

# A influência dos carboidratos sobre a performance física de triatletas

La influencia de los carbohidratos sobre el rendimiento físico de triatletas  
The carbohydrates influence on the physical performance of triathletes

\*Faculdade Dom Bosco, Departamento de Educação Física, Curitiba-PR

\*\*Universidade Federal do Paraná, Departamento de Educação Física  
Curitiba-PR  
(Brasil)

Renata Teixeira Mamus Gomes\*

[rtmamus@yahoo.com.br](mailto:rtmamus@yahoo.com.br)

Maria Gisele dos Santos\*\*

[mariaqisele@yahoo.com](mailto:mariaqisele@yahoo.com)

## Resumo

Verifica-se que, cada vez mais, a relação entre dieta alimentar e performance física tem se tornado um aspecto considerável para os atletas, devido a importância na melhora da performance. A recomendação dietética para atletas sempre esteve em discussão, especialmente por causa da importância dos nutrientes, como os carboidratos: combustível primário para a performance muscular, principalmente durante exercícios intensos. Sendo assim, este estudo bibliográfico objetivou analisar a influência dos carboidratos sobre a performance física de triatletas, com o intuito de elucidar questionamentos cotidianos e estabelecer uma posição clarificada sobre um conjunto de técnicas alimentares, baseadas nas funções dos carboidratos durante as fases pré, durante e pós-competição. A conclusão deste estudo, baseada nas referências, demonstrou que a capacidade de resistência dos atletas em eventos de longa duração está diretamente relacionada com a ingestão de carboidratos durante as fases de competição. Sugere-se que trabalhos como este sejam realizados com a finalidade de esclarecer questões sobre ingestão e suplementação de carboidratos.

**Unitermos:** Carboidratos. Performance física. Fases de competição.

## Abstract

It has been verified, more and more, that the relation between alimentary diet and physical performance has been turned a considerable aspect for athletes, due to its importance in the improvement of their performance. The dietary recommendation for athletes had always been in discussion, especially because of the great importance of the nutrients, such as carbohydrates: primary fuel for the muscular performance, mainly during intense exercises. Like this, this bibliographical study aimed to analyzing the influence of carbohydrates on the physical performance of triathletes, with the objective of elucidating daily questions in order to establish a clarified position of a group of alimentary techniques, based on the carbohydrates functions during the before, during and after-competition phases. The conclusion of this study, based on the references, showed that the capacity of athletes' resistance in events of long duration, is directly related to the ingestion of carbohydrates during the competition phases. It is suggested that works like this be accomplished with the purpose of clarifying the problem of carbohydrate ingestion and supplementation.

**Keywords:** Carbohydrates. Physical performance. Competition phases.

1 / 1

## Introdução

O uso de manipulações dietéticas e o consumo de nutrientes com propósitos de aumento da performance (ergogênicos) por parte dos atletas são práticas milenares. Esse é um fato compreensível quando se considera o ambiente altamente competitivo em que os mesmos vivem, juntamente com o grau de motivação para vencer (1).

A prática da suplementação em nosso século, passou a receber o status de *cientificamente embasada*, o que pode ser facilmente percebido com a variedade e quantidade de estudos científicos (2). Essa prática é um fenômeno que cresce a cada dia, devido principalmente à preocupação dos atletas quanto à melhora da saúde e performance física (3).

Apesar das evidências de que o uso de suplementos nutricionais é cada vez mais utilizado, seja com o intuito de hipertrofia muscular, eliminar excesso de gordura corporal ou melhorar a performance, muitas questões sobre o consumo adequado de suplementos ainda precisam ser discutidas, pois as recomendações de dietas alimentares para atletas, assim como a suplementação de nutrientes, sempre estiveram em

discussão, tendo em vista as características específicas de cada indivíduo e da intensidade, frequência e duração de cada tipo de atividade física (4).

Porém, quando se discute acerca da realização de esportes de longa duração, sabe-se que um dos substratos mais utilizado é o carboidrato (CHO), o qual é armazenado na forma de glicogênio ou seja, a forma polimérica de armazenamento da glicose (5-6). A glicose armazenada como glicogênio torna-se uma fonte quantitativamente importante de energia durante o esforço(7).

Dessa forma, recomenda-se em geral, a ingestão de CHO para atletas que realizam esportes de longa duração, devido à sua rápida metabolização (8) e por serem digeridos e absorvidos mais rapidamente que as proteínas ou lipídios (9).

Como o CHO é considerado o principal combustível durante o esporte de longa duração (10), aqueles atletas que treinam intensamente ou competem em dias seguidos e não consomem CHO de forma adequada, apresentam diminuição diária do glicogênio muscular, acarretando efeitos prejudiciais para a performance física.

