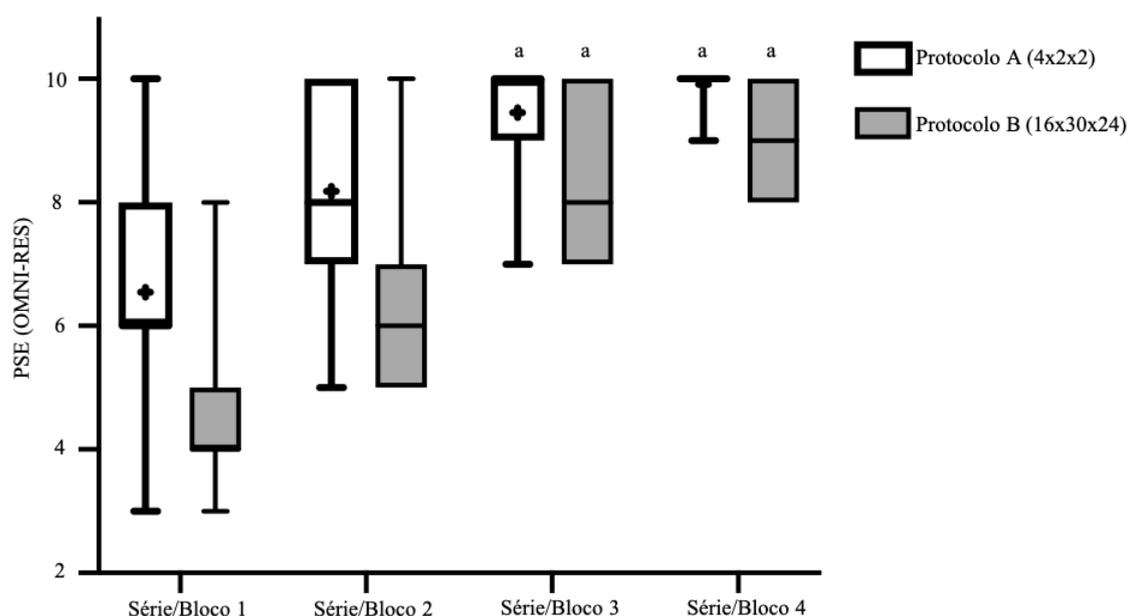


DP: Duplo Produto; mmHg.bpm: milímetros de mercúrio multiplicado por batimento por minuto; Protocolo A: 4 séries de 2 minutos de isometria com intervalo de 2 minutos entre as séries; Protocolo B: 16 séries de 30 segundos de isometria com 24 segundos de intervalo entre as séries; Bloco 1 (séries 1, 2, 3 e 4); Bloco 2 (séries 5, 6, 7 e 8); Bloco 3 (séries 9, 10, 11 e 12); Bloco 4 (séries 13, 14, 15 e 16); ^adiferença significativa com o repouso ($p \leq 0,05$); ^bdiferença significativa com a série/bloco 1 ($p \leq 0,05$); ^cdiferença significativa com a série/bloco 2 ($p \leq 0,05$); ^ddiferença significativa com a série/bloco 3 ($p \leq 0,05$); ^ediferença significativa entre os protocolos ($p \leq 0,05$).

5.1.8 - Percepção subjetiva de esforço durante os protocolos:

O teste de *Friedman* mostrou que a PSE difere entre as séries/blocos [$X^2(7) = 58,434$; $p < 0,001$]. O teste de comparações múltiplas mostrou que para o Protocolo A, as séries 3 e 4 diferem da série 1 ($p = 0,009$; $p = 0,001$, respectivamente), assim como para o Protocolo B, os blocos 3 e 4 diferem do bloco 1 ($p = 0,010$; $p < 0,001$, respectivamente). Não houve diferença estatística entre os protocolos (Figura 8).

Figura 8 – Percepção Subjetiva de Esforço durante os protocolos.



PSE: percepção subjetiva de esforço pela escala de OMNI-RES; Protocolo A: 4 séries de 2 minutos de isometria com intervalo de 2 minutos entre as séries; Protocolo B: 16 séries de 30 segundos de isometria com 24 segundos de intervalo entre as séries; Bloco 1 (séries 1, 2, 3 e 4); Bloco 2 (séries 5, 6, 7 e 8); Bloco 3 (séries 9, 10, 11 e 12); Bloco 4 (séries 13, 14, 15 e 16); ^adiferença significativa com a série/bloco 1 ($p \leq 0,05$).

5.2- DADOS APÓS OS PROTOCOLOS EXPERIMENTAIS

5.2.1 - Pressão arterial sistólica após os protocolos:

ANOVA *two-way* revelou que não há efeito da interação entre tempo e protocolo [$F_{(5\%, 1,53)} = 0,76$; $p = 0,451$], mas há efeito do tempo [$F_{(5\%, 2,11)} = 85,30$; $p < 0,001$] e do protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 7,26$; $p = 0,022$] para a PAS.

Para o protocolo A, o *post-hoc* de *Bonferroni* não apresentou reduções significativas na PAS em 10 ($p = 1,000$), 20 ($p = 1,000$), 30 ($p = 1,000$), 40 ($p = 1,000$), 50 ($p = 1,000$) e 60 ($p = 0,761$) minutos em comparação com o valor de repouso. No

protocolo B, não foi observado reduções significativas na PAS durante 10 ($p = 1,000$), 20 ($p = 1,000$), 30 ($p = 1,000$), 40 ($p = 1,000$), 50 ($p = 0,284$) e 60 ($p = 0,165$) minutos em comparação com o repouso. O *post-hoc* de *Bonferroni* identificou diferença estatística entre os protocolos apenas em 20 minutos após exercício ($p = 0,017149$) (Tabela 4).

5.2.2 - Pressão arterial diastólica após os protocolos:

ANOVA *two-way* revelou que não há efeito da interação entre tempo e protocolo [$F_{(5\%, 1,64)} = 1,73$; $p = 0,209$], mas há efeito do tempo [$F_{(5\%, 1,85)} = 143,11$; $p < 0,001$] e do protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 8,06$; $p = 0,017$].

Para o protocolo A, não foi observado redução na PAD em comparação a valores de repouso, o *post-hoc* de *Bonferroni* não apresentou diferença significativa em 10 ($p = 1,000$), 20 ($p = 1,000$), 30 ($p = 1,000$), 40 ($p = 0,817$), 50 ($p = 1,000$) e 60 ($p = 0,348$) minutos. Pode-se observar uma diferença significativa entre 10 e 60 minutos após exercício na PAD ($p = 0,014$). No protocolo B, também não foi observado reduções na PAD em comparação a valores de repouso, o *post-hoc* de *Bonferroni* não apresentou diferença significativa em 10 ($p = 1,000$), 20 ($p = 1,000$), 30 ($p = 1,000$), 40 ($p = 0,340$) e 50 ($p = 0,115$) minutos. Contudo, apenas 60 minutos apresentou um aumento significativo em comparação ao repouso ($p = 0,014$). Foi observado valores significativamente mais elevados em 40 e 60 minutos em comparação com 10 minutos após exercício na PAD ($p = 0,044$; $p = 0,011$, respectivamente). O *post-hoc* de *Bonferroni* identificou diferença estatística entre os protocolos apenas em 10 e 20 minutos após exercício ($p = 0,029$; $p = 0,016$, respectivamente) (Tabela 4).

5.2.3 - Pressão arterial média após os protocolos:

ANOVA *two-way* revelou que não há efeito da interação entre tempo e protocolo [$F_{(5\%, 1,50)} = 0,33$; $p = 0,658$], mas há efeito do tempo [$F_{(5\%, 1,82)} = 159,65$; $p < 0,001$] e do protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 6,64$; $p = 0,027$] para a PAM.

Para o protocolo A, não foi observado redução significativa na PAM em comparação a valores de repouso, o *post-hoc* de *Bonferroni* não apresentou diferença significativa em 10 ($p = 1,000$), 20 ($p = 1,000$), 30 ($p = 1,000$), 40 ($p = 1,000$), 50 ($p = 1,000$) e 60 ($p = 0,679$) minutos. Pode-se observar uma diferença significativa em 40 e 50 minutos em comparação com 20 minutos ($p = 0,029$; $p = 0,017$, respectivamente). No protocolo B, também não foi observado reduções na PAM em comparação a valores de

repouso, o *post-hoc* de *Bonferroni* não apresentou diferença significativa em 10 ($p = 1,000$), 20 ($p = 1,000$), 30 ($p = 1,000$), 40 ($p = 0,591$) e 50 ($p = 0,172$) minutos. Contudo, 60 minutos apresentou um aumento significativo em comparação ao repouso ($p = 0,049$), assim como, diferença significativa em 10 e 20 minutos ($p = 0,024$; $p = 0,042$, respectivamente). Foi observado que em 40 minutos apresentou valores significativamente diferente em comparação com 20 minutos ($p = 0,027$). O *post-hoc* de *Bonferroni* identificou diferença estatística entre os protocolos apenas em 20 e 50 minutos ($p = 0,006$; $p = 0,041$, respectivamente) (Tabela 4).

5.2.4 - Frequência cardíaca após os protocolos:

ANOVA *two-way* apresentou efeito da interação entre tempo e protocolo [$F_{(5\%, 2,34)} = 12,19$; $p < 0,001$], tempo [$F_{(5\%, 1,38)} = 92,00$; $p < 0,001$] e protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 25,02$; $p < 0,001$] para a FC.

Para o protocolo A, o *post-hoc* de *Bonferroni* identificou que a FC apresentou valores significativamente mais elevado em comparação com o repouso em 10 ($p < 0,001$), 20 ($p < 0,001$), 30 ($p < 0,001$), 40 ($p < 0,001$), 50 ($p = 0,004$) e 60 ($p = 0,010$) minutos. Foi observado uma diferença significativa em 10 minutos em comparação com 20 ($p = 0,015$), 30 ($p = 0,027$), 40 ($p = 0,020$), 50 ($p = 0,004$) e 60 ($p = 0,003$) minutos. Além disso, foi observado que em 50 minutos houve uma redução significativa em comparação com os valores de 20 e 30 minutos ($p = 0,015$; $p = 0,010$, respectivamente). Pode-se observar também, menores valores de forma significativa em 60 minutos em comparação com 30 minutos ($p = 0,049$). No protocolo B, não foi observado reduções significativas na FC em comparação a valores de repouso, contudo o *post-hoc* de *Bonferroni* identificou diferença significativa em 10 ($p = 0,028$) e 30 ($p = 0,046$) minutos em comparação com o repouso. Foi observado que 10 minutos apresentou valores significativamente maiores em comparação com 20 ($p = 0,022$), 40 ($p = 0,026$), 50 ($p = 0,003$) e 60 ($p = 0,012$) minutos. Foi observado que em 50 e 60 minutos apresentaram valores significativamente menores em comparação com 20 minutos ($p = 0,019$; $p = 0,015$, respectivamente), assim como, 50 minutos em comparação com 30 minutos ($p < 0,001$). O *post-hoc* de *Bonferroni* identificou diferença estatística entre os protocolos em 10 ($p = 0,007$), 20 ($p = 0,007$), 30 ($p = 0,008$), 40 ($p = 0,004$), 50 ($p = 0,023$) e 60 ($p = 0,008$) minutos (Tabela 4).

5.2.5 - Débito cardíaco após os protocolos:

ANOVA *two-way* apresentou efeito da interação entre tempo e protocolo [$F_{(5\%, 2,04)} = 5,03$; $p = 0,016$], tempo [$F_{(5\%, 1,78)} = 31,06$; $p < 0,001$] e protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 9,27$; $p = 0,012$] para o DC.

Para o protocolo A, não foi observado redução no DC em comparação a valores de repouso, o *post-hoc* de *Bonferroni* não apresentou diferença significativa em 10 ($p = 0,176$), 20 ($p = 1,000$), 30 ($p = 1,000$), 40 ($p = 1,000$), 50 ($p = 1,000$) e 60 ($p = 1,000$) minutos. No protocolo B, também não foi observado reduções no DC em comparação com o repouso, o *post-hoc* de *Bonferroni* não apresentou diferença significativa em 10 ($p = 0,776$), 20 ($p = 1,000$), 30 ($p = 1,000$), 40 ($p = 1,000$), 50 ($p = 1,000$) e 60 ($p = 1,000$) minutos. O *post-hoc* de *Bonferroni* identificou diferença estatística entre os protocolos apenas em 10 e 20 minutos após exercício ($p = 0,005$; $p = 0,021$, respectivamente) (Tabela 4).

5.2.6 - Volume de ejeção após os protocolos:

ANOVA *two-way* revelou que não há efeito do tempo [$F_{(5\%, 1,98)} = 3,45$; $p = 0,051$], protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 0,20$; $p = 0,660$] e da interação entre tempo e protocolo [$F_{(5\%, 2,08)} = 1,29$; $p = 0,296$] para o VE.

