

Exercício e reposição líquida

RESUMO

É Posicionamento Oficial do Colégio Americano de Medicina do Esporte que uma reposição líquida adequada auxilia a manter a hidratação e portanto promove a saúde, a segurança e um desempenho físico ideal de indivíduos que praticam atividade física regular. Este documento se baseia em uma revisão ampla e em uma interpretação da literatura científica sobre a influência da reposição líquida sobre o desempenho físico e sobre o risco de complicações térmicas associadas com desidratação e hipertermia. Com base nas evidências disponíveis, o Colégio Americano de Medicina do Esporte faz as seguintes recomendações sobre a quantidade e a composição dos líquidos que devem ser ingeridos antes, durante e após um exercício ou competição:

1) Recomenda-se que indivíduos consumam uma dieta nutricionalmente balanceada e bebam líquidos de forma adequada durante o período de 24 horas antes de um evento, principalmente durante o período que inclui a refeição antes do exercício, de modo a promover uma hidratação adequada antes de um exercício ou competição.

2) Recomenda-se que os indivíduos ingiram em torno de 500ml de líquidos nas duas horas que antecedem um exercício, para promover uma hidratação adequada e haver tempo suficiente para excreção da água ingerida em excesso.

3) *Durante* o exercício, os atletas devem começar a beber logo e em intervalos regulares, com o objetivo de consumir líquidos em uma taxa suficiente para repor toda a água perdida através do suor (isto é, perda de peso corporal), ou consumir a maior quantidade tolerada.

4) Recomenda-se que os líquidos sejam ingeridos em uma temperatura menor do que a ambiente (entre 15° e 22°C) e com sabor atraente. Os líquidos devem estar prontamente disponíveis e ser servidos em recipientes que permitam a ingestão de volumes adequados com facilidade e interrupção mínima do exercício.

5) Recomenda-se a adição de quantidades adequadas de carboidratos e/ou eletrólitos para eventos com duração maior do que uma hora, já que não prejudica a distribuição de água pelo organismo e melhora o desempenho. Durante exercícios com duração menor que uma hora, há pouca evidência de que haja diferenças fisiológicas em termos de desempenho se se consumir um líquido com carboidratos e eletrólitos ou água pura.

6) Durante um exercício intenso que dure mais que uma hora, recomenda-se a ingestão de carboidratos em uma taxa de 30 a 60 gramas por hora para manter a oxidação de carboidratos e retardar a fadiga. Esta taxa de ingestão de carboidratos pode ser efetuada sem comprometer a distribuição de líquidos, através da ingestão de 600 a 1.200 mililitros de soluções que contenham 4 a 8 gramas por decilitro de carboidratos. Os carboidratos podem ser na forma de açúcares (glicose ou sacarose) ou amilo (p.ex., maltodextrina).

7) Recomenda-se a adição de sódio (0,5 a 0,7 gramas por litro de água) na solução de reidratação se o exercício dura mais que uma hora. Isto pode ser vantajoso por melhorar o gosto, promovendo a retenção de líquidos e possivelmente revertendo a hiponatremia em alguns indivíduos que ingerem quantidades excessivas de líquidos. Há pouca base fisiológica para a presença de sódio em uma solução de reidratação oral no sentido de aumentar a absorção intestinal de água, já que há sódio suficiente disponível da refeição anterior.

INTRODUÇÃO

Distúrbios do equilíbrio hidroeletrólítico podem afetar de modo adverso a função celular e sistêmica, reduzindo a capacidade humana de tolerar um exercício prolongado. A perda de água pelo suor induzido por um exercício pode levar a uma desidratação dos compartimentos intracelular e extracelular. Mesmo uma leve desidratação (um por cento da massa corporal) pode aumentar o esforço cardiovascular, o que pode ser visto através de um aumento desproporcional da frequência cardíaca durante o exercício, além de limitar a capacidade corporal de transferir calor dos músculos em contração para a superfície da pele, onde pode ser dissipado para o ambiente. Portanto, um déficit hídrico pode reduzir o desempenho e aumentar a possibilidade de ocorrer uma complicação térmica.

