

FATORES A CONSIDERAR NA SUPLEMENTAÇÃO COM SOLUÇÕES CARBOIDRATADAS

Airton José Rombaldi

Escola Superior de Educação Física/Universidade Federal de Pelotas

Renan M. F. Sampedro

Universidade de Cruz Alta - RS

resumo

A razão fundamental para o desenvolvimento das várias soluções para consumo antes, durante e após exercício físico é que tais bebidas podem atenuar alguns dos distúrbios, na homeostase, que ocorrem durante o próprio exercício, e desta forma, prevenir lesões e fundamentalmente aumentar o desempenho. Aumentos na temperatura central, na osmolalidade dos líquidos corporais, na frequência cardíaca, na perda de volume plasmático e, na depleção de carboidratos provocadas pelo exercício e por desidratação são, provavelmente, os distúrbios homeostáticos mais importantes que podem ser atenuados através do consumo de líquidos carboidratados. Portanto, soluções que contenham açúcares simples ou polímeros de glicose (por exemplo a maltodextrina) com pequenas quantidades de eletrólitos, ou sem, minimizam distúrbios na regulação da temperatura e na função cardiovascular, mantêm os níveis da glicose sanguínea e aumentam a performance de forma mais acentuada que quando ocorre a ingestão de água pura.

PALAVRAS-CHAVE: Solução de reidratação; esvaziamento gástrico; carboidrato; água

abstract

FACTORS TO BE CONSIDERED IN THE CARBOHYDRATE SOLUTIONS FOR SUPPLEMENTATION

The rationale underlying the development of various formulations of beverages for consumption before, during and after physical exercise is that such formulations should minimize some of the disturbance in physiological homeostasis that occurs during exercise itself, and thereby to prevent injury and, mainly, to enhance performance. Exercise and dehydration induced increases in core temperature, body fluid osmolality, heart rate, losses of plasma and other body fluid volumes, and carbohydrate depletion are probably the most important homeostatic disturbances that can be ameliorated by fluid consumption. Therefore, beverages containing simple sugars or glucose polymers (like maltodextrin for example) with or without small amounts of electrolytes minimize disturbances in temperature regulation and cardiovascular function, maintain blood glucose levels, and enhance athletic performance better than pure water.

KEY WORDS: Rehydration beverage; gastric emptying; carbohydrate; water

INTRODUÇÃO

O consumo de bebidas nutritivas contendo variadas quantidades de eletrólitos e outros nutrientes como carboidrato (CHO) com o objetivo de aumentar o rendimento atlético, está bastante difundido em alguns eventos desportivos. Supõe-se que o consumo destas bebidas evita ou diminui algumas das respostas que o exercício produz no organismo e que são, ou podem ser, causa de fadiga. Segundo COSTILL (1986), as mudanças a nível homeostático produzidas pelo exercício que podem ter efeitos negativos sobre o rendimento esportivo incluem: diminuição do volume plasmático, aumento da temperatura corporal, aumento da osmolalidade plasmática e diminuição de alguns dos nutrientes necessários para a produção de energia.

A redução no volume plasmático ocorre em função do movimento de água para fora dos compartimentos vasculares, decorrente da perda de líquido devido a pressão osmótica. O movimento total de água do plasma para o espaço intersticial já pode ser observado durante o primeiro minuto de exercício intenso e tende a estabilizar-se aproximadamente aos 5 minutos do início do exercício (PIVARNIK, et al., 1986). Uma quantidade adicional do volume plasmático é perdida em consequência da sudorese. Este mecanismo de dissipação do calor corporal é importante quando as condições ambientais nas quais se realiza o esforço físico são de elevadas temperatura e umidade.

A redução do volume plasmático pode ter efeitos negativos sobre o rendimento porque o fluxo sanguíneo da musculatura ativa pode tornar-se comprometido, ao mesmo tempo que se reduz a capacidade de dissipar calor. A intensidade do exercício aliada a um certo grau de desidratação podem influir no rendimento esportivo. Deste modo, durante esforços submáximos em condições de hipohidratação, o volume sistólico pode encontrar-se diminuído em comparação com a condição normal de hidratação. Durante exercícios de intensidade supramáxima, o rendimento pode encontrar-se diminuído em até 20% em condições de hipohidratação em comparação com a condição de hidratação normal (NIELSEN, et al., 1986). Todavia, a reposição hídrica em volumes similares às perdas de água podem prevenir o declínio no volume sistólico (HAMILTON, et al., 1991).

