

RESPOSTAS PERCEPTIVAS E HEMODINÂMICAS DURANTE O EXERCÍCIO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGÜÍNEO EM ATLETAS DE BASQUETEBOL

Iago Filipe Amarante Silva¹, Pedro Ramon Nascimento¹, Diego Maciel Lourenço¹
Washington Almeida Reis¹, Kalinne Fernandes Silva², Gilmário Ricarte Batista²
Julio Cesar Gomes da Silva¹

RESUMO

O exercício de força com restrição de fluxo sanguíneo promove importantes adaptações neuromusculares em atletas, no entanto, pouco se sabe sobre os efeitos desse método de treinamento nas respostas perceptivas e hemodinâmicas em atletas. Assim, o objetivo do estudo foi analisar as respostas perceptivas e hemodinâmicas durante a realização do exercício de força com restrição de fluxo sanguíneo em atletas de basquetebol. A amostra foi composta por 12 atletas, que executaram de forma randomizada: a) Treino de força com restrição de fluxo sanguíneo (TF + RFS) 30% de 1RM; b) exercício de força de alta intensidade (TFAI) 75% de 1RM. A pressão arterial sistólica (PAS), a pressão arterial diastólica (PAD), a percepção subjetiva de esforço (PSE) e a frequência cardíaca (FC) foram mensuradas no pré-exercício e no intervalo entre as séries. Verificou-se que nas variáveis hemodinâmicas de PAS, PAD e FC não houve diferença entre os protocolos com TRFS e TFAI, no entanto, houve aumento da PAS e FC nos momentos pré vs. todas as séries em ambos os protocolos de exercício ($p < 0,05$). Observou-se um aumento significativo da PSE no protocolo de TFRFS entre o momento 1ª série vs. 2ª série ($p = 0,016$) e 1ª série vs. 3ª série ($p < 0,001$), fato ocorrido semelhante ao protocolo de TFAI no qual houve um aumento significativo da 1ª série vs. 2ª série ($p = 0,030$) e 1ª série vs. 3ª série ($p = 0,002$). Conclui-se que as respostas hemodinâmicas e perceptivas no protocolo de TFRFS apresenta semelhança ao protocolo de AI.

Palavras-chave: Oclusão terapêutica. Exercício físico. Atletas. Pressão arterial.

ABSTRACT

Hemodynamic and perceptual responses of strength exercise with blood flow restriction in basketball athletes

The strength exercise with restricted blood flow promotes important neuromuscular adaptations in athletes, however, little is known about the effects of this training method on perceptual and hemodynamic responses in athletes. Thus, the aim of this study was to analyze the perceptual and hemodynamic responses during strength exercise with restricted blood flow in basketball athletes. The subjects consisted of 12 athletes, who performed randomly: a) strength training with restricted blood flow (ST + BFR) 30% of 1RM; b) high intensity strength training (HI+ST) 75% of 1RM. Systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), rated perceived exertion (RPE), and heart rate (HR) were measured pre-exercise and in between sets. It was found that in the hemodynamic variables of SBP, DBP and HR there was no difference between the protocols with ST+BFR and HI+ST, however, there was an increase in SBP and HR in the moments pre vs. all series in both exercise protocols ($p < 0.05$). We observed a significant increase of SBP in the ST+BFR protocol between the time of 1st series vs. 2nd series ($p = 0.016$) and 1st series vs. 3rd series ($p < 0.001$), similar to the HI+ST protocol in which there was a significant increase in the 1st series vs. 2nd series ($p = 0.030$) and 1st series vs. 3rd series ($p = 0.002$). It is concluded that the hemodynamic and perceptual responses in the ST+BFR protocol shows similarity to the HI protocol.

Key words: Therapeutic occlusion. Physical exercise. Athletes. Blood pressure.

E-mail dos autores:

ago.silva@maisunifacisa.com.br
ramonalves2704@gmail.com
diegomaciellm@gmail.com
washingtonallmeida@gmail.com
Kalinne_30@hotmail.com
cajagr@gmail.com
juliociesar123@gmail.com

1 - Centro Universitário Unifacisa, Brasil.
2 - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

INTRODUÇÃO

Na fase inicial da preparação física de atletas de alto rendimento, constantemente são impostas altas cargas de treinamento com o objetivo de incrementar o desempenho físico e alcançar os resultados competitivos desejados.

Nesta perspectiva, o exercício de força (EF) de alta intensidade tem sido bastante utilizado nos treinamentos de atletas de basquetebol promovendo importantes mudanças neuromusculares nas fases de treinamento e competições, especialmente ganhos de força e potência muscular que são essenciais para o desenvolvimento do jogo, que envolve muito contato físico, saltos, corridas curtas (Silva e colaboradores, 2018).

No entanto, devido as altas cargas impostas por este método de treinamento podem aumentar o risco de lesões, uma vez que não sejam controladas as cargas de treinamento (Santos e colaboradores, 2016).

Sabendo disso, uma alternativa ao EF tradicional de alta intensidade que pode ser aplicada em treinamentos de atletas é a técnica da restrição de fluxo sanguíneo (RFS) que consiste na utilização de manguitos infláveis posicionados na porção proximal dos membros superiores ou inferiores que combinado ao EF promove significativas mudanças na atividade neuromotora e no ambiente intramuscular (Nielsen e colaboradores, 2012).

Este método de EF é realizado com baixas cargas (20-40% de uma repetição máxima [1RM]), utilizando 4 séries por exercício com a primeira série de 30 repetições e as três seguintes com 15 repetições (Paterson e colaboradores, 2019).

Alguns estudos reportaram que o EF combinado a RFS cronicamente promove aumento da força muscular em atletas de corrida (Sakuraba e colaboradores, 2009), futebol americano (Luebbers e colaboradores, 2014) e netbal (Manimmanakorn e colaboradores, 2013a), aumento da hipertrofia muscular em atletas de corrida (Abe e colaboradores, 2005) e netbal (Manimmanakorn e colaboradores, 2013b) e melhora da resistência muscular localizada em atletas de netbal (Manimmanakorn e colaboradores, 2013a; Manimmanakorn e colaboradores, 2013b).