Traduzido, com permissão por escrito, do original: American College of Sports Medicine. Position Stand on Exercise and fluid replacement. Med Sci Sports Exerc 1996;28(1):i-vii.

O objetivo específico deste documento é o de proporcionar orientações adequadas para uma reposição líquida que ajude a evitar ou minimizar os efeitos debilitantes de déficits hidroeletrolíticos sobre as funções fisiológicas e o desempenho físico. Estas orientações também consubstanciam um argumento para a inclusão de carboidratos e eletrólitos nos preparados de reposição hídrica.

HIDRATAÇÃO ANTES DO EXERCÍCIO

A reposição líquida após um exercício representa uma hidratação antes da próxima sessão de exercícios. Qualquer déficit hídrico pode potencialmente comprometer a termorregulação durante a próxima sessão de exercícios se não se proceder a uma reposição líquida adequada. A perda corporal de água pelo suor ocorre em função da carga térmica total, que está relacionada com os efeitos combinados da intensidade do exercício e das condições ambientais (temperatura, umidade e velocidade do vento)^{1,2}. Em seres humanos, o suor pode exceder 30 gramas por minuto (1,8 quilogramas por hora)^{3,4}. A perda de água com o suor afeta todos os compartimentos do organismo, incluindo o vascular (hipovolemia)⁵, causando assim um aumento da concentração de eletrólitos nos fluidos corporais (hipertonicidade)⁶. Indivíduos que iniciam um exercício estando hipohidratados com hipovolemia e hipertonicidade possuem uma menor capacidade de dissipar o calor corporal durante o exercício⁶⁻¹⁰. Estes demonstram um aumento mais rápido da temperatura corporal e um maior esforço cardiovascular^{8,11-13}. O desempenho de atividades de curta duração e alta potência ou de atividades prolongadas de intensidade moderada pode ser prejudicado quando indivíduos iniciam um exercício com um prévio déficit de líquidos corporais^{13,14}, um efeito que se torna mais nítido quando a atividade é realizada sob uma alta temperatura¹⁵.

Durante o exercício, os seres humanos tipicamente ingerem volumes insuficientes de líquidos para fazer frente às perdas ocorridas pela sudorese. Alguns autores se referiram a esta observação como “desidratação voluntária”^{16,17}. Após um déficit líquido causado pelo exercício, os indivíduos ingerem mais líquidos e retêm um maior percentual do líquido ingerido quando os déficits eletrolíticos são também repostos¹⁸. De fato, uma reposição completa de um déficit líquido não pode ocorrer sem a reposição eletrolítica (principalmente sódio) na alimentação ou em bebidas^{19,20}. Perde-se eletrólitos com o suor durante o exercício, principalmente o cloreto de sódio e em um menor grau o potássio. A concentração de Na⁺ no suor fica em média na faixa de 50 milimoles por litro, mas pode variar amplamente (entre 20 e 100 milimoles por litro) dependendo do estado de aclimação ao calor, da dieta e da hidratação²¹. Apesar de se conhecer a concentração típica de eletrólitos do suor, é difícil determinar a quantidade da perda total de eletrólitos pelo calor e pelo exercício porque a quantidade e a composição do suor variam com a intensidade do

exercício e as condições ambientais. A taxa normal diária de ingestão de cloreto de sódio (NaCl) entre os norte-americanos é de 4,6 a 12,8 gramas (80 a 220 milimoles), sendo de 2 a 4 gramas (50 a 100 milimoles) para o potássio (K⁺)²². Perdas de eletrólitos com exercícios que fiquem dentro dos valores normais de ingestão diária são facilmente repostas dentro de 24h após o exercício e se espera uma reidratação completa, desde que uma quantidade adequada seja disponibilizada. Nas refeições, são proporcionadas quantidades adequadas de eletrólitos, de modo que a composição das bebidas se torna sem importância. Entretanto, é importante que haja a disponibilidade de líquidos nas refeições, já que a maioria dos indivíduos se reidrata principalmente durante e após as refeições. Na ausência de refeições, consegue-se uma reidratação mais completa através de líquidos contendo sódio do que com água pura^{18,23,24}.

