

Efeito agudo do exercício resistido dinâmico realizado abaixo e acima do limiar de lactato sanguíneo sobre frequência cardíaca e modulação cardíaca parassimpática de mulher hipertensa e diabética

Acute effect of dynamic resistance exercise performed below and above the blood lactate threshold on heart rate and parasympathetic cardiac modulation in hypertensive and diabetic women

DOI:10.34117/bjdv8n11-032

Recebimento dos originais: 03/10/2022

Aceitação para publicação: 31/10/2022

Angélica Cristiane da Cruz Britto

Doutora em Desenvolvimento Humano e Tecnologias

Instituição: Sociedade Beneficente Israelita Brasileira Hospital Albert Einstein

Endereço: Rua General Eldes de Souza Guedes, Nº 74, São Paulo – SP,

CEP: 05628-050,

E-mail: angelica.cristianedc@hotmail.com

Eduardo Federighi Baisi Chagas

Doutor em Desenvolvimento Humano e Tecnologias

Instituição: Universidade de Marília (UNIMAR)

Endereço: Avenida Higyno Muzzi Filho 1001, Marília – SP, CEP: 17525-902

E-mail: efbchagas@unimar.br

Pedro Henrique Rodrigues

Doutor em Desenvolvimento Humano e Tecnologias

Instituição: Faculdade de Ensino Superior do Interior Paulista (FAIP)

Endereço: Av. Dr. Hercules Galeti. 321a, BL 15, Marília - SP, CEP:17527-350

E-mail: pedrohr.edfisica@gmail.com

Pauline Romualdo Cogo

Mestrado em Desenvolvimento Humano e Tecnologias

Instituição: Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Endereço: Av. Hygino Muzzi Filho, 737, Marília - SP, CEP:17525-900

E-mail: prcogo@gmail.com

Juliana Lôbo Froio

Mestrado em Desenvolvimento Humano e Tecnologias

Instituição: Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Endereço: Av. Hygino Muzzi Filho, 737, Marília - SP, CEP:17525-900

E-mail: julianalobofroio@hotmail.com

Cristiano Sales da Silva (Em Memória)

Doutor em Desenvolvimento Humano e Tecnologias
Instituição: Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Endereço: Av. Hygino Muzzi Filho, 737, Marília - SP, CEP:17525-900
E-mail: c.sales.silva@gmail.com

Robison José Quitério

Pós-Doutor e Livre docente
Instituição: Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Endereço: Av. Hygino Muzzi Filho, 737, Marília - SP, CEP:17525-900
E-mail: robison.quiterio@unesp.br

RESUMO

Introdução: Diabetes Mellitus tipo 2 pode causar alterações do sistema nervoso autônomo levando a prejuízos nas respostas durante o exercício físico. Uma das formas de avaliar esse sistema é através da frequência cardíaca (FC) e da variabilidade da frequência cardíaca (VFC). O limiar de lactato (LL) sanguíneo é momento metabólico extremamente útil e muito utilizado para prescrição individualizada da intensidade do exercício aeróbio. **Objetivo:** Investigar o efeito agudo do exercício físico resistido dinâmico realizado abaixo e acima do LL sobre a frequência cardíaca e a modulação cardíaca parassimpática de mulher hipertensa e diabética. **Material e método:** A amostra foi composta por uma mulher de 55 anos hipertensa e diabética tipo 2. O limiar de lactato foi determinado durante o exercício de extensão de joelho (mesa romana) e aplicado dois testes: um com 10 % abaixo e outro com 10% acima do LL, com duração de um minuto cada um, mantendo respiração espontânea e sem apneia. **Resultados:** FC repouso = 68 e 67 bpm; FC máxima durante exercício = 86 e 93 bpm; % da FC de reserva = 18,5 e 26,3; RMSSD repouso = 13,5 e 18,8 ms; RMSSD exercício = 9,0 e 10,6; SD1 repouso = 9,7 e 13,4; SD1 exercício = 6,4 e 7,6. **Conclusão:** Um minuto de exercício de extensão do joelho a 20% da carga máxima causa sobrecarga cronotrópica 18,5% e diminuição da modulação cardíaca parassimpática em 33%. Na intensidade com 40% da carga máxima, acima do LL, ocorre, aumento e diminuição adicional na sobrecarga cronotrópica (7,75) e modulação parassimpática cardíaca (10%), respectivamente, de mulher hipertensa e diabética

Palavras-chave: lactato, frequência cardíaca, exercício resistido.

