Recebido em: **15/3/2010** Emitido parece em: **22/3/2010** **Artigo original**

COMPORTAMENTO GLICÊMICO PRÉ E PÓS SUPERCOMPENSAÇÃO DE CARBOIDRATOS EM EXERCÍCIO PROGRESSIVO

Pedro Augusto Santos Almeida, Douglas Aparecido Brandão, Daniel Carlos Morais, Guilherme Rodrigues Ferreira, Sandro Fernandes da Silva

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar o comportamento glicêmico antes e após uma supercompensação de Carboidratos em um exercício progressivo e intermitente. Sete voluntários realizaram um teste progressivo em esteira ergométrica, onde foram coletadas amostras de sangue para análise da glicemia circulante 1 hora antes dos testes, após o lanche padronizado realizado 30 minutos após a primeira coleta, imediatamente antes dos testes e entre os intervalos de incremento de velocidade. Os voluntários seguiram nos sete dias conseguintes uma dieta individualizada composta por 70% da ingestão diária de Carboidratos e repetiram os testes seguindo o mesmo protocolo anterior. Não foram identificadas diferenças significativas ($p<0,05$) entre os dados obtidos, onde pode se concluir que a supercompensação de carboidratos não afetou a curva glicêmica antes ou durante o teste em esteira ergométrica.

Palavras-chave: Glicemia, teste aeróbico, carboidratos.

BEHAVIOR GLYCEMIC BEFORE AND AFTER CARBOHYDRATE SUPPLEMENTATIONS IN PROGRESSIVE EXERCISE

ABSTRACT

This study aimed in evaluating the glycemic behavior before and after an overcompensation of carbohydrates in a gradual and intermittent exercise. Seven volunteers performed a progressive test in a treadmill (stating at 8km.h ¹ and increasing 1.2 ¹ km.h every 3 min.), and blood samples were collected for analysis of circulating glycaemia one hour before testing, after standardized meal performed 30 minutes after the first collection, immediately before testing and between the intervals of speed increasing. In the next seven days the volunteers followed an individual daily diet composed of 70% of carbohydrates and repeated the tests using the same protocol. Significant differences were identified ($p <0.05$) between the obtained data, from where can be concluded that overcompensation of carbohydrates did not affect the glycaemia before or during the treadmill test.

Keywords: Glycemia, aerobic test, carbohydrate.

INTRODUÇÃO

A nutrição corresponde aos processos gerais de ingestão e conversão de substâncias alimentícias em nutrientes que podem ser utilizados para manter a função orgânica. Esses processos resultam em nutrientes capazes de gerar energia, serem utilizados como substrato sintético e exercerem diversas funções reguladoras no metabolismo celular (WOLINSKY & HICKSON, 1996). Dentre estes nutrientes, destacam-se os carboidratos (CHO) que são utilizados como fonte de carbono para a síntese de componentes celulares, depósitos de energia e elementos estruturais de células e tecidos. Além disso, são as principais fontes de energia para a maioria das células do organismo, incluindo as células do músculo esquelético durante o exercício, células nervosas e eritrócitos. No homem adulto, grande parte dos carboidratos é armazenada no fígado e nos músculos, sob a forma de glicogênio e, em menor parte, sob a forma de glicose sanguínea (RIBEIRO et al, 1998). Pensando nessa geração de energia voltada para o rendimento esportivo, a suplementação de CHO tem sido alvo de diversos estudos ao longo dos anos (CHEN et al, 2008; DEMARCO et al, 1999).

No meio esportivo tem se a ideia de que a suplementação de carboidratos é efetiva somente para os exercícios aeróbicos de longa duração, atualmente existem evidencias cientificas que a

utilização de carboidratos para exercícios de alta intensidade e curta duração (RANKLIN, 2001). Paravidino et al, (2007) defendem a ideia de que a quantidade dos nutrientes ingeridos na dieta e a suplementação com carboidratos podem influenciar a utilização desses substratos e, possivelmente, alterar o rendimento durante o exercício. Segundo Kirwan et al (1998), um consumo de carboidratos pré-exercício minimizaria a depleção de glicogênio que ocorre ao longo do exercício de resistência aeróbica, o que poderia aumentar o tempo do exercício realizado. Diversos experimentos com exercícios de resistência que induzem a fadiga foram realizados e comprovaram uma redução entre 25 a 40% do glicogênio muscular (TESCH et al., 1998).