Para evitar ou retardar os efeitos deletérios da desidratação durante um exercício, parece haver benefício em ingerir líquidos antes da competição. Por exemplo, a ingestão de água 60 minutos antes de um exercício melhorará a termorregulação e reduzirá a frequência cardíaca durante o exercício^{11,25}. Contudo, o volume de urina aumentará até quatro vezes em relação ao volume sem ingestão de líquidos pré-exercício. Na prática, a ingestão de 400 a 600ml de água duas horas antes do exercício dá tempo suficiente aos rins de regular o volume líquido corporal total e a osmolalidade em níveis ideais pré-exercício, ajudando a retardar ou evitar os efeitos deletérios da desidratação durante o exercício.

REPOSIÇÃO LÍQUIDA DURANTE O EXERCÍCIO

Sem uma reposição líquida adequada durante um exercício prolongado, a temperatura retal e a frequência cardíaca serão maiores, em comparação com um indivíduo bem hidratado²⁶⁻²⁹. O efeito mais grave da desidratação pela má reposição líquida durante o exercício é a redução da capacidade de dissipar o calor, o que pode elevar a temperatura corporal a níveis perigosamente altos (isto é, acima de 40°C). A desidratação induzida pelo exercício causa hipertonicidade dos fluidos corporais e prejudica o fluxo sanguíneo cutâneo^{7,29-31}, além de estar associada a uma redução da sudorese^{6,7}, desta forma limitando a perda de calor por evaporação, que é responsável por mais de 80% da perda de calor em um ambiente quente e seco. A desidratação (isto é, perda de 3% do peso corporal) pode também produzir uma redução importante do débito cardíaco durante o exercício, já que uma redução do volume sistólico pode ser maior do que o aumento da frequência cardíaca^{30,32}. Já que ocorre uma menor dissipação do calor corporal como resultado de um desequilíbrio hidroeletrolítico pela reposição inadequada de líquidos durante o exercício, a desidratação induzida pelo exercício possui um potencial para o desenvolvimento de distúrbios relacionados ao calor³³, entre os quais podemos incluir uma intermação potencialmente fa-

tal^{34,35}. É portanto razoável assumir que a reposição líquida que neutralize a desidratação e a excessiva elevação da temperatura corporal durante o exercício pode ser importante na redução do risco de distúrbios térmicos³⁶.

Para minimizar o potencial para distúrbios térmicos, recomenda-se que as perdas de água pela sudorese sejam repostas durante o exercício em uma taxa semelhante à que ocorrem^{27, 37-39}. Uma ingestão líquida inadequada pode levar a uma exaustão prematura. Durante o exercício, os seres humanos tipicamente não ingerem tanta água quanto perdem e, na melhor das hipóteses, a ingestão voluntária repõe por volta de dois terços da água perdida pelo suor⁴⁰. É comum que os indivíduos desidratem de dois a seis por cento do seu peso corporal durante um exercício em ambiente quente, apesar da disponibilidade de quantidades adequadas de líquidos^{16,38,39,41}. Em muitas competições, o volume e a frequência do consumo de líquidos pode ser limitado pelas próprias regras (p.ex., número de intervalos) ou pela disponibilidade (p.ex., espaçamento das estações de apoio durante o percurso de uma corrida). Enquanto que grandes volumes de líquidos ingeridos (acima de um litro por hora) são tolerados por indivíduos que se exercitam em condições laboratoriais, observações práticas mostram que a maioria dos indivíduos ingere muito pouco líquido durante as competições. Por exemplo, é comum que corredores de elite ingiram menos de 200ml de líquidos durante corridas de distância com duração superior a duas horas em ambientes frios^{26,38}. Em geral as taxas de reidratação ficam abaixo de 500ml por hora^{38,42} e a maioria dos atletas se permite perdas de 2 a 3kg de água em esportes como a corrida, o ciclismo e o triatlo. Fica claro que a sede, um péssimo índice da magnitude do déficit líquido, não pode ser utilizada para controlar uma reposição completa de água perdida pela sudorese. Assim, os indivíduos que participam de provas envolvendo um exercício intenso de duração prolongada devem desenvolver estratégias como a de monitorizar a perda de peso corporal e ingerir volumes de líquidos durante o exercício em uma taxa semelhante à da perda pelo suor, para assegurar uma reposição completa. Isto pode ser conseguido pela ingestão de bebidas numa quantidade de meio litro para uma redução de cada meio quilo de peso. Se por um lado há relato de desconforto gastrointestinal por indivíduos que tentaram ingerir líquidos em quantidades semelhantes às das perdas (principalmente se acima de um litro por hora)^{26,38,43-45}, por outro lado esta resposta parece ser individual e não há associação clara entre o volume de líquido ingerido e esses sintomas. Além disso, a não hidratação adequada durante o exercício pode contribuir para os sintomas gastrointestinais^{46,47}. Logo, os indivíduos devem ser estimulados a consumir a máxima quantidade de líquidos durante o exercício que possa ser tolerada sem desconforto gastrointestinal, tentando atingir uma taxa semelhante à das perdas pela sudorese.