ABSTRACT

Introduction: Type 2 Diabetes Mellitus can cause changes in the autonomic nervous system, leading to impaired responses during physical exercise. One of the ways to evaluate this system is through heart rate (HR) and heart rate variability (HRV). The blood lactate threshold (LL) is an extremely useful metabolic moment and is widely used for individualized prescription of aerobic exercise intensity. **Objective:** To investigate the acute effect of dynamic resistance exercise performed below and above the LT on heart rate and parasympathetic cardiac modulation in hypertensive and diabetic women. **Material and method:** The sample consisted of a 55-year-old hypertensive woman with type 2 diabetes. The lactate threshold was determined during the knee extension exercise (roman table) and two tests were applied: one with 10% below and the other with 10% above the LT, lasting one minute each, maintaining spontaneous breathing and without apnea. **Results:** HR at rest = 68 and 67 bpm; maximum HR during exercise = 86 and 93 bpm; % of reserve FC = 18.5 and 26.3; RMSSD rest = 13.5 and 18.8 ms; RMSSD exercise

= 9.0 and 10.6; SD1 rest = 9.7 and 13.4; SD1 exercise = 6.4 and 7.6. Conclusion: One minute of knee extension exercise at 20% of maximum load causes 18.5% chronotropic overload and 33% decrease in parasympathetic cardiac modulation. At the intensity with 40% of the maximum load, above the LT, there is an additional increase and decrease in chronotropic overload (7.75) and cardiac parasympathetic modulation (10%), respectively, in hypertensive and diabetic women.

Keywords: lactate, heart rate, resistance exercise.

1 INTRODUÇÃO

Um mecanismo para o desenvolvimento de diabetes mellitus tipo 2 (DM2) é o aumento gradual de glicose sanguínea em resposta ao declínio da secreção de insulina e diminuição do metabolismo hepático e muscular. Se os níveis de glicose permanecem elevados geram danos às fibras nervosas periféricas, causando aumento na atividade simpática e diminuição vagal, fazendo com que haja um transporte deficiente de glicose do sangue para as células musculares.^{1,2}

Indivíduos diabéticos podem apresentar disfunção autonômica identificada na maioria das vezes na condição de repouso, mas torna-se evidente durante ou após esforço físico,³ em virtude da necessidade de ajustes complexos e intensos mediados pelos sistemas simpático e parassimpático. Esses sistemas podem e devem ser investigados através de índices da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), tanto durante o repouso quanto durante o esforço, pois afetam a capacidade dos indivíduos diabéticos para as atividades físicas diárias e estão associadas ao aumento do risco relativo de infarto do miocárdio e morte súbita.^{4 5}

Ao longo do esforço físico o aumento da atividade simpática em resposta ao incremento da intensidade do exercício estimula a produção das catecolaminas, resultando na elevação dos níveis de glicemia e consequentemente de lactato,⁶ cuja concentração sanguínea permanece estável até o limiar de lactato (LL), momento em que a produção deste substrato supera a capacidade de remoção do organismo.⁷ Durante o exercício resistido, este ponto ocorre geralmente em intensidades moderadas, aproximadamente 30% de 1 repetição máxima (1RM), tanto para indivíduos ativos, quanto para sedentários.⁸ Esses achados têm contribuído para novas abordagens com fins terapêuticos e como uma forma de tratamento não farmacológico para a população com DM2.

O LL é um momento metabólico extremamente útil e muito utilizado para prescrição individualizada da intensidade do exercício aeróbio^{9,10}. Esse conceito vem sendo investigado, também, como método de prescrição e investigação dos efeitos agudos e crônicos do exercício resistido^{11,12}. Pouco se sabe a respeito dos ajustes autonômicos cardíacos a esse tipo de exercício com diferentes níveis de estresse mecânico e metabólico.

