

Artigo Original

Influência do índice glicêmico na glicemia em exercício físico aeróbico

Valéria Cristina de Faria¹
Mariana de Melo Cazal²
Carlos Augusto Costa Cabral¹
João Carlos Bouzas Marins¹

¹ Departamento de Educação Física pela Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil

² Mestranda em Ciências da Nutrição pela Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil

Resumo: *Objetivo:* Avaliar a influência do índice glicêmico (IG) na resposta glicêmica antes e durante o exercício físico decorrente a diferentes sessões experimentais pré-exercício. *Métodos:* Doze homens adultos realizaram três sessões experimentais pré-exercício: de alto índice glicêmico (AIG); de baixo índice glicêmico (BIG); e em estado de jejum, sendo nesta última oferecida duas formas diferenciadas de hidratação durante o exercício: água e bebida carboidratada. *Resultados:* Durante o período de repouso, o tipo de refeição, de AIG ou de BIG, interferiu no comportamento da glicemia, ambas tendendo ao “efeito rebote”. Durante o exercício, não foi observada diferença na resposta glicêmica entre as quatro ações testadas; contudo, a intervenção com bebida carboidratada manteve constante a glicemia ao longo dos 60 min do exercício. *Conclusão:* O IG é determinante na resposta glicêmica ao longo de uma hora antes do exercício, porém não interfere na resposta glicêmica durante a atividade.

Palavras-chave: Carboidratos na dieta. Exercício físico. Hidratação. Glicemia.

The glycemic index influence on glucose in aerobic exercise

Abstract: *Objective:* Evaluate the influence of glycemic index (GI) on the glycemic response before and during the physical exercise after to different experimental sessions pre-exercise. *Methods:* Twelve adult males performed three experimental sessions pre-exercise: of high glycemic index (HGI); of low glycemic index (LGI); In condition of fast, although this one take two different ways of hydration while the exercise: water and carbohydrate drink. *Results:* During the repose period, the type of meal, even the HGI and also the LGI, interfered on glycemic's behavior, both tendency to the “Rebound Effect”. During the exercise, it was not observed differences in glycemic answers between the four tested actions, although the intervention with CHO drink maintained constant blood along all 60 min of exercise. *Conclusion:* The GI is determinant in the glycemic response over an hour before exercise, but does not interfere in the glycemic response during the activity.

Key Words: Dietary carbohydrates. Physical exercise. Fluid therapy. Blood glucose.

Introdução

[Guedes](#) e [Gonçalves](#) (2007), e [Azevedo](#) et al. (2007) apontam o sedentarismo como causador de inúmeros problemas e condições que, casualmente, evoluem para a morte prematura. Isso explica a crescente importância e procura pela atividade física regular, que é apontada como fundamental meio de obtenção de uma longevidade saudável, como é exposto no estudo de [Ferreira](#) e [Najar](#) (2005).

A realização de exercício na parte da manhã ocorre normalmente após um período de jejum de 8 a 10 horas (período correspondente ao sono), no qual há grande redução das reservas de glicogênio, principalmente hepático. Desse modo, o desjejum torna-se importante na prevenção de um possível quadro de hipoglicemia durante o exercício, assim como para fornecer energia na sua execução ([MCARDLE](#) et al, 2003).

Um adequado procedimento de “café da manhã” deve levar em consideração vários fatores, sendo eles: a) o tipo de carboidrato (simples ou complexo); b) a quantidade de calorias; c) a distribuição dos nutrientes; d) o tempo de ingestão prévio ao exercício; e) o índice glicêmico (IG) ([MCARDLE](#) et al, 2003).

O IG de acordo com a definição de [Jenkins](#) et al. (1981), é a velocidade com que o carboidrato é absorvido no intestino delgado, determinando as respostas glicêmica e hormonais após uma refeição. Refeições com AIG ingeridas imediatamente antes do exercício acarretam elevação rápida da glicemia, o que pode desencadear uma liberação excessiva de insulina, resultando em hipoglicemia de rebote. [Altoé](#) (2006) e [Cocate](#) e [Marins](#) (2007) investigaram os efeitos da ingestão de refeições ricas em carboidrato com moderado vs alto índice

glicêmico sobre a cinética da glicemia. Em ambos os estudos, após a ingestão das refeições de AIG, a glicemia no início do exercício foi estatisticamente menor comparada à refeição de moderado IG.

Para [Siu](#) e Wong (2004) e [Kirwan](#) et al. (2001), o consumo de alimentos com BIG antes do exercício disponibiliza carboidrato de forma lenta e constante durante toda a realização deste, devido ao ritmo mais lento de absorção desses alimentos, interferindo positivamente na performance do exercício físico a ser realizado.

Dessa forma, o índice glicêmico deve ser considerado para formular uma adequada refeição pré-exercício. Portanto, o presente estudo objetivou avaliar a resposta glicêmica a três diferentes sessões experimentais pré-

exercício, antes e durante a atividade física, além de comparar a estratégia em jejum com hidratação durante o exercício, oferecendo água ou bebida carboidratada.

Metodologia

Amostra

Participaram do estudo 12 praticantes de atividade física do sexo masculino, assintomáticos, sem antecedentes de hipertensão, doenças cardíacas ou diabetes melito, além de não serem fumantes nem consumidores de bebidas alcoólicas ou fármacos, sendo considerados aparentemente saudáveis. As médias (\pm desvio-padrão), o máximo e o mínimo para idade, peso corporal, estatura, pregas cutâneas e percentual de gordura dos participantes estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características da amostra

	Idade (anos)	Peso (Kg)	Estatura (metros)	PCTR (mm)	PCP (mm)	PCSE (mm)	% G
Média	21,08	74,5	1,75	13,32	11,7	19,4	16,57
DP	2,11	10,19	5,46	4,38	7,01	7,43	5,32
Máx	25	87,1	1,82	19,7	27,2	38,5	25,8
Mín	18	57	1,67	6,6	2,5	11,4	9,2

DP = desvio-padrão; PCTR = prega cutânea triptital; PCP = prega cutânea peitoral; PCSE = prega cutânea subescapular; %G = percentual de gordura.

Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, concordando em participar voluntariamente do estudo. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa-MG, seguindo a Declaração de Helsinque e atendendo às orientações da Resolução 196/96 do CNS, de 10/10/1996, sobre experimentos com seres humanos.

Testes preliminares

Foram aplicados o questionário PAR-Q ([POLLOCK](#); [WILMORE](#), 1993), uma anamnese proposta por [Marins](#) e [Giannichi](#) (2003) e a tabela de risco coronariano proposta por [Mcardle](#) et al. (1991). Realizou-se também a determinação da carga de trabalho através de um exercício contínuo na bicicleta com duração de 20 min, por meio do monitoramento da FC; para esta determinação foi utilizada a frequência cardíaca máxima (FCM) estimada pela equação: $FCM_{calculada} = 202 - 0,72 (Idade)$, proposta por [Jones](#) et al. (1985). A partir desse valor foi determinada

pela equação: $70-80\% \times (FC_{máx} - FC_{repouso}) + FC_{repouso}$ proposta por [Karvonen](#) et al. (1957). Esta equação considera o conceito de frequência cardíaca de reserva ($FC_{máxima} - FC_{repouso}$), que apresenta alta correlação com o $VO_{2máx}$ ([KESANIEMI](#), 2001).

Desenho Experimental

Cada participante do estudo realizou quatro testes protocolizados e diferenciados no período máximo de dois meses de avaliação. Todas as avaliações foram realizadas no Laboratório de Performance Humana, localizado no Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais – Brasil, em sala com temperatura ambiente média de $23,2 \pm 0,91^{\circ}C$ e umidade relativa do ar média de $69,57 \pm 5,57$ UR (Hygro Thermometer[®]) podendo assim ser caracterizado como um ambiente com moderada carga térmica ([ACSM](#), 1987).

Em conformidade com os procedimentos metodológicos adotados por [Altoé](#) (2006), [Cocate](#) et al. (2005) e [Flint](#) et al. (2004), foi utilizada uma

sequência de avaliação rotatória para cada três sujeitos avaliados. A proposição desse desenho experimental teve como principal objetivo igualar os procedimentos nutricionais propostos, adotando-se um desenho cruzado e balanceado (*cross-over*), de maneira que cada grupo de três avaliados que inicie a investigação realize uma ação inicial de “café da manhã” diferente, caracterizando assim um desenho experimental denominado de quadrado latino (BRAVO, 1996).

Sessões experimentais pré-exercício

Neste estudo foram adotadas três sessões experimentais pré-exercício. A primeira, foi composta por uma refeição oferecida uma hora antes da atividade, constituída por banana, barra energética, pão branco, margarina, Gatorade® (bebida carboidratada) e glicose, com índice glicêmico de 70,11, sendo classificada como AIG de acordo com Brand Miller et al. (2003).

A segunda experimentação também foi composta por uma refeição administrada uma hora antes da atividade, sendo constituída por maçã, All Bran, leite, pão integral, suco, margarina e frutose, com índice glicêmico de 37,09,

classificada como BIG segundo a proposta de Brand Miller et al. (2003).

Ambas as refeições apresentaram a distribuição aproximada de macronutrientes, sendo isocalóricas. A Tabela 2 mostra a composição nutricional (macronutrientes) de cada produto, lembrando que os valores do índice glicêmico de cada produto, para compor ambas as refeições, foram extraídos da International Tables of Glycemic Index and Glycemic Load Values (ATKINSON, 2008).

A terceira sessão experimental foi representada pela ausência de consumo de qualquer alimento, sendo permitido apenas o consumo de água nas 10 horas que antecederam a coleta de dados. Contudo, neste procedimento foram administradas durante o exercício duas formas diferentes de hidratação, uma com água e outra com Gatorade® (6% de CHO), ambas administradas ao longo dos 60 min de forma programada, em intervalos de 15 min, consumindo-se 3 ml/kg de peso corporal. A hidratação durante as ações experimentais de AIG e BIG foi feita com água.

Tabela 2. Composição do “café da manhã” de baixo índice glicêmico (BIG) e alto índice glicêmico (AIG) em termos calóricos, composição de macronutrientes e IG de cada alimento

	Alimento	Quantidade	Marca	CHO	PTN	LIP	Kcal	IG
BIG	Maçã	130 g		19,76	0,39	0,39	84,5	38
	All Bran	30 g	Kellogg's	13,5	3,75	0,75	75,7	42
	Leite Tipo B	100 ml	Viçosa	5	3	3,5	63,5	11
	Pão Integral	1 fatia	Seven Boys	13	3,5	1,2	79	54
	Suco de Uva	150 ml	Bela Ischia	24	0	0	96	48
	Margarina	7,5 g	Qualy	0	0	6	54	0
	Frutose	23 g		23	0	0	92	19
	Total			98,26	10,6	11,8	544,7	
	Banana	80g		18,24	1,04	0,24	79,2	52
	Barra de Cereal	1 unidade	Nutry	18	0,8	3	100	56
AIG	Pão Branco	3 fatias	Wickbold Light	26,7	6,3	0	135	70
	Margarina	10g	Qualy	0	0	8	72	0
	Bebida Carboidratada	300ml	Gatorade	18	0	0	72	78
	Glicose	15g		15	0	0	60	99
	Total			95,94	8,14	11,24	529,44	

CHO = carboidrato, PTN = proteína, LIP = lipídeos, BIG = baixo índice glicêmico, AIG = alto índice glicêmico

Testes experimentais

Todos os indivíduos chegavam ao laboratório, para a realização dos testes experimentais, entre 7 e 8 horas da manhã, estando em jejum com um mínimo de 8 horas. Os voluntários foram orientados a manter o mesmo padrão de refeição no dia anterior aos quatro testes. Estes foram divididos da seguinte forma:

A) Realização de um exercício contínuo na bicicleta modelo ERGO-FIT® 167, com uma hora de duração, sem nenhum tipo de “café da manhã” ou outro alimento oferecido antecipadamente, estando o avaliado 10 horas em jejum; foi oferecida uma hidratação com água (3 ml/kg de peso corporal) durante a atividade.