Para o protocolo A, o *post-hoc* de *Bonferroni* não apresentou diferença estatística em 10 ($p = 1,000$), 20 ($p = 1,000$), 30 ($p = 1,000$), 40 ($p = 0,908$), 50 ($p = 0,911$) e 60 ($p = 0,828$) minutos em comparação com o VE de repouso. No protocolo B, o *post-hoc* de *Bonferroni* não identificou diferença significativa no VE em 10 ($p = 1,000$), 20 ($p = 1,000$), 30 ($p = 1,000$), 40 ($p = 1,000$), 50 ($p = 1,000$) e 60 ($p = 1,000$) minutos em comparação com o repouso. O *post-hoc* de *Bonferroni* não identificou diferença estatística entre os protocolos (Tabela 4).

Tabela 4 – Variáveis hemodinâmicas após os protocolos.

Protocolo A (4:2m:2m)							
	Repouso	10 minutos	20 minutos	30 minutos	40 minutos	50 minutos	60 minutos
PAS (mmHg)	120±11	119±12	116±9	119±7	123±9	123±9	125±11
PAD (mmHg)	68±6	67±8	68±7	70±7	72±7	72±6	74±7 ^a
PAM (mmHg)	89±7	87±9	86±8	89±8	92±8 ^b	92±8 ^b	94±9
FC (bpm)	77±12	102±19 ^a	91±16 ^{a,b}	90±14 ^{a,b}	87±15 ^{a,b}	85±14 ^{a,b,c,d}	84±14 ^{a,b,d}
DC (L.min)	6,0±1,4	7,9±2,2	6,6±1,2	6,3±1,1	6,2±1,1	6,2±1,2	6,0±1,2
VE (ml)	78,6±12,1	77,7±14,7	72,0±5,6	70,9±6,5	71,9±7,8	73,0±8,1	72,6±9,3
Protocolo B (16:30s:24s)							
	Repouso	10 minutos	20 minutos	30 minutos	40 minutos	50 minutos	60 minutos
PAS (mmHg)	121±8	122±13	123±12 ^c	131±16	129±12	130±11	131±11
PAD (mmHg)	70±7	71±7 ^c	72±7 ^c	74±7	76±6 ^b	77±6	78±6 ^{a,b}
PAM (mmHg)	91±7	91±9	92±9 ^c	95±9	97±9 ^c	99±8 ^c	100±8 ^{a,b,c}
FC (bpm)	76±11	92±17 ^{a,e}	83±13 ^{b,c}	83±13 ^{a,c}	80±13 ^{b,c}	80±13 ^{b,c,d,e}	79±12 ^{b,c,e}
DC (L.min)	6,0±1,2	6,8±1,5 ^c	6,1±1,2 ^c	6,2±1,2	6,0±1,3	6,0±1,2	5,9±1,1
VE (ml)	78,9±12,4	74,4±13,7	74,3±10,4	75,5±9,8	75,0±11,6	75,7±10,4	75,0±12,2

PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; PAM: pressão arterial média; FC: frequência cardíaca; VE: volume de ejeção; DC: débito cardíaco; mmHg, unidade de medida em milímetros de mercúrio; bpm: batimentos por minuto; ml: unidade de medida em mililitros; L.min, unidade de medida de litros por minutos; ^adiferença significativa com o repouso ($p \leq 0,05$); ^bdiferença significativa com 10 minutos após protocolo ($p \leq 0,05$); ^cdiferença significativa com 20 minutos após protocolo; ^ddiferença significativa com 30 minutos após protocolo; ^ediferença significativa entre os protocolos ($p \leq 0,05$).

5.3- VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA.

5.3.1 - ÍNDICES DO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA

5.3.1.1- Low-frequency:

ANOVA *two-way* apresentou efeito do tempo [$F_{(5\%, 6,00)} = 9,50$; $p < 0,001$], mas não houve efeito do protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 0,65$; $p = 0,437$] e da interação entre tempo e protocolo [$F_{(5\%, 6,00)} = 0,57$; $p = 0,751$] para o índice LF.

Para o protocolo A, o *post-hoc* de *Bonferroni* não apresentou diferença estatística no índice LF entre os tempos em comparação o valor de repouso ($p > 0,05$). No protocolo B, o *post-hoc* de *Bonferroni* identificou uma elevação significativa no índice LF em 20 ($p = 1,000$) e 30 ($p = 1,000$) minutos em comparação com o repouso. O *post-hoc* de *Bonferroni* não identificou diferença estatística entre os protocolos (Tabela 5).

5.3.1.2 - High-frequency:

ANOVA *two-way* apresentou efeito do tempo [$F_{(5\%, 6,00)} = 9,35$; $p < 0,001$], mas não houve efeito do protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 0,62$; $p = 0,446$] e da interação entre tempo e protocolo [$F_{(5\%, 6,00)} = 0,56$; $p = 0,755$] para o índice HF.

Para o protocolo A, o *post-hoc* de *Bonferroni* não apresentou diferença estatística entre os tempos ($p > 0,05$) para o índice HF. No protocolo B, o *post-hoc* de *Bonferroni* identificou uma redução significativa nos valores de HF em 20 ($p = 0,048$) e 30 ($p = 0,004$) minutos em comparação com o repouso. O *post-hoc* de *Bonferroni* não identificou diferença estatística entre os protocolos (Tabela 5).

5.3.1.3 - RELAÇÃO LF/HF:

ANOVA *two-way* revelou que não há efeito do protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 2,74$; $p = 0,128$] e da interação entre tempo e protocolo [$F_{(5\%, 2,10)} = 1,48$; $p = 0,249$] para relação LF/HF, mas há efeito do tempo [$F_{(5\%, 2,35)} = 7,83$; $p = 0,001$].

Para o protocolo A, o *post-hoc* de *Bonferroni* não identificou diferença estatística na relação LF/HF entre os tempos ($p > 0,05$). Todavia, no protocolo B, o *post-hoc* de *Bonferroni* identificou uma diferença significativa na relação LF/HF durante os 10 ($p = 0,043$) e 30 ($p = 0,008$) minutos em comparação com o repouso. O *post-hoc* de *Bonferroni* não identificou diferença estatística entre os protocolos (Tabela 5).

5.3.2 ÍNDICES DO DOMÍNIO DO TEMPO

5.3.2.1 - RMSSD:

ANOVA *two-way* apresentou efeito da interação entre tempo e protocolo [$F_{(5\%, 2,70)} = 3,17$; $p = 0,044$] e do tempo [$F_{(5\%, 2,12)} = 20,73$; $p < 0,001$], mas não houve efeito do protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 4,84$; $p = 0,052$] para o índice RMSSD.

Para o protocolo A, o índice RMSSD, apresentou uma redução significativa em até 20 minutos, onde foi identificado pelo *post-hoc* de *Bonferroni* em 10 e 20 minutos em comparação com o repouso ($p = 0,011$; $p = 0,025$, respectivamente). Foi observado uma recuperação cardiovagal significativa em 50 minutos em comparação com 10, 20, 30, 40 minutos ($p = 0,007$; $p = 0,008$; $p = 0,014$; $p = 0,023$, respectivamente) e uma diferença significativa com 60 minutos ($p = 0,032$). Em 60 minutos foi observado um retorno cardiovagal significativo em comparação com 10, 20, 30, 40 e 50 minutos ($p = 0,001$; $p = 0,004$; $p = 0,004$; $p < 0,001$; $p = 0,032$, respectivamente). No protocolo B, o *post-hoc* de *Bonferroni* identificou uma redução cardiovagal significativa em até 10 minutos em comparação com o repouso ($p = 0,018$). Foi observado que em 30, 40, 50 e 60 minutos houve um aumento significativo da participação parassimpática em comparação com 10 minutos após protocolo ($p = 0,012$; $p = 0,015$; $p = 0,012$; $p = 0,006$, respectivamente). Também foi observado que durante o tempo de 50 minutos, houve um aumento significativo na participação parassimpática em comparação com 20 minutos ($p = 0,045$). O *post-hoc* de *Bonferroni* identificou diferença estatística entre os grupos apenas durante 20 minutos ($p = 0,009855$) (Tabela 5).

5.3.2.2 – SDNN:

ANOVA *two-way* apresentou efeito da interação entre tempo e protocolo [$F_{(5\%, 6,00)} = 2,45$; $p = 0,034$] e do tempo [$F_{(5\%, 2,50)} = 14,51$; $p < 0,001$], mas não houve efeito do protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 4,12$; $p = 0,069$] para o índice SDNN.

Para o protocolo A, o índice SDNN apresentou uma redução significativa em até 10 minutos em comparação com o repouso, onde foi identificado pelo *post-hoc* de *Bonferroni* ($p = 0,021$). Foi observado que em 30, 40, 50 e 60 minutos, houve uma recuperação cardiovagal significativa em comparação com 10 minutos ($p = 0,001$; $p = 0,006$; $p < 0,001$; $p = 0,001$, respectivamente). Em 50 e 60 minutos foi observado um aumento significativo cardiovagal em comparação com 20 minutos ($p = 0,018$; $p = 0,024$, respectivamente). No protocolo B, o *post-hoc* de *Bonferroni* identificou diferença significativa em 30 e 60 minutos em comparação com 10 minutos após exercício ($p =$

0,013; $p = 0,019$, respectivamente). O *post-hoc* de *Bonferroni* identificou diferença estatística durante os protocolos apenas durante 20 minutos ($p = 0,008$) (Tabela 5).

Tabela 5 – Variabilidade da frequência cardíaca após os protocolos.

	Domínio da Frequência						
	Repouso	10 minutos	20 minutos	30 minutos	40 minutos	50 minutos	60 minutos
LF (nu)							
Protocolo A (4:2m:2m)	59,69±12,66	71,28±14,03	74,08±14,58	71,62±18,29	70,58±17,00	69,54±16,39	68,73±15,87
Protocolo B (16:30s:24s)	54,10±16,24	72,33±10,70	71,77±11,54 ^a	71,70±9,94 ^a	67,21±11,60	68,52±12,55	65,13±15,43
HF (nu)							
Protocolo A (4:2m:2m)	40,15±12,72	28,55±14,04	25,85±14,56	28,29±18,31	29,36±17,00	30,40±16,38	31,19±15,90
Protocolo B (16:30s:24s)	45,73±16,41	27,49±10,71	28,05±11,45 ^a	28,24±9,92 ^a	32,65±11,64	31,38±12,51	34,77±15,45
LF/HF							
Protocolo A (4:2m:2m)	1,69±0,74	3,28±1,97	4,42±3,28	4,48±3,75	3,42±2,16	3,31±2,29	3,02±2,00
Protocolo B (16:30s:24s)	1,57±1,32	3,07±1,35 ^a	3,11±1,56	2,87±1,11 ^a	2,39±1,07	2,59±1,21	2,45±1,68
	Domínio do Tempo						
	Repouso	10 minutos	20 minutos	30 minutos	40 minutos	50 minutos	60 minutos
RMSSD (ms)							
Protocolo A (4:2m:2m)	1,60±0,16	1,27±0,23 ^a	1,33±0,22 ^a	1,40±0,24	1,45±0,22	1,49±0,22 ^{b,c,d,e}	1,53±0,22 ^{b,c,d,e,f}
Protocolo B (16:30s:24s)	1,59±0,16	1,37±0,20 ^a	1,44±0,21 ^g	1,50±0,16 ^b	1,54±0,17 ^b	1,57±0,19 ^{b,c}	1,58±0,17 ^b
SDNN (ms)							
Protocolo A (4:2m:2m)	44,41±12,3	24,18±11,65 ^a	30,54±11,21	37,58±14,52 ^b	41,76±15,48 ^b	43,23±14,98 ^{b,c}	47,27±18,73 ^{b,c}
Protocolo B (16:30s:24s)	42,53±10,21	30,58±11,73	37,73±14,74 ^g	42,85±10,89 ^b	44,49±14,67	48,51±15,84	48,12±12,2 ^b

LF: low frequency, índice de baixa frequência (simpático); HF: high frequency, índice de alta frequência (parassimpático); LF/HF: relação entre os índices LF/HF (simpático/parassimpático); RMSSD: raiz quadrada média da diferença entre os intervalos de RR (parassimpático); SDNN: desvio-padrão entre os intervalos de RR (simpático/parassimpático); ^adiferença significativa com o repouso ($p \leq 0,05$); ^bdiferença significativa com 10min após protocolo ($p \leq 0,05$); ^cdiferença significativa com 20min após protocolo ($p \leq 0,05$); ^ddiferença significativa com 30min após protocolo ($p \leq 0,05$); ^ediferença significativa com 40min após protocolo ($p \leq 0,05$); ^fdiferença significativa com 50min após protocolo ($p \leq 0,05$); ^gdiferença significativa entre os protocolos ($p \leq 0,05$).

6- DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo investigar os efeitos agudos de dois protocolos de TFI equalizados na relação esforço:pausa (*work-to-rest ratio*) nas respostas hemodinâmicas e autonômicas em mulheres jovens normotensas. Os principais achados desse estudo foram: (1) O protocolo A (4:2m:2m) induziu maior demanda cardiovascular, podendo ser observado uma diferença significativa na FC, DC e DP ao longo das séries; (2) Durante os protocolos não foi possível identificar diferença significativa nas variáveis hemodinâmicas (3); Não foi observado efeito hipotensor após os protocolos em TFI; (4) Não foi possível observar recuperação cardiovagal em até 60 minutos pelo domínio da frequência e do tempo, contudo foi observado uma maior retirada parassimpática para o protocolo A (4:2m:2m) através do índice RMSSD.

