

ANÁLISE DAS RESPOSTAS CARDIOVASCULARES AGUDAS AO EXERCÍCIO RESISTIDO EM DIFERENTES INTERVALOS DE RECUPERAÇÃO



ANALYSIS OF ACUTE CARDIOVASCULAR RESPONSES ON RESISTANCE EXERCISE IN DIFFERENT RECOVERY INTERVAL

Hugo Ribeiro Zanetti¹
André Luiz Ferreira²
Eduardo Gaspareto Haddad²
Alexandre Gonçalves^{2,3}
Lorena Ferreira de Jesus⁴
Leandro Teixeira Paranhos Lopes^{3,5}

1. Educação Física – Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia, MG, Brasil.
2. Educação Física – Universidade Presidente Antônio Carlos – Araguari, MG, Brasil
3. Faculdade Atenas – Paracatu, MG, Brasil
4. Faculdade de Medicina Universidade Federal de Uberlândia, MG, Brasil.
5. Centro Universitário do Triângulo Uberlândia, MG, Brasil

Correspondência:

Rua Amazonas, 70 – Brasília
38441-098 – Araguari, MG, Brasil
E-mail: hugo.zanetti@hotmail.com

RESUMO

Introdução: O sistema cardiovascular sofre sobrecarga durante a prática de exercícios físicos. Entretanto, pouco se sabe sobre a resposta cardíaca em diferentes intervalos de recuperação (IR). **Objetivo:** O presente estudo teve como objetivo analisar a sobrecarga cardíaca, utilizando como parâmetro cardiovascular a frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS) e duplo-produto (DP) em IR distintos (IR), sendo delimitados em 45" (IR45"), 60" (IR60") e 90" (IR90"). **Métodos:** O estudo analisou 10 voluntários do gênero masculino, com idade $21,5 \pm 6,04$ anos, peso $77,5 \pm 10,62$ kg e altura 179 ± 7 cm, que foram submetidos a um protocolo de três séries de 12 repetições à 60% de uma repetição máxima (1RM) no aparelho leg press 45°. O teste de Wilcoxon foi utilizado para comparar as variáveis hemodinâmicas tendo nível de significância quando $p \leq 0,05$. **Resultados:** Houve diferença significativa de todas as variáveis quando compara-se o estado pré-esforço com as séries subsequentes. A PAS apresentou diferença entre a primeira e as demais séries. Foi observada diferença entre a segunda e terceira série com IR45", além de na terceira série o IR45" apresentar maiores valores quando comparados ao IR90". De forma semelhante, a FC apresentou diferença entre a primeira e todas as séries, em todos os IR. Os IR45" e IR60" apresentaram diferença entre a segunda e terceira séries. Contudo, o DP demonstrou diferença entre a primeira e todas as séries em todos os IR, além de IR45" e IR60" apresentar diferença entre a segunda e terceira série. **Conclusão:** De acordo com os resultados encontrados, conclui-se que a PAS e FC é sensível ao número de séries intrasséries, porém, não houve diferença quando se compara os IR entre si. Contudo, há maior tendência do IR45" causar aumento da sobrecarga cardíaca, principalmente pelo aumento da PAS.

Palavras-chave: treinamento resistido, frequência cardíaca, pressão arterial.

ABSTRACT

Introduction: The cardiovascular system is the most submitted to overload during exercise practice. However, there is a lack of knowledge about heart response under different recovery intervals (RI). **Objective:** The purpose of this study was to analyse the heart overload, using as cardiovascular parameter, the heart rate (HR), systolic blood pressure (SBP) and double product (DP) under different recovery intervals (RI), delimited in 45" (RI45"), 60" (RI60") and 90" (RI90") seconds. **Methods:** The study analysed 10 volunteers, age 21.5 ± 6.04 years, weight 77.5 ± 10.62 kg and height 179 ± 7 cm, that was submitted a protocol of three sets of 12 repetition of 60% 1RM in Leg Press 45° apparatus. The Wilcoxon test was used to compare hemodynamic variables with significance level when $p \leq 0.05$. **Results:** There were significant differences of all variables when compared to pre-state effort with subsequent sets. The SBP was different between the first and the other sets. Also been observed difference between the second and third sets with RI45", and in the third set, the RI45" present greater values when compared to RI90". Similarly, the HR present difference between the first and all other sets in all RI. The RI45" and RI60" showed differences between the second and third sets. However, the DP has demonstrated difference between the first and all others sets in all RI, and, the RI45" and RI60" showed difference between the second and third sets. **Conclusion:** According to the results, it is concluded that the SBP and HR is sensitive to the number of sets intra-sets, but there was no difference when comparing the RI with each other. However, there is a greater tendency of RI45" cause increased cardiac overload, primarily by increased in SBP.