No entanto, apesar dos benefícios proporcionados pelo EF+RFS alguns estudos mostraram que este método de treinamento embora seja realizado em baixa carga parece

ser de alta intensidade (Loenneke e colaboradores, 2010; Neto e colaboradores, 2016; Vieira e colaboradores, 2015).

Nessa perspectiva, algumas investigações verificaram as respostas agudas deste método de exercício nas variáveis hemodinâmicas de idosos (Araújo e colaboradores, 2014) e jovens saudáveis (Neto e colaboradores, 2016; Poton e colaboradores, 2016; Bonorino e colaboradores, 2018), porém, tem se verificado que nenhum estudo investigou os efeitos do EF com RFS no comportamento da pressão arterial, frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço de atletas de basquetebol, sendo necessário esta investigação, visto que, estudos prévios identificaram que em uma população de 2.040 atletas avaliados do ano de 2010 a 2015, com idade entre 18 e 40 anos, apresentaram valores de 3% para prevalência de hipertensão (Caselli e colaboradores, 2017).

Assim, se faz necessário investigar as respostas agudas para verificar a segurança na prática do EF+RFS, uma vez que estudos tem demonstrado que há uma prevalência de PA elevada (hipertensão) em atletas de alto rendimento principalmente os que realizam atividades que exigem um alto grau de força muscular, provavelmente causada pelo nível de condicionamento dos atletas, pois há uma diferença na forma que o corpo reage ao treinamento vigoroso, quanto a forma mais moderada de exercícios, sendo encontrada uma porcentagem de 83% de prevalência de PA elevada em atletas de força (Berge e colaboradores, 2015).

Além disso, este estudo poderá subsidiar os atuais programas de treinamento físico para atletas de basquetebol. Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar as respostas perceptivas e hemodinâmicas durante o exercício de força com RFS em atletas de basquetebol.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

A amostra foi composta por 12 atletas homens da equipe Basquete Paraíba que disputam campeonatos a nível regional e nacional, com faixa etária entre 18 e 30 anos.

Os critérios de inclusão foram: a) pertencer à faixa etária entre 18 e 30 anos; b) serem do sexo masculino; c) não apresentarem histórico de doenças cardiovasculares ou

pulmonares; d) que apresentarem risco normal no Índice Tornozelo Braquial com os valores entre $> 0,90$ e $< 1,30$; e) sem lesões osteomusculares; f) com mais de quatro anos de experiência na modalidade. Dois atletas foram excluídos da pesquisa por desistência da realização dos protocolos experimentais.

Após as explicações dos possíveis riscos e benefícios e procedimentos da pesquisa todos os participantes do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE, elaborado de acordo com a declaração de Helsinque.

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos do Centro Universitário Unifacisa com o número de protocolo: 3.853.409.

Delineamento do estudo

Os sujeitos na primeira visita ao Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), permaneceram de repouso e realizaram o exame clínico ITB, logo após foi realizado o ponto auscultatório de restrição de fluxo sanguíneo, medidas antropométricas e o teste de uma repetição máxima. Após 48 horas os sujeitos retornaram e realizaram o teste de uma repetição máxima para reprodutibilidade dos dados e prescrição dos exercícios.

Após estas visitas, os sujeitos voltaram ao laboratório em duas ocasiões diferentes separadas por um intervalo de sete dias (Wash out), para realizar dois protocolos de exercício em ordem randomizada (designer cross over).

Os sujeitos foram instruídos a abster-se da ingestão de suplementos nutricionais, cafeína e bebidas alcoólicas durante e após as sessões de exercício e ingerirem uma alimentação leve de 2 a 4 horas antes da sessão e a não praticar exercício físico vigoroso 24 horas antes das sessões experimentais.

Instrumentos de coleta dos dados

Os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram um frequencímetro cardíaco (Polar FT2, Polar Electro, Kempele, Finlândia) para o acompanhamento da frequência cardíaca dos atletas durante as sessões de treinamento e para avaliar a pressão arterial dos atletas foi utilizado um esfigmomanômetro digital OMRON (HEM 7200, Kyoto, Japan). Para os registros dos

dados da Pressão Arterial (PA) e Frequência Cardíaca (FC), dos atletas durante as sessões de treinamento de força foi utilizada uma ficha de acompanhamento e para mensurar a estatura dos sujeitos foi utilizado um estadiômetro Sanny® (Standard; Sanny, São Bernardo do Campo, Brasil), enquanto a massa corporal foi obtida através de balança Welmy® (Welmy SA, Santa Bárbara do Oeste, Brasil).

Procedimentos

Índice Tornozelo Braquial (ITB)

Foi realizada a medida clínica do índice tornozelo braquial como critério pré-participação do estudo, com a finalidade de verificar se os indivíduos têm predisposição a ter a doença arterial obstrutiva de membros inferiores (Resnick e colaboradores, 2004).

Os sujeitos receberam instruções para realização deste exame clínico, tais como: 1) não ingerir bebida cafeinada; 2) não fumar; 3) está com a bexiga vazia e 4) não realizarem exercícios físicos 24 horas anteriores ao exame.

Com os indivíduos deitados em decúbito dorsal foi mensurada a pressão arterial sistólica dos braços direito e esquerdo (artéria braquial) e dos tornozelos direito e esquerdo (artéria tibial posterior) pelo método auscultatório de Korotkoff, sendo as medidas realizadas de maneira rotacional por meio de um aparelho Doppler Vascular Portátil, modelo DV2001 (Medpej, Ribeirão Preto, São Paulo) e um esfigmomanômetro aneroide (PREMIUM; GLICOMED®; São Paulo, Brasil).