A reposição líquida durante o exercício, no qual as perdas por suor são substanciais, é necessária para evitar a desidratação e a simultânea redução na performance (GISOLFI & DUCHMAN, 1992). No exercício, outro fator limitante da performance é o

fornecimento de energia, especificamente o CHO. Em função dos estoques de glicogênio endógeno serem limitados, uma suplementação de CHO pode manter a glicose sanguínea (COYLE, et al., 1986), economizar o desdobramento do glicogênio e facilitar sua ressíntese (KUIPERS, et al., 1987), além de prolongar o exercício em altos níveis de intensidade (COSTILL & MILLER, 1980). Neste sentido, alguns fatores devem ser considerados para que a suplementação alcance os resultados esperados.

ESVAZIAMENTO GÁSTRICO (EG)

A disponibilidade dos líquidos ingeridos dependem dos níveis de EG e absorção intestinal. Numerosos fatores afetam o EG, incluindo o volume, osmolalidade, temperatura, densidade energética e acidez das bebidas, intensidade do exercício, bem como um número específico de nutrientes.

A influência do volume sobre o EG está presumivelmente relacionado a pressão no estômago (NOAKES, et al., 1991). Aumento linear na quantidade esvaziada tem sido mostrada, com um aumento no conteúdo gástrico acima de um máximo de 600-700 mL de ingestão: 8-10 mL.kg⁻¹ de peso corporal (COSTILL & SALTIN, 1974; HUNT, et al., 1985; MITCHELL & VOSS, 1991) e parece ser o fator mais importante na regulação do EG (REHRER, et al., 1989).

A osmolalidade (a concentração de partículas por quilograma de solvente) da bebida, contrariamente ao volume, é um forte inibidor do EG (COSTILL & SALTIN, 1974; REHRER, et al., 1989). Isto significa que quanto mais concentrada com CHO for uma bebida, mais lento será seu esvaziamento (COYLE, et al., 1978). Todavia, REHRER, et al., (1989), ao compararem o EG de quatro soluções carboidratadas durante exercício em cicloergômetro a 70% da potência máxima, em humanos treinados e destreinados (placebo aquoso, bebida isotônica com 6% [massa/Volume - m/V] de sacarose mais 1% [m/V] de maltodextrina, bebida hipertônica composta de 15% [m/V] de maltodextrina e 3% [m/V] de frutose, e bebida hipertônica composta de 15% [m/V] de glicose), mostraram que apesar do menor EG devido a maior concentração de CHO (14,4 mL/min para o placebo; 14,1 mL.min⁻¹ para a bebida isotônica; 10,0 mL.min⁻¹ para a bebida hipertônica composta de maltodextrina e frutose; e 8,9 mL.min⁻¹ para a bebida hipertônica com glicose), a contribuição energética da bebida hipertônica composta de maltodextrina e frutose foi

maior ($0,5 \text{ Kcal.min}^{-1}$ para o placebo; $4,11 \text{ Kcal.min}^{-1}$ para a bebida isotônica; $6,95 \text{ Kcal.min}^{-1}$ para a bebida hipertônica composta de maltodextrina e frutose; e $4,63 \text{ Kcal.min}^{-1}$ para a bebida hipertônica glicosada). Além disto, não ocorreram diferenças significativas no EG entre os níveis de treinamento dos sujeitos, e quando se comparou o exercício com o repouso.

Apesar da diminuição do EG à medida que aumenta a osmolalidade das soluções, GISOLFI & COPPING (1974); SEIPLE, et al., (1983); LEIPER & MAUGHAN (1986), relataram que bebidas compostas de CHO e eletrólitos esvaziaram mais rapidamente do estômago que a água pura; e FORDTRAN & SALTIN (1967) e GISOLFI (1994), mostraram que soluções isotônicas salinas esvaziaram mais rapidamente que a água. NEUFER, et al., (1986); DAVIS, et al., (1990), relataram que bebidas compostas de CHO-eletrólitos concentradas a 2,5-10% (m/V) com açúcares simples ou complexos, não retardam o EG quando comparadas com a água pura, e não comprometem a reposição hídrica.

BROUNS, et al., (1995), determinaram o efeito do conteúdo de CHO ou da osmolalidade das bebidas esportivas sobre o EG. Doze soluções carboidratadas isotônicas foram ingeridas. Seis tiveram diferente conteúdo de CHO, variando de 45-90 g (variando a concentração entre 9-16% - m/V), mas com igual osmolalidade (330 mOsm.Kg^{-1}). As outras seis bebidas possuíam o mesmo conteúdo de CHO (60 g), mas diferentes osmolalidades em função do uso de maltodextrina com diferenças no comprimento da cadeia (variando de $243\text{-}374 \text{ mOsm.Kg}^{-1}$). Enquanto as bebidas com mesmo conteúdo de CHO e diferentes osmolalidades esvaziaram do estômago ao mesmo tempo, as soluções com mesma osmolalidade e diferente conteúdo de CHO esvaziaram em tempos distintos, de acordo com a maior concentração de CHO na bebida. Os autores concluíram: 1) que o EG das soluções contendo CHO é disparado pelo conteúdo energético de CHO das bebidas ou pela taxa de liberação de CHO para o intestino; e 2) que a osmolalidade de bebidas isotônicas não tem efeito sobre EG.