Keywords: resistance training, heart rate, blood pressure.

INTRODUÇÃO

Os exercícios resistidos (ER) são aqueles praticados contra alguma resistência, podendo ser halteres, anilhas, elásticos ou o próprio peso do praticante¹. Essa modalidade pode ser praticada tanto por indivíduos saudáveis quanto por populações denominadas especiais^{2,4}. Durante a prática de exercício físico, ocorre aumento do fluxo sanguíneo para a musculatura ativa, uma vez que é necessário aumentar a oferta de

oxigênio e nutrientes e retirar escórias metabólicas, como dióxido de carbono, lactato e íons hidrogênio. Dessa forma, o sistema cardiovascular sofre a influência de estímulos neurais e metabólicos para aumentar sua atividade^{5,6}.

Um método para analisar a sobrecarga miocárdica é o duplo-produto (DP), sendo este o produto da frequência cardíaca (FC) e pressão arterial sistólica (PAS)⁷. Segundo Leite e Farinatti⁸, este parâmetro ainda

é pouco usado por profissionais da área da saúde, mas possui grande nível de significância.

Todavia, as respostas hemodinâmicas referentes ao ER são diferentes quando comparadas ao exercício aeróbio, principalmente os exercícios para membros inferiores. Para tal membro, a vasoconstricção mecânica supera a vasodilatação local⁹. Como consequência deste processo, há uma maior resistência ao fluxo sanguíneo, levando a um maior aumento da PA¹⁰.

Todavia, sabe-se que as respostas hemodinâmicas ao ER são influenciadas diretamente pelo número de repetições, número de séries, velocidade de execução, forma de execução e grupamento muscular envolvido no trabalho¹¹⁻¹⁵. Segundo o *American College of Sports Medicine*, os intervalos entre 45 segundos e dois minutos não interferem no trabalho de ganho de força bem como nos resultados referentes ao ganho de massa muscular. Entretanto, estudos referentes às respostas cardiovasculares aos diferentes intervalos de recuperação (IR) entre as séries são escassos na literatura.

A fim de compreender de forma mais profunda as respostas hemodinâmicas em diferentes IR, o presente estudo teve como objetivo analisar tais respostas, utilizando como parâmetro a PAS, FC e DP em três diferentes IR, delimitados em 45" (IR45"), 60" (IR60") e 90" (IR90") no exercício *leg press* 45°.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o presente estudo foram selecionados 10 voluntários do gênero masculino, com idade $21,5 \pm 6,04$ anos, peso $77,5 \pm 10,62$ kg, altura 179 ± 7 cm, sendo todos treinados e com experiência mínima de seis meses em ER e que possuíssem familiarização com o exercício proposto. Os critérios para exclusão do estudo foram a) utilização de medicamentos que alterassem tanto a FC quanto a PA, b) presença de cardiopatia ou complicações cardiovasculares, c) utilização de recursos ergogênicos durante a fase de coleta de dados, d) presença de problemas osteomioarticulares ou cirurgia ortopédica nos últimos nove meses. De acordo com a Lei nº 196/96, todos os voluntários assinaram um termo de consentimento, esclarecendo todos os procedimentos da pesquisa.

Os voluntários realizaram quatro visitas ao local de realização de teste. A primeira visita teve como objetivo a determinação da carga de teste, sendo o voluntário submetido ao teste de uma repetição máxima (1RM). Para as três visitas restantes, o protocolo de teste foi determinado em três séries de 12 repetições a 60% de 1RM, sendo o intervalo de recuperação (IR45", IR60" ou IR90") escolhido aleatoriamente por sorteio.

A PA e FC foram aferidas em quatro momentos distintos, utilizando esfigmomanômetro, estetoscópio BD® e frequencímetro TIMEX®, respectivamente. Primeiramente, ao chegar ao local de realização de teste, o voluntário permaneceu em repouso durante cinco minutos, assim, ao final deste período, foi determinada a PA e FC de repouso. Durante a realização do exercício, a PA foi aferida entre a penúltima e última repetição de cada série, visto que os maiores valores são encontrados nestes momentos¹⁶. A FC foi aferida, no máximo, após cinco segundos do término da série, tempo necessário para o monitor cardíaco ser atualizado.

