



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ- REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

AVALIAÇÃO DO EFEITO HEMODINÂMICO AGUDO PÓS-
EXERCÍCIO EM DIFERENTES INTENSIDADES DE
TREINAMENTO EM ATLETAS DE *POWERLIFTING*
PARALÍMPICO

ÂNGELO DE ALMEIDA PAZ

São Cristóvão

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ- REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

AVALIAÇÃO DO EFEITO HEMODINÂMICO AGUDO PÓS-
EXERCÍCIO EM DIFERENTES INTENSIDADES DE
TREINAMENTO EM ATLETAS DE *POWERLIFTING*
PARALÍMPICO

ÂNGELO DE ALMEIDA PAZ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Felipe José Aidar Martins

São Cristóvão

2019

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

P348a Paz, Ângelo de Almeida
Avaliação do efeito hemodinâmico agudo pós-exercício em diferentes intensidades de treinamento em atletas de powerlifting paralímpico / Ângelo de Almeida Paz; orientador Felipe José Aidar Martins. – São Cristóvão, SE, 2019.
61 f. : il.

Dissertação (mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Sergipe, 2019.

1. Educação física. 2. Coração - Doenças – Prevenção. 3. Hipertensão. 4. Pressão arterial. 5. Hipotensão. 6. Paralimpíadas. I. Martins, Felipe José Aidar, orient. II. Título.

CDU 796.015:616.12

ÂNGELO DE ALMEIDA PAZ

AVALIAÇÃO DO EFEITO HEMODINÂMICO AGUDO PÓS-
EXERCÍCIO EM DIFERENTES INTENSIDADES DE
TREINAMENTO EM ATLETAS DE *POWERLIFTING*
PARALÍMPICO

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós Graduação em Educação Física da
Universidade Federal de Sergipe como
requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Educação Física

Aprovada em ____/____/____

Presidente: Prof. Dr. Felipe José Aidar Martins

Membro Interno: Prof. Dr. Anderson Carlos Marçal

Membro Externo: Prof. Dr. Fábio Neves Santos

PARECER

RESUMO

Objetivos: Essa dissertação foi desenvolvida a partir de dois estudos com os objetivos: Estudo 1 – Analisar as respostas hemodinâmicas agudas geradas por dois diferentes métodos de treinamento no *powerlifting* paralímpico, verificar se ocorre risco de sobrecarga cardiovascular e efeito hipotensor em até 60 minutos após o término da sessão de treino; Estudo 2 – Comparar as variáveis hemodinâmicas e se ocorre efeito hipotensor em atletas do *powerlifting* convencional e atletas do *powerlifting* paralímpico submetidos a uma sessão de treinamento de força máxima com 5 séries de 1RM no exercício supino. **Métodos:** A amostra do *Estudo 1*, foi composta por 10 atletas masculinos de *powerlifting* paralímpico (PP) (idade $25,4 \pm 3,3$ anos; massa corporal $70,3 \pm 12,2$ kg) com no mínimo 1 ano de experiência e classificados oficialmente pelo Comitê Paralímpico Brasileiro (CPB). No *Estudo 2*, a amostra foi representada pelos atletas do *Estudo 1* para compor o grupo 1(PP), acrescida de 10 atletas masculinos (*conventional powerlifting*) para compor o grupo 2(PC), sem deficiências físicas (idade $24,4 \pm 1,5$ anos; massa corporal $80,7 \pm 6,8$ kg) com experiência de no mínimo seis meses de treinamento. Na 1ª semana dos dois estudos, foi realizada a determinação da carga de treino através do teste de 1RM para os atletas PP e, na 3ª semana do *Estudo 2* para o grupo PC. Na 2ª e 3ª semanas do *Estudo 1*, os atletas foram submetidos aos treinos de 5 séries de 5 repetições (a 90% de 1RM) e 5 séries de 3 repetições (a 95% de 1RM), respectivamente. Na 2ª semana do *Estudo 2*, o grupo PP treinou 5 séries de 1 repetição (a 100% de 1RM) e o grupo PC fez o mesmo treino na 4ª semana desse estudo. A pressão arterial (PA) e a frequência cardíaca (FC) foram medidas antes do treino, imediatamente após a sessão de treino e, nos momentos 5', 10', 20', 30', 40', 50' e 60 minutos após cada sessão de treinamento em todos os atletas (PP e PC). **Resultados:** No *Estudo 1* verificou-se que houve diferenças significativas na PAS com reduções em relação aos valores de repouso (PAS= $124,2 \pm 3,3$) após as sessões de treino com 5x5RM nos momentos: 20 minutos (PAS= $117 \pm 12,5$; $p=0,019$; -7,2mmHg), 30 minutos (PAS= $114 \pm 9,2$; $p=0,001$; -10,2 mmHg), 40 minutos (PAS= $113 \pm 7,7$; $p=0,001$; -11,2 mmHg) e 50 minutos (PAS= $113 \pm 6,3$; $p=0,001$; -11,2 mmHg). Em relação ao método 5x3RM houve redução aos 10 minutos (PAS= $116 \pm 12,2$;

p=0,031; -8,2mmHg), 20 minutos (PAS=117±11,8; p=0,047; -7,2mmHg), 30 minutos (PAS=116±10,1; p=0,034; -8,2mmHg) e 50 minutos (PAS=114±6,6; p=0,004; -10,2mmHg), apresentando EHP nos respectivos momentos dos treinos. No *Estudo 2* para PAS, houve diferenças significativas com efeito hipotensor (EHP) para o grupo PP aos 60 minutos (110,0±9,9 mmHg com a redução de 17mmHg em relação aos valores de repouso, p=0,028). Em relação aos demais momentos e em relação ao grupo PC não houve efeito hipotensor. **Conclusão:** De acordo com os resultados alcançados nos dois estudos pode-se concluir que ocorre o EHP nos três métodos investigados para o grupo PP. Porém, nos métodos de 5x5RM e 5x3RM o efeito hipotensor (EHP) ocorre mais precocemente (de 10' a 50') se comparado ao método de 5x1RM que necessitou de 60 minutos para promover o EHP em atletas de elite de *powerlifting* paralímpico após uma sessão de treino.

Descritores: hipertensão, pressão arterial, hipotensão, exercícios resistidos, cardiologia, atletas paralímpicos.

ABSTRACT

Objectives: This dissertation was developed from two studies with the objectives: Study 1 - To analyze the acute hemodynamic responses generated by two different training methods in the paralympic powerlifting, to verify if there is a risk of cardiovascular overload and hypotensive effect within 60 minutes after end of training session; Study 2 - Comparison of hemodynamic variables and hypotensive effect in conventional powerlifting athletes and paralympic powerlifting athletes submitted to a maximum strength training session with 5 sets of 1 RM in supine exercise. **Methods:** The Study 1 sample consisted of 10 male paralympic powerlifting athletes (PP) (age 25.4 ± 3.3 years, body mass 70.3 ± 12.2 kg) with at least 1 year of experience and officially classified by the Brazilian Paralympic Committee (BPC). In Study 2, the sample was represented by the athletes of Study 1 to compose group 1 (PP), with 10 male athletes (conventional powerlifting) to compose group 2 (PC), without physical disabilities (age 24.4 ± 1 , 5 years, body mass 80.7 ± 6.8 kg) with at least six months' training experience. In the first week of the two studies, the training load was determined through the 1RM test for PP athletes and in the 3rd week of Study 2 for the PC group. In the 2nd and 3rd weeks of Study 1, the athletes were submitted to the training of 5 sets of 5 repetitions (at 90% of 1RM) and 5 sets of 3 repetitions (at 95% of 1RM), respectively. In the second week of Study 2, the PP group trained 5 sets of 1 replicate (at 100% of 1RM) and the PC group did the same training in the 4th week of that study. Blood pressure (BP) and heart rate (HR) were measured before training immediately after the training session and at 5', 10', 20', 30', 40', 50' and 60 minutes each training session in all athletes (PP and PC). **Results:** In Study 1, there were significant differences in SBP with reductions in relation to resting values (SBP = 124.2 ± 3.3) after the 5x5RM training sessions at the moments: 20 minutes (SBP = 117 ± 12.5 , $p = 0.019$, -7.2mmHg), 30 minutes (SBP = 114 ± 9.2 , $p = 0.001$, -10.2 mmHg), 40 minutes (SBP = 113 ± 7.7 , $p = 0.001$; -11.2 mmHg) and 50 minutes (SBP = 113 ± 6.3 , $p = 0.001$, -11.2 mmHg). In relation to the 5x3RM hove method, 10 minutes reduction (SBP = 116 ± 12.2 , $p = 0.031$, -8.2 mmHg), 20 minutes (SBP = 117 ± 11.8 , $p = 0.047$, -7.2 mmHg) 30 minutes (PAS = 116 ± 10.1 , $p = 0.034$, -8.2mmHg) and 50 minutes (SBP = 114 ± 6.6 , $p = 0.004$, -

10.2mmHg), presenting PHE at the respective training moments. In Study 2 for SBP, there were significant differences with hypotensive effect (PHE) for the PP group at 60 minutes (110.0 ± 9.9 mmHg with a reduction of 17mmHg relative to resting values, $p = 0.028$). In relation to the other moments and in relation to the PC group there was no hypotensive effect. **Conclusion:** According to the results obtained in the two studies, it can be concluded that PHE occurs in the three methods investigated for the PP group. However, in the 5x5RM and 5x3RM methods the hypotensive effect (PHE) occurs earlier (from 10' to 50') when compared to the 5x1RM method that required 60 minutes to promote PHE in elite athletes of Paralympic powerlifting after a session training.

Keywords: hypertension, blood pressure, hypotension, resistance training, cardiology, paralympic athletes.

LISTA DE TABELAS**INTRODUÇÃO**

Tabela 1	Categorias por massa corporal (kg).	14
Tabela 2	Adições a massa corporal dos atletas que serão realizadas para amputados.	14
Estudo 1		
Tabela 1	Caracterização da amostra: Idade (anos), Massa corporal (kg), Experiência (anos), Pressão arterial sistólica (mmHg), Pressão arterial diastólica (mmHg), 1RM teste (supino) (kg) e 1RM teste/massa corporal.	31
Estudo 2		
Tabela 1	Caracterização da amostra: Idade (anos), Massa corporal (kg), Experiência (anos), Pressão arterial sistólica (mmHg), Pressão arterial diastólica (mmHg), 1RM teste (supino) (kg) e 1RM teste/massa corporal, Grupos 1 (PP) e 2 (PC).	49

LISTA DE FIGURAS

Estudo 1

Figura 1 Desenho experimental do estudo: Aquecimento (*Warm-up*), Procedimentos e testes, Pré Teste (PA e FC), Treino de 5RM e de 3RM, Pós-teste (PA e FC, após, 5', 10', 20', 30', 40', 50' e 60 minutos). 33

Figura 2 Cinética das variáveis hemodinâmicas do Grupo PP nos treinos de 5RM e 3RM: a) pressão arterial sistólica (PAS); b) pressão arterial diastólica antes (PAD); c) pressão arterial média (PAM); d) frequência cardíaca (FC); e) produto duplo (DP); f) volume de oxigênio miocárdico (MVO₂). 35

Estudo 2

Figura 1 Desenho experimental do estudo: Aquecimento (*Warm-up*), Procedimentos e testes, Pré Teste (PA e FC), Treino de 1RM, Pós-teste (PA e FC, após, 5', 10', 20', 30', 40', 50' e 60 minutos). 50

Figura 2 Cinética das variáveis hemodinâmicas do Grupo PP e do Grupo PC no treino de 1RM: a) pressão arterial sistólica (PAS); b) pressão arterial diastólica antes (PAD); c) pressão arterial média (PAM); d) frequência cardíaca (FC); e) produto duplo (DP); f) volume de oxigênio miocárdico (MVO₂). 53

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	12
1.1 O Estado da Arte	13
1.1.1 <i>Powerlifting</i> Paralímpico	13
1.1.2 Comportamento hemodinâmico durante o exercício	15
1.1.3 Hipotensão pós-exercício (EHP)	16
1.2 Questões de Estudo	17
1.3 Organização da Dissertação	18
1.4 Objetivos	19
1.4.1 Objetivos do Estudo 1	19
1.4.2 Objetivos do Estudo 2	19
REFERÊNCIAS	20
2. ESTUDOS REALIZADOS	26
2.1 Estudo 1	27
REFERÊNCIAS	40
2.2 Estudo 2	45
REFERÊNCIAS	56
3. CONCLUSÃO GERAL	61
ANEXO 1	62

1. INTRODUÇÃO GERAL

Segundo a Sociedade Brasileira de Hipertensão (SBH), a hipertensão arterial sistêmica (HAS) acomete 25% da população adulta do Brasil, manifestando-se também em aproximadamente 5% das crianças brasileiras. Estima-se que mais de 50% da população do país com mais de 60 anos apresente sintomas da doença. A hipertensão é responsável por 40% dos casos de infarto, 80% de derrames e 25% de insuficiência renal terminal.^[1,2] A hipertensão arterial está associada a fatores internos relacionados ao estilo de vida, sendo esses fatores passíveis de modificação e que podem contribuir para o controle e o tratamento da HAS.^[1,2,3,4]

Dentre os fatores modificáveis, o sedentarismo e os baixos níveis de atividade física são considerados comportamentos que podem ser alterados sem a utilização de medicamentos e com baixos custos de intervenção.^[5,6,7] A alteração do estilo de vida é fundamental no controle dos níveis de pressão arterial (PA), sobretudo se relacionada ao aumento dos níveis de atividades físicas que podem ser incrementados a partir da prática regular de exercícios.^[8,9,10,11] A prática de exercícios físicos (EF), tanto os exercícios aeróbios (EA) como os resistidos (ER), têm se mostrado como componente efetivo e integral de intervenções não farmacológicas para o controle da PA.^[12]

Os exercícios resistidos (musculação, treinamento resistido, treinamento contra a resistência, entre outras designações.) são considerados como alternativa segura para mudança de hábitos de vida tendenciosos ao sedentarismo por apresentarem alta variabilidade de métodos que influenciam diretamente na relação volume/intensidade e, por tanto, nas variáveis hemodinâmicas influenciadoras dos níveis pressóricos sanguíneos.^[13] Os efeitos do treinamento resistido relacionados a redução da pressão arterial foram registrados, há algum tempo, em estudos longitudinais^[14,15,16,17,18] sugerindo que esse tipo de treinamento foi o responsável pela redução da PA em repouso^[19] mas, o papel desse tipo de treinamento em relação aos efeitos de redução da PA e se ela pode ou não ser usada como a intervenção primária para a redução e controle da PA ainda não está esclarecido.^[12,20,21]

Dentre os possíveis benefícios esperados pela prática regular dos exercícios resistidos espera-se e, sobretudo em relação a PA, que ocorra a

redução pós-exercício dos níveis pressóricos sanguíneos gerando um efeito hipotensor em relação aos níveis encontrados em repouso antes do exercício.^[22,23] São vários os mecanismos fisiológicos conhecidos pelos quais esse efeito ocorre, porém não há um consenso de qual mecanismo predomina sobre outros,^[24] assim como, também não há unanimidade em relação qual a melhor combinação de volume e intensidade (método) para promover o efeito hipotensor através dos exercícios resistidos.^[20-24]

Os exercícios resistidos fazem parte da rotina de diversas pessoas, quer seja com fins recreacionais e estéticos ou com fins competitivos vinculados a modalidades esportivas.^[25] Uma das modalidades esportivas em que se utiliza dos ER é o *powerlifting* paralímpico (PP). Essa modalidade baseada no levantamento de altas cargas depende da capacidade dos atletas (*powerlifters*) em desenvolverem altos níveis de força muscular para que sejam competitivos.^[26,27]

1.1 O Estado da Arte

1.1.1 *Powerlifting* Paralímpico

O *powerlifting* paralímpico (PP) é uma modalidade esportiva adaptada do *powerlifting* convencional (PC), diferindo-se pela quantidade de disciplinas (exercícios) e, sobretudo, pelas características morfofuncionais dos seus praticantes. A disciplina ou exercício executado é conhecido como supino e os atletas executam movimentos deitados em um banco específico onde, cada atleta, pode executar três tentativas sendo registrado como resultado final o maior peso levantado de forma válida.^[28]

No PP participam atletas que possuam deficiência nos membros inferiores (amputados e lesionados medulares) e paralisados cerebrais, categorizados pelo peso corporal e pelo sexo como apresentado na tabela 1. Para os amputados utiliza-se um fator de correção por acréscimos de peso de acordo com o tipo de amputação como descrito na tabela 2. Existe ainda a categorização por idade em júnior (idade mínima de 15 anos e máxima de 20 anos, até 31 de dezembro do ano da competição) e adulto (ter 21 anos de idade (ou mais) até 31 de dezembro do ano da competição) para ambos os sexos.^[28]

Tabela 1: Categorias por peso corporal (massa corporal em kg).

