

**Artigo original**Leandro Teixeira Paranhos Lopes¹
Alexandre Gonçalves²
Elmiro Santos Resende³**RESPOSTA DO DUPLO PRODUTO E PRESSÃO ARTERIAL DIASTÓLICA EM EXERCÍCIO DE ESTEIRA, BICICLETA ESTACIONÁRIA E CIRCUITO NA MUSCULAÇÃO****DOUBLE PRODUCT RESPONSE AND DIASTOLIC BLOOD PRESSURE IN TREADMILL, STATIONARY BICYCLE AND MUSCULAR CIRCUIT EXERCISES****RESUMO**

Entre as diversas causas de problemas cardiovasculares que afetam a população mundial, na atualidade, o sedentarismo é apontado como um dos fatores de risco mais relevantes. Vários estudos têm se preocupado em analisar e esclarecer as principais adaptações provocadas pelos diferentes tipos de exercícios sobre o sistema cardiovascular. Seguindo esta linha o presente trabalho teve como objetivo analisar e comparar a resposta aguda do duplo produto (DP) e a pressão arterial diastólica (PAD) em exercício de esteira, bicicleta estacionária e circuito na musculação. Foram avaliados nove indivíduos sendo seis mulheres e três homens, na esteira, a 60% da frequência cardíaca de reserva (FCR), na bicicleta estacionária, a 60% FCR e circuito de musculação a 60% de 1 repetição máxima (1RM). Os resultados encontrados apresentaram diferença significativa do DP pré e pós esforço nos três exercícios. Quando comparado, o DP obtido pós esforço, nos três exercícios, não houve diferença significativa. A resposta hipotensiva da PAD pós-esforço foi mais acentuada após exercício de circuito em musculação, quando comparada com as outras modalidades exercício analisadas. De acordo com os procedimentos metodológicos adotados e os resultados obtidos, concluiu-se que não há diferença na taxa de exigência de trabalho do miocárdio entre os três exercícios analisados e que o circuito de musculação, a 60% 1RM, provoca uma maior resposta hipotensiva da PAD pós-esforço.

Palavras-chave: duplo produto, pressão arterial, exercício resistido, exercício aeróbio.

ABSTRACT

Among the various causes for cardiovascular problems affecting the world population nowadays, the most relevant risk factors is sedentary lifestyle. Many studies have been carried out to analyse and elucidate main adaptations on the cardiovascular system stimulated by different sorts of exercises. In this way, this study had aimed at comparing the acute response of double product (DP) and diastolic blood pressure (DBP) after treadmill (TRM), stationary bicycle (BIC) or muscle circuit training (MCT) exercises. Nine individuals (6 women and 3 men) exercised at 60% of heart rate reserve (HRR) on the TRM and BIC and at 60% of one repetition maximum (1RM) in MCT. The results showed that pre- and post-effort DP were significantly difference in all three exercises. However, DP did not differ among exercise types. The hypotensive DBP pos-effort response was greater in MCT. According to the results, it was concluded that there is no difference on the heart work demand rate estimated by DP among the three exercises and MCT at 60% 1RM provokes a greater hypotensive DBP post-effort response.

Key words: double product, blood pressure, resistance exercise, aerobic exercise.

¹ Centro Universitário do Triângulo/UNITRI

² Mestrado em Ciências da Saúde/Universidade Federal de Uberlândia

³ Mestrado em Ciências da Saúde. Universidade Federal de Uberlândia.

INTRODUÇÃO

Entre as diversas causas de problemas cardiovasculares que afetam a população mundial, na atualidade, o sedentarismo é apontado como um dos fatores de risco mais relevante¹.

Assim sendo, vários estudos têm se preocupado em analisar e esclarecer as principais adaptações provocadas pelos diferentes tipos de exercícios (aeróbios e exercícios resistidos) sobre o sistema cardiovascular²⁻¹².

Dentre os estudos sobre este tema específico, chama atenção aqueles voltados a esclarecer diferença de comportamento da frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PA) em exercícios aeróbios e exercícios resistidos.

Segundo Leite e Farinatti¹², o duplo produto (DP) é uma variável pouco utilizada pelos profissionais da saúde. Entretanto, este parâmetro está diretamente relacionado com FC e PA, sendo uma estimativa do trabalho do miocárdio e, portanto, expressando a intensidade de esforço sobre o miocárdio.