A temperatura de ingestão de uma bebida também parece afetar seu esvaziamento; uma refeição ou bebida resfriada tende a deixar o estômago mais rapidamente que uma aquecida. Neste sentido, COSTILL & SALTIN (1974), administraram 400 mL de uma solução de glicose em temperaturas variando entre $5\text{-}35^\circ \text{C}$ durante exercício. O volume esvaziado nos primeiros 15 min depois da ingestão foi aproximadamente o dobro em favor da bebida a 5°C que a solução a 35°

C. No entanto, estudos realizados em repouso mostraram que bebidas com temperaturas mais baixas que a temperatura corporal esvaziaram mais lentamente do estômago (SUN, et al., 1988) ou em níveis similares (MCARTHUR & FELDMAN, 1989) a bebidas a 37°C . Apesar das divergências quanto ao efeito da temperatura sobre o EG, os relatos mais importantes a respeito da ingestão de soluções carboidratadas seja para prevenir desidratação, seja para fornecer CHO, como as diretrizes do American College of Sports Medicine, aconselham ingerir soluções mais frias que a temperatura ambiente - entre $5\text{-}15^\circ \text{C}$ (CONVERTINO, et al., 1996).

Parece que os receptores específicos do duodeno sensitivos a osmolalidade, a densidade energética e a acidez das bebidas, bem como aos nutrientes específicos (por exemplo, gorduras, aminoácidos), quando estimulados, retardam o EG. Em consequência disto, as soluções de glicose livre (em concentrações acima de 2,5% m/V) tem sido mostradas como esvaziadas mais lentamente que a água em função da concentração (COSTILL & SALTIN, 1974; VIST & MAUGHAN, 1994). Existem evidências que a substituição da glicose livre por polímeros de glicose que resulta em menor osmolalidade para o mesmo conteúdo de CHO, pode ser efetiva no aumento do volume de líquido e quantidade de substrato liberada para o intestino (FOSTER, et al., 1980). No entanto, não foram encontradas diferenças no nível de esvaziamento entre soluções a 3% [m/V] (NÄVERI, et al., 1989), a 5% [m/V] (SOLE & NOAKES, 1989), e a 10-40% [m/V] (FOSTER, et al., 1980), com polímeros de glicose e glicose livre, embora SOLE & NOAKES (1989), tenham encontrado diferença com soluções a 15% (m/V) favorecendo o CHO complexo. Os resultados parecem variáveis, no entanto, não foram encontrados relatos de esvaziamento mais lento de soluções com polímeros de glicose em relação a glicose livre.

Finalmente, os relatos sobre os efeitos do exercício sobre o EG e a absorção intestinal (AI) permanecem inconclusivos. O exercício de intensidade moderada (corrida a 50-70% do $\text{VO}_2 \text{ max}$) parece aumentar (NEUFER, et al., 1986) ou não influenciar o EG (COSTILL, et al., 1973; REHRER, et al., 1989), sendo que no estudo clássico de COSTILL, et al., (1973), utilizando corrida em esteira rolante a 65-72% do $\text{VO}_2 \text{ max}$, os CHO ingeridos numa bebida concentrada a 10%, iniciaram a aparecer no soro depois de 5-7 min.

Com relação ao exercício em altos níveis de intensidade ($>70\%$ do $\text{VO}_2 \text{ max}$), pedalando (FORDTRAN & SALTIN, 1967; COSTILL & SALTIN, 1974; SOLE & NOAKES, 1989), correndo/

pedalando (NEUFER, et al., 1989) ou caminhando (QAMAR & READ, 1987) pode haver diminuição na taxa de EG. Entretanto, as mudanças provocadas pela alta intensidade nos poucos estudos realizados, demonstraram alterações sobre o EG de valor fisiológico pouco significativo (MOSES, 1990; REHRER, et al., 1994). PETERS, et al., (1995), sugeriram que os indivíduos que apresentaram redução no EG durante exercício de alta intensidade podem ser mais suscetíveis a sintomas gástro-intestinais como vômito, náusea, diarreia e sangramento intestinal, entre outros. Todavia, esta relação foi estudada apenas uma vez e em pequena escala.

De acordo com REHRER, (1994), algumas destas divergências nos resultados podem ter sido provocadas pelas diferentes técnicas de medida usadas para avaliar o nível de EG, espaço de tempo após a ingestão em que as medidas foram realizadas, e o volume e composição das bebidas ingeridas.

O grau de treinamento, ao contrário da intensidade do exercício, parece não interferir com o EG (REHRER, et al., 1994).