Uma forma de tentar reduzir a defasagem entre a quantidade de água perdida pelo suor e o volume ingerido é melhorar

a palatabilidade do líquido ingerido. Este fator é influenciado por vários fatores, incluindo a temperatura e o sabor^{40,48}. Enquanto que a maioria dos indivíduos prefere água gelada, a temperatura preferida sofre influências culturais e de hábitos. A temperatura mais agradável da água durante o período de recuperação de um exercício foi de 5°C⁴⁹; no entanto, quando se ingeriu grandes quantidades de água, preferiu-se uma temperatura entre 15° e 21°C^{40,50}. Estudos também demonstraram que a ingestão voluntária de água é maior se ao líquido tiver sido adicionado algum sabor^{40,48} ou se for adoçado⁵¹. É portanto razoável esperar que o efeito de adição de sabor e da temperatura da água deve aumentar o consumo de líquidos durante o exercício, embora haja ainda poucas evidências que apoiem esta hipótese. De uma forma geral, bebidas de reposição hídrica que sejam adoçadas (artificialmente ou com açúcares), tenham sabor e sejam refrigeradas a uma temperatura entre 15° e 21°C, tendem a estimular a ingestão^{40,48-50}.

O tempo que o equilíbrio hidroeletrólítico levará para ser restabelecido também é determinado pela velocidade na qual o líquido ingerido sairá do estômago e será absorvido pelo intestino para o sangue. A velocidade na qual o líquido deixa o estômago depende de uma complexa interação de vários fatores, como o volume, a temperatura e a composição do líquido ingerido, além da intensidade do exercício. O fator mais importante que influencia o esvaziamento gástrico é o volume de líquido no seu interior^{42,44,52}. Contudo, a velocidade de esvaziamento gástrico se reduz proporcionalmente quanto mais se aumenta a concentração de glicose acima de 8%^{53,54}. Quando o volume de líquido no estômago é mantido em 600ml ou mais, a maioria dos indivíduos será capaz de esvaziar mais de 1.000ml por hora quando o líquido contiver de 4 a 8% de concentração de carboidratos^{27,42}. Portanto, para promover um esvaziamento gástrico mais rápido, principalmente se o líquido contiver entre 4 e 8% de carboidratos, é vantajoso manter o maior volume de líquido no estômago que possa ser tolerado durante o exercício (p.ex., 400 a 600ml). Exercícios de intensidade leve a moderada parecem ter pouco ou nenhum efeito sobre o esvaziamento gástrico, enquanto que intensidades superiores a 80% da capacidade funcional podem lentificar o esvaziamento gástrico^{53,55}. Estudos laboratoriais e de campo sugerem que durante um exercício prolongado é possível realizar um consumo freqüente (a cada 15 a 20 minutos) de volumes médios (150ml) a grandes (350ml). Apesar da vantagem aparente de um maior volume líquido no estômago para promover o esvaziamento gástrico, deve haver alguma cautela em manter um grande volume líquido no estômago. Os indivíduos diferem em termos de taxa de esvaziamento gástrico e também em tolerância a volumes de líquidos no estômago e não foi determinado se a capacidade de tolerar maiores volumes gástricos pode ser melhorada pelo fato de beber durante sessões de treinamento. Também não está claro se as queixas de sintomas gastrointestinais de atletas durante competições são causadas pela falta de hábito de se exercitar com o estô-

mago cheio ou pela demora no esvaziamento gástrico⁴⁵. Recomenda-se portanto que os indivíduos conheçam os seus limites de tolerância em termos de manter um maior volume de líquidos no estômago para diversas intensidades e durações de exercícios.