No presente estudo, as respostas pressóricas foram avaliadas a partir de medidas hemodinâmicas nos protocolos isométricos. Desta forma, foi demonstrado um aumento progressivo durante os protocolos nas variáveis PAS, PAD e conseqüentemente na PAM. Durante o TFI, o aumento nas respostas hemodinâmicas, são influenciados pela manutenção da contração muscular, o que induz tensão mecânica nos vasos (vasoconstrição), reduzindo o fluxo sanguíneo local e promovendo isquemia e hipóxia muscular (MACDOUGALL et al., 1985; WILLIAMS et al., 2007).

Este estímulo fisiológico, gera uma resposta reflexa através dos mecanorreceptores musculares, quimiorreceptores e barorreceptores, induzidos pelo estresse metabólico local e a alteração no gradiente de pressão. Adicionalmente, há um aumento na atividade simpática e a retirada parassimpática ou vagal no coração, assim como, pode ocorrer a manobra de valsalva durante o TFI, contribuindo ainda mais para o aumento da PA (MACDOUGALL et al., 1985; RÍO-RODRÍGUEZ; IGLESIAS-SOLER; OLMO, 2016; IGLESIAS-SOLER et al., 2014).

Nesse sentido, estudos investigaram o efeito de diferentes configurações de prescrição de TF equalizados na relação esforço:pausa (*work-to-rest ratio*) (IGLESIAS-SOLER et al., 2014; RÍO-RODRÍGUEZ; IGLESIAS-SOLER; OLMO, 2016). Iglesias-soler et al. (2014), observaram um aumento significativo na PAS ao longo das 3 séries no agachamento livre em comparação com valores de repouso, apenas no protocolo tradicional (3 séries x até a falha muscular : 180s [360s]; 4RM). No protocolo de *cluster* (mesmo número de repetições do protocolo tradicional : 360s distribuídos entre cada

repetição; 4RM), foi possível observar apenas o aumento significativo na 1ª série em comparação com o repouso. Além disso, o protocolo com configuração tradicional, induziu aumentos significativos na PAS em comparação com o protocolo com configuração em *cluster* na 2ª e 3ª série.

Por outro lado, Río-rodríguez, Iglesias-soler e Olmo (2016) observaram um aumento na PAS, PAD e PAM durante o protocolo tradicional (4 séries x 80% do tempo até a falha para 50% da CVM : 180s[540s]) e de *intra set rest* (16 séries x 20% do tempo até a falha para 50% da CVM: 36s entre cada repetição [540s] - *cluster*) na cadeira extensora em isometria. Não foram observados diferenças estatísticas com valores de repouso e entre os protocolos.

Contudo, os estudos acima citados, observaram um aumento significativo na FC e no DP durante os protocolos em comparação com os valores de repouso, independente da configuração de prescrição. Observando também, aumentos significativos nos protocolos com configuração tradicional em comparação com a distribuição em *cluster* no agachamento livre (IGLESIAS-SOLER et al., 2014) e em comparação com *intra set rest* na cadeira extensora em isometria (RÍO-RODRÍGUEZ; IGLESIAS-SOLER; OLMO, 2016). Sendo assim, nossos achados corroboram com os estudos acima citados, onde observamos um aumento significativo na FC ao longo das séries em comparação com o repouso no protocolo A (4:2m:2m - configuração tradicional para prescrição de TFI) (CARLSON et al., 2014; SMART et al., 2019) e no Protocolo B (16:30s:24 - com uma configuração característica em *cluster*). Foi possível observar um aumento significativo em maior magnitude no protocolo A (4:2m:2m). Além disso, houve um aumento significativo no DC durante os protocolos, em especial no protocolo A (4:2m:2m), apresentando diferença significativa entre os protocolos nas séries/blocos finais. Esse possível mecanismo de compensação cardiovascular, pode ocorrer durante exercício com maior tempo sob tensão (IGLESIAS-SOLER et al., 2014; RÍO-RODRÍGUEZ; IGLESIAS-SOLER; OLMO, 2016), devido ao aumento da RVP, atividade do SNS e na perfusão sanguínea na musculatura esquelética em contração (MACDOUGALL et al., 1985; WILLIAMS et al., 2007; ELSTAD et al., 2009; STANLEY; PEAKE; BUCHHEIT, 2013).

Apesar do aumento da FC e DC no presente estudo, não foi observado alteração significativa no VE durante os protocolos. Esse comportamento, normalmente ocorre em exercícios isométrico com intensidade < 50% da CVM (POLLOCK et al, 2000;

WILLIAMS et al., 2007). Contudo, em intensidade > 50% da CVM e longo tempo sob tensão, o VE tende a diminuir (MACDOUGALL et al., 1985; POLLOCK et al, 2000; WILLIAMS et al., 2007). Esse fenômeno ocorre pelo aumento na pós-carga e tempo reduzido de preenchimento do ventrículo, resultando no aumento da FC, com finalidade de manter o DC ideal durante esforço (ELSTAD et al., 2009).

Entretanto, além da FC e DC que indicam um mecanismo de sobrecarga cardiovascular durante esforço, também foi coletado e analisado o DP, onde podemos observar um aumento significativo ao longo dos protocolos, principalmente nas séries/blocos finais, com maiores valores no protocolo A (4:2m:2m). Fisiologicamente, o DP é utilizado como um marcador indireto de esforço cardíaco e demanda de oxigênio pelo miocárdio durante exercício, tendo relação direta com o esforço, volume, tempo de intervalo e tempo recrutamento muscular (IGLESIAS-SOLER et al., 2014; RÍO-RODRÍGUEZ; IGLESIAS-SOLER; OLMO, 2016). Em estudos anteriores que analisaram diferentes configurações de protocolos com relação esforço:pausa (*work-to-rest ratio*) equalizado, também foi possível observar que em protocolos com maior tempo sob tensão muscular, induziram um aumento significativo no DP ao longos das séries em exercício de TFI na cadeira extensora (RÍO-RODRÍGUEZ; IGLESIAS-SOLER; OLMO, 2016), e TF dinâmico no agachamento livre (IGLESIAS-SOLER et al., 2014) e na cadeira extensora (PAULO et al., 2019).

Na avaliação da PSE durante os protocolos, foi possível observar um aumento progressivo, com diferença significativa nas duas últimas séries/blocos dos protocolos em comparação com a série/bloco inicial. Apesar do protocolo A (4:2m:2m) apresentar maiores valores, não houve diferença significativa entre os protocolos. Nossos achados corroboram com Río-rodríguez, Iglesias-soler e Olmo (2016) e Paulo et al. (2019), onde também observaram que protocolos com configuração de maior tempo sob tensão muscular, podem induzir aumentos significativos nos valores de PSE, em comparação com protocolos em configuração de *cluster* ou *intra set rest*, independente da equalização da relação esforço:pausa (*work-to-rest ratio*). A literatura nos mostra, que o aumento na PSE têm forte correlação com a fadiga periférica percebida (RÍO-RODRÍGUEZ; IGLESIAS-SOLER; OLMO, 2016). Além disso, um aumento das catecolaminas, cortisol e lactato ao longo do exercício induzem uma resposta aferentes para o núcleo do trato solitário, através de uma resposta reflexa pelos barorreceptores e quimiorreceptores, aumentando assim a resposta da atividade simpática e a retirada vagal durante o esforço

(LAGALLY; ROBERTSON, 2006; RÍO-RODRÍGUEZ; IGLESIAS-SOLER; OLMO, 2016; PAULO et al., 2019).

Suplementar aos nossos achados durante o exercício, esperava-se que após os protocolos, houvessem reduções significativas nos valores hemodinâmicos em comparação com o repouso, sendo este um benefício não-farmacológico apontado na literatura como efeito hipotensor (PESCATELLO et al., 2004; CORNELISSEN; SMART, 2013; CARLSON et al., 2014; INDER et al., 2015; LÓPEZ-VALENCIANO et al., 2019; SMART et al., 2019). Todavia, no protocolo A (4:2m:2m), foi observado uma leve redução pressórica (PAS, PAD, PAM) até 20 minutos após exercício, sem diferença significativa. Após este período (30min) foi observado o aumento nos valores das variáveis acima citada. No protocolo B (16:30s:24s), as mesmas variáveis permaneceram com valores maiores durante todo o período após esforço, apresentando valores pressóricos significativamente mais elevados em comparação com o protocolo A (4:2m:2m) em até 20 minutos.

Vale ressaltar que os mecanismo responsáveis pelo efeito hipotensor após TFI não estão totalmente esclarecidos, sendo atribuída pela redução no DC, VE e possivelmente na RVP (TEIXEIRA et al., 2011; QUEIROZ et al., 2014; SMART et al., 2019), o que não foi possível observar em nossos achados durante os 60 minutos após os protocolos de TFI. Entretanto, sabendo que o DC pode ser influenciado pela FC e pela vasoconstrição com objetivo de manter a PA (MACDOUGALL et al., 1985; WILLIAMS et al., 2007), podemos observar em nosso estudo, que a FC permaneceu elevada durante os 60 minutos após os protocolos, principalmente após o protocolo A (4:2m:2m), caracterizado por um longo tempo sob contração.

Río-rodríguez, Iglesias-soler e Olmo (2016), observaram que após os protocolos com configuração tradicional ou *intra set rest (cluster)*, não houve uma redução significava na PAS, PAD e PAM em relação aos valores de repouso. No entanto, observou-se que a FC não reduziu de forma significativa no protocolo com configuração tradicional. Essa resposta de manutenção da taquicardia após exercício, pode ser atribuída ao aumento na persistência da atividade simpática e retirada vagal no coração, podendo persistir por alguns minutos ou horas (TEIXEIRA et al., 2011).

Mayo et al. (2016), também não observaram reduções significativas na PAS e PAD após os protocolos com configuração tradicional (5 séries x até a falha muscular : 720s; 10RM) e em *cluster* (mesmo número de repetições do protocolo tradicional : 720s

distribuídos entre cada repetição; 10RM). Contudo, o protocolo com configuração tradicional, induziu uma redução significativa em comparação ao protocolo em *cluster* durante o período de 25 a 30 minutos para PAS, e durante 25 a 40 minutos para PAD, mas sem diferença com o repouso. Esse comportamento fisiológico, possivelmente, mediado pelo estresse metabólico gerado durante as contrações musculares e ao estresse de cisalhamento nas paredes endoteliais, que ativam receptores de histamina H1 e H2, responsáveis pela vasodilatação local sustentada pós-exercício (HALLIWILL et al., 2012) e do óxido nítrico (PESCATELLO et al., 2004).

Levando em consideração, à persistência na elevação da FC, encontrado no presente estudo, podemos observar no domínio da frequência e do tempo (HF e RMSSD), índices que representam o SNP, permaneceram reduzidos durante 60 minutos após exercício em ambos os protocolos em comparação com o repouso. Foi observado também uma elevação significativa no índice RMSSD em 50 a 60 minutos em comparação com os períodos anteriores de recuperação (10 a 40 minutos) para o protocolo A (4:2m:2M), e para o protocolo B (15:30s:24s) em comparação com o período de 10 minutos. Em contrapartida, podemos observar uma elevação no índice LF, que representam o SNS, durante todo o período de recuperação (60 minutos) após os protocolos. O índice LF/HF, permaneceu elevado, reafirmando a maior participação do SNS.

O índice SDNN, permaneceu reduzido, apresentando uma recuperação significativa a partir de 30 minutos em comparação com os primeiros minutos de recuperação (10 minutos), sem diferença entre os protocolos, podendo admitir um aumento na retomada parassimpática. Embora a PA seja regulada pelo SNA, os mecanismos responsáveis por sua redução após TFI não são totalmente esclarecidos, podendo não ser mediado pelo SNA (MILLAR et al., 2013; SMART et al., 2019).

Taylor et al. (2003), em um estudo crônico, observaram um aumento significativo na atividade vagal no coração (redução no balanço LF/HF) e redução na PAS e PAM após 10 semanas de TFI com *handgrip* em idosos com HAS, demonstrando que o treinamento foi capaz de induzir ajustes autonômicos que favoreceram ao maior controle parassimpático. Por outro lado, em estudos com intervenção aguda, apresentam uma demora na recuperação cardiovagal no coração após exercício. Río-rodríguez, Iglesias-soler e Olmo (2016) demonstraram que o protocolo tradicional induziu uma retirada parassimpática significativa e a FC permaneceu elevada após o protocolo, em comparação

com o repouso e com o protocolo em configuração de *intra set rest* em isometria na cadeira extensora.