Homens	Mulheres
Até 49,00 kg	Até 41,00 kg
Até 54,00 kg	Até 45,00 kg
Até 59,00 kg	Até 50,00 kg
Até 65,00 kg	Até 55,00 kg
Até 72,00 kg	Até 61,00 kg
Até 80,00 kg	Até 67,00 kg
Até 88,00 kg	Até 73,00 kg
Até 97,00 kg	Até 79,00 kg
Até 107,00 kg	Até 86,00 kg
Acima de 107,00 kg	Acima de 86,00 kg

Adaptado do Livro de Regras do *Powerlifting* Paralímpico (CPB, 2018).

Tabela 2: Adições ao peso corporal (massa corporal) dos atletas que serão realizadas para amputados.

Tipo de Amputação	Adições (kg)	
	Até 67 Kg	>67.01 Kg
Para cada amputação de tornozelo adicionar:	+ ½ kg	+ ½ kg
Para cada amputação abaixo do joelho adicionar:	+ 1 kg	+ 1½ kg
Para cada amputação através do joelho adicionar:	+ 1 kg	+ 1½ kg
Para cada amputação acima do joelho adicionar:	+ 1½ kg	+ 2 kg
Para cada desarticulação completa de quadril adicionar:	+ 2½ kg	+ 3 kg

Adaptado do Livro de Regras do *Powerlifting* Paralímpico (CPB, 2018).

A modalidade começou a ser praticada nos Jogos Paralímpicos de 1964, em Tóquio no Japão, denominada de *Weightlifting* e a participação era restrita aos deficientes com lesões medulares. Para adquirir a nomenclatura de *Powerlifting* foram necessárias diversas mudanças nas regras da competição, adaptando-se ao halterofilismo basista onde, o movimento do supino inicia-se com os cotovelos estendidos diferentemente do *Weightlifting*, cujo movimento é iniciado a partir do processo xifóide.^[29]

Outra mudança significativa foi à inclusão de outras deficiências físicas. A partir dos Jogos de Barcelona na Espanha (1992), optou-se apenas pelo formato de competição e nomenclatura de *Powerlifting*.^[29]

1.1.2 Comportamento hemodinâmico durante o exercício

Durante o exercício o débito cardíaco (DC) aumenta na tentativa do sistema suprir a perfusão da demanda necessária ao músculo ativado. Esse efeito ocorre pelo aumento da frequência e da contratilidade cardíaca e pela vasoconstrição das veias aumentando o retorno venoso e, conseqüentemente, o volume sistólico. Ao mesmo tempo, há a vasodilatação regional das arteríolas que fornecem sangue ao tecido muscular em exercício devido à necessidade aumentada de oxigênio e nutrientes, combinada com a vasoconstrição das arteríolas dos tecidos não essenciais ao exercício. A contração da musculatura ativa, através do efeito de bomba muscular, também aumenta o retorno venoso e o volume sistólico.^[30,31]

A vasoconstrição nos vasos sanguíneos das musculaturas e regiões que não estão ativadas pelo exercício e o aumento do débito cardíaco causa o aumento da pressão arterial sistólica (PAS). Esse efeito deveria aumentar a pressão arterial diastólica (PAD), contudo, a vasodilatação aumentada nos músculos em exercício ajuda a controlar o aumento da PAD resultando num aumento mínimo dessa variável pressórica. Se o exercício for de intensidade constante ocorrerá uma redução da pressão arterial de pico devido à redistribuição de sangue para a periferia contribuindo com processo de termorregulação e, devido ao ajuste do volume cardíaco ao exercício.^[24]

Os exercícios resistidos (ER) tendem a causar maior impacto na PAS e na PAD ao se comparar com outros tipos de exercícios. Esse impacto aumentado na pressão arterial (PA) pode ocorrer devido à vasoconstrição simpática nos vasos sanguíneos das regiões não ativadas pelo exercício, pela compressão mecânica dos músculos ativos sobre os vasos e também, pela utilização da manobra de Valsalva.^[30,31-33] As fases do exercício, considerando-se o tipo de contração muscular, influenciam alterações na PA que oscilam aumentado durante a fase concêntrica do exercício, podendo atingir valores máximos dependendo da intensidade. A pressão então cai ao final da fase concêntrica, atingindo, às vezes, valores abaixo aos de repouso, para em seguida voltar a subir durante a fase excêntrica do exercício.^[34]

Diferentes estudos verificaram os efeitos do treinamento de exercícios resistidos sobre a pressão arterial em repouso em populações hipertensas e

normotensas, sendo acordado que à diminuição prolongada da pressão arterial desses indivíduos após o treinamento está relacionada a redução da frequência cardíaca de repouso e a diminuição das catecolaminas circulantes que ocorre pela diminuição da atividade nervosa simpática.^[35,36,37,38]

Múltiplos mecanismos contribuem para as adaptações da pressão arterial devido ao treinamento com exercícios resistidos. Como a pressão arterial média (PAM) é regida pelo débito cardíaco (DC) e pela resistência periférica total (RPT), alterações em uma ou ambas dessas variáveis interferem diretamente nas respostas pressóricas.^[39,40] Embora o ER tenha sido conhecido por afetar tanto o volume sistólico como a frequência cardíaca (determinantes do débito cardíaco), o débito cardíaco líquido mostrou não se alterar de forma significativa com os exercícios resistidos.^[40,41] Pelo fato do débito cardíaco não se alterar, a resistência periférica total passa a ser o fator determinante dos ER na alteração da PAM. Estudos mais recentes que examinaram as respostas da pressão arterial no período pós-exercício verificaram que uma sessão aguda de exercício pode diminuir a pressão arterial em repouso nos minutos ou horas após o exercício.^[22,23] Esse decréscimo transitório da pressão arterial tem sido denominado como hipotensão pós-exercício ou efeito hipotensor pós-exercício (EHP).

1.1.3 Hipotensão pós-exercício ou efeito hipotensor pós-exercício (EHP)

A hipotensão ou efeito hipotensor pós-exercício (EHP) é um fenômeno de redução significativa da pressão arterial em repouso nos minutos e horas após o exercício agudo.^[22,23,24] A sua compreensão é potencialmente útil na elaboração de estratégias de controle e tratamento da hipertensão, com melhor entendimento da regulação da pressão arterial, tanto na saúde quanto na doença.

Esse efeito (EHP) foi documentado pela primeira vez em 1897^[42] e, apenas depois de ser relatado em 1981^[43] que a comunidade científica passou a investigar de maneira sistemática esse fenômeno e o EHP passou a ser melhor documentado em humanos com hipertensão,^{10,11,12,13,14,15} entretanto, mesmo após quase quatro décadas, sua ocorrência em humanos normotensos é inconsistente, principalmente se relacionada aos exercícios resistidos,^[20-22,23] mesmo que já se tenha detectado o EHP em indivíduos normotensos, a sua detecção apresentou

diferenças menores do que as apresentadas em indivíduos hipertensos.^[50] Essa diferença pode ser causada pela ativação do mecanismo barorreflexo como compensação, em indivíduos normotensos, para impedir que o grau de EHP afete a tolerância ortostática.^[12-51]

O EHP parece não ser afetado pelo gênero, pois se manifesta tanto em homens^[52,53] como em mulheres^[52-54] independente da idade^[10-55] ou de outras características como nível de atividade física e existência de hipertensão ou não.^[56,57,58,59,60] Observou-se também que o EHP ocorre independente da intensidade^[61,62] e que volumes de exercício de 10 minutos^[63] a 170 minutos^[64] geram o efeito.

Dentre os mecanismos conhecidos possíveis causadores do EHP há o aumento da temperatura corporal promovido pelo exercício que causa vasodilatação cutânea e com isso, a redistribuição do sangue para a periferia podendo ser responsável pelo EHP. A redução do volume sanguíneo que pode ser ocasionada pelo exercício intenso aumentando a pressão arterial e deslocando o plasma para o espaço intersticial, também é considerada como um possível potencializador do EHP. Outro fator conhecido é a redução da sensibilidade vascular gerada pelo óxido nítrico, existem evidências que essa diminuição pode ser responsável pela EHP.^[12-24]

O EHP pode ser considerado como um fenômeno a ser explorado na intervenção prática no controle e tratamento da hipertensão arterial sistêmica. A persistência do EHP demonstrada em alguns estudos sugere a aplicabilidade de exercícios como auxiliares no controle dessa doença.

1.2 Questões de Estudo

Os problemas que a presente dissertação visou esclarecer são os seguintes:

A) Diferentes tipos de treino de alta intensidade (3RM – 95% e 5RM – 90%) no *powerlifting* paralímpico causam risco de sobrecarga vascular?

B) Diferentes tipos de treino de alta intensidade (3RM – 95% e 5RM – 90%) no *powerlifting* paralímpico causam efeito hipotensor em até 60 minutos após o término das sessões de treino em atletas paralímpicos de elite?

C) O treino de alta intensidade de 1RM (100%) utilizado no *powerlifting* paralímpico causa respostas hemodinâmicas significativamente diferentes entre atletas convencionais e paralímpicos de *powerlifting*?

D) O treino de alta intensidade de 1RM (100%) utilizado no *powerlifting* paralímpico causa efeito hipotensor em até 60 minutos após o término das sessões de treino em atletas de *powerlifting* paralímpico?

E) O treino de alta intensidade de 1RM (100%) utilizado do *powerlifting* paralímpico causa efeito hipotensor em até 60 minutos após o término das sessões de treino em atletas de *powerlifting* convencional?

1.3 Organização da Dissertação

A perspectiva de organizar este estudo através da investigação científica foi a de contribuir para a segurança da prática do *powerlifting* paralímpico assim como ressaltar a utilidade das metodologias de treino utilizadas na modalidade na possível contribuição para o controle e tratamento da hipertensão arterial.

Considerando-se a quantidade de dados coletados, o número de variáveis estudadas, as diferenças entre os grupos amostrais e, sobretudo, a complexidade das questões elencadas, optou-se em apresentar nesta dissertação, dois estudos que se complementam e permitem respondê-las.

O Estudo “1” intitulado “Avaliação do efeito hemodinâmico agudo pós-exercício em duas diferentes intensidades de treinamento em atletas de *powerlifting* paralímpico”, teve a pretensão de responder as questões A e B.

O Estudo “2”, intitulado “O treinamento de força com 100% de 1RM e 5 séries de uma repetição causa efeito hipotensor pós exercício em atletas de elite de *powerlifting* paralímpico 60 minutos após a sessão de treino”, pretendeu responder às questões C, D e E.

Compondo o capítulo dois dessa dissertação estão descritos os estudos realizados no formato tradicional de artigo contendo: Resumo, Introdução, Métodos, Resultados e Discussão.

Por fim, são apresentadas as conclusões finais, buscando responder às questões estudadas, sugerindo aplicações práticas com base nos resultados obtidos e novas possibilidades de investigação.

1.4 Objetivos

O objetivo geral deste estudo foi analisar as respostas hemodinâmicas agudas geradas por diferentes métodos de treinamento no *powerlifting* paralímpico (PP) e se esses tipos de treinamento causam efeitos hipotensores (EHP) até 60 minutos após o término das sessões de treino. Os objetivos específicos estão definidos de acordo com cada artigo.

1.4.1. Objetivos do Estudo 1: Avaliação do efeito hemodinâmico agudo pós-exercício em duas diferentes intensidades de treinamento em atletas de *powerlifting* paralímpico.

- a) Analisar as respostas hemodinâmicas agudas geradas por dois diferentes métodos de treinamento no *powerlifting* paralímpico (PP);
- b) Verificar se as intensidades em que foi realizada a intervenção/treino apresentam algum risco de sobrecarga cardiovascular;
- c) Verificar se os dois diferentes tipos de treinamento geraram efeitos hipotensores (EHP) em até 60 minutos após o término da sessão de treino.

1.4.2. Objetivos do Estudo 2: O treinamento força com 100% de 1RM e 5 séries de uma repetição causa efeito hipotensor pós exercício em atletas de elite de *powerlifting* paralímpico 60 minutos após a sessão de treino.

- a) Analisar as respostas hemodinâmicas geradas pelo método de treinamento de 1RM em atletas de *powerlifting* convencional (PC) e paralímpico (PP);
- b) Verificar se o método de treinamento de 1RM gera efeito hipotensor pós-exercício em atletas de elite de *powerlifting* paralímpico (PP) em até 60 minutos após a sessão de treino.
- c) Verificar se o método de treinamento de 1RM gera efeito hipotensor pós-exercício (EHP) em atletas de *powerlifting* convencional (PC) em até 60 minutos após a sessão de treino.