ABSORÇÃO INTESTINAL (AI)

O estômago é uma área do tubo gastrointestinal de pouca absorção em função da inexistência de membrana absorptiva típica com vilosidades. Somente algumas substâncias altamente lipossolúveis, como o álcool, e certos medicamentos, como a aspirina, podem ser absorvidas em pequenas quantidades. Consequentemente, o intestino deve proceder a absorção de água, eletrólitos e nutrientes. A maior parte da absorção (80%) se dá no intestino delgado (duodeno e jejuno [60%] e íleo [20%]), e uma pequena porção ocorre no colon. De acordo com GISOLFI, (1994), a capacidade do intestino em absorver fluidos é similar a taxa de EG.

a) absorção da água

A água é totalmente transportada através da membrana intestinal pelo processo de difusão, obedecendo as leis gerais da osmose. Por conseqüência, quando o quimo está diluído, a água é absorvida por osmose através da mucosa intestinal para o sangue das vilosidades. Por outro lado, a água também pode ser transportada na direção oposta, isto é, do plasma para o quimo. Este transporte é observado especialmente quando soluções hiperosmóticas são lançadas no duodeno pelo estômago com o objetivo de tornar o quimo isosmótico em relação ao plasma (MURRAY,

1987).

Quando nutrientes dissolvidos são absorvidos do lume intestinal para o sangue, a absorção tende a reduzir a pressão osmótica do quimo. Entretanto, a água difunde-se tão rapidamente através da membrana intestinal que ela acompanha quase instantaneamente as substâncias absorvidas para o sangue. Desta forma, à medida que íons e nutrientes são absorvidos, ocorre absorção de seu equivalente isosmótico de água (GUYTON, 1992).

Num recente relato de pesquisa SHI, et al., (1995), estudaram a AI da água a partir de soluções contendo um (glicose ou maltodextrina) ou dois (frutose e glicose ou sacarose) substratos carboidratados. Todas as bebidas contiveram baixa concentração de sódio (15-19 miliequivalentes - mEq) e potássio (3-4 mEq), e a osmolalidade das soluções variou entre 165-477 mOsm.Kg⁻¹. Concluíram que as soluções com múltiplos substratos produziram maior absorção de água que aquelas com somente um. Logo, quando o objetivo principal da suplementação é a reposição líquida ao invés da reposição de CHO, pode-se considerar este relato.

b) Absorção dos CHO

De acordo com BLAAK & SARIS, (1995), praticamente todos os CHO são absorvidos na forma de monossacarídeos (principalmente glicose), sendo apenas uma pequena fração absorvida como dissacarídeo. Além disto, a difusão passiva resulta em insignificante AI de CHO. O transporte da maioria dos monossacarídeos ocorre contra gradientes de concentração, e portanto, requer uma fonte ativa de energia.

A AI da glicose é fundamentalmente um processo ativo que está acoplado ao transporte ativo do sódio (GUYTON, 1992). A energia necessária para o transporte do monossacarídeo é proporcionada pelo sistema de transporte do sódio.

Existe uma proteína para o transporte da glicose na borda da célula epitelial. Todavia, este carreador não efetua o transporte da molécula de glicose na ausência do transporte do sódio. Neste sentido, GUYTON, (1992) relata que esta proteína carreadora possui sítios receptores tanto para a glicose quanto para o íon sódio, e que não irá transportar qualquer deles para o interior da célula epitelial até que ambos os receptores estejam simultaneamente ocupados. A energia necessária para provocar o movimento do íon sódio e da molécula de glicose do exterior para o interior da membrana, provém da diferença na concentração de sódio entre os lados externo e interno. O sódio e a glicose são acoplados de tal maneira que devem des-

locar-se juntos, isto é, à medida que o sódio se difunde para o interior da célula, ele arrasta a glicose.

Este transporte da glicose com o sódio, somente desloca a glicose para o interior da célula. Todavia, ele aumenta a concentração intracelular de glicose a um nível superior à faixa normal; a seguir, a glicose difunde-se por difusão facilitada através da membrana basolateral da célula epitelial para o sangue (MURRAY, 1987).

Segundo REHRER, et al., (1994) e GISOLFI, (1994), a presença de solução diluída de glicose, sacarose, maltodextrina ou amido absorvida no intestino através do transporte acoplado e ativo de glicose e sódio também resulta em maior AI de água.

GISOLFI, et al., (1990), encontram maior absorção livre de água (absorção menos secreção) a partir de soluções contendo até 7% de CHO e sódio, as quais foram iso- ou hipotônicas (até 300 mOsm.Kg⁻¹) quando comparadas com água pura. Relataram igualmente, que a água pura induz a uma secreção significativa de eletrólitos para o lúme gastrointestinal.

