

# Os atletas atingem as necessidades nutricionais de carboidratos em suas dietas?

## *Do athletes fill their nutritional carbohydrate needs when going on diets?*

### ABSTRACT

SOUSA, M.V.; TIRAPEGUI, J. Do athletes fill their nutritional carbohydrate needs when going on diets? *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.* = J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 29, p. 121-140, jun. 2005.

*The search for better results involve aspects linked to the athletes' nutrition. Manipulation of the carbohydrate intake by the diet offered before, during and after the exercise may greatly improve the athletic performance by means of optimization of the muscles' glycogen and the reserves of hepatic tissue or by means of maintenance of the blood glucose homeostasis. It is a known fact that several nutritional "maneuvers" are capable to interfere in the athletes' performance, as much as the inadequacy of their diet can impair their sporting productivity. CHO storage in the organism is limited and represents approximately 2000Kcal, being equivalent to only 1–2% of the total energy stored in the body. The greatest part of this energy is metabolized during exercise and, because of that, the appropriate nutritional support on intense training programs includes a high-energy ingestion, predominantly in the form of carbohydrates (approximately between 60 and 70%) for replacement of the glycogen storage in the organism. However, this scientific literature review points out to an alimentary inadequacy regarding carbohydrate intake among athletes of several countries and different sport modalities, regardless of whether it is aerobic or anaerobic.*

**Keywords: carbohydrates; exercise; athletes; supplementation; nutrition.**

**MAYSA VIEIRA DE SOUSA<sup>1</sup>; JULIO TIRAPEGUI<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo.

**Endereço para Correspondência:**

Av. Lineu Prestes, 580 – Bloco 14, 05508-030, São Paulo, S.P., Brasil. tirapegui@usp.br

**Agradecimentos:**

os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelas bolsas outorgadas.

## RESUMEN

*La nutrición de los atletas contribuye de manera significativa en la optimización para mejores resultados en el deporte. La manipulación de la ingestión de carbohidratos en la dieta antes, durante y después del ejercicio puede mejorar el desempeño atlético ya sea, aumentando las reservas de glucógeno muscular y hepático o a través de la manutención de la homeostasis de la glucosa sanguínea. Diversas manipulaciones nutricionales pueden influir en el desempeño de atletas y dietas mal balanceadas pueden perjudicar el desempeño deportivo. Las reservas de carbohidratos en el organismo se limitan aproximadamente a 2000 Calorías, lo que equivale a 1-2% de la energía depositada en el organismo y la mayor parte es depletada durante el ejercicio. Por eso, en programas de entrenamiento intenso es necesario un soporte nutricional adecuado con administración de carbohidratos en niveles de 60 a 70% del valor calórico total para la reposición de las reservas de glucógeno en el organismo. Los resultados de esta revisión mostraron una inadecuación alimentar en relación a la ingestión de carbohidratos en los atletas de diferentes modalidades deportivas, tanto anaeróbicas como aeróbicas.*

**Palabras clave:** carbohidratos; ejercicio; atletas; suplementación; nutrición.

## RESUMO

*A nutrição dos atletas contribui significativamente na busca por melhores resultados no esporte. A manipulação da ingestão de carboidratos pela dieta antes, durante e depois do exercício pode melhorar muito o desempenho atlético através da otimização da reserva de glicogênio dos músculos e no tecido hepático ou através da manutenção da homeostase da glicose sanguínea. É fato conhecido que diversas "manobras" nutricionais são capazes de interferir no desempenho de atletas, assim como, a inadequação da sua dieta pode prejudicar o rendimento esportivo. Os estoques de CHO no organismo são limitados representando aproximadamente 2000Kcal, equivalente a somente 1-2% do total de energia estocada no corpo sendo a maior parte deste metabolizado durante exercício, por isso o suporte nutricional adequado em programas de treinamento intenso inclui alta ingestão energética, predominantemente na forma de carboidratos (aproximadamente entre 60 a 70%) para reposição dos estoques de glicogênio no organismo; entretanto, essa revisão da literatura científica indica inadequação alimentar com relação à ingestão de carboidratos entre os atletas de diferentes modalidades esportivas, sejam aeróbicas ou anaeróbicas.*

**Palavras-chave:** carboidratos; exercício; atletas; suplementação; nutrição.

## INTRODUÇÃO

Os efeitos da suplementação de carboidratos (CHO) são conhecidos e estudados desde a década de 20, quando foi descrita pela primeira vez a eficácia da ingestão de carboidratos na prevenção da hipoglicemia em atletas participantes de uma maratona (LEVINE *et al.*, 1924). Na década de 60, foi descrita a estratégia conhecida como supercompensação. Este tipo de dieta foi utilizado com sucesso, por muitos atletas, durante provas com mais de uma hora de duração e alta intensidade, onde a utilização de carboidratos como fonte energética é determinante no desempenho (BERGSTROM e HULTMAN, 1972). Desde esta época, a maior ênfase vem sendo atribuída à suplementação de carboidratos. Hoje, sabe-se que a ingestão de carboidratos durante exercícios de longa duração mantém o rendimento elevado e, que a utilização desta estratégia durante os treinos, permite ao atleta trabalhar com maior carga por mais tempo (McCONNEL, 2000). Diversos estudos, na área da nutrição esportiva, ampliaram de maneira acentuada o conhecimento sobre o papel dos nutrientes e, conseqüentemente da suplementação nutricional aplicada ao treinamento. Os atletas necessitam de um programa nutricional específico que pode variar de acordo com o sexo, idade, composição corporal, tipo, intensidade, freqüência e duração do exercício (McARDLE *et al.*, 1998; MULLINS *et al.*, 2001). Nesse programa nutricional, pelo menos de 60 a 70% das calorias presentes nas dietas dos atletas devem apresentar carboidratos. O restante das calorias deve ser obtido através de gorduras (20 – 30%) e proteínas (10 – 15%) (COSTILL, 1998; WILLIAMS, 1998). Essas recomendações são indicadas, principalmente, para preencher os estoques de glicogênio muscular e hepático, disponibilizando CHO suficiente para contração da musculatura esquelética durante os sucessivos dias de treinamento. Além disso, a glicose é um importante combustível para as células do sistema imune incluindo linfócitos, neutrófilos e macrófagos (GLEESON e BISHOP, 2000).

Para a otimização do desempenho físico, a suplementação de CHO (exceto frutose) numa concentração > 45g/hora é indicada durante o exercício (JACOBS e SHERMAN, 1999; ANGUS *et al.*, 2000).

Segundo TSINTZAS e WILLIAMS (1998), os possíveis efeitos ergogênicos da suplementação com CHO incluem a euglicemia e a diminuição da taxa de utilização do glicogênio muscular. A prevalência de um desses efeitos depende de fatores como tipo e intensidade do exercício, quantidade, tipo e tempo de ingestão dos CHO, estado nutricional do CHO pré-exercício e estado de treinamento dos participantes do estudo. Portanto, não só a adequação da dieta, mas, por vezes a suplementação estão ligadas com a melhoria do rendimento esportivo e, também, com a manutenção da qualidade de vida do atleta. Sabendo que os aspectos nutricionais e de suplementação dos atletas são importantes para o bom rendimento dos mesmos, propusemo-nos a realizar esse artigo de revisão, enfocando a ingestão de carboidratos em atletas de diferentes modalidades esportivas e os efeitos da suplementação de carboidratos no metabolismo e desempenho físico.

## HISTÓRICO

O estudo do metabolismo dos carboidratos se iniciou na década de 20, quando LEVINE *et al.* (1924) estudaram 12 corredores participantes da maratona de Boston, em 1923 e observaram diminuição na concentração plasmática de glicose ( $< 50\text{mg/dl}$ ) em 3 deles. No ano seguinte, esses atletas foram suplementados com carboidratos após o 24<sup>º</sup>km da maratona, a fim de determinar possível relação entre a hipoglicemia e a fadiga. Além disso, esses corredores ingeriram uma dieta rica em carboidratos na véspera da competição. Os pesquisadores concluíram que a ingestão de carboidratos durante o exercício, combinada à ingestão de dieta rica em carboidrato pré-exercício, melhorava o desempenho físico dos corredores e evitava a hipoglicemia durante a competição (GORDON *et al.*, 1925).