Muitos estudos demonstraram que o glicogênio hepático e muscular é importante na manutenção da performance durante o exercício (11-14), pois quando indivíduos se exercitam a uma alta intensidade (75% VO<sub>2</sub>max), os tempos de exercício são proporcionais à quantidade de glicogênio muscular presente no início da competição. Essa contribuição relativa do glicogênio muscular e da glicose sanguínea ao metabolismo energético durante o exercício varia em função da intensidade e duração do mesmo (10).

Devido às evidências que apontam a importância do glicogênio sobre a performance, existe um grande interesse em se manter os estoques de glicogênio muscular e hepático. Outro interesse existente é a reposição rápida desses estoques durante e após a competição (15), pois sua restauração é um processo importante na manutenção e recuperação do exercício intenso, bem como o tipo de CHO ingerido (16).

Quando se analisa esportes de longa duração como o triathlon, que exige uma demanda energética elevada devido à combinação de três modalidades esportivas (natação, ciclismo e corrida), verifica-se a escassez na literatura de pesquisas sobre suplementação de CHO que envolvam esse esporte como um todo. Também pode-se verificar que atletas e treinadores envolvidos sentem dificuldade no momento da escolha do suplemento ideal, visto que a maioria dos estudos investigam as modalidades esportivas separadamente, o que torna inviável escolher o tipo de CHO, tempo de ingestão e frequência ideal para esse esporte, que além de exigir grupos musculares diferentes, também possui necessidades específicas de acordo com a realização de cada modalidade que o compõe.

Considerando as evidências acima citadas, assim como as dificuldades encontradas no momento de orientar para uma adequada suplementação, julgamos necessário e importante o desenvolvimento de um estudo bibliográfico que envolva a suplementação de CHO no esporte triathlon, com o objetivo de verificar a influência desse nutriente sobre a performance física de triatletas.

## **Aspectos gerais**

A utilização de combustíveis metabólicos para a contração muscular durante o exercício em humanos tem sido um importante tópico de investigação, porque as fontes de combustível desempenham um papel preponderante na capacidade de manutenção da performance muscular. O trabalho de fisiologistas e bioquímicos que estão interessados nos aspectos biofísicos e químicos do suprimento de energia tem

resultado no conhecimento de fatores envolvidos no fornecimento de energia para o músculo e aspectos que podem limitar a performance (17).

Somente na década de 80 foi demonstrado de forma conclusiva que ingerir CHO durante o exercício pode aumentar a performance de atletas, surgindo daí as primeiras evidências de que a suplementação de CHO pode economizar os estoques de glicogênio(18-19). Embora o conhecimento da fisiologia e da nutrição humana, assim como a aplicação das alterações dietéticas e a suplementação com nutrientes específicos com o intuito de melhorar a performance física tenham aumentado muito neste século (7), verifica-se que um dos problemas mais difíceis na nutrição esportiva é tentar obter a quantidade suficiente de nutrientes corretos e disponíveis para o atleta.

Ao verificar a literatura, observa-se uma quantidade considerável de estudos que observaram os efeitos ergogênicos dos recursos nutricionais sobre o desempenho nos exercícios (9), enfatizando-se a suplementação de CHO quanto à performance física de longa duração. Uma outra questão que se associa à suplementação de CHO relaciona-se ao baixo consumo desse nutriente pelos atletas, fato que não só compromete o rendimento durante a competição como também o desempenho no período de treinamento (20-21).

Diante das evidências apresentadas acima, verifica-se que a suplementação adequada de CHO durante as fases da competição torna-se uma das melhores estratégias para a melhora da performance física, tendo em vista que, conforme o exercício prolongado continua, aumenta a importância quantitativa da glicose sanguínea comparada ao glicogênio muscular endógeno, como fonte de energia para a oxidação muscular (7).

Sendo assim, os atletas devem seguir uma dieta que proporcione os nutrientes básicos, além de ser relativamente alta em conteúdo de CHO, com a finalidade de suprir as grandes necessidades de energia (22). Como se sabe, os CHO representam o principal combustível durante o exercício de resistência(23), e uma correta reposição dos estoques desse nutriente deve ser realizada principalmente para aqueles praticantes de esportes de longa duração, uma vez que quedas acentuadas nas concentrações de glicogênio muscular (130mM/Kg para 30mM/Kg) levam a quedas no desempenho (20).

Para a reposição dos estoques de carboidratos torna-se necessário um aumento da ingestão de CHO durante todo o período de competição (antes, durante e após), e essa manipulação dietética é uma prática cientificamente comprovada como benéfica para o desempenho no exercício. Porém alguns aspectos devem ser considerados como primordiais quando as técnicas dietéticas são utilizadas, como o tipo de CHO, o tempo de administração e concentração (9), tornando-se necessário investigar a função dos CHO como suplemento durante as fases de competição.