REFERÊNCIAS

1. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Departamento de Hipertensão Arterial. VI Diretrizes brasileiras de hipertensão. Rev Bras Hipertens. 2010; 17(1):4-62.
2. Lawes CM, Vander Hoorn S, Rodgers A. Global burden of blood-pressure related disease, 2001. Lancet. 2008; 371(9623): 1513–1518.
3. Lewington S, Clarke R, Qizilbash N, Peto R, Collins R; Prospective Studies Collaboration. Age-specific relevance of usual bloodpressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. Lancet. 2002; 360(9349):1903-13. Erratum in: Lancet. 2003; 361(9362):1060.
4. Weber MA, Schiffrin EL, White WA, Mann S, Lindholm LH, Venerson JG, et al. Clinical practice guidelines for the management of hypertension in the community: a statement by the American Society of Hypertension and the International Society of Hypertension. J Hypertens. 2014; 32(1):3-15.
5. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK, Blaha MJ, Cushman M, et al. American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart disease and stroke statistics-2015 update: a report from the American Heart Association. Circulation. 2015; 131:e29–e322.
6. Picon RV, Fuchs FD, Moreira LB, Riegel G, Fuchs SC. Trends in prevalence of hypertension in Brazil: a systematic review with meta-analysis. PLOS One. 2012; 7(10):e48255.
7. Scala LC, Braga FD Jr, Cassanelli T, Borges LM, Weissheimer FL. Hipertensão arterial e atividade física em uma capital brasileira. Arq Bras Cardiol. 2015; 105 (3 supl 1):20.
8. Malta DC, Andrade SS, Stopa SR, Pereira CA, Szwarcwald CL, Silva Jr JB, et al. Brazilian lifestyles: National Health Survey results, 2013. Epidemiol Serv Saúde. 2015; 24(2):217-26.
9. Egan BM, Li J, Hutchison FN, Ferdinand KC. Hypertension in the United States, 1999 to 2012: progress toward Healthy People 2020 goals. Circulation. 2014; 130:1692–1699.
10. Duncan MJ, Birch SL, Oxford SW. The effect of exercise intensity on postresistance exercise hypotension in trained men. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2014; 28(6), 1706-1713.
11. Churilla JR, Ford ES. Comparing Physical Activity Patterns of Hypertensive and Nonhypertensive US Adults. Am J Hypertens . 2010; 23(9):987-993.
12. Sabbahi A, Arena R, Elokda A, Phillips SA. Exercise and hypertension: uncovering the mechanisms of vascular control. Progress in cardiovascular diseases, 2016; 59(3), 226-234.

13. Simão R, Fleck SJ, Polito M, Monteiro W, Farinatti P. Effects of resistance training intensity, volume, and session format on the postexercise hypotensive response. *J Strength Cond Res.* 2005; 19(4):853-8.
14. Harris KA and Holly RG. Physiological response to circuit weight training in borderline hypertensive subjects. *Med Sci Sports Exerc,* 1987; 19: 246–252.
15. Hurley BJ, Hagberg JM, Goldberg AP, Seals DR, Ehsani AA, Brennan RE, and Holloszy JO. Resistive training can reduce coronary risk factors without altering VO_{2max} or percent body fat. *Med Sci Sports Exerc,* 1988; 20: 150–154.
16. Ray CA and Carrasco DI. Isometric handgrip training reduces arterial pressure at rest without changes in sympathetic nerve activity. *Am J Physiol Heart Circ Physiol,* 2000; 279: H245–H249.
17. Stone MH, Wilson GD, Blessing D, and Rozenek R. Cardio vascular responses to short-term olympic style weight-training in young men. *Can J Appl Sport Sci,* 1983; 8: 134–139.
18. Wiley RL, Dunn CL, Cox RH, Hueppchen NA, and Scott MS. Isometric exercise training lowers resting blood pressure. *Med Sci Sports Exerc,* 1992. 24: 749–754.
19. Carter, J. R., Ray, C. A., Downs, E. M., & Cooke, W. H. (2003). Strength training reduces arterial blood pressure but not sympathetic neural activity in young normotensive subjects. *Journal of Applied Physiology,* 94(6), 2212-2216.
20. Cavalcante PA, Rica RL, Evangelista AL, Serra AJ, Figueira A Jr, Pontes FL Jr, et al. Effects of exercise intensity on postexercise hypotension after resistance training session in overweight hypertensive patients. *Clin Interv Aging.* 2015; 10:1487-95.
21. Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc.* 2013; 2(1):1-9.
22. Boutcher YN, Boutcher SH. Exercise intensity and hypertension: what's new?. *Journal of human hypertension.* 2017; 31(3), 157.
23. Cote AT, Bredin SS, Phillips AA, Koehle MS, Warburton DE. Greater autonomic modulation during post-exercise hypotension following high-intensity interval exercise in endurance-trained men and women. *European journal of applied physiology.* 2015; 115(1), 81-89.
24. MacDonald JR. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *Journal of human hypertension,* 2002; 16(4), 225.
25. Haff GG, Triplett NT (Eds.). *Essentials of strength training and conditioning* 4th edition. Human kinetics. 2015.

26. Ball R, Weidman D. Analysis of USA Powerlifting federation data from January 1, 2012-June 11, 2016. *Journal of strength and conditioning research*. 2017.
27. World Para Powerlifting (WPPO). Rankings Official World Rankings 2018. Created by IPC Sport Data Management System.
28. Comitê Paralímpico Brasileiro (CPB). Livro de regras do Halterofilismo. Regras traduzidas em Português - Versão 1.2 - Em 08/10/2018. Site oficial do CPB <http://www.cpb.org.br/documents/20181/0/novas+regras+halter/757283a3-a52f-4bae-a003-8eb51441abe3>. Acesso em: 18 de outubro de 2018.
29. Comitê Paralímpico Brasileiro (CPB). Manual de halterofilismo, versão 1, maio de 2015; 72p.
30. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do exercício / nutrição, energia e desempenho humano*. 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.
31. Powers SK, Howley ET. *Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho*. 8ª ed. Barueri: Manole, 2014.
32. MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol* 1985; 58: 785–790.
33. MacDougall JD. Blood pressure responses to resistive, static and dynamic exercise. In: Fletcher GF (ed). Futura Publishing: Kisco, NY, 1994, pp 155–173.
34. Lentini AC et al. Left ventricular response in healthy young men during heavy-intensity weight-lifting exercise. *J Appl Physiol* 1993; 75: 2703–2710.
35. Gielen S, Schuler G, Adams V. Cardiovascular effects of exercise training: Molecular mechanisms. *Circulation*. 2010; 122(12):1221-1238.
36. Vanhoutte PM, Shimokawa H, Tang EHC, Feletou M. Endothelial dysfunction and vascular disease. *Acta Physiol*. 2009:193-222.
36. Morais PK, et al. Acute resistance exercise is more effective than aerobic exercise for 24 h blood pressure control in type 2 diabetics. *Diabetes & Metabolism*, 2011; v. 37, p. 112–117.
37. Queiroz AC, et al. Clinic and ambulatory blood pressure responses after resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2009; v. 23, no. 2, p. 571-578.
38. Veloso J, et al. Efeitos do intervalo de recuperação entre as séries sobre a pressão arterial após exercícios resistidos. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 2010; v. 94, n. 4, p. 512-518.

39. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray, CA. American college of sports medicine's position Stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36: 533–553.
40. Thijssen DHJ, Maiorana A, Green DJ. Aerobic Exercise Training: Effects on Vascular Function and Structure. In: Pescatello LS, ed. *Effects of Exercise on Hypertension, Molecular and Translational Medicine.* Switzerland: Springer International Publishing; 2015.
41. Gielen S, Schuler G, Adams V. Cardiovascular effects of exercise training: Molecular mechanisms. *Circulation.* 2010; 122(12):1221-1238.
42. Hill L. Arterial pressure in man while sleeping, resting, working and bathing. *J Physiol Lond* 1897; 22: xxvi–xxix.
43. Fitzgerald W. Labile hypertension and jogging: new diagnostic tool or spurious discovery? *Br Med J (Clin Res Ed)* 1981; 282: 542–544.
44. Floras JS, et al. Postexercise hypotension and sympathoinhibition in borderline hypertensive men. *Hypertension* 1989; 14: 28–35.
45. Somers VK, Conway J, LeWinter M, Sleight P. The role of baroreflex sensitivity in post-exercise hypotension. *J Hypertens Suppl* 1985; Suppl 3: S129–S130.
46. MacDonald JR, MacDougal JD, Hogben CD. The effects of exercise duration on post-exercise hypotension. *J Hum Hypertens* 2000; 14: 125–129.
47. Hagberg JM, Montain SJ, Martin 3rd WH. Blood pressure and hemodynamic responses after exercise in older hypertensives. *J Appl Physiol* 1987; 63: 270–276.
48. Wilcox RG, et al. Post-exercise hypotension: the effects of epanolol or atenolol on some hormonal and cardiovascular variables in hypertensive men. *Br J Clin Pharmacol* 1987; 24: 151–162.
49. Rueckert PA, Slane PR, Lillis DL, Hanson P. Hemodynamic patterns and duration of post-dynamic exercise hypotension in hypertensive humans. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28: 24–32.
50. Dutra MT, Lima RM, Mota MR, de Oliveira PFA, Veloso JHCL. Hipotensão pós-exercício resistido: uma revisão da literatura. *Journal of Physical Education,* 2013; 24(1), 145-157.
51. Silva RMFLD, Miranda CEDS, Barbosa MT, Bicalho MAC. Heart Rate and its Variability Assessed by Spectral Analysis in Elderly Subjects with Orthostatic Hypotension: A Case-Control Study. *Arquivos brasileiros de cardiologia,* 2018; 110(4), 303-311.

52. Teixeira-Araujo AA, da Cruz LC, Numata Filho ES, Moreira SR. Effect of intervals between sets in post resistance exercise hypotension: a systematic review. *ConScientiae Saúde*, 2017; 16(1), 153.
53. Lima AHRA, Forjaz CLM, Silva GQM, Lima APA, Lins Filho OL, Cardoso Junior CG, et al. Effect of rest interval on cardiovascular responses after resistance exercise. *Motriz*. 2013; 19(2):252-260.
54. Arazi H, Ghiasi A, Asgharpoor S. A comparative study of cardiovascular responses to two rest interval between circuit resistance exercises in normotensive women. *Rev Bras Med Esporte*, 2013; 19(3):176-180.
55. Queiroz ACC, Kanegusuku H, Chehuen MR, Costa LAR, Wallerstein LF, Silva VJD, et al. Cardiac work remains high after strength exercise in elderly. *Int J Sports Med*, 2013; 34(5): 379-470e2.
56. Graham MJ, Lucas SJ, Francois ME, Stavrianeas S, Parr EB, Thomas KN, Cotter JD. Low-Volume Intense Exercise Elicits Post-exercise Hypotension and Subsequent Hypervolemia, Irrespective of Which Limbs Are Exercised. *Front Physiol*, 2016; 7:199.
57. Tibana RA, Pereira GB, Navalta JW, Bottaro M, Prestes J. Acute effects of resistance exercise on 24h blood pressure in middle aged overweight and obese women. *Int J Sports Med*, 2013; 34(5):460-464.
58. Brito AF, Oliveira CVC, Santos MSB, Santos AC. High-intensity exercise promotes postexercise hypotension greater than moderate intensity in elderly hypertensive individuals. *Clin Physiol Funct Imaging*, 2014; 34(2):126-132.
59. Moraes MR, Bacurau RFP, Simões HG, Campbell CSG, Pudo MA, Wasinski F, et al. Effect of 12 weeks of resistance exercise on post-exercise hypotension in stage 1 hypertensive individuals. *J Hum Hypertension*, 2012; 26(9):533-539.
60. Simões HG, Asano RY, Sales MM, Browne RA, Arsa G, Motta-Santos D, Puga GM, Lima LC, Campbell CS, Franco OL. Type 2 diabetes elicits lower nitric oxide, bradykinin concentration and kallikrein activity together with higher DesArg(9)-BK and reduced post-exercise hypotension compared to non-diabetic condition. *PLoS One*, 2013; 8(11): e80348.
61. Polito MD, et al. Efeito hipotensivo do exercício de força realizado em intensidades diferentes e mesmo volume de trabalho. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 2003; v. 9, n. 2, 2003.
62. Rezk CC, et al. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 2006; v. 98, n.1, p.105-112.

63. Bennett T, Wilcox RG, MacDonald IA. Post-exercise reduction of blood pressure in hypertensive men is not due to acute impairment of baroreflex function. *Clin Sci (Colch)* 1984; 67: 97–103.

64. Seals DR et al. Left ventricular dysfunction after prolonged strenuous exercise in healthy subjects. *Am J Cardiol*, 1988; 61: 875–879.

2 ESTUDOS REALIZADOS

2.1 ESTUDO 1 – Ângelo de Almeida Paz, Felipe José Aidar Martins. (2019)
Avaliação do efeito hemodinâmico agudo pós-exercício em duas diferentes intensidades de treinamento em atletas de *powerlifting* paralímpico.

2.1 ESTUDO 1: AVALIAÇÃO DO EFEITO HEMODINÂMICO AGUDO PÓS-EXERCÍCIO EM DUAS DIFERENTES INTENSIDADES DE TREINAMENTO EM ATLETAS DE *POWERLIFTING* PARALÍMPICO

RESUMO

Objetivos: O objetivo deste estudo foi comparar os efeitos hipotensores pós-exercício de duas sessões típicas de treinamento resistido de alta intensidade, usando 90% ou 95% de 1RM de supino reto em atletas de *powerlifting* paralímpico. **Métodos:** Atletas de *powerlifting* paralímpico em nível nacional (n=10; idade: 25,4±3,3 anos; massa corporal: 70,3±12,2kg) completaram duas sessões de treinamento resistido aleatoriamente, com intervalo de uma semana. Uma sessão envolveu 5 séries de 5 repetições a 90% de 1RM e a outra, cinco séries de 3 repetições a 95% de 1RM. **Resultados:** Verificou-se que houve diferenças significativas na PAS com reduções em relação aos valores de repouso (PAS=124,2±3,3) após as sessões de treino com 5x5RM nos momentos: 20 minutos (PAS=117±12,5; p=0,019; -7,2mmHg), 30 minutos (PAS=114±9,2; p=0,001; -10,2 mmHg), 40 minutos (PAS=113±7,7; p=0,001; -11,2 mmHg) e 50 minutos (PAS=113±6,3; p=0,001; -11,2 mmHg). Em relação ao método 5x3RM houve redução aos 10 minutos (PAS=116±12,2; p=0,031; -8,2mmHg), 20 minutos (PAS=117±11,8; p=0,047; -7,2mmHg), 30 minutos (PAS=116±10,1; p=0,034; -8,2mmHg) e 50 minutos (PAS=114±6,6; p=0,004; -10,2mmHg), apresentando EHP nos respectivos momentos dos treinos. **Conclusão:** Em conclusão, uma resposta hipotensiva pode ser esperada em atletas de elite de *powerlifting* paralímpico após uma sessão típica de treinamento de resistência de alta intensidade, usando 5x5 ou 5x3 de 1RM no exercício supino.

Palavras-chave: hipertensão; pressão arterial; hipotensão; exercício resistido; atleta paralímpico.

EVALUATION OF POST-EXERCISE ACUTE HEMODYNAMIC EFFECT IN TWO DIFFERENT TRAINING INTENSITIES IN ATHLETES OF PARALYMPIC POWERLIFTING

ABSTRACT

Objectives: The aim of this study was to compare the post-exercise hypotensive effects of two typical sessions of high intensity resistance training using 90% or 95% of 1RM bench press in Paralympic powerlifting athletes. **Methods:** National Paralympic powerlifting athletes ($n = 10$; age: 25.4 ± 3.3 years; body mass: 70.3 ± 12.2 kg) completed two sessions of randomized resistance training, with interval of one week. One session involved 5 sets of 5 replicates at 90% of 1RM and the other, five sets of 3 replicates at 95% of 1RM. **Results:** There were significant differences in SBP with reductions in relation to resting values (SBP = 124.2 ± 3.3) after the training sessions with 5x5RM at the moments: 20 minutes (SBP = 117 ± 12.5 , $p = 0.019$, -7.2 mmHg), 30 minutes (SBP = 114 ± 9.2 , $p = 0.001$, -10.2 mmHg), 40 minutes (SBP = 113 ± 7.7 , $p = 0.001$, -11.2 mmHg) and 50 minutes (SBP = 113 ± 6.3 , $p = 0.001$, -11.2 mmHg). In relation to the 5x3RM method, 10 minutes reduction (SBP = 116 ± 12.2 , $p = 0.031$, -8.2 mmHg), 20 minutes (SBP = 117 ± 11.8 , $p = 0.047$, -7.2 mmHg) 30 minutes (SBP = 116 ± 10.1 , $p = 0.034$, -8.2 mmHg) and 50 minutes (SBP = 114 ± 6.6 , $p = 0.004$, -10.2 mmHg), presenting PHE at the respective training moments. **Conclusion:** In conclusion, a hypotensive response can be expected in elite athletes of Paralympic powerlifting after a typical session of high-intensity resistance training, using 5x5 or 5x3 of 1RM in the bench press exercise.