Mais tarde, BEST e PARTRIGDE (1930) avaliaram 10 maratonistas que participavam das Olimpíadas de Amsterdam em 1928, e verificaram que 3 deles apresentaram hipoglicemia ao término do percurso. Os autores concluíram que, tanto a reserva de carboidrato corporal pré-exercício, como a ingestão de alimentos durante a competição eram fatores importantes, na prevenção da hipoglicemia.

## OS CARBOIDRATOS

Os carboidratos são os compostos orgânicos mais abundantes na natureza e contêm carbono, hidrogênio e oxigênio em várias combinações. São polihidroxialdeídos ou polihidroxicetonas. A fórmula empírica é:  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ .

Os principais tipos de carboidratos alimentares estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1 Principais carboidratos alimentares**

Monosacarídeos	Dissacarídeos	Polissacarídeos	Fibras insolúveis	Fibras solúveis	Outros carboidratos
Glicose	Sacarose	Amido	Celulose	Gomas	Sorbitol
Frutose	Maltose	– amilose	Hemicelulose	Pectinas	Ribose
Galactose	Lactose	– amilopectina	Lignina	Mucilagens	
		– amido resistente			
		Glicogênio			

Fonte: Adaptado de WILLIAMS, 2004.

Os estoques de CHO, no organismo, são limitados e representam aproximadamente 2000kcal, equivalente a somente 1 – 2% do total da energia estocada no corpo humano. A maior parte desta energia é metabolizada durante o exercício de intensidade moderada a

intensa. O CHO endógeno está estocado sob a forma de glicogênio no músculo esquelético atingindo cerca de 5g (82% de CHO endógeno). Aproximadamente 100g estão armazenadas no fígado (14% do total de CHO endógeno) e o restante representa a glicose presente no plasma (4% do total de CHO endógeno), podendo essas concentrações variarem como conseqüência do estado de treinamento e do estado nutricional do atleta (JACOBS e SHERMAN, 1999; HARGREAVES, 1995), (Tabela 2).

**Tabela 2 Reserva de glicogênio muscular**

<b>Tecido</b>	<b>Peso ou volume</b>	<b>Estoque de CHO</b>	<b>Calorias</b>
Fígado	1,8kg	70g (0-135)	280kcal
Fluído extracelular	12 l	10g (8-11)	40kcal
Músculo	32kg	450g (300-900)	1800kcal

Fonte: Adaptado de HARGREAVES, 1995.

A diminuição das reservas corporais de glicogênio muscular e hepático é fator importante no desenvolvimento de um estado de fadiga (O'BRIEN *et al.*, 1993, SIMÕES, 2002; HAFF *et al.*, 2003).

A fadiga pode ser, inicialmente, definida como o conjunto de manifestações produzidas por trabalho ou exercício prolongado, tendo como conseqüência a diminuição da capacidade funcional de manter, ou continuar o rendimento esperado. Variáveis individuais podem estar relacionadas com esse quadro, como por exemplo, a massa muscular envolvida, a intensidade da contração muscular, a velocidade do movimento executado, a amplitude do movimento, a freqüência de contração e relaxamento muscular, além da grande diferença individual e vulnerabilidade ao aparecimento desse quadro. Além disso, a idade, sexo, estado de saúde prévio, composição corporal e, particularmente, o estado de hidratação do indivíduo, também podem contribuir, de maneira significativa, para o aparecimento da fadiga. Também as características genéticas, em termos de estrutura, organização e composição do sistema neural e muscular são variáveis relacionadas ao próprio esforço que estão envolvidas com o quadro de fadiga (HARGREAVES, 1995; ROSSI e TIRAPEGUI, 1999; BAILEY *et al.*, 2000; ROSSI e TIRAPEGUI, 2003; ROSSI e TIRAPEGUI, 2004).

Fisiologicamente, o termo fadiga vem sendo definido, em inúmeros trabalhos da área, como a "incapacidade para manter o poder de rendimento", tanto em exercícios de resistência, como em estados de hipertreinamento (ROSSI e TIRAPEGUI, 1999; SIMÕES, 2002).

Se a concentração de glicogênio muscular ou de glicose sanguínea diminui durante o exercício prolongado, a intensidade do esforço obrigatoriamente deve ser reduzida ou o exercício deve ser interrompido (ACHTEN *et al.*, 2004; JENTJENS *et al.*, 2002).

Os carboidratos da dieta têm influência significativa nas reservas corporais de glicogênio muscular e hepático, fato que tem estimulado uma série de experimentos com manipulação nutricional, com a finalidade de otimizar os estoques de carboidrato corporal e aumentar a capacidade de treinamento, assim como o desempenho durante o esforço. Contrariamente a isso, quando o conteúdo de carboidrato da dieta de atletas é menor que o ideal, gera o aparecimento precoce da fadiga que, durante o exercício, é freqüentemente atribuída à diminuição das concentrações de glicogênio muscular e da glicose sangüínea (COSTILL, 1998; O'BRIEN *et al.*, 1993; ANDREWS *et al.*, 2003). Dessa forma, a concentração elevada de glicogênio muscular e hepático é requisito fundamental para a manutenção da intensidade do exercício e, por sua vez, da manutenção ou aumento da capacidade de gerar trabalho (HARGREAVES *et al.*, 1997; HAFF *et al.*, 2003).

## **A RECOMENDAÇÃO DE CARBOIDRATOS PARA O EXERCÍCIO**

Bons hábitos alimentares são importantes para os atletas aumentarem ou manterem o desempenho atlético (MULLINS *et al.*, 2001). Os atletas necessitam de um programa nutricional específico que pode variar de acordo com o sexo, idade, composição corporal, tipo, intensidade, freqüência e duração do exercício (BURKE e READ, 1993; BESHGETOOR e JEANNE, 2003).

O gasto diário de energia durante os treinos dependerá da intensidade e duração dos exercícios, bem como da quantidade de músculos em atividade. Pelo menos, de 60 a 70% das calorias presentes nas dietas dos atletas devem ser obtidas a partir de carboidratos, o que corresponde a aproximadamente 500 – 600g de carboidratos para uma dieta com 2800 – 3600kcal/dia. O restante das calorias deve ser obtido por meio de gorduras (20 – 30%) e proteínas (10 – 15%). Os atletas devem consumir entre 7 a 12g/CHO/kg de peso corporal/dia, dependendo da fase de treinamento em que se encontram. As necessidades nutricionais de CHO para os atletas dependerão da intensidade e duração do treino e, devem ser individualizadas por quilo de peso. Aqueles atletas que treinam de cinco a seis horas por dia, numa intensidade de moderada a intensa, devem consumir de 10 a 12g de carboidrato/kg de peso corporal, dentro do mesmo intervalo de intensidade; porém com duração entre uma hora e meia a cinco horas, a ingestão deve ser entre 7 e 10g/kg de peso corporal, enquanto que de uma a quatro horas de treino leve a moderado exigem 5 a 7g/kg de peso corporal. Caso os atletas realizem várias sessões de treinamento diário, a reposição completa de glicogênio pode não acontecer, nem sequer com alto consumo de carboidratos no período de 24h para a normalização do glicogênio (BURKE e READ, 1993; WILLIAMS, 1998; COSTILL, 1988; TIRAPEGUI, 2000).