A ingestão de uma solução hipertônica acarretará o aumento da osmolalidade do conteúdo luminal. Este aumento resultará em significativa secreção de água para o interior do lúme intestinal. Particularmente, quando soluções mais concentradas (> 10% - m/V) são consumidas, deve-se optar pelos polímeros de glicose como o CHO da solução, em função de apresentar menor osmolalidade quando comparado com os mono e dissacarídeos (REHRER, et al., 1994).

Além da osmolalidade da solução, o conteúdo e o tipo de CHO influenciarão na AI da água. Neste sentido, a introdução de uma solução contendo 4,5% (m/V) de glicose (301 mOsm.Kg⁻¹) resultou em maior AI de água do que a introdução de água pura. Igualmente, uma solução composta de eletrólitos/CHO a 7% (m/V) (sacarose principalmente), resultou em maior AI de água quando comparada com a água pura. Todavia, uma solução hipertônica de glicose a 17% [m/V] (1.223 mOsm.Kg⁻¹) resultou em significativa secreção de água para o interior do lúme intestinal. Em contraste, uma solução de maltodextrina a 17% (m/V), que apresentou osmolalidade similar a solução de glicose a 4,5% [m/V] (313 mOsm.Kg⁻¹), resultou em AI significativa de água, mas a taxa de absorção foi menor que aquela da solução a 4,5% (m/V). As soluções carboidratadas mais concentradas induziram maior absorção de CHO com reduzida absorção de água, enquanto as soluções menos concentradas proporcionaram maior AI de água e menor disponibilidade de CHO (REHRER, et al., 1994).

Pode-se concluir, que quando o objetivo principal é a reposição de líquido, deve-se utilizar baixas concentrações de CHO (< 7% [m/V]). Ao contrário, quando se objetiva repor CHO às custas de menor AI de água, deve-se utilizar soluções isotônicas com concentrações mais elevadas, entre 7-20% [m/V] (BROUNS, 1995).

De acordo com BLAAK & SARIS, (1995), a frutose é absorvida mais lentamente do que a glicose, porém mais eficientemente que alguns açúcares passivamente transportados (sorbitol e xilitol, por exemplo), ou seja, mais por difusão facilitada do que por transporte ativo. Além disto, segundo GUYTON, (1992), a frutose é parcialmente convertida em glicose no interior da célula epitelial, antes de penetrar na circulação porta.

Como o sódio é essencial para a absorção da glicose, seria de esperar que a ingestão deste eletrólito pudesse facilitar sua AI. Porém, recentes relatos de pesquisa indicam que a presença de sódio (0-50 mmol.L⁻¹) na bebida, independentemente da quantidade de CHO presente na solução (HARGREAVES, et al., 1994; GISOLFI, et al., 1995), ou naquelas soluções que contenham pelo menos 10% (m/V) de CHO (MASSICOTTE, et al., 1996), não tem efeito sobre a AI da glicose.

TIPO DE CHO (SIMPLES X COMPLEXO)

Existem evidências indicando que a glicose, a sacarose e a maltodextrina são igualmente efetivas em manter a concentração da glicose sanguínea, oxidar CHO e aumentar a performance (OWEN, et al., 1986; MASSICOTTE, et al., 1989; MURRAY, et al., 1989; LEESE, et al., 1996). A maltodextrina tornou-se popular em função de não ter gosto exageradamente doce, mas o seu nível de esvaziamento gástrico não parece ser significativamente diferente dos CHO simples (NEUFER, et al., 1986; OWEN, et al., 1986), apesar de ter sido relatado que uma solução de maltodextrina a 5% pode inicialmente esvaziar mais rapidamente do estômago que uma solução similar de glicose (FOSTER, et al., 1980). A osmolalidade da maltodextrina é, entretanto, menor (somente a quinta parte) que a da glicose (FOSTER, et al., 1980; OWEN, et al., 1986), de modo que sua ingestão resulta em menor volume e reduzida secreção gástrica.

A frutose não tem sido usada no preparo de bebidas esportivas durante exercício prolongado por não aumentar a performance, por ensejar menores concentrações de glicose sanguínea e, provocar desconforto

gástro-intestinal após a ingestão de grandes quantidades (MURRAY, et al., 1989).

FORMA DO CHO (LÍQUIDO X SÓLIDO)

De acordo com COYLE, (1992), os suplementos líquidos devem ser preferidos pois são mais facilmente digeridos que os sólidos, além de favorecer a reposição hídrica e atenuar os efeitos da desidratação. Segundo REHRER et al., (1994), o tamanho das partículas é um fator que influencia o EG. Partículas maiores de 2 milímetros normalmente não deixam o estômago durante o processo de digestão. Por esta razão, líquidos ou refeições homogêneas esvaziam mais rapidamente que refeições sólidas.

