



ÍNDICE GLICÊMICO: RESPOSTA METABÓLICA E FISIOLÓGICA ANTES, DURANTE E APÓS O EXERCÍCIO FÍSICO

Paula Guedes Cocate

Rita de Cássia Gonçalves Alfnas

Letícia Gonçalves Pereira

Universidade Federal de Viçosa – Brasil

Resumo: Segundo alguns autores, o desempenho físico dos atletas pode ser afetado pelo índice glicêmico (IG) dos alimentos. Argumenta-se que o consumo de alimentos de baixo IG pré-exercício resulta em respostas glicêmicas e insulinêmicas mais estáveis, aumento do metabolismo lipídico durante o exercício e melhora da performance. Entretanto, os resultados de alguns estudos não indicam a ocorrência de diferença no metabolismo de substratos e na performance em função do IG. Tais resultados divergentes podem ser atribuídos a diferenças metodológicas associadas ao tempo de consumo dos alimentos pré-exercício, nível de aptidão física dos voluntários e intensidade do exercício realizado. O efeito do IG no metabolismo, na composição corporal e no desempenho físico deve ser avaliado pela condução de estudos em que a ingestão de alimentos diferindo em IG seja feita de forma crônica.

Palavras-chave: índice glicêmico; resposta metabólica; composição corporal; performance.

GLYCEMIC INDEX : METABOLIC AND PHYSIOLOGIC ANSWER BEFORE, DURING AND AFTER THE PHYSICAL EXERCISE

Abstract: According to some authors, athletes' exercise performance can be affected by food glycemic index (GI). It has been argued that the consumption of low GI foods before the exercise results in more stable glycemic and insulinemic responses, increase in fat metabolism during the exercise and improvement in performance. However, the results of some studies did not indicate the existence of differences in substrate metabolism and performance due to glycemic index. These diverging results can be attributed to methodological differences associated to when the food is consumed before the exercise, physical capacity level, and intensity of the exercise. The effect of GI on metabolism, body composition and exercise performance must be evaluated through the chronic ingestion of foods differing in GI.

Keywords: glycemic index; metabolic response; body composition; performance.

INTRODUÇÃO

Os carboidratos são considerados como fonte de energia indispensável tanto para o trabalho anaeróbico, quanto para o aeróbico (MCARDLE et al, 2001). O efeito metabólico dos carboidratos consumidos pré-exercício tem recebido considerável atenção quanto à sua influência na performance de praticantes de atividade física (HARGREAVES et al, 1987). Alguns estudos têm observado que o consumo de frutose (75g) antes do exercício favorece a manutenção da glicemia em níveis adequados,

reduzindo a utilização do glicogênio muscular quando comparado ao consumo da mesma quantidade de glicose (HARGREAVES et al, 1987; LEVINE et al, 1983).

Durante a prática de exercícios prolongados (mais de 2 horas), mais intensos que duram aproximadamente 1 hora e intermitentes de alta intensidade, a oferta de carboidrato previne a redução da glicose sanguínea e conseqüentemente promove benefícios na performance (JEUKENDRUP, 2006; MARINS, 2000; MILLARD-STAFFORD, 1990; MILLARD-STAFFORD et al, 1992). Tem sido sugerido que a suplementação de carboidrato (glicose), em relação ao placebo, logo após a realização de exercício de intensidade moderada e longa duração, favorece a minimização da ocorrência de fadiga (COGGAN e COYLE, 1988).

Para alguns autores, o índice glicêmico (IG) dos alimentos deve ser considerado na seleção do tipo de carboidrato a ser suplementado com o objetivo de se obter um desempenho físico adequado dos praticantes de exercício físico (SIU e WONG, 2004). O IG se refere à classificação de alimentos contendo carboidratos, baseado na resposta glicêmica que estes promovem, após consumo de uma porção contendo normalmente 50 g de carboidrato disponível. Os valores de IG são expressos em relação à resposta glicêmica obtida após a ingestão de um alimento de referência (pão branco ou glicose) pelo mesmo indivíduo (LUDWIG, 2000; WOLEVER et al, 1991; WOLEVER e BOLOGNESI, 1996).

O IG das refeições pode ser influenciado pela composição de macronutrientes e teor de fibras dos alimentos. Tal fato se deve em parte à interação entre os diversos tipos de carboidratos e à qualidade e quantidade de fibras, proteína e gordura dos alimentos ingeridos em determinada refeição, os quais afetam a resposta glicêmica prevista inicialmente (JENKINS et al, 2002).

