

EXERCÍCIO RESISTIDO EM CIRCUITO PROMOVE REDUÇÃO AGUDA DA GLICEMIA EM DIABÉTICOS NÃO-INSULINO-DEPENDENTESCássio Mascarenhas Robert-Pires¹,
Raphael Santos Teodoro de Carvalho²**RESUMO**

Apesar do avanço das pesquisas em relação ao valor do exercício resistido na terapêutica global do diabetes tipo 2, pouco se conhece sobre os perfis de reposta aguda da glicemia nesses indivíduos, aos distintos protocolos de treinamento resistido. Dada a escassez de estudo com essa proposição, nosso estudo tem por objetivo verificar o impacto glicêmico agudo de uma sessão de exercício resistido em circuito composto de doze exercícios, realizados de forma alternada por grupamento muscular, realizados em uma única volta no circuito, com 20 repetições submáximas em indivíduos diabéticos não-insulino-dependentes. Foram recrutados 10 voluntários sedentários de ambos os sexos, com, no mínimo, 2 anos de diagnóstico da doença, que faziam uso apenas dos hipoglicemiantes orais para controle glicêmico. Os resultados demonstraram diferença significativa ($p < 0,05$) entre a glicemia capilar pré-exercício 203 mg/dl e pós-exercício 161 mg/dl, uma redução de 20,7%, nos permitindo concluir que sessões de exercício resistido realizadas sob o método de circuito, com intensidades moderadas e repetições submáximas, promovem reduções importantes da glicemia capilar e podem ser prescritas sem riscos metabólicos para diabéticos não-insulino-dependentes.

Palavras-chave: Exercício resistido, Circuito, Glicose Sanguínea, Diabetes Mellitus.

1-Licenciado em Educação Física, FESC, São Carlos, SP; Pós-graduado em Treinamento Desportivo, UNIMEP, Piracicaba, SP; Pós-graduado em Ciências do Esporte, UNICAMP, Campinas, SP; Mestre em Ciências Fisiológicas, UFSCar, São Carlos, SP; Doutorando em Ciências Nutricionais, UNESP, Araraquara, SP. Docente UNIARA (Araraquara, SP) e Moura Lacerda (Ribeirão Preto, SP); Diretor do CEFEMA (Centro de Estudos em Fisiologia do Exercício, Musculação e Avaliação Física), Araraquara, SP.

ABSTRACT

Resistive circuit promotes exercise reduction of blood glucose in diabetic acute non-insulin-dependent

Despite the advancement of research in relation to the value of resistance exercise in the overall treatment of type 2 diabetes, little is known about the profiles of acute glycemic response in these individuals, the different resistance training protocols. Given the dearth of study of this proposition, our study aims to determine the acute glycemic impact of a session of resistance exercise circuit consisting of twelve exercises, conducted alternately by muscle group, performed in a single lap on the circuit with 20 submaximal repetitions in diabetic non-insulin dependent. We recruited 10 sedentary volunteers of both sexes, with at least 2 years of diagnosis of the disease, which only made use of oral hypoglycemic agents for glycemic control. The results showed significant difference ($p < 0.05$) between the pre-exercise 203 mg/dl and post-exercise 161 mg/dl, a reduction of 20.7%, allowing us to conclude that resistance exercise sessions performed under the method of circuit, with moderate intensity and submaximal repetitions, further significant reductions of blood glucose monitoring and can be prescribed without metabolic risk for diabetic non-insulin dependent.

Key words: Resistance exercise, Circuit, Blood Glucose, Diabetes Mellitus.

2-Graduado em Educação Física, UNAERP, Ribeirão Preto, SP; Pós-Graduado em Fisiologia do Exercício, UFSCar, São Carlos, SP; Mestrando em Ciências, EERP-USP, Ribeirão Preto, SP; Membro pesquisador do CEFEMA, Araraquara, SP.

E-mail:
cassio@cefema.com.br
raphaelstcarvalho@gmail.com

INTRODUÇÃO

O exercício físico regular tem se mostrado altamente eficaz no controle da glicemia em portadores de diabetes tipo 2 (Graves e Franklin, 2006).