Ranklin (2001) relata sujeitos que praticam esportes de resistência e consomem uma dieta com quantidades moderadas de carboidratos (50%) apresentam uma diminuição no desempenho após 7 dias de treinamento intenso, a resposta contraria foi observada em sujeitos que aumentaram a ingestão de CHO´s para 70% da ingesta diária recomendada (IDR) (WALBERG et al., 1988). Uma estratégia utilizada para aumentar as reservas de glicogênio muscular e prolongar o exercício é conhecida como supercompensação de CHO (carbohydrate loading), que consiste em aumentar a ingestão de carboidratos nos dias que antecedem o exercício de forma gradativa (COYLE, 1995). Desenvolvido na década de 60 por pesquisadores escandinavos, e modificado na década de 80, a supercompensação de CHO consiste em um período de 3-4 dias procedentes à atividade com uma dieta rica em CHO (60 – 70% da IDR). Esta ingestão de CHO seria suficiente para aumentar significantemente o glicogênio nos músculos em até duas vezes o nível normal, o que seria uma estratégia importante para eventos com atividades acima de 90 minutos (LAMBERT et al., 2004). Os Estudos clássicos utilizando a suplementação de CHO em atletas de endurance provaram sua eficiência na reposição do glicogênio muscular (BERGSTÖM et al., 1967; KARLSSON e SALTIN, 1971), estudos mais recentes não encontram a mesma resposta dos estudos clássicos, mostrando que a maior disponibilidade de glicogênio muscular não necessariamente esta relacionado a um melhor desempenho (MADSEN et al., 1990; GOMES et al., 2003).

OBJETIVO

Em razão das duvidas existente na literatura cientifica e buscando compreender as respostas metabólicas da supercompensação de CHO em exercícios com duração inferior a 90 minutos, o presente estudo teve como objetivo verificar o comportamento glicêmico antes e após a supercompensação de CHO em um teste ergométrico máximo.

METODOLOGIA

Amostra

Foram avaliados 07 estudantes do curso de Educação Física da Universidade de Itaúna, do sexo masculino, não fumantes, não atletas. A amostra foi escolhida obedecendo ao critério de seleção onde todos os voluntários deveriam ser praticantes de atividades aeróbias não competitivas, e acostumados com a prática na esteira ergométrica. Todos os voluntários foram informados sobre a execução dos testes, onde leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade de Itaúna sob o protocolo número 002/08. As características da amostra e de treinamento estão descritas nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1- Características da Amostra.

n	Idade	Massa Corporal (Kg)	Estatura (cm)	%G
7	24,42 ± 2,14	75,86 ± 7,03	174, 4 ± 0,04	12,41 ± 4,41

Tabela 2- Características de Treinamento.

n	Anos de Treinamento	Frequência Semanal	Duração do Treinamento (minutos)
7	7,28 ± 4,10	3,2 ± 1,4	70 ± 20,28

Métodos

As avaliações foram determinadas em 2 momentos do estudo: Pré e Pós Supercompensação de CHO, intervalada por 7 dias entre si. Nos dias de teste foram aferidas as medidas antropométricas para controle da amostra (% G, circunferências, massa, estatura).

A) Teste de Esforço: O teste de esforço em esteira ergométrica consistiu em um aquecimento prévio durante 5 minutos s 4 km/h^{-1}. O velocidade inicial foi de 8km.h-¹ sendo incrementada a velocidade de 1,2km.h-¹ a cada 3min, a inclinação foi constante em 1% (Heck et al., 1985).

B) Análise da Glicose Sanguínea: Foram coletadas amostras de sangue antes dos testes, nos intervalos de cada estágio e imediatamente ao final do teste. Para a coleta da glicose plasmática foi utilizado o glicosímetro clínico Optium Xceed® da marca Abbott. As amostras de sangue foram realizadas por punção no dedo anular, após assepsia com álcool e utilizando lancetas e luvas de procedimentos descartáveis.

C) Composição Corporal: Para caracterização da amostra foram analisadas a estatura, massa corporal e circunferências, diâmetros ósseos e análise das dobras cutâneas. Foram identificados o IMC, a porcentagem de gordura através da equação de Jackson e Pollock que utiliza 7 dobras cutâneas. Foram utilizados para realizar estas medidas os seguintes materiais: balança da marca Filizola com precisão de 100 gramas, o estadiômetro da marca Filizola acoplado a balança com precisão de 1 cm, o adipometro Cientifico da Cescorf com precisão de 1mm.