À medida em que o líquido ingerido progride em direção ao intestino, a água vai do intestino para o sangue. A capacidade intestinal de absorção é geralmente adequada para fazer frente mesmo às demandas mais extremas⁵⁶; e em intensidades de exercícios que possam ser mantidas por mais de 30 minutos, parece haver pouco efeito do exercício sobre a função intestinal⁵⁷. De fato, a desidratação conseqüente a uma má reposição de líquidos perdidos durante um exercício reduz a taxa de esvaziamento gástrico^{46,47}, apoiando o argumento para ingerir líquidos antes e durante o exercício.

REPOSIÇÃO DE ELETRÓLITOS E CARBOIDRATOS DURANTE O EXERCÍCIO

Há pouca base fisiológica para se adicionar sódio em uma solução de reidratação oral para aumentar a absorção intestinal de água, já que o sódio está presente em quantidade suficiente no intestino, seja da refeição prévia ou das secreções pancreáticas⁵⁷. A adição de sódio (< 50 milimoles por litro) nas bebidas de reposição durante o exercício não se mostrou consistentemente melhor em termos de retenção do líquido ingerido no compartimento vascular⁵⁸⁻⁶¹. Uma causa importante para a suplementação de eletrólitos nas bebidas de reposição é, portanto, o de repor os eletrólitos perdidos pelo suor durante um exercício que dure mais do que quatro a cinco horas⁶². A concentração plasmática normal de sódio é de 140 milimoles por litro; desta forma, o suor (aproximadamente 50 milimoles por litro) é hipotônico em relação ao plasma. Em uma taxa de sudorese de um litro e meio por hora, espera-se um déficit total de sódio de 75 milimoles por hora. A ingestão de água pode reduzir as altas concentrações plasmáticas de eletrólitos aos valores normais e compensar o suor^{6,10}, mas uma compensação completa do compartimento extracelular só pode ser conseguida através da reposição do sódio perdido^{19,20,63}. Na maioria dos casos, isto pode ser feito através da ingestão normal na alimentação²². Se o sódio melhora a palatabilidade do líquido, então a sua presença se justifica pois a reposição líquida pode ser aumentada através da melhora do sabor do líquido ingerido^{48,50}.

A adição de carboidratos a uma bebida de reposição líquida pode melhorar a absorção intestinal de água^{56,57}. Contudo, o papel principal dos carboidratos presentes no líquido ingerido é a de manter a glicemia e melhorar a oxidação de carboidratos durante um exercício com duração maior do que uma hora, principalmente quando a reserva de glicogênio muscular estiver baixa⁶⁴⁻⁶⁹. Desta forma, pode-se retardar a fadiga através da ingestão de carboidratos durante exercícios que durem mais de uma hora, que normalmente causam fadiga

sem a ingestão de carboidratos⁶⁴. Para manter a glicemia durante um exercício contínuo de intensidade moderada a alta, os carboidratos devem ser ingeridos durante o exercício em uma taxa de 30 a 60 gramas por hora. Esta quantidade de carboidratos pode ser ingerida enquanto se repõe volumes relativamente grandes de líquidos se a concentração de carboidratos for mantida abaixo de 10% (gramas por decilitro). Por exemplo, se o volume desejado de ingestão for de 600 a 1.200ml por hora, as necessidades de carboidratos podem ser satisfeitas com uma concentração entre 4 e 8%²⁷. Com este procedimento, as necessidades de líquidos e carboidratos podem ser simultaneamente satisfeitas durante um exercício prolongado. Soluções que contenham uma concentração de carboidratos acima de 10% resultará em um movimento final de líquidos para dentro da luz intestinal, devido à sua osmolalidade, se essas soluções forem ingeridas durante um exercício. O resultado pode ser uma perda de água do compartimento vascular, que pode exacerbar os efeitos da desidratação⁷⁰.