B) Realização de um exercício contínuo na bicicleta modelo ERGO-FIT® 167, com uma hora

de duração, sem nenhum tipo de “café da manhã” ou outro alimento oferecido antecipadamente, estando o avaliado 10 horas em jejum; foi oferecida uma hidratação com bebida carboidratada (3 ml/kg de peso corporal), contendo 60 gramas de CHO, durante a atividade.

C) Realização de um exercício contínuo na bicicleta modelo ERGO-FIT[®] 167, com uma hora de duração, e oferecimento do “café da manhã” tipo I (CM1) de AIG, com antecedência de uma hora do início do exercício, estando o avaliado 10 horas em jejum. Durante o exercício houve hidratação com água (3 ml/kg de peso corporal).

D) Realização de um exercício contínuo na bicicleta modelo ERGO-FIT[®] 167, com uma hora de duração, e oferecimento do “café da manhã” de tipo II (CM2) de BIG, com antecedência de uma hora do início do exercício, estando o avaliado 10 horas em jejum. Durante o exercício houve hidratação com água (3 ml/kg de peso corporal).

Cabe destacar que o estudo, nos três procedimentos de “café da manhã” e no procedimento “sem café da manhã”, nas duas formas diferentes de hidratação (com água e com bebida carboidratada), impõe um desenho intrassujeito, nos quais os indivíduos são considerados como sujeitos de controle e como experimentais.

Entre os parâmetros sanguíneos selecionados para o controle encontra-se a glicemia. A extração das amostras sanguíneas para a medição desse parâmetro foi realizada em estado de jejum, imediatamente antes do consumo do “café da manhã”, assim como 15, 30, 45 e 60 minutos após seu consumo. Durante o exercício foram obtidas amostras em intervalos de 15 minutos, até o final dos 60 min de exercício.

Os procedimentos adotados para coleta das amostras sanguíneas foram caracterizados da seguinte forma: limpeza do dedo do avaliado com algodão e álcool, perfuração da polpa digital deste dedo com uma microlanceta estéril da marca Embramed[®], limpeza da primeira gota de sangue e, por fim, colocação do sangue diretamente na fita glicêmica, para ser realizada a leitura. O aparelho utilizado na mensuração da GC foi o glicosímetro da marca Accu-check Advantage II Roche[®], com capacidade de armazenar até 100 memórias, o qual teve sua precisão testada e comprovada no trabalho de [Thomas et al. \(2008\)](#),

sendo também utilizado em outros estudos ([COCATE](#); MARINS, 2007; [COCATE](#) et al, 2005).

A FC foi registrada no período de repouso e em intervalos de 10 min durante o exercício. Para este registro se utilizou o frequencímetro modelo S 610i da marca Polar[®], com software Windows[®]. Após a transferência dos dados para o computador, registrou-se graficamente a FC em intervalos de 15 segundos; foram consideradas para análise estatística as médias de cada intervalo.

A Pressão Arterial Sistólica (PAS) e a Pressão Arterial Diastólica (PAD) foram aferidas em repouso e durante intervalos de 20 min no decorrer da atividade. Para realizar essa aferição foi utilizado o esfigmomanômetro da marca Tycos[®]. Os procedimentos de mensuração seguiram as diretrizes propostas pela [SOCIEDADE](#) Brasileira de Hipertensão (2006).

Análise Estatística

Empregou-se inicialmente a análise estatística descritiva. Na etapa seguinte, utilizou-se uma estatística inferencial com o teste de ANOVA “One Way” para medidas repetidas, visando identificar as diferenças entre as estratégias nutricionais pré-exercício, correspondendo assim a uma análise denominada intergrupo. O mesmo procedimento foi adotado para a análise temporal denominada intragrupo.

Nos casos em que houve diferenças significantes entre as medidas, nas variáveis em que a distribuição foi significativamente alterada pelas condições experimentais identificadas previamente na análise de variância aplicou-se o teste de Tukey para as medidas de natureza contínua. Em todos os tratamentos estatísticos, tanto para a análise intragrupo como para intergrupo, adotou-se um nível de significância de $P < 0,05$ para considerar válida a hipótese estatística. Empregou-se o programa SAS, versão 8.0 (1997).