Há alguns anos os estudos têm mostrado os efeitos benéficos de programas aeróbios na redução da glicemia de jejum nesses indivíduos (Schneider e colaboradores, 1992).

Mais recentemente, a literatura tem apontado para os benefícios do exercício resistido, no sentido de prevenção e tratamento do diabetes tipo 2.

Davi e Green (2007) afirmam que o exercício resistido contribui decisivamente na melhora do quadro de sensibilidade insulínica no diabético tipo 2, por meio principalmente do resgate da massa magra. Os autores admitem que a perda de massa magra (sarcopenia) associada ao envelhecimento, consiste em importante fator de risco no desenvolvimento dos distúrbios metabólicos associados ao diabetes tipo 2.

Grande parte dos estudos com exercício resistido em diabéticos tem sido conduzida com treinamento em circuito, em intensidades moderadas (50-60% de 1RM), com repetições em torno de 12 a 15 e intervalos de aproximadamente 30 segundos a 1 minuto (ACSM, 2000).

No entanto, a literatura tem essencialmente voltado à atenção para os efeitos crônicos do exercício resistido sobre o controle glicêmico. Nesse sentido, têm sido evidenciados resultados favoráveis sobre Hb glicada (Baldi e Snowling, 2003; Eriksson e colaboradores, 1997), expressão e translocação de GLUT-4 nos músculos esqueléticos (Goodyear, Hirshman e Horton, 1991; Pereira e Lancha Junior, 2004), mecanismos sinalizadores intramusculares reguladores da ação insulínica (Sakamoto e Goodyear, 2002), redução de gordura corporal concomitante ao aumento de massa magra (Lamonte, Blair e Church, 2005; Bassuk e Manson, 2005; Ivy, 1997) e glicemia de jejum (Dunstan e colaboradores, 1998; Fenicchia e colaboradores, 2004).

Apesar do avanço das pesquisas em relação ao valor do exercício resistido na terapêutica global do diabetes tipo 2, pouco se conhece sobre os perfis de reposta aguda da glicemia nesses indivíduos, aos distintos

protocolos de treinamento resistido, dada a escassez de estudo com essa proposição.

Num dos raros estudos nessa linha de investigação, Miller e colaboradores (1994) observaram um melhor perfil de normalização da homeostasia glicêmica (melhor tolerância à glicose) após sessão de exercício resistido isocinético de alta intensidade (5 repetições) comparada à sessão de baixa intensidade (15 repetições).

Esse estudo, entretanto, foi conduzido com voluntários não diabéticos. Lara (2009), em um estudo com um voluntário diabético, observou reduções agudas em torno de 28% e 55%, duas horas após sessões de treinamento de força e caminhada, respectivamente.

Similarmente Lopes, Sangelmi e Lima (2009), observaram reduções de cerca de 25 a 30% após sessões de ginástica e hidroginástica, com volumes de 45 minutos. Entretanto, pouco se conhece sobre o perfil de resposta glicêmica ao exercício resistido, em suas mais variadas manipulações dos componentes da carga de treino.

Assim sendo, o presente estudo tem por objetivo verificar o impacto glicêmico agudo de uma sessão de exercício resistido em circuito de intensidade moderada, em indivíduos diabéticos não-insulino-dependentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Sujeitos

Foram recrutados para o presente estudo, 10 (dez) voluntários diabéticos tipo 2 de ambos os sexos (8 do sexo feminino e 2 do sexo masculino) com, no mínimo, 2 anos de diagnóstico da doença. Para participação no estudo, os voluntários não poderiam ser usuários de insulina ou qualquer outra medicação, além dos hipoglicemiantes orais para controle glicêmico.

Também não poderiam ter participado de qualquer atividade física regular e sistemática nos últimos 2 anos, ou seja, deveriam ter se mantido sedentários nesse período. Todos os voluntários foram informados dos objetivos e riscos do presente estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, de acordo com a resolução 196/96 do CNS.