### **Suplementação na fase pré-competição**

A dieta com alto teor de CHO na fase pré-competição, tem o objetivo de aumentar os depósitos de glicogênio para prevenir a sua depleção, principalmente, quando a competição é realizada exaustivamente por dias sucessivos, requerendo uma dieta de 65 a 75% de calorias provenientes de carboidratos para otimizar o desempenho (7), e dependendo da situação pré-competição, essa ingestão pode chegar a 80% do total calórico calculado como necessidade (24).

Verifica-se então que a capacidade de resistência varia intensamente de acordo com a dieta de CHO utilizada antes do exercício (25), a qual, além de proporcionar ao atleta energia suficiente, a refeição pré-competição também deve garantir uma hidratação ótima (9).

Estas suplementações à base de CHO podem ser oferecidas na forma sólida ou líquida, sendo a dosagem ideal recomendada de 1 a 6g/Kg/peso corpóreo. Porém as refeições líquidas são mais toleradas próximo do horário da competição (7).

De acordo com Millard *et al* (26), a ingestão de 6 a 8% de solução de CHO uma hora antes do início da competição, melhorou o desempenho de maratonistas nos últimos 15Km. Em geral, esse tipo de ingestão líquida, é recomendada para que seja alcançada a vantagem esperada nos períodos antes, durante e após o evento esportivo (27).

Com relação a esse assunto, estudos relatam que em esportes de longa duração, ou seja, aqueles superiores a uma hora, a quantidade de carboidratos na refeição deve ser aumentada de 20 a 40% e ingerida entre 1 a 2 horas antes do evento (4,7).

Quanto ao tipo de CHO nessa fase pré-competição, não foram observadas diferenças no desempenho da resistência física quando ingerida glicose ou frutose. Porém, há pouca razão para recomendar-se a ingestão de frutose nesta fase, visto a possibilidade de absorção completa, o que poderá provocar câibras e diarreias resultantes de doses moderadas (7).

A importância da suplementação de CHO é observada em estudo como de McConell *et al* (28), o qual examinaram os efeitos da suplementação de CHO ingerido antes do exercício realizado em cicloergômetro ( $69 \pm 1\%$  VO<sub>2</sub> máx) até exaustão. Oito sujeitos treinados ingeriram em uma ocasião 250ml de solução de CHO a 8%, imediatamente antes do exercício, e 250ml de placebo. Os resultados demonstraram que a ingestão prévia de CHO aumentou a performance durante exercício prolongado, sendo observado um aumento de 30% no tempo de fadiga. Pode-se citar também outro estudo (29) onde foram observados os efeitos da ingestão de CHO em ocasiões diferentes. Sete atletas ingeriram bebidas 30 minutos antes do exercício em cicloergômetro (63% Vo<sub>2</sub> máx), sendo que na primeira ocasião foi ingerida uma bebida placebo e após o intervalo de 7 dias, esses mesmos atletas ingeriram uma solução a 25,7% de CHO (2g/Kg/peso). Os resultados desse estudo demonstraram que, quando os atletas foram suplementados com CHO 30 minutos antes do exercício, houve uma melhora significativa na performance da resistência quando comparada com a ingestão de placebo.

Em outro estudo de Galloway *et al* (30) com seis atletas masculinos, a suplementação de CHO foi realizada imediatamente antes do exercício em 4 condições diferentes, conforme a seguir: solução a 0%, 2% (20g/l), 6% (60g/l) e 12% (120g/l) de glicose, e logo em seguida realizaram o teste no cicloergômetro (80% VO<sub>2</sub> máx) até exaustão (abaixo de 60 rpm) num ambiente frio (~10°C). Os dados obtidos desse estudo suportam a indicação do uso de bebidas concentradas com CHO em soluções a 6 e 12% antes do exercício prolongado, especificamente em ambiente frio. Os autores ainda sugerem que, a ingestão de soluções com concentrações maiores que 12%, podem resultar em desconforto gastrointestinal.

Seguindo, Utter *et al* (31) estudaram os efeitos da disponibilidade de CHO durante uma competição de maratona com 98 maratonistas, sendo um grupo suplementado (N=48) e o outro recebeu placebo (N=50). Antes do início da maratona (30 minutos), o grupo suplementado ingeriu 650ml de bebida a 6% de CHO. Concluiu-se que, durante exercício prolongado como a maratona, onde a intensidade varia em todo o percurso da prova, a suplementação prévia de CHO é essencial para a manutenção da performance, visto a maior disponibilidade desse substrato quando comparado com o grupo placebo.