A ingestão de alimentos de baixo IG pré-exercício tem sido preconizada como uma boa estratégia a ser adotada visando a melhoria da performance (DEMARCO et al, 1999; THOMAS et al, 1991). Segundo esses autores, o consumo de tais alimentos resulta na elevação glicêmica mais lenta e prolongada, favorecendo a manutenção da glicemia em níveis mais constantes durante o exercício, o que pode contribuir para o aumento da performance de atletas. Por outro lado, o consumo de alimentos de alto IG resulta na elevação rápida e acentuada da glicemia, levando à secreção de grande quantidade de insulina, favorecendo a ocorrência de hipoglicemia. Porém, deve-se ressaltar que a ingestão de alimentos de alto IG pós-exercício pode favorecer o aumento da síntese de glicogênio, levando a uma maior velocidade de restabelecimento dos estoques de glicogênio muscular (BURKE et al, 1993).

Além dos possíveis efeitos do IG na performance de praticantes de atividade física, o consumo de alimentos de baixo IG pré-exercício, tem sido associado à maior oxidação lipídica durante o exercício, do que o consumo de alimentos de alto IG (FEBBRAIO et al, 2000; WU et al, 2003). Este efeito pode ocorrer devido à menor liberação de insulina plasmática, reduzindo a oxidação de carboidratos e aumentando a mobilização e oxidação lipídica, levando ao aumento dos níveis de ácidos graxos livres e redução da gordura corporal (ECKEL, 1992). Portanto, a associação entre a prática de exercício físico e o consumo de dieta de baixo IG pode favorecer a redução do percentual de gordura corporal.

Com base nas informações descritas acima, o objetivo desta revisão foi avaliar a influência do IG dos alimentos em diversos parâmetros metabólicos ocorridos antes, durante e após o exercício.

EFEITO DO ÍNDICE GLICÊMICO NA RESPOSTA GLICÊMICA E INSULINÊMICA E NA PERFORMANCE

A ingestão de alimentos apresentando diferentes valores de IG pré-exercício resulta em respostas glicêmicas e insulinêmicas distintas no período pós-prandial (BURKE et al, 1998; FEBBRAIO e STEWART, 1996). De acordo com alguns autores, o consumo de refeição de baixo IG antes da realização de um exercício prolongado pode promover uma maior disponibilidade de glicose para as células ao longo do tempo. Em contrapartida, a ingestão de refeição de alto IG pode resultar no aumento dos

estoques de glicogênio muscular pós-exercício, por promover maiores elevações glicêmicas e insulinêmicas (SIU e WONG, 2004).

Thomas et al (1991) foram os pioneiros a analisarem a interferência do IG no desempenho de indivíduos treinados. Naquele estudo, 8 ciclistas consumiram 1 g de carboidrato por kg de peso corporal contidos em alimentos de alto IG ou de baixo IG ou água, 1 hora antes do exercício realizado até a exaustão. Após o consumo do alimento de baixo IG foi observada uma menor resposta glicêmica e insulinêmica, além da glicemia ter se mantido mais constante por um período mais prolongado durante o exercício, do que após a ingestão do alimento de alto IG. O consumo de alimentos de baixo IG permitiu que o exercício tivesse uma duração 20 minutos superior àquela resultante do consumo de alimentos de alto IG. Estes resultados despertaram o interesse de vários pesquisadores quanto ao papel do IG dos alimentos na performance de praticantes de atividade física.

Posteriormente, Febbraio e Stewart (1996) realizaram um estudo envolvendo seis indivíduos treinados, os quais ingeriram placebo (IG=0) ou alimento de alto IG (80) ou de baixo IG (29) contendo 1g de carboidrato por kg de peso corporal. Tais alimentos foram ingeridos 45 minutos antes de um exercício cicloergométrico a 70% do VO₂máx, praticado durante duas horas, seguido por um teste de esforço máximo. Observou-se que a glicemia 15 minutos após a ingestão do alimento de alto IG foi superior após o consumo dos alimentos de baixo IG e do placebo. No entanto, verificou-se uma diminuição da glicemia no período imediatamente anterior ao início da prática do exercício e aumento da mesma durante o teste, fazendo com que a glicemia alcançasse valores semelhantes aos observados no grupo de baixo IG e do placebo. Apesar disto, esta elevação não resultou em diferença significativa entre os três tratamentos em termos da performance (FEBBRAIO e STEWART, 1996).