Em outro estudo, Iglesias-Soler et al. (2014), demonstraram uma modulação autonômica vagal reduzida (RMSSD, HF e SDNN) e aumento da modulação simpática (LF) após os protocolos no agachamento livre, com configuração tradicional e em *cluster*, sem diferença estatística entre os protocolos. Porém vale ressaltar, que o delineamento experimental, acarretou um atraso de oito minutos após os protocolos para aferição da PA, perdendo a cinética de recuperação autonômica a partir do final do exercício. Mayo et al. (2016), não observaram diferença significativa em HF em relação ao pré no protocolo de configuração em *inter-repetition rest* (citado pelo autor como uma configuração similar ao *cluster*). Já para o protocolo tradicional até a falha, com longo tempo sob tensão, foi possível observar uma redução vagal (HF) significativa durante 20 a 30 minutos, em comparação com o repouso. Analisando, o tipo de exercício (Agachamento vs. Supino – ambos executados de forma dinâmica), foi possível observar que o agachamento induziu menores valores em HF durante 20 a 35 minutos em relação ao repouso e tipo de exercício. No exercício supino, não houve diferença significativa. Além disso, foi possível observar uma redução vagal (HF) significativa nos dois tipos de configurações para agachamento, em comparação com a sessão controle, sem diferença entre o tradicional até a falha e *cluster*. Para o supino, foi observado uma redução vagal (HF) significativa, apenas no protocolo com longo tempo sob tensão, em comparação com o controle. Já para o protocolo em *cluster*, apresentou valores significativamente mais elevados em comparação ao agachamento em *cluster*, e em comparação com o protocolo com longo tempo sob tensão no supino.

Nesse sentido, Mayo et. al. (2015) observaram que protocolos com maiores números de repetições, ou tempo sob tensão (5 séries x 8 repetições : intervalo 3min [720s]; e 10 séries x 4 repetições : intervalo 80s [720s]; 10RM), induziram maior retirada vagal após exercício no *leg press* dinâmico em comparação com o repouso, independente da equalização (40 repetições:720 segundos) da relação esforço:pausa (*work-to-rest ratio*). No RMSSD, o protocolo de 8 repetições, apresentou redução significativa em comparação com o repouso e o controle durante 20 a 40 minutos. No pós-exercício, o protocolo de 4 repetições, apresentou valores significativamente menores em comparação com valor de repouso, e em comparação com o Controle e o protocolo de 1 repetição (40 séries x 1 repetição : intervalo 18,5s [720s]; 10RM) durante 20 a 30 minutos. Para o HF,

o protocolo de 8 repetições, apresentou valores significativamente menores em comparação com o repouso e o controle durante 20 a 35 minutos. E o protocolo de 4 repetições, induziu valores significativamente menores em comparação com o repouso e controle durante 20 a 30 minutos.

Assim, o presente estudo e os estudos que investigaram de forma aguda (IGLESIAS-SOLER et al., 2014; MAYO et al., 2015; Iglesias-soler e Olmo, 2016; MAYO et al., 2016), demonstraram que a configuração de prescrição com longo tempo sob tensão e o tipo de exercício com grande volume muscular (MAYO et al., 2016), podem retardar a recuperação vagal no coração após o exercício, podendo durar minutos ou até horas.

Por fim, entendendo a relação entre o comportamento hemodinâmico e autonômico no TFI em diferentes tipos de configuração equalizados na relação esforço:pausa (*work-to-rest ratio*), verificamos uma compensação cardiovascular (FC, DC, DP) com objetivo de atenuar os valores hemodinâmicos (PAS, PAD e PAM) durante os protocolos, e após o exercício, foi observado que o protocolo com maior duração de contração isométrica (protocolo A – 4:2m:2m), induziu uma demora no reestabelecimento da atividade parassimpática (HF e RMSSD) e atenuação no sinal simpático (LF e LF/HF).

Desse modo, o comportamento das variáveis hemodinâmicas e autonômicas, demonstraram segurança durante à aplicação dos protocolos. No entanto, o protocolo com menor tempo sob tensão (em *cluster*), pode ser uma estratégia mais adequada para pessoas com risco, por proporcionar menor demanda cardiovascular. Todavia, precisa-se de mais investigação sobre à resposta hemodinâmica após TFI com grandes grupamentos musculares, assim como, a sua relação com o controle autonômico em pessoas normotensas, e futuramente para pessoas hipertensas.

Como limitação do estudo, podemos citar: ausência de coleta sanguínea para análise do lactato, nitrito, nitrato e das catecolaminas durante e após esforço, com objetivo de explicar as repostas hemodinâmicas e autonômicas de forma integrada. Para futuros estudos, são necessários determinar a relação entre o acúmulo de metabólitos e a influência sobre o SNA em exercícios isométricos. Além disso, protocolos com diferentes configurações de esforço:pausa, como por exemplo, protocolos com 1 minuto de isometria.

7- CONCLUSÃO

Quando equalizado os protocolos na relação esforço:pausa, não foi possível observar diferença nas variáveis hemodinâmicas (PAS, PAM e PAD) e na PSE durante esforço. Contudo, o protocolo com maior tempo sob tensão (4:2m:2m), induziu maiores valores de FC, DC e DP.

Após os protocolos, não foi observado efeito hipotensor pós-exercício. Porém, o protocolo com maior tempo sob tensão, induziu valores significativamente maiores na FC durante os 60 minutos após exercício quando comparado com o protocolo B. O mesmo resultado foi observado para o DC até 20 minutos do encerramento da sessão de treino. Foi possível observar valores significativamente menores de RMSSD e SDNN em até 20 minutos no protocolo com maior tempo sob tensão em comparação com o protocolo com configuração em cluster (16:30s:24s). Contudo, os valores autonômicos não retornaram aos seus valores basais durante os 60 minutos.

8- REFERÊNCIAS

ALBERT, Christine M. et al. Triggering of Sudden Death from Cardiac Causes by Vigorous Exertion. **New England Journal of Medicine**, v. 343, n. 19, p.1355-1361, 9 nov. 2000. <http://dx.doi.org/10.1056/nejm200011093431902>.

AUBERT, André; SEPS, Bert; BECKERS, Frank. Heart Rate Variability in Athletes. **Sports Medicine**, v. 33, n. 12, p.889-919, 2003. <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200333120-00003>.

BADROV, Mark B. et al. Isometric exercise training lowers resting blood pressure and improves local brachial artery flow-mediated dilation equally in men and women. **European Journal Of Applied Physiology**, v. 116, n. 7, p.1289-1296, 2 maio 2016. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-016-3366-2>.

Baechle TR, Earle RW. Essentials of strength training and conditioning. Champaign: Human Kinetics, 2000.

CARLSON, Debra J. et al. Isometric Exercise Training for Blood Pressure Management: A Systematic Review and Meta-analysis. **Mayo Clinic Proceedings**, v. 89, n. 3, p.327-334, mar. 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mayocp.2013.10.030>.

CHODZKO-ZAJKO, Wojtek J. et al. Exercise and Physical Activity for Older Adults. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 41, n. 7, p.1510-1530, 2009.

CORNELISSEN, Veronique A.; SMART, Neil A.. Exercise Training for Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-analysis. **Journal Of The American Heart Association**, v. 2, n. 1, p.1-9, 23 jan. 2013. <http://dx.doi.org/10.1161/jaha.112.004473>.

DUNCKER, Dirk J.; BACHE, Robert J.. Regulation of Coronary Blood Flow During Exercise. **Physiological Reviews**, v. 88, n. 3, p.1009-1086, jul. 2008. <http://dx.doi.org/10.1152/physrev.00045.2006>.

ELSTAD, M. et al. Stroke volume decreases during mild dynamic and static exercise in supine humans. **Acta Physiologica**, v. 195, n. 2, p.289-300, fev. 2009. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-1716.2008.01887.x>.

FIGUEIREDO, Tiago *et al.* Influence of Number of Sets on Blood Pressure and Heart Rate Variability After a Strength Training Session. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 29, n. 6, p. 1556-1563, jun. 2015. <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000000774>.

FIGUEIREDO, Tiago *et al.* Influence of Rest Interval Length Between Sets on Blood Pressure and Heart Rate Variability After a Strength Training Session Performed By Prehypertensive Men. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 30, n. 7, p. 1813-1824, jul. 2016. <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000001302>.

FOCHT B, KOLTYN K. Influence of resistance exercise of different intensities on state anxiety and blood pressure. **Med Sci Sports Exerc**. 1999;31:456-63.

GJØVAAG, Terje F. et al. Hemodynamic Responses to Resistance Exercise in Patients with Coronary Artery Disease. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 48, n. 4, p.581-588, abr. 2016. <http://dx.doi.org/10.1249/mss.0000000000000811>.

HALLIWILL, John R. et al.. Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: what happens after we exercise?. **Experimental Physiology**, v. 98, n. 1, p.7-18, 9 out. 2012. <http://dx.doi.org/10.1113/expphysiol.2011.058065>.

IGLESIAS-SOLER, Eliseo et al. Effect of set configuration on hemodynamics and cardiac autonomic modulation after high-intensity squat exercise. **Clinical Physiology And Functional Imaging**, v. 35, n. 4, p.250-257, 29 abr. 2014. <http://dx.doi.org/10.1111/cpf.12158>.

INDER, Jodie D et al. Isometric exercise training for blood pressure management: a systematic review and meta-analysis to optimize benefit. **Hypertension Research**, [s.l.], v. 39, n. 2, p.88-94, 15 out. 2015. <http://dx.doi.org/10.1038/hr.2015.111>.

KING, Major L et al. The hemodynamic effects of isotonic exercise using hand-held weights in patients with heart failure. **The Journal of Heart And Lung Transplantation**, v. 19, n. 12, p.1209-1218, dez. 2000. [http://dx.doi.org/10.1016/s1053-2498\(00\)00208-4](http://dx.doi.org/10.1016/s1053-2498(00)00208-4).

KRASCHNEWSKI, Jennifer L. et al. Is strength training associated with mortality benefits? A 15year cohort study of US older adults. **Preventive Medicine**, v. 87, p.121-127, jun. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.02.038>.

LAGALLY, Kristen M.; ROBERTSON, Robert J.. Construct Validity of the OMNI Resistance Exercise Scale. **The Journal of Strength And Conditioning Research**, v. 20, n. 2, p.252-256, 2006. <http://dx.doi.org/10.1519/r-17224.1>.

LAMOTTE, Michel et al. Acute cardiovascular response to resistance training during cardiac rehabilitation: effect of repetition speed and rest periods. **European Journal Of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation**, v. 17, n. 3, p.329-336, jan. 2010. <http://dx.doi.org/10.1097/hjr.0b013e328332efdd>.

LEWIS, S. F. et al. Role of muscle mass and mode of contraction in circulatory responses to exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 58, n. 1, p.146-151, jan. 1985. <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.1985.58.1.146>.

LÓPEZ-VALENCIANO, A. et al. Updated systematic review and meta-analysis on the role of isometric resistance training for resting blood pressure management in adults. **Journal of Hypertension**, v. 37, n. 7, p.1320-1333, jul. 2019. <http://dx.doi.org/10.1097/hjh.0000000000002022>.

MACDOUGALL, J. D. et al. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 58, n. 3, p.785-790, 1 mar. 1985. <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.1985.58.3.785>.

MASSAFERRI, R. et al. Hemodynamic Responses and Perceived Exertion During Continuous and Discontinuous Resistance Exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 13, p.1052-1057, 7 ago. 2015. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1549957>.

MAYO, Xián et al. A shorter set reduces the loss of cardiac autonomic and baroreflex control after resistance exercise. **European Journal of Sport Science**, v. 16, n. 8, p.996-1004, 15 nov. 2015. <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2015.1108367>.

MAYO, Xián et al. Exercise Type Affects Cardiac Vagal Autonomic Recovery After a Resistance Training Session. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 30, n. 9, p.2565-2573, set. 2016. <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000001347>.

McCARTNEY, Neil. Acute responses to resistance training and safety. A Review, **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 31(1):31-37, Jan. 1999.

MENEGHELO R. S. et al., Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. **Arq Bras Cardiol**, 2010.

MICHAEL, Scott; GRAHAM, Kenneth S.; DAVIS, Glen M. Cardiac Autonomic Responses during Exercise and Post-exercise Recovery Using Heart Rate Variability and Systolic Time Intervals—A Review. **Frontiers In Physiology**, v. 8, p.1-10, 29 maio 2017. <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2017.00301>.

MILLAR, P. J. et al.. Evidence for the Role of Isometric Exercise Training in Reducing Blood Pressure: Potential Mechanisms and Future Directions. **Sports Medicine**, v. 44, n. 3, p.345-356, 31 out. 2013. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-013-0118-x>.

NERY, Sandra de Souza et al. Intra-arterial blood pressure response in hypertensive subjects during low- and high-intensity resistance exercise. **Clinics**, v. 65, n. 3, p.271-277, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/s1807-59322010000300006>

O'CONNOR, P. J. et al. State anxiety and ambulatory blood pressure following resistance exercise in females. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 25, no. 4, p. 516-521, 1993.

PAULO, Anderson Caetano et al. Blood Pressure Response During Resistance Training of Different Work-to-Rest Ratio. **Journal of Strength And Conditioning Research**, v. 33, n. 2, p.399-407, fev. 2019. <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000002074>.

PAULO, Caetano A. et al. 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**, v. 26, n. 5, p.1308-1312, maio 2012.

PESCATELLO, Linda S. et al. Exercise and Hypertension. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 36, n. 3, p.533-553, mar. 2004. <http://dx.doi.org/10.1249/01.mss.0000115224.88514.3a>.

PESCATELLO, Linda S. et al. Physical Activity to Prevent and Treat Hypertension. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 51, n. 6, p.1314-1323, jun. 2019. <http://dx.doi.org/10.1249/mss.0000000000001943>.

POLLOCK, M. L. et al. Resistance Exercise in Individuals With and Without Cardiovascular Disease. **Circulation**, v. 101, n. 7, p.828-833, 22 fev. 2000. <http://dx.doi.org/10.1161/01.cir.101.7.828>.