Determinação da restrição de fluxo sanguíneo

Foi realizada a determinação da pressão de RFS conforme estudo proposto por Laurentino e colaboradores (2012) e alguns estudos prévios (Silva e colaboradores, 2018), no qual os sujeitos se posicionaram deitados em decúbito dorsal enquanto foi fixado na região proximal da coxa um torniquete pneumático (Riester®, Jungingen, Alemanha) com largura de 100 mm e 540 mm nos membros inferiores com leitura de até 700 mmHg. O torniquete foi inflado até o ponto que o pulso auscultatório da artéria tibial posterior (membros inferiores) foi interrompido, sendo estabelecido como 100% de RFS. O pulso auscultatório da artéria tibial posterior foi verificado por meio do aparelho Doppler

Vascular Portátil, modelo DV2001 (Medpej, Ribeirão Preto, São Paulo), no qual o transdutor do equipamento foi colocado sobre a pele, utilizando gel de acoplamento, no trajeto da artéria tibial com uma inclinação de aproximadamente 60° em relação ao eixo longitudinal do vaso.

Foi determinado para cada indivíduo 50% da RFS como valor da pressão em mmHg aplicada na sessão experimental. A média de pressão utilizada na perna direita dos sujeitos foi de $65,1 \pm 4,1$ mmHg e na perna esquerda $62,8 \pm 5,3$ mmHg.

Avaliação da força dinâmica máxima (1RM)

Para realização do teste de uma repetição máxima (1-RM) no exercício de agachamento foi utilizado o equipamento Smith Machine (Life Fitness® - EUA).

O teste foi realizado de acordo com as recomendações do American Society of Exercise Physiologists (Brown e colaboradores, 2001), assim sendo foi realizado um aquecimento da musculatura local de 5-10 repetições com uma carga equivalente a 40% de 1-RM estimada, após dois minutos os atletas realizaram de 3-5 repetições com 60-80% da carga de 1-RM estimada. Subsequentemente, após três minutos os sujeitos iniciaram o teste de uma repetição máxima (1-RM), 3-5 tentativas foram realizadas com cargas progressivas cada uma com intervalos de 3-5 minutos.

Nenhuma pausa foi permitida entre as fases concêntrica e excêntrica nas repetições da fase de aquecimento e nas tentativas do teste. Após o teste de 1RM os atletas voltaram ao laboratório 48 horas após para a realização de um teste de reprodutibilidade.

Avaliação da pressão arterial e frequência cardíaca

Durante cada sessão de exercício de força, foi realizado a medida da pressão arterial pelo método oscilométrico com um esfigmomanômetro digital OMROM (HEM 7200, Kyoto, Japan), com o manguito posicionado no braço direito dois centímetros acima da fossa antecubital, com o indivíduo sentado costas apoiadas, braços e pernas descruzados.

A pressão arterial foi mensurada pré exercício e entre as series durante a realização dos exercícios. Todas as medidas foram

realizadas pelo mesmo avaliador treinado de acordo com as diretrizes da American Heart Association (Pickering e colaboradores, 2005). A frequência cardíaca foi monitorada pré e ao final de cada série por meio do relógio Polar (Polar FT2, Polar Electro, Kempele, Finlândia).

Percepção subjetiva de esforço

A escala CR-10 de Borg (1982) modificada e validada por Foster e colaboradores (2001) foi utilizada para medir a PSE dos atletas no momento pré-treino e a cada intervalo entre as series no exercício de agachamento.

As instruções da escala e procedimentos de ancoragem seguiram as recomendações de Haile e colaboradores (2015).

As instruções incluíam uma explicação sobre a natureza e utilização da escala CR-10 modificada de Borg e como utilizar as categorias numéricas baixas e elevadas como pontos de ancoragem na escala.

O procedimento de ancoragem foi realizado durante a 2ª visita para permitir aos sujeitos memorizar as extremidades baixas e altas da escala.

Portanto, os atletas realizaram umas repetições no exercício de agachamento e foram instruídos considerar isso como um 1 na escala (extremamente fácil).

Então, a carga foi progressivamente aumentada, e os sujeitos foram instruídos a considerá-lo como um 9 (extremamente difícil) sempre que o máximo esforço percebido fosse alcançado.

Após o procedimento de ancoragem, os atletas foram instruídos a utilizar estes parâmetros quando questionados sobre a sua PSE durante as sessões experimentais propriamente dito.

Protocolo

Todas as sessões experimentais foram randomizadas conforme indicam (Urbaniak e colaboradores, 2013), pelo site <https://www.randomizer.org/> em duas sessões separadas por 7 dias. Os sujeitos realizaram o exercício de agachamento e o volume de treinamento foi equalizado entre todas as sessões experimentais.

Na condição de TF+RFS os atletas realizaram o exercício com quatro series, sendo a primeira de 30 e três de 15 repetições com a

carga equivalente a 30% de 1RM e 30 segundos de intervalo entre as séries combinado a 50% da RFS induzida por meio de um manguito inflável com largura de 100 mm e 540 mm e velocidade de execução de 2 segundos para cada fase concêntrica e excêntrica, sendo que a RFS foi liberada entre as séries, o tempo total da sessão foi de $\cong$ 10 minutos. Já na condição TFAI os atletas

utilizaram uma carga correspondente a 75% de 1RM sendo o protocolo composto de quatro séries de 10 repetições, intervalo de dois minutos entre as séries e velocidade de execução de dois segundos para cada fase concêntrica e excêntrica, o tempo total da sessão foi $\cong$ 10 minutos.