Os resultados deste estudo sugerem que a ingestão de alimentos diferindo em IG por indivíduos treinados não afeta a performance durante os exercícios cicloergométricos. No entanto, deve-se considerar que os voluntários do estudo fizeram alta ingestão de carboidrato na noite anterior aos testes. Este fato associado ao bom condicionamento físico apresentado pelos mesmos, pode ter favorecido para que o consumo de alimentos diferindo em IG não afetasse a performance durante os exercícios desta natureza.

Em um outro estudo, oito homens treinados pedalarão a 70% do VO₂máx, por um período de 120 minutos, seguido por um teste de avaliação da performance. Os participantes consumiram alimentos de alto IG (80) ou de baixo IG (52) ou placebo (IG=0), 30 minutos antes do início do exercício (FEBBRAIO et al, 2000). As respostas glicêmicas e insulinêmicas estão representadas nas Figuras 1 e 2 respectivamente.

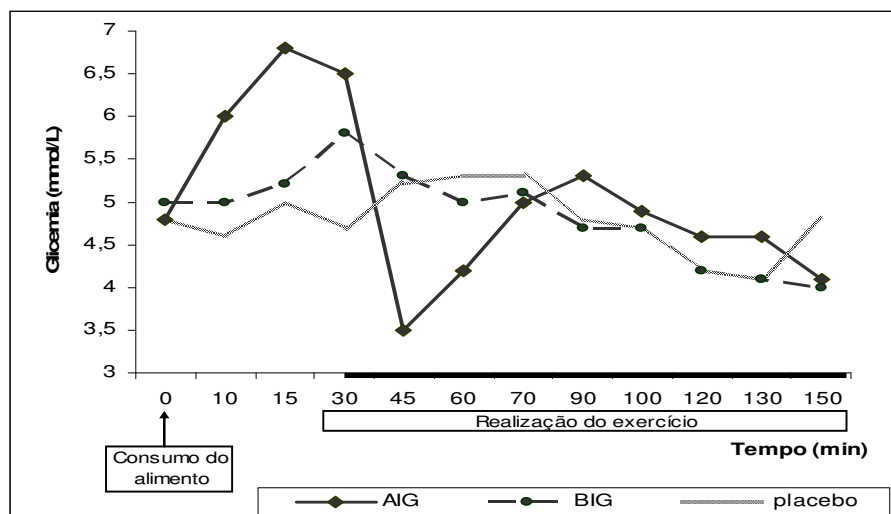


Figura 1: Resposta glicêmica após o consumo de alimentos de alto índice glicêmico (AIG), baixo índice glicêmico (BIG) ou placebo e durante a realização de exercício físico (Adaptado de Febbraio et al, 2000).

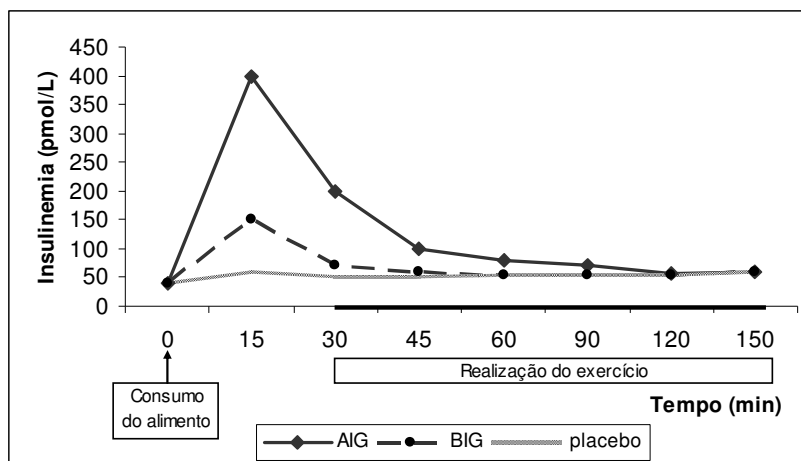


Figura 2: Resposta insulinêmica após o consumo de alimentos de alto IG, baixo IG ou placebo e durante a realização de exercício físico (Adaptado de Febbraio et al, 2000).

Conforme indicado nas figuras acima, os níveis glicêmicos e insulinêmicos foram superiores no intervalo de 10 a 30 minutos após o consumo da dieta de alto IG. Entretanto, durante a realização do exercício, os níveis glicêmicos do grupo de alto IG foram menores do que os observados para os outros dois grupos no intervalo variando de 45 a 60 minutos, atingindo valores semelhantes aos observados para os demais tratamentos após os 70 minutos (Figura 1) (FEBBRAIO et al, 2000).