Essas recomendações são indicadas, principalmente, para preencher os estoques de glicogênio muscular e hepático, disponibilizando CHO suficiente para contração da musculatura esquelética durante os sucessivos dias de treinamento. Além disso, a glicose é um importante combustível para as células do sistema imune, incluindo linfócitos, neutrófilos e macrófagos (GLEESON e BISHOP, 2000).

A concentração de gorduras não deve ultrapassar 30% da ingestão energética dos atletas. O tipo de gordura presente na dieta também é de grande relevância. Recomenda-se uma ingestão de ácidos graxos saturados menor que 10% da ingestão energética diária, com contribuição maior de ácidos graxos monoinsaturados (15%) e ácidos graxos poliinsaturados (PUPA, 6%). Dois tipos de PUPA são essenciais para o organismo: o ômega-6 ( $\omega$ -6), derivado do ácido linoléico e ômega-3 ( $\omega$ -3), derivado do ácido linolênico. A recomendação diária de proteína para atletas é aproximadamente o dobro comparada aos valores da população sedentária (BURKE e READ, 1993; BISHOP *et al.*, 1999; WILLIAMS, 1998; TIRAPEGUI, 2000).

Para indivíduos adultos, não atletas, as necessidades nutricionais de proteínas equivalem a 0,8g/kg de peso corporal. Os carboidratos e lipídios devem representar 45 - 65% e 20 - 35%, respectivamente, do total da energia diária. Com relação ao tipo de gordura presente na dieta, o  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6 devem estar presentes numa concentração equivalente a 0,6 - 1,2% e 5 - 10%, respectivamente (DRI, 2002).

Segundo WALBERG-RANKIN (1995), embora alguns atletas reconheçam a importância da ingestão adequada de carboidratos para os treinamentos, suas dietas costumam apresentar uma concentração de carboidratos inferior a 40% da ingestão total de calorias.

Vários estudos de levantamento de consumo alimentar entre esportistas do atletismo de diferentes modalidades apontam inadequação alimentar (Tabelas 3 e 4). No estudo de SOUSA *et al.* (2001), dos 33 atletas de elite (velocistas, fundistas e jogadores de basquete), analisados num questionário aplicado para determinar conhecimento básico em nutrição, 50% receberam conceito ruim e 43%, conceito regular. Essa amostra apresentou baixo consumo de carboidratos < 7g/kg de peso corporal/dia cuja relação, em valores percentuais médios na dieta, também estiveram abaixo do mínimo recomendado de 60% (56,3%). Concluiu-se que os atletas apresentaram maior ingestão de gorduras saturadas e proteínas em detrimento ao consumo de carboidratos. Tal fato pôde ser identificado no teste de conhecimento nutricional em que 63% dos atletas indicaram a proteína como combustível energético principal para a prática de exercícios.

Outro estudo assinala que as heptatletas também não atingiram o consumo recomendado de CHO, cujos valores médios encontrados na dieta foram 57% do total de calorias consumidas e 5,2g/CHO/kg de peso corporal/dia (MULLINS *et al.*, 2001) (Tabela 4).

As Tabelas 3 e 4 apresentam a ingestão de carboidratos e a energia de atletas do sexo masculino e feminino, de diferentes modalidades esportivas aeróbias e anaeróbias.

Segundo GRANDJEAN (1997), são escassos os estudos direcionados ao levantamento do consumo alimentar em atletas de elite participantes de Jogos Olímpicos. Um dos primeiros estudos relacionados à nutrição de atletas olímpicos foi realizado nos Jogos de Helsinki em 1952 (JOKL, 1964). Os dados dessa pesquisa representavam apenas uma média do consumo de todos os atletas, e não considerava o sexo e a categoria esportiva. Os dados de JOKL apontaram uma ingestão média de 4.503kcal, com 40% de energia

**Tabela 3** Ingestão de CHO e energia em atletas do sexo masculino de diferentes modalidades esportivas

modalidade esportiva	CHO (%)	CHO (g)	CHO (g/kg de peso)	Energia (kcal)	Referência
patinação no gelo	53	308	5,1	2325	ZIEGLER <i>et al.</i> , 1998
patinação no gelo	52	307	4,8	2365	ZIEGLER <i>et al.</i> , 1999
patinação no gelo	47	313	-	2660	GRANDJEAN, 1989
maratona	51,8	327	4,5	2526	NIEMAN e BUTLER, 1989
atletismo, corrida de curta distância	54	358	5,1	2653	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, corrida de média distância	49	421	6,2	3437	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, corrida de longa distância	52	471	7,1	3628	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, provas de salto	54	386	5,2	2863	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, corrida	49	372	-	3034	GRANDJEAN, 1989
atletismo, provas de arremesso e lançamento	55	493	4,1	3591	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, provas de arremesso e lançamento	41,1	358	3,6	3485	FABER <i>et al.</i> , 1990
triathlon	67,6	885	-	5230	GREEN <i>et al.</i> , 1989
triathlon, - atletas profissionais	56	600	8,6	3800	BASSIT <i>et al.</i> , 1998
- atletas amadores	52	405	5,8	3000	
luta romana	54	291	-	2154	GRANDJEAN, 1989
judô	46	386	-	3357	GRANDJEAN, 1989
levantamento de peso	43	392	-	3643	GRANDJEAN, 1989
futebol americano (atacante)	48	475	-	3961	GRANDJEAN, 1989
futebol americano (outros posições)	45	430	-	3826	GRANDJEAN, 1989
futebol					
- time A	51,4	354	4,4	2618	MAUGHAN, 1997
- time B	48,4	397	5,3	3046	
natação	51	512	-	4018	GRANDJEAN, 1989
basquete	44	448	-	4076	GRANDJEAN, 1989
ciclismo	46	477	-	4144	GRANDJEAN, 1989
ciclismo					
- período competitivo	60,8	831	12,1	5473	GARCÍA-ROVÉS <i>et al.</i> , 2000
- período de treinamento intensivo	57,7	770	11,3	5354	
beisebol	45	523	-	4654	GRANDJEAN, 1989



**Tabela 4** Ingestão de CHO e energia em atletas do sexo feminino de diferentes modalidades esportivas

modalidade esportiva	CHO (%)	CHO (g)	CHO (g/kg de peso)	Energia (kcal)	Referência
patinação no gelo	58	241	5,5	1674	ZIEGLER <i>et al.</i> , 1998
patinação no gelo	56	216	4,6	1536	ZIEGLER <i>et al.</i> , 1999
patinação no gelo	52	234	-	1800	GRANDJEAN, 1989
atletismo, corrida de longa distância	55	323	6,2	2397	DEUSTER <i>et al.</i> , 1986
atletismo, corrida de longa distância	55	296	-	2142	van ERP-BAART <i>et al.</i> , 1989
atletismo, corrida de longa distância	48,9	192	3,3	1603	PATE <i>et al.</i> , 1990
atletismo, corrida de longa distância	57	237	4,6	1664	NUTTER, 1991
atletismo, corrida de média distância	50	345	7,1	2764	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, corrida de longa distância	51	346	7,2	2720	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, provas de salto	51	252	4,5	1982	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, provas de arremesso e lançamento	54	353	5,1	2617	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, provas de arremesso e lançamento	46,4	257	2,9	2215	FABER <i>et al.</i> , 1990
atletismo, corrida de curta distância	53	317	5,8	2393	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, heptathlon	57	339	5,2	2357	MULLINS <i>et al.</i> , 2001
ciclismo	51	386	-	3029	GRANDJEAN, 1989
ciclismo	60	264	4,4	1781	KEITH <i>et al.</i> , 1989
natação	54	337	5,3	2493	TILGNER <i>et al.</i> , 1989
hóquei	46,8	228	3,8	1956	TILGNER <i>et al.</i> , 1989
triathlon	66,2	695	-	4149	GREEN <i>et al.</i> , 1989
ginástica olímpica	49	239	-	1935	GRANDJEAN, 1989
ginástica olímpica	46,6	156	3,7	1267	LÓPEZ-VARELA <i>et al.</i> , 2000
ginástica olímpica	67,5	283	5,8	1678	JONNALAGADDA <i>et al.</i> , 1998
remo	51	337	4,9	2633	STEEN <i>et al.</i> , 1995
basquete	52	225	3,2	1730	NOWALK <i>et al.</i> , 1988
vôlei	48	418	6,55	3945	ALMEIDA E SOARES, 2003
tênis	49	203	3,8	1664	NUTTER, 1991

oriunda dos carboidratos; 20% de proteínas e 20% de gorduras. JOKL também verificou uma correlação entre ingestão energética com desempenho atlético e concluiu que a diminuição do consumo alimentar esteve associada à menor capacidade de trabalho ou rendimento.