De acordo com Fardy et al¹³, antigamente, exercícios com pesos não eram considerados seguros para populações de risco, pois os exercícios com pesos foram associados a grandes aumentos da FC e PA.

Por outro lado, estudos sobre atividade física com pesos demonstraram segurança e grandes benefícios para a saúde de cada indivíduo, quando utilizado volume e intensidades apropriados^{3,4,9}.

Segundo Pollock et al.⁹, a taxa de trabalho imposta ao miocárdio é menor em exercícios resistidos do que em exercícios aeróbios, representada por um menor DP alcançado nos primeiros devido a um menor pico de FC.

Contudo, os estudos comparativos entre as respostas agudas dos exercícios resistidos e dos exercícios aeróbios não têm enfatizado os diferentes métodos de treinamento resistido. Assim, apresentam-se escassos estudos que avaliem as variáveis cardiovasculares, no treinamento em circuito, na musculação.

Portanto, na busca de maiores esclarecimentos sobre as respostas do DP e da PA em exercícios aeróbios e com pesos, o presente estudo teve como objetivo analisar e comparar a resposta aguda do DP e da pressão arterial diastólica (PAD), em exercício de esteira, bicicleta estacionária e exercícios com peso em circuito.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

População e amostra

A população deste estudo foi composta por acadêmicos do curso de Educação Física, do Centro Universitário do Triângulo-UNITRI. Dentre eles foram selecionados nove indivíduos, seis mulheres e três homens, com média de idade 22.4 +/-3 anos, destreinados, não fumantes, assintomáticos para

doença arterial coronariana, com IMC < 30 kg/m² e sem uso de substâncias farmacológicas que alterassem a FC e PA.

Procedimentos experimentais

No primeiro dia, foi realizado um teste piloto no qual foram ordenados os aparelhos do circuito de musculação, assim como, cargas da esteira da bicicleta e da musculação.

Os voluntários foram submetidos a avaliações antropométricas para estabelecimento do índice de massa corporal (IMC) individual. Foi também analisada a frequência cardíaca de repouso (FCr), mensurada durante 5 minutos, com os voluntários sentados em uma cadeira e relaxados. Posteriormente, foi calculada a frequência cardíaca alvo (FCA) a qual foi estabelecida em 60% da frequência cardíaca de reserva (FCR).

Feito as avaliações iniciais, os voluntários foram orientados a não mudarem sua rotina de atividades diárias até o término do protocolo de pesquisa.

Os procedimentos de coleta de dados iniciaram-se dois dias após as avaliações iniciais.

Primeiramente, era realizado um sorteio com números (1=Bicicleta;2= esteira;3=circuito na musculação) para determinar a atividade a ser realizada pelo voluntário naquele dia. Foi dado um intervalo de sete dias entre cada tipo de atividade.

Antes de iniciar cada atividade, era verificada a PA dos participantes com o esfigmomanômetro, da marca Solidor, utilizando-se o método auscultatório convencional. A aferição era realizada três vezes consecutivas, a fim de se evitar possíveis erros de leitura. A FC foi monitorada por um frequencímetro, da marca Polar, modelo A3.

Exercício na bicicleta estacionária

Antes de iniciar a atividade foram verificadas a PA e a FCr, estando os voluntários sentados em uma cadeira, ao lado da bicicleta.

Após calculada a FCA, o indivíduo posicionava-se na bicicleta estacionária, da marca Biocycle 2600, e realizava o exercício de pedalar por 20 minutos, com carga ajustada individualmente para manter o esforço dentro da zona de 60% da FCR.

Terminado o exercício, os indivíduos sentavam-se novamente na cadeira, posicionada ao lado do aparelho, quando se verificava a FC e a PA pós-treino, sendo estes valores aferidos imediatamente após o término do exercício e a cada 5 minutos, durante 20 minutos (Protocolo 1).

Exercício na esteira

Antes de iniciar a atividade, foram verificada a PA e FCr estando os voluntários sentados em uma cadeira ao lado da esteira.

Após verificação da PA e da FCr, assim como, o estabelecimento da FCA, o indivíduo posicionava-se na esteira, da marca Moviment, e realizava o exercício de caminhada ou corrida, por 20 minutos,

com carga ajustada individualmente para manter o esforço dentro da zona de 60% da FCR.