Keywords: hypertension; blood pressure; hypotension; resistance exercise; cardiology, paralympic athletes.

INTRODUÇÃO

A prática regular de exercícios resistidos (ER) é uma importante estratégia para controlar a pressão sanguínea sistêmica em indivíduos normotensos e hipertensos.^[1,2,3] Dentre os efeitos dos ER sobre o sistema cardiovascular a hipotensão ou efeito hipotensor pós-exercício (EHP) tem sido estudada em normotensos e hipertensos com implicações clinicamente relevantes.^[4,5] Existem vários estudos que utilizam o ER para promover a redução da pressão arterial (PA) usando abordagens tanto agudas^[6] quanto crônicas.^[7]

Os mecanismos envolvidos no EHP têm sido atribuídos a redução da resistência vascular periférica, redução da atividade simpática, diminuição do volume sistólico e alterações na sensibilidade de fatores cardíacos e endoteliais adrenérgicos.^[8,9] O Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) e a Associação Americana de Saúde (AHA) afirmam que os ER em associação com exercícios aeróbios são eficientes para prevenir, tratar e controlar a hipertensão arterial,^[3-10] no entanto, o efeito agudo do ER na EHP ainda não está claro. Além disso, poucos estudos avaliaram os efeitos do volume e da intensidade dos ER sobre a magnitude do EHP.^[11,12] De particular relevância, a intensidade dos ER pode ser considerada especialmente importante em modalidades esportivas em que os ER de alta intensidade são utilizados regularmente.

Nessa perspectiva, o treinamento de *powerlifting* inclui agachamento, supino e levantamento terra, usando cargas próximas de uma repetição máxima (1RM).^[13,14] Haslam *et al.*^[15] mostraram que uma carga maior leva a maiores aumentos na pressão sanguínea e na frequência cardíaca, como ocorre em uma sessão de treino de *powerlifting*, cujos exercícios utilizados são compostos de movimentos que podem gerar valores elevados da PA e da FC.^[16,17] Além disso, de acordo com o ACSM^[10] treinamentos de alta intensidade de ER ($\geq 80\%$ de 1RM) têm sido utilizadas por atletas, praticantes de atividades recreativas e praticantes de ER em academias como estratégia para aumentar a força muscular. No entanto, há uma lacuna na literatura sobre a influência das intensidades de ER usando cargas próximas a 100% de 1RM, comumente usadas por atletas de *powerlifting*.

Dentre os esportistas de diferentes modalidades, há evidências de que os atletas paralímpicos apresentam alta prevalência de anormalidades

cardiovasculares (12%), incluindo doenças com risco de morte súbita (2%), como cardiomiopatias arritmogênicas.^[18] O *powerlifting* paralímpico (PP) é um esporte de força que tem como única disciplina o supino adaptado, destinado a pessoas com alguma deficiência física, visando o maior levantamento de peso.^[19] Contudo, há uma escassez de informações científicas sobre os efeitos dos ER de alta intensidade em atletas de *powerlifting* paralímpicos. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a hipotensão ou efeito hipotensor pós-exercício (EHP) após duas sessões agudas de treinamento de *powerlifting* paralímpico.

Amostra

A amostra foi composta por 10 atletas de *powerlifting* paralímpico (idade $25,4 \pm 3,30$ anos; massa corporal $70,3 \pm 12,15$ kg) com um mínimo de 12 meses de treinamento, todos competindo em nível nacional, classificados entre os 10 melhores de suas respectivas categorias de peso. Todos os atletas levantaram $\geq 1,4$ vezes da sua massa corporal no supino, sendo considerados atletas de elite.^[20] As características básicas da amostra estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Características temporais, antropométricas, hemodinâmicas e de força dos componentes da amostra.

Características	PP (n=10) (Média±dp)
Idade (anos)	25,4±3,3
Massa corporal (kg)	70,3±12,2
Experiência (anos)	2,5±0,2
Pressão arterial sistólica (mmHg)	124,2±3,3
Pressão arterial diastólica (mmHg)	76,4±3,2
1RM teste (supino) (kg)	117,4±23,4
1RM teste/massa corporal	1,7±0,3

LEGENDA – PP: *powerlifting* paralímpico; **1RM teste (supino):** valores médios da maior carga elevada em uma repetição máxima no exercício supino; **1RM teste/massa corporal:** valores médios da quantidade da carga elevada em uma repetição máxima por kg de massa corporal; **Experiência:** tempo médio de treinamento de *powerlifting*; **Média±dp:** média e desvio padrão; **n:** quantidade de participantes.

Todos os participantes preencheram os pré-requisitos necessários do Comitê Paralímpico Brasileiro para se qualificar para este esporte.^[21] Dentre as deficiências: quatro atletas apresentaram lesão medular, quatro apresentaram sequelas em virtude de poliomielite e dois apresentaram má formação nos membros inferiores.

Como critério de exclusão considerou-se o fato de estar em uso de algum tipo de recurso ergogênico ilícito, apresentar algum tipo de doença sintomática cardiorrespiratória ou cardíaca, alterações metabólicas ou estarem envolvidos em qualquer processo de perda de peso rápida antes da competição, porque esta prática pode afetar negativamente o desempenho físico. Todos os atletas já competiram a nível nacional.

Os atletas participaram do estudo de forma voluntária e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe – parecer nº 2.637.882), de acordo com a resolução 466/2012 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP, do Conselho Nacional de Saúde, em concordância com os princípios éticos expressos na Declaração de Helsinki (1964, reformulada em 1975, 1983, 1989, 1996, 2000, 2008 e 2013), da *World Medical Association*.

Métodos

Na primeira semana aplicou-se o teste de 1RM. No primeiro dia da segunda e da terceira semana após dez minutos de repouso,^[22] foram realizados os procedimentos de aferição da pressão arterial (PA) e frequência cardíaca (FC), iniciando-se em seguida as sessões de treinamento com repetições máximas (RM). Na segunda semana o treino consistiu de cinco séries de 5RM com 90% de 1RM. Na terceira semana treinou-se com cinco séries de 3RM com 95% de 1RM.

Para verificar a ocorrência do efeito hipotensor pós-exercício (EHP) relacionado às sessões de treino da segunda e da terceira semana, a PA e a FC também foram aferidas no pico de exercício (imediatamente após a última sessão de exercício) e nos momentos, 5', 10', 20', 30', 40', 50' e 60 minutos após o fim das sessões de treinos.

Para melhor entendimento dos procedimentos utilizados, a Figura 1 apresenta o desenho experimental do estudo descrevendo a ordem temporal em que a intervenção foi realizada.

Semanas	Procedimentos e testes			Intervalo
Semana 1 (1RM)	→ Warm-up →	TEST  (Teste 1RM)	→	7 dias
Semana 2 (Método1)	→ Pré Teste (PA e FC) →	Treino  5x5, 90%1RM	→	Pós-teste (PA e FC, após*, 5', 10', 20', 30', 40', 50' e 60 minutos) 7 dias
Semana 3 (Método 2)	→ Pré Teste (PA e FC) →	Treino  5x3, 95% 1RM	→	Pós-teste (PA e FC, após*, 5', 10', 20', 30', 40', 50' e 60 minutos) 7 dias

Figura 1: Desenho experimental do estudo.

LEGENDA: * Imediatamente após a sessão de treino; **PA:** pressão arterial; **FC:** frequência cardíaca; **Método1, 5X5:** cinco sessões de cinco repetições; **Método 2, 5X3:** cinco sessões de três repetições; **1RM:** teste de uma repetição máxima; **Warm-up:** aquecimento; **Pré-teste:** procedimentos de mensuração da PA e da FC antes da sessão de treino; **Intervalo:** período sem treinamento.

Teste de força máxima 1RM

O teste de 1 repetição máxima (1RM) é amplamente reconhecido como o padrão de referência para a avaliação da força.^[23] Essa técnica requer que um indivíduo eleve a carga mais pesada possível uma vez, por meio de uma ampla gama de movimentos. Embora a ocorrência de lesão possa ser mínima entre os atletas experientes,^[23] os praticantes iniciantes correm maior risco de lesão quando não estão acostumados a lidar com cargas pesadas.

O teste de 1RM foi conduzido e cada sujeito iniciou os testes com um peso que eles acreditavam que poderia ser levantado uma vez, usando o esforço máximo. Os incrementos de peso foram então adicionados até que atingissem a carga máxima que poderia ser levantada uma vez. Se o participante não pudesse realizar uma única repetição, subtraía-se de 2,4 a 2,5% da carga empregada no teste.^[24] Os sujeitos descansaram por 3 a 5 minutos entre as tentativas. O teste foi precedido por um aquecimento (10 a 12 repetições) com aproximadamente

50% da carga a ser usada na primeira tentativa do teste e começou dois minutos após o aquecimento. A carga registrada como 1RM foi aquela em que o indivíduo conseguiu completar apenas uma repetição. A forma e a técnica adaptada utilizadas no desempenho de cada tentativa foram padronizadas e monitoradas continuamente, num esforço para garantir a qualidade dos dados. Para avaliação da força muscular, todos os procedimentos foram realizados no exercício supino, utilizando um banco oficial (Eleiko, EUA) e uma barra olímpica (Eleiko, USA), ambos aprovados pelo Comitê Paralímpico Internacional.^[19]

Frequência Cardíaca (FC) e Pressão Arterial (PA)

A pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), pressão arterial média (PAM) calculada através da fórmula: $PAM = PAD + [PAS - PAD] / 3$ ^[25] e frequência cardíaca (FC) foram medidas antes e após cada sessão de treinamento utilizando monitor de pressão arterial não invasivo (Microlife 3AC1-1PC, Microlife, Widnau, Suíça). O duplo produto (DP) foi avaliado de acordo com a seguinte equação: $DP = FC \times PAS$.^[25] A medição foi realizada antes e após os sujeitos completarem a intervenção, tendo como objetivo dessa medida, garantir que a PA não mudasse (baixasse) durante a sessão de exercício. Todas as medidas da PA foram realizadas no braço esquerdo. Os valores pré-exercício da PA não ultrapassaram 160 e 100 mmHg para PAS e PAD, respectivamente.

Os voluntários também foram instruídos a evitar a manobra de Valsalva durante todo o movimento, seguindo as diretrizes do Colégio Americano de Medicina Esportiva.^[10] A PA e a FC foram medidas na posição sentada em todos os momentos do estudo. Para obter o volume de oxigênio do miocárdio (MVO_2), utilizou-se uma função matemática baseada na alta correlação entre o produto da pressão do coração e o MVO_2 . Para obtenção do MVO_2 , utilizou-se uma função matemática, expressando o resultado em $mlO_2/100g.VE/min$: $MVO_2 = (DP \times 0,0014) - 6,37$.^[26,27]

Sessões de exercícios resistidos (ER)

As sessões de ER consistiram em séries de supino, usando 90% ou 95% de 1RM. Para a sessão de 90% de 1RM, os atletas completaram 5 séries de 5 repetições e, para a sessão de 95% de 1RM, os atletas completaram 5 séries de

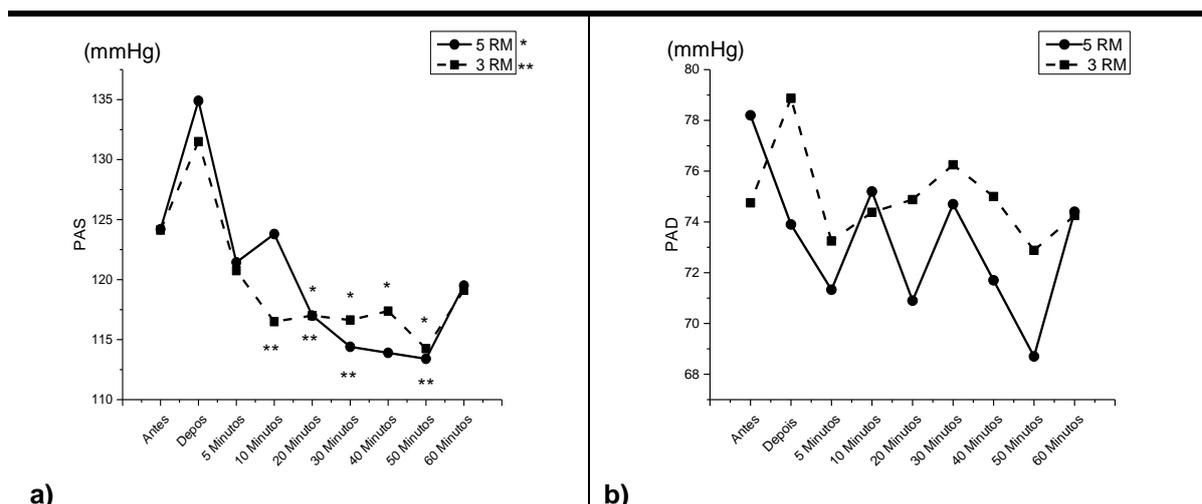
3 repetições, com 5 minutos de descanso entre as séries. A execução dos exercícios foi padronizada de acordo com as regras competitivas do Comitê Paralímpico Internacional.^[28]

Estatística

Para a análise dos dados a estatística descritiva foi aplicada utilizando-se as medidas de tendência central, média (X) \pm Desvio Padrão (DP). A análise estatística foi realizada mediante a utilização do *software Statistical Package for the Social Science* (SPSS), versão 22.0. Para a verificação da normalidade das variáveis foi utilizado o teste de Shapiro Wilk, tendo em vista o tamanho da amostra. Para a avaliação do desempenho entre os grupos foi feito o teste ANOVA (Two Way) e *Post Hoc* de Bonferroni. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. Para se verificar o tamanho do efeito, foi utilizado o teste de f^2 de Cohen, e foram adotados os pontos de cortes 0,02 a 0,15 (pequeno), de 0,16 a 0,35 (médio) e maior que 0,35 (grande).^[29]

RESULTADOS

Os resultados do presente estudo estão apresentados na figura 2 (a – f) de acordo com a aplicação dos dois métodos de treinamento utilizados. Na figura **2a**, encontra-se a exibição da cinética da Pressão Arterial Sistólica (PAS), na figura **2b** tem-se a representação da Pressão Arterial Diastólica (PAD), na figura **2c** a Pressão Arterial Média (PAM), na figura **2d** a Frequência Cardíaca (FC), na figura **2e** o Duplo Produto (DP) e na figura **2f** o MVO_2 .