Também foi observado que os dados de atletas de elite de alguns países revelavam algumas variações na ingestão energética. A partir daí, os dados de ingestão energética foram comparados por meio do peso corporal. Os atletas da modalidade levantamento de peso apresentavam peso médio de 159kg e consumiam em média 7.000kcal/dia e 286g de proteína/dia. Eles tinham uma ingestão, significativamente, diferente das ginastas com peso médio de 33kg que consumiam em média 1500kcal/dia e 53g de proteína/dia. Se, entretanto, esses dados de ingestão fossem calculados por quilograma de peso corporal, haveria um grau de correção expresso em tamanho corporal. Assim, se a energia fosse calculada em quilograma de peso corporal, a ingestão energética do levantador de peso seria de 44kcal/kg de peso corporal/dia contra 45kcal/kg de peso corporal/dia da ginasta. Similarmente, a ingestão de proteínas foi de 1,8 contra 1,6g/kg de peso corporal/dia para os levantadores de peso e ginastas, respectivamente (GRANDJEAN, 1997). Portanto, as necessidades dietéticas de proteínas e carboidratos são expressas na literatura científica em unidade de quilograma de peso corporal desde 1989.

## **SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATOS**

Em 1960, pesquisadores escandinavos desenvolveram e aplicaram o primeiro produto de nutrição esportiva. Evidências científicas daquela época já associavam a ingestão de carboidratos a um retardo na sensação de fadiga. Na década de 90, uma solução que consistia na mistura de glicose e sacarose na faixa de 6% diluída em água, gerou milhões de dólares na indústria de bebidas esportivas. Havia no mercado mais de 20 tipos de bebidas esportivas, algumas delas enriquecidas com vitaminas e sais minerais (APPLEGATE e GRIVETTI, 1997). Os tipos e a quantidade de carboidratos presentes na composição nutricional dos repositores energéticos variavam de acordo com o fabricante.

A manipulação da ingestão de carboidratos pela dieta antes, durante e depois do exercício pode melhorar muito o desempenho atlético, por meio da otimização dos músculos e da reserva de glicogênio hepático ou pela manutenção da homeostase da glicose sanguínea (COSTILL, 1998; WILLIAMS, 1998).

Segundo JACOBS e SHERMAN (1999), dentre as estratégias nutricionais com CHO utilizadas para melhorar o desempenho estão:

- a dieta pré-exercício;
- a dieta durante o exercício;
- a dieta pós-exercício;
- a dieta de supercompensação de carboidratos.

## A INGESTÃO DE CARBOIDRATOS PRÉ-EXERCÍCIO

Os alimentos ricos em carboidratos complexos são preferíveis àqueles com alto teor de açúcar refinado por apresentarem maior densidade de nutrientes, em termos de níveis absolutos de vitaminas, minerais e fibras e um baixo teor de gorduras. Além disso, alimentos compostos por carboidratos complexos têm o efeito de diminuir as concentrações glicêmicas e insulinêmicas. Entretanto, quando consumidos como parte de uma dieta mista, composta por gorduras e proteínas, as diferenças entre alimentos com altos teores de carboidratos nas respostas glicêmicas e insulinêmicas são de menor magnitude e podem não apresentar importância fisiológica. Dessa forma, o índice glicêmico dos alimentos deve ser consultado na tentativa de evitar transtornos fisiológicos que comprometerão o desempenho do atleta (WILLIAMS, 2002; SIU e WONG, 2004).

O índice glicêmico é uma medida da velocidade de digestão e de absorção dos carboidratos, assim como do efeito provocado na concentração de glicose sanguínea (FAO/WHO, 1998).

Com relação ao tempo ideal de ingestão de carboidratos pré-exercício, a maior parte dos estudos que avaliou os efeitos dos carboidratos no desempenho físico usou uma faixa de tempo, que variava de quatro horas a minutos antes do exercício. Além desta, outras variações na maioria dos estudos sobre metabolismo de CHO, na atividade física, incluiu os diferentes tipos de carboidratos administrados aos voluntários como glicose, galactose, trealose, maltodextrina, frutose, ou misturas de diferentes tipos de carboidratos; e as diferentes intensidades dos protocolos de exercícios realizadas a 40, 65 ou 80% da carga máxima de trabalho. Tais variações não acarretaram em hipoglicemia de rebote, quando a média do grupo estudado era avaliado; entretanto, na maioria dos estudos era observado alguns casos de voluntários que apresentaram hipoglicemia de rebote. A ocorrência de hipoglicemia tendia a ser maior, quando os voluntários recebiam carboidratos de alto índice glicêmico comparado com carboidrato de baixo índice glicêmico. Ainda com relação ao tempo de ingestão dos carboidratos, os indivíduos ficam mais propensos à hipoglicemia de rebote, quando a ingestão de carboidratos de alto índice glicêmico ocorre de 15 a 75 minutos antes do exercício (JENTJENS e JEUKENDRUP, 2002).

Em estudo de KIRWAN *et al.* (1998), 6 mulheres consumiram 75g de carboidrato disponível na forma de cereal matinal, no jejum em três momentos distintos, da seguinte forma: creme de aveia em flocos e 300ml de água (CAF, 7g de fibra) ou creme de farinha de aveia e 300ml de água (CFA, 3g de fibra) ou água (controle). O objetivo desse estudo foi determinar o efeito da ingestão de duas refeições contendo cereal matinal de moderado índice glicêmico com diferentes quantidades de fibras, na resposta metabólica e no desempenho físico, durante exercícios prolongados. As voluntárias se exercitaram, em ciclo ergômetro, numa intensidade a 60% do  $VO_2$  máx até a exaustão, 45min após o jejum. Foram observadas diferenças significativas nas concentrações plasmáticas de glicose, ácidos graxos livres, glicerol e insulina das triagens CAF e CFA, quando comparadas à triagem controle. Entretanto, não foram observadas diferenças na concentração de norepinefrina e epinefrina nas três triagens. Tanto o quociente respiratório como a utilização do glicogênio muscular,

não apresentaram diferenças significativas nas 3 triagens. Foi observado um aumento significativo de 16% no desempenho físico das voluntárias durante a triagem CAF comparado com a triagem controle:  $266,5 \pm 13$  e  $225,1 \pm 8$  min, respectivamente. Não foram observadas diferenças significativas com relação ao desempenho físico nos grupos CFA ( $250,8 \pm 12$  min) e de controle. Os autores concluíram que a refeição com alto teor de fibras e moderado índice glicêmico 45min, antes de um protocolo de exercício prolongado, melhorou significativamente o desempenho físico.

A recomendação de líquidos para atletas 2 horas antes do exercício é de aproximadamente 500ml. Antes do exercício, os atletas devem ingerir um adicional de 250 a 500ml de líquidos particularmente nos dias quentes. A bebida esportiva e os sucos de frutas são recomendados antes do exercício para aumentar os estoques de glicogênio muscular e hepático. Em consequência de as necessidades de fluidos sofrerem variações individuais e sazonais, os atletas devem conhecer a sua própria taxa de suor nos ambientes frio, quente, seco ou úmido. De acordo com a taxa de suor, os atletas devem ingerir a quantidade de líquidos necessária para a reposição do suor perdido durante a atividade. As bebidas esportivas são mais efetivas quando comparadas à água, pois apresentam fontes exógenas de combustível (carboidrato), além de sódio para ajudar na retenção do líquido (SHI e GISOLFI, 1998).