Alguns poucos investigadores estudaram os benefícios de se adicionar carboidratos à água durante eventos com duração menor do que uma hora. Embora os dados preliminares sugiram um benefício potencial em termos de desempenho⁷¹⁻⁷³, não está claro qual seria o mecanismo. Seria prematuro recomendar a ingestão de algo diferente de água pura durante exercícios que durem menos do que uma hora. De uma forma geral, a adição de glicose, sacarose e outros carboidratos complexos nas soluções de reposição líquida possui efeitos semelhantes em termos de aumentar a oxidação de carboidratos exógenos, retardar a fadiga e melhorar o desempenho^{64,74-76}. Contudo, a frutose não deve ser o carboidrato predominante por ser convertida lentamente em glicose sanguínea – não prontamente oxidável^{77,78} – não melhorando o desempenho⁷⁹. Além disso, a frutose pode causar problemas gastrointestinais⁸⁰.

REPOSIÇÃO DE LÍQUIDOS E DESEMPENHO

Embora o impacto dos déficits líquidos sobre a função cardiovascular e a termorregulação sejam evidentes, o ponto até o qual o desempenho é afetado pela reposição de líquidos permanece uma questão pouco clara. Ainda que alguns dados indiquem que a ingestão de líquidos melhore o desempenho em provas de curta duração (menos de uma hora) em temperaturas amenas⁷², outros dados sugerem que não haja nenhum efeito⁸¹. Parece que o efeito da reposição líquida sobre o desempenho é mais nítido durante exercícios de longa duração (acima de uma hora) e/ou sob condições ambientais extremas.

A adição de uma pequena quantidade de sódio aos líquidos a serem repostos possui pouco impacto sobre o tempo de exaustão durante exercícios prolongados (acima de quatro horas) de leve intensidade no calor³⁹, sobre a capacidade de completar seis horas de exercício moderado³⁷ ou sobre o desempenho em tomadas de tempo simuladas^{58,82}. Um déficit de sódio,

em combinação com a ingestão e retenção de um grande volume de líquidos com baixa concentração ou sem eletrólitos levou a uma baixa natremia em alguns poucos atletas maratonistas ou ultra-maratonistas^{62,83}. A hiponatremia (concentração sanguínea de sódio entre 117 e 128 milimoles por litro) foi observada em atletas de ultra-*endurance* ao final de competições e está associada com desorientação, confusão mental e, na maioria dos casos, crises convulsivas^{83,84}. Um grande argumento para a inclusão do sódio nos preparados para reidratação oral é o de evitar a hiponatremia. Para prevenir esta rara complicação durante exercícios prolongados (acima de quatro horas), deve haver a inclusão de eletrólitos nos líquidos ou nos alimentos ingeridos durante e após o exercício.

A manutenção da glicemia é necessária para um desempenho ideal. Para manter a glicemia durante um exercício intenso (acima de 65% do $VO_{2máx}$) com mais de uma hora de duração, é necessária a ingestão de carboidratos^{64,85}. Numa fase mais tardia de um exercício prolongado, os carboidratos ingeridos se tornam a principal fonte de energia e podem retardar o início da fadiga^{27,66,86-89}. Dados obtidos com estudos de campo planejados para testar esses conceitos durante competições nem sempre conseguiram demonstrar um retardo no início da fadiga⁹⁰⁻⁹², mas a incapacidade de controlar fatores importantes (como as condições ambientais, estado de treinamento, volumes ingeridos) torna essa confirmação difícil. A adição de carboidratos em uma solução de reidratação se torna mais importante para um desempenho ideal quando a duração se prolonga além de uma hora.