Outro estudo (32) também examinou os efeitos da ingestão pré-exercício e de solução de CHO na performance de 10 maratonistas. O teste foi constituído em uma corrida desenvolvida a 70% VO<sub>2</sub> máx até exaustão após o consumo de: a) uma refeição de CHO três horas antes do exercício e ingestão de uma

solução de CHO durante o exercício (M+C); b) uma refeição de CHO três horas antes e água durante o exercício (M+W) e; c) um placebo líquido três horas antes e água durante o exercício (P+W). Concluiu-se que, o tempo de exercício foi maior no tratamento M+C e M+W, comparado com P+W, e maior em M+C comparado com M+W. A refeição pré-exercício aumentou a capacidade de corrida, entretanto, a combinação dessa refeição e solução de CHO durante exercício aumentou essa capacidade.

Com relação a esse tema, Smith, Rhodes e Langill (33) realizaram estudo com triatletas através do fornecimento de soluções de glicose pré-exercício, para que fossem determinados os efeitos do tempo de administração. Os 10 triatletas nadaram 4000 metros após o consumo de uma solução a 10% glicose 5 minutos antes do exercício (G5), solução a 10% glicose 35 minutos antes (G35), ou um volume similar de placebo (PL). Não foram encontradas diferenças significativas no tempo de exercício e na frequência cardíaca entre os indivíduos que ingeriram a solução a 10% de glicose 5 ou 35 minutos antes da realização, comparados àqueles que ingeriram solução placebo. Entretanto, os resultados obtidos puderam dar subsídios para a conclusão de que o fornecimento de glicose (G5 e G35) resultou na melhora individual significativa de melhor performance em um intervalo de 24 segundos e 5 minutos de exercício.

### **Suplementação na fase durante a competição**

O principal objetivo durante a fase de competição, é repor os líquidos orgânicos e CHO perdidos (34), e a manipulação nutricional durante esta fase certamente é um dos recursos eficientes para a manutenção ou melhoria da performance de atletas que praticam esportes de longa duração (35), principalmente pelo fato desse recurso ergogênico ser capaz de providenciar maiores estoques de glicogênio muscular e hepático (36).

Reconhece-se, portanto, que durante exercícios prolongados, uma diminuição na disponibilidade de carboidrato pode conduzir ao desenvolvimento da fadiga em atletas, e que a administração da glicose e outros tipos de carboidratos são importantes para adiar a fadiga e conservar o glicogênio muscular (37).

Durante a competição, as bebidas esportivas formuladas para estimular a ingestão de líquidos e repor os CHO podem ser utilizadas (4), com a vantagem de melhorar a performance dos atletas, quando ingeridas a intervalos regulares (25).

Porém, um aspecto a ser considerado durante a ingestão de bebidas, é a capacidade de absorção de água pelo intestino, limitada a 12 ml/Kg/peso/hora, ou seja, um indivíduo de 60Kg deve ingerir, no máximo, 720ml água/hora. Quantidades superiores, mesmo o atleta necessitando, não seriam absorvidas e a água ficaria retida no lúmen intestinal, provocando sintomas abdominais e indisposição (4). Deve-se considerar também que apenas cerca de 1000ml de líquido a cada hora saem do estômago durante um exercício vigoroso (9).

Dessa forma, recomenda-se que, a solução ideal das bebidas glicosadas durante o evento esportivo é de 6% (6g/100ml), para que possa proporcionar a otimização da hidratação assim como ser esvaziada pelo estômago mais rapidamente que soluções concentradas. Ao contrário, ocorrerá uma absorção líquida maior de glicose, com o aumento das concentrações nas bebidas esportivas (7).

Com relação à frequência da ingestão recomendada, indica-se uma solução de CHO a 6% a cada 15-20 minutos., sendo que soluções com concentrações menores que 5% ou maiores que 10% não são consideradas significativas quanto à performance física (4).

Estudo realizado evidencia que a ingestão de CHO durante o exercício retarda a fadiga em 30 a 60 minutos, quando esta é fornecida na forma líquida em uma concentração a 6% e em intervalos regulares de 30 minutos (38).

Referente a este assunto, Katch e Mcardle (25) recomendam para exercícios aeróbicos intensos e prolongados, a ingestão de uma forte solução de CHO (50% ou 70g de açúcar em 140ml de água) 20-30 minutos após o início do exercício e soluções menos concentradas (5%) a cada 15 minutos, ou seja, 24g de carboidratos a intervalos de 30 minutos durante o exercício.

Outro fator importante na ingestão de bebidas durante o exercício relaciona-se ao tipo de CHO ingerido. Em geral, recomenda-se o uso de polímeros de glicose (maltodextrinas), que pode ser vantajoso devido sua osmolaridade mais baixa e também ao potencial de esvaziamento gástrico mais rápido (7, 34).