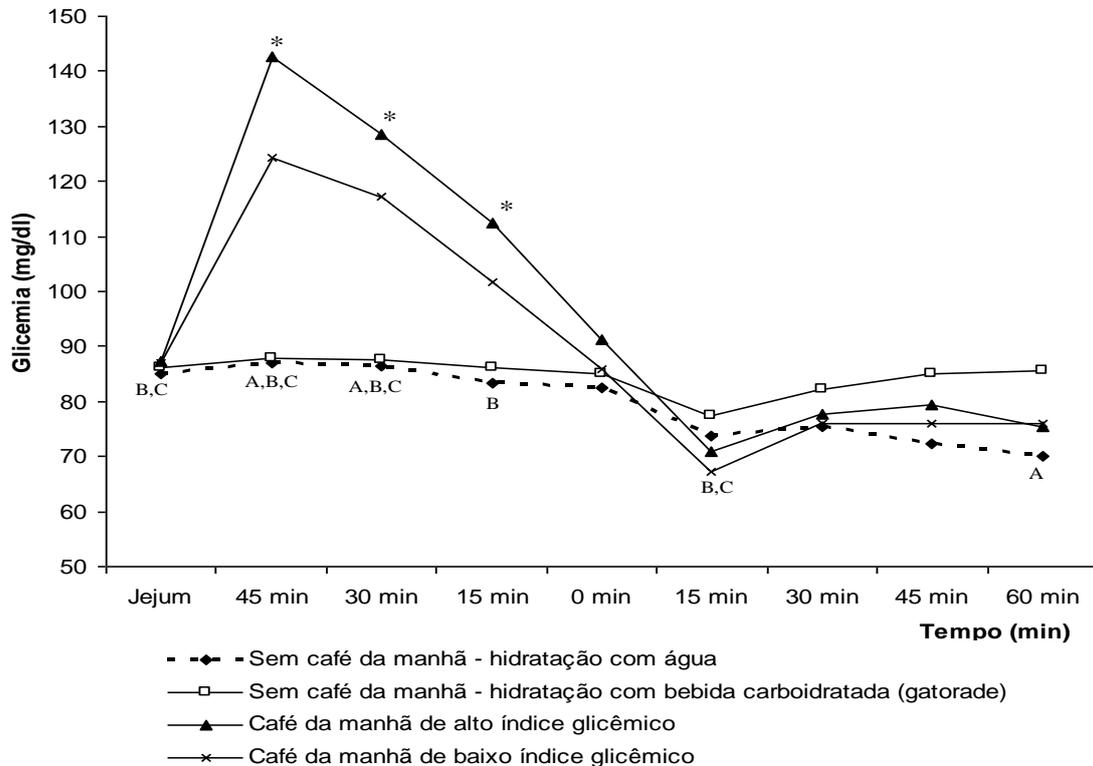
Resultados

A Figura 1 ilustra a resposta glicêmica antes e durante o exercício, em intervalos de 15 minutos.

Quanto à avaliação intergrupo, não se apontou diferença significativa no primeiro registro de GC de jejum, indicando que todos os avaliados se submeteram ao procedimento a partir de uma condição homogênea, vindo de uma condição basal semelhante após o período noturno.

Detectou-se diferença significativa no tempo imediatamente posterior, de 45 min pré-teste, entre o grupo de café da manhã com AIG e os demais grupos e entre a ação de café da manhã com BIG e os demais grupos.

No tempo de 30 minutos pré-teste, observou-se diferença significativa entre os grupos de café da manhã com AIG e BIG e os demais grupos.



*Diferença significativa na análise intergrupo ($P < 0,05$)

A - Análise intragrupo teste sem café da manhã, hidratação com água

B - Análise intragrupo teste de AIG

C - Análise intragrupo teste de BIG

Figura 1. Resposta glicêmica antes e depois do consumo de CM1, CM2 e sem CM com hidratação com água ou bebida carboidratada.

Aos 15 minutos antes do teste, a glicemia do grupo de café da manhã com AIG foi significativamente maior, comparada à dos grupos sem café da manhã. Houve ainda diferença significativa entre o grupo de café da manhã com BIG e o grupo de hidratação com água.

Finalmente, entre as médias obtidas para todos os grupos a partir do tempo imediatamente anterior ao início do teste (tempo zero) e até seu final, não houve diferença significativa nas dosagens.

Durante o conjunto de testes verificou-se um total de 44 dosagens com valores inferiores a 70 mg/dl, classificadas como hipoglicêmicas (CAROLA et al, 1990).

Para o teste sem café da manhã e hidratação com água, as diferenças significantes nas médias obtidas foram observadas entre os resultados de GC determinados nos tempos de 45 e 30 min

imediatamente antes do início do teste vs 60 min de exercício.

Ao analisar o efeito temporal da glicemia antes e durante o exercício sem café da manhã e hidratação com bebida CHO, não se observou diferença significativa nos diversos tempos de coleta desse procedimento.

Após a ingestão do café da manhã de AIG, houve aumento significativo da glicemia, retornando aos valores basais imediatamente antes de iniciar o exercício. Aos 15 min de exercício, a glicemia reduziu significativamente, aumentando ligeiramente nos próximos 30 min, porém sem diferenças expressivas até o final do exercício.

Quando analisado o teste após a ingestão de café da manhã de BIG, foi observado comportamento glicêmico semelhante ao da refeição de AIG.

Quanto aos valores de frequência cardíaca, a análise estatística apontou diferença significativa ($P < 0,05$) na análise intragrupo entre a média de registro no repouso e as demais médias obtidas durante o exercício, em todos os quatro procedimentos adotados.

Já a análise estatística intergrupo indicou haver diferença significativa ($P < 0,05$) apenas na média de registro em repouso entre o café da manhã com BIG e as demais dietas.

Em relação à resposta da PAS, na análise intragrupo foi apontada diferença significativa ($P < 0,05$) entre as médias de aferição da PAS em repouso e as demais médias aferidas durante o exercício, em todos os quatro testes experimentais.

A análise intergrupo não indicou diferença significativa ($P < 0,05$) nos tempos de aferição, entre os quatro procedimentos de teste.

Já nos registros da PAD, não houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as médias de aferição de todos os tempos de registro para os quatro procedimentos adotados e entre as quatro ações experimentais.

Discussão

Pode-se observar que ambas as estratégias nutricionais adotadas (AIG e BIG) promoveram um pico glicêmico nos primeiros 15 min após a sua ingestão destas. Contudo, o aumento glicêmico produzido pelo alimento de AIG atingiu níveis mais elevados e de forma mais rápida, ao contrário do que ocorreu no teste de BIG, com uma resposta mais lenta e atingindo níveis inferiores. Esse comportamento está de acordo com as indicações de [Rodríguez](#) (2005), que apontam haver uma rápida elevação da glicemia após o consumo de alimentos com AIG.