CONCLUSÃO

O objetivo principal de se repor os líquidos perdidos durante o exercício é o de manter um estado de hidratação normal. Deve-se consumir líquidos em quantidades adequadas durante o período de 24 horas antes de uma competição e ingerir em torno de 500ml de líquidos nas duas horas antes do exercício, para promover uma hidratação adequada e dar tempo para a excreção do excesso de água. Para minimizar o risco de intermação ou prejuízo do desempenho durante o exercício, a reposição líquida deve tentar se igualar à perda de líquidos pelo suor. Em uma mesma intensidade de esforço, a necessidade de reposição se torna maior quanto maior for a sudorese em uma temperatura alta. Durante um exercício que dure mais do que uma hora, a) deve-se adicionar carboidratos à solução de reposição para manter a glicemia e retardar o surgimento da fadiga; e b) deve-se adicionar eletrólitos (principalmente NaCl) para melhorar a palatabilidade e reduzir a possibilidade de hiponatremia. Durante o exercício, as necessidades de líquidos e carboidratos podem ser satisfeitas simultaneamente através da ingestão de 600 a 1.200ml por hora de soluções contendo uma concentração de 4 a 8% de carboidratos. Durante um exercício que dure mais do que uma hora, deve-se adicionar aproximadamente 0,5 a 0,7 grama de sódio por litro de água, para repor o sódio perdido pela sudorese.

AGRADECIMENTOS

Este documento foi revisado para o Colégio Americano de Medicina do Esporte pelo Comitê de Declarações e por: Prof. David L. Costill, Prof. John E. Greenleaf, Prof. Scott J. Montain e Dr. Timothy D. Noakes.

REFERÊNCIAS

1. Nadel ER, Wenger CB, Roberts MF, Stolwuk JAJ, Cafarelli E. Physiological defenses against hyperthermia of exercise. *Ann N Y Acad Sci* 1977;301:98-110.
2. Shapiro Y, Pandolf KB, Goldman RF. Predicting sweat loss response to exercise, environment, and clothing. *Eur J Appl Physiol* 1982;48:83-96.
3. Armstrong LE, Hubbard RW, Jones BH, Daniels JJ. Preparing Alberto Salazar for the heat of the 1984 Olympic marathon. *Physician Sportsmed* 1986;14:73-81.
4. Gisolfi CV, Spranger KJ, Summers RW, Schedel HP, Bleiler TL. Effects of cycle exercise on intestinal absorption in humans. *J Appl Physiol* 1991;71:2518-27.
5. Nose H, Mack GW, Shi X, Nadel ER. Shift in body fluid compartments after dehydration in humans. *J Appl Physiol* 1988;65:318-24.
6. Senay Jr LC. Relationship of evaporative rates to serum [Na+], [K+], and osmolality in acute heat stress. *J Appl Physiol* 1968;25:149-52.
7. Fortney SM. Effect of hyperosmolality on control of blood flow and sweating. *J Appl Physiol* 1984;57:1688-95.
8. Fortney SM, Nadel ER, Wenger CB, Bove JR. Effect of blood volume on sweating rate and body fluids in exercising humans. *J Appl Physiol* 1981;51:1594-600.
9. Nadel ER, Fortney SM, Wenger CB. Effect of hydration state on circulatory and thermal regulations. *J Appl Physiol* 1980;49:715-21.
10. Senay Jr LC. Temperature regulation and hypohydration: a singular view. *J Appl Physiol* 1979;47:1-7.
11. Greenleaf JE, Castle BL. Exercise temperature regulation in man during hypohydration and hyperhydration. *J Appl Physiol* 1971;30:847-53.
12. Sawka MN, Young AJ, Francesconi RP, Muza SR, Pandolf KB. Thermoregulatory and blood responses during exercise at graded hypohydration levels. *J Appl Physiol* 1985;59:1394-401.
13. Sawka MN, Pandolf KB. Effects of body water loss on physiological function and exercise performance. In: Gisolfi CV, Lamb DR, editors. *Perspectives in exercise science and sports medicine*. Vol. 3, Fluid homeostasis during exercise. Carmel, IN: Benchmark Press, Inc., 1990: 1-38.
14. Armstrong LE, Costill DL, Fink WJ. Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance. *Med Sci Sports Exerc* 1985;17:456-61.
15. Sawka MN, Francesconi RP, Young AJ, Pandolf KB. Influence of hydration level and body fluids on exercise performance in the heat. *JAMA* 1984;252:1165-9.
16. Greenleaf JE, Sargent II F. Voluntary dehydration in man. *J Appl Physiol* 1965;20:719-24.
17. Rothstein A, Adolph EF, Wills JH. Voluntary dehydration. In: Adolph EF, editor. *Physiology of man in the desert*. New York: Interscience, 1947:254-70.
18. Nose H, Mack GW, Shi X, Nadel ER. Role of osmolality and plasma volume during rehydration in humans. *J Appl Physiol* 1988;65:325-31.