Os efeitos da suplementação de CHO no desempenho durante o exercício há muito tempo vem sendo investigado. Pode-se citar o estudo de Coggan e Coyle (39), no qual utilizaram sete ciclistas que se exercitaram a 70% VO<sub>2</sub> máx até a fadiga em 3 ocasiões separadas por 1 semana. Após 20 minutos de exercício, os ciclistas na primeira ocasião, ingeriram uma solução de polímeros de glicose (3g/Kg), na segunda ocasião, receberam uma infusão de glicose intra-venosa, e na terceira, uma solução placebo. Verificou-se que o tempo de fadiga após os 20 minutos de teste foi significativamente menor durante a ocasião de ingestão ou infusão de CHO quando comparado à ocasião de placebo.

Também, em outro estudo (40), verificou-se a suplementação de CHO de diferentes concentrações em 12 ciclistas treinados que se exercitaram por 2 horas a 48% VO<sub>2</sub> máx em um ambiente quente (33° C), consumindo soluções de CHO em três ocasiões separadas. As soluções foram a) 3ml/Kg/peso de água, b) 2.0% de solução de polímeros de glicose e, c) uma solução a 8.5% de polímeros de glicose, todas ingeridas a cada 15 minutos de exercício. Verificou-se que após a ingestão da solução a 8.5% de polímeros de glicose, a oxidação de CHO foi significativamente maior nos 60 e 120 minutos de exercício, enquanto a redução do glicogênio muscular durante essa suplementação foi significativamente menor quando comparado com a solução de água.

Um outro estudo foi realizado com objetivo de comparar diferentes concentrações de CHO durante exercício. Foi constatado que, após a ingestão de bebidas com CHO (116 ± 6 g) no início do exercício e a cada 10 Km, o tempo do teste e a potência tiveram valores significativamente menores quando não houve ingestão de solução com CHO (11). Mitchell *et al* (41) também estudaram a influência da ingestão de diferentes concentrações de CHO na performance e uso do glicogênio muscular. Nesse estudo, foi providenciado para dez ciclistas treinados soluções com 0, 6, 12 e 18g CHO/100ml a cada 15 minutos de exercício em cicloergômetro (120 minutos a 70 % VO<sub>2</sub> máx). Após a biópsia muscular (0 e 105 minutos de exercício), observou-se que não houveram diferenças significativas no uso do glicogênio muscular bem como na sua depleção, quando comparadas as soluções ingeridas com 0 e 12g/CHO. Porém, houve uma elevação significativa nos estoques de glicogênio com a ingestão das soluções a 12 e 18g/CHO.

McConnell *et al* (12) por exemplo, realizaram investigação sobre os efeitos da ingestão de CHO na cinética da glicose e no metabolismo muscular durante exercício de resistência. Nesse estudo, treze atletas (doze ciclistas e um triatleta) se submeteram voluntariamente a um teste no cicloergômetro (83% ± 1% VO<sub>2</sub> máx) até exaustão. Durante o teste, os atletas foram divididos em dois grupos, sendo que no grupo-experimental houve a ingestão de solução de CHO a 6% (glicose) a cada 15 minutos, e no grupo-controle, uma solução placebo. Os resultados desse estudo sugerem maior captação de glicose a partir de sua ingestão, não tendo sido encontrado efeitos sobre a oxidação de CHO, metabolismo muscular e tempo de exaustão durante o exercício.

Já Collardeau *et al* (42) relataram os efeitos da ingestão de CHO e exercício prolongado sobre a performance cognitiva. Oito triatletas completaram 3 sessões de teste dentro do período de três semanas. A 1ª sessão foi para determinar o VO<sub>2</sub> máx e consumo de oxigênio no limiar ventilatório (VO<sub>2</sub>vt), e na segunda e terceira sessões foi realizada uma corrida de 100 minutos em esteira ergométrica (15 minutos (submáximo), 70 minutos, 15 minutos (submáximo)). Durante o teste, os atletas ingeriram 5.5% de solução de CHO antes do teste submáximo e 2ml/ Kg/peso corporal a cada 15 minutos. Os dados do estudo sugerem que a ingestão de CHO durante a corrida de 100 minutos resulta em uma melhora da performance cognitiva.

### **Suplementação na fase pos-competição**

O objetivo inicial da dieta após uma competição é o de reidratar, recuperar os depósitos de glicogênio e restaurar o equilíbrio eletrolítico (4,43).

Verifica-se que após o exercício de longa duração, o processo de ressíntese começa imediatamente. Dessa forma, recomenda-se ingerir CHO principalmente nas primeiras horas (34). Hargreaves (44) e Cyrino e Burini (45) ressaltam que a ressíntese de glicogênio muscular acontece rapidamente (5%/hora), especialmente nas primeiras 6 horas após exercício, quando a ingestão de CHO é adequada independente do tipo de CHO. Porém, serão necessárias no mínimo 48 horas para a recuperação dos níveis normais de glicogênio muscular após um exercício exaustivo prolongado (4, 25).