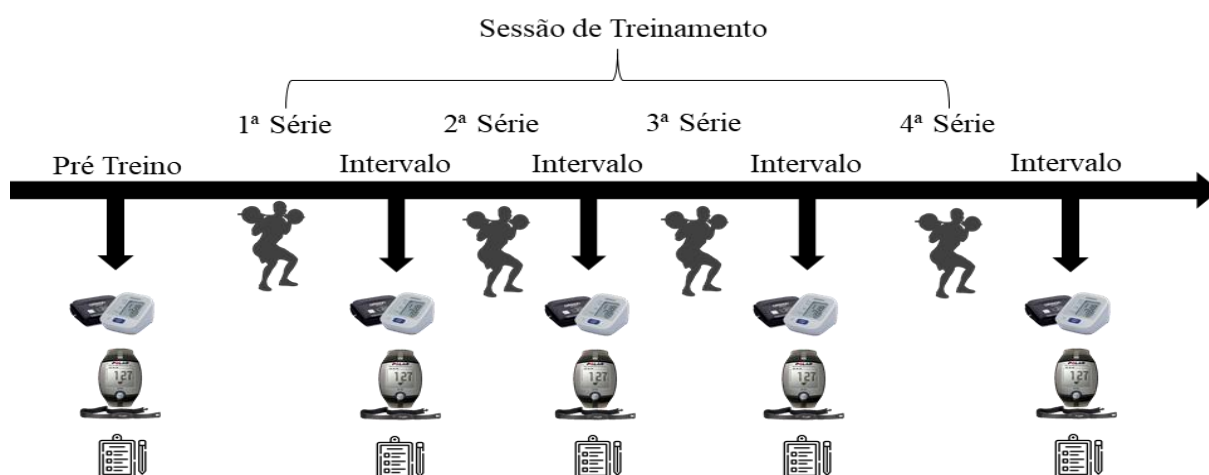


Figura 1 - Descrição dos procedimentos de coleta de dados.

Análise dos dados

Os dados foram analisados no pacote estatístico computadorizado Statistical Package for the Social Science (SPSS) versão 21.0. Inicialmente, foi realizada uma análise exploratória para verificar a normalidade (Teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Teste de Levene) dos dados. Como os dados atenderam os pressupostos de normalidade foi utilizado o teste de Análise de variância de medidas repetidas, [2 (protocolos: TF+RFS vs. TFAI) x 5 (tempo: pré-teste vs. 1ª série vs. 2ª série vs. 3ª série vs. 4ª série)] seguida do teste post hoc de Bonferroni para analisar os efeitos do exercício em todas as variáveis hemodinâmicas. Utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis e o teste de Friedmann para análise da PSE nos protocolos de exercício de força com e sem RFS. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

Os dados foram apresentados em média e desvio padrão. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. Para cada variável dependente foi apresentado o valor da magnitude das diferenças (F), significância (p) e a estimativa do tamanho de efeito usando pontos de corte (trivial $< 0,35$, pequeno 0,35-

0,80, moderado 0,80-1,50 e grande $> 1,5$) (Rhea e colaboradores, 2004).

RESULTADOS

Na análise comparativa da PAS durante os exercícios, não houve interação significativa no protocolo ($F = 0,223$; $n^2 = 0,017$; $p = 0,654$) e no protocolo x tempo $F = 0,705$; $n^2 = 0,048$; $p = 0,524$. No entanto, observou-se interação significativa no tempo $F = 25,1$; $n^2 = 0,643$; $p < 0,001$. Verificou-se que no protocolo de TFRFS houve diferença significativa entre o momento repouso vs. 1ª série ($p < 0,001$; $\Delta\% = 24,2$; TE = 3,6; alto); repouso vs. 2ª série ($p < 0,001$; $\Delta\% = 23,0$; TE = 3,4; alto); repouso vs. 3ª série ($p < 0,001$; $\Delta\% = 25,8$; TE = 3,8; alto); momento repouso vs. 4ª série ($p = 0,001$; $\Delta\% = 21,7$; TE = 3,2; alto), fato ocorrido semelhantemente no protocolo de TFAI no qual houve diferença significativa entre o momento repouso vs. 1ª série ($p = 0,004$; $\Delta\% = 16,8$; TE = 2,7; alto); repouso vs. 2ª série ($p < 0,001$; $\Delta\% = 22,3$; TE = 3,6; alto); repouso vs. 3ª série ($p = 0,002$; $\Delta\% = 22$; TE = 3,5; alto); momento repouso vs. 4ª série ($p = 0,001$; $\Delta\% = 21,6$; TE = 3,5; alto).

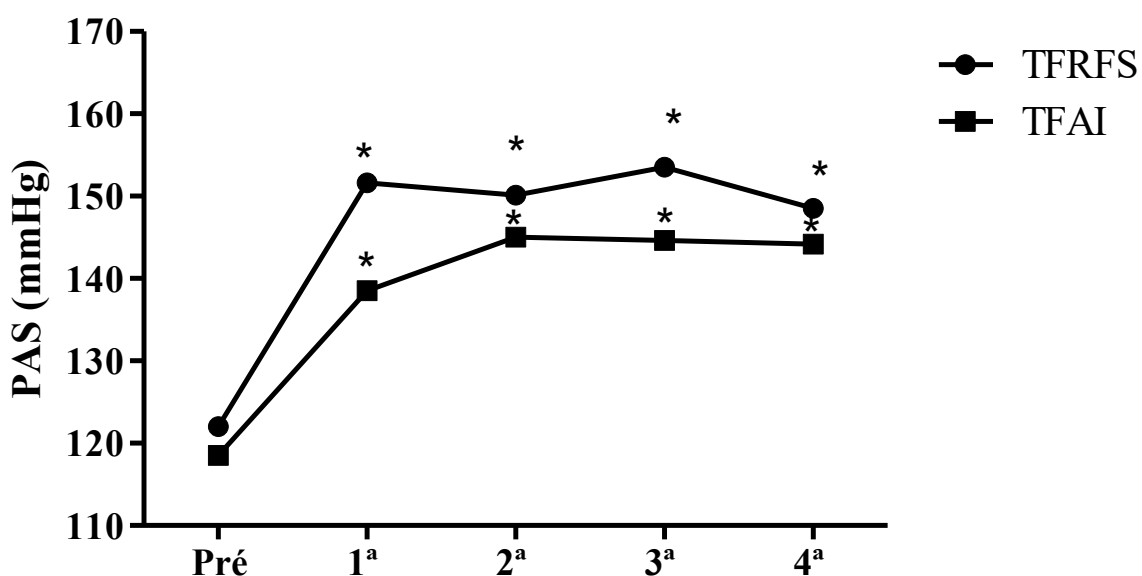


Figura 2 - Análise comparativa da pressão arterial sistólica durante o exercício.