Diante disso o objetivo dessa pesquisa foi investigar o efeito agudo do exercício físico resistido dinâmico realizado abaixo e acima do LL sobre a frequência cardíaca e a modulação cardíaca parassimpática de mulher hipertensa e diabética.

2 MATERIAL E MÉTODO

A pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo seres Humanos, de acordo com a Resolução 466/2012 e suas Complementares do Conselho Nacional de Saúde e aprovado pelo CEP 1106/2014. A voluntária foi informada sobre os procedimentos experimentais, bem como do fato desses não afetarem sua saúde. Foi esclarecida também quanto ao sigilo das informações e da sua identidade. Após ter lido e concordado, assinou um termo de consentimento livre e esclarecido.

A amostra foi composta por uma mulher com 55 anos, hipertensa e diabética tipo 2, com medicação otimizada. Os experimentos foram realizados no mesmo período do dia, para padronizar as influências das variações circadianas sobre o organismo. A voluntária usou roupas confortáveis e na véspera dos testes não ingeriu bebidas alcoólicas e/ou estimulantes (chá, café, outros), não realizou atividades físicas extenuantes e fez uma refeição leve pelo menos 2 horas antes dos testes. No dia da realização dos testes, as condições relacionadas ao estado de saúde da voluntária foram observadas, para verificar a ocorrência de uma noite de sono regular e para confirmar se as variáveis FC e pressão arterial (PA) estavam dentro dos limites de normalidade. Para reduzir a ansiedade e expectativa por parte da voluntária, foram feitos procedimentos de familiarização da mesma com o protocolo de teste, com o grupo técnico de pesquisadores e com equipamentos. A sala experimental foi mantida com temperatura de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e a umidade relativa do ar em $50 \pm 10\%$.

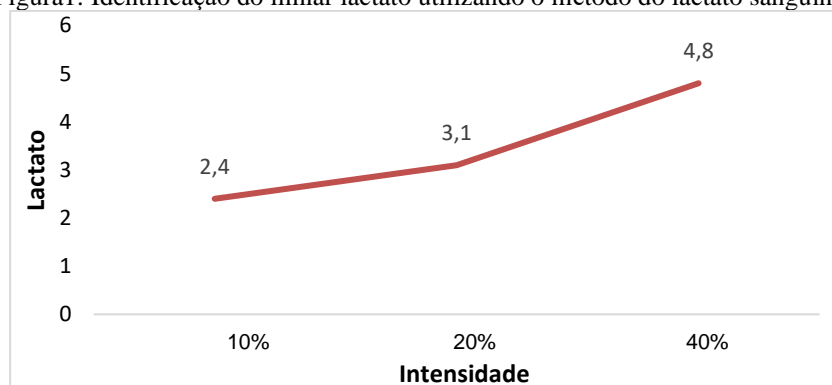
A voluntária realizou 4 séries progressivas (10, 20, 30 e 40% da carga máxima) de 20 repetições de exercício de extensão de joelho (mesa romana) durante um minuto, na postura sentada, respiração espontânea e sem apneia. Os intervalos R-R (iR-R) foram

registrados durante 1 minuto de repouso e durante o exercício e 5 minutos recuperação entre as séries. O lactato sanguíneo foi coletado do lóbulo da orelha, nos 15s iniciais do período de recuperação e quantificado (*Accutrend Plus – Roche, USA*). O aumento abrupto e exponencial da curva da lactatemia foi considerado como sendo LL⁵. Foram analisados os dados de FC e os índices de variabilidade da FC representativos da modulação cardíaca parassimpática, RMSSD e SD1, da carga 10% abaixo e 10% acima do LL. Foi calculado o percentual da FC de reserva atingido. Dados são apresentados de forma descritiva.

3 RESULTADOS

Os dados foram organizados sob a forma de estatística descritiva, com valores de média. A figura 1 apresentada graficamente permite identificar o limiar de lactato encontrado no indivíduo durante o exercício resistido dinâmico.