Os resultados do presente estudo estão em conformidade com aquele conduzido por [Wee](#) et al. (2005), em que se constatou a ocorrência de pico aos 15 min após consumo de uma refeição de AIG e de BIG, o qual foi mais acentuado após consumo do alimento de AIG.

O consumo da refeição com BIG também proporcionou elevação significativa ($P < 0,05$) da glicemia durante o período de repouso, porém em menores concentrações quando comparada à refeição de AIG. Resultado semelhante ao deste estudo, em que não foi observada diferença significativa da resposta glicêmica durante o

exercício após 15 minutos de atividade com refeição de BIG, foi encontrado por [Wee](#) et al. (1999), avaliando a resposta glicêmica durante corrida a 70% do $VO_{2máx}$ até a exaustão. No referido estudo, corredores recreacionais consumiram refeições isocalóricas de AIG ou BIG antes do exercício, sendo avaliada a resposta glicêmica aos 15, 30, 60, 120 e 180 min pós-prandiais e a cada 20 min durante o exercício. Verificou-se que a resposta glicêmica obtida após consumo da refeição de BIG não variou significativamente do início até o final do exercício.

É importante destacar que no presente estudo, após o consumo das duas estratégias nutricionais, ocorreu claramente uma curva descendente da glicemia após os 15 minutos pós-prandiais, influenciada provavelmente pela resposta compensatória da insulina, visando normalizar a concentração plasmática, independente se a refeição foi de AIG ou BIG. Esse fenômeno está completamente descrito também em outros trabalhos, como os de [Costill](#) et al. (1977) e, mais recentemente, de [Cocate](#) e [Marins](#) (2007). É interessante ainda destacar que os outros dois procedimentos em que durante a hora que antecedia o exercício não houve aporte energético apresentaram glicemia constante, dentro da faixa de normalidade, com valores médios entre 80 e 90 mg/dl e com previsível ausência de estímulo da insulina.

Ao longo dos 45 min que antecederam o início do exercício, o consumo da refeição de AIG proporcionou sistematicamente, em todas as parciais mensuradas, valores glicêmicos superiores aos de BIG. Contudo, os valores equivalentes aos normoglicêmicos entre 70 e 110 mg/dl, propostos por [Carola](#) et al. (1990), foram atingidos momentos antes de se iniciar o exercício, ao passo que na ação de BIG os valores médios equivalentes aos normoglicêmicos foram atingidos aproximadamente 15 min antes de se iniciar o exercício. [Stannard](#) et al. (2000) também constataram que em quase todo o período pós-prandial a concentração glicêmica foi significativamente maior no teste de AIG (glicose), comparado ao teste de BIG (macarrão) oferecido 65 min antes do exercício realizado em cicloergômetro.

Esses resultados de comportamento da glicemia após a ingestão de alimentos de AIG e BIG durante o período de repouso mostram que o nutricionista deverá selecionar cuidadosamente

as estratégias nutricionais pré-exercício, tendo em vista que seus efeitos sobre a glicemia são diferentes. É possível teorizar que os alimentos AIG podem potencializar um provável “efeito rebote”, principalmente se o intervalo de tempo entre o consumo de alimentos e o início do exercício for entre 15 e 30 minutos.

Contudo no presente estudo o intervalo de tempo de sessenta minutos entre o consumo de alimentos e início do exercício foi suficiente independentemente das ações nutricionais utilizadas, para que as médias glicêmicas, em todos os grupos testados, estivessem dentro da faixa de normalidade. Esse comportamento implica que as ações nutricionais de AIG ou BIG, nas quantidades e volumes empregados neste estudo, não interferem significativamente na cinética da glicemia após uma hora da sua ingestão.

Já nos primeiros 15 min de exercício houve queda nos valores glicêmicos em todos os procedimentos, provavelmente devido à soma de fatores hipoglicemiantes, como: a) a hiperinsulinemia em resposta ao aumento da glicemia (ação insulínica), b) o aumento da captação de glicose pelo músculo (efeito da atividade física) e c) a supressão da produção de glicose hepática. Esses mecanismos, em conjunto, podem produzir uma resposta compensatória denominada “efeito rebote”, apresentada por [Costill et al. \(1977\)](#) e descrita em outros estudos que avaliaram a resposta insulínica ([WEE et al, 2005](#); [WEE et al, 1999](#); [STANNARD et al, 2000](#); [FEBBRAIO et al, 2000](#); [WU et al, 2003](#)).

De modo contrário, no estudo conduzido por [Burke et al. \(1998\)](#) verificou-se que não houve queda nos valores glicêmicos durante o exercício nos três testes realizados (AIG, BIG e controle). Contudo, enquanto no estudo atual a hidratação foi realizada com água (3 ml/kg de peso corporal) a cada 15 min, no estudo de [Burke et al. \(1998\)](#) a hidratação foi feita com bebida carboidratada (3,3 ml/kg de peso corporal) a cada 20 min. Dessa forma, esses autores concluíram que a ingestão de CHO durante o exercício prolongado de intensidade moderada minimiza qualquer diferença entre a resposta metabólica e o desempenho da refeição escolhida previamente ao exercício.

Independentemente da ação nutricional adotada com AIG ou BIG ou mesmo em jejum

com ou sem oferecimento de bebida carboidratada, os valores médios permaneceram em níveis normoglicêmicos, apesar de terem sido detectados a partir do início dos testes um total de 44 registros menores que 70 mg/dl, indicando um estado hipoglicêmico. No estudo realizado por [Moore et al. \(2009\)](#), eles também registraram dois indivíduos com valores hipoglicêmicos. Nesse estudo, os voluntários completavam 40 km em cicloergômetro no menor tempo possível, após 45 minutos da ingestão de uma refeição de AIG (72) ou de BIG (30).

