

O ciclo glicose-ácido graxo durante exercício intenso: uma teoria contestável?

The glucose-fatty acid cycle during intense exercise: a contestable theory?

Fábio Rosseto¹

Em apreciação ao estudo de Silveira e cols. (1), publicado em 2011 nos *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, e de Philip Randle e cols. (2), a respeito da teoria clássica do ciclo glicose-ácido graxo, algumas considerações merecem nota. Em sua revisão a respeito da regulação do metabolismo da glicose e ácido graxo no músculo esquelético durante o exercício físico, Silveira e cols. (1) discutem a seguinte questão: Por que o ciclo glicose-ácido graxo falha em exercer seus efeitos durante o exercício intenso? De acordo com os autores, o fornecimento da oxidação de lipídeos (OL) e redução da oxidação de carboidratos (OCHO), efeito do ciclo da glicose-ácido graxo, explica o aumento da capacidade do músculo esquelético em sustentar atividades prolongadas (geralmente menos intensas), mas não em atividades intensas (maior OCHO). Similarmente, Jeukendrup (3) menciona não haver evidências que fundamentem o ciclo da glicose-ácido graxo relacionando a teoria aos exercícios de moderada a altas intensidades, normalmente descritas pela porcentagem do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$).

Inicialmente, devemos pontuar que o ciclo glicose-ácido graxo estabelece a regulação metabólica crucial para a homeostase energética (4,5). Fundamentar o efeito metabólico dos substratos durante o exercício comparativamente ao ciclo glicose-ácido graxo, que demanda tempo para que haja a regulação homeostática, descaracteriza a primazia da teoria em questão. Sob condições da vida cotidiana, Jequier (6) reporta que o balanço do carboidrato deve ser obtido dentro de 24 ou 48 horas, levando à premissa de que o balanço lipídico seja similar. A respeito da seleção metabólica do combustível (substratos), em outro trabalho Randle (7) menciona que a regulação da oxidação de glicose ocorre em longo prazo, resultado do efeito dos ácidos graxos na fosforilação reversível do complexo mitocondrial piruvato desidrogenase. Ao analisar o efeito de intensidades distintas de exercício físico sob a OL em 24-h, alguns estudos clínicos aleatórios reportam que não há diferença significativa entre as comparações (8-11) (Tabela 1). Treuth e cols. (12), ao analisarem a intensidade do exercício sob a oxidação dos substratos em 24-h, puderam verificar taxas semelhantes de OL e OCHO.

Em contraste com o estudo de Silveira e cols. (1), independente da intensidade do exercício, ao analisar a oxidação dos substratos sob um panorama de tempo mais amplo, em 24-h a OL é significativamente invariável e a OCHO (significativamente maior) reflete a diferença entre a OL e o gasto energético, mantendo a homeostase energética. Em resumo, a teoria de Randle e cols. (2) não parece ser falha ao considerarmos com fidelidade que o ciclo glicose-ácido graxo representa a regulação homeostática dos substratos sob uma análise de tempo mais longa, e, qualquer comparação que desconsidere esse período (~24-h), em que ocorre a variação quantitativa da oxidação de ácido graxo e glicose, pode induzir a interpretações contestáveis.

¹ Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), São Paulo, SP, Brasil

Correspondência para:
Fábio Rosseto
Av. 31 de Março, 895, ap. 6
11740-000 – Itanhaém, SP, Brasil
fabio.rosseto@yahoo.com.br

Recebido em 24/Jun/2012
Aceito em 6/Set/2012

Tabela 1. O efeito do exercício em intensidades distintas sob a oxidação dos substratos em 24-h