No entanto, poucos relatos de pesquisa consideraram a utilização de CHO sólido antes e/ou durante exercício como forma de suplementação tendo em vista aumentar a performance:

- THOMAS, et al., (1991) e GUEZENNEC, (1995), mostraram que a ingestão de CHO complexo, sólido ou semi-sólido, de baixo EG 30-60 min antes de exercício contínuo em cicloergômetro não provoca repentinos aumentos nos níveis de glicose e insulina. Conseqüentemente, não ocorre hipoglicemia e a ingestão proporciona aumento de performance e menor utilização do glicogênio muscular;

- HARGREAVES, et al., (1984) e FIELDING, et al., (1985), compararam os efeitos da ingestão de água e CHO na forma sólida versus bebidas placebo artificialmente adoçadas. Ambos mostraram que a mistura sólido-líquido foi efetiva em aumentar a performance de exercício intermitente em cicloergômetro.

Por outro lado, apenas um estudo utilizou CHO sólido sem a ingestão de água versus suplemento carboidratado líquido a 5% (m/V) durante exercício (MASON, et al., 1993) e concluiu que os suplementos de CHO com diferentes formatos mas com conteúdo de CHO idênticos, produzem similares respostas da insulina e glicose sanguíneas durante o exercício. Estes resultados são refutados, no entanto, por JARVIS, et al., (1992), quando relataram que a suplementação com alimento sólido 30 min antes do exercício diminuiu significativamente a assimilação e a utilização da glicose exógena em relação a suplementação com solução de glicose.

Apesar dos resultados similares, tendo em vista o duplo objetivo da suplementação - reposição hídrica e de CHO, parece que as vantagens fisiológicas de tal suplementação ocorrem mais depressa através da ingestão de soluções carboidratadas (COYLE, 1992).

CONCLUSÃO

Para efetivamente manter a homeostase fisiológica durante exercício físico, particularmente quando é realizado sob temperaturas elevadas, líquidos devem ser consumidos, rapidamente esvaziados do estômago e absorvidos pelo intestino delgado de forma a prevenir desidratação significativa e diminuir o risco de hipertermia.

Finalmente, as bebidas devem fornecer suficientes quantidades de CHO para não apenas aumentar a captação de líquido no intestino, mas igualmente manter os estoques endógenos de CHO e proporcionar aumento no desempenho físico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLAAK, E.E. & SARIS, W.H.M. Health aspects of various digestible carbohydrates. **Nutrition Research**, v.15, n.10, p.1547-1573, 1995.
- BROUNS, F. Sport, caldo, sudore, disidratazione, reidratazione: una spiegazione di carattere pratico. **SdS/Rivista di Cultura Sportiva**, ano XIV, n.32, p.32-37, 1995.
- BROUNS, F.; SENDEN, J.; BECKERS, E.J. & SARIS, W.H.M. Osmolarity does not affect the gastric emptying rate of oral rehydration solutions. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v.19, n.5, p.403-406, 1995.
- CONVERTINO, V.A.; ARMSTRONG, L.E.; COYLE, E.F.; MACK, G.W.; SAWKA, M.N.; SENAY, L.C. & SHERMAN, M. American College of Sports Medicine - Position Stand: exercise and fluid replacement. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.28, n. 1, p.i-vii, 1996.
- COSTILL, D.L.; BENNETT, A.; BRANAM, G. & EDDY, D. Glucose ingestion at rest and during prolonged exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.34, n.6, p.764-769, 1973.
- COSTILL, D.L. & SALTIN, B. Factors limiting gastric emptying during rest and exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.37, n.5, p.679-683, 1974.
- COSTILL, D.L. & MILLER, J.M. Nutrition for endurance sport: carbohydrate and fluid balance. **International Journal of Sports Medicine**, v.1, p.2-14, 1980.
- COSTILL, D.L. **Inside running: basics of sports physiology**. Indianapolis, Benchmark, 1986.
- COYLE, E.F.; COSTILL, D.L.; FINK, W.J. & HOOPES, D.G. Gastric emptying for selected athletic drinks. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.49, n.2, p.119-124, 1978.
- COYLE, E.F.; COGGAN, A.R.; HEMMERT, M.K. & IVY, J.L. Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. **Journal of Applied Physiology**, v.61, n.1, p.165-172, 1986.
- COYLE, E.F. Timing and method of increased carbohydrate intake to cope with heavy training, competition and recovery. In: WILLIAMS, C. & DEVLIN, J.T. **Food, nutrition and sports performance**. London, E & FN SPON, p.35-64, 1992.
- DAVIS, J.M.; BURGESS, W.A.; SLENTZ, C.A. & BARTOLI, W.P. Fluid availability of sports drinks differing in carbohydrate type and concentration. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.51, p.1054-1057, 1990.
- FIELDING, R.A.; COSTILL, D.L.; FINK, W.J.; KING, D.S.; HARGREAVES, M. & KOVALESKI, J.E. Effect of carbohydrate feeding frequencies and dosage on muscle glycogen use during exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.17, n.4, p.472-476, 1985.
- FORDTRAN, J.S. & SALTIN, B. Gastric emptying and intestinal absorption during prolonged severe exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.23, n.3, p.331-335, 1967.
- FOSTER, C.; COSTILL, D.L. & FINK, W.J. Gastric emptying characteristics of glucose and glucose polymers. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.51, p.299-305, 1980.
- GISOLFI, C.V. & COPPING, J.R. Thermal effects of prolonged treadmill exercise in the heat. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.6, p.108-113, 1974.
- GISOLFI, C.V.; SUMMERS, R.V.; SCHEDL, H.P.; BLEILER, T.L. & OPPLIGER, R.A. Human intestinal absorption: direct vs. indirect measurements. **Journal of Applied Physiology**, v.258, p.G216-G222, 1990.
- GISOLFI, C.V. & DUCHMAN, S.M. Guidelines for optimal replacement beverages for different athletic events. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.24, n.6, p.679-687, 1992.
- GISOLFI, C.V. Ejercicio, absorción intestinal y rehidratación. **Archivos de Medicina del Deporte**, v.10, n.42, p.195-200, 1994.
- GISOLFI, C.V.; SUMMERS, R.D.; SCHEDL, H.P. & BLEILER, T.L. Effect of sodium concentration in a carbohydrate-electrolyte solution on intestinal absorption. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.27, n.10, p.1414-1420, 1995.
- GUEZENNEC, C.-Y. Oxidation rates, complex carbohydrates and exercise: practical recommendations. **Sports Medicine**, v.19, n.6, p.365-372, 1995.
- GUYTON, A.C. **Tratado de fisiologia médica**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1992.
- HAMILTON, M.T.; GONZALEZ-ALONSO, J.; MONTAIN, S.J. & COYLE, E.F. Fluid replacement and glucose infusion during exercise prevents cardiovascular drift. **Journal of Applied Physiology**, v.71, n.3, p.871-877, 1991.
- HARGREAVES, M.; COSTILL, D.L.; COGGAN, A.; FINK, W.J. & NISHIBATA, I. Effect of carbohydrate feedings on muscle glycogen utilization and exercise performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.16, n.3, p.219-222, 1984.