Apesar das diferentes alterações glicêmicas e insulinêmicas ocorridas antes e durante a realização do exercício, a performance dos avaliados foi semelhante nos três grupos (FEBBRAIO et al, 2000). Vale ressaltar que, como ocorreu no estudo de Febbraio e Stewart (1996), os participantes consumiram dieta apresentando aproximadamente 80% de carboidrato um dia antes de cada teste. Esta medida certamente favoreceu para aumentar a reserva de glicogênio muscular (COSTILL e MILLER, 1980), facilitando para que houvesse um bom desempenho físico independentemente da dieta consumida antes do exercício. Resultados semelhantes foram observados no estudo de Sparks et al (1998), quando oito homens treinados consumiram dieta de alto IG, baixo IG ou placebo, 45 minutos antes da realização de um exercício cicloergométrico a 67% do VO₂máx, durante duas horas, seguido por um teste de avaliação da performance.

Thomas et al (1994) verificaram maior resposta glicêmica após a realização de exercício de moderada intensidade por 2,5 horas, associada ao consumo de alimentos de baixo IG contendo maior quantidade de proteína e fibras em relação aos alimentos de alto IG. Os autores daquele estudo sugeriram que este efeito favoreceria a performance de atletas de endurance, que praticam exercício com duração superior à realizada durante os testes, em decorrência do maior nível de glicemia obtido ao final do exercício fornecer energia para a continuidade da atividade.

No entanto, os resultados obtidos no trabalho de Thomas et al (1994) não podem ser atribuídos às diferenças em termos do IG apresentadas pelos alimentos testados, uma vez que tanto o teor de macronutrientes, quanto o de fibras dos alimentos ingeridos antes da prática do exercício podem afetar a resposta glicêmica. As proteínas, gorduras e as fibras retardam o esvaziamento gástrico, proporcionando uma liberação mais gradativa da glicose na corrente sanguínea (LAVILLE, 2004; WOLEVER et al, 2004). Segundo alguns autores, o maior consumo de fibra pode levar a uma menor área abaixo da curva glicêmica, associada à menor liberação de insulina plasmática (WOLEVER et al, 2004). Assim, em estudos desta natureza a proporção de macronutrientes e o teor de fibras dos alimentos diferindo em IG devem ser padronizados.

O efeito do consumo de placebo ou de alimentos de alto ou baixo IG também foi analisado por DeMarco et al (1999) em um estudo envolvendo 10 participantes. Naquele estudo, houve a ingestão dos alimentos 30 minutos antes da realização de um exercício cicloergométrico a 70% do VO₂máx durante 2 horas, seguido por um exercício máximo até a exaustão. Após 120

minutos de exercício, a glicemia foi significativamente menor no grupo de alto IG. O grupo que consumiu a dieta de baixo IG apresentou melhor performance do que a observada nos outros dois tipos de tratamentos.

Estes resultados sugerem que a ingestão de alimentos de alto IG favorece a maior oxidação de carboidrato durante o teste, possivelmente por resultar em maiores valores glicêmicos e insulinêmicos antes da prática dos exercícios. Entretanto, este efeito resulta em uma queda mais acentuada da glicemia ao final da atividade, podendo desta forma afetar negativamente a performance durante a prática do exercício. No entanto, assim como no estudo de Thomas et al (1994), a dieta de baixo IG apresentou maior quantidade de fibra e de proteína do que a de alto IG. Sendo assim, os resultados observados no estudo de DeMarco et al (1999), não podem ser atribuídos apenas ao efeito do IG.

Em contraposição, Wu et al (2003) ofereceram alimentos de baixo ou alto IG apresentando proporção de macronutrientes semelhante, 3 horas antes de uma corrida de intensidade moderada, praticada durante uma hora. Esses autores verificaram uma elevação mais lenta e gradual da glicemia em decorrência da menor liberação de insulina, no período pós-prandial, antes e durante a prática do exercício em associação à ingestão dos alimentos de baixo IG. Tais efeitos são considerados benéficos para performance de atletas.

Burke et al (1998) avaliaram a resposta glicêmica e insulinêmica de 6 homens ciclistas após o consumo de refeições mistas de alto IG (87), baixo IG (37) ou placebo também contendo proporção de macronutrientes semelhante. Foram observadas respostas glicêmicas e insulinêmicas maiores após a ingestão de alimentos de alto IG e menores após a ingestão de placebo, duas horas antes de um exercício cicloergométrico prolongado a 70% do VO₂máx. Entretanto, durante a prática do exercício, não foram observadas diferenças na insulinemia, glicemia e na performance dos participantes. No entanto, os participantes fizeram consumo de bebida carboidratada imediatamente antes e durante o exercício, o que contribuiu para a manutenção da glicose sanguínea em níveis semelhantes entre todos os indivíduos, independente do tipo de refeição consumida pré-exercício.