Legenda: PAS= pressão arterial sistólica; TFRFS= treino de força combinado a restrição de fluxo sanguíneo; TFAI= treino de força de alta intensidade; *= significativamente diferente do momento repouso

Na análise comparativa da PAD, não houve interação significativa no protocolo ($F=0,154$; $n^2=0,023$; $p=0,971$), no protocolo x

tempo $F=0,99$ $n^2=0,067$; $p=0,416$ e no tempo $F=4,06$; $n^2=0,225$; $p=0,063$.

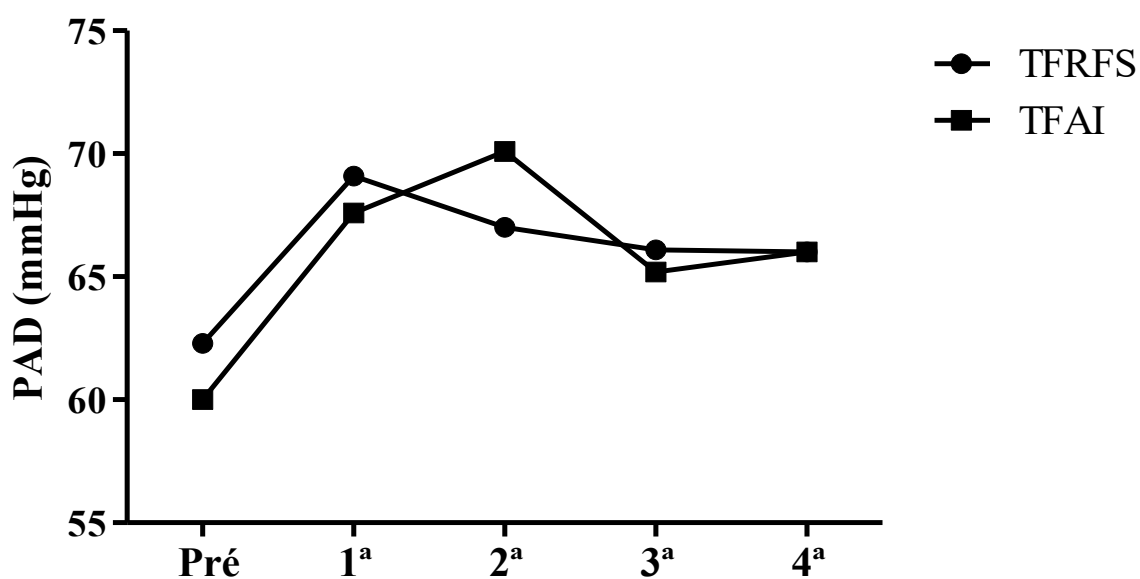


Figura 3 - Análise comparativa da pressão arterial diastólica durante o exercício. **Legenda:** PAD= pressão arterial diastólica; TFRFS= treino de força combinado a restrição de fluxo sanguíneo; TFAI= treino de força de alta intensidade.

Na análise comparativa da FC durante os exercícios, não houve interação significativa no protocolo ($F = 0,117$; $n^2 = 0,042$; $p = 0,523$) e no protocolo x tempo ($F = 1,24$; $n^2 = 0,081$; $p = 0,304$).

No entanto, observou-se interação significativa no tempo $F = 44,4$; $n^2 = 0,760$; $p < 0,001$. Verificou-se que no protocolo de TFRFS houve diferença significativa entre o momento repouso vs. 1ª série ($p < 0,001$; $\Delta\% = 83,6$; $TE = 7,4$; alto); repouso vs. 2ª série ($p < 0,001$; $\Delta\% =$

85,4; $TE = 7,5$; alto); repouso vs. 3ª série ($p < 0,001$; $\Delta\% = 86,2$; $TE = 7,6$; alto); momento repouso vs. 4ª série ($p < 0,001$; $\Delta\% = 95,4$; $TE = 8,4$; alto), fato ocorrido semelhantemente no protocolo de TFAI no qual houve diferença significativa entre o momento repouso vs. 1ª série ($p < 0,001$; $\Delta\% = 58,8$; $TE = 4,4$; alto); repouso vs. 2ª série ($p < 0,001$; $\Delta\% = 63,8$; $TE = 4,8$; alto); repouso vs. 3ª série ($p < 0,001$; $\Delta\% = 55,7$; $TE = 4,2$; alto); momento repouso vs. 4ª série ($p < 0,001$; $\Delta\% = 73,9$; $TE = 5,6$; alto).

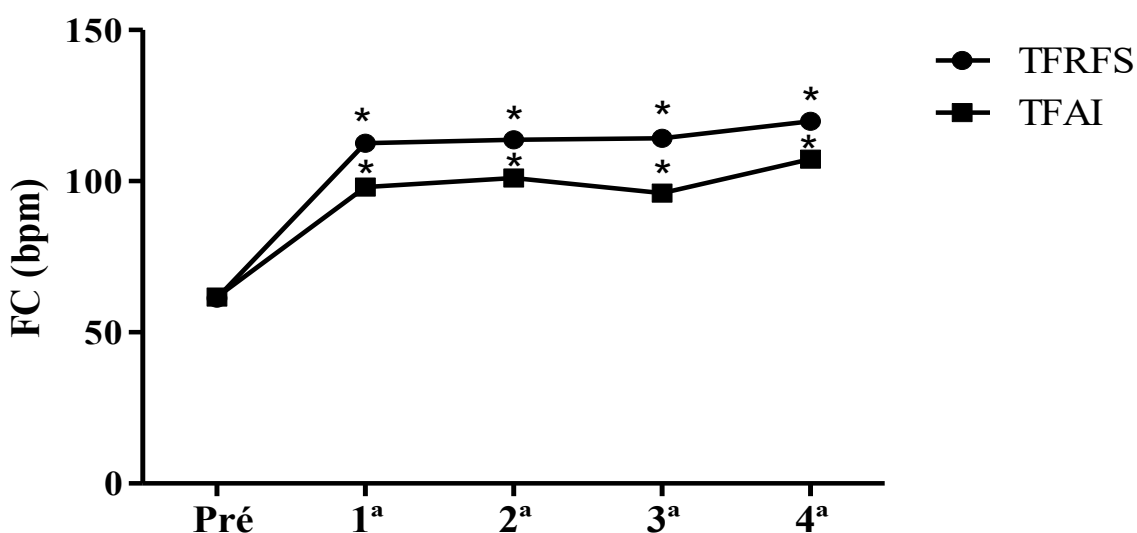


Figura 4 - Análise comparativa da frequência cardíaca durante o exercício.