No tratamento realizado em jejum e hidratação com água, notou-se, no final dos 60 min de exercício, uma tendência de diminuição dos valores glicêmicos, tendenciando a valores hipoglicêmicos. Caso o exercício fosse prolongado para mais de 60 min, poderia ser observado maior número de valores hipoglicêmicos, uma vez que esse tipo de hidratação, consumindo somente água, tem como função apenas prevenir qualquer nível de desidratação ([MURRAY et al, 1989](#)).

A manutenção da glicemia durante os testes realizados em jejum pode ser justificada pelas reservas endógenas de carboidrato, principalmente hepático, através da glicogenólise, e também da gliconeogênese em menor grau de contribuição ([FELÍCIO, 2008](#)). Outro fator que pode ter colaborado para a manutenção da glicemia durante o exercício realizado em jejum foi o bom nível de aptidão física dos indivíduos participantes, tendo em vista que o treinamento proporciona a maior participação das gorduras enquanto substrato energético ao longo da atividade física ([POLACOW E LANCHA, 2007](#)).

Além desses fatores, o exercício realizado em jejum promove maior oxidação de lipídeos em detrimento da oxidação de carboidratos, o que pode atrasar a depleção de glicogênio muscular e prevenir a hipoglicemia. Em um estudo conduzido por [Wu et al. \(2003\)](#), constatou-se a ocorrência de maior taxa de oxidação de lipídeos três horas antes do exercício e durante os 60 min de atividade no teste realizado em jejum, comparado aos testes após a ingestão das refeições de AIG e BIG; do mesmo modo foi verificado no trabalho realizado por [Hamzah et al. \(2009\)](#), no qual dietas altamente carboidratadas (AIG ou BIG) consumidas durante cinco dias, apresentaram menor oxidação de gordura durante subsequente

exercício de corrida realizado em jejum, quando comparados com uma dieta controle.

Já no tratamento realizado em jejum e hidratação com bebida carboidratada, observou-se uma tendência de manutenção da glicemia em níveis normoglicêmicos por um tempo mais prolongado, o que está de acordo com [Below](#) et al. (1995), quando esses autores tratam da importância da ingestão de bebida carboidratada principalmente em exercícios com mais de uma hora de duração, visto que o conteúdo calórico minimiza os efeitos dos distúrbios homeostáticos provocados pelo exercício. De acordo com [Felig](#) et al. (1982), a ingestão de carboidratos a cada 15 min durante o esforço físico prolongado previne a hipoglicemia.

Nos tratamentos com ingestão de café da manhã (AIG e BIG), os valores glicêmicos médios após os primeiros 15 min de exercício se recuperaram, mas ficaram em um nível inferior, comparados com o procedimento em jejum e hidratação com bebida carboidratada, que se manteve com valores médios mais estáveis. Os comportamentos glicêmicos observados instigam a realização de outros estudos nessas condições, porém com duração maior, a fim de confirmar ou não essas tendências no comportamento da resposta glicêmica.

Em relação à frequência cardíaca, pode-se observar que na análise intragrupo houve diferença significativa ($P < 0,05$) apenas entre as médias registradas no momento repouso e os demais momentos durante o exercício, para todos os quatro tratamentos. Resultado semelhante foi obtido por [Moore](#) et al. (2009). Esse comportamento já era esperado, visto que a passagem do estado de repouso para o exercício leva, conseqüentemente, a aumento da FC.

O fato de não haver diferença significativa intragrupo durante o exercício para todos os procedimentos indica que os avaliados atingiram o *steady state* durante o teste, visto que a carga e a velocidade foram as mesmas nos 60 min de teste, ainda que a condição térmica e o nível de hidratação (3 ml/kg de peso corporal) tenham sido semelhantes para todos. Além disso, os resultados desses estudos são corroborados pelos de outros, que também adotaram os mesmos procedimentos de hidratação ([COCATE](#); [MARINS](#), 2007; [COCATE](#) et al, 2005).

Na análise intergrupo, não houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os testes nas médias da FC registradas durante o exercício. Resultado semelhante foi observado em outro estudo, em que foram oferecidas refeições também diferindo em IG, 45 min antes do início de um exercício, com intensidade de 60% do VO_{2max} e duração até a exaustão ([KIRWAN](#), 2001). No entanto, no presente estudo, houve diferença significativa entre as médias no momento repouso entre o procedimento de café da manhã BIG e os demais procedimentos, cuja causa não foi definida ou explicada através dos parâmetros analisados.

Quanto à pressão arterial sistólica, na análise intragrupo foi observada diferença significativa entre as médias de PAS no momento repouso e as demais médias aferidas durante o teste, em todos os procedimentos. Esse comportamento era esperado, uma vez que o aumento da intensidade do exercício em relação ao repouso eleva a pressão arterial devido ao efeito da maior resistência periférica decorrente da natural elevação da FC em consequência do esforço ([MARINS](#); [GIANNICHI](#), 2003).

Na análise intergrupos não se observou diferença significativa ($P < 0,05$) entre os testes em todos os momentos de aferição, o que pode ser atribuído à manutenção das condições de exercício citadas na análise intragrupo da FC para cada avaliado. Resultados semelhantes foram verificados por [Cocate](#) e [Marins](#) (2007), porém em resposta a exercício físico realizado em esteira rolante.

No que se refere à pressão arterial diastólica, tanto na análise intragrupo, onde se avaliou o efeito temporal para todas as dietas, quanto na análise intergrupo, entre as quatro dietas e em todos os momentos de registro, não houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as médias registradas, o que confirma os estudos de [Marins](#) e [Giannichi](#) (2003), os quais relatam que a PAD apresenta pouca variação durante o esforço, em relação ao repouso.