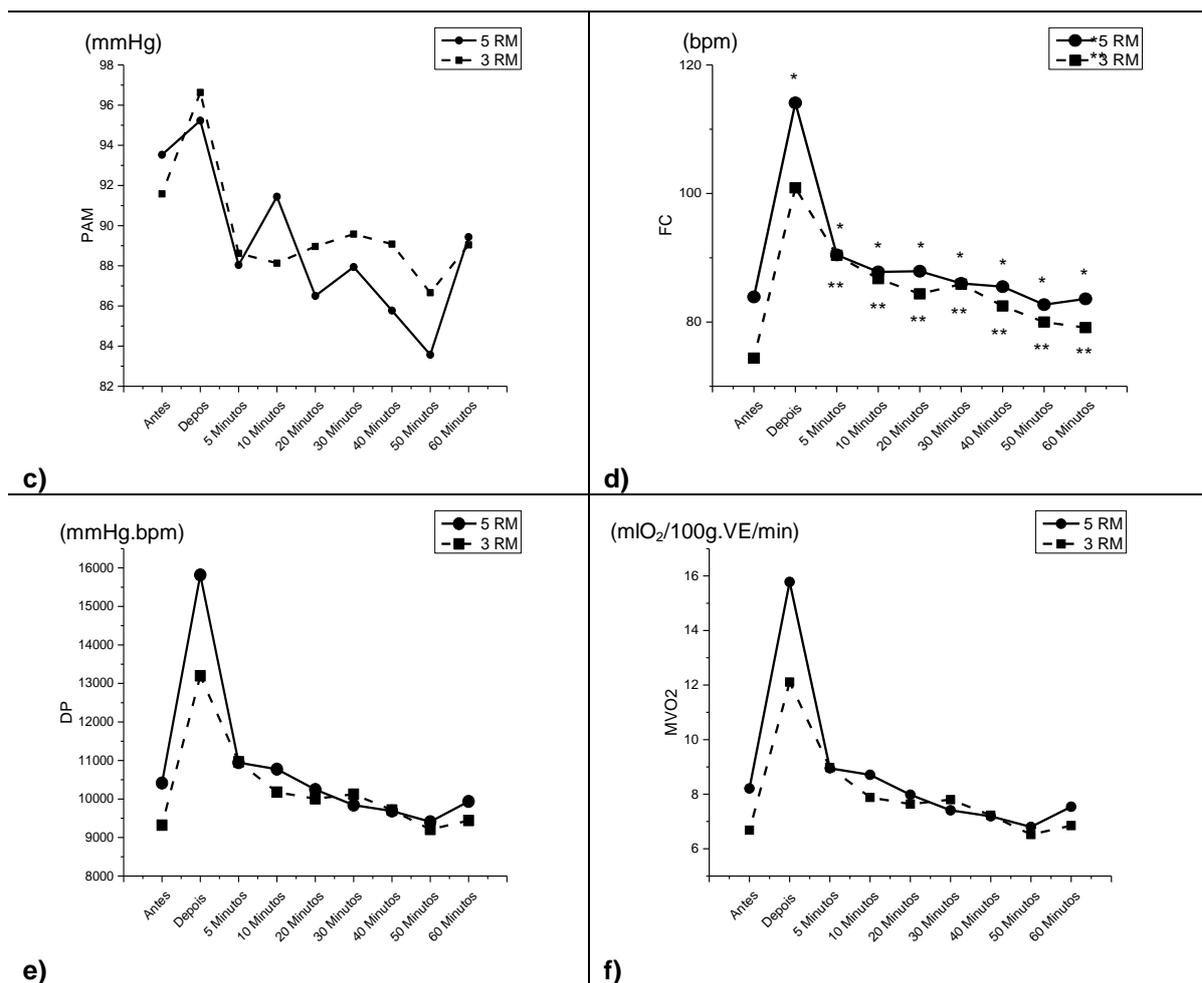


Figura 2: Cinética das variáveis hemodinâmicas.

LEGENDA – a) pressão arterial sistólica (PAS); **b)** pressão arterial diastólica antes (PAD); **c)** pressão arterial média (PAM); **d)** frequência cardíaca (FC); **e)** produto duplo (DP); **f)** volume de oxigênio miocárdico (MVO₂); **Estatística:** ANOVA (Two Way) e *Post Hoc* de Bonferroni com o nível de significância de $p < 0,05$.

Verificou-se que houve diferenças significativas na PAS com reduções em relação aos valores de repouso (PAS=124,2±3,3) após as sessões de treino com 5RM nos momentos: 20 minutos (PAS=117±12,5; $p=0,019$; redução de 7,2mmHg), 30 minutos (PAS=114±9,2; $p=0,001$; redução de 10,2 mmHg), 40 minutos (PAS=113±7,7; $p=0,001$; redução de 11,2 mmHg) e 50 minutos (PAS=113±6,3; $p=0,001$; redução de 11,2 mmHg). Em relação ao treino de 3RM, houve diferenças significativas na PAS com reduções em relação aos valores de repouso após as sessões de treino momentos: 10 minutos (PAS=116±12,2; $p=0,031$; redução de 8,2mmHg), 20 minutos (PAS=117±11,8; $p=0,047$; redução de 7,2mmHg), 30 minutos (PAS=116±10,1; $p=0,034$; redução de 8,2mmHg) e 50

minutos (PAS=114±6,6; p=0,004; redução de 10,2mmHg), apresentando EHP nos respectivos momentos dos treinos de 5RM e 3RM. O tamanho do efeito foi médio para a PAS (Cohen's $f^2 = 0.287$). Na FC houve diferenças significativas entre os valores de repouso e imediatamente depois de 5RM (p=0,001), e em relação aos momentos 5', 10', 20', 30', 40', 50' e 60 minutos, tanto para 5RM, como para 3RM (p=0,001). O tamanho do efeito foi considerado grande para a FC (Cohen $f^2=0,467$). Não houve diferenças significativas na PAD (p=0,999), PAM (p=0,082), DP (p=0,178) e MVO₂ (p=0,178).

DISCUSSÃO

O objetivo do nosso estudo foi analisar as respostas hemodinâmicas geradas por diferentes métodos de treinamento em atletas do *powerlifting* paralímpico, para verificar se a intensidade da intervenção, treinamento, apresentaria algum risco de sobrecarga cardiovascular e se os dois tipos de treinamento gerariam efeitos hipotensores (EHP) até 60 minutos após o término da sessão de treinamento. No *powerlifting* cargas altas tem sido utilizadas e normalmente o volume de treino é abaixo de cinco repetições.^[27-30] Deve-se ressaltar que os dois métodos de treinamento foram realizados com cargas elevadas (> 90% de 1RM), visando o treinamento de atletas do *powerlifting* paralímpico e os resultados não apresentaram risco de sobrecarga cardiovascular (FC após sessão 5x5, 114 bpm; FC após sessão 5x3, 100 bpm) devido ao maior valor médio encontrado não atingir um nível elevado em comparação aos valores máximos esperados para essa amostra (Idade média 25 anos, FC_{máx}=195bpm)^[26]. Vale ressaltar que nesta discussão utilizaremos estudos de outras modalidades e com outros atletas, devido à escassez de pesquisas voltadas para acompanhamento dessa modalidade. Nesse sentido, corroborando nossos achados, outro estudo também trabalhou com intensidade (> 90 de 1RM) com cinco séries de 2RM em uma única sessão de *powerlifting*, e isso não foi suficiente para mostrar sobrecarga hemodinâmica no pico do exercício (160bpm).^[27]

Normalmente, o treinamento em esportes de força emprega pequenos volumes e altas intensidades, atingindo 100% ou mais de 1RM,^[13,14] e em atletas do *powerlifting* paralímpico isso não é diferente. Na literatura, novos estudos têm

demonstrado a magnitudes do EHP que são geradas por diferentes modificações de cargas externas, ou seja, intensidade.^[11-31,32] Por outro lado, Kesse *et al.*,^[33] não encontraram os mesmos resultados no EHP com alterações no volume de treinamento. Os estudos são controversos, para Polito e Farinatti,^[34] a intensidade não parece ser a variável determinante no EHP, mas a realização de um grande volume de trabalho, especificamente quando conduzida por várias séries, tende a diminuir a PA.

Como mencionado anteriormente, nos estudos há uma discussão sobre a inter-relação entre volume e intensidade no EHP, principalmente relacionada ao exercício resistido.^[11-32] No presente estudo, as cinco séries de 5RM realizadas no exercício supino reto apresentaram redução significativa da PAS com 20', 30', 40' e 50 minutos de recuperação (-7,2mmHg; -10,2 mmHg; -11,2 mmHg; -11,2 mmHg; respectivamente) em relação aos valores de repouso pré exercícios. Por outro lado, Bentes *et al.*,^[35] comparando a EHP entre o treinamento resistido tradicional e as séries super recíprocas, utilizando exercícios como o supino reto em banco, observaram que 20', 30' e 40 minutos foram suficientes para apresentar a EHP. Outro estudo semelhante ao nosso número em série foi o de Figueredo *et al.*,^[36] que compararam a prescrição do exercício resistido e as respostas agudas com diferentes números de séries (5, 3 e 1 séries) sobre a variabilidade da frequência cardíaca e o EHP em homens. Os resultados mostraram que o maior número de séries, ou seja, 5 séries, foram suficientes para promover a extensão da EHP, o que corrobora nossos achados, onde o volume gerado pela série pode ter sido o fator determinante do EHP encontrado.

Na mesma linha, o aumento da intensidade causado por cinco séries de 3RM também resultou em EHP nos períodos de 10', 20', 30' e 50 minutos (-8,2mmHg; -7,2mmHg; -8,2mmHg; -10,2mmHg; respectivamente) quando comparados com os valores de repouso, controlando para maior adaptação da PA. Para Simões *et al.*^[37] e Ducan *et al.*,^[4] que observaram diferentes intensidades e desenhos de treinamento resistido, concluíram que as sessões de exercícios resistidos realizadas em alta intensidade tiveram mais efeito na redução da pressão arterial após os exercícios. Em contraste, Rezk *et al.*,^[12] utilizaram intervenções com 40% de 1RM e 80% de 1RM, nas quais sinais hipotensores e adaptações fisiológicas relacionadas à diminuição da BP foram

avaliadas. Esses estudos concluíram que não houve diferença hipotensiva em relação às intensidades propostas, no entanto, a PAD diminuiu no protocolo com 40% de 1RM, sugerindo que intensidades menores também poderiam interferir na redução da PA.

No nosso estudo não houve diferenças significativas na PAD ($p=0,999$), PAM ($p=0,082$), DP e MVO_2 ($p=0,178$) com essas variáveis não interferindo no EHP, mesmo assim, algumas ressalvas devem ser destacadas, onde foi observado que o treinamento deve ser compreendido pelo tipo de exercício, pois a intensidade de 80% de 1RM influenciou mais EHP no exercício multiarticular supino reto, quando comparado ao uni articular voador que apresentou diferenças significativas nas variáveis citadas em outro estudo.^[38]

Evidências científicas têm sido relatadas mostrando que altas intensidades (> 80% 1RM) parecem reduzir o débito cardíaco mediado pelo volume sistólico,^[16] e acredita-se que, no caso de indivíduos treinados, as respostas hemodinâmicas são maiores, e portanto, a diminuição do volume sistólico seria compensada pelo aumento da FC causado pelo aumento da atividade simpática e redução da influência parassimpática no coração.^[27] Estudos mostraram que aspectos do treinamento estão associados a respostas hemodinâmicas, onde a carga de treinamento (% de 1RM), número de séries e repetições e densidade (intervalo de descanso entre séries) influenciam os componentes da pressão arterial durante e após o treinamento.^[39]

Nessa perspectiva, considerando que o *powerlifting* paralímpico é um esporte de força, multiarticular, com grandes grupos musculares, e que envolve altas intensidades de treinamento, a modalidade surge como uma possibilidade de gerar magnitudes de respostas cardiovasculares significativas relacionadas à PA e à FC.

CONCLUSÃO

No presente estudo conclui-se que os treinamentos 5×5 (90% de 1RM) e 5×3 (95% de 1 RM) de alta intensidade analisados, apresentaram uma resposta hipotensiva significativa em atletas de *powerlifting* paralímpico de elite entre 10' e 50 minutos.

REFERÊNCIAS

1. Lemos S, Figueiredo T, Marques S, Leite T, Cardozo D, Willardson JM, Simão R. Effects of Strength Training Sessions Performed with Different Exercise Orders and Intervals on Blood Pressure and Heart Rate Variability. *Int J Exerc Sci*. 2018; 11(2):55-67.
2. Wewege MA, Thom JM, Rye KA, Parmenter BJ. Aerobic, resistance or combined training: A systematic review and meta-analysis of exercise to reduce cardiovascular risk in adults with metabolic syndrome. *Atherosclerosis*. 2018; 274:162-171.
3. Inder JD, Carlson DJ, Dieberg G, McFarlane JR, Hess NC, Smart NA. Isometric exercise training for blood pressure management: a systematic review and meta-analysis to optimize benefit. *Hypertension Research*. 2016; 39(2), 88.
4. Duncan MJ, Birch SL, Oxford SW. The effect of exercise intensity on postresistance exercise hypotension in trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2014; 28(6), 1706-1713.
5. Casonatto J, Goessler KF, Cornelissen VA, Cardoso JR, Polito MD. The blood pressure-lowering effect of a single bout of resistance exercise: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *European journal of preventive cardiology*. 2016; 23(16), 1700-1714.
6. Carpio-Rivera E, Moncada-Jiménez J, Salazar-Rojas W, Solera-Herrera A. Acute Effects of Exercise on Blood Pressure: A Meta-Analytic Investigation. *Arq Bras Cardiol*. 2016; 106(5):422-33
7. Ettehad D, Emdin CA, Kiran A, Anderson SG, Callender T, Emberson J, Rahimi, K, et al. Blood pressure lowering for prevention of cardiovascular disease and death: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet*. 2016; 387(10022), 957-967.
8. Queiroz ACC, Sousa JCS, Cavalli AAP, Silva Jr ND, Costa LAR, Tobaldini E, Tinucci T, et al. Post-resistance exercise hemodynamic and autonomic responses: Comparison between normotensive and hypertensive men. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2015; 25(4), 486-494.
9. Aprile DC, Oneda B, Gusmão JL, Costa LA, Forjaz CL, Mion Jr D, Tinucci T. Post-exercise hypotension is mediated by a decrease in sympathetic nerve activity in stages 2-3 CKD. *American journal of nephrology*. 2016; 43(3), 206-212.
10. American College of Sports Medicine (ACSM). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci sports Exerc*. 2009; 41(3):687-708.
11. Bentes CM, Costa PB, Neto GR, Costa e Silva GV, de Salles BF, Miranda HL, et al. Hypotensive effects and performance responses between diferente

resistance training intensities and exercise orders in apparently health women. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2015;35(3):185-90.

12. Rezk CC, Marrache RC, Tinucci T, Mion D Jr, Forjaz CL. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol*. 2006; 98(1):105-12.

13. João GA, Evangelista AL, Gomes JH, Charro MA, Bocalini DS, Cardozo D, et al. Effect of 16 weeks of periodized resistance training on gains of powerlifting athletes JEPonline. 2014; 17(3):102-9.

14. Pritchard HJ, Morton Rh. Powerlifting: success and failure at the 2012 Oceania and 2013 classic world championships. *J Australian Strength Cond*. 2015; 23(6): 67-70.