Em um outro estudo, 8 corredores recreacionais ingeriram alimentos de alto ou baixo IG, apresentando a mesma proporção de macronutrientes e contendo 2g de carboidrato por kg de peso corporal, 3 horas antes de um exercício realizado até a exaustão. Naquele estudo, as respostas glicêmicas e insulinêmicas foram semelhantes às obtidas na maioria dos estudos apresentados, ou seja, maior elevação na glicemia e insulinemia para alimentos de alto IG do que de baixo IG. Porém, não foi identificada diferença na performance dos avaliados ao tempo final do exercício (WEE et al, 1999).

Após análise dos estudos apresentados, percebe-se que há uma falta de consenso quanto ao benefício da ingestão pré-exercício de alimentos diferindo em IG na performance. Desta forma, sugere-se que sejam conduzidos mais estudos, nos quais alimentos diferindo em IG, mas apresentando proporção de macronutrientes e fibras semelhantes, sejam consumidos de forma crônica e não apenas uma vez ao dia, pois uma única refeição contendo alimentos de baixo ou alto IG pode não ser suficiente para afetar positiva ou negativamente o desempenho de praticantes de exercícios físicos, pelo fato de seu efeito ser alterado pela ingestão de outros alimentos ao longo do dia.

ÍNDICE GLICÊMICO E METABOLISMO ENERGÉTICO

O IG apresentado pelos alimentos pode afetar o metabolismo de gordura e carboidrato durante o exercício (FEBBRAIO et al, 2000; WU et al, 2003). Alguns estudos verificaram que o consumo de dieta de alto IG promoveu maior oxidação de carboidrato e menor oxidação de gordura do que o de dieta de baixo IG, durante um exercício a 70% do VO₂máx, realizado durante 2 horas (FEBBRAIO et al, 2000; SPARKS et al, 1998). Além disso, a ingestão de dieta de baixo IG resultou em concentração superior de ácidos graxos livres, 20 e 30 minutos antes do início do exercício, em relação ao consumo de dieta

de alto IG. Este resultado sugere que o baixo IG leva à menor liberação de insulina plasmática pós-prandial, favorecendo a oxidação de gordura em detrimento do carboidrato, resultando em maior disponibilidade de ácidos graxos livres.

Em estudo conduzido por Wee et al (1999), verificou-se após consumo de alimentos de baixo IG, que a taxa de oxidação de gordura foi 118% maior durante o exercício do que aquela observada após consumo de alimentos de alto IG. Esses mesmos autores, em um estudo mais recente, observaram que durante a prática de exercício a 70% do VO₂máx durante 30 minutos, corredores recreacionais metabolizaram mais gordura após a ingestão de alimentos de baixo IG, em relação ao de alto IG (WEE et al, 2005). O consumo de dieta de baixo IG, 3 horas antes de um exercício a 65% do VO₂máx, também promoveu uma maior oxidação de gordura antes e durante o mesmo, no estudo de Wu et al (2003).

Tem sido divulgado que um alto coeficiente respiratório (RQ) de jejum é o principal fator envolvido no ganho de peso corporal (MCCARTY, 2000). DeMarco et al (1999) verificaram que o RQ durante duas horas de exercício, após o consumo de alimento de alto IG, foi significativamente superior em relação à ingestão de placebo ou de alimento de baixo IG. Este resultado indica que o consumo de dieta de alto IG leva a uma maior oxidação de carboidrato do que de gordura durante o exercício. Este fato pode ser prejudicial tanto para a performance do atleta, por favorecer a depleção de glicogênio muscular mais precocemente, quanto para a composição corporal (ECKEL, 1992).

A resposta metabólica observada após o consumo de alimentos de alto e baixo IG foi investigada por Stevenson et al (2005) no período de recuperação após um exercício extenuante (90 minutos de corrida à 70% do VO₂máx). Naquele estudo, os avaliados consumiram uma refeição 30 minutos depois do exercício e outra 2 horas após a primeira. Os resultados indicaram maior metabolização de gordura após a segunda refeição de baixo IG, contendo 2g de carboidrato por kg de peso corporal, comparada à mesma proporção de carboidratos em alimentos de alto IG.