D) Intervenção Dietética: Todos os voluntários responderam a um recordatório alimentar de três dias para análise e elaboração das dietas a serem seguidas. No primeiro dia os voluntários realizaram o teste procedido de suas dietas usuais. Depois do teste os alunos receberam por escrito a dieta que deveriam adotar para os próximos 7 dias onde o CHO representaria 70% da ingestão total diária. Foram coletadas amostras de glicemia plasmática dos voluntários, 1 hora antes do teste, após o lanche padronizado, 30 min antes e imediatamente antes do teste em ambos os dias analisados.

ESTATÍSTICA

O tratamento estatístico dos dados se deu por meio de análise descritiva com comparação de médias e desvio padrão. Para verificar as variáveis de glicemia máxima e glicemia pré e pós lanche e macronutrientes foi adotado o teste não paramétrico de Mann-Whitney. O nível de significância adotado para todas as análises foi de $p<0,05$.

RESULTADOS

Na tabela 3 descrevemos a variação dos macronutrientes antes de inicio do estudo, onde observamos que existiu uma diferença significativa na utilização de carboidratos em relação aos outros macronutrientes (Lipídios e Proteínas).

Tabela 3. Distribuiçao dos Macronutrientes.

N	Carboidratos (%)	Lipídios (%)	Proteínas (%)
7	58,18 ± 2,75*	24,50 ± 8,06	18,88 ± 6,42

* $p \leq 0.05$

No gráfico 1, observamos a variação da glicemia antes de iniciar o teste, assim que os sujeitos chegavam ao laboratório, onde não observamos diferenças significativas, esse mesmo comportamento foi possível observar no gráfico 2, que representa a mudança glicêmica 30 minutos após a ingestão de um lanche tendo como base carboidratos.

Gráfico 1. Variação da Glicemia Pré e Pós Supercompensaçao Antes do Lanche.