QUEIROZ, A. C. C. et al. Post-resistance exercise hemodynamic and autonomic responses: Comparison between normotensive and hypertensive men. **Scandinavian Journal of Medicine & Science In Sports**, v. 25, n. 4, p.486-494, 1 jul. 2014. <http://dx.doi.org/10.1111/sms.12280>.

RATAMESS, N. A. et al. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p.687-708, mar. 2009.

RÍO-RODRÍGUEZ, Dan; IGLESIAS-SOLER, Eliseo; OLMO, Miguel Fernández del. Set Configuration in Resistance Exercise: Muscle Fatigue and Cardiovascular Effects. **Plos One**, v. 11, n. 3, p.1-18, 16 mar. 2016. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0151163>.

SALLES, Belmiro Freitas de *et al.* Influence of Rest Interval Lengths on Hypotensive Response After Strength Training Sessions Performed by Older Men. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 24, n. 11, p. 3049-3054, nov. 2010. <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181ddb207>.

SILVERTHORN, Dee Unglaud. Fisiologia humana: uma abordagem integrada. 5^a ed. – Porto Alegre: Artmed, 2010.

SIMÕES, R. P. et al. Heart-Rate Variability and Blood-Lactate Threshold Interaction During Progressive Resistance Exercise in Healthy Older Men. **Journal of Strength And Conditioning Research**, v. 24, n. 5, p.1313-1320, maio 2010. <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181d2c0fe>.

SMART, N. A. et al. An evidence-based analysis of managing hypertension with isometric resistance exercise—are the guidelines current? **Hypertension Research**, v. 43, n. 4, p.249-254, 22 nov. 2019. <http://dx.doi.org/10.1038/s41440-019-0360-1>.

Sociedade Brasileira de Cardiologia. 7^a Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 107, n. 3, p.1-82, 2016.

STANLEY, Jamie; PEAKE, Jonathan M.; BUCHHEIT, Martin. Cardiac Parasympathetic Reactivation Following Exercise: Implications for Training Prescription. **Sports Medicine**, v. 43, n. 12, p.1259-1277, 3 ago. 2013. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-013-0083-4>.

TASK FORCE. Task Force of European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. **Circulation**, v. 93, p. 1043-1065, 1996.

TAYLOR, A. C. et al. Isometric Training Lowers Resting Blood Pressure and Modulates Autonomic Control. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 35, n. 2, p.251-256, fev. 2003. <http://dx.doi.org/10.1249/01.mss.0000048725.15026.b5>.

TAYLOR, Andrea C. et al. Isometric Training Lowers Resting Blood Pressure and Modulates Autonomic Control. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 35, n. 2, p.251-256, fev. 2003. <http://dx.doi.org/10.1249/01.mss.0000048725.15026.b5>.

TEIXEIRA, L. et al. Post-concurrent exercise hemodynamics and cardiac autonomic modulation. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 9, p.2069-2078, 23 jan. 2011. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-010-1811-1>.

VALE, A. F. et al. Acute effects of different resistance training loads on cardiac autonomic modulation in hypertensive postmenopausal women. **Journal of Translational Medicine**, v. 16, n. 1, p.1-9, 30 ago. 2018.

VANDERLEI, L. C. M. et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 24, p.205-217, 2009.

WHELTON, Paul K. et al. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: Executive Summary. **Hypertension**, v. 71, n. 6, p.1269-1324, jun. 2018. <http://dx.doi.org/10.1161/hyp.0000000000000066>.

WILES, J. D. et al. The safety of isometric exercise. **Medicine**, v. 97, n. 10, p.1-8, mar. 2018. <http://dx.doi.org/10.1097/md.00000000000010105>.

WILES, Jonathan D.; GOLDRING, Natalie; COLEMAN, Damian. Home-based isometric exercise training induced reductions resting blood pressure. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 1, p.83-93, 16 nov. 2016. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-016-3501-0>.

WILLIAMS, M. A. et al.. Resistance Exercise in Individuals With and Without Cardiovascular Disease: 2007 Update. **Circulation**, v. 116, n. 5, p.572-584, 31 jul. 2007.

9- APÊNDICE

9.1- APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS - CEFED
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você _____, está sendo convidada, como voluntária, para participar da pesquisa **“EFEITO DE DOIS PROTOCOLOS DE TREINAMENTO ISOMÉTRICO EQUALIZADO EM DENSIDADE SOBRE AS RESPOSTAS HEMODINÂMICAS E METABÓLICAS”**, sob responsabilidade do Prof. Dr. Richard Diego Leite.

Você foi selecionado(a) para submeter-se a um programa de treinamento de força e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento, sem que para isto sofra qualquer penalidade ou prejuízo na continuidade do seu acompanhamento.

O objetivo principal deste estudo consiste em avaliar o comportamento da pressão arterial (estágio 1) e resposta metabólica em dois diferentes protocolos de treinamento isométrico realizado no exercício *leg press*. Como benefício, você passará por uma avaliação médica, com a utilização do eletrocardiograma e ergoespirometria, obtendo informações a respeito da capacidade aeróbia e possíveis alterações cardiovasculares. Além disso, será realizada uma avaliação antropométrica para classificação da composição corporal e o nível de sobrepeso e obesidade. Será realizado também o teste de carga para determinar a força máxima e submáxima, além das orientações a respeito da prática de exercícios físicos.

Durante a realização do exercício, poderá ocorrer cansaço físico, fadiga de membros inferiores e dores musculares que pode acometer pessoas mais sensíveis. Contudo, será dado um período de descanso ideal (48 horas) para recuperação entre o teste de repetições máximas e protocolos. Sendo que em qualquer uma destas condições a sessão será interrompida e será garantida toda a assistência médica necessária.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma que possibilite sua identificação, pois o instrumento para registro dos dados serão identificados por números.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço institucional do pesquisador principal, do orientador e do Comitê de Ética em Pesquisa, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Em caso de concordância com as informações que lhe foram expostas e aceitação de sua participação na pesquisa assine abaixo.

Espaço para impressão do polegar
--

Voluntário(a) da pesquisa

Pesquisador responsável

Pesquisador responsável:

Prof. Dr. Richard Diego Leite

Telefone para contato: (27) 98169-2382

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Educação Física e Desportos.

Endereço: Av. Fernando Ferrari, 514, Campus de Goiabeiras, CEP 29075-910, Vitória - ES (Tel.: (27) 4009-7671 e 4009- 2636).

9.2- APÊNDICE B – ANAMNESE

FICHA DE ANAMNESE**IDENTIFICAÇÃO****NOME:** _____**NASCIMENTO:** ____/____/____**TELEFONE/CELULAR** _____**ENDEREÇO:** _____**OCUPAÇÃO:** _____**Escolaridade:**

- () Analfabeto () Fund. Incompleto () Fund. Completo () Médio completo
 () Médio incompleto () Superior incompleto () Superior completo () Pós-
 graduação

Renda (R\$ 998,00 SM):

- () Menos de 1 SM () Entre 1 e 2 SM () Entre 2 e 4 SM () Acima de 4 SM

1. Como você avalia seu estado de saúde atual?

- () Ótimo () Bom () Regular () Ruim () Muito ruim

2. Você tem alguma doença diagnosticada pelo médico:

- () sim () não

Caso afirmativo, marque com um x a(s) doença(s).

- | | |
|---|----------------------------|
| () Esclerose múltipla | () Dermatite atópica |
| () Esclerodermia | () tireoidite de Hashim |
| () Doença cardíaca | () Alzheimer |
| () Hipertensão (pressão alta) | () Depressão |
| () Seqüela Acidente Vascular (derrame) | () Diabetes |
| () Artrose | () Dislipidemia |
| () Artrite Reumatóide | () Doenças dos olhos |
| () Dores Lombares | () Dificuldades Auditivas |
| () Osteoporose | () Incontinência Urinária |
| () Osteopenia | () Neoplasias(tumores) |
| () Asma | () Fibromialgia |
| () Bronquite Crônica | () Gastrite |
| () Enfisema | () Prisão de ventre |
| () Outros: _____ | () Etilismo |

3. Você toma medicamentos () sim () não

Caso Afirmativo,

qual(is): _____

Horários: _____

4. Caso a resposta anterior seja negativa, você tomava algum remédio?

() não () sim;

Qual(is)? _____

5. Você possui algum tipo de metal ou aparelho no corpo?

() não () sim; () Marcapasso () Platina junto a algum osso

Outro: _____

6. Você faz uso de bebida alcoólica? qual frequência?

7. Fumante () **Ex-fumante** () ;Parou há quanto tempo? _____) **Fuma esporadicamente** ()

8. Você já fez musculação em alguma academia? caso sim, por quanto tempo?

9. Atividade física:

() não () sim

Tipo: _____ Frequência: _____

10. FAZ ACOMPANHAMENTO COM NUTRICIONISTA? HÁ QUANTO TEMPO?

11. QUANTAS REFEIÇÕES VOCÊ FAZ POR DIA?

AVALIAÇÃO FÍSICA (Ficha de caracterização)

PAS: _____ **PAD:** _____ **FC:**

Estatura (cm) _____

Peso corporal (kg) _____

Circunferência cintura (cm): _____

Circunferência quadril (cm): _____

Relação cintura-quadril: _____

Pais hipertensos? _____

9.3- APÊNDICE C – ARTIGO DE REVISÃO

ISSN: 0103-1716 / Fator de impacto: / Qualis: B2 (Educação Física)

DIFFERENT SET CONFIGURATION WITH EQUATED WORK-TO-REST RATIO, HEMODYNAMIC AND AUTONOMIC RESPONSE IN RESISTANCE TRAINING: A BRIEF REVIEW

Carlos Brendo Ferreira Reis^{1,2}, Paula Tâmara Vieira Teixeira Pereira³, Leudyenne Pacheco de Abreu³, Igor Alves Mello^{1,2}, Thiago Gomes Leite³, Richard Diego Leite^{1,2}.

1 – Center of Physical Education and Sports, Federal University of Espírito Santo, Vitoria, Brazil.

2 – Postgraduate Program in Physical Education, Federal University of Espírito Santo, Vitoria, Brazil.

3 – Department of Sports, Federal University of Maranhão, São Luís, Brazil.

ABSTRACT:

The aim of the study was to analyze the influence of different set configuration with equated work-to-rest ratios on hemodynamic and autonomic responses during and after resistance training. **Methods:** The articles were selected from Periodicals Capes Portal, PubMed, Medline, LILACS, Cochrane library, Scopus, and Google Scholar, published between 2012 to 2019. Inclusion criteria were: English publish randomized and non-randomized adult participants (≥ 18 years old) resistance training intervention; detailed work-to-rest ratio. The descriptors used were: “work to rest ratio” AND “resistance training” OR “strength training” AND “hemodynamic” AND “cardiac autonomic modulation”. **Results:** Five resistance training studies with equalized work-to-rest ratio were found. Set configuration with longer time under tension (TUT) could induce higher more expressive metabolic response than a short TUT. These outcomes may lead to distinct hemodynamic and autonomic responses during acute RT program. **Conclusion:** Set configurations with longer TUT appear to induce greater hemodynamic response and vagal withdrawal during and after acute session than sets with configurations in cluster, when equated in W:R.

Keywords: Resistance training; Set configuration; Work-to-rest ratio; Blood pressure; Cardiac autonomic control.

INTRODUCTION

Exercise-induced autonomic nervous system modulation, reduced cardiac output and peripheral vascular resistance (PVR) can induce lower blood pressure (BP) levels after training session^(1,2). In this sense, resistance training (RT) is recommended as a nonpharmacological treatment to reduce after-session BP levels, being a therapy for the primary prevention, treatment, and disease control^(1,3).

Hemodynamic and autonomic responses during and after RT session depends of training variables manipulation (exercise selection, sets per exercise, repetitions per set, rest between sets, training volume, intensity, and movement velocity)⁽⁴⁾. One study conducted by Nery et al.⁽⁵⁾, demonstrated significantly higher BP levels in 40% 1-repetition maximal (RM) in comparison to 80% 1-RM when performed until muscle failure. In contrast, Vale et al.⁽⁶⁾ compared different intensities (6RM vs. 15RM) and did not show differences for systolic and diastolic BP values. However, lighter loads (15-RM) seems to induce acute increases in cardiac sympathetic activity after session, which may be related to greater cardiovascular stress. Alongside with intensity, training volume seems to be another important RT variable. McCartney et al.⁽⁷⁾ demonstrated that higher RT volumes induce higher BP levels. Moreover, Lamotte et al.⁽⁸⁾ showed that lower BP values were observed with longer rest intervals (90s and 120s). It seems that different set configurations may result in distinct hemodynamic and autonomic responses. Therefore, it is essential to better understand how RT configuration will affect these systems, aiming a precise prescription accordingly to the subject's goal.

Work-to-rest ratio (W:R) is a approach to analyze the relation between work and rest leading account intensity, volume, and rest. The total work is considered the total number of sets, repetitions and weight lifted (set x reps x weight lifted), and the rest is the total time of pause during the protocol (number of intervals x interval duration)^(9,10).