Legenda: FC= frequência cardíaca; TFRFS= treino de força combinado a restrição de fluxo sanguíneo; TFAI= treino de força de alta intensidade.

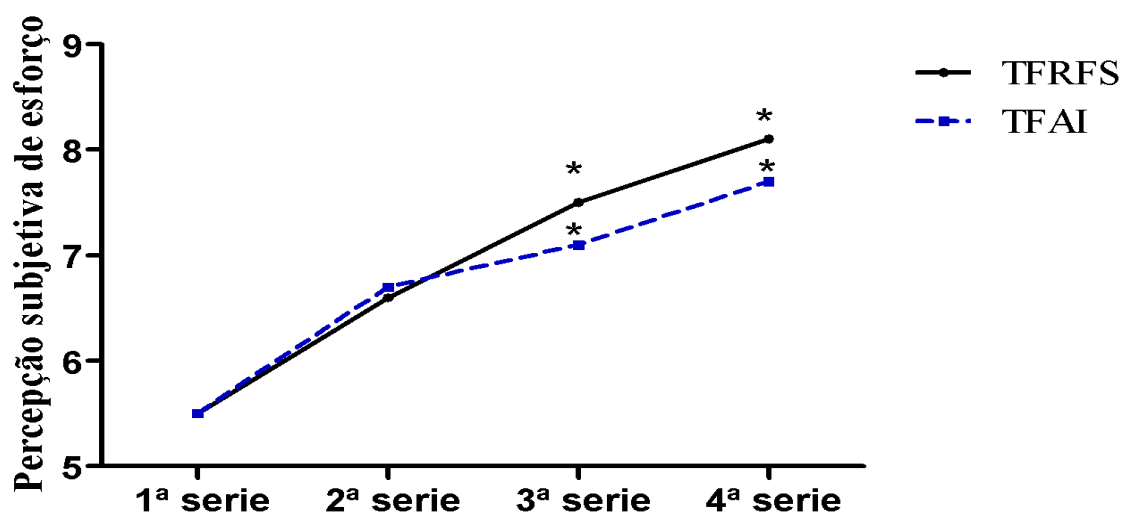


Figura 5 - Análise da percepção subjetiva durante o exercício de força com e sem RFS.

Legenda: *significativamente diferente do momento pré-teste

Na análise comparativa da PSE, verificou-se que não houve diferença significativa da PSE em todas as séries entre os protocolos de TFRFS vs. TFAI ($p>0,05$).

No entanto, observou-se que houve um aumento significativo da PSE no protocolo de TFRFS entre o momento 1ª série vs. 2ª série ($p=0,016$) e 1ª série vs. 3ª série ($p<0,001$), fato ocorrido semelhante ao protocolo de TFAI no qual houve um aumento significativo da 1ª série vs. 2ª série ($p=0,030$) e 1ª série vs. 3ª série ($p=0,002$).

DISCUSSÃO

O objetivo do estudo foi analisar as respostas perceptivas e hemodinâmicas durante uma sessão de exercício de força com e sem restrição de fluxo sanguíneo em atletas de basquetebol.

Para nosso conhecimento esse é o primeiro estudo que investigou respostas perceptivas e hemodinâmicas de atletas de basquetebol durante uma sessão de TFRFS.

Os principais achados do estudo são: a) não houve diferença significativa nas respostas hemodinâmicas durante as sessões de treinamento entre os protocolos de TFRFS e TFAI; b) nos protocolos de TFRFS e TFAI houve um aumento significativo da PAS e FC ao longo da sessão de exercício; c) a percepção subjetiva de esforço de atletas de basquetebol aumenta ao longo de uma sessão de TFRFS e TFAI e d) não houve diferenças significativas na PSE entre os métodos de treinamento TFRFS e TFAI nos atletas de basquetebol.

A depender da intensidade do EF é possível perceber uma série de alterações fisiológicas, no EF em AI pode ocorrer uma redução do oxigênio na musculatura que está sendo exercitada, assim possibilitando um acúmulo de metabólitos que por sua vez estimulam os quimiorreceptores promovendo um aumento nos valores das variáveis hemodinâmicas como FC e PA (Nelson Junior, 2015).

De forma similar o exercício de força de Baixa Carga (BC) combinado a técnica de RFS mesmo utilizando 30% de 1RM, pelo fato de utilizar manguitos fixados nas áreas proximais da musculatura que está sendo exercitada, ocorre uma compressão externa que somada a compressão da musculatura sobre os vasos produz um processo de isquemia, que leva a um aumento expressivo da demanda

metabólica e acúmulo de lactato, acarretando alterações nas variáveis hemodinâmicas e nas respostas da percepção subjetiva de esforço (Abe e colaboradores, 2012; Loenneke e colaboradores, 2010).

Assim fica evidente que mesmo o TF com RFS sendo realizado com baixas cargas, a sessão de treino parece ter uma alta intensidade.

Além deste mecanismo é perceptível que durante o exercício físico seja de AI ou BC+RFS ocorre um aumento na produção de adrenalina e noradrenalina que ativa o nervo vagal simpático e estimula uma maior atividade elétrica do coração contribuindo para o débito cardíaco, para que o sangue rico em nutrientes e com oxigênio seja levado para musculatura ativa (Wilmore e colaboradores, 2001).

Torna-se perceptível então a relação que há entre variáveis como carga, intensidade e a massa muscular que está sendo utilizada com as respostas hemodinâmicas durante a execução dos exercícios (Cornelissen e colaboradores, 2013).