Estudos sobre a suplementação de CHO no período de recuperação, demonstraram que após um aumento no consumo de carboidrato de 188g para 648g/dia, a ressíntese de glicogênio muscular foi proporcionalmente maior durante o período das 24 horas pós-exercício (7). Em outro estudo, verificou-se que a suplementação de 0,7g a 1g de glicose/Kg peso corpóreo a cada 2 horas e até 6 horas após a competição ou treinamento exaustivo, a ressíntese do glicogênio foi maximizada numa taxa entre 5 e 8mmol/g de peso líquido de tecido muscular/hora (7). Frenstos e Baer (46) também registraram um aumento dos estoques de glicogênio quando atletas consumiram suplementos nutricionais após a competição.

Outros estudos também têm realizado investigações (47) com o objetivo de analisar os efeitos da rehidratação adicionada de CHO na fase de recuperação e a capacidade de resistência em um teste subsequente. Nove atletas correram a 70% VO<sub>2</sub> máx. em esteira ergométrica por 90 minutos (T1) seguido de 4 horas de recuperação, e em seguida, uma corrida exaustiva de mesma velocidade (T2). Durante as primeiras 3 horas de recuperação, os atletas do grupo suplementado ingeriram 6.9% de solução de CHO e os atletas do outro grupo ingeriram uma solução placebo, ambos a cada 30 minutos. Os resultados encontrados demonstraram maior performance no grupo que ingeriu solução adicionada de CHO, quando comparado com o grupo que ingeriu placebo.

Bowtell *et al* (48) também investigaram os efeitos de diferentes tipos e concentrações de CHO na recuperação do músculo esquelético após exercício exaustivo. Os atletas realizaram teste em cicloergômetro seguindo protocolo validado por Vollestad *et al* (49) para depleção do glicogênio das fibras musculares do tipo I e II. Imediatamente após o referido teste, os atletas receberam infusão de [1-13C] glicose, e dentro de 2 minutos do término desta, ingeriram soluções (330 ml) de CHO a 18.5% de polímeros de glicose, 18.5% de sacarose e 12% de sacarose. Os autores concluíram que o consumo 18.5% de polímeros de glicose após exercício exaustivo promoveu uma ressíntese mais rápida de glicogênio muscular durante as duas primeiras horas de recuperação quando comparado com a ingestão das outras soluções a 18.5% e 12% de sacarose.

Ainda, Kovacs *et al* (50) verificaram os efeitos do consumo de soluções com altas e baixas concentrações de CHO no período pós-exercício e conseqüências na rehidratação. Oito ciclistas treinados foram desidratados a 3% do peso corporal através de cicloergômetro. Durante o período de recuperação, foram ingeridas soluções de CHO a 60%, 40% e 20% na primeira, segunda e terceira hora respectivamente (H), ou 24% durante as 5 horas pós-exercício (L). Concluiu-se que durante o tratamento H houve uma restauração mais rápida da proporção de volume plasmático e do balanço do fluido comparado com L.

### Considerações finais

Diante dos estudos abordados, pode-se concluir que, o tipo de carboidrato recomendado na suplementação dos atletas, preferencialmente são os carboidratos complexos, por preencherem de maneira mais lenta as reservas de glicogênio hepático e muscular, mantendo os níveis de glicose.

Verifica-se que, em geral, as bebidas esportivas contendo carboidratos são recomendadas nas três fases de competição, visto seu papel energético que beneficiará a performance física dos atletas.

Mediante as recomendações dos autores estudados e a evidência da influência dos carboidratos durante as três fases de competição, percebe-se o quanto se faz necessário o conhecimento dessa influência pelos profissionais que trabalham com a busca de performance física. Dessa forma, espera-se que com esse estudo, atletas que competem em eventos de longa duração, como triatletas, e seus treinadores, possam ter embasamento científico no momento da escolha do suplemento ideal para a competição, bem como, no período de treinamento.

Sugere-se que mais estudos como este sejam realizados, com a finalidade de demonstrar outras investigações sobre a importância da ingestão de carboidratos nas atividades esportivas de longa duração.