Recently, Paulo et al.⁽¹⁰⁾ compared the different structures of rest intervals and number of repetitions per set on BP response among equated and non-equated for W:R. The results demonstrated that higher W:R promoted higher cardiovascular responses. Interestingly, longer rest interval (lower W:R) were not able to promote significantly reductions on heart rate and systolic blood pressure. Thus, the present brief review analyzed the influence of different sets configurations with equated W:R ratio on hemodynamic and autonomic responses during and after acute RT.

MATERIALS AND METHODS

Randomized and non-randomized; scientific articles published in English between 2012 and 2019; adult participants (≥ 18 years old); resistance training intervention; work-to-rest ratio description were included. Bibliographic databases were: Periodicals Capes Portal, PubMed, Medline, LILACS, Cochrane library, Scopus and Google Scholar. The search used the following descriptors: “work to rest ratio” AND “resistance training” OR “strength training”, which included an analysis of BP and heart rate variability (HRV). The exclusion criteria were: studies that did not describe the work-to-rest ratio control or aerobic training. Titles and abstracts of retrieved articles were individually evaluated by five reviewers (REIS, C.B.F.; PEREIRA, P.T.V.T.; ABREU, L.P.; and MELLO, I. A.; and LEITE, T.G.) to assess their eligibility for review. Any disagreements were resolved by consensus by a sixth reviewer (LEITE, R.D.).

RESULTS

Our initial research identified 1.565 studies based on the descriptor "work-to-rest ratio". After title and summary review, 1.514 studies were excluded, which did not detail the work-to-rest ratio control in RT or analyzed high intensity interval training. After reading 51 full-text papers, 21 duplicates and 25 did not detail the W:R or did not analyze BP and/or autonomic nervous system response. Five studies remained for brief review (Figure 1; Table 1).

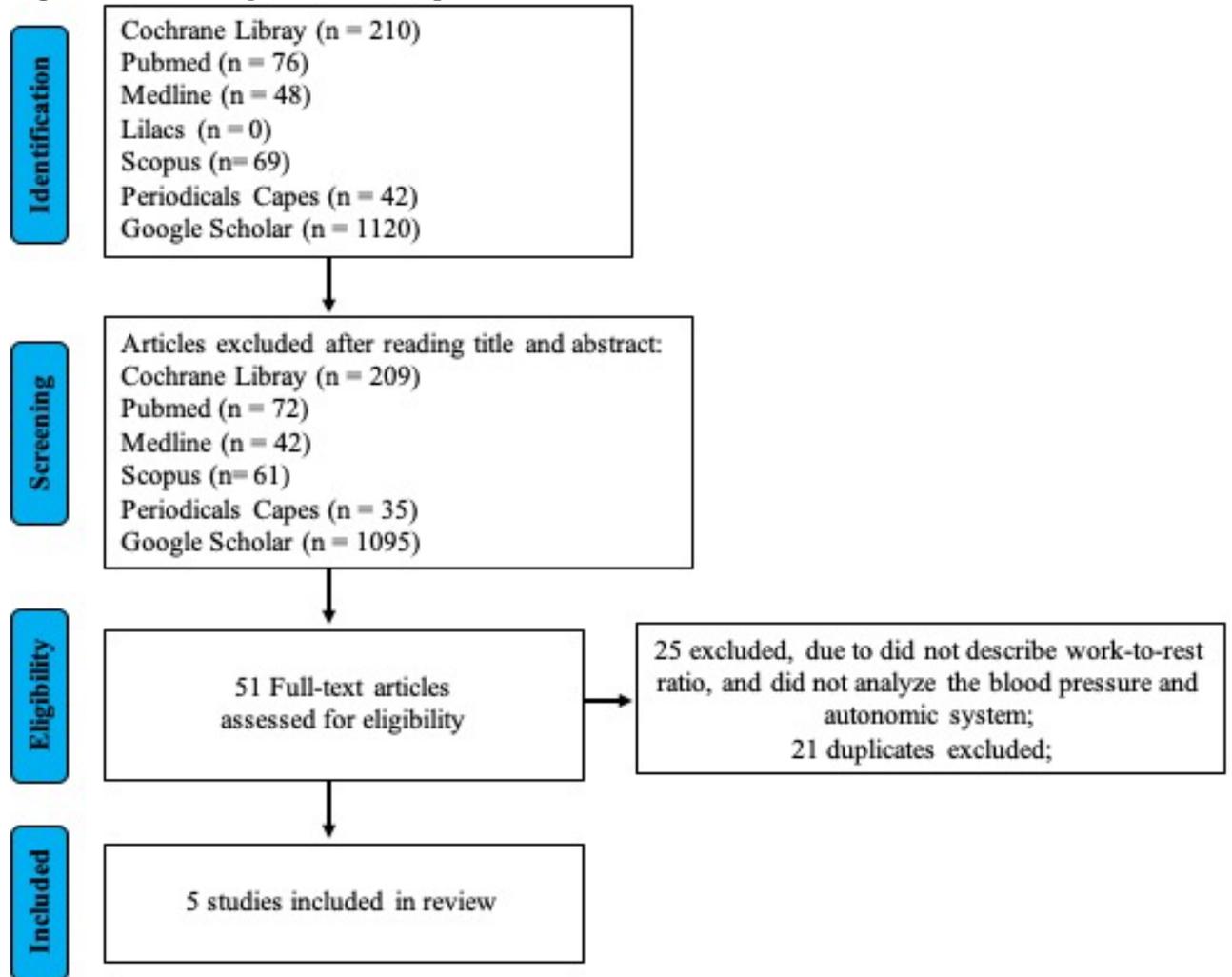
Figure 1: Flow diagram of search process

Table 1: Characteristics of included studies

Study and country	Participants	Training status	Resistance training protocol	Exercise	Hemodynamic and autonomic evaluation
Paulo et al. ⁽¹⁰⁾ (Brazil)	Female (n=10; 24.6±5 years)	Untrained	High work-to-rest/ (non-equated- 45reps:88s) 3 sets x15 reps:44seconds Load: 20-RM	Dynamic Leg Extension	Finger Photoplethysmography Measure: • Pre, during (after each set), and immediately post Variables: • SBP, DBP, HR, and RPP
			Low work-to-rest (I) (equated - 45reps:176s) 3 sets x 15 reps:88 seconds Load: 20-RM		
			Low work to rest (II) (equated - 45reps:176s) 9 sets x 5 reps:22 seconds Load: 20-RM		
Rio-Rodriguez et al. ⁽¹¹⁾ (Spain)	Male (n=11; 21.0±2 years)	Physically active	Low work to rest (III) (equated - 45reps:176s) 45 sets x 1 reps:4 seconds Load: 20-RM	Isometric Leg Extension	Finger Photoplethysmography Measure: • Pre, during (continuum), and immediately post Variables: • SBP, DBP, MAP, HR, and RPP.
			Traditional set configuration (TT) 4 sets of 80% TTF duration:180s/Load: 50% MVC		
			Intra set rest configuration (IST) 16 sets of 20% TTF duration:36s/ Load: 50% MVC		

Mayo et al. ⁽¹²⁾ (Spain)	Male (n=13; 23±3 years)	Resistance training experience (at least 6 month)	<p>Failure session: 5 sets x until failure 720s/ load: 10-RM</p> <p>Inter-repetition rest: Same number of repetitions (Failure session)/ 720 seconds distributed between each repetition); Load: 10-RM</p>	Dynamic Bench Press and Parallel Squat	<ul style="list-style-type: none"> • HRV (iRR; LF; HF, and LF/HF)
Mayo et al. ⁽¹³⁾ (Spain)	Female (n=5)/ Male (n=12; 23±3 years)	Resistance training experience (at least 6 month)	<p>5 sets x 8 reps/interval rest: 3 minutes/ load: 10 RM load (40 reps:720s)</p> <p>10 sets x 4 reps/ Interval rest: 80 seconds/ load: 10 RM load (40 reps:720s)</p> <p>40 sets x 1rep/ interval rest: 18.5 seconds/ load: 10 RM load (40 reps:720s)</p>	Dynamic diagonal sled type Leg Press machine	<p>Portable cardiac monitor (RS 800 CX polar®) and oscilometric device (Omron® MIT elite plus)</p> <p>Measure:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basal and post (until 40 minutes) <p>Variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SBP and DBP • HRV (HF; LnHF/iRR) <p>Finger Photoplethysmography</p> <p>Measure:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basal and post (until 40 minutes). <p>Variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SBP, DBP, and MAP • HRV (RMSSD, LnHF, LnLF, LnLF/HF, and LF(nu))

Iglesias-Soler et al. ⁽¹⁴⁾ (Spain)	Male (n=10; 23±4 years)	Experience judo Fighter (at least 18 month of experience in RT)	<p>Traditional training (TT): 3 sets x until failure reps/ Interval rest: 3 minutes/ load: 4-RM.</p> <p>Cluster training (CT): Same number of repetitions (traditional resistance training)/ 360 seconds distributed between each repetition); load: 4-RM.</p>	Dynamic Squat	<p>Sphygmomanometer and phonendoscope/ memory belt (Suunto ltd.)</p> <p>Measure:</p> <ul style="list-style-type: none"> • basal, during, and post <p>Variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SBP, HR, and RPP • HRV (SDNN, RMSSD, LnLF; HF; LnLF/HF; LF(nu); HF(nu)).
--	----------------------------	--	--	------------------	---

Reps: repetitions; TTF: time to task failure; MVC: maximal voluntary isometric contraction; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; MAP: mean arterial pressure; HR: heart rate; RPP: rate pressure product; HRV: heart rate variability; iRR: RR interval; LF: low-frequency; HF: high-frequency; LF/HF: LF/HF ratio; RMSSD: Root mean square of successive RR interval differences; LnLF: natural logarithm LF; LnHF: natural logarithm HF; LnLF/HF: natural logarithm LF/HF; LnHF/iRR: natural logarithm of HF divided by the squared mean R-R interval; SDNN: Standard deviation of NN intervals.

Paulo et al.⁽¹⁰⁾, compared non-equated (High W:R: 45reps:88s) and equated (Low W:R: 45reps:176s) protocols, observed that HIGH_{W:R}3X15:44s and LOW_{W:R}3X15:88s protocol induced similar SBP and DBP increase. The equated protocols analysis demonstrated that LOW_{W:R}9X5:22s protocol induced smaller SBP and DBP increases in comparison with LOW_{W:R}3X15:88s and LOW_{W:R}45X1:4s protocols. The LOW_{W:R}45X1:4s protocol induced greater SBP and DBP increases compared to LOW_{W:R}9X5:22s.

Rio-Rodriguez et al.⁽¹¹⁾, observed significant increase during exercise only in HR, rate pressure product (RPP). Both protocols, traditional set configuration (TT) (pre: 66±13 bpm; during: 108±14 bpm) and intra set rest configuration (IST) (Pre: 66±14 bpm; During: 88±15 bpm) induced HR_{mean} increases compared to baseline values. After protocols, only the IST protocol HR_{mean} returned to baseline values (Pre: 66±14 bpm; Post: 66±13 bpm). In contrast, HR_{mean} did not return to baseline values (Pre: 66±13; Post: 75±12) after TT protocol. RPP values increased significantly during exercise compared to baseline values for the TT (Pre: 5.928±1.233 mmHg.bpm; During: 12.425±1.841 mmHg.bpm) and IST (Pre: 5.629±1.411 mmHg.bpm; During: 9.007±1.739 mmHg.bpm) protocols. TT protocol induced significantly higher RPP values compared to IST protocol. In both protocols there was an increase in SBP, DBP and MAP values compared to baseline, but no statistic difference was observed.

The HF index, decreased significantly in the TT protocol (Pre: 6.62±1.13; Post: 5.87±0.95) and remained lower after exercise compared to the IST protocol (Pre: 6.48±1.11; Post: 6.79±1.21). There was no statistic difference between TT (Pre: 7.06±0.90; Post: 6.80±0.71) and IST (Pre: 6.91±0.64; Post: 7.28±0.89) protocols for the LF index.

Mayo et al.⁽¹²⁾ demonstrated that, there were no differences in LnHF Pre values between exercises (Squat and Bench Press). Lower LnHF values were observed for squat exercise in comparison with bench press and Pre values. Failure protocol induced significantly lower values compared to Pre values and Control protocol. In the Inter-repetition rest protocol, squat LnHF values were significantly lower than bench press exercise. When comparing exercises, both Failure and Inter-repetition rest protocols presented lower LnHF values than Control session in the squat exercise. For the bench press, lower LnHF values were observed in the Failure protocol than Control and Inter-repetition rest protocol. In addition, SBP and DBP values decreased significantly in Failure protocol compared to Control session until 40 minutes.

Mayo et al.⁽¹³⁾, demonstrated that LnRMSSD values remained significantly lower compared to Pre up to 40 minutes (Pre: 4.18 ± 0.37 vs. Post: 3.79 ± 0.55), and control group (post control: 4.16 ± 0.5 vs. 5x8:720s: 3.79 ± 0.55) for 5x8:720s protocol. In addition, the 10x4:720s protocol induced significant reduction up to 25-30 minutes compared to Pre (Pre: 4.1 ± 0.53 vs. Post: 3.77 ± 0.54) and Control (10x4:720s: 3.77 ± 0.54 vs. Control: 4.14 ± 0.47). Furthermore, the 10x4:720s protocol, significantly decreased post-exercise LnRMSSD compared to 40x1:720s protocol within 25-30 minutes (10x4:720s protocol: 3.77 ± 0.54 vs. 40x1:720s protocol: 3.96 ± 0.52).