Em contradição aos estudos apresentados, foi constatado em uma pesquisa que o consumo de carboidrato (1g por kg de peso corporal) antes do exercício, independentemente do seu valor de IG, leva ao aumento da oxidação de carboidrato em relação ao consumo de placebo (FEBBRAIO e STEWART, 1996). Assim, naquele estudo, mesmo a concentração insulínica tendo sido maior com o consumo do alimento de alto IG, não houve uma relação de dose resposta, ou seja, o aumento da insulinemia não resultou em maior taxa de oxidação de carboidratos. Os autores justificam esta resposta em decorrência da elevada sensibilidade insulínica que os participantes treinados possivelmente apresentavam, fator este que poderia contribuir para uma efetiva ação da insulina, com níveis glicêmicos um pouco superiores ao valor basal, como ocorrido após o consumo do alimento de baixo IG.

A partir dos estudos analisados, acredita-se que o consumo de alimentos de baixo IG tenha um efeito positivo na oxidação de gordura no estado de repouso, durante e após o exercício, podendo desencadear em um efeito benéfico na perda de peso corporal e performance física. Porém, são necessários mais estudos de longa duração, envolvendo um maior número de participantes para que o poder estatístico dessas pesquisas seja maior, para confirmar tal afirmativa.

ÍNDICE GLICÊMICO E GLICOGÊNIO MUSCULAR

Os estoques de glicogênio muscular podem ser modificados de acordo com o IG da dieta consumida no período pré (WEE et al, 2005) ou pós-exercício (BURKE et al, 1993). O efeito da ingestão de dietas de diferentes valores de IG contendo 2g de carboidrato por kg de peso corporal, nos estoques de glicogênio muscular, foi investigado no período pós-prandial, 3 horas antes e após a prática de atividade física (corrida a 70% VO₂ máx). Os resultados indicaram que o consumo de desjejum de alto IG provocou um aumento de 15% no glicogênio muscular nas 3 horas pós-prandiais em relação ao de baixo IG, que manteve as concentrações basais (WEE et al, 2005).

Naquele mesmo estudo, ao final do exercício foram identificadas concentrações semelhantes de glicogênio muscular em ambos os tratamentos, embora a utilização do glicogênio muscular tenha sido 46% maior após consumo da dieta de alto IG. Sendo assim, a maior oxidação de gordura associada ao consumo de dieta de baixo IG pode explicar a menor utilização do glicogênio muscular durante o exercício.

No entanto, ainda persiste a dúvida sobre o efeito do IG na performance. Não se sabe ao certo se a maior oxidação de gordura e menor utilização de glicogênio muscular associada ao consumo de dietas de baixo IG seria realmente o fator positivo para favorecer uma melhor performance, ou se outros fatores como aumento dos estoques de glicogênio hepático ou muscular também associados ao consumo de dietas de alto IG acarretaria um efeito melhor ou semelhante no desempenho.

Febbraio e Stewart (1996) verificaram que o consumo de refeições de baixo IG e alto IG (1g de carboidrato por kg de peso corporal) 45 minutos pré-exercício não afetaram a concentração de glicogênio muscular. Em concordância com este estudo, Kirwan et al (2001) observaram que a oferta de dieta de IG moderado contendo 75 g de carboidrato ou de água, 45 minutos antes de um exercício a 60% do VO₂máx até a exaustão, não provocaram alterações nos estoques de glicogênio muscular pós-exercício. Estes resultados foram contrários ao observado no estudo de Wee et al (2005). Tal divergência pode ter ocorrido devido às diferenças na concentração de carboidrato das dietas testadas, pois a ingestão de 1g de carboidrato por kg de peso corporal e de 75 g de carboidrato pode ter sido insuficiente para proporcionar alterações metabólicas significantes a ponto de alterar os estoques de glicogênio muscular. Além disso, outro motivo para a divergência entre o estudo de Febbraio e Stewart (1996) e o de Wee et al (2005) está no tempo de realização da biópsia muscular pós-exercício, que foi obtida após 2 horas de exercício no primeiro trabalho e após 30 minutos no outro, fato que pode ter interferido na maior ou menor mobilização do glicogênio muscular.

O efeito da ingestão de alimentos de diferentes valores de IG na restauração de glicogênio muscular pós-exercício, foi investigado por Burke et al (1993). A dieta de alto IG contendo 10g de carboidrato por kg de peso corporal, consumida em períodos de 0, 4, 8 e 21 horas pós-exercício (ciclismo por 2 horas, a 75% VO₂máx, seguido por quatro sprints de 30 segundos) proporcionou maior concentração de glicogênio muscular do que a observada após a ingestão de dieta de baixo IG.