A fim de verificar a existência ou não de diferença estatisticamente significante, entre os valores de PA, FC e DP intra e interséries, foi aplicado o teste de Wilcoxon, tendo nível de significância quando $p < 0,05$ em teste bilateral.

RESULTADOS

Na tabela 1 são mostrados os valores referente à PAS com os respectivos desvios padrão com os diferentes intervalos de recuperação.

A tabela 1 demonstra que em todos os diferentes IR houve aumento da PAS quando se compara o estado de repouso com as séries. No intervalo de 45" observa-se diferença entre a primeira e todas as outras séries, sendo que os menores valores foram encontrados na primeira série. De forma semelhante, o IR de 60" também obteve diferença entre a primeira e todas as outras séries. Além disso, houve diferença entre a segunda e terceira série, sendo o maior valor encontrado na última série. O IR de 90" demonstrou diferença significativa entre a primeira e todas as outras séries. Contudo, quando compara-se os diferentes IR nas mesmas séries, observa-se diferença significativa entre IR 45" e 90", sendo os maiores valores encontrados no IR de menor tempo.

A tabela 2 demonstra os valores referentes à FC de treino com os respectivos desvios padrão com diferentes IR.

Na tabela 2 observa-se diferença significativa entre o estado de repouso e as séries durante o exercício. Com intervalo de 45", observa-se diferença significativa entre a primeira e todas as outras séries. Além disso, houve diferença significativa entre a segunda e terceira séries, sendo os maiores valores encontrados na última série. O intervalo de 60" demonstrou diferença significativa entre a primeira e todas as outras séries além de diferença entre a segunda e terceira série. Todavia, o IR de 90" demonstrou diferença apenas quando se compara a primeiras e todas as outras séries.

A tabela 3 compara a resposta do duplo-produto com os respectivos desvios padrão nos diferentes IR.

Tabela 1. Comparação da PAS (mmHg) entre os diferentes IR.

| IR | Repouso | 1ª série | 2ª série | 3ª série |
|-----|---------------|---------------|---------------|--------------|
| 45" | 109,8 ± 7,96* | 143 ± 8,01† | 156,6 ± 8,69 | 160 ± 6,79π |
| 60" | 111,4 ± 7,48* | 144,8 ± 8,12β | 153,2 ± 8,85€ | 159,2 ± 8,65 |
| 90" | 110,2 ± 7,96* | 142,8 ± 6,67¥ | 151,6 ± 831 | 152,6 ± 7,60 |

* Diferença significativa entre repouso e todas as séries. † Diferença significativa entre primeira e todas as outras séries em 45". β Diferença significativa entre primeira e todas as outras séries em 60". € Diferença significativa entre segunda e terceira série em 60". ¥ Diferença significativa entre primeira e todas as outras séries em 90". π Diferença significativa entre 45" e 90" na terceira série.

Tabela 2. Comparação da FC (bpm) entre os diferentes IR.

| IR | Repouso | 1ª série | 2ª série | 3ª série |
|-----|--------------|----------------|----------------|---------------|
| 45" | 67,8 ± 5,73* | 126,9 ± 12,60† | 139,1 ± 13,1β | 145,6 ± 10,33 |
| 60" | 68,5 ± 3,71* | 131,9 ± 16,08¥ | 139,4 ± 14,74£ | 143,1 ± 13,59 |
| 90" | 65,5 ± 5,06* | 127,8 ± 15,27μ | 133,6 ± 14,43 | 136,3 ± 15,04 |

* Diferença significativa entre repouso e todas as séries. † Diferença significativa entre primeira e todas as outras séries em 45". β Diferença significativa entre segunda e terceira série em 45". ¥ Diferença significativa entre primeira e todas as outras séries em 60". £ Diferença significativa entre segunda e terceira série em 60". μ Diferença significativa entre primeira e todas as outras séries em 90".