### Referências

1. BURKE, L.M., READ, R.S.D. Dietary supplements in sports. *Med Sci Sports Exerc.* 1993; 15: 43.
2. GRANDJEAN, A.C. Diets on elite athletes: has the discipline of sports nutrition made in impact? *Int J Sport Nutr* 1997; 127: 874S.
3. BACURAU, Reury Frank. *Nutrição e Suplementação Esportiva*. 2nd ed. São Paulo: Phorte Editora, 2001.
4. CORREIA, M.I.T.D. *Nutrição, Esporte e Saúde*. Belo Horizonte: Health, 1996.
5. HULTMAN, E. Physiological role of muscle glycogen in man, with special reference to exercise. *Circulation* 1967; 20-21 (suppl. I): I99-I114.
6. NELSON, D.L.; COX, M.M. *Lehninger Principles of Biochemistry*. 3rd ed. New York (NY): Worth, 2000.
7. WOLINSKY I., HICKSON J. J. F. *Nutrição no exercício e no esporte*. 2nd ed. São Paulo: Roca, 1996.
8. JACOBS, K.A, SHERMAN, W.M. The efficacy of carbohydrate supplementation and chronic high-carbohydrate diets for improving endurance performance. *Int J Sport Nutr* 1999; 9: 92-115.
9. MCARDLE, William D., KATCH, Frank I., KATCH, Victor L. *Nutrição Para o Desporto e o Exercício*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
10. WILMORE, J.H., COSTILL, D.L. *Fisiologia do Esporte e do Exercício*. São Paulo: Manole, 2001.
11. WIDRICK, J.J., COSTILL, D.L., FINK, W.J., HICKEY, M.S., MCCONELL, G.K., TANAKA, H. Carbohydrate feedings and exercise performance: effect of initial muscle glycogen concentration. *J Appl Physiol* 1993; 74: 2998-3005.

12. McCONNELL, 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* 2000; 89: 1690-1698.
13. FAIRCHILD, T.J., FLETCHER, S., STEELE, P., GOODMAN, C., DAWSON, B., FOURNIER, P.A. Rapid carbohydrate loading after a short bout of near maximal-intensity exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 980-986.
14. ANDREWS, J.L., SEDLOCK, D.A., FLYNN, M.G., NAVALTA, J.W., JI, H. Carbohydrate loading and supplementation in endurance-trained women runners. *J Appl Physiol* 2003; 95: 584-590.
15. POWERS, S.K., HOWLEY, E.T. *Exercise Physiology: theory and application to fitness and performance*. 4nd ed. New York: McGraw-Hill; 2001.
16. CRAIG, B.W. The influence of fructose feeding on physical performance. *Am J Clin Nutr* 1993; 58: 815S-819S.
17. ROMBALDI, A.J. *Alguns efeitos bioquímicos da ingestão de carboidrato líquido na realização de trabalho intermitente de alta intensidade em ratos*. Santa Maria; 1996. [Tese de doutorado – Universidade Federal de Santa Maria].
18. COYLE, E.F., HAGBERG, J.M., HURLEY, B.F., MARTIN, M.H. et al. Carbohydrate feedings during prolonged strenuous exercise can delay fatigue. *J Appl Physiol* 1983; 55: 230-235.
19. HARGREAVES, M., COSTILL, D.L., COGGAN, A., FINK, W.J. & NISHIBATA, I. Effect of carbohydrate feedings on muscle glycogen utilization and exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 1984; 16: 219-222.
20. LANCH JR, A.H. *Nutrição e metabolismo aplicados à atividade motora*. São Paulo: Atheneu, 2002.
21. MULLINIX, M.C., JONNALAGADDA, S.S., ROSENBLOOM, C.A., THOMPSON, W.R., KICKLIGHTER, J.R. Dietary intake of female U.S. soccer players. *Nutrition Research* 2003; 23: 585-593.
22. GRANDJEAN, A.C., SCHROEDER, L. J. A nutrição para atletas. *Sprint*. 1994; 32-33.
23. TIMMONS, B.W., BAR-OR, O., RIDDELL, M.C. Oxidation rate of exogenous carbohydrate during exercise is higher in boys than in men. *J Appl Physiol* 2003; 94: 278-284.
24. SANTOS, T.R. Recomendações básicas nutricionais para nadadores. *Rev Bras Med Esporte* 1996; 21: 5-6.
25. KATCH, F.I., McARDLE, W.D. *Fisiologia do Exercício - Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 3nd ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.
26. MILLARD-STAFFORD, M., ROSSKOPF, L.B., SNOW, T.K., HINSON, B.T. Water versus carbohydrate-electrolyte ingestion before and during a 15Km run in the health. *Int J Sport Nutr* 1997; 7: 26-38.
27. WALTON, P., RHODES, E.C. Glycaemic index and optimal performance. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 23: 164-172.
28. McCONNELL, G.K., SNOW, R.J., PROIETTO, J., HARGREAVES, M. Muscle metabolism during prolonged exercise in human: influence of carbohydrate availability. *J Appl Physiol* 1999; 87: 1083-1086.
29. FEBBRAIO, M.A., CHIU, A., ANGUS, D.J., ARKINSTALL, M.J., HAWLEY, J.A. Effects of carbohydrate ingestion before and during exercise on glucose kinetics and performance. *J Appl Physiol* 2000; 89: 2220-2226.
30. GALLOWAY, S.D.R., WOOTTON, S.A., MURPHY, J.L., MAUGHAN, R.J. Exogenous carbohydrate oxidation from drinks ingested during prolonged exercise in a cold environment in humans. *J Appl Physiol* 2001; 91: 654-660.
31. UTTER, A.C., KANG, J., ROBERTSON, R.J., NIEMAN, D.C., CHALOUKPA, E.C., SUMINSKI, R.R. et al. Effect of carbohydrate ingestion on ratings of perceived exertion during a marathon. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 1779-1784.
32. CRYSSANTHOPOLOS, C., WILLIAMS, C., NOWITZ, A., KOTSIPOULOU, C., VLECK, V. The effect of a high carbohydrate meal on endurance running capacity. *Int J Sport Nutr* 2002; 12 (2).
33. SMITH, G.J., RHODES, E.C., LANGILL, R.H. The effect of pre-exercise glucose ingestion on performance during prolonged swimming. *Int J Sport Nutr* 2002; 12 (2).