Figura1: Identificação do limiar lactato utilizando o método do lactato sanguíneo.



Na tabela 1 são representados os valores lactato, FC e índices parassimpáticos da VFC nas cargas de 20% e 40% de 1RM.

Tabela 1. Dados durante o repouso e durante o exercício em duas intensidades do exercício resistido.

	20%		40%	
	Rep	Exe	Rep	Exe
Lactato	----	3,1	----	4,8
RMSSD	13,53	9,04	18,89	10,68
SD1	9,73	6,47	13,47	7,66
FC	68,91	86,7	67,9	93,45
FC res	----	96,09	----	97,91
% FC res	----	18,51	----	26,92

Nota: Rep: repouso. Exe: exercício. RMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre iRR normais adjacentes, em um intervalo de tempo, expresso em milisegundos; SD1: desvio-padrão das distâncias dos pontos à diagonal $y = x$ do *plot* de *Poincare*. FC: frequência cardíaca. FC res: frequência cardíaca de reserva.

4 DISCUSSÃO

O presente estudo investigou o efeito agudo do exercício físico resistido dinâmico realizado abaixo e acima do LL sobre a FC e a modulação cardíaca parassimpática de uma mulher hipertensa e diabética.

O LL ocorreu em 30% da carga máxima, o que está de acordo com outros autores na literatura^{8, 13, 14, 15}. O estudo de Barros et al (2004)¹⁵ investigou o comportamento do lactato sanguíneo em três exercícios resistidos de membros superiores e inferiores, com metodologia semelhante ao do presente estudo e, observou que o LL ocorria em intensidades entre 28% e 31% de 1RM, de acordo com a método utilizado na nossa pesquisa o LL foi considerado a partir de um aumento abrupto e exponencial da curva média.

Uma justificativa para esse fenômeno ocorrer em intensidades por volta de 30% de 1RM é que, a partir desse momento, há o colapamento dos capilares resultando em um aumento linear da pressão intramuscular.¹⁶ Outra razão para esta ocorrência é um maior número de unidades motoras recrutadas em intensidades acima de 30% de 1RM, o que provoca oclusão vascular gerando menor oferta de oxigênio e como resultado ao acúmulo de lactato sanguíneo.⁸

Em relação a influência da intensidade sobre as respostas da FC a literatura aponta que conforme o aumento da intensidade mais unidades motoras devem ser recrutadas para realizar a contração e, conseqüentemente a demanda energética aumenta, levando a uma sobrecarga cardíaca, aumentando a FC^{17,18} ocorrendo diminuição da modulação vagal e incremento da atividade simpática^{19,20}, o que foi observado no presente estudo ao analisar a redução dos índices da VFC RMSSD e SD1.

Com a progressão do exercício tem-se o aumento da produção de lactato e o os impulsos passam a ser transmitidos por fibras do tipo IV (metabolorreceptores),²¹ somando-se aos mecânicos, contribuindo para o aumento da FC. Observamos que conforme a intensidade vai aumentando, a FC instantânea bem como sua variação e porcentagem de reserva também sofrem aumentos, isso ocorre pelo motivo já exemplificado de que quanto maior o número de unidades motoras recrutadas durante o exercício, maior é o aumento da FC.¹⁸

5 CONCLUSÃO

Um minuto de exercício de extensão do joelho a 20% da carga máxima causa sobrecarga cronotrópica 18,5% e diminuição da modulação cardíaca parassimpática em 33%. Na intensidade com 40% da carga máxima, acima do LL, ocorre, aumento e diminuição adicional na sobrecarga cronotrópica (7,75) e modulação parassimpática cardíaca (10%), respectivamente, de mulher hipertensa e diabética