15. Ramos JS, Dalleck LC, Tjonna AE, Beetham KS, Coombes JS. The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*. 2015; 45(5), 679-692.

16. Serg M, Jürgenson J, Kampus P, Kals J, Zagura M, Zilmer M, Unt E, et al. Central and brachial blood pressure but not arterial stiffness decreases with intensive resistance training in powerlifting athletes: p-23. *Cardiology*. 2015; 131, 35.

17. Sabbahi A, Arena R, Elokda A, Phillips SA. Exercise and hypertension: uncovering the mechanisms of vascular control. *Progress in cardiovascular diseases*, 2016; 59(3), 226-234.

18. Pelliccia A, Quattrini FM, Squeo MR, Caselli S, Culasso F, Link MS, Spataro A, Bernardi M. Cardiovascular diseases in Paralympic athletes. *Br J Sports Med*. 2016; 50(17):1075-80.

19. International Paralympic Comitê (IPC). Sports. Disponível em: <https://www.paralympic.org/powerlifting>. Acesso em 05/12/2017.

20. Ball R, Weidman D. (2017) Analysis of USA Powerlifting federation data from January 1, 2012 - June 11, 2016. *J Strength Cond Res*. [Epub ahead of print]

21. Comitê Paralímpico Brasileiro (CPB). Livro de regras do Halterofilismo. Regras traduzidas em Português - Versão 1.2 - Em 08/10/2018. Site oficial do CPB <http://www.cpb.org.br/documents/20181/0/novas+regras+halter/757283a3-a52f-abae-a003-8eb51441abe3>. Acesso em: 18 de outubro de 2018.

22. Bonsu B, Terblanche E. The training and detraining effect of high-intensity interval training on post-exercise hypotension in young overweight/obese women. *Eur J Appl Physiol*. 2016; 116(1):77-84.

23. Baechle TR, Groves BR. Weigh training. 4th ed. United States: Human Kinetics; 2011.
24. Fleck SJ, Kraemer SW. Designing Resistance Training Programs. (2^a ed.) Champaign: Human Kinetics; 2004.
25. Schutte R, Thijs L, Asayama K, Boggia J, Li Y, Hansen TW, Liu YP, Kikuya M, Bjorklund-Bodegard K, Ohkubo T, et al. Double product reflects the predictive power of systolic pressure in the general population: evidence from 9,937 participants. *Am J Hypertens*. 2013; 26(5):665–672.
26. Aksentijević D, Lewis HR, Shattock MJ. Is rate-pressure product of any use in the isolated rat heart? Assessing cardiac 'effort' and oxygen consumption in the Langendorff-perfused heart. *Exp Physiol*. 2016; 101(2):282-94.
27. João GA, Bocalini DS, Rodriguez D, Charro MA, Ceschini F, Martins A & Figueira Junior A.. Powerlifting sessions promote significant post-exercise hypotension. *Rev Bras Med Esporte*, 2017; 23(2):118-122.
28. International Paralympic Comitê (IPC). Rules. Official website of IPC Powerlifting. Disponível em: <http://www.paralympic.org/powerlifting/about>. Acesso em: 20 de outubro de 2017.
29. Grissom RJ & Kim JJ. Effect sizes for research: A broad practical approach. New York: Psychology Press. 2005.
30. Austin D, Mann B. Powerlifting: The complete guide to technique, training, and competition. Champaign: Human Kinetics, 2012.
31. Saldanha MA, Vilaça-Alves J, Neto GR, Novaes JDS, Saavedra F, Reis VM, Rabelo HT. Acute effect of resistance exercise performed at different intensities on the hemodynamics of normotensive men. *Motricidade*. 2016; 12(1), 60-68.
32. Cavalcante PA, Rica RL, Evangelista AL, Serra AJ, Figueira A Jr, Pontes FL Jr, et al. Effects of exercise intensity on postexercise hypotension after resistance training session in overweight hypertensive patients. *Clin Interv Aging*. 2015; 10:1487-95.
33. Kesse F, Farinatti PTV, Pescatello L, Monteiro W. A comparison of the immediate effects of resistance, aerobic, and concurrent exercise on postexercise hypotension. *J Strength Cond Res*. 2011; 25(5):1429-36.
34. Polito MD, Farinatti PTV. Blood pressure behavior after counter-resistance exercises: a systematic review on determining variables and possible mechanisms. *Rev Bras Med Esporte*, 2006; v.12, n.6, p. 386-392.
35. Bentes CM, Costa PB, Corrêa Neto VG, Simão R, Paz G, et al. Hypotensive Responses of Reciprocal Supersets versus Traditional Resistance Training in Apparently Healthy Men. *Int J Exerc Sci*. 2017, 10(3):406-416. eCollection 2017.

36. Figueiredo T, Rhea MR, Peterson M, Miranda HL, Bentes CM, Reis VMR, Simão R. Influence of number of sets on blood pressure and heart rate variability after a strength training session. *J Strength Cond Res.* 2015, 29(6):1556-1563.
37. Simões GC, Moreira SR, Kushnick MR, Simões HG, Campbell CS. Postresistance exercise blood pressure reduction is influenced by exercise intensity in type-2 diabetic and nondiabetic individuals. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(5):1277-84.
38. Cunha GA, Rios ACS, Moreno JR, Braga PL, Campbell CSG, Simões HG, et al. Post-exercise hypotension in hypertensive individuals submitted to aerobic exercises of alternated intensities and constant intensity-exercise. *Rev Bras Med Esporte.* 2006; 12(6):313-7.
39. Mayo X, Iglesias-Soler E, Fariñas-Rodríguez J, Fernández-del-Olmo M, Kingsley JD. Exercise type affects cardiac vagal autonomic recovery after a resistance training session. *Journal of strength and conditioning research.* 2016; 30(9), 2565-2573.

2.2 ESTUDO 2 – Ângelo de Almeida Paz, Felipe José Aidar Martins, Marcelo Danillo Matos dos Santos, Dihogo de Matos Gama, Andrés Armas Alejo, Raphael Fabrício de Souza. (2019) O treinamento força com 100% de 1RM e 5 séries de uma repetição causa efeito hipotensor pós exercício em atletas de elite de *powerlifting* paralímpico 60 minutos após a sessão de treino. Artigo aceito para publicação Revista Motricidade (carta anexa).

2.2 ESTUDO 2: O TREINAMENTO DE FORÇA COM 100% DE 1RM E 5 SÉRIES DE UMA REPETIÇÃO CAUSA EFEITO HIPOTENSOR PÓS EXERCÍCIO EM ATLETAS DE ELITE DE *POWERLIFTING* PARALÍMPICO 60 MINUTOS APÓS UMA SESSÃO DE TREINO.

RESUMO

Objetivos: O presente estudo objetivou comparar as variáveis hemodinâmicas e se ocorre o efeito hipotensor entre atletas do *powerlifting* convencional e atletas do *powerlifting* paralímpico submetidos a uma sessão de treinamento de força máxima com 5 séries de 1 RM. **Métodos:** A amostra foi constituída por dois grupos. O grupo PP, composto por 10 atletas masculinos de *powerlifting* paralímpico (idade $25,4 \pm 3,3$ anos; massa corporal $70,3 \pm 12,2$ kg), e o grupo PC (*powerlifting* convencional), composto por 10 sujeitos sem deficiência física (idade $24,4 \pm 1,5$ anos; massa corporal $80,7 \pm 6,8$ kg) e no mínimo seis meses de treino. Após a determinação da carga de treino através do teste de 1RM, os atletas foram submetidos a cinco séries de uma repetição máxima com 100% de 1RM. A pressão arterial (PA) e a frequência cardíaca (FC) foram medidas antes do treino, imediatamente após e, nos momentos 5', 10', 20', 30', 40', 50' e 60 minutos após. **Resultados:** Para PAS, houve diferenças significativas com efeito hipotensor (EHP) para o grupo PP aos 60 minutos ($110,0 \pm 9,9$ mmHg com a redução de 17mmHg em relação aos valores de repouso, $p=0,028$). Em relação aos demais momentos e em relação ao grupo PC não houve efeito hipotensor. **Conclusão:** De acordo com os resultados alcançados no presente estudo pode-se concluir que, uma sessão de treinamento de força máxima com 100% de 1RM e 5 séries de uma repetição, foi suficiente para promover o EHP em atletas de elite de *powerlifting* paralímpico 60 minutos após a sessão de treino.

Descritores: Hipertensão arterial, efeito hipotensor, *powerlifting* paralímpico, atleta paralímpico.

THE STRENGTH TRAINING WITH 100% OF 1RM AND 5 SETS OF ONE REPETITION CAUSES POST-EXERCISE HYPOTENSIVE EFFECT IN ELITE ATHLETES OF PARALYMPIC POWERLIFTING 60 MINUTES AFTER THE TRAINING SESSION.

ABSTRACT

Objectives: The present study aimed to compare hemodynamic variables and whether the hypotensive effect occurs between conventional powerlifting athletes and paralympic powerlifting athletes submitted to a maximum strength training session with 5 sets of 1 RM. **Methods:** The sample consisted of two groups. The PP group, composed of 10 male athletes of paralympic powerlifting (age 25.4 ± 3.3 years, body mass 70.3 ± 12.2 kg), and the PC group (conventional powerlifting), composed of 10 subjects without disability (age 24.4 ± 1.5 years, body mass 80.7 ± 6.8 kg) and at least six months of training. After determination of the training load through the 1RM test, the athletes were submitted to five sets of a maximal repetition with 100% of 1RM. Blood pressure (BP) and heart rate (HR) were measured before training, immediately after and at the 5', 10', 20', 30', 40', 50' and 60 minute moments. **Results:** For SBP, there were significant differences with hypotensive effect (PHE) for the PP group at 60 minutes (110.0 ± 9.9 mmHg with a reduction of 17mmHg in relation to resting values, $p = 0.028$). In relation to the other moments and in relation to the PC group there was no hypotensive effect. **Conclusion:** According to the results achieved in the present study it can be concluded that a maximum strength training session with 100% of 1RM and 5 sets of one repetition was enough to promote PHE in elite athletes of Paralympic powerlifting 60 minutes after the training session.

Keywords: hypertension, hypotensive effect, paralympic powerlifting, paralympic athlete.

INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma patologia que acomete grande parte da população mundial^[1] e no Brasil não é diferente.^[2] Essa enfermidade pode ser a causa e/ou a consequência para outras doenças crônico-degenerativas que debilitam a saúde das pessoas podendo resultar em óbito.^[3] A hipertensão é o fator de risco mais prevalente, modificável e dispendioso para doença cardiovascular (DCV).^[4] A hipertensão arterial é significativamente influenciada pelos hábitos e estilo de vida das pessoas sendo esses fatores identificados como os únicos determinantes da hipertensão que são modificáveis.^[5]

Uma alternativa de estilo de vida que contribui para combater a HAS é a prática regular de atividades físicas. Sobretudo, a prática de exercícios físicos pode ser uma alternativa não medicamentosa contra a hipertensão arterial.^[6] Estudos apontam os exercícios físicos como alternativa tanto na prevenção, como no tratamento da HAS.^[4,5,6] Composto a gama de exercícios procurados encontram-se os resistidos (ER) que são executados em ambientes controlados e supervisionados por profissionais.^[7] De uma forma geral, estes exercícios apresentam alta variabilidade de métodos que influenciam diretamente na relação volume/intensidade e, por tanto, nas variáveis hemodinâmicas que promovem ajustes pressóricos.^[8]

Um dos efeitos esperados na prática de exercícios resistidos, em relação as variáveis hemodinâmicas, é o efeito hipotensor pós-exercício (EHP),^[9] que é a diminuição prolongada da pressão arterial em repouso nos minutos e horas após o exercício agudo.^[10] Porém, ainda não existe um consenso no que tange a relação volume/intensidade dos métodos de treinamento para gerar tal efeito.^[11]

Muitos são os métodos de ER utilizados e que podem promover alterações nas respostas hemodinâmicas,^[8] a depender dos objetivos esperados. Dentre eles há o método de uma repetição máxima 1RM que é utilizado por atletas de *powerlifting* paralímpico na intenção de aumentar os níveis de força muscular.^[12] Essa modalidade esportiva exige dos atletas envolvidos um alto nível de esforço para erguer cargas elevadas durante as competições, assim como, nos treinos. Um atleta de alto nível chega a erguer mais de três vezes a sua massa corporal total.^[13] A alta intensidade utilizada exige respostas aumentadas do sistema

cardiovascular ocasionando a elevação da frequência cardíaca e da pressão arterial sistêmica durante o momento de força extrema necessária na participação da prova.^[14] A monitoração dessas variáveis hemodinâmicas nos atletas paralímpicos é necessária no intuito de preservar a integridade das suas condições de saúde ao se submeterem a prática da modalidade.^[15]

O presente estudo teve como objetivo avaliar as variáveis hemodinâmicas e se ocorre o efeito hipotensor em atletas do *powerlifting* convencional e em atletas do *powerlifting* paralímpico após uma sessão de treinamento de força máxima com 5 séries de 1RM no exercício supino.

MÉTODOS

Amostra

A amostra foi constituída por dois grupos. O grupo PP (*paralimpic powerlifting*), composto por 10 atletas masculinos de *powerlifting* paralímpico com um mínimo de 12 meses de treinamento, todos competindo em nível nacional, classificados entre os 10 melhores de suas respectivas categorias (idade $25,4 \pm 3,3$ anos; massa corporal $70,3 \pm 12,2$ kg). Os componentes do grupo PP, por levantarem $\geq 1,4$ vezes da sua massa corporal no supino, foram considerados atletas de elite.^[12] Todos os participantes do respectivo grupo (PP) preencheram os pré-requisitos necessários do Comitê Paralímpico Brasileiro (CPB) qualificando-se para este esporte.^[16] Quatro atletas apresentaram-se com lesões na medula espinal como resultado de acidentes com lesões abaixo da oitava vértebra torácica, três atletas apresentaram-se com sequelas devido à poliomielite e três atletas apresentaram-se com deformidades nos membros inferiores.

O grupo PC (*powerlifting* convencional) foi composto por 10 homens sem deficiência física diagnosticada (idade $24,4 \pm 1,5$ anos; massa corporal $80,7 \pm 6,8$ kg) e com no mínimo seis meses de experiência. As características básicas dos dois grupos estão apresentadas na tabela 1.

Não foram incluídos no estudo os voluntários que: i) relataram o consumo de substâncias ilícitas (por exemplo, anabolizantes), ii) relataram diagnóstico de doença cardíaca ou metabólica, iii) estavam envolvidos em qualquer processo de perda rápida massa corporal no momento do recrutamento.

Tabela 1: Características temporais, antropométricas, hemodinâmicas e de força dos grupos componentes da amostra.

Variáveis	Grupo PP (n=10) (Média±dp)	Grupo PC (n=10) (Média±dp)
Idade (anos)	25,4±3,3	24,4±1,5
Massa corporal (kg)	70,3±12,2	80,7±6,8
Experiência (anos)	2,5±0,2	1,0±0,2
Pressão arterial sistólica (mmHg)	124,2±3,3	122,7±6,8
Pressão arterial diastólica (mmHg)	76,4±3,2	74,4±7,7
1RM teste (supino) (kg)	117,4±23,4	97,8±14,9
1RM teste/massa corporal	1,7±0,3	1,2±0,1

LEGENDA – PP: *powerlifting* paralímpico; **PC:** *powerlifting* convencional; **1RM teste (supino):** valores médios da maior carga elevada em uma repetição máxima no exercício supino; **1RM teste/massa corporal:** valores médios da quantidade da carga elevada em uma repetição máxima por kg de massa corporal; **Experiência:** tempo médio de treinamento de *powerlifting*; **Média±dp:** média e desvio padrão; **n:** quantidade de participantes.