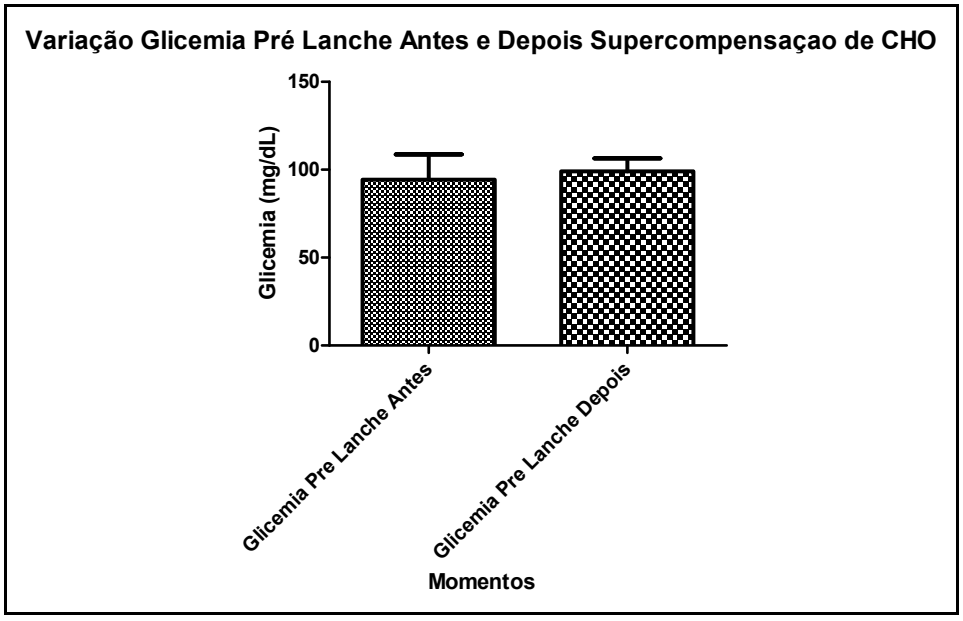
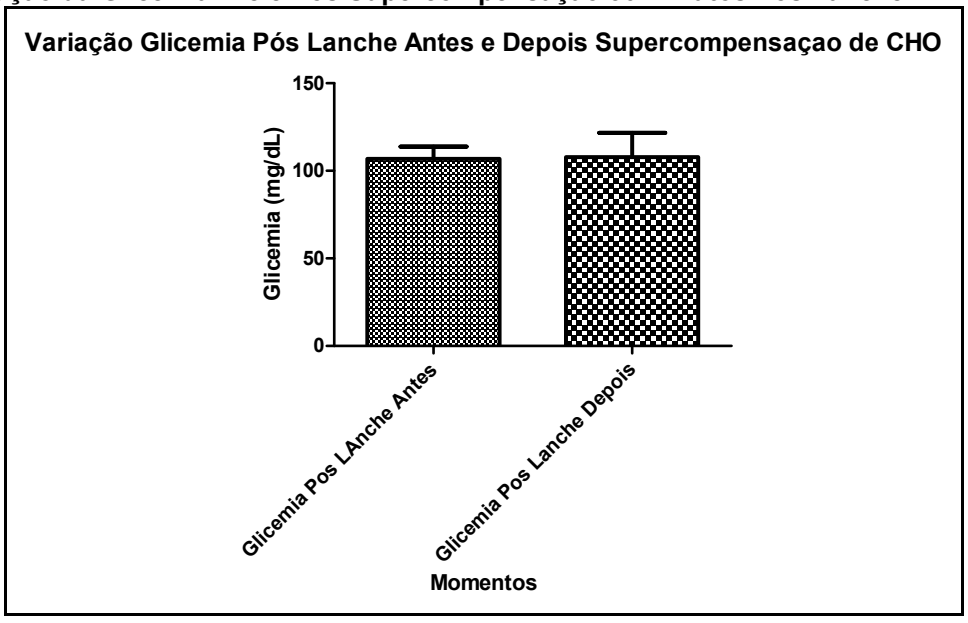
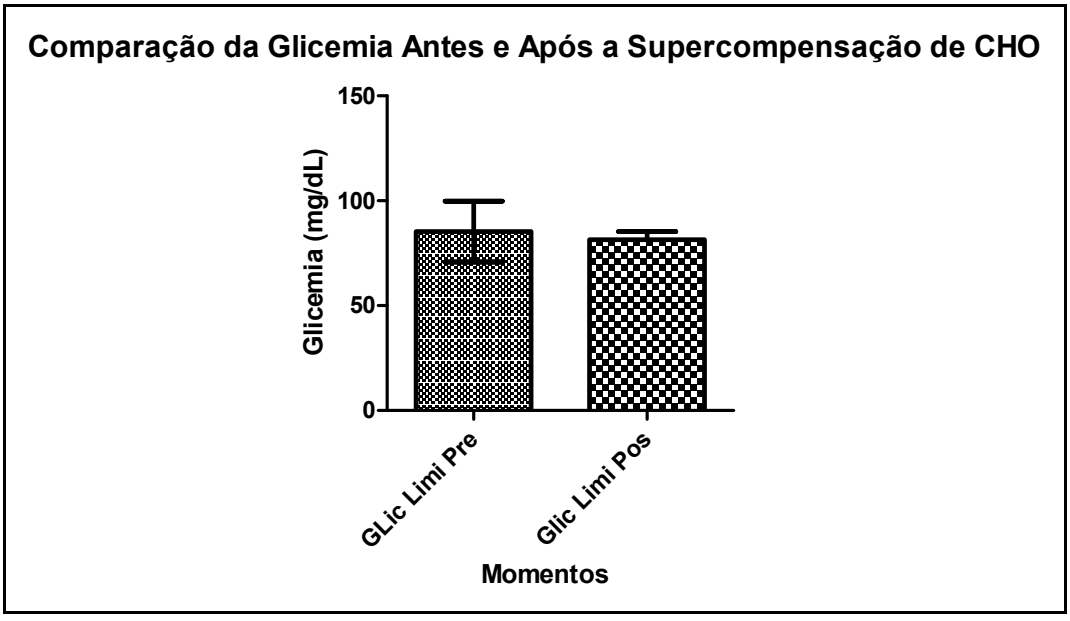


Gráfico 2. Variação da Glicemia Pré e Pós Supercompensaçao 30 Minutos Pós Lanche.



No gráfico 3, descrevemos a glicemia máxima ao final do teste antes e após a supercompensação, onde não observamos diferenças significativas.