REFERÊNCIAS

1. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, Slentz CA. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *New England Journal of Medicine*, 2002;347;19, 1483-1492.
2. Must A, Spadano J, Coakley EH, Field AE, Colditz G, Dietz WH. The disease burden associated with overweight and obesity. *Jama*, 1999;282;16, 1523-1529.
3. Figueroa A, Baynard T, Fernhall B, Carhart R, Kanaley J. A. Endurance training improves post-exercise cardiac autonomic modulation in obese women with and without type 2 diabetes. *Eur J Appl Physiol*. 2007;100, 4, 437-44.
4. Willich SN, Lewis M, Lowel H, Arntz HR, Schubert F, Schroder R. Physical exertion as a trigger of acute myocardial infarction. *New England Journal of Medicine*. 1993;329, 23, 1684- 1690.
5. Siscovick DS, Weiss NS, Fletcher RH, Lasky T. The incidence of primary cardiac arrest during vigorous exercise. *New England Journal of Medicine*. 1984;311, 874-877.
6. Cavalcanti MDS, Reinert J, De-Oliveira FR, et al. Resposta da variabilidade da frequência cardíaca e glicemia durante o exercício incremental. *Brazilianjournalofbiomotricity*. 2010; 4;4, p.256-265.
7. Wasserman K, Whipp BJ, Koyal SN, Beaver WL. Anaerobic Threshold and Respiratory Gas exchange during Exercise. *JournalofAppliedPhysiology*. 1973;35, 236-243.
8. Oliveira JC, Baldissera V, Simões HG, et al. Identificação do limiar de lactato e limiar glicêmico em exercícios resistidos. *Rev Bras Med Esporte*. 2006;12; 6.
9. Guglielmo LGA, Denadai BS. Validade do ergômetro de braço para a determinação do limiar anaeróbio e da performance aeróbia de nadadores. *Rev Port Cien Desp* 1-3, 2001.
10. ROCHA, Rodrigo Mendes et al. A Variação do método de incremento de cargas não altera a determinação do limiar de lactato em exercício resistido. *Rev. bras. med. esporte*, v. 16, n. 4, p. 282-285, 2010.
11. Quitério, R. J., Melo, R. C., Takahashi, A. C. M., Aniceto, I. A. V., Silva, e., Catai, A. M. Torque, Myoelectric signal and heart rate responses during concentric and eccentric exercises in older men. *Rev Bras Fisioter*, São Carlos, 2011, v. 15, n. 1, p. 8-14.
12. Simões, R. P. "Interação da variabilidade da frequência cardíaca e do lactato sanguíneo durante o exercício resistido em idosos saudáveis." 2010.
13. BRUNETTO, Antônio Fernando et al. Limiar ventilatório e variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes. *Rev Bras Med Esporte*. Voll.11, n.1, pp. 22-27. 2005.

14. Simões RP, Mendes RG, Castello V, et al. Heart-rate variability and blood-lactate threshold inter action during progressive resistance exercise in health older men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(5), 1313-1320.
15. Barros CLM, Agostini GG, Garcia ES, Baldissera V. Limiar de lactato em exercício resistido. *Ver Motriz*. 2004;10; n. 1:31-6.
16. Phillips CA Petrofsky JS. The passive elastic force-velocity relationship of cat skeletal muscle: Influence upon the maximal contractile element velocity. *Journal of biomechanics*. 1981; 14(6), 399-403.
17. Quitério RJ, Moraes FR, Oliveira L, Teixeira LC, Gallo JRL, Catai AM, Silva E. Influences of torque and joint angle on heart rate responses during isometric exercise in young men. *Rev. bras. fisioter., São Carlos*, 2007;11;3;185190.
18. Brum PC, Forjaz CDM, Tinucci T, Negrão CE. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev Paul Educ Fis*. 2004.18, 21-31.
19. BRUNETTO, Antônio Fernando et al. Limiar ventilatório e variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes. *Rev Bras Med Esporte*. Voll.11, n.1, pp. 22-27. 2005.
20. LIMA, Jorge Roberto Perrou; KISS, Maria Augusta Peduti Dal'Molin. Limiar de variabilidade da frequência cardíaca. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, v. 4, n. 1, p. 29-38, 2012.
21. Quitério RJ. Efeito agudo e crônico do exercício resistido de alta intensidade sobre o torque, atividade eletromiográfica do vasto lateral e frequência cardíaca de homens idosos. 2010.