Procedimento Experimental**Mensuração da glicemia**

A glicemia capilar foi medida por meio de punção sanguínea no dedo indicador, utilizando-se lancetas descartáveis para perfuração. A verificação da glicemia capilar foi feita utilizando-se o glicosímetro Accu-Chek Advantage (Roche).

A coleta de sangue foi realizada antes e 5 (cinco) minutos após o final da sessão de treinamento resistido.

Os valores de glicemia prévios à sessão de treino (glicemia de entrada) serviram de base referencial para análise do impacto agudo do treinamento resistido sobre a glicemia capilar nos voluntários diabéticos.

Protocolo de treinamento

Os voluntários foram submetidos a um protocolo de treinamento resistido sob o método circuito, composto de doze exercícios, (quatro exercícios para coxa, dois para musculatura peitoral, dois para costas, dois para ombros, um para bíceps e um para tríceps), realizados de forma alternada por grupamento muscular, evitando-se que algum músculo agonista ou sinergista de um exercício fosse solicitado no exercício subsequente.

Os exercícios foram realizados em uma única volta no circuito, com 20 repetições submáximas (peso que o avaliado era capaz de realizar 25 repetições máximas), a uma velocidade de movimento de 3 a 4 segundos/repetição, com 1 minuto de intervalo entre cada exercício.

Os pesos de cada exercício foram determinados por meio de teste de 25 repetições máximas e todos os voluntários realizavam as séries com percepção subjetiva de esforço em torno de 13 a 15 (um pouco pesado a pesado) na Escala de Percepção Subjetiva de Esforço de Borg, ao final da série.

Análise Estatística

Os dados foram expressos em média e desvio padrão. Para comparação dos valores de glicemia antes e após a sessão de treinamento, foi utilizado o Teste t Student, adotando-se como significativo um valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Os dados referentes à idade e características antropométricas dos voluntários estão expressos na Tabela 1. Os voluntários apresentaram idade de $57,3 \pm 9,8$ anos, peso corporal de $83,1 \pm 17,1$ Kg, estatura de $160,0 \pm 8,1$ cm e Índice de massa corpórea de $32,5 \pm 5,5$ Kg/m².

Tabela 1 - Dados de idade e antropometria dos voluntários, em valores médios \pm desvio padrão

	Voluntários (n= 10)
Idade (anos)	$57,3 \pm 9,8$
Peso (Kg)	$83,1 \pm 17,1$
Estatura (cm)	$160,0 \pm 8,1$
IMC (Kg/m ²)	$32,5 \pm 5,5$

Os valores médios e desvio padrão de glicemia capilar antes e após a sessão de treinamento resistido estão expressos na Tabela 2, assim como o percentual médio de redução da glicemia no grupo estudado. Antes de iniciar a sessão, a glicemia apresentou valores de $203,2 \pm 18,6$ mg/dl e, após o término da sessão, a glicemia encontrava-se em $161 \pm 12,4$ mg/dl, denotando, portanto, uma redução estatisticamente significativa ($p < 0,05$) de $20,7 \pm 4,8$ mg/dl em função da sessão de treinamento adotada.

Tabela 2 - Valores médios \pm desvio padrão da glicemia capilar antes e ao final da sessão de treino resistido.

	Glicemia (mg/dl)
Antes	$203,2 \pm 18,6$
Após	$161,4 \pm 12,4$
% redução	$20,7 \pm 4,8$

* diferença estatisticamente significativa em relação à glicemia antes do treino ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

O principal objetivo do presente estudo foi monitorar a resposta glicêmica aguda de uma sessão de exercício resistido com características de resistência muscular, em função do método, da intensidade e do volume de repetições adotados.

Os resultados obtidos estão em conformidade com outros estudos prévios, realizados, porém, em outros meios de exercício.

O estudo supracitado de Lopes, Sangelmi e Lima (2009) foi conduzido com exercícios de aulas típicas ginástica e hidroginástica, o que torna difícil a comparação da resposta glicêmica, uma vez que as solicitações metabólicas são bastante distintas em relação ao treinamento resistido em circuito.