Terminado o exercício, os indivíduos sentavam-se na cadeira posicionada ao lado do aparelho, quando se verificava a FC e PA pós-treino, sendo estes valores aferidos imediatamente após o término do exercício e a cada 5 minutos, durante 20 minutos (Protocolo 2).

Exercício em circuito na musculação

Primeiramente, foi realizado um teste de carga máxima (1RM), nos aparelhos específicos do circuito o qual seguiu os seguintes procedimentos: estipulava-se uma carga inicial subjetivamente e o voluntário era instruído a realizar o exercício. Em seguida, dava-se um intervalo de descanso de 5 minutos e nova carga era acrescentada para nova execução. O teste era concluído quando o voluntário alcançasse a carga que o levasse a falha mecânica de execução, ficando estabelecida como sua carga máxima a última carga a qual conseguiu executar o exercício sem falha mecânica. Não foi permitido mais do que cinco tentativas para estabelecimento da carga máxima. Caso tal fato ocorresse, o teste era invalidado e o voluntário seria submetido ao mesmo, em outro dia, conforme orientação de Brow e Weir¹⁴.

Após a determinação da carga máxima, o circuito foi determinado como carga de trabalho 60% de 1RM. O circuito foi realizado em outro dia para se evitar subestimação da carga devido ao desgaste neuromuscular causado pelo teste de carga máxima.

O circuito foi composto pelos seguintes aparelhos: Supino reto, Leg press, Puxador vertical, Extensora, Desenvolvimento e Flexora, respectivamente. O critério utilizado para escolha de tais exercícios foi com o objetivo de se trabalhar com grupamentos musculares grandes.

O circuito, na musculação, foi realizado com três séries, de dez repetições em cada aparelho, com intervalo de descanso entre os exercícios do circuito de 5 minutos. Em todas as execuções foi evitada a manobra de valsalva. O ritmo de execução foi estipulado em dois segundos de fase concêntrica para 2 de fase excêntrica.

Ao término de cada série e no recomeço de outra série foram realizadas as aferições da PA e da FC. No final das três séries foi aferida a PA e a FC pós-teste, de cinco em cinco minutos, com duração total de 20 minutos.

Tratamento estatístico

Para se verificar se houve diferença significativa entre os valores das variáveis analisadas pré e pós-exercício, foi utilizado o teste de Wilcoxon. E para verificar se houve diferença significativa entre os valores das variáveis analisadas nos três exercícios, foi utilizado o teste de Friedman. Para ambas análises foi utilizado nível de significância de 0,05.

RESULTADOS

Na tabela 1 estão demonstrados e analisados estatisticamente os dados obtidos em nosso estudo.

Com o objetivo de verificar a existência ou não de diferenças significantes entre as medidas de frequência cardíaca, pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica e do duplo produto, obtidas antes e depois dos exercícios, foi aplicado o teste de Wilcoxon aos resultados obtidos com esteira, bicicleta e musculação. Os resultados estão demonstrados na tabela 2.

O nível de significância foi estabelecido em 0,05, em uma prova bilateral.

Tabela 2. Probabilidades encontradas, quando da aplicação do teste de Wilcoxon às medidas obtidas antes e depois dos exercícios esteira, bicicleta e musculação.

Variáveis Analisadas	Probabilidades
Esteira	
Frequência cardíaca	0,0077*
Pressão arterial sistólica	0,0180*
Pressão arterial diastólica	0,2489
Duplo produto	0,0077*
Bicicleta	
Frequência cardíaca	0,0077*
Pressão arterial sistólica	0,0077*
Pressão arterial diastólica	0,1088
Duplo produto	0,0077*
Musculação	
Frequência cardíaca	0,0077*
Pressão arterial sistólica	0,0077*
Pressão arterial diastólica	0,0109*
Duplo produto	0,0077*

(*) p < 0,05

Tabela 1. Comportamento das variáveis cardiovasculares pré e pós esforço em exercícios na esteira, bicicleta estacionária e circuito na musculação