LnHF post-exercise values were significantly lower than Pre values for the 5x8:720s (Pre: 7.11 ± 0.73 ; 30-35min: 6.19 ± 1.06) and 10x4:720s (Pre: 6.96 ± 1.08 ; 30-35min: 6.3 ± 1.06) protocols. The 5x8:720s protocol was significantly shorter post-exercise compared to control session within 30-35 minutes (5x8:720s: 6.19 ± 1.06 ; Control: 6.99 ± 1.1). In addition, lower values for the 10x4:720s protocol were observed compared to control up to 25-30 minutes (10x4:720s: 6.21 ± 1.14 ; Control: 6.98 ± 0.96) and Pre value (6.96 ± 1.08), remaining up to 30-35 minutes (6.3 ± 1.06).

For LnLF, the 10x4:720s protocol induced lower values compared to control up to 20-25 minutes (10x4:720s: 6.77 ± 0.92 ; Control: 7.51 ± 0.82) and compared to 40x1:720s protocol up to 25-30 minutes (10x4:720s: 6.75 ± 1.03 ; 40x1:720s: 7.27 ± 0.82). For Ln LF/HF and LF(nu) showed no significant behavior. For SBP, DBP and MAP, hypotensive effect was not observed up to 40 minutes at protocols.

Iglesias-Soler et al.⁽¹⁴⁾, observed a significant increase in SBP, HR and RPP since set 2 and set 3, with higher values in the traditional training (TT) protocol when compared to the cluster training (CT) protocol. Traditional training and CT protocols induced reductions in LnSDNN, LnRMSSD, LnLF and HF (ms^2) post-exercise. There was a positive correlation between SDNN and SBP in the TT protocol ($r = 0.803$; $p = 0.009$).

DISCUSSION

Studies included in this brief review demonstrated the importance of the W:R ratio manipulation on hemodynamic and autonomic acute responses. During acute RT session, different exercise prescription configurations (volume, intensity, interval and contraction velocity) equated in W:R ratio may influenced distinct hemodynamic and autonomic behaviors.

Iglesias-Soler et al.⁽¹⁴⁾ compared the effect of two equated protocols, and demonstrated that TT induced significant increases in SBP, HR and RPP compared to CT. Based on CT results, it appears to be a safer and more appropriate prescribing strategy

for people aiming lower cardiovascular stress. Paulo et al.⁽¹⁰⁾, reported that long time under tension protocols (3x15:88s and 3x15:44s) also increased SBP, DBP, HR and RPP. In agreement with previous studies, isometric exercise also induced the same hemodynamic elevation response above baseline in protocols with different sets configurations (Table 1) in equated W:R⁽¹¹⁾.

The SBP increases during long contraction time are related to vasoconstriction which reduces oxygen (O₂) bioavailability, causing to local hypoxia and ischemia, increasing metabolic stress⁽¹⁵⁾. As local metabolites increases, sensory organs (chemoreceptors, mechanoreceptors) located in the muscle will induce a central afferent adjustment for ANS, augmenting peripheral sympathetic activity and reducing parasympathetic (vagal) activity during exercise⁽¹⁵⁾. In this sense, two studies showed that longer contraction time induces vagal withdrawal and increased BP^(11,14).

Mayo et al.⁽¹²⁾ submitted 13 normotensive subjects with RT experience (at least 6 months) to two protocols with different configurations [5x until muscle failure (failure session)/720 seconds; Same number of repetitions (Failure session)/720 seconds distributed between each repetition); load: 10-RM] in the squat and bench press exercises. The authors observed that squat exercise induced a significant reduction of cardiac vagal activity in comparison with pre-exercise values and bench press exercise. This response may be related to the amount of muscle mass, glycolytic pathway and lactate concentration. Furthermore, high lactate concentration can negatively affect ANS recovery⁽¹²⁾.

For hemodynamic variables, the results demonstrated that there is no hypotensive response, however, the muscle failure protocols induce significantly lower SBP and DBP values. These events can be explained by the long time under tension, resulting in higher metabolites and nitric oxide (NO) leading to greater post-exercise vasodilation and hypotensive response⁽¹²⁾.

In another study, Mayo et al.⁽¹³⁾ submitted 17 young adults with RT experience to different protocols (5x8:720s; 10x4:720s; 40x1:720s) with equated W:R ratio (40rep:720sec) in the leg press 45° exercise. The 5x8:720s protocol induced a significant vagal withdrawal compared to the other protocols after session due to the higher participation of glycolytic metabolism, supporting the previous study⁽¹²⁾. No hypotensive effect was observed in any of the protocols. Nevertheless, it was noted that in the present review, regardless of whether equated W:R ratio between protocols or not, RT configuration is a determining factor for hemodynamic and ANS response.

CONCLUSIONS

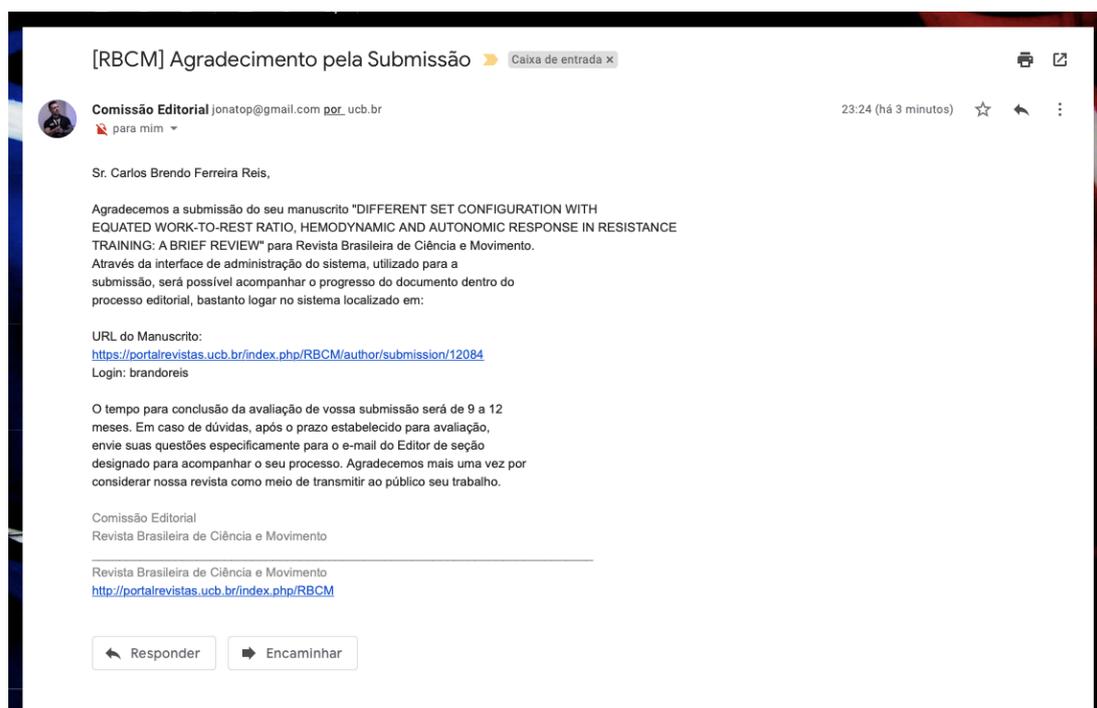
Set configurations with longer time under tension and equated W:R ratio appear to induce greater hemodynamic response and vagal withdrawal during and after session. In addition, inserting short rest between repetitions can be interesting to promote lower cardiovascular stress.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001, and Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES).



10- ANEXO

10.1- ANEXO A – Aprovação no Comitê de Ética e Pesquisa

Saúde
Ministério da Saúde
Plataforma Brasil
principal x sair

Público
Pesquisador
Alterar Meus Dados
Carlos Brendo Ferreira Reis - Pesquisador | V3.2

Cadastros
Sua sessão expira em: 40min 00

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

- DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITO DE DOIS PROTOCOLOS DE TREINAMENTO ISOMÉTRICO EQUALIZADO EM DENSIDADE SOBRE AS RESPOSTAS HEMODINÂMICAS E METABÓLICAS.
Pesquisador Responsável: Richard Diego Leite
Área Temática:
Versão: 1
CAAE: 90076218.0.0000.5542
Submetido em: 17/05/2018
Instituição Proponente: Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo
Situação da Versão do Projeto: Aprovado
Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável
Patrocinador Principal: FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESPIRITO SANTO - FAPES



Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_1107526

+ DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA

- LISTA DE APRECIÇÕES DO PROJETO

Apreciação ↑	Pesquisador Responsável ↑	Versão ↑	Submissão ↑	Modificação ↑	Situação ↑	Exclusiva do Centro Coord. ↑	Ações
PO	Richard Diego Leite	1	17/05/2018	27/07/2018	Aprovado	Não	   

+ HISTÓRICO DE TRÂMITES

LEGENDA:

(*) Apreciação

PO = Projeto Original de Centro Coordenador	POp = Projeto Original de Centro Participante	POc = Projeto Original de Centro Coparticipante
E = Emenda de Centro Coordenador	Ep = Emenda de Centro Participante	Ec = Emenda de Centro Coparticipante
N = Notificação de Centro Coordenador	Np = Notificação de Centro Participante	Nc = Notificação de Centro Coparticipante

(*) Formação do CAAE

Ano de submissão do Projeto	Tipo do centro	Código do Comitê que está analisando o projeto
n n n n n n a a . d v . t x x x . l l l l		
Sequencial para todos os Projetos submetidos para apreciação	Dígito verificador	Sequencial, quando estudo possui Centro(s) Participante(s) e/ou Coparticipante(s)

[Voltar](#)



Este sistema foi desenvolvido para o navegador Mozilla Firefox, (versão 9 ou superior)





10.2- ANEXO B –PARQ

PAR Q*
Physical Activity Readiness Questionnaire

NOME: _____

DATA: _____

Este questionário tem objetivo de identificar a necessidade de avaliação clínica antes do início da atividade física. Caso você marque mais de um sim, é aconselhável a realização da avaliação clínica. Contudo, qualquer pessoa pode participar de uma atividade física de esforço moderado, respeitando as restrições médicas.

Por favor, assinale “sim” ou “não” as seguintes perguntas:

- 1) Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema de coração e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica? sim não
- 2) Você sente dor no peito causada pela prática de atividade física? sim não
- 3) Você sentiu dor no peito no último mês? sim não
- 4) Você tende a perder a consciência ou cair como resultado do treinamento? sim não
- 5) Você tem algum problema ósseo ou muscular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas? sim não
- 6) Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle de sua pressão arterial ou condição cardiovascular? sim não
- 7) Você tem consciência, através de sua própria experiência e/ou de aconselhamento médico, de alguma outra razão física que impeça a realização de atividades físicas? sim não

Gostaria de comentar algum outro problema de saúde seja de ordem física ou psicológica que impeça a sua participação na atividade proposta?

Declaração de Responsabilidade

Estou ciente das propostas das pesquisas: “**EFEITO DE DOIS PROTOCOLOS DE TREINAMENTO ISOMÉTRICO EQUALIZADO EM DENSIDADE SOBRE AS RESPOSTAS HEMODINÂMICAS E METABÓLICAS**”. E assumo a veracidade das

informações prestadas no questionário “PAR Q” e afirmo estar liberado pelo meu médico para participação na atividade citada acima.

Assinatura

10.3- ANEXO C – IPAQ

**QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – IPAQ
(VERSÃO CURTA)**

Nome: _____

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

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

Para responder as questões lembre que:

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

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

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

Dias: _____ (por **SEMANA**) () Nenhum.

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

Horas: _____ Minutos: _____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)?

Dias: _____ (por **SEMANA**) () Nenhum.

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

Horas: _____ Minutos: _____

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

Dias: _____ (por **SEMANA**) () Nenhum.