## **A INGESTÃO DE CARBOIDRATOS DURANTE O EXERCÍCIO**

O objetivo primário da ingestão de bebidas esportivas, durante o exercício prolongado, é fornecer substrato para o trabalho muscular e de água para evitar os efeitos da desidratação (SHI e GISOLFI, 1998).

Os carboidratos ingeridos, durante o exercício prolongado, podem ajudar a manter as concentrações de glicose no sangue, reduzir a percepção subjetiva do esforço, conforme avaliação das escalas de percepção do esforço, geralmente aplicadas durante o exercício, reduzir os batimentos cardíacos, poupar os estoques de glicogênio, melhorando o desempenho físico, quando comparado ao grupo placebo (ANGUS *et al.*, 2000 e BURKE *et al.*, 2000).

Estimativas extraídas da literatura científica apontam uma ingestão entre 30 a 70g de carboidratos, por hora, durante o exercício, cerca de 0,5 a 1,1g de CHO por minuto. Para isso, é indicada a ingestão de uma solução contendo de 6 a 10% de CHO a cada 15-20 minutos de exercício. A ingestão de soluções acima 10% durante o exercício pode retardar o esvaziamento gástrico e causar distúrbio gastrointestinal, embora alguns atletas tolerem concentrações mais altas, como 15 a 20% (BURKE *et al.*, 1998; FRITZCHE *et al.*, 2000; WILLIAMS, 2002; STEENBERG, *et al.*, 2002).

A recomendação é que o atleta experimente vários tipos e quantidades de carboidratos, durante o período de treinamento, antes de usá-los em uma competição, para que ele conheça seu grau de tolerância às diferentes concentrações e tipos de carboidratos (JACOBS e SHERMAN, 1999).

Segundo JENTJENS *et al.* (2002), a taxa de oxidação dos carboidratos durante 90min de exercício a 55% da carga máxima, está diretamente relacionada às condições climáticas. Esses pesquisadores avaliaram 9 ciclistas treinados que receberam solução de glicose marcada a 8%, em duas ocasiões distintas, com temperatura ambiente de 16,4°C (frio) ou 35,4°C (quente). A taxa de oxidação da glicose exógena durante os últimos 30min de exercício, foi significativamente menor durante o exercício realizado em ambiente quente comparado com o efetuado em ambiente frio (0,76 + 0,06 contra 0,84 + 0,05g/min). Entretanto, a taxa de oxidação do glicogênio muscular, durante os últimos 30min de exercício, apresentou-se 25% maior, quando o exercício foi realizado em ambiente quente, comparado com o efetuado em ambiente frio (2,07 + 0,16 contra 1,66 + 0,09g/min). Esses resultados demonstram que a velocidade de oxidação do carboidrato exógeno apresentou-se reduzida. Também foi observado um aumento da oxidação do glicogênio durante o exercício realizado em ambiente quente, quando comparado com o efetuado em ambiente frio. Os autores ainda sugerem modificação na recomendação de carboidratos durante o exercício realizado em ambiente quente, ficando essa ingestão entre 50 – 60g de CHO/hora, e entre 60 – 70g de CHO/hora para os exercícios efetuados em ambiente frio.

BURKE *et al.* (1998) verificaram o efeito da refeição pré-exercício com alto (AIG) ou baixo índice glicêmico (BIG), ou controle (CON) no metabolismo e no desempenho de ciclistas, que ingeriram 10g/100ml de solução glicose marcada (U-<sup>14</sup>C) antes e durante um protocolo de exercício prolongado (2h em ciclo ergômetro a aproximadamente 70% da captação máxima de oxigênio). Tanto as taxas de oxidação do carboidrato total (403, 376, 373g/2h) e do carboidrato ingerido (65, 57, 63g/2h) foram similares nos grupos AIG, BIG, CON, respectivamente. Não foram encontradas diferenças significativas no desempenho desses atletas sendo 946, 954 e 970s para os grupos AIG, BIG e CON, respectivamente.

## **A INGESTÃO DE CARBOIDRATOS NO PÓS-EXERCÍCIO**

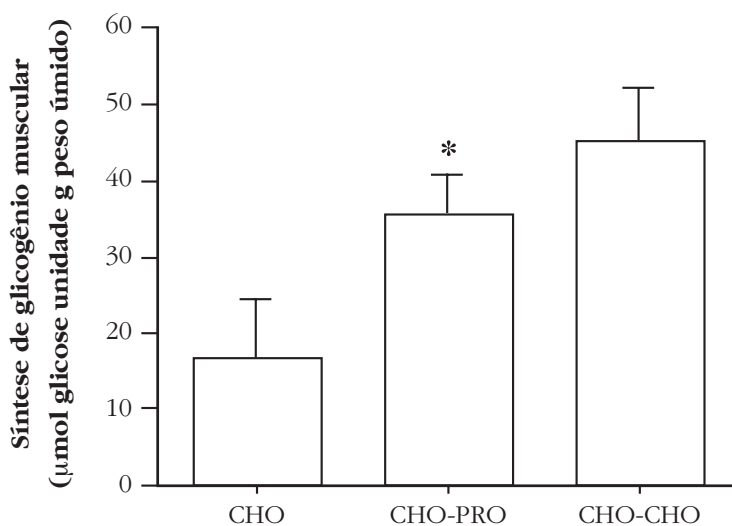
Imediatamente após o exercício, é recomendada aos atletas a ingestão de bebidas contendo carboidratos e eletrólitos para a reposição dos fluidos perdidos durante o exercício. Para assegurar a completa re-hidratação, as bebidas devem apresentar sódio, e o volume ingerido deverá corresponder ao equivalente a 150% do suor perdido durante o exercício (SHI e GISOLFI, 1998).

As quantidades de carboidratos ingeridos após o exercício são calculadas por unidade de peso corpóreo (g/kg/dia) (CARRITHERS *et al.*, 2000). A taxa de ressíntese do glicogênio parece ser mais rápida nas duas primeiras horas, imediatamente após o exercício. Baseada nessas considerações, a ressíntese máxima do glicogênio deve ocorrer, quando os atletas consomem carboidratos logo após o término do exercício, buscando um consumo entre 0,7 a 1,5g glicose/kg peso corporal a cada 2 horas durante as 6 horas de recuperação do exercício (IVY *et al.*, 1988). Em outro estudo, IVY *et al.* (1998) observaram que a ingestão de carboidratos acima de 0,5g/kg de peso corporal/hora, após o exercício foi necessária para maximizar a síntese de glicogênio.

O tipo de carboidrato consumido após o exercício também pode maximizar ou não a taxa de ressíntese do glicogênio muscular. A ingestão de carboidratos de alto índice glicêmico após o exercício, aumenta a síntese de glicogênio comparado com a ingestão de quantidade equivalente de carboidratos de baixo índice glicêmico (SIU e WONG, 2004).