Gráfico 3: Comparação da Glicemia Máxima Pré e Pós Supercompensação



Nos gráficos 4 e 5 observamos o comportamento media da glicemia durante os estágios (velocidades) durante o teste de esforço, onde não observamos nenhuma variação significativa, mas encontramos uma tendência a uma estabilização na glicemia após a suplementação e um incremento da glicose no sangue a partir do estagio 6, que representa a velocidade de 14 km/h^{-1}.

Gráfico 4. Variação Glicêmica Pré Supercompensação Durante o Teste de Esforço.

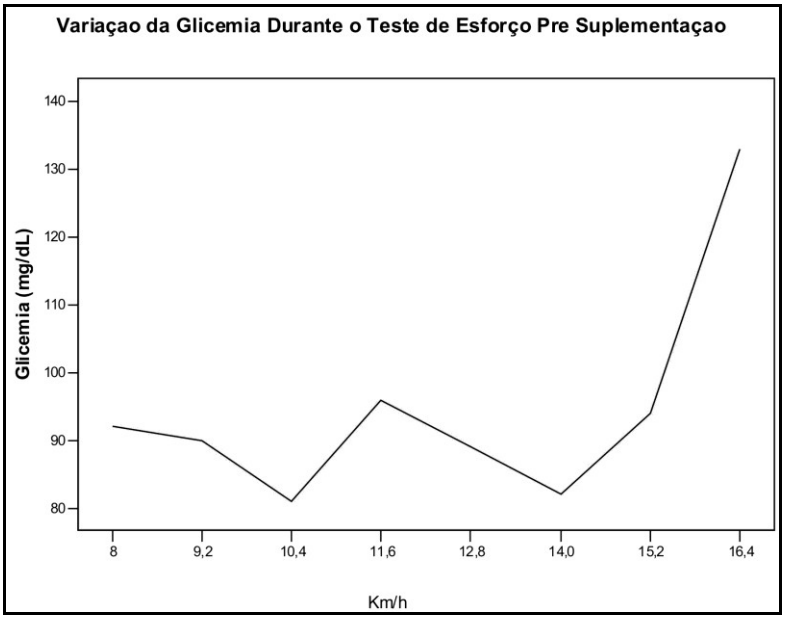
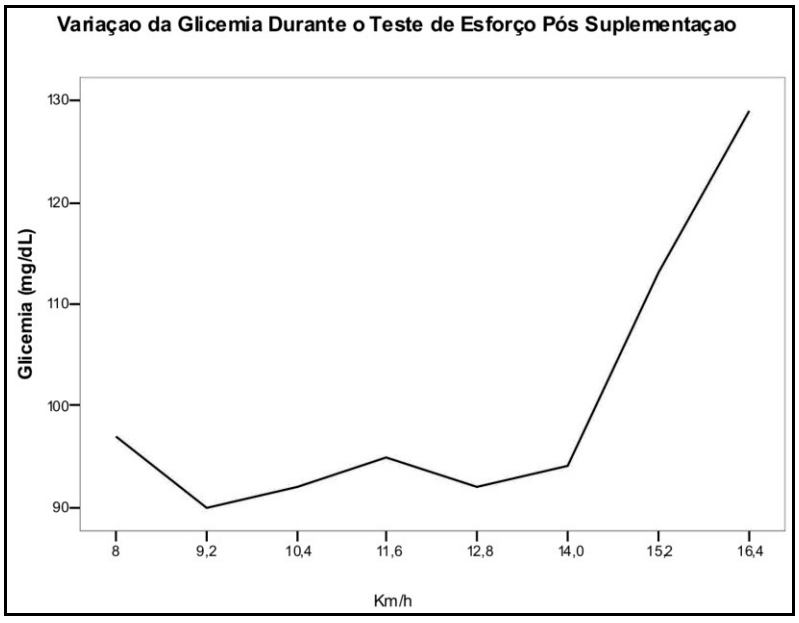


Gráfico 5: Variação Glicêmica Pós Supercompensação Durante o Teste de Esforço



DISCUSSÃO

Uma das contribuições mais efetivas do estudo foi detectar que não existiu alteração no comportamento glicêmico antes e após a supercompensação, o que nos leva a crer que não existiu alteração da performance, contrariando o encontrado em alguns estudos (PARAVIDINO et al, 2007), e confirmando outros (GOMES et al., 2003), mas esse não foi o objeto do estudo.