Entretanto, um aspecto peculiar ao presente estudo, foi o fato de que ambos adotaram intensidades moderadas de esforço, fato que sugere que, nessas condições, exercícios dinâmicos (caminhada, corrida, ginástica, etc) e resistidos parecem promover diminuições agudas significativas da glicemia em diabéticos não-insulino-dependentes.

Nesse sentido, Simões e colaboradores (1999) observaram que a glicemia tende a aumentar, durante teste de esforço crescente, em intensidades superiores ao limiar anaeróbio (LA), provavelmente devido ao aumento da glicogenólise e neoglicogênese hepática.

Essa resposta específica de aumento da glicemia em intensidades acima do LA pode ser influenciada por aumento da liberação de adrenalina, cortisol e glucagon, bem como pelo aumento da glicogenólise intramuscular (com consequente diminuição da difusão facilitada de glicose para os músculos) e pela diminuição do fluxo sanguíneo hepático, o que determina aumento da atividade glicolítica e neoglicogênica (Denadai, 1995).

Corroborando com esses dados, Lara (2009), observou redução aguda de 55% da glicemia em voluntário diabético, após sessão de caminhada a 60% da reserva de frequência cardíaca e redução aguda de 28% após sessão de circuito resistido com intensidade de 60% 1RM.

No presente estudo, a redução foi em torno de 22%, porém, o estudo de Lara (2009) adotou três séries de 12 exercícios com 15 repetições, ou seja, um total de 540 repetições, ante 240 repetições totais de nosso estudo. A intensidade do presente estudo foi de cerca de 50% 1RM, com volume de 20 repetições e esse fato também pode interferir nas respostas metabólicas e na própria glicemia.

Além disso, o estudo citado utilizou somente um voluntário, o que também compromete as comparações. Em exercícios resistidos, a intensidade de esforço é

determinada por vários fatores, tais como o peso a ser levantado (absoluto e relativo), o número de repetições realizadas com esse peso, o intervalo de recuperação entre as séries, a velocidade de execução, os ângulos de trabalho, etc. No presente estudo, as variáveis determinantes da intensidade foram controladas no sentido de adotar uma carga geral de treino cuja percepção de esforço ficasse entre um pouco pesado e pesado na Escala de Borg (13 a 15).

Daí, ter sido utilizado um número de repetições aquém das máximas possíveis de serem realizadas com os pesos específicos em cada exercício (20% a menos de repetições), o que definimos como sendo repetições submáximas. Apesar disso, a intensidade adotada no presente estudo, que se situou em torno de 50% 1RM, estava acima do LA, de acordo com os estudos de De Agostini e colaboradores (2004), o qual observou que o LA em exercícios resistidos parece situar-se em torno de 30% 1RM.

No entanto, no estudo de De Agostini, não foram utilizadas séries sequenciais de exercício, o que pode interferir com a reposta metabólica e glicêmica no exercício resistido, notadamente com a utilização do método em circuito (adotado no presente estudo). Isto porque, segundo o autor, o LA no exercício resistido parece ser altamente influenciado pelo padrão de intermitência do fluxo sanguíneo, com maior vasoconstrição mecânica na fase concêntrica em intensidades superiores a 30% 1RM, assim como devido ao maior recrutamento de fibras do tipo II após essa intensidade. Neste sentido, o método em circuito deve ser altamente favorável ao aumento de fluxo sanguíneo e aporte de oxigênio, melhorando a oxidação de glicose.

Scott (2006) demonstrou que, em séries sucessivas típicas de resistência muscular ou hipertrofia, a contribuição do metabolismo aeróbio aumenta da primeira para a terceira série, em função do aumento do fluxo sanguíneo regional ao longo das séries. O autor também observou um maior gasto calórico (e maior utilização de glicose) nas séries com maior número de repetições.

Esse fato parece corroborar a suposição de que séries mais longas poderiam promover maior nível de redução aguda da glicemia e ser mais interessantes em sessões nas quais diabéticos apresentem glicemias de entrada mais altas.

O impacto de séries com repetições máximas e com pesos típicos de hipertrofia (70 a 85% 1RM), necessita ser melhor esclarecido.