Exercício	Pré-esforço				Pós-esforço			
	FC (bpm)	PS (mmHg)	PD (mmHg)	DP (mmHg.bpm)	FC (bpm)	PS (mmHg)	PD (mmHg)	DP (mmHg.bpm)
Esteira	86,2	107,8	70,0	9294,4	146,6	131,1	74,4	19205,6
	± 11,8	± 8,3	± 8,7	± 1151,2	± 6,6	± 16,9	± 5,3	± 2535,0
Bicicleta	88,4	110,0	73,3	9731,1	147,9	131,1	68,9	19387,8
	± 12,2	± 7,1	± 7,1	± 1523,2	± 9,8	± 6,0	± 9,3	± 1538,9
Musculação	83,9	108,9	70,7	9114,4	158,8	132,2	60,0	20968,9
	± 10,7	± 7,8	± 8,6	± 1222,0	± 20,8	± 6,7	± 7,1	± 2690,1

pós esforço quando comparados os diferentes exercícios. Fato este que contraria alguns estudos como Gotshall et al.⁶, Fleck e Kramer¹⁶, Rostsch⁸. Por outro lado, a diferença deste estudo daqueles realizados pelos autores citados anteriormente se relaciona ao método adotado, já que foi utilizado o método em circuito na musculação e os outros relacionaram grandes picos de FC e PAS em exercícios com pesos, com cargas mais elevadas e tempo de tensão muscular prolongado.

Leite, Farinatti¹² ao estudarem a resposta aguda do DP em exercícios resistidos diversos para grupamentos musculares semelhantes ressaltam a maior sensibilidade do DP a contrações mais localizadas e por tempo prolongado. Assim, o método de treinamento resistido em circuito utilizado em nosso estudo, o qual foi composto, predominantemente, por exercícios biarticulares, (exceção mesa flexora e extensora) apresenta-se como um método de treinamento seguro e eficiente para população de risco cardiovascular.

No que diz respeito ao comportamento da PAD nos três diferentes tipos de exercícios, o presente trabalho constatou uma resposta hipotensiva mais acentuada após exercício em circuito de musculação do que nos exercícios de esteira. Efeito hipotensivo causado pelos exercícios resistidos já foram relatadas na literatura^{4,10,13,17}. Contudo, estes autores encontraram em seus estudos uma resposta hipotensiva sistólica acentuada após exercícios com peso, enquanto que em nosso estudo constatamos hipotensão diastólica após circuito na musculação. Tal diferença se deve, provavelmente, ao fato de que nas pesquisas anteriores foram utilizados exercícios que envolviam pequenos grupamentos musculares, enquanto que nesta ocorreu uma maior mobilização de massa muscular, durante exercício em circuito na musculação, levando a uma vasodilatação de maior quantidade de vasos sanguíneos. Portanto, observou-se que o treinamento em circuito na musculação é um método alternativo importante para a obtenção de efeito hipotensivo diastólico pós-esforço.

Sabemos que durante o exercício resistido ocorre aumento da PAD o que durante muito tempo foi considerado um fator de risco para acometimentos cardíacos agudos. Contudo, no que diz respeito aos aumentos da PAD, durante exercícios com pesos, desde que sejam dentro de parâmetros de segurança (abaixo de 100mmHg), vemos ser este fato um importante agente potencializador da melhoria da perfusão miocárdica, levando a uma melhor relação entre suprimento e demanda de oxigênio para o miocárdio. Daí o trabalho em circuito com cargas moderadas ser interessante para tal função, uma vez que a resposta da pressão arterial ao esforço em exercícios resistidos é proporcional à porcentagem de carga máxima aplicada e o tempo de tensão muscular gerada.

Dentro desta linha de raciocínio, Pollock et.al.⁹

ressaltam que muitas tarefas de laser e atividades de vida diária envolvem esforços estáticos ou dinâmicos. Portanto, o desenvolvimento da força muscular irá diminuir a resposta da FC e PA para uma determinada carga já que esta passa a corresponder a uma menor porcentagem da carga voluntária máxima. Portanto, este fato é justificativa relevante para utilização de exercícios com pesos para aprimoramento do sistema cardiovascular.

Uma limitação do presente estudo foi o fato de se utilizar medida indireta para avaliar a PA. Wiecek et al.² demonstrou que pacientes com cardiopatia que realizaram 15 repetições dos exercícios para membros superiores e membros inferiores a 40 e 60% de uma repetição máxima, os picos de PAS foram 13% menores daquelas encontradas com medidas diretas de avaliação da PA e o maior nível pressórico foi encontrado no final de cada série. Estes pesquisadores concluíram que pressões arteriais são ainda maiores quando realizado um teste direto do que aquelas realizadas por métodos indiretos de avaliação.