Corroborando com os resultados do presente estudo os achados de Neto e colaboradores, (2015), ao avaliarem as respostas de PAS e PAD em homens militares normotensos, no qual compararam uma sessão de treino de BC+RFS (20% 1 RM) a um protocolo de AI (80% 1 RM) e constataram que não houve diferença significativa nas variáveis hemodinâmicas. Reforçando os resultados encontrados Jesse e colaboradores (2017), ao comparar os resultados das respostas hemodinâmicas do protocolo de BC+RFS a estudos anteriores de treinamento tradicional em alta intensidade perceberam que não há diferenças significativas nas variáveis hemodinâmicas, em contrapartida estudo de Andreatta e colaboradores (2018), ao verificarem as respostas hemodinâmicas do treinamento de força com RFS na máquina de leg press, viram que o protocolo de BC+RFS apresentou valores maiores da PAS no momento pré e durante a realização do mesmo, se deu pelo fato de que a técnica de RFS por si só leva a um aumento da RVP, causando também a elevação dos níveis pressóricos e um menor retorno venoso.

Ademais, fica evidente no presente estudo que o método de treino de força com restrição é seguro e pode ser realizado por atletas de basquetebol ao longo de uma temporada competitiva, principalmente na fase básica de uma periodização, visto que, este

método de treino é realizado com baixas cargas e não impõe um elevado estresse mecânico na sessão de treino, podendo potencializar e acelerar o desempenho neuromuscular dos atletas, uma vez que a literatura já evidencia que este método de treino pode aumentar a resistência muscular localizada, a força dinâmica máxima e induzir aumentos do volume muscular de atletas (Abe e colaboradores, 2005; Sakuraba e colaboradores, 2009; Manimmanakorn e colaboradores, 2013a,b; Luebbbers e colaboradores, 2014).

Foram percebidas algumas limitações em relação ao estudo, primeiramente não foi possível verificar os níveis dos agentes vasodilatadores como adrenalina e noradrenalina uma vez que seus valores poderiam ser associados ao valores da FC tornando o procedimento mais seguro, pois se sabe que há um aumento contínuo da FC conforme o exercício se prolonga a depender também de sua intensidade (Andreatta e colaboradores, 2018), também foi percebido como limitação o valor da resistência vascular periférica, sendo que seu acompanhamento possibilitaria um controle e associação com os valores de PA (Silva e colaboradores, 2011).

CONCLUSÃO

Em conclusão, a técnica de RFS combinado ao treinamento com baixa carga (BC) é capaz de promover respostas perceptivas e hemodinâmicas similares ao treinamento de força de alta intensidade (AI).

Desta forma foi possível perceber que os valores estão dentro da normalidade, nos levando a considerar o método seguro e viável para ser implantado no treinamento de atletas de basquetebol.

Estes achados são importantes para futuras pesquisas uma vez que entender o processo fisiológico advindo da utilização das técnicas de treinamento, bem como a maneira que o sistema cardiovascular irá responder a esse estímulo é essencial para o planejamento do público-alvo.

Sugere-se que futuros estudos avaliem as respostas hemodinâmicas durante e pós treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo bem como o acompanhamento de marcadores que auxiliem as explicações dos fenômenos observados, tais como adrenalina, noradrenalina, RVP, concentração de óxido nítrico e lactato, bem como a realização de

novas pesquisas que utilizem outras formas de restrição, outro segmento corporal e espessura de manguito com intuito de sanar todas as dúvidas.

CONFLITOS DE INTERESSE

Não houve conflitos de interesse na pesquisa.

REFERÊNCIAS

- 1-Abe, T.; Kawamoto, K.; Yasuda, T. Eight days KAATSU-resistance training improved sprint but not jump performance in collegiate male track and field athletes. *International Journal of Kaatsu Training Research*. Vol. 1. Núm. 1. 2005. p. 19-23.
- 2-Abe, T.; Loenneke, J.P.; Fahs, C.A.; Rossow, L. M.; Thiebaud, R.S.; Bemben, M.G. Exercise intensity and muscle hypertrophy in blood flow-restricted limbs and non-restricted muscles: a brief review. *Clinical Physiology Function Imaging*. Vol. 32. Núm. 4. 2012. p. 247- 52.
- 3-Andreatta, M.V.; Arpini, V.M.; Baldi, M.V.C.; Curty, V.M.; Santos, M.A.A. Exercício de força combinado à restrição de fluxo sanguíneo induz aumentos agudos na pressão arterial sistólica. *Revista Brasileira das Ciências e Movimento*. Vol. 26, Núm. 4. 2018. p. 35-44.
- 4-Araújo, J.P.; Silva, E.D.; Silva, J.C.G.; Souza, T.S.P.; Lima, E.O.; Guerra, I.; Cirilo-Sousa, M. S. The acute effect of resistance exercise with blood flow restriction with hemodynamic variables on hypertensive subjects. *Journal of Human Kinetics*. Vol. 43. Núm. 1. 2014. p. 79-85.
- 5-Berge, H.M.; Isern, C.B.; Berge, E. Blood pressure and hypertension in athletes: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*. Núm. 49. 2015. p. 716-723.
- 6-Borg, G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine Science Sports Exercise*, Vol. 14. 1982. p. 377-381.
- 7-Bonorino, S.L.; Sá, C.A.; Corralo, V.S.; Olkoski, M.M.; Silva-Grigoletto, M.E.; Saretto, C.B.; Resende Neto, A.G. Hemodynamic responses to strength exercise with blood flow restriction in small muscle groups. *Revista Brasileira de Cineantropometria &*

Desempenho Humano. Vol. 21. Núm. e56258. 2018. p. 2-10.

8-Brown, L.E.; Weir, J.P. ASEP procedures recommendation in: accurate assessment of muscular strength and power. Professionalization of Exercise Physiology. Vol. 4. Núm. 3. 2001. p. 1-21.

9-Caselli, S.; Vaquer, S.A.; Lemme, E.; Quattrini, F.; Milan, A.; D'ascenzi, F.; Spataro, A.; Pellicia A. Prevalence and Management of Systemic Hypertension in Athletes. The American Journal of Cardiology. Vol. 119. Núm. 10. 2017. p. 1616-1622.

10-Cornelissen, V.A.; Smart, N.A. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. Journal of the American Heart Association. Vol. 2. Núm. 1. 2013. p. e004473.