Com base nos resultados obtidos no estudo, verificamos que o comportamento da glicemia nas amostras antes dos testes foi identificado como dentro dos padrões obtidos em outros estudos (FAYH et al., 2007). Apesar de ter sido identificado um aumento glicêmico após a supercompensação, não foi verificado diferença significativa dos valores glicêmicos antes e após o lanche pré teste em nenhuma das amostras, diferente do encontrado nos estudos de Sapata et al.(2006) que identificou em seus estudos um aumento significativo da glicemia, o que pode ser motivado pela diferença metodológica e controle de parâmetros, já que no nosso estudo não controlamos o índice glicêmico do lanche, pois este afeta diretamente a performance (DEMARCO et al., 1999; THOMAS et al., 1994).

Não encontramos diferença significativa entre a glicemia máxima ao final do teste de esforço, esse resultado não era esperado já que a literatura relata um aumento na concentração de glicogênio muscular após um período de 5 a 7 dias de ingestão de carboidratos em humanos (MADSEN et al., 1990) e em animais (NAKATANI et al., 1997), em razão de esta explicação seria esperado uma menor glicemia sanguínea como resposta ao aumento dos estoques de glicogênio muscular e hepático, redução esta encontrada no estudo mas não de forma significativa, como encontrou o estudo de Silva e Azevedo (2007), quando comparou exercícios aeróbios e anaeróbios. Uma explicação plausível para o resultado encontrado é a que a amostra não se tratava de atletas, o que limitou o desempenho nos procedimentos, fazendo com que o tempo de trabalho anaeróbio fosse pequeno e limitado pela acidose metabólica e não pela queda do glicogênio muscular (DROUIN et al., 2008). Durante os testes, a diminuição da glicemia verificada em ambos os dias no início do teste pode ser explicada pela liberação da insulina pelo pâncreas, que, devido ao rápido transporte da glicose plasmática para as células através dos transportadores de glicose do tipo 4 (GLUT-4), reduziria os níveis plasmáticos de glicose (EBELING et al., 1993). O aumento da glicemia durante o exercício, seguido de uma nova queda poderia ser explicada por uma tentativa de regulação do organismo antes da liberação de glicose hepática (HOWLETT et al., 1998).

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A supercompensação de CHO utilizada não modificou as curvas de glicemia das amostras, o que nos faz concluir que uma maior ingestão de carboidratos e um possível implemento do glicogênio muscular não afetaram os níveis plasmáticos de glicose nas amostras avaliadas. É interessante ressaltar que algumas variáveis devem ser melhores observadas para uma melhor análise cinética da glicemia nos próximos estudos, tais como o índice glicêmico da alimentação pré-teste, a análise da insulina sérica durante o exercício, alem de determinar parâmetros de treinamento de performance para avaliar a efetividade da supercompensação de CHO.

REFERÊNCIAS

BERGSTÖM, J.; HERMANSEN, L.; HULTMAN, E.; SALTIN, B. Diet, muscle glycogen and physical performance. **Acta Physiologica Scandinavica**, vol.71 n.2, p. 140-150, 1967.

CHEN, Y.J.; WONG, S.H.; WONG, C.K.; LAM, C.W.; HUANG, Y.J.; SIU, P.M. Effect of Preexercise Meals With Different Glycemic and Loads on Metabolic: Responses and Endurance Running. **International Journal Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, vol.18, p. 281-300, 2008

COYLE, E.F. Substrate utilization during exercise in active people. **American Journal of Clinical Nutrition**, vol. 61(suppl), p. 968-975, 1995

DEMARCO, H.M.; SUCHER, K.P.; CISAR, C.J.; BUTTERFIELD, G.E. Pre-Exercise carbohydrate meals: application of glycemic index. **Medicine Science Sports Exercise**, vol.31, p. 164-170, 1999

DROUIN, R.; ROBERT, G.; MILOT, M.; MASSICOTTE, D.; PERONNET, F.; LAVOIE, C. Swin training increases glucose output from liver perfused in situation with glucagon in fed and fasted rats. **Metabolism**, vol.53, n.8, p.1027-1031, 2008

EBELING, P.R.; BOUREY, L.; KORANYI, L. Mechanism of enhanced insulin sensitivity in athletes: increased blood flow, muscle glucose transport protein (GLUT-4) concentration, and glycogen synthase activity. **Journal of Clinical Investigation**, vol.92, p. 1623-1631, 1993

FAYH, A.P.T.; UMPIERRE, D. SAPATA, K.B.; NETO, F.M.D.; OLIVEIRA, A.R. Efeitos da ingestão prévia de carboidrato de alto índice glicêmico sobre a resposta glicêmica e desempenho durante um treino de força. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** vol.13, n.6, p. 416-420, 2007.