- HARGREAVES, M.; COSTILL, D.L.; BURKE, L.; McCONNELL, G. & FEBBRAIO, M. Influence of sodium on glucose bioavailability during exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.26, n.3, p.365-368, 1994.
- HUNT, J.N.; SMITH, J.L. & JIANG, C.L. Effect of meal volume and energy density on the gastric emptying of carbohydrates. **Gastroenterology**, v.89, n.6, p.1326-1330, 1985.
- JARVIS, J.K.; PEARSALL, D.; OLINER, C.M. & SCHOELLER, D.A. The effect of food matrix on carbohydrate utilization during moderate exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.24, n.3, p.320-326, 1992.
- KUIPERS, H.; KEIZER, H.A.; BROUNS, F. & SARIS, W.H.M. Carbohydrate feeding and glycogen synthesis during exercise in man. **European Journal of Physiology and Occupational Physiology**, v.410, p.652-656, 1987.
- LEESE, G.P.; THOMPSON, J.; SCRIMGEOUR, C.M. & RENNIE, M.J. Exercise and the oxidation and storage of glucose, maize-syrup solids and sucrose determined from breath $^{13}\text{CO}_2$. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.72, p.349-356, 1996.
- LEIPER, J.B. & MAUGHAN, R.J. Absorption of water and electrolytes from hypotonic, isotonic and hypertonic solutions. **Journal of Physiology**, v.373, p.90, 1986.
- MASSICOTTE, D.; PÉRONNET, F.; BRISSON, G.; BAKKOUCH, K. & HILLAIRE-MARCEL, C. Oxidation of a glucose polymer during exercise: comparison of glucose and fructose. **Journal of Applied Physiology**, v.66, n.1, p.179-183, 1989.
- MASSICOTTE, D.; PÉRONNET, F.; TREMBLAY, C.; BRONSARD, É. & HILLAIRE-MARCEL, C. Lack of effect of NaCl and/or metoclopramide on exogenous (^{13}C)-glucose oxidation during exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v.17, n.3, p.165-169, 1996.
- MASON, W.L.; McCONNELL, G. & HARGREAVES, M. Carbohydrate ingestion during exercise: liquid vs solid feedings. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.25, n.8, p.966-969, 1993.
- McARTHUR, K.E. & FELDMAN, M. Gastric acid secretion, gastrin release, and gastric temperature as affected by liquid meal temperature. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.49, p.51-54, 1989.
- MITCHELL, J.B. & VOSS, K.W. The influence of volume on gastric emptying and fluid balance during prolonged exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.23, n.3, p.314-319, 1991.
- MOSES, F.M. The effects of exercise on the gastrointestinal tract. **Sports Medicine**, 9, n.3, p.159-172, 1990.
- MURRAY, R. The effects of consuming carbohydrate-electrolyte beverages on gastric emptying and fluid absorption during and following exercise. **Sports Medicine**, v.4, p.322-351, 1987.
- MURRAY, R.; PAUL, G.L.; SEIFERT, J.G.; EDDY, D.E. & HALABY, G.A. The effects of glucose, fructose, and sucrose ingestion during exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.21, n.6, p.275-282, 1989.
- NÄVERI, H.; TIKKANEN, H.; KAIRENTO, A.-L. & HÄRKÖNEN, M. Gastric emptying and serum insulin levels after intake of glucose-polymer solutions. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.58, p.661-665, 1989.
- NEUFER, P.D.; COSTILL, D.L.; FINK, W.J.; KIRWAN, J.P.; FIELDING, R.A. & FLYNN, M.G. Effects of exercise and carbohydrate composition on gastric emptying. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.18, p.658-662, 1986.
- NEUFER, P.D.; YOUNG, A.J. & SAWKA, M.N. Gastric emptying during walking and running: effects of varied exercise intensity. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.58, p.440-445, 1989.
- NIELSEN, B.; SJOGUARD, G.; UGELVIG, J.; KNUDSEN, B. & DOHLMANN, B. Fluid balance in exercise dehydration and rehydration with different glucose-electrolyte drinks. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.55, p.318-323, 1986.
- NOAKES, T.D.; REHRER, N.J. & MAUGHAN, R.J. The importance of volume in regulating gastric emptying. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.23, n.3, p.307-313, 1991.
- OWEN, M.D.; KREGEL, K.C.; WALL, P.T. & GISOLFI, C.V. Effects of ingesting carbohydrate beverages during exercise in the heat. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.18, n.5, p.586-575, 1986.
- PETERS, H.P.F.; AKKERMANS, L.M.A.; BOL, E. & MOSTERD, W.L. Gastrointestinal symptoms during exercise: the effect of fluid supplementation. **Sports Medicine**, v.20, n.2, p.65-76, 1995.
- PIVARNIK, J.M.; GOETTING, M.P. & SENAY, L.C. The effects of body position and exercise on plasma volume dynamics. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.55, p.450-456, 1986.
- QAMAR, M.I. & READ, A.E. Effects of exercise on mesenteric blood flow in man. **Gut**, v.28, p.583-587, 1987.
- REHRER, N.J.; BECKERS, E.; BROUNS, F.; TEN HOOR, F. & SARIS, W.H.M. Exercise and training effects on gastric emptying of carbohydrate beverages. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.21, n.5, p.540-549, 1989.