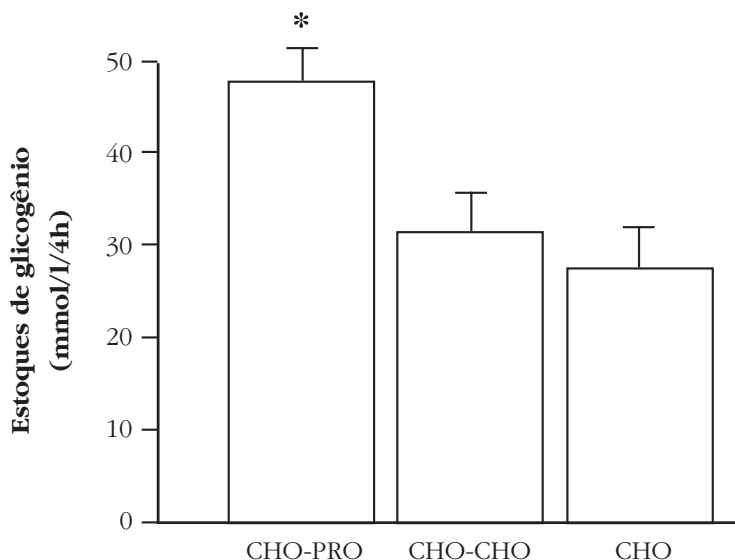
ZAWADZKI *et al.* (1992) observaram que a adição de mistura de proteína hidrolisada e aminoácidos em soluções contendo carboidratos, aumentaram a síntese de glicogênio nos voluntários após o exercício, quando comparada com a ingestão de carboidratos de 0,8g/kg/hora apenas. Isso foi explicado pelo aumento da concentração de insulina plasmática após a ingestão de mistura contendo carboidratos e proteínas. Esse aumento na concentração de insulina pode ter, por sua vez, aumentado tanto a captação de glicose como a atividade da enzima glicogênio sintase.

van LOON *et al.* (2000) investigaram os efeitos da suplementação de CHO pós-exercício em 8 ciclistas bem treinados, submetidos a um protocolo de exercícios de depleção de glicogênio em três triagens distintas. Esses voluntários receberam, a cada 30 minutos, após o exercício em cada triagem, 0,8g/CHO/kg de peso corporal/hora (CHO), ou 0,8g/CHO/kg de peso corporal/hora + 0,4g de aminoácidos e mistura de proteínas hidrolisadas/kg de peso corporal/hora (CHO-PRO), ou 1,2g/CHO/kg/peso corporal/hora (CHO-CHO), durante as 5 horas de recuperação. Os autores observaram aumento na resposta insulinêmica nas triagens CHO-PRO e CHO-CHO, quando comparadas à triagem CHO (88% e 46%, respectivamente). A síntese de glicogênio muscular também foi, significativamente, maior nas triagens CHO-PRO e CHO-CHO, quando comparadas à triagem CHO (113% e 170%, respectivamente) (Figura 1).



**Figura 1** Síntese de glicogênio após a ingestão de carboidratos (CHO), mistura de carboidratos e proteínas (CHO-PRO) e concentrado de carboidratos (CHO-CHO). (Adaptado de van LOON *et al.*, 2000)

Esse efeito insulínótropico da ingestão de mistura de CHO-PRO não foi verificado por IVY *et al.* (2002). Nesse estudo, os voluntários também realizaram exercícios intensos para depleção de glicogênio e receberam em três triagens distintas os seguintes tratamentos: 80g de CHO, 28g de PRO, 6g de gorduras (CHO-PRO); 80g de CHO, 6g de gorduras (CHO); 108g de CHO, 6g de gorduras (CHO-CHO). Entretanto, as concentrações de glicogênio muscular diferiram do estudo de van LOON *et al.* (2000), por estarem significativamente maiores, quando os voluntários ingeriram a mistura de CHO-PRO, sendo de 47, 31 e 28% para CHO-PRO, CHO-CHO e CHO, respectivamente (Figura 2).



**Figura 2 Síntese de glicogênio após a ingestão de carboidratos (CHO), mistura de carboidratos e proteínas (CHO-PRO) e concentrado de carboidratos (CHO-CHO). (Adaptado de IVY *et al.*, 2002)**

## AS DIETAS DE SUPERCOMPENSAÇÃO DE CARBOIDRATOS

O método clássico da supercompensação de carboidratos envolve três estágios: depleção, restrição de carboidratos e supercompensação de carboidratos. O estágio de depleção do glicogênio é induzido por exercício prolongado e dieta restrita durante 3 a 4 dias. Nessa fase, a dieta apresenta conteúdo elevado de proteínas e de gorduras e baixo conteúdo de carboidratos. Após essa fase, tem início o estágio de supercompensação, em que os carboidratos devem contribuir com 70% da ingestão calórica acima de 600g/dia, devendo a intensidade e a duração do exercício estarem reduzidas. O ideal seria o completo repouso durante 2 a 3 dias (BERGSTROM *et al.*, 1972; SHERMAN *et al.*, 1984). Entretanto, para a supercompensação de glicogênio, não há necessidade de uma rotina tão rigorosa.

O método recomendado e mais prático de armazenar glicogênio seria treinar intensamente durante 5 a 6 dias antes da competição. Nos demais dias, anteriores à competição, os atletas devem reduzir gradativamente a intensidade, duração dos treinos e aumentar a quantidade de carboidratos em suas refeições, totalizando uma concentração acima de 600g/dia/CHO, durante os três dias que antecedem a competição. Essa conduta dietética aumenta as reservas de glicogênio muscular em pelo menos 20 a 40% acima do normal, deixando-as supersaturadas. Como para cada grama de glicogênio estocado, há uma retenção extra de 3g de água, ou seja, se houver um armazenamento de 500g de glicogênio, juntamente com 1500g de água, haverá um ganho de peso corporal de 2kg acima do peso normal de treinamento durante a fase de supercompensação (SHERMAN *et al.*, 1984; APPLGATE, 1988). Esse foi um desafio para muitos atletas de endurance que apresentaram dificuldades na manutenção do peso. Geralmente, ao término do método clássico de supercompensação de CHO, os atletas ganhavam de 2 a 3kg de água, sentiam muita indisposição e ficavam muito apreensivos (SHERMAN *et al.*, 1984).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A manipulação da ingestão de carboidratos pela dieta antes, durante e depois do exercício pode melhorar o desempenho atlético, por meio de uma otimização dos depósitos de glicogênio ou por meio da homeostase da glicose sanguínea. Entretanto, as evidências científicas apontam inadequação alimentar, com relação à ingestão de carboidratos, entre os atletas de vários países e de diferentes modalidades esportivas, sejam aeróbias ou anaeróbias.

Existe uma relação exponencial entre a intensidade do exercício e a depleção das reservas de carboidratos no organismo. Assim, para determinar a quantidade de carboidrato que deverá ser ingerida pelo atleta ou desportista, é necessário averiguar o tipo, a intensidade e a duração do exercício, o estado de treinamento e o estado nutricional dos atletas.

Além disso, cabe ao atleta experimentar vários tipos e quantidades de carboidratos durante o período de treinamento antes de usá-los em uma competição, para que conheça seu grau de tolerância às diferentes concentrações e tipos de carboidratos.

Os dados dessa revisão indicam um baixo consumo de CHO entre os atletas de ambos os sexos em diferentes modalidades esportivas. A baixa ingestão de CHO, além de comprometer o desempenho físico, pode também diminuir a capacidade de recuperação de micro lesões pós-treino, afetar o estado imunológico, deixando o atleta mais predisposto a infecções, por consequência de um estado catabólico acentuado.