GOMES, R.V.; MATSUDO, S.M.M.; DE ALMEIDA, V.C.S.; AOKI, M.S. Suplementação de carboidrato associada ao exercício de força não afeta o subsequente desempenho no teste de potencia aeróbica. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento,** vol.11, n.4, p. 67-72, 2003..

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MUCKE, S.; MULLER, R.; HOLLMANN, W. Justification of the 4 mmol/l lactate threshold. **International Journal of Sports Medicine,** Vol.06, p. 117-130, 1985.

HOWLETT, K.; DAMIEN, A.; PROIETTO, J.; HARGREAVES, M. Effect of increased blood glucose availability on glucose kinetics during exercise. **Journal of Applied Physiology**, vol.84, p. 1413-1417, 1998.

KARLSSON, J.; SALTIN, B. Diet, muscle glycogen, and endurance performance. **Journal of Applied Physiology**, vol.31, n.2, p. 203-206, 1971.

KIRWAN J.P.; O'GORMAN D.; EVANS W.J. A moderate glycemic meal before endurance exercise can enhance performance. **Journal of Applied Physiology**, vol.84, n.1, p. 53-59, 1998.

LAMBERT, C.P.; FRANK, L.L.; EVANS, W.J. Macronutrient considerations for the sport of bodybuilding. **Sports Medicine**, vol.34, n.5, p. 317-327, 2004.

MADSEN, K.; PEDERSEN, P.K.; ROSE, P.; RICHTER, E.A. Carbohydrate supercompensation and muscle glycogen utilization during exhaustive running in highly trained athletes. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, vol.61, n.5-6, p. 467-472, 1990.

NAKATANI, A.; HAN, D.; HANSEN, P.A.; NOLTE, L.A.; HOST, H.H.; HICKNER, R.C.; HOLLOZSY, J.H. Effect of endurance exercise training on muscle glycogen supercompensation in rats. **Journal of Applied Physiology**, vol. 82, p. 711-715, 1997.

PARAVIDINO, A.B.; PORTELLA, E.S.; SOARES, E.A.; Metabolismo energético em atletas de endurance é diferente entre os sexos. **Revista de Nutrição**, vol.20, n.3, p. 317-325, 2007.

RANKLIN, J.W. Efeitos da ingestão de carboidratos no desempenho de atletas em exercícios de alta intensidade. **Sports Science Exchange**, vol.13, p. 1-6, 2001.

RIBEIRO B.G.; PIERUCCI A. P.T.R.; SOARES E.A.; CARMO M.G.T.; A influência dos carboidratos no desempenho físico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, vol.4, n.6, p. 197-202, 1998.

SILVA, A.S.; AZEVEDO, W.K.C. Comportamento glicêmico em treinamentos de natação com caráter aeróbio e anaeróbio. **Revista da Educação Física**, vol.137, n.2, p. 26-32, 2007.

SAPATA, K.B.; FAYH, A.P.T.; OLIVEIRA, A.R.; Efeitos do consumo prévio de carboidratos sobre a resposta glicêmica e desempenho. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, vol.12, n.4, p. 189-194, 2006.

TESCH, P.A.; PLOUTZ-SNYDER, L.L..; YSTROM, L.; CASTRO, M.J.; DUDLEY, G.A. Skeletal muscle glycogen loss evoked by resistance exercise. **Journal of Strength and Conditional Research**, vol.12, p. 67-73, 1998.

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. **International Journal of Sport Nutrition**, vol.4, p. 361-373, 1994.

WALBERG, J.; LEIDY, M.; STURGILL, D.; HINKLE, S.; RITCHEY, S.; SEBOLT, D. Macronutrient content of a hypoenergy diet affects nitrogen retention and muscle function in weight lifters. **International Journal of Sports Medicine**, vol.4, p. 261-266, 1988.

WOLINSKY, I.; HICKSON, J. F. **Nutrição no exercício e no esporte.** 2ª ed. São Paulo, Roca, 1996.

[1] Faculdade de Educação Física – Universidade de Itaúna – Itaúna / MG.
[2] Núcleo de Estudos em Movimento Humano – Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras – MG.

Rua Eliseu Jardim, 296 - apt205 - Universitário
Itaúna/MG