- REHRER, N.J. The maintenance of fluid balance during exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v.15, n.3, p.122-125, 1994.
- REHRER, N.J.; BROUNS, F.; BECKERS, E.J. & SARIS, W.H.M. The influence of beverage composition and gastrointestinal function on fluid and nutrient availability during exercise. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v.4, p.159-172, 1994.
- SEIPLE, R.S.; VIVIAN, V.M.; FOX, E.L. & BARTLES, R.L. Gastric-emptying characteristics of two glucose polymer-electrolyte solutions. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.15, n.5, p.366-369, 1983.
- SHI, X.; SUMMERS, R.W.; SCHEDL, H.P.; FLANAGAN, S.W.; CHANG, R. & GISOLFI, C.V. Effects of carbohydrate type and concentration and solution osmolarity on water absorption. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.27, n.12, p.1607-1615, 1995.
- SOLE, C.C. & NOAKES, T.D. Faster gastric emptying for glucose-polymer and fructose solutions than for glucose in humans. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.58, p.605-612, 1989.
- SUN, W.M.; HOUGHTON, L.A.; READ, N.W.; GRUNDY, D.G. & JOHNSON, A.G. Effect of meal temperature on gastric emptying of liquids in man. **Gut**, v.29, p.302-305, 1988.
- THOMAS, D.E.; BROTHERHOOD, J.R. & BRAND, J.C. Carbohydrate feeding before exercise: effect of glycemic index. **International Journal of Sports Medicine**, v.12, n.2, p.180-186, 1991.
- VIST, G.E. & MAUGHAN, R.J. Gastric emptying of ingested solutions in man: effect of beverage glucose concentration. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.26, n.10, p.1269-1273, 1994.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Airton José Rombaldi
Rua Gonçalves Chaves, 1020 - Centro
96.015-560 Pelotas, RS
Renan M. F. Sampedro
Av. Itaimbé, 221/403 - Centro
97.050-331 Santa Maria, RS