Tabela 3. Comparação do DP (mmHg.bpm) entre os diferentes IR.

| IR | Repouso | 1ª série | 2ª série | 3ª série |
|-----|------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| 45" | 7.429,4 ± 654,1* | 18.171,4 ± 2.299† | 21.856,4 ± 3.078,4β | 23.328,6 ± 2.332,2 |
| 60" | 7.618,6 ± 470,4* | 19.179 ± 3.259,9# | 21.449,4 ± 3.454,8¥ | 22.868,2 ± 3.358,3 |
| 90" | 7.203,8 ± 572,9* | 18.240 ± 2.247,1£ | 20.273,8 ± 2.630,9 | 20.806 ± 2.563,6 |

* Diferença significativa entre repouso e todas as séries. † Diferença significativa entre primeira e todas as outras séries em 45". β Diferença significativa entre segunda e terceira série em 45". # Diferença significativa entre primeira e todas as outras séries em 60". ¥ Diferença significativa entre segunda e terceira série em 60". £ Diferença significativa entre primeira e todas as outras séries em 90".

De acordo com a tabela 3, pode se observar diferença significativa entre o estado de repouso e as séries subsequentes. Além disso, foram encontradas diferenças significativas entre a primeira e todas as outras

séries e entre a segunda e terceira série em 45". No IR de 60", houve diferença significativa entre a primeira e todas as outras séries, além de na segunda e terceira série. Com IR de 90", observa-se diferença significativa entre a primeira e todas as outras séries. Quando se compara os diferentes IR, não houve diferença significativa entre eles.

DISCUSSÃO

O método direto para a aferição da PA durante exercício é realizado por cateter intra-arterial¹⁷. Porém, como este método é invasivo, de custo elevado e desconfortável para o voluntário, devido à dor, nosso estudo decidiu aderir à outra forma de aferição da PA. Assim, o método auscultatório, mesmo subestimando os valores da PA, é aceito e muito utilizado dentro do meio científico¹⁶. Contudo, esse meio de aferição é o mais utilizado cotidianamente na prática de serviços da área da saúde. Além disso, sabe-se que a PA decai em torno de três segundos em exercícios submáximos e em até 10 segundos em exercício máximo¹¹. Assim, o estudo obedeceu às normas para a aferição da PA em ER, impedindo a hipotensão pós-exercício.

Na tabela 1 estão apresentados os valores referentes à PAS. O aumento dessa variável durante a execução do exercício, quando comparado ao repouso, denominado efeito inotrópico positivo, é explicado pelo fato da vasoconstrição das artérias e arteríolas dos tecidos inativos, favorecendo o retorno venoso e este aumentando atividade de contração muscular cardíaca, além do aumento de volume sistólico, que é um fator primordial para tal^{10,18}.

Durante o exercício, observou-se diferença entre a primeira e todas as outras séries, em todos os diferentes IR. Em estudo similar, Polito¹⁹, ao estudar o efeito de dois diferentes intervalos de recuperação na cadeira extensora, observou que a PA é influenciada de forma direta pelo número de série bem como o IR entre séries, sendo os maiores valores encontrados no IR de menor tempo. Conforme Pollock²⁰, a PA é influenciada de forma a aumentar a resposta quando submetida às intensidades altas de esforço, bem como a musculatura envolvida no exercício. Assim, o estudo demonstra que o exercício aumenta esta variável entre as séries, independentemente do IR. Todavia, quando se compara os diferentes IR, na terceira série, houve diferença entre IR45" e IR90". Dessa forma, o menor IR causou um aumento significativo quando comparado ao maior. A explicação mais provável é pelo fato de que o IR90" acarretou maior descanso entre as séries, assim os níveis pressóricos não aumentaram de forma semelhante ao IR45". Todavia, o tempo de descanso *versus* exercício é um fator no qual pode alterar

a resposta da PA. A tabela 2 demonstra a resposta da FC durante a execução do exercício. Sabe-se que a FC está diretamente relacionada com a taxa de trabalho^{5,7}. Dessa forma, esta variável está relacionada ao número de repetições, carga mobilizada e natureza do exercício²¹. Os valores encontrados nas séries subsequentes do exercício são maiores quando comparados ao repouso, fenômeno denominado efeito cronotrópico positivo, ou seja, aumento da FC quando comparada ao estado de repouso. Tal fato é explicado por diminuição do tônus parasimpático e aumento do tônus simpático, desencadeado pelo córtex motor e neurônios aferentes (mecanorreceptores e quimiorreceptores), que transmitem as informações para o centro cardiovascular, aumentando assim o tônus simpático cardíaco, liberando maior quantidade de norepinefrina, desencadeando maior atividade do nodo sinoatrial, conseqüentemente, aumento da frequência cardíaca^{5,7,10}.

Segundo os achados, a FC apresentou diferença entre a primeira e todas as séries, demonstrando um efeito acumulativo das séries, ou seja, à medida que se aumentam as séries, observa-se maiores respostas da FC^{21,22}. Dessa forma, os valores da FC são alterados pelos IR.