Isquierdo e colaboradores (2009) verificaram que séries com intensidades de hipertrofia conduzidas com repetições até a falha concêntrica (repetições máximas) podem induzir maiores respostas de cortisol do que séries com repetições sem falha concêntrica (repetições submáximas).

Esse fato pode ser decisivo para o teor das respostas glicêmicas agudas em sessões de exercício resistido. Como no presente estudo, além dos pesos adotados serem de intensidades mais baixas (em torno de 50% 1RM), o fato das repetições serem submáximas, pode ter sido diretamente determinante da redução aguda da glicemia capilar. A investigação dessa hipótese merece maior atenção em estudos futuros.

Um aspecto que merece menção nos resultados do presente estudo é o fato de que, um tempo efetivo de trabalho de 12 minutos (1 minuto para cada exercício) já se mostrou suficiente para promover reduções significativas e fisiologicamente importantes da glicemia nos voluntários diabéticos.

Também deve ser ressaltado que esses resultados talvez devam ser considerados em função dos valores de glicemia de entrada (pré-sessão), uma vez que os mesmos, em diabéticos não-insulino-dependentes, determinam a concentração de insulina, o que pode, obviamente, influenciar diretamente o transporte e a mobilização de glicose durante o exercício. Provavelmente, com níveis inferiores de glicemia antes da sessão, a redução seja menor. Essa suposição, no entanto, necessita de maior esclarecimento em trabalhos futuros.

Para finalizar, os mecanismos responsáveis pela redução aguda da glicemia têm sido considerados como aqueles que favorecem o aumento da sensibilidade insulínica durante e após o exercício, tais como o aumento da expressão e translocação de GLUT-4 nos músculos esqueléticos, o aumento dos substratos de receptores de insulina e dos próprios receptores de insulina. Esses mecanismos não foram controlados no presente estudo e a magnitude com que o protocolo de exercício resistido pode influenciar cada um desses mecanismos

merece maior atenção por parte da comunidade científica especializada.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo nos permitem concluir que sessões de exercício resistido realizadas sob o método de circuito, com intensidades moderadas e repetições aquém da falha concêntrica, promovem reduções importantes da glicemia capilar e podem ser prescritas sem riscos metabólicos para diabéticos não-insulino-dependentes, os quais apresentem glicemias de entrada em torno de 200 mg/dl.

Entretanto, o impacto glicêmico agudo das sessões de exercício resistido com intensidades e volumes distintos, bem como conduzidas em variados métodos de treino, ainda necessita de maior esclarecimento, no sentido de se conhecer mais efetivamente os benefícios e riscos do exercício resistido e, as possibilidades de aplicação do exercício resistido no intuito de auxiliar o controle glicêmico agudo e crônico de diabéticos não-insulino-dependentes.

REFERÊNCIAS

- 1-Albright, A.; Franz, M.; Hornsby, G.; Kriska, A.; Marrero, D.; Ullrich, I.; Verity, L.S. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and type 2 diabetes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 32. Num. 7. 2000.
- 2-Baldi, J.C.; Snowling, N. Resistance training improves glycaemic control in obese type 2 diabetic men. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 24. Num. 6. 2003.
- 3-Bassuk, S.S.; Manson, J.E. Epidemiological evidence for the role of physical activity in reducing risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 99. Num. 3. p. 1193-1204. 2005.
- 4-Davi, J.K.; Green, J.M. Resistance Training and Type-2 Diabetes. *Strength and Conditioning Journal*. 2007.
- 5-De Agostini, G.G.; Barros, C.L.M.; Garcia, E.S.; Baldissera, V. Limiar de lactato em

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

exercício resistido. Motriz. Rio Claro. Vol. 10. Num. 1. p. 31-36. 2004.

6-Denadai, B.S. Limiar anaeróbio: Considerações Fisiológicas e Metodológicas, Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde, Vol. 1, Num. 2. 1995.

7-Dunstan, D.W.; Puddey, I.B.; Beilin, L.J.; Burke, V.; Morton, A.R.; Stanton, K.G. Effects of a short-term circuit weight training program on glycaemic control in NIDDM. Diabetes Research and Clinical Practice. Amsterdam. Vol. 40. p. 53-61. 1998.