Em conclusão, considerando o perfil da amostra e as condições do estudo, as estratégias nutricionais de AIG ou BIG promovem resposta glicêmica aguda ao longo de uma hora pré-exercício. No entanto, embora se especule, ao longo do exercício físico de média intensidade e de forma contínua, essas estratégias nutricionais possuem respostas semelhantes quando comparadas entre si e com estado sem consumo

de alimentos ou com aporte energético somente durante o exercício. Tendo em vista ainda que neste estudo a amostra era inexpressiva, essas conclusões não podem ser extrapoladas a qualquer situação. Sendo assim, são necessários estudos adicionais que apresentem amostras maiores para melhor elucidarmos estes achados.

Referências

ALTOÉ, J. L. **Ingestão pré-exercício de um “café da manhã”**: efeito da glicemia sanguínea durante um exercício de alta intensidade. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso [Graduação] - Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

AMERICAN College of Sports Medicine. Position stand: the prevention of thermal injuries during distance running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v.19, n.5, p.529-533, out. 1987.

ATKINSON, F. S.; FOSTER-POWELL, K.; BRAND-MILLER, J. C. International tables of glycemic index and glycemic load values: 2008. **Diabetes Care**, Indianapolis, v.31, n.12, p.2281-2283, dez. 2008. Disponível em: <http://care.diabetesjournals.org/content/31/12/2281.full.pdf+html>. Acesso em: 25 abr. 2010.

AZEVEDO, M. R. et al. Tracking of physical activity from adolescence to adulthood: a population-based study. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v.41, n.1, p.69-75, fev. 2007. Disponível em: <http://www.scielosp.org/pdf/rsp/v41n1/11.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2010.

BELOW, P. R. et al. Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h of intense exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v.27, n.2, p.200-210, fev. 1995. Disponível em: http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/1995/02000/CD4_CD8_T_lymphocyte_ratio_effects_of.8.aspx. Acesso em: 25 abr. 2010.

BRAND-MILLER, J. C.; FOSTER-POWELL, K.; COLAGIURI, S. **A nova revolução da glicose**. Rio de Janeiro: Elsevier; 2003.

BRAVO, S. R. **Tesis doctoral y trabajos de investigación científica**. Madrid: Paraninfo, 1996.

BURKE, L. M. et al. Carbohydrate intake during prolonged cycling minimizes effect of glycemic index of preexercise meal. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.85, n.5, p.2220-6, dez. 1998. Disponível em:

<http://jap.physiology.org/cgi/reprint/85/6/2220>. Acesso em: 25 abr. 2010.

CAROLA, R.; HARLEY, J.; NOBACK, C. **Human anatomy y physiology**. New York: McGraw-Hill, 1990.

COCATE, P. G.; BRASIL, T. A.; MARINS, J. C. B. Comparação da resposta glicêmica antes e durante um exercício de baixa intensidade em esteira referente a três procedimentos de “café da manhã”. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, 28, 2005, São Paulo. **Anais...São Caetano do Sul: Celafiscs**, 2005. p.152.

COCATE, P.G.; MARINS, J. C. B. Efeito de três ações de “café da manhã” sobre a glicose sanguínea durante um exercício de baixa intensidade realizado em esteira rolante. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, Florianópolis, v.9, n.1, p.67-75, mar. 2007. Disponível em: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=link&exprSearch=454232&indexSearch=ID>. Acesso em: 25 abr. 2010.

COSTILL, D. L. et al. Effects of elevated plasma FFA and insulin on de muscle glycogen usage during exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.43, n.4, p.695-99, out. 1977. Disponível em: [http://www.edb.utexas.edu/coyle/pdf%20library/\(1\)%20Costill,%20Coyle,%20Effects%20of%20elevated%20plasma%20FFA%20JAP%2043%20695-99,%201977.pdf](http://www.edb.utexas.edu/coyle/pdf%20library/(1)%20Costill,%20Coyle,%20Effects%20of%20elevated%20plasma%20FFA%20JAP%2043%20695-99,%201977.pdf). Acesso em: 25 abr. 2010.

FEBBRAIO, M. A. et al. Preexercise carbohydrate ingestion, glucose kinetics, and muscle glycogen use: effect of the glycemic index. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.89, n.5, p.1845-51, nov. 2000. Disponível em: <http://jap.physiology.org/cgi/reprint/89/5/1845>. Acesso em: 25 abr. 2010.

FELÍCIO, C. H. V. **Resposta crônica e aguda da glicemia a um protocolo de treinamento misto para melhora da saúde de diabéticos tipo 2**. 2008. 57 p. Dissertação [Mestrado em Promoção de Saúde] - Universidade de Franca, Franca, 2008.

FELIG, P. et al. Hypoglycemia during prolonged exercise in normal men. **New England Journal of Medicine**, Waltham, v.306, n.15, p.895-900, abr. 1982. Disponível em: <http://content.nejm.org/cgi/content/abstract/306/15/895>. Acesso em: 25 abr. 2010.

FERREIRA, M. S.; NAJAR, A. L. Programas e campanhas de promoção da atividade física.

Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v.10, sup., p.207-19, jun. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v10s0/a22v10s0.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2010.

FLINT, A. et al. The use of glycaemic index tables to predict glycaemic index of composite breakfast meals. **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.91, n.6, p.979-89, jun. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v10s0/a22v10s0.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2010.

GUEDES, D. P.; GONÇALVES, L. A. V. V. Impacto da prática habitual de atividade física no perfil lipídico de adultos. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v.51, n.1, p.72-8, fev. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abem/v51n1/08.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2010.