A tabela 3 demonstra os resultados encontrados referente ao DP. Esta variável demonstra a taxa de sobrecarga imposta ao coração e esta variável está intimamente relacionada com o consumo de oxigênio pelo miocárdio^{5,23}. De acordo com os valores encontrados, observa-se menor sobrecarga na primeira série comparada com a segunda e terceira séries. Dessa forma, o aumento das séries, bem como repetições, são as causas por tal fato^{8,13,14,16}. Além disso, as alterações da PAS mas, principalmente, dos valores de FC, são os maiores responsáveis pelo aumento do DP²⁴. Todavia, o estudo demonstra que os IR, principalmente interséries, são influenciadas também pelo aumento da PAS, conforme resultados obtidos entre os IR de 45" e 90".

CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia aplicada e os resultados encontrados, conclui-se que a PAS e FC, quando comparadas intrasséries, são sensíveis ao número de séries. Porém, quando se compara as respostas hemodinâmicas entre os IR, há maior tendência de o menor IR (IR45") causar aumento da sobrecarga cardíaca, principalmente pelo aumento da PAS.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Fleck SJ, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
2. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.
3. Forjaz CLM, Rezk CC, Melo CM, Santos DA, Teixeira L, Nery SS, et al. Exercício resistido para o paciente hipertenso: indicação ou contra-indicação. Rev Bras Hipertens 2003;10:119-24.
4. Silva CA, Lima WC. Efeito benéfico do exercício físico no controle metabólico do diabetes mellitus tipo 2 a curto prazo. Arq Bras Endocr Metab 2002;46:550-6.
5. Wilmore JH, Costill DL, Kenney WL. Fisiologia do esporte e exercício. 4ª ed. Barueri: Manole, 2010.
6. Sandoval AEP. Medicina do esporte: princípio e prática. 1ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.
7. Powers SK, Howley ET. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 5ª ed. Barueri: Manole, 2005.
8. 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;2:29-49.
9. McArdle WD, Katch SJ, Katch VL. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.
10. Guyton AC, Hall JE. Tratado de fisiologia médica. 10ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
11. MacDougall JD, Tuxen D. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. J Appl Physiol 1985;58:785-90.
12. Gotshall RW, Gootman J, Byrnes WC, Fleck SJ, Valovich TC. Noninvasive characterization of the blood pressure response to the double-leg press exercise. J Exerc Physiol 1999;2:1-6.
13. Santos EP, Costa JCCC, Silva WC, Navarro AC, Silva AS. Duplo-produto em exercícios de força realizados em duas velocidades diferentes. Rev Bras Prescr Fisiol Exerc 2010;4:252-6.
14. Polito MD, Rosa CC, Schardong P. Respostas cardiovasculares agudas na extensão do joelho realizada em diferentes formas de execução. Rev Bras Med Esporte 2004;10:173-6.
15. Position stand on progression models in resistance training for healthy adults. American College Sports Medicine, 2002.
16. Polito MD, Farinatti PTV. Considerações sobre a medida da pressão arterial em exercícios contra-resistência. Rev Bras Med Esporte. 2003;9:1-9
17. Raftery EB. Direct versus indirect measurement of blood pressure. J Hypertens Suppl 1991;9:S10-2.
18. Klinke R, Silbernagl S. Tratado de fisiologia. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
19. Polito MD, Simão R, Nóbrega ACL, Farinatti PTV. Pressão arterial, frequência cardíaca e duplo-produto em séries sucessivas do exercício de força com diferentes intervalos de recuperação. Rev Port Cienc Desp. 2004;4:7-15
20. Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease. Circulation 2000;101:828-33.
21. Farinatti PTV, Assis BFCB. Estudo da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em exercício contra-resistência e aeróbio contínuo. Rev Bras Ativ Fis Saúde 2000;5:5-16.
22. Heyward VH. Avaliação física e prescrição de exercício. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
23. Fornitano LD, Godoy MFD. Duplo-produto elevado como preditor de ausência de coronariopatia obstrutiva de grau importante em pacientes com teste ergométrico positivo. Arq Bras Cardiol 2006;86:138-44.
24. Câmara LC, Santarém JM, Wolosker N, Dias RMR. Exercícios resistidos terapêuticos para indivíduos com doença arterial obstrutiva periférica: evidências para a prescrição. J Vasc Bras 2007;6:248-57.