8-Eriksson, J.; Taimela, S.; Eriksson, K.; Parviainen, S.; Peltonen, J.; Kujala, U. Resistance Training in the Treatment of Non-Insulin Dependent Diabetes Mellitus. International of Sports Medicine. Vol. 18. Num. 4. 1997.

9-Fenicchia, L.M.; Kanaley, J.A.; Azevedo Junior, J.L.; Miller, C.S.; Weinstock, R.S.; Carhart, R.L.; Ploutz-Snyder, L.L. Influence of resistance exercise training on glucose control in women with type 2 diabetes. Metabolism. Vol. 53, Num. 3. p. 284-289. 2004.

10-Goodyear, L.J.; Hirshman, M.F.; Horton, E.S. Exercise-induced translocation of skeletal muscle glucose transporters. The American Journal of Physiology. Vol. 261. 1991.

11-Graves, J.E.; Franklin, B.A. Treinamento Resistido na Saúde e Reabilitação. Revinter, 2006.

12-Ivy, J.L. Role of exercise training in the prevention and treatment of insulin resistance and non-insulin-dependent diabetes mellitus. Sports Medicine. Vol. 24. Num. 5. p. 321-36. 1997.

13-Izquierdo, M.; Ibañez, J.; Calbet, J.A.; Navarro-Amezqueta, I.; González-Izal, M.; Idoate, F.; Häkkinen, K.; Kraemer, W.J.; Palacios-Sarrasqueta, M.; Almar, M.; Gorostiaga, E.M. Cytokine and hormone responses to resistance training. European Journal of Applied Physiology. Vol. 107. Num. 4. p. 397-409. 2009.

14-LaMonte, M.J.; Blair, S.N.; Church, T.S. Physical activity and diabetes prevention.

Journal of Applied Physiology. Vol. 99. p. 1205-1213. 2005.

15-Lara, F.N. O efeito agudo do exercício de força e da caminhada, na glicemia de um indivíduo sedentário diabético do tipo 2. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício. Vol. 3. Num. 15. p. 248-254. 2009.

16-Lopes, M.B.M.; Sangelmi, M.V.S.; Lima, W.P. Efeito agudo da glicemia capilar em diabéticos tipo ii entre uma sessão de hidroginástica e outra de ginástica aeróbica. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício. São Paulo. Vol. 3. Num. 13. p. 78-83. 2009.

17-Miller, J.P.; Pratley, R.E.; Goldberg, A.P.; Gordon, P.; Rubin, M.; Treuth, M.S.; Ryan, A.S.; Hurley, B.F. Strength training increases insulin action in healthy 50- to 65-yr-old men. Journal of Applied Physiology. Vol. 77. Num. 3. p. 1122-7. 1994.

18-Pereira, L.O.; Lancha Junior, A. H. Effect of insulin and contraction up on glucose transport in skeletal muscle. Progress in Biophysics and Molecular Biology. USA. Vol. 84. p. 1-27, 2004.

19-Sakamoto, K.; Goodyear, L.J. Invited review: intracellular signaling in contracting skeletal muscle. Journal of Applied Physiology. Vol. 93, Num. 1. 2002.

20-Schneider, S.H.; Khachadurian, A.K.; Amorosa, L.F.; Clemow, L.; Ruderman, N.B. Ten-year experience with an exercise-based outpatient life-style modification program in the treatment of diabetes mellitus. Diabetes Care. Vol. 15. Num. 11. p. 1800-10. 1992.

21-Scott, C.B. Contribution of blood lactate to the energy expenditure of weight training. Journal of Strength and Conditioning Research. Vol. 20. Num. 2. p. 404-11. 2006.

22-Simões, H.G.; Grubert Campbell, C.S.; Kokubun, E.; Denadai, B.S.; Baldissera, V. Blood glucose responses in humans mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track tests. European Journal of Applied Physiology. Vol. 80. Num. 1. p. 34-40. 1999.

Recebido para publicação 16/05/2012
Aceito em 21/06/2012