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

Horas: _____ Minutos: _____

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

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

_____ horas. _____ minutos.

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

_____ horas. _____ minutos.

10.3- ANEXO D – PRODUÇÕES CIENTÍFICAS DURANTE O MESTRADO
 10.3.1- ARTIGO 1
 ISSN: 1981-9900 / Qualis: B3 (Educação Física)

308

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpfex.com.br / www.rbpfex.com.br

EFEITO DAS PERIODIZAÇÕES LINEAR E ONDULATÓRIA NA RESPOSTA HEMODINÂMICA EM IDOSAS

Carlos Brendo Ferreira Reis^{1,6}, Surama do Carmo Souza da Silva^{4,6}
 Leudylene Pacheco de Abreu^{2,6}, Larissa de Lourdes Padilha Serra⁶
 Flavio de Oliveira Pires^{2,3}, Richard Diego Leite^{3,5,6}

RESUMO

A periodização do treinamento de força permite organizar e planejar os estímulos aplicados, modificando as variáveis de forma sistemática. No entanto, a influência do tipo de periodização nos parâmetros hemodinâmicos em idosos necessita de maiores esclarecimentos. Assim, o objetivo do presente estudo é avaliar a resposta hemodinâmica em mulheres idosas submetidas a duas diferentes periodizações. **Materiais e Métodos:** Amostra composta por 22 idosas sedentárias, idade 63 ± 2 anos; estatura $1,48 \pm 0,05$ m; massa corporal $64,70 \pm 11,92$ kg; índice de massa corpórea (IMC) $29,54 \pm 5,61$ Kg/m²; pressão arterial sistólica (PAS) $126,41 \pm 17,55$ mmHg; e pressão arterial diastólica (PAD) $74,45 \pm 8,78$ mmHg. Inicialmente foram realizadas três sessões semanais de familiarização nos aparelhos: Leg Press, Puxador Frente, Mesa Flexora, Supino Vertical Máquina e Cadeira Extensora. Foi realizado testes de 10 repetições máximas (10RM) para determinar a carga correspondente para cada aparelho. As participantes foram aleatoriamente distribuídas em dois tipos de periodizações: Linear (PL) e Ondulatória (PO) e submetidas a 10 semanas de treinamento. Foram avaliadas as variáveis: PAS, PAD, Pressão arterial média, frequência cardíaca e Duplo produto semanalmente. Os resultados demonstraram redução significativa ($p < 0,05$) na PAD da PL quando comparado os períodos pré (PAD = $78,50 \pm 6,36$ mmHg) e pós (PAD = $69,44 \pm 8,85$ mmHg) o período de treinamento. Não foram observadas diferenças significativas nas variáveis analisadas na PO ($p > 0,05$). **Conclusão:** Assim, podemos concluir que a periodização linear reduziu significativamente a PAD após o período de treinamento em idosos, não havendo diferenças entre os tipos de periodizações.

Palavras-chave: Doenças vasculares. Hipertensão arterial. Hipotensão. Treinamento de força.

ABSTRACT

Effect of linear and wave periodization on the hemodynamic response in the elderly

The periodization of strength training allows to organize and plan the applied stimuli, modifying the variables in a systematic system. However, the influence of periodization type on hemodynamic parameters in the elderly needs further clarification. Thus, the aim of the present study is to evaluate the hemodynamic response in elderly women submitted to two different periodizations. **Materials and methods:** Sample composed of 22 sedentary elderly women; age 63 ± 2 years; height 1.48 ± 0.05 m; body mass 64.70 ± 11.92 kg; body mass index (BMI) 29.54 ± 5.61 Kg/m²; systolic blood pressure (SBP) 126.41 ± 17.55 mmHg; and diastolic blood pressure (DBP) 74.45 ± 8.78 mmHg. Initially, three weekly sessions of device familiarization were performed: Leg press, Lat pull down, Leg curl, Chest press machine and Leg extension. Tests of 10 maximum repetitions (10RM) were performed to determine the corresponding load for each apparatus. Participants were randomly assigned to two types of periodizations: Linear (PL) and Daily Undulating (PO) and submitted to 10 weeks of training. The following variables were evaluated: SBP, DBP, mean arterial pressure, heart rate and double product weekly. The results showed a significant reduction ($p < 0,05$) in the DBP of the PL when compared to the pre (DBP = 78.50 ± 6.36 mmHg) and post (DBP = 69.44 ± 8.85 mmHg) the training period. There were no significant differences in the variables analyzed in the PO ($p > 0.05$). **Conclusion:** Thus, we can conclude that linear periodization significantly reduced DBP after the training period in the elderly, with no differences between the types of periodizations.

Key words: Vascular diseases. Arterial hypertension. Hypotension. Strength training.

172



Journal of Exercise Physiologyonline

April 2018
Volume 21 Number 2

Official Research Journal of
the American Society of
Exercise Physiologists

ISSN 1097-9751

JEPonline

Effect of Recreational Exercise on Blood Pressure and Ankle-Brachial Index Test of a Group of Women

Carlos Brendo Ferreira Reis¹, Carlan Sena², Sara Raquel Dutra-Macêdo², Adeilson Serra Mendes Vieira², Leandro Moraes², Antonio Carlos Silva-Filho^{2,4}, Carlos José Dias², Cristiano Teixeira Mostarda², Rômulo Bruzaca⁵, Richard Diego Leite¹

¹Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal do Espírito Santo, ²Laboratory of Cardiovascular Adaptations to Exercise – LACORE, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Brazil, ³Universidade Federal do Maranhão, Campus Pinheiro, Brazil, ⁴Curso de Educação Física, Faculdade Uninassau, São Luís, Brazil, ⁵Faculdade Estácio, São Luís, Brazil

ABSTRACT

Reis CBF, Sena C, Dutra-Macêdo SR, Vieira ASM, Moraes L, Silva-Filho AC, Dias CJ, Mostarda CT, Bruzaca R, Leite RD. Effect of Recreational Exercise on Blood Pressure and Ankle-Brachial Index Test of a Group of Women. *JEPonline* 2018;21(2):172-181. The purpose of this study was to evaluate the prevalence of changes in ankle-brachial index (ABI) in active and sedentary women. The subjects consisted of 24 women aged between 34 to 68 yrs. They were divided into the Active Group (AG) and the Sedentary Group (SG) based on their response to the Physical Activity Level Questionnaire (IPAQ). A significant difference ($P=0.0007$) was found between the group of sedentary women with an ABI of 0.90 ± 0.16 and the group of active women with an ABI of 1.13 ± 0.10 . We conclude that active women present normal ABI measurements even when they are age compatible with the development of vascular disease, in relation to sedentary women who are at a higher risk of developing peripheral artery disease.

Key Words: Ankle Brachial Index, Blood Pressure, PAD

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício
ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício
www.ibpefex.com.br / www.rbpfex.com.br

POTENCIAL EFEITO DO MÉTODO FASCIAL STRETCH TRAINING-7 (FST-7) NAS VARIÁVEIS HEMODINÂMICAS, VOLUME DE REPETIÇÕES E PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

Matheus Agnez de Oliveira¹, Carlos Brendo Ferreira Reis^{1,2}
Lucas Rangel Affonso de Miranda¹, João Francisco de Oliveira Junior¹
Richard Diego Leite^{1,2}

RESUMO

Diversos métodos de treinamento de força têm sido desenvolvidos com o intuito de otimizar os resultados, nesse sentido, o método *Fascial Stretch Training* (FST-7) vem sendo aplicado em fisiculturistas. O objetivo do estudo foi avaliar o efeito do método FST-7 nas variáveis hemodinâmicas, volume de repetições e percepção subjetiva de esforço em universitários praticantes de musculação. **Materiais e Métodos:** amostra foi composta por 8 universitários do sexo masculino com $23 \pm 2,72$ anos, estatura de $1,74 \pm 0,07$ metros, massa corporal de $75,66 \pm 10,85$ kg, índice de massa corpórea (IMC) de $24,79 \pm 1,78$ e percentual de gordura de $8,48 \pm 1,69$. Foram realizadas 3 séries de 10 repetições os exercícios Agachamento e Leg Press com carga referente ao teste de 10RM e 7 séries na Cadeira Extensora com alongamento de 20 segundos entre as séries. A pressão arterial e frequência cardíaca foram coletadas antes da sessão, durante e após e a percepção subjetiva de esforço durante. **Resultados:** Com a execução do método FST-7, a frequência cardíaca, duplo-produto e pressão arterial apresentaram valores maiores durante as séries quando comparadas aos iniciais. **Conclusão:** O FST-7 promoveu aumento na PA e FC ao longo das séries, redução no número de repetições, em contrapartida, aumento nos valores de PSE.

Palavras-chave: Fascial Stretch Training. Pressão Arterial. Percepção Subjetiva de Esforço. Treinamento de Força.

1-Centro de Educação Física e Desporto, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória-ES, Brasil.
2-Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória-ES, Brasil.

ABSTRACT

Potential effect of fascial stretch training-7 (fst-7) method on hemodynamic variables, repetition volume and subjective perception of effort

Several methods of strength training have been developed in order to optimize the results. In this sense, the Fascial Stretch Training method (FST-7) has been applied in bodybuilders. The objective of the study was to evaluate the effect of the FST-7 method on hemodynamic variables, repetition volume and subjective perception of effort in university students practicing resistance training. **Materials and methods:** The sample consisted of 8 male students with 23 ± 2.72 years, height of 1.74 ± 0.07 meters, body mass of 75.66 ± 10.85 kg, body mass index (BMI) of $24, 79 \pm 1.78$ and fat percentage of 8.48 ± 1.69 . Three sets of 10 repetitions were performed on the Squat and Leg Press exercises with load referring to the test of 10RM and 7 series in the Extension Chair with 20 second elongation between the sets. Blood pressure and heart rate were collected before the session, during and after and the subjective perception of exertion during. **Results:** With the FST-7 method, heart rate, double-product and blood pressure presented higher values during the series when compared to the initial ones. **Conclusion:** FST-7 promoted an increase in BP and HR throughout the series, a reduction in the number of repetitions, in contrast, an increase in PSE values.

Key words: Fascial Stretch Training. Blood pressure. Subjective Perception of Effort. Strength Training.

E-mail dos autores:
matheus_agnez@hotmail.com
carlosbrendo16@gmail.com
lucasram14@gmail.com
contato@joaoliveira87.com
rdleite@gmail.com

10.3.4- ARTIGO 4
ISSN: 2448- 2455 / Qualis: B1 (Educação Física)



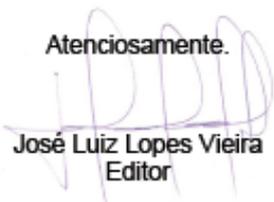
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
JOURNAL OF PHYSICAL EDUCATION

Maringá, 01 de agosto de 2019.

Assunto: CARTA DE ACEITE DE ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO

Informamos que o artigo “EFEITO DA VELOCIDADE DE CONTRAÇÃO NA FASE EXCÊNTRICA SOBRE A PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO”, dos autores: Ramon Luciano Silva, Leonardo Carvalho Caldas, Carlos Brendo Ferreira Reis, João Francisco Oliveira Jr, Richard Diego Leite e Lucas Guimarães-Ferreira, submetido por meio do Sistema Eletrônico do portal de periódicos da Universidade Estadual de Maringá foi avaliado, reformulado e aceito para publicação no “Journal of Physical Education” antiga “Revista da Educação Física/UEM”.

Atenciosamente.


José Luiz Lopes Vieira
Editor

RevEducFis
<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevEducFis>

10.3.5- ARTIGO 5 (em submissão para Motriz: Revista de Educação Física)
ISSN: 2448- 2455 / Qualis: B1 (Educação Física)

1
2
3 1 **Title: Does interset stretching change the autonomic modulation and hemodynamic**
4
5 2 **responses in trained young men? : a pilot study**
6
7
8 3 **Short title: Intersest stretching, autonomic and hemodynamic responses.**
9
10
11 4 **Authors' names:**
12
13
14 5 Lucas Rangel Affonso de Miranda¹, Carlos Brendo Ferreira Reis¹, Matheus Agnez de Oliveira¹,
15
16 6 Igor Alves Mello¹, João Francisco de Oliveira Junior¹, Leandro Moraes Pinto³, Cristiano
17
18 7 Teixeira Mostarda³, Clarilson Plácido Conceição dos Santos⁴, Danilo Sales Bocalini², Richard
19
20 8 Diego Leite¹.
21
22 9 **Acknowledgments:**
23
24
25 10 This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível
26
27 11 Superior - Brazil (CAPES) - Finance Code 001.
28
29 12 **Conflict of interest statement:**
30
31
32 13 The authors declare that there was no relationship that may pose conflicts of interest.
33
34 14 **Affiliation:**
35
36
37 15 ¹Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFEX).
38
39 16 ²Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Experimental (LAFIBE) do Centro de Educação Física
40
41 17 e Desporto da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Brasil.
42
43 18 ³Laboratório de Adaptações Cardiovasculares ao Exercício (LACORE) – Universidade Federal
44
45 19 do Maranhão – São Luis, Brasil.
46
47 20 ⁴ Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública –Salvador, Brasil.
48
49
50 21 **Corresponding Author:**
51
52
53 22 Richard Diego Leite. Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFEX). Avenida Comandante
54
55 23 Álvaro Martins, 71, ap.1004a. Mata da Praia – Vitória; Espírito Santo. Phone:+55 (27) 98169-
56
57 24 2382. Email: rdleite@gmail.com
58
59
60 25

10.3.6- PARCERIA INTERNACIONAL

Com o desenvolvimento desse projeto de pesquisa e o artigo de revisão, conseguimos fechar uma parceria internacional de coloração intelectual com o professor e pesquisador Eliseo Iglesias-Soler.

O professor Eliseo Iglesias-Soler, é associado ao Departamento de Educação Física e Desporto da Faculdade de Ciências do Esporte e Educação Física da Universidade de A Coruña, Espanha (https://www.researchgate.net/profile/Eliseo_Iglesias-Soler). Suas pesquisas se concentram na área do treinamento de força, o qual busca responder todos os fenômenos através da fisiologia do exercício e pela biomecânica, nos seus mais diversos contextos. No nosso artigo de revisão, quatro de cinco trabalhos que foram incluídos são de seu laboratório. Estudo com ótimos desenhos metodológicos, publicados em importantes periódicos na área. Além da parceria intelectual, buscamos parcerias para um possível doutorado sanduiche em seu laboratório, e para os outros membros do nosso laboratório que possam se interessar.