Desta forma, se considera relevante a correta reposição dos estoques de carboidratos, uma vez que, as inadequações alimentares podem ocasionar menor desempenho físico, além de prejuízos na qualidade de vida do atleta.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/REFERENCES

- ACHTEN, J.; HALSON, S.L.; MOSELEY, L.; RAYSON, M.P.; CASEY, A.; JEUKENDRUP, A. E. Higher dietary carbohydrate content during intensified running training results in better maintenance of performance and mood state. *J. Appl. Physiol.* v.96, p.1331-1340, 2004.
- ALMEIDA, T.A.; SOARES, E.A. Nutritional and anthropometric profile of adolescent volleyball athletes. *Rev. Bras. Med. Esporte*, v.9, p.198-203, 2004.
- ANDREWS, J.L.; SEDLOCK, D.A.; FLYNN, M.G.; NAVALTA, J.W.; HONGGUANG, J. Carbohydrate loading and supplementation in endurance-trained women runners. *J. Appl. Physiol.*, v.95, p.584-590, 2003.
- ANGUS, D.J.; HARGREAVES, M.; DANCEY, J.; FEBBRAIO, M. A. Effect of carbohydrate or carbohydrate plus medium-chain triglyceride ingestion on cyclists time trial performance. *J. Appl. Physiol.*, v.88, p.113-119, 2000.
- APPLEGATE, E.A.; GRIVETTI, L.E. Search for the competitive edge: a history of dietary fads and supplements. *J. Nutr.*, v.127, p.869S-873S, 1997.
- BAILEY, S.P.; ZACHER, C.M.; MITTLEMAN, K. D. Effect of menstrual cycle phase on carbohydrate supplementation during prolonged exercise to fatigue. *J. Appl. Physiol.*, v.88, p.690-697, 2000.
- BASSIT, R.A.; MALVERDI, M.A. Avaliação nutricional de triatletas. *Rev. Paul. Educ. Fís.*, v.12, p.42-53, 1998.
- BERGSTROM, J.; HULTMAN, E. Nutritional for maximal sports performance. *J. Am. Med. Assoc.*, v.221, p.999-1006, 1972.
- BESHGETOOR, D.; JEANNE, F.N. Dietary intake and supplement use in female master cyclists and runners. *Int. J. Sports Nutr.*, v.13, p.166-172, 2003.
- BEST, C.H.; PARTRIDGE, R.C. Observations on Olympic Athletes. *Proc. Nutr. Soc.*, v.105, p.323, 1930.
- BISHOP, N.C.; BLANNIN, A.K.; WALSH, N.P.; ROBSON, P.J.; GLEESON, M. Nutritional aspects of immunosuppression in athletes. *Sports Med.*, v.28, p.151-176, 1999.
- BURKE, L.M.; READ, R.S.D. Dietary supplements in sports. *Sports Medicine*, v.15, p.43-65, 1993.
- BURKE, L.M.; CLAASSEN, A.; HAWLEY, J.A.; NOAKES, T.D. Carbohydrate intake during prolonged minimizes effect of glicemic index of preexercise meal. *J. Appl. Physiol.*, v.85, p.2220-2226, 1998.
- BURKE, L.M.; HAWLEY, J.A.; SCHABORT, E.L.; GIBSON, A.S.C.; MUJIK, I.; NOAKES, T.D. Carbohydrate loading failed to improve 100 km cyclists performance in placebo-controlled trial. *J. Appl. Physiol.*, v.88, p.1284-1290, 2000.
- CARRITHERS, J.A.; WILLIAMSON, D.L.; GALLAGHER, P.M.; GODARD, M.P.; SCHULZE, K.E.; TRAPPE, S.W. Effects of postexercise carbohydrate-protein feedings on muscle glycogen restoration. *J. Appl. Physiol.* v.88, p.1976-1982, 2000.
- COSTILL, D.L. Carbohydrates for exercise: dietary demands for optimal performance. *Int. J. Sports Med.*, v.9, p.1-18, 1998.
- DEUSTER, P.A.; KYLE, S.B.; MOSER, P.B.; VIGERSKY, R.A.; SINGH, A.; SCHOOMAKER, E.B. Nutritional survey of highly trained women runners. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.44, p.954-962, 1986.
- DIETARY REFERENCE INTAKES for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. 2002. Disponível em <<http://www.nap.edu>>.

- ERP-BAART, A.M. van; SARIS, W.H.; BINKHORST, R.A.; VOS, J.A.; ELVERS, J.W. Nationwide survey on nutritional habits in elite athletes. Part I. Energy, carbohydrate, protein, and fat intake. *Int. J. Sports Med.*, v.10, p.3S-10S, 1989.
- FABER, M.; SPINNLER, B.A.J.; DAUBITZER, A. Dietary intake, antropometric measurements and plasma lipid levels in throwing field athletes. *Int. J. Sports Med.*, v.10, p.140-145, 1990.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION/ WORLD HEALTH ORGANIZATION (FAO/WHO). Carbohydrates in human nutrition. Food and Nutrition. Roma:FAO. n.140, p.8, 1998.
- FRITZCHE, R.G.; SWITZER, T.W.; HODGKINSON, B.J.; LEE, S.; MARTIN, J.C.; COYLE, E.F. Water and carbohydrate ingestion during prolonged exercise increase maximal neuromuscular power. *J. Appl. Physiol.*, v.88, p.730-737, 2000.
- GARCÍA-ROVÉS, P.M.; TERRADOS N, FERNÁNDEZ S, PATTERSON A M. Comparison of dietary intake and eating behavior of professional road cyclists during training and competition. *Int J Sports Nutr*, v.10, p.82-98, 2000.
- GLEESON, M.; BISHOP, N. C. Elite athlete immunology: Importance of nutrition. *Int. J. Sports Med.*, v.21, Suppl. 1, p.S44-S50, 2000.
- GORDON, B.; KOHN, L.A.; LEVINE, S.A.; MATTON, M.; SCHRIVER, W.; WHITING, W.B. Sugar content of the blood in runners following a marathon race, *JAMA*, v.185, p.508, 1925.
- GRANDJEAN, A.C. Diets of elite athletes: has the discipline of sports nutrition made an impact? *J. Nutr.*, v.127, p.874S-877S, 1997.
- GRANDJEAN, A.C. Macronutrient intake of U S athletes compared with the general population and recommendations made for athletes. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.49, p.1070-1076, 1989.
- GREEN, D.R.; GIBBONS, C.; O'TOOLE, HILLER, W.B.O. An evaluation of dietary intakes of triathlon: Are RDAs being met? *J. Am. Diet. Assoc.*, v.89, p.1653-1654, 1989.
- HAFF, G.G.; LEHMKUHL, M.J.; McCOY, L.B.; STONE, M.H. Carbohydrate supplementation and resistance training. *J. Strenght. Cond. Res.*, v.17, p.187-196, 2003.
- HARGREAVES, M. *Exercise metabolism*. Champaign: Human Kinetics Publishers Inc., 1995. p.41-72.
- HARGREAVES, M.; FINN, J.P.; WITHERS, R.T.; HALBERT, J.A.; SCROOP, G.C.; MACKAY, M.; SNOW, R. J.; CAREY, M.F. Effect of muscle glycogen availability on maximal exercise performance. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v.75, p.188-192, 1997.
- IVY, J.L. Glycogen resynthesis after exercise: effect of carbohydrate intake. *Int.J.Sports Med.*, v.19, p.142S-146S, 1998.
- IVY, J.L.; GOFORTH, Jr, H.W.; DAMON, B.M., McCAULEY, T.R.; PARSONS, E.C.; PRICE, T.B. Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *J. Appl. Physiol.* v.93, p.1337-1344, 2002.
- IVY, J.L.; KATZ, A.L.; CUTLER, C.L.; SHERMAN, W.M.; COYLE, E.F. Muscle glycogen synthesis after exercise: effect of time of carbohydrate ingestion. *J. Appl. Physiol.* v.64, p.1480-1485, 1988.
- JACOBS, K.A.; SHERMAN, W.M. The efficacy of carbohydrate supplementation and chronic high-carbohydrate diets for improving endurance performance. *Int. J. Sports Nutr.*, v.9, p.92 -115, 1999.
- JENTJENS, R.L.P.G.; JEUKENDRUP, A.E. Prevalence of hypoglycemia following pre-exercise carbohydrate ingestion is not accompanied by higher insulin sensitivity. *Int. J. Sport. Nutr.*, v.12, p.398-413, 2002.
- JENTJENS, R.L.P.G.; WAGENMAKERS, A.J.M.; JEUKENDRUP, A.E. Heat stress increases muscle glycogen use but reduces the oxidation of ingested carbohydrates during exercise. *J. Appl. Physiol.*, v.92, p.1562-1572, 2002.