Estudo	Participantes	Intervenção	Oxidação de carboidrato (g·d ⁻¹)	Oxidação de lipídios (g·d ⁻¹)	Resultados
Melanson e cols. (2002) (8)	($\bar{x} \pm DP$) N: 10 H, NOB Idade: 31 \pm 7	($\bar{x} \pm EP$) 1) EA: 49 \pm 7 min a 70% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ 2) ER em circuito: 60 min, 4 séries, 10 rep., 70% 1RM, 3 min int.	($\bar{x} \pm EP$) CON: 249 \pm 29 EA: 370 \pm 18 ER: 349 \pm 23	($\bar{x} \pm EP$) CON: 86 \pm 17 EA: 87 \pm 12 ER: 91 \pm 10	OCHO 24-h: CON < EX (P = 0,04) OL 24-h: CON = EX (P: NS)
Melanson e cols. (2002) (9)	($\bar{x} \pm DP$) N: 8 H, 8 M, NOB Idade: 30,4 \pm 7,6 (H) 29,5 \pm 5,1 (M)	($\bar{x} \pm EP$) 1) EA: 40% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ (H: 86,01 \pm 4,7 min a 41,6 \pm 3,4% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$; M: 111,9 \pm 2,5 min a 42,5 \pm 0,3% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$) 2) EA: 70% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ (H: 49,1 \pm 2,2 min a 67,7 \pm 1,3% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$; M: 66,3 \pm 4,0 min a 66,9 \pm 1,6% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$)	($\bar{x} \pm EP$) CON: 245,6 (H); 199,6 (M); 222,6 \pm 23 (H, M) 1) 40% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$: 334,3 (H); 292,8 (M); 313,5 \pm 20 (H, M) 2) 70% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$: 361,4 (H) 269,4 (M) 315,4 \pm 46 (H, M)	($\bar{x} \pm EP$) CON: 90,7 (H); 83,7 (M); 87,2 \pm 3,5 (H, M) 1) 40% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$: 96,3 (H); 90,7 (M); 93,5 \pm 2,8 (H, M) 2) 70% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$: 92,3 (H); 105,9 (M); 99,1 \pm 6,8 (H, M)	OCHO 24-h: CON < EX (40 = 70% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$) (P: NS) H > M (P = 0,035) OL 24-h: CON = EX (40 = 70%) $O_{2m\acute{a}x}$ M > H (P = 0,02)
Saris e cols. (2004) (10)	($\bar{x} \pm EP$) N: 8 H, OB Idade: 38,3 \pm 1,1	1) EA: 3 sessões de 60 min a 38% $W_{m\acute{a}x}$ 2) EA intervalado: 3 sessões de 30 min alternados em ataques de 2,5 min a 80 e 50% $W_{m\acute{a}x}$	ND	ND	OCHO 24-h: 38 = 80 e 50% $W_{m\acute{a}x}$ OL 24-h: 38 = 80 e 50% $W_{m\acute{a}x}$
Melanson e cols. (2006) (11)	($\bar{x} \pm DP$) N: 15 OB: (7 H, 8 M) 11 NOB: (5 H, 6 M) Idade: 35 \pm 10 (H, OB) 33 \pm 7 (M, OB) 33 \pm 9 (H, NOB) 26 \pm 7 (M, NOB)	1) EA: 60 min a 40% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ 2) EA: 30 min a 70% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$	ND	($\bar{x} \pm EP$) OB: CON: 90 \pm 13 1) EA: 79 \pm 16 2) EA: 86 \pm 15 NOB: CON: 92 \pm 13 1) EA: 92 \pm 16 2) EA: 73 \pm 15	OCHO 24-h: ND OL 24-h: CON = EX (40 = 70% $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$) (P: NS)

N: número; H: homem; M: mulher; NOB: não obeso; OB: obeso; EX: exercício; EA: exercício aeróbio; ER: exercício resistido; CON: grupo controle; ($\bar{x} \pm DP$): desvio-padrão da média apresentado no estudo; ($\bar{x} \pm EP$): erro-padrão da média apresentado no estudo; $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$: volume máximo de oxigênio consumido; rep.: repetições; 1RM: uma repetição máxima; int.: intervalo; OL: oxidação lipídica; OCHO: oxidação de carboidrato; $W_{m\acute{a}x}$: capacidade máxima de trabalho; NS: valores de P não significativos de acordo com os autores; ND: valores não descritos pelos autores.

Declaração: o autor declara não haver conflitos de interesse científico neste estudo.

REFERÊNCIAS

- Silveira LR, Pinheiro ChdJ, Zoppi CC, Hirabara SM, Vitzel KF, Bas-sit RA, et al. Regulação do metabolismo de glicose e ácido graxo no músculo esquelético durante exercício físico. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2011;55:303-13.
- Randle PJ, Garland PB, Hales CN, Newsholme EA. The glucose fatty-acid cycle. Its role in insulin sensitivity and the metabolic disturbances of diabetes mellitus. *Lancet.* 1963;1(7285):785-9.
- Jeukendrup AE. Regulation of fat metabolism in skeletal muscle. *Ann NY Acad Sci.* 2002;967:217-35.
- Sugden MC. In appreciation of Sir Philip Randle: the glucose-fatty acid cycle. *Br J Nutr.* 2007;97(5):809-13.
- Hue L, Taegtmeyer H. The Randle cycle revisited: a new head for an old hat. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2009;297(3):E578-91.
- Jequier E. Nutrient effects: post-absorptive interactions. *Proc Nutr Soc.* 1995;54(1):253-65.
- Randle PJ. Metabolic fuel selection: general integration at the whole-body level. *Proc Nutr Soc.* 1995;54(1):317-27.
- Melanson EL, Sharp TA, Seagle HM, Donahoo WT, Grunwald GK, Peters JC, et al. Resistance and aerobic exercise have similar effects on 24-h nutrient oxidation. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(11):1793-800.

9. Melanson EL, Sharp TA, Seagle HM, Horton TJ, Donahoo WT, Grunwald GK, et al. Effect of exercise intensity on 24-h energy expenditure and nutrient oxidation. *J Appl Physiol.* 2002;92(3):1045-52.
10. Saris WH, Schrauwen P. Substrate oxidation differences between high- and low-intensity exercise are compensated over 24 hours in obese men. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004;28(6):759-65.
11. Melanson EL, Cornier MA, Bessesen DH, Grunwald GK, MacLean PS, Hill JO. 24 H metabolic responses to low- and high-intensity exercise in lean and obese humans. *Obesity.* 2006;14(1):180-2.
12. Treuth MS, Hunter GR, Williams M. Effects of exercise intensity on 24-h energy expenditure and substrate oxidation. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28(9):1138-43.