11-Foster, C.; Florhaug, J.A.; Franklin, J.; Gottschall, L.; Hrovatin, L.A.; Parker, S. e colaboradores. A new approach to monitoring exercise training. Journal Strength and Conditioning & Research. Vol. 15, 2001. p. 109-115.

12-Haile, L.; Gallagher, M.; Robertson, R.J. Perceived Exertion Laboratory Manual. New York, NY. Springer. 2015.

13-Jessee, M.B.; Dankel, S.J.; Buckener, S.L.; Mouser, G.G.; Mattocks, K.T.; Loenneke, J.P. The Cardiovascular and Perceptual Response to Very Low Load Blood Flow Restricted Exercise. International Journal Sports Medicine. Vol. 38. Núm. 8. 2017. p. 597-603.

14-Laurentino, G.C.; Ugrinowitsch, C.; Roschel, H.; Aoki, M.S.; Soares, A.G.; Neves, M.; Tricoli, V. Strength Training with Blood Flow Restriction Diminishes Myostatin Gene Expression. Medicine & Science in Sports & Exercise. Vol. 44, Núm. 3. 2012. p. 406-412.

15-Loenneke, J.P.; Wilson, G.J.; WILSON, J.M.A mechanistic approach to blood flow occlusion. International Journal Sports Medicine, Vol. 31. 2010. p. 1-4.

16-Luebbers, P.E.; Fry, A.C.; Kriley, L.M.; e colaboradores. The effects of a 7-week practical blood flow restriction program on well-trained collegiate athletes. Journal of Strength

Conditioning Research. Vol. 28. Núm. 8. 2014. p. 2270-2280.

17-Manimmanakorn, A.; Hamlin, M.J.; Ross, J.J. Effects of low-load resistance training combined with blood flow restriction or hypoxia on muscle function and performance in netball athletes. Journal of Science Medicine Sport. Vol. 16. Núm. 4. 2013b. p. 337-342.

18-Manimmanakorn, A.; Manimmanakorn, N.; Taylor, R. Effects of resistance training combined with vascular occlusion or hypoxia on neuromuscular function in athletes. European Journal Applied Physiology. Vol. 113. Núm. 7. 2013. p. 1767-74.

19-Nelson Junior, K.M. Mecanismos fisiológicos da fadiga. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício. São Paulo. Vol. 9. Núm. 56. 2015. p. 671-720.

20-Neto, G.R.; Sousa, M.S.C.; Costa, P.B.; Salles, B.F.; Novaes, G.S.; Novaes, J.S. Hypotensive effects of resistance exercises with blood flow restriction. Journal of Strength and Conditioning Research. Vol. 29. Núm. 4. 2015. p. 1064-1070.

21-Nielsen, J.L.; Aagaard, P.; Bech, R.D. Proliferation of myogenic stem cells in human skeletal muscle in response to low-load resistance training with blood flow restriction. Journal of Physiology. Vol. 590. Núm. 17. 2012. p. 4351-4361.

22-Paterson, S.D.; Hughes, L.; Warmington, S.; Burr, J.; Scott, B.R.; Owens, J.; Abe, T.; Nielsen, J.L.; Libardi, C.A.; Laurentino, G.; Neto, G.R.; Brandner, C.; Martin-Hernandez, J.; Loenneke, J. Blood Flow Restriction Exercise Position Stand: Considerations of Methodology, Application, and Safety. Frontiers Physiology. Vol. 10. Núm. 533. 2019.

23-Pickering, T.G.; Hall, J.E.; Appel, L.J.; Falkner, B.E.; Graves, J.; Hill, M.N.; Jones, D.W.; Kurtz, T.; Sheps, S.G.; Roccella, E.J. Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals part 1: blood pressure measurement in humans: a statement for professionals from the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. Circulation. Vol. 11. Núm. 5. 2005. p. 697-716.

24-Poton, R.; Polito, M.D. Hemodynamic response to resistance exercise with and without blood flow restriction in healthy subjects. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Vol. 36. Núm. 3. 2016. p. 231-236.

Recebido para publicação em 29/12/2021
Aceito em 06/03/2022

25-Resnick, H.E.; Lindsay, R.S.; Mcdermott, M.M.; Devereux, R.B.; Jones, K.L.; Fabsitz, R.R.; Howard, B.V. Relationship of high and low ankle brachial index to all-cause and cardiovascular disease mortality. *Circulation*. Vol. 109. Núm. 6. 2004. p. 733-739.

26-Rhea, M.R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 18. Núm. 4. 2004. p. 918-920.

27-Sakuraba, K.; Ishikawa, T. Effect of isokinetic resistance training under a condition of restricted blood flow with pressure. *Journal of Orthopaedic Science*. Vol. 14. Núm. 5. 2009. p. 631-639.

28-Santos, A.M.; Greguol, M. Prevalência de lesões em atletas jovens. *Ciências Biológicas e da Saúde*. Vol. 37. Núm. 2. 2016. p. 115-124.

29-Silva, A.G.; Vieira, C.A.G.A.; Rodrigues, V.D. Pressão arterial: uma breve revisão. *EFDeportes.com, Revista Digital*. Buenos Aires. Vol.15, Núm. 154. 2011.

30-Silva, J.C.G.; Aniceto, R.R.; Oliota-Ribeiro, L.; Neto, G.R.; Leandro, L.; Cirilo-Sousa, M.S. Mood effects blood flow restriction resistance exercise among basketball players. *Perceptual and Motor Skills*, Vol. 0. Núm. 0. 2018. p. 1-14.

31-Urbaniak, G.C.; Plous, S. Research Randomizer (Version 4.0). 2013. [Computer software]. Retrieved 30/05/2015, 2015, from <http://www.randomizer.org/>

32-Vieira, A.; Gadelha, A.B.; Ferreira, J.J.B.; Vieira, C.A.; Melo, K.V.K.S.E.; Cadore, E.L.; Bottaro, M. Session rating of perceived exertion following resistance exercise with blood flow restriction. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. Vol. 35. 2015. p. 323-327.

33-Wilmore, J.H.; Costill, D.L. Fisiologia do esporte e do exercício. *Manole*. p. 709. 2001.