Em resumo, o consumo pré-exercício de alimentos de baixo IG apresentando concentrações consideráveis de carboidrato (2g por kg de peso corporal) favorece a menor utilização do glicogênio muscular durante a prática de atividade física, em decorrência da promoção da maior oxidação de gordura e, conseqüentemente, menor de carboidrato. Após o exercício, a ingestão de dietas de alto IG promovem uma maior restauração dos estoques de glicogênio muscular devido à maior resposta glicêmica e insulinêmica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos têm mostrado que o consumo de dietas de baixo IG pré-exercício tem proporcionado uma menor resposta glicêmica e insulinêmica antes da realização do trabalho físico e maior oxidação de gordura durante o exercício do que o consumo de dietas de alto IG. Porém, os efeitos do IG na performance e nos estoques do glicogênio muscular ainda são bastante controversos.

Existem muitas divergências quanto ao benefício do consumo pré-exercício de dietas de baixo ou alto IG. Tais divergências podem estar associadas a diferenças metodológicas entre os estudos em relação aos diferentes momentos em que o consumo da refeição testada ocorre; intensidade, duração e tipo de exercícios realizados (corrida vs ciclismo); diferentes graus de condicionamento físico dos avaliados e falta de padronização do teor de macronutrientes e de fibras das dietas testadas. Em

estudos futuros, seria interessante analisar o efeito da ingestão crônica de refeições apresentando diferentes valores de IG no metabolismo de gordura e carboidrato, verificando o seu efeito em longo prazo na performance e na composição corporal.

REFERÊNCIAS

- BURKE, L.M.; COLLIER, G.R.; HARGREAVES, M. Muscle glycogen store after prolonged exercise: effect of the glycemic index of carbohydrate feeding. **J. Appl. Physiol.**, v. 75, p. 1019 – 1023, 1993.
- BURKE, L.M.; CLAASSEN, A.; HAMLEY, J.A.; NOAKES, T.D. Carbohydrate intake during prolonged cycling minimizes effect of glycemic index of preexercise meal. **J. Appl. Physiol.**, v. 85, p. 2220 – 2226, 1998.
- COGGAN, A.; COYLE, E. Effect caffeine, fructose and glucose ingestion on muscle glycogen utilization during exercise. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 21, p. 59 – 64, 1988.
- COSTILL, D.L.; MILLER, J.M. Nutrition for endurance sport: Carbohydrate and fluid balance. **Int. J. Sports Med.**, v. 1, p. 2 – 14, 1980.
- DEMARCO, H.M.; SUCHER, K.P.; CISAR, C.J.; BUTTERFIELD, G.E. Pre-exercise carbohydrate meals: application of glycemic index. **Med. Sci. Sports Exerc.** v.31, p. 164 – 170, 1999.
- ECKEL, R.H. Insulin resistance: an adaptation for weight maintenance. **Lancet**, v. 340, p. 1452 – 1453, 1992.
- FEBBRAIO, M.A.; STEWART, K.L. CHO feeding before prolonged exercise: effect of glycemic index on muscle glycogenolysis and exercise performance. **J. Appl. Physiol.**, v. 81, p. 115 – 120, 1996.
- FEBBRAIO, M.A.; KEENAN, J.; ANGUS, D.; CAMPBELL, S.; GARNHAM, A.P. Preexercise carbohydrate ingestion, glucose kinetics, and muscle glycogen use: effect of the glycemic index. **J. Appl. Physiol.**, v.89, p. 1845 – 1851, 2000.
- HARGREAVES, M.; COSTILL, D.L.; FLINK, W.J.; KING, D.S.; FIELDING, R.A. Effect of pre-exercise carbohydrate feeding on endurance. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 19, p. 33 – 36, 1987.
- JENKINS, D.J.A.; KENDALL, C.W.C.; AUGUSTIN, L.S.A.; HAMIDI, M.; MARCHIE, A.; JENKINS A.L.; AXELSEN, M. Glycemic index: overview of implication in health and disease. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 76, n.1, p. 266S – 273S, 2002.
- JEUKENDRUP, A. Suplementação de Carboidratos Durante o Exercício: Ajuda? Quanto é Demais? Sport Science Exchange, jan/fev/mar. 2008. Disponível em: <http://www.gssi.com.br/scripts/publicacoes/sse/sse_artigo.asp?IDTipo=1&IDPublicacao=57&DscArquivo=SSE_52.pdf&DscArquivoHtm=/SSE/Html/52.html>. Acesso em: 03 jun. 2008.
- LAVILLE, M. Could glycemic index be the basis of simple nutrition recommendations? **J. Nutr.** v. 24, p. 803 – 804, 2004.
- LUDWIG, D.S. Dietary glycemic index and obesity. **J. Nutr.**, v. 130, p. 280S – 283S, 2000.
- MARINS, J.C.B. A participação dos carboidratos na hidratação: uma breve revisão. **R. Min. Educ. Fis.**, v.7, p. 64 – 81, 1999.
- MARINS, J. **Estudio comparativo de diferentes procedimientos de hidratación durante un ejercicio de larga duración.** Tesis Doctoral: Departamento de Fisiología y Farmacología 2000. Universidad de Murcia.
- MCARDLE, W.; KATCH, F.; KATCH, V.L. **Nutrição para o desporto e o exercício.** Rio de Janeiro: Guanabara, 2001.
- MCCARTY, M.F. The origins of western obesity: a role for animal protein? **Med. Hypotheses**, v. 54, p. 488 – 494, 2000.
- MILLARD-STAFFORD, M. Carbohydrate-electrolyte replacement during a simulated triathlon in the heat. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.22, p. 621 – 628, 1990.
- MILLARD-STAFFORD, M.; SPARLING, P.B.; ROSSKOPF, L.B.; DICARLO, J. Carbohydrate-electrolyte replacement improves distance running performance in heat. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 24, p. 934 – 940, 1992.