Todos os componentes da amostra participaram voluntariamente do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe – parecer nº 2.637.882), de acordo com a resolução 466/2012 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) do Conselho Nacional de Saúde, e de acordo com os princípios éticos da última versão da Declaração de Helsinque (e da Associação Médica Mundial).

Procedimentos

O grupo PP, composto pelos atletas paralímpicos, participou no primeiro dia da semana 1 do teste de 1RM no exercício supino para a determinação da carga de treino. Na semana 2, também no primeiro dia, o mesmo grupo (PP) teve a sua pressão arterial (PA) e frequência cardíaca (FC) de repouso aferidas para servirem de referência para verificação do efeito hipotensor (EHP). Essa aferição ocorreu após os dez minutos em que os atletas ficaram de repouso^[17] na posição sentada.

Ao findarem as aferições, os atletas iniciaram uma sessão de treinamento contra a resistência com cinco séries de uma repetição no exercício supino a

100% de 1RM, com 5 minutos de intervalo entre as séries. Imediatamente após a realização da sessão de treino, a PA e a FC foram aferidas novamente, e em seguida, nos momentos 5', 10', 20', 30', 40', 50' e 60 minutos após.

Os mesmos procedimentos foram realizados com os componentes do grupo PC (*powerlifting* convencional) nas semanas 3 e 4, de acordo com o desenho experimental do estudo que está representado na figura 1.

Semanas	Procedimentos e testes			Intervalo
Semana 1 Teste 1RM (Grupo PP)	→ Warm-up →	 (Teste 1RM)	→	7 dias
Semana 2 Treino 5x1 (Grupo PP)	→ Pré Teste (PA e FC) →	 5x1, 100%1RM	→	Pós-teste (PA e FC, após*, 5', 10', 20', 30', 40', 50' e 60 minutos)
Semana 3 Teste 1RM (Grupo PC)	→ Warm-up →	 (Teste 1RM)	→	7 dias
Semana 4 Treino 5x1 (Grupo PC)	→ Pré Teste (PA e FC) →	 5x1, 100% 1RM	→	Pós-teste (PA e FC, após*, 5', 10', 20', 30', 40', 50' e 60 minutos)

Figura 1: Desenho experimental do estudo.

LEGENDA – **PP:** *powerlifting* paralímpico; **PC:** *powerlifting* convencional; * Imediatamente após a sessão de treino; **PA:** pressão arterial; **FC:** frequência cardíaca; **Treino 5X1:** treino com cinco sessões de uma repetição máxima a 100% de 1RM; **Teste 1RM:** teste de uma repetição máxima; **Warm-up:** aquecimento.

Teste de 1RM

Para a determinação da carga da sessão de treino componente do estudo utilizou-se para avaliação da força muscular o teste de 1RM e, todos os procedimentos foram realizados no exercício supino, utilizando um banco oficial (Eleiko, EUA) e uma barra olímpica (Eleiko, USA), ambos aprovados pelo Comitê Paralímpico Internacional.^[18]

O teste de 1 repetição máxima (1RM) é amplamente reconhecido como padrão de referência para a avaliação da força muscular.^[19] Essa técnica exige

que um indivíduo eleve a carga mais pesada possível uma vez, por meio de um movimento específico. Para a aplicação do teste de 1RM seguiu-se os procedimentos convencionais desse teste,^[20] onde, os componentes da amostra realizaram um aquecimento específico (10 a 12 repetições) com 50% da carga estimada (aproximadamente) para a primeira tentativa do teste. Após dois minutos de intervalo do aquecimento a mensuração foi iniciada.

O movimento utilizado no estudo seguiu os padrões técnicos do levantamento supino do *powerlifting* paralímpico^[16] a fim de assegurar a qualidade dos dados. Considerando-se os grupos e seus respectivos períodos de teste, cada sujeito iniciou as tentativas com uma carga que supostamente poderia ser levantada uma única vez, usando o esforço máximo.

De acordo com a necessidade foram adicionados incrementos de carga até que atingissem o limite máximo que poderia ser levantado numa única execução. Quando, a partir da carga estimada, o testado não conseguiu realizar uma única repetição, subtraiu-se de 2,4 a 2,5% da carga empregada no início teste. As tentativas, quando necessário, tiveram intervalos de cinco minutos entre si, com o máximo de três execuções. Se as três tentativas fossem falhas, os testes seriam refeitos após 72 horas, porém, isso não ocorreu no presente estudo. A carga registrada como 1RM foi aquela em que o indivíduo conseguiu completar apenas uma repetição válida.

Pressão arterial (PA) e frequência cardíaca (FC)

Para a aferição da pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), e frequência cardíaca (FC) em todos os momentos relevantes do teste (antes, imediatamente após e, nos momentos 5', 10', 20', 30', 40', 50' e 60 minutos após a sessão de treinamento) foi utilizado um monitor de pressão arterial automatizado não invasivo (Microlife 3AC1-1PC, Microlife, Widnau, Suíça). Por convenção, todas as medidas da PA foram aferidas no braço esquerdo com a fixação do manguito a aproximadamente 2,5cm de distância entre sua extremidade distal e a fossa cubital.

Para efeito de controle e segurança, a PA pré-exercício não deveria exceder 160 e 100 mmHg para PAS e PAD, respectivamente.^[21] Essa aferição ocorreu com os sujeitos confortavelmente sentados por 10 minutos em ambiente

calmo e ameno, onde foram instruídos a não realizarem contrações musculares, a manter o cotovelo a 90° com a mão no tórax para evitar interferência da gravidade e a evitar a manobra de Valsalva, durante todo o procedimento do estudo, seguindo as diretrizes do *American College of Sports Medicine*.^[22]

A partir dos valores da FC e pressóricos obtidos calculou-se: o duplo produto da pressão arterial ($DP = FC \times PAS$), a pressão arterial média ($PAM = PAD + [PAS - PAD] / 3$), o consumo de oxigênio miocárdico ($MVO_2 = (DP \times 0,0014) - 6,37$) baseando-se na alta correlação entre o DP e o MVO_2 .^[21] Para avaliar a ocorrência de hipotensão pós-exercício (EHP) foram comparadas as médias pressóricas encontradas, intra e intergrupos, de todas as medidas com os resultados da aferição pré-teste.

Estatística

Para a análise dos dados utilizou-se a estatística descritiva a partir das medidas de tendência central, média (\bar{X}) \pm Desvio Padrão (dp). Utilizou-se também, o pacote computadorizado Statistical Package for the Social Science (SPSS), versão 22.0, para o tratamento estatístico dos dados. A normalidade das variáveis foi verificada através do teste de Shapiro Wilk, considerando-se o tamanho da amostra.

A relação intergrupos das variáveis foi avaliada através do teste ANOVA (Two Way) e *Post Hoc* de Bonferroni com o nível de significância de $p < 0,05$. O tamanho do efeito foi verificado a partir do teste de f^2 de Cohen (pontos de corte: 0,02 a 0,15 – pequeno; 0,16 a 0,35 – médio; $> 0,35$ grande).^[23]

RESULTADOS

A figura 2 (a – f) apresenta a comparação da cinética das variáveis estudadas no treinamento com 5 sets de uma repetição (100% de intensidade) entre os grupos PP (*powerlifting paralímpico*) e PC (*powerlifting convencional*). Na figura **2a**, encontra-se a exibição da cinética da Pressão Arterial Sistólica (PAS), na figura **2b** tem-se a representação da Pressão Arterial Diastólica (PAD), na figura **2c** a Pressão Arterial Média (PAM), na figura **2d** a Frequência Cardíaca (FC), na figura **2e** o Duplo Produto (DP) e na figura **2f** o MVO_2 .

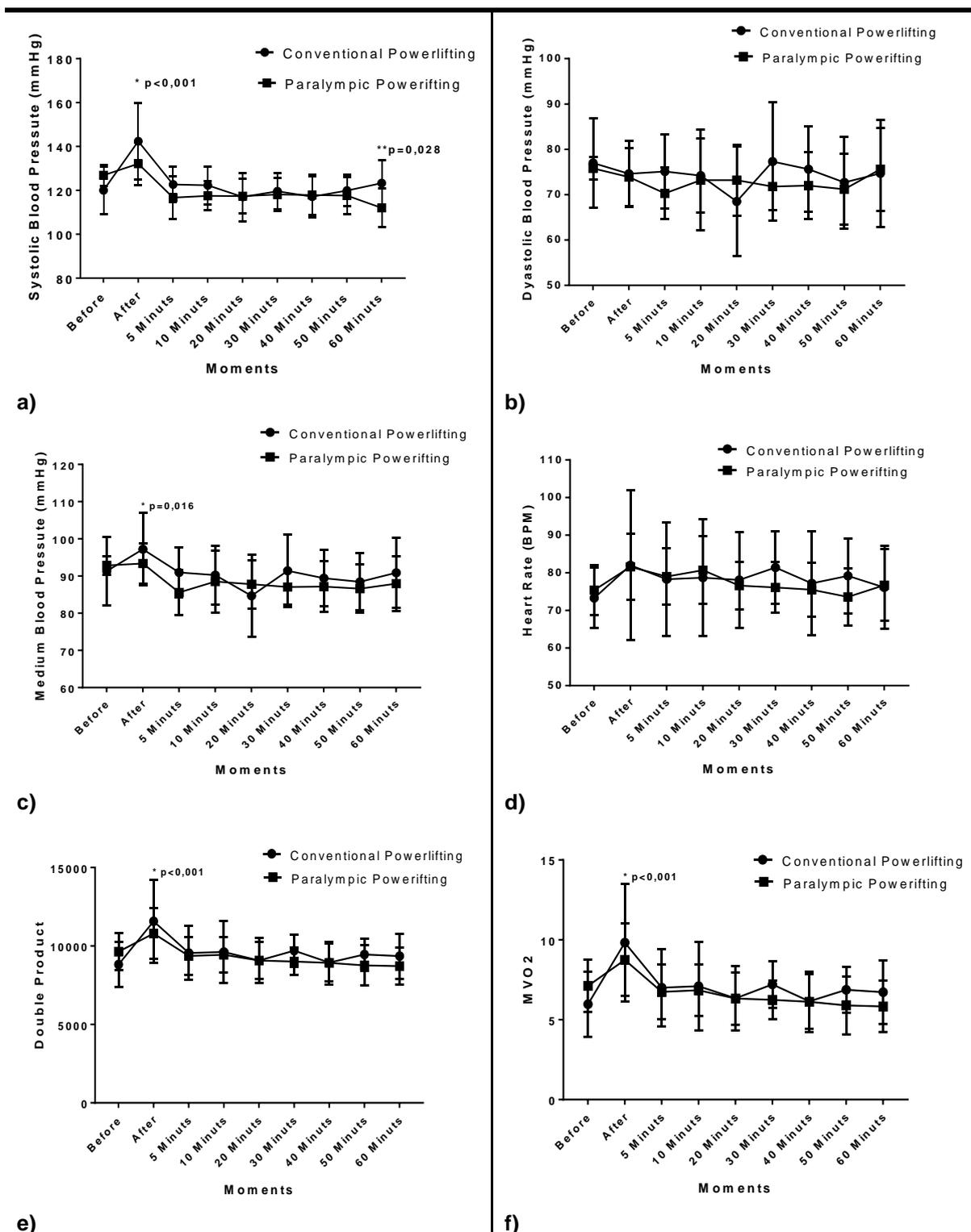


Figura 2: Cinética das variáveis hemodinâmicas dos atletas de powerlifting convencional e paralímpico submetidos a uma sessão de treinamento com 5 séries de 1 repetição a 100% de 1RM.

LEGENDA – a) médias pressão arterial sistólica (PAS); **b)** pressão arterial diastólica antes (PAD); **c)** pressão arterial média (PAM); **d)** frequência cardíaca (FC); **e)** duplo produto (DP); **f)** volume de oxigênio miocárdico (MVO₂); **Estatística:** ANOVA (Two Way) e *Post Hoc* de Bonferroni com o nível de significância de $p < 0,05$.

No que se refere à PAS, houve diferenças significativas entre os valores encontrados nos momentos, pré-teste, imediatamente após e 60 minutos após, com valores mais elevados da PAS após o treino para o grupo PC. Em relação ao momento 60 minutos, houve ainda diferenças significativas com efeito hipotensor (EHP) para o grupo PP (*Powerlifting* paralímpico) ($110,0 \pm 9,9$ mmHg com a diferença de -17 mmHg e $p=0,028$) em relação aos demais momentos e em relação ao grupo PC (*Powerlifting* convencional) que não apresentou efeito hipotensor.

Houve também diferenças significativas entre os grupos imediatamente após o treino, em relação à PAM (diferença de $2,53$ e $p=0,016$), ao DP (diferença de $449,90$ e $p=0,001$) e ao MVO_2 (diferença de $0,63$ e $p=0,001$) com os valores médios maiores para o grupo PC em comparação ao grupo PP. Na FC e na PAD, não houve diferenças significativas nos grupos em relação aos momentos avaliados e nem entre grupos durante a avaliação.

DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo comparar as variáveis hemodinâmicas (PAS, PAD, PAM, FC, DP e MVO_2) e se há o efeito hipotensor (EHP) em atletas do *powerlifting* convencional e atletas do *powerlifting* paralímpico que foram submetidos a uma sessão de treinamento de força máxima com 5 séries de 1 RM no exercício supino. Como o foco principal do estudo é a ocorrência do efeito hipotensor pós exercício comparando-se os dois grupos estudados (PP e PC), a discussão foi iniciada por esse ponto. Em seguida, foram abordadas as demais variáveis hemodinâmicas.

As sessões de treinamento de *powerlifting* costumam usar pequenos volumes e altas intensidades que podem chegar a 100% de 1RM,^[24,25] como ocorreu no nosso estudo, ocasionando ajustes acentuados com respostas hemodinâmicas peculiares.

O efeito hipotensor encontrado no presente estudo pode ser relacionado ao encontrado por Bentes *et al.*,^[26] embora a amostra utilizada não tenha sido composta por *powerlifters*. Tal relação é possível devido aos resultados apresentados pelos autores serem obtidos a partir de métodos de treinamento resistido aplicados a homens normotensos, porém, as intensidades aplicadas

foram menores e os volumes maiores, resultando no EHP mais precoce aos 40 minutos após a sessão do treino. O fato do volume de treino do presente estudo ser menor pode ter sido o fator determinante para o EHP mais tardio.^[27]

O volume de treinamento também influenciou a magnitude e a duração da resposta da pressão arterial, com valores significativamente menores da SBP 60 minutos depois do treinamento de 5 séries, como apresentam Figueiredo *et al.*,^[28] onde os autores afirmam que o volume foi o determinante do resultado. Esse resultado é conflitante com o do nosso estudo que, para verificar o EHP 60 minutos depois da sessão de treino utilizou-se de 5 séries de uma repetição como volume. Portanto, a intensidade foi o determinante para a detecção do EHP no nosso estudo, se comparada a proporção de volume.