- JOKL, E. *Physiology of exercise*. Springfield: Charles C Thomas, 1964.
- JONNALAGADDA, S.S.; BENARDO, T.D.; NELSON, M. Energy and nutrient intakes of the United States national women's artistic gymnastics time. *Int. J. Sports Nutr.*, v.8, p.331-344, 1998.
- KEITH, R.E.; O'KEEFFE, K.A.; ALT, L.A.; YOUNG, K.L. Dietary status of trained female cyclists. *J. Am. Diet. Assoc.* v.89, p.1620-1623, 1989.
- KIRWAN, J.P.; O'GORMAN, D.; EVANS, W.J. A moderate glycemic meal before endurance exercise can enhance performance. *J. Appl. Physiol.*, v.84, p.53-59, 1998.
- LEVINE, S.A.; GORDON, B., DERICK, C.L., Some changes in the chemical constituents of the blood following a marathon race, *JAMA*, v.82, p.1778, 1924.
- LOON, L.J.C. van; SARIS, W.H.M.; KRUIJSHOOP, M.; WAGENMAKERS, J.M. Maximizing postexercise muscle glycogen synthesis: carbohydrate supplementation and the application of amino acid or protein hydrolysate mixtures. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.72, p.106-111, 2000.
- LÓPES-VARELA, S.; MONTERO, A.; CHANDRA, R.K.; MARCOS, A. Nutritional status of young female elite gymnasts. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*, 70, n.4, p.185-190, 2000.
- MAUGHAN, R.J. Energy and macronutrient intakes of professional soccer players. *Br. J. Sports Med.*; v.31, p.45-47, 1997.
- McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. *Fisiologia do Exercício – Energia, nutrição e desempenho humano*, 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. p.68-74.
- McCONNEL, G.K.; CANNY, B.J.; DADDO, M.C.; NANCE, M.J.; SNOW, R.J. Effect of carbohydrate ingestion on glucose kinetics and muscle metabolism during intense endurance exercise. *J. Appl. Physiol.*, v.89, p.1690-1698, 2000.
- MULLINS, V.A.; HOUTKOOOPER, L.B.; HOWELL, W.H.; GOING, S.B.; BROWN, C.H. Nutritional Status of U.S. Elite Female Heptathletes During Training. *Int. J. Sports Nutr.*, v.11, p.299-314, 2001.
- NIEMAN, D.C.; BUTLER, J.V. Nutrient intake of marathon. *J. Am. Diet. Assoc.*, v.89, p.1273-1278, 1989.
- NOWALK, R.K.; KNUDSEN, K.S.; SCHULZ, L.O. Body composition and nutrient intakes of college men and women basketball players. *J. Am. Diet. Assoc.*, v.88, p.575-578, 1998.
- NUTTER J. Seasonal changes in female athletes' diets. *Int. J. Sport Nutr.*, v. 1, p.395-407, 1991.
- O'BRIEN, M.J.; VIGUIE, C.A.; MAZZEO, R.S.; BROOKS, G.A. Carbohydrates dependence during marathon running. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.25, p.1009-1017, 1993.
- PATE, R.R.; SARGENT, R.G.; BALDWIN, C.; BURGESS, M.L. Dietary intake of women runners. *Int. J. Sports Med.*, v.11, p.461-466, 1990.
- PETERS, E.M.; GOETZSCHE, J.M. Dietary practices of South African ultradistance runners. *Int. J. Sports Nutr.*, v.7, p.80-103, 1997.
- ROSSI, L.; TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais sobre exercício físico, fadiga e nutrição. *Rev. Paul. Educ. Fis.*, v.13, p.67-68, 1999.
- ROSSI, L.; TIRAPEGUI, J. Implicações do sistema serotoninérgico no exercício físico. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.*, v.48, p.227-233, 2004.
- ROSSI, L.; TIRAPEGUI, J. Suplementação com aminoácidos de cadeia ramificada e alterações na concentração de serotonina cerebral. *Nutrire*, v.26, p.1-10, 2003.
- SHERMAN, W.N.; COSTILL, D.L. The marathon. Dietary manipulation to optimize performance. *Am. J. Sports Med.*, v.12, p.44-51, 1984.
- SHI, X.; GISOLFI, C.V. Fluid and carbohydrate replacement during intermittent exercise. *Sports Med.*, v.25, p.157-172, 1998.

- SIU, P.M.; WONG, S.H.S. Use of the glycemic index: effects on feeding patterns and exercise performance. *J. Physiol. Anthropol. Appl. Human Sci.*, v.23, p.1-6, 2004.
- SIMÕES, H.G. *Respostas metabólicas e hormonais durante os testes de determinação do limiar anaeróbio individual e lactato mínimo*. 2002, 238 f. Tese (Doutorado em Ciências Fisiológicas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- SOUSA, M.V.; FONTANA, F.R.S.; SIMÕES, H.G.; OLIVEIRA, J.; DE SOUZA, M.C. *Nutritional profile of elite athlete from São Paulo State, Brazil*. In 17th International Congress of Nutrition, Vienna, Austria, *Ann. Nutr. Met.* 45 Suppl1, p.515, 2001.
- STEEN, S.N.; MAYER, K.; BROWNELL, K.D.; WADDEN, T.A. Dietary Intake of Female Collegiate Heavyweight Rowers. *Int. J. Sports Nutr.*, v.5, p.225-231, 1995.
- STEENSBURG, A.; van HALL, G.; KELLER, C.; OSADA, T.; SCHJERLING, P.; PEDERSEN, B.K.; SALTIN, B.; FEBBRAIO, M.A. Muscle glycogen content and glucose uptake during exercise in humans: influence of prior exercise and dietary manipulation. *J. Appl. Physiol.*, v.541, n.1, p.273-278, 2002.
- SUGIURA, K.; SUZUK, I.I.; HOBAYASHI, K. Nutritional intake of elite Japanese track-and-field athletes. *Int. J. Sport Nutr.*, v.9, p.202-212, 1999.
- TILGNER, S.A.; SCHILLER, M.R. Dietary intakes of female college athletes: the need for nutrition education. *J. Am. Diet. Assoc.*, v.89, p.967-969, 1989.
- TIRAPEGUI, J. *Nutrição. Fundamentos e aspectos atuais*. São Paulo: editora Atheneu, 2000. p.141-145.
- TSINTZAS, K.; WILLIAMS, C. Human Muscle glycogen metabolism during exercise. *Sports Med.*, v.25, p.7-23, 1998.
- WALBERG-RANKIN, J. Dietary carbohydrate as an ergogenic aid for prolonged and brief competitions in sport. *Int. J. Sport. Nutr.*, v.5, p.S13-S28, 1995.
- WILLIAMS, C. Dietary macro and micronutrient requirements of endurance athletes. *Proc. Nutr. Soc.*, v.57, p.1-8, 1998.
- WILLIAMS, M.H. *Nutrição-saúde, condicionamento físico e desempenho esportivo*. São Paulo: Manole, 2002. p.95-98.
- ZAWADZKI, K.M.; YASPELKIS, B.B.; IVY, J.L. Carbohydrate-protein complex increases the rate of muscle glycogen storage after exercise. *J. Appl. Physiol.*, v.72, p.1854-1859, 1992.
- ZIEGLER, P.J.; KHOO, C.S.; KRIS-ETHERTON, P.M.; JONNALAGADDA, S.S.; SHERR, B.; NELSON, J.A. Nutritional status of nationally ranked junior US figure skating. *J. Am. Diet. Assoc.*, v.98, p.809-811, 1998.
- ZIEGLER, P.J.; NELSON, J.A.; JONNALAGADDA, S.S. Nutritional and physiological status of U S national figure skating. *Int. J. Sports Nutr.*, v.9, p.345-360, 1999.

Recebido para publicação em 19/08/04.

Aprovado em 22/10/04.