- SIU, P.M.; WONG, S.H. Use of the glycemic index: Effect on feeding patterns and exercise performance. *J. Physiol. Anthropol. Appl. Human Sci.*, v. 23, p. 1 – 6, 2004.
- SPARKS, M.J.; SELING, S.S.; FEBBRAIO, M.A. Pre-exercise carbohydrate ingestion: effect of the glycemic index on endurance exercise performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v. 6, p. 844 – 849, 1998.
- STEVENSON, E.; WILLIAMS, C.; NUTE, M. The influence of the glycaemic index of breakfast and lunch on substrate utilization during the postprandial periods and subsequent exercise. *British Journal of Nutrition*, v. 93, p. 885 – 893, 2005.
- THOMAS, D.; BROTHERHOOD, J.; BRAND, J.C. Carbohydrate feeding before exercise: effect of the glycaemic index. *Int. J. Sports Medicine*, v.12, p. 180 – 186, 1991.
- THOMAS, D.E.; BROTHERHOOD, J.R.; BRAND-MILLER, J. Plasma glucose levels after prolonged strenuous exercise correlate inversely with glycemic response to food consumed before exercise. *Int. J. Sport Nutr.*, v. 4, p. 361 – 373, 1994.
- WEE, S.; WILLIAMS, C.; GRAY, S.; HORABINTITLE, J. Influence of high and low glycemic index meals on endurance running capacity. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v. 31, n.3, p. 393 – 399, 1999.
- WEE, S.L.; WILLIAMS, C.; TSINTZAS, K.; BOOBIS, L. Ingestion of a high-glycemic index meal increases muscle glycogen storage at rest but augments its utilization during subsequent exercise. *J. Appl. Physiol.*, v. 99, p. 707 – 714, 2005.
- WILMORE, J.; COSTILL, D. *Fisiologia do esporte e do exercício*. 2. ed. São Paulo: Manole, 2001.
- WOLEVER, T.M.S.; JENKINS, D.J.A.; JENKINS, A.L.; JOSSE, R.G. The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 54, p. 846 – 854, 1991.
- WOLEVER, T.M.; BOLOGNESI, C. Source and amount of carbohydrate affect postprandial glucose and insulin in normal subjects. *J. Nutr.*, v. 126, p. 2798 – 2806, 1996.
- WOLEVER, T.M.S.; COMPBELL, J.E.; GELEVA, D.; ANDERSON, G.H. High-fiber cereal reduces postprandial insulin responses in hyperinsulinemic but not normoinsulinemic subjects. *Diabetes Care*, v. 27, p. 1281 – 1285, 2004.
- WU, C.L.; NICHOLAS, C.; WILLIAMS, C.; TOOK, A.; HARDY, L. The influence of high-carbohydrate meal with different glycaemic indices on substrate utilization during subsequent exercise. *Br. J. Nutr.*, v. 90, p. 1049 – 1056, 2003.

Contatos

Universidade Federal de Viçosa
Fone: (32)8412-6922
Endereço: Rua dos Estudantes, n.120, ap.502 - Centro – Viçosa – MG Cep 36.570-000
E-mail: guedescocate@yahoo.com.br

Tramitação

Recebido em: 15/02/07
Aceito em: 17/06/08