Contudo, este fato não diminui a relevância da presente pesquisa uma vez que foi utilizado o mesmo método de avaliação da PA em todos os exercícios. E devemos ressaltar também que o método indireto escolhido é o mais utilizado no dia-dia dos profissionais da área de saúde, garantindo assim uma maior proximidade com a realidade.

CONCLUSÕES

De acordo com os procedimentos adotados e resultados encontrados pôde-se concluir que:

- Não há diferença no DP pós esforço em exercícios na bicicleta a 60% da FCR, na esteira a 60% da FCR e circuito na musculação a 60% da carga máxima;
- A resposta hipotensiva aguda pós esforço é mais acentuada após exercício em circuito na musculação com 60% da carga máxima do que nos exercícios em esteira e bicicleta a 60% FCR, provavelmente ocasionada por uma maior vasodilatação devido a maior massa muscular envolvida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. McArdle W, Katch AI, Katch VL. Fisiologia do exercício energia nutrição e desempenho humano. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.
2. Wiecek EM, Mccartney N, Mckelvie RS. Usefulness of weightlifting training in improving strength and maximal power output in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1990;66(15):1065-1069.
3. Mccartney N, Mckelvie RS, Haslam DRS, Jones LN. Usefulness of weightlifting training in improving strength an maximal power output in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1991;67(11):939-945.

4. Featherstone J.F, Holly RG, Amsterdam EA. Physiologic responses to weight lifting in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1993;71(4):287-292.
5. Kelley G. Dynamic resistance and resting blood pressure in adults: a meta-analysis. *Am Physiol Society* 1997;82(5):1559-1565.
6. Gotshall RW, Gootman J, Byrnes WC, Fleck SJ, Valovich TC. Noninvasive characterization of the blood pressure response to the double-leg press exercise. *J Am Society Exerc Physiol* 1999;2(4):1-6.
7. Bermon S, Rama D, Dolisi C. Cardiovascular tolerance of healthy elderly subjects to weight-lifting exercises. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(11):1845-1848.
8. Roltsch MH, Mendez T, Wilund KR, Hagberg JM. Acute resistive exercise does not affect ambulatory blood pressure in young men and women. *Med Sci Sports Exerc* 2000;33(6):881-886.
9. Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease. *Am College Sports Med* 2000;101:828-833.
10. Polito MD, Simão R, Senna GW, Farinatti PTV. Hypotensive effects of resistance exercise performed at different intensities and same work volume. *Rev Bras Med Esporte* 2003;9(2):74-77.
11. Carvalho J, Mota J, Soares JMC. Exercício de força versus exercícios aeróbios: tolerância cardiovascular em idosos. *Rev Por Cardiol* 2003;22(11):1315-1330.
12. Leite TC, Farinatti PTV. Estudo da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em exercícios resistidos diversos para grupamentos musculares semelhantes. *Rev Bras Fisiol Exerc* 2003;2(1):29-49.
13. Fardy PS, Franklin BA, Porcari JP, Verrill DE. Técnicas de treinamento em reabilitação cardíaca. Barueri: Manole; 2001.
14. Brown LE, WEIR JP. Asep procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. *J Exerc Physiol* 2001;4(3):1-21.
15. Powers SK, Howley ET. Fisiologia do exercício: Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. Barueri: Manole; 2000.
16. Fleck EJ, Kramer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. 2 ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul; 1999.
17. Bermudes AMLM, Vassallo DV, Vasquez EC, Lima EG. Monitorização ambulatorial da pressão arterial em indivíduos normotensos submetidos a duas sessões únicas de exercício: resistido e aeróbio. *Arq Bras Cardiol* 2003;82(1):57-64.

Endereço para correspondência

Alexandre Gonçalves
Rua Delmira Cândida Rodrigues da Cunha, 1161
Apto 301
Bairro Santa Mônica
CEP: 38408-208 - Uberlândia/MG
profalexandre09@gmail.com

Recebido em 30/08/05

Revisado em 03/03/06

Aprovado em 08/05/06