HAMZAH, S. et al. The effect of glycaemic index of high carbohydrate diets consumed over 5 days on exercise energy metabolism and running capacity in males. **Journal of Sports Sciences**, Uludag, v.27, n.14, p.1545-54, dez. 2009. Disponível em: <http://www.informaworld.com/smpp/content-content=a917439178~db=all-jumptype=rss>. Acesso em: 25 abr. 2010.

JENKINS, D. J. et al. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Houston, v.34, n.3, p.362-366, mar. 1981. Disponível em: <http://www.ajcn.org/cgi/reprint/34/3/362>. Acesso em: 25 abr. 2010.

JONES, N. L. et al. Normal standards for an incremental progressive cycle ergometer test. **The American Review of Respiratory Disease**, New York, v.131, n.5, p.700-708, maio 1985. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3923878>. Acesso em: 25 abr. 2010.

KARVONEN, J. J.; KENTALA, E.; MUSTALA, O. The effects of training on heart rate, a "longitudinal" study. **Annales Medicinæ Experimentalis et Biologiae Fenniae**, San Diego, v.35, n.3, p.307-315, jan. 1957.

KESANIEMI, Y. et al. Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v.33, suppl.6, p.351s-358s, jun. 2001.

KIRWAN, J. P. et al. Effects of moderate and high glycemic index meals on metabolism and exercise performance. **Metabolism, Clinical and Experimental**, New York, v.50, n.7, p.849-55, jul. 2001. Disponível em:

[http://www.metabolismjournal.com/article/S0026-0495\(01\)79958-1/abstract](http://www.metabolismjournal.com/article/S0026-0495(01)79958-1/abstract). Acesso em: 25 abr. 2010.

MARINS, J. C. B.; GIANNICHI, R. **Avaliação e prescrição de atividade física**. 3. ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. C. **Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

MCARDLE, W.; KATCH, F.; KATCH, V. L. **Energia, nutrição e desempenho humano**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

MOORE, L. J. et al. The effects of low- and high-glycemic index meals on time trial performance. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, La Crosse, v.4, n.3, p.331-344, set. 2009. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19953821>. Acesso em: 25 abr. 2010.

MURRAY, R. et al. Carbohydrate feeding and exercise; effect of beverage carbohydrate content. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v.59, n.1-2, p.152-158, jan. 1989. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2583144>. Acesso em: 25 abr. 2010.

POLACOW, V.; LANCHÁ JUNIOR, A. H. Dietas hiperglicídicas: efeitos da substituição isoenergética de gordura por carboidratos sobre o metabolismo de lipídios, adiposidade corporal e sua associação com atividade física e com o risco de doença cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v.51, n.3, p.389-400, abr. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abem/v51n3/a06v51n3.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2010.

POLLOCK, M. L.; WILMORE, J. H. **Exercício na saúde e na doença**. 2. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1993.

RODRIGUEZ, F. J. R. Comportamiento glicêmico durante el ejercicio de resistência, aplicando dos tipos de raciones de carboidratos prévio ao ejercicio. **Efdeportes** [S. l.]. n.85, jun. 2005. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd85/glicem.htm>. Acesso em 15 mar. 2009.

SIU, P. M.; WONG, S. H. S. Use of the glycemic index: effects on feeding patterns and exercise performance. **Journal of Physiological Anthropology Applied Human Science**, Tokio, v.23, n.1, p.1-6, jan. 2004. Disponível em: <http://www.jstage.jst.go.jp/article/jpa/23/1/1/pdf>. Acesso em: 25 abr. 2010.

SOCIEDADE Brasileira de Hipertensão. V Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial. **Revista Brasileira de Hipertensão**, Ribeirão Preto, v.13, n.4, p.1-48, out./dez. 2006. Disponível em: <http://publicacoes.cardiol.br/consenso/2006/VDirtriz-HA.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2010.

STANNARD, S. R.; CONSTANTINI, N. W.; MILLER, J. C. The effect of glycemic index on plasma glucose and lactate levels during incremental exercise. **International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism**, Champaign, v.10, n.1, p.51-61, mar. 2000. Disponível em : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10722781>. Acesso em: 25 abr. 2010.

THOMAS, L. E. et al. A glucose meter accuracy and precision comparison: the FreeStyle Flash versus the Accu-Chek Advantage, Accu-Chek Compact Plus, Ascensia Contour, and the BD Logic. **Diabetes Technology and Therapeutics**, New York, v.10, n.2, p.102-110, fev. 2008. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18260773>. Acesso em: 25 abr. 2010.

WEE, S. L. et al. Influence of high and low glycemic index meals on endurance running capacity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v.31, n.3, p.393-399, mar. 1999. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10188743>. Acesso em: 25 abr. 2010.

WEE, S. L. et al. Ingestion of a high-glycemic index meal increases muscle glycogen storage at rest but augments its utilization during subsequent exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.99, n.2, p.707-14, ago. 2005. Disponível em: <http://jap.physiology.org/cgi/reprint/99/2/707>. Acesso em: 25 abr. 2010.

WU, C. et al. The influence of high-carbohydrate meals with different glycaemic indices on substrate utilization during subsequent exercise. **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.90, n.6, p.1049-56, dez. 2003. Disponível em: <http://www.nutritionociety.org.uk/bjn/090/1049/0901049.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2010.

Agradecimento e Apoio: ao Curso de Especialização em Futebol e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pelo apoio financeiro.

Endereço:
João Carlos Bouzas Marins
Universidade Federal de Viçosa - LAPEH
Viçosa MG Brasil
36571-000
Tel: (031) 3899.2249
Fax: (031) 3899.2061
E-mail: jcbouzas@ufv.br

*Recebido em: 27 de abril de 2010.
Aceito em: 8 de fevereiro de 2011.*



Motriz. Revista de Educação Física. UNESP, Rio Claro, SP, Brasil - eISSN: 1980-6574 - está licenciada sob [Creative Commons - Atribuição 3.0](http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)