No estudo de Cavalcante *et al.*,^[11] foi encontrado efeito hipotensor aos 60 minutos e não houve diferenças entre a FC e PAD. Esses resultados assemelham-se aos nossos, mas a amostra foi composta por mulheres, com exercícios variados e, embora a intensidade de 80% de 1RM seja considerada alta, ela ficou aquém da utilizada no presente estudo.

João *et al.*,^[14] encontrou efeito hipotensor aos 60 minutos após a sessão de treino, com a intensidade de 95%, em homens normotensos, nos exercícios agachamento, supino e levantamento terra com 2 a 5 repetições. O tempo em que se detectou o EHP encontrado foi igual ao do nosso estudo, com a intensidade, o volume e a idade dos participantes similares. É preciso ressaltar, porém, que o grupo do nosso estudo que apresentou EHP foi composto por atletas paralímpicos e utilizou-se apenas o supino. O fator determinante para EHP ter ocorrido apenas no grupo paralímpico pode ser explicado pelo fato de que os atletas em questão apresentam maior tempo de prática de treino em carga máxima (100% de 1RM) que o outro grupo participante do estudo. Esse tempo de prática assegura a qualidade do treino proporcionando respostas hemodinâmicas mais eficientes ao exercício de força.^[9-29,30]

Os achados do presente estudo estão de acordo com estudos anteriores^[31,32,33] que mostraram EHP em participantes normotensos após exercícios resistidos mas, a queda na PAS foi significativa apenas na condição de exercício resistido de máxima intensidade, com a redução observada na recuperação e 60 minutos nos atletas experientes. O tempo em que ocorreu o

EHP é similar aos observados em outros estudos prévios sobre efeito hipotensor promovido por exercícios resistidos^[34,35,36] e proporcional a outros achados com o treinamento de exercícios aeróbios de alta intensidade.^[9-37]

Duncan *et al.*,^[6] verificaram que, em homens treinados a 80% de intensidade (utilizando, agachamento, supino e levantamento terra), não houve efeito dos exercícios resistidos na PAD. Porém, os exercícios resistidos de alta intensidade resultaram na FC significativamente elevada imediatamente após o exercício, retornando aos níveis de repouso 60 minutos após a sessão de treino. Esses resultados também apresentam similaridade com os do presente estudo, porém devido ao volume de treino ser baixo, mesmo com a intensidade máxima, a magnitude das variáveis hemodinâmicas estudadas foi relativamente baixa, sem exceção para a FC imediatamente após a sessão de treino.

Coincidindo ainda com os achados do presente estudo, De Matos *et al.*,^[38] não encontraram diferenças significativas nas variáveis FC, PAD, DP entre os momentos pré e pós. No entanto, a intensidade de treino foi de 90% de 1RM e o exercício foi de membros inferiores. Pesquisas que examinam o efeito do exercício de alta intensidade sobre a hipertensão estão aumentando e, de forma promissora, os resultados indicam que essa forma de exercício é impactante na hipertensão. O menor volume de treinamento, comparado com os programas tradicionais de exercícios aeróbios e de resistência, existente nesse tipo de exercício torna-se uma estratégia eficiente em termos de tempo para alcançar os benefícios relacionados à PA.^[9]

CONCLUSÃO

Conclui-se que, uma sessão de treinamento de força máxima com 100% de 1RM e 5 séries de uma repetição, foi suficiente para promover o EHP em atletas de elite de *powerlifting* paralímpico 60 minutos após a sessão de treino, com tudo, não foi capaz de replicar o mesmo efeito em atletas convencionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Murray CJL, Vos T, Lozano R et al. Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the global burden of disease study 2010. *Lancet*. 2012; 380: 2197–2223

2. Picon RV, Fuchs FD, Moreira LB, Riegel G, Fuchs SC. Trends in prevalence of hypertension in Brazil: a systematic review with meta-analysis. *PLOS one*. 2012; 7(10), e48255.
3. Lawes CM, Vander Hoorn S, Rodgers A. Global burden of blood-pressure related disease, 2001. *Lancet*. 2008; 371(9623): 1513–1518.
4. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK, Blaha MJ, Cushman M, et al. American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart disease and stroke statistics-2015 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2015; 131:e29–e322.
5. Egan BM, Li J, Hutchison FN, Ferdinand KC. Hypertension in the United States, 1999 to 2012: progress toward Healthy People 2020 goals. *Circulation*. 2014; 130:1692–1699.
6. Duncan MJ, Birch SL, Oxford SW. The effect of exercise intensity on postresistance exercise hypotension in trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2014; 28(6), 1706-1713.
7. Pescatello LS, MacDonald HV, Lamberti L, Johnson BT. Exercise for hypertension: a prescription update integrating existing recommendations with emerging research. *Current hypertension reports*. 2015;17(11), 87.
8. Simao R, Fleck SJ, Polito M, Monteiro W, Farinatti P. Effects of resistance training intensity, volume, and session format on the postexercise hypotensive response. *J Strength Cond Res*. 2005; 19(4):853-8.
9. Boutcher YN, Boutcher SH. Exercise intensity and hypertension: what's new?. *Journal of human hypertension*. 2017; 31(3), 157.
10. Cote AT, Bredin SS, Phillips AA, Koehle MS, Warburton DE. Greater autonomic modulation during post-exercise hypotension following high-intensity interval exercise in endurance-trained men and women. *European journal of applied physiology*. 2015; 115(1), 81-89.
11. Cavalcante PA, Rica RL, Evangelista AL, Serra AJ, Figueira A Jr, Pontes FL Jr, et al. Effects of exercise intensity on postexercise hypotension after resistance training session in overweight hypertensive patients. *Clin Interv Aging*. 2015; 10:1487-95.
12. Ball R, Weidman D. Analysis of USA Powerlifting federation data from January 1, 2012-June 11, 2016. *Journal of strength and conditioning research*. 2017.
13. WPPO – World Para Powerlifting Rankings Official World Rankings 2018. created by IPC Sport Data Management System.

14. João GA, Bocalini DS, Rodriguez D, Charro MA, Ceschini F, Martins A, Figueira Junior A. Powerlifting sessions promote significant post-exercise hypotension. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2017; 23(2), 118-122.
15. Cornelissen VA, et al. Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Hypertension*. 2011; 111.177071.
16. International Paralympic Comitê (IPC). Rules. Official website of IPC Powerlifting. Disponível em: <https://www.paralympic.org/powerlifting/about>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.
17. Bonsu B, Terblanche E. The training and detraining effect of high-intensity interval training on post-exercise hypotension in young overweight/obese women. *Eur J Appl Physiol*. 2016; 116(1):77-84.
18. Comitê Paralímpico Brasileiro (CPB). Livro de regras do Halterofilismo. Regras traduzidas em Português - Versão 1.2 - Em 08/10/2018. Site oficial do CPB <http://www.cpb.org.br/documents/20181/0/novas+regras+halter/757283a3-a52f-4bae-a003-8eb51441abe3>. Acesso em: 18 de outubro de 2018.
19. Verdijk LB. et al. One-repetition maximum strength test represents a valid means to assess leg strength in vivo in humans. *Journal of sports sciences*. 2009; 27(1), 59-68.
20. Bocalini DS, Portes LA, Ribeiro KJ, et al. Insight for learning and stability of one repetition maximum test in subjects with or without experience on resistance training. *Gazzeta Medica Italiana. Archivio Per Le Scienze Mediche*. 2013;172(11): 845–851.
21. Leung AA, Nerenberg K, Daskalopoulou SS, McBrien K, Zarnke KB, Dasgupta K, et al. Hypertension Canada's 2016 Canadian hypertension education program guidelines for blood pressure measurement, diagnosis, assessment of risk, prevention, and treatment of hypertension. *Canadian Journal of Cardiology*. 2016; 32(5): 569-588.
22. American College of Sports Medicine (ACSM). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci sports Exerc*. 2009; 41(3):687-708.
23. Grissom RJ, Kim JJ. Effect sizes for research: A broad practical approach. New York: Psychology Press, 2005.
24. João GA, Evangelista AL, Gomes JH, Charro MA, Bocalini DS, Cardozo D, et al. Effect of 16 weeks of periodized resistance training on strength gains of powerlifting athletes *JEPonline*. 2014; 17(3):102-9.

25. Pritchard HJ, Morton Rh. Powerlifting: success and failure at the 2012 Oceania and 2013 classic world championships. *J Australian Strength Cond.* 2015; 23(6):67-70.
26. Bentes CM, Costa PB, Neto GR, Costa e Silva GV, de Salles BF, Miranda HL, et al. Hypotensive effects and performance responses between diferente resistance training intensities and exercise orders in apparently health women. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2015; 35(3):185-90.
27. Forjaz CL, Cardoso CG, Rezk CC, Santaella DF, Tinucci, T. Postexercise hypotension and hemodynamics: The role of exercise intensity. *J Sports Med Phys Fitness* 44: 54–62, 2004.
28. Figueiredo T, Rhea MR, Peterson M, Miranda HL, Bentes CM, Reis VMR, Simão R. Influence of number of sets on blood pressure and heart rate variability after a strength training session. *J Strength Cond Res.* 2015, 29(6):1556-1563.
29. Jurva JW, Phillips SA, Syed AQ, et al. The effect of exertional hypertension evoked by weight lifting on vascular endothelial function. *J Am Coll Cardiol.* 2006;48(3):588-589.
30. Phillips SA, Das E, Wang J, Pritchard K, Gutterman DD. Resistance and aerobic exercise protects against acute endothelial impairment induced by a single exposure to hypertension during exertion. *J Appl Physiol.* 2011;110(4):1013-1020.
31. DeVan AE, Anton MM, Cook JN, Neidre DB, Cortez-Cooper MY, Tanaka H. Acute effects of resistance exercise on arterial compliance. *Journal of Applied Physiology.* 2005; 98(6), 2287-2291.
32. Bermudes AM, Vassallo DV, Vasquez EC, Lima, EG. Ambulatory blood pressure monitoring in normotensive individuals undergoing two single exercise sessions: Resistive exercise training and aerobic exercise training. *Arq Bras Cardiol,* 2004; 82: 65–71.
33. Fisher MM. The effect of resistance exercise on recovery blood pressure in normotensive and borderline hypertensive women. *J Strength Cond Res.* 2001; 15: 210–216.
34. Keese F, Farinatti P, Pescatello L, Monteiro WA. Comparison of the immediate effects of resistance, aerobic, and concurrent exercise on postexercise hypotension. *J Strength Cond Res.* 2011; 25: 1429–1436.
35. Simões GC, Moreira SR, Kushnick MR, Simões HG, Campbell CS. Postresistance exercise blood pressure reduction is influenced by exercise intensity in type-2 diabetic and nondiabetic individuals. *J Strength Cond Res.* 2010; 24: 1277–1284.

36. Rezk CC, Marrache RCB, Tinucci T, Mion D Jr, Forjaz CLM. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: Influence of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol*, 2006; 98: 105–112.
37. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray, CA. American college of sports medicine's position Stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*. 2004; 36: 533–553.
38. De Matos DG, Aidar FJ, Manzini Filho ML, et al. Analysis of hemo dynamic responses to resistance exercise performed with different intensities and recovery intervals. *Health*. 2013; 5(2):159–165.

3. CONCLUSÃO GERAL

A partir dos resultados encontrados e considerando-se os objetivos do estudo, pode-se concluir que o treinamento de força no powerlifting paralímpico, através dos métodos de 1RM, 3RM e 5RM causam efeito hipotensor em atletas de elite da modalidade, sugerindo que esses métodos possam ser alternativas no controle não medicamentoso da hipertensão arterial. Contudo, o efeito hipotensor verificado pela aplicação do método de 1RM em atletas de powerlifting paralímpico, se manifestou mais tardiamente e em um único momento, se comparado com o mesmo efeito gerado pelos outros métodos. Além disso, o método de 1RM não surtiu efeitos hipotensores nos atletas convencionais. Conclui-se também que os métodos de treinamento com 3RM e 5RM não são suficientes para causar sobrecarga cardiovascular nos atletas de elite de powerlifting paralímpico sendo seguro utilizar esses métodos nessa população. Conclui-se ainda que o treinamento de 1RM não causa diferenças significativas das variáveis hemodinâmicas entre atletas convencionais e powerlifters paralímpicos.

Portanto, a aplicação desses métodos de treinamento pode ser uma alternativa interessante no que diz respeito a prescrição do exercício, visto que por meio destes, pode-se atingir altas intensidades de treino sem grande sobrecarga vascular, o que os torna seguros quando o objetivo é melhorar os níveis de força muscular. Há de se considerar também, mesmo que a amostra estudada não tenha sido com hipertensos, o potencial da utilização desses métodos no que diz respeito ao efeito hipotensor que pode ser uma ferramenta útil no controle e tratamento da hipertensão arterial de forma não medicamentosa como foi citado anteriormente.

Considerando-se os diferentes delineamentos metodológicos possíveis e as diversas possibilidades de configurações de treinos, é necessária a realização de novos estudos que investiguem as respostas desses métodos de treinamento, sobretudo a relação entre o volume e a intensidade com o efeito hipotensor, em amostras diferentes e mais amplas, com a finalidade de apresentar dados conclusivos a respeito dessas variáveis e os mecanismos fisiológicos. Dessa forma, as intervenções abordando esses métodos poderão ser orientadas de maneiras mais eficazes e seguras aos seus praticantes.

Na qualidade de diretor da Revista Motricidade, declaro que o trabalho intitulado "O treinamento força com 100% de 1rm e 5 séries de uma repetição causa efeito hipotensor pós exercício em atletas de elite de powerlifting paralímpico 60 minutos após a sessão de treino", com os autores **Ângelo de Almeida Paz, Felipe J. Aidar, Marcelo Danillo Matos dos Santos, Dihogo de Matos Gama, Andres Armas Alejo, Raphael Fabricio de Souza**, foi submetido para publicação na revista Motricidade. Sendo aceito, será publicado no Volume 15, Suplemento Número 2 de 2019, e atribuído o DOI 10.6070/motricidade.71871.

Por ser verdade e me ter sido pedida passei esta declaração.

Ribeira de Pena, 10 de Janeiro de 2019

Diretor da Motricidade



(Prof. Doutor Nuno Garrido)

Para confirmação da veracidade desta carta, para os devidos efeitos utilize o seguinte endereço de email:
director@revistamotricidade.com

¹ Este DOI não foi atribuído ainda. Qualquer procura não vai devolver atribuição. A submissão do DOI é realizada aquando da publicação apenas, contudo a referência ao DOI será a mesma.

a peer-reviewed journal

motricidade

Available in <http://revistas.rcaap.pt/motricidade/index>

Indexed in ISI Web of Knowledge/Scielo Citation Index (Thomson Reuters), Elsevier (SCOPUS, EMCare), Scisago (SJR: Medicine, Health Professions), PsycINFO, IndexCopernicus, Scielo, CABL, Qualis, SPORTDiscus, EBSCO, CINAHL, Proquest, DOAJ, Radelyc, Latindex, Gale/Cengage Learning, SDC Database, IVS ePORTUGUESE, SHIRPA/ReMED, OCLC, Hinari/WHO, Swets Information Services