34. WOOTTON, S. *Nutrición y Deporte*. Zaragoza: Acribia S.A., 1990.
35. RIBEIRO, Sandra Maria Lima. A importância dos carboidratos em esportes de longa duração. *Rev Nutr Esporte* 1997; 4: 6-7.
36. GUEDES, Dartagnan Pinto, GUEDES, Elisabet Ribeiro Pinto. *Controle do peso corporal: composição corporal, atividade física e nutrição*. Londrina: Midiograf, 1998.
37. MaCLAREN, D., SAYED, M.S., RATTU, A.J. Exogenous carbohydrate utilization: effects on metabolism and exercise performance. *Comp Biochem Physiol Appl Physiol* 1997; 118: 789-803.
38. KIEHL, Lísia M.P. O carboidrato e o maratonista. *Rev Nutr Esporte* 1997; 23: 5-6.
39. COOGAN, A.R., COYLE, E.F. Reversal of fatigue during prolonged exercise by carbohydrate infusion or ingestion. *J Appl Physiol* 1987; 63: 2388-2395.
40. YASPELKIS, B.B., IVY, J.L. Effect of carbohydrate supplements and water on exercise metabolism in the heat. *J Appl Physiol* 1991; 71: 680-687.
41. MITCHELL, J.B., COSTILL, D.L., HOUMARD, J.A., FINK, W.J., PASCOE, D., PEARSON, D.R. Influence of carbohydrate dosage on exercise performance and glycogen metabolism. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 1996; 271: E983-E989.
42. COLLARDEAU, M., BRISSWALTER, J., VERCRUYSEN, F., AUDIFFREN, M., GOUBAULT, C. Single and choice reaction time during prolonged exercise in trained subjects: influence of carbohydrate availability. *Eur J Appl Physiol* 2001; 86: 150-156.
43. MACIEIRA, José. Técnicas alimentares para a prática do desporto. *Rev Educ Física e Desportos*. 1990; 3 (35).
44. HARGREAVES, M. Carbohydrates and exercise. *Food, Nutr and Sports Perform* 1992; 19-33.
45. CYRINO E.S., BURINI, R.C. Modulação nutricional da fadiga. *Rev Bras Ativ Física e Saúde* 1997; 2: 67-74.
46. FRENTSOS, J.A, BAER, J.T. Increased energy and nutrient intake during training and competition improves elite triathletes endurance performance. *Int J Sport Nutr* 1997; 7: 61-71.
47. WONG, S.H., WILLIAMS, C., ADAMS, N. Effects of ingesting a large volume of carbohydrate-electrolyte solution on rehydration during recovery and subsequent exercise capacity. *Int J Sports Nutr* 2000; 10 (4).
48. BOWTELL, J.L., GELLY, K., JACKMAN, M.L., PATEL, A., SIMEONI, M., RENNIE, M.J. Effect of different carbohydrate drinks on whole body carbohydrate storage after exhaustive exercise. *J Appl Physiol* 2000; 88: 1529 -1536.
49. VOLLESTAD, N., TABATA, K.I., MEDBO, J.I. Glycogen breakdown in different human muscle fibre types during exhaustive exercise of short duration. *Acta Physiol Scand* 1992; 144: 135-141.
50. KOVACS, E.M.R., SCHMAHL, R.M., SENDEN, J.M.G., BROUNS, F. Effect of high and low rates of fluid intake on postexercise rehydration. *Int J Sport Nutr* 2002; 12 (1).