19. Lassiter WE. Regulation of sodium chloride distribution within the extracellular space. In: Seldin DW, Giebisch G, editors. *The regulation of sodium and chloride balance*. New York: Raven Press, Inc., 1990:23-58.
20. Takamata A, Mack GW, Gillen CM, Nadel ER. Sodium appetite thirst, and body fluid regulation in humans during rehydration without sodium replacement. *Am J Physiol (Regulatory Integrate Comp. Physiol)* 1994;266:R1493-502.
21. Bean WB, Eichna LW. Performance in relationship to environmental temperature. Reactions of normal young men to simulated desert environment. *Fed Proc* 1943;2:144-58.
22. National Research Council. *Recommended dietary allowances*, 10th ed., Washington, DC: National Academy Press, 1989:250-5.
23. Gonzales-Alonso J, Heaps CL, Coyle EF. Rehydration after exercise with common beverages and water. *Int J Sports Med* 1992;13:399-406.
24. Morimoto T, Mike K, Nose H, Yamada, Hirikawa K, Matsubara C. Changes in body fluid and its composition during heavy sweating and effect of fluid and electrolyte replacement. *Jpn J Biometeorol* 1981; 18:31-9.
25. Moroff SV, Bass DB. Effects of overhydration on man's physiological responses to work in the heat. *J Appl Physiol* 1965;20:267-70.
26. Costill DL, Krammer WF, Fisher A. Fluid ingestion during distance running. *Arch Environ Health* 1970;21:520-5.
27. Coyle EF, Montain SJ. Benefits of fluid replacement with carbohydrate during exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24(Suppl. 9):S324-30.
28. Gisolfi CV, Copping JR. Thermal effects of prolonged treadmill exercise in the heat. *Med Sci Sports* 1974;6:108-13.
29. Montain SJ, Coyle EF. The influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *J Appl Physiol* 1992; 73:1340-50.
30. Montain SJ, Coyle EF. Fluid ingestion during exercise increases skin blood flow independent of increases in blood volume. *J Appl Physiol* 1992;73:903-10.
31. Nishiyasu T, Shi X, Mack GW, Nadel ER. Effect of hypovolemia on forearm vascular resistance control during exercise in the heat. *J Appl Physiol* 1991;71:1382-6.
32. Sawka MN, Knowlton RG, Critz JB. Thermal and circulatory responses to repeated bouts of prolonged running. *Med Sci Sports* 1979;11:177-80.
33. Eichna LW, Bean WB, Ashe WF, Nelson N. Performance in relation to environmental temperature. Reactions of normal young men to hot, humid (simulated jungle) environment. *Bull Johns Hopkins Hosp* 1945;76:25-58.
34. Sutton JR. Clinical implications of fluid imbalance. In: Gisolfi CV, Lamb DR, editors. *Perspectives in exercise science and sports medicine*, Vol. 3, Fluid homeostasis during exercise. Carmel, IN: Benchmark Press, Inc., 1990:425-55.
35. Wyndham CH. Heat stroke and hyperthermia in marathon runners. *Ann N Y Acad Sci* 1977;301:128-38.
36. Hubbard RW, Armstrong LE. The heat illness: biochemical, ultrastructural and fluid-electrolyte considerations. In: Pandolf KB, Sawka MN, Gonzalez RR, editors. *Human performance physiology and environmental medicine at terrestrial extremes*. Indianapolis: Benchmark Press, Inc., 1988:305-60.
37. Barr SL, Costill DL, Fink WJ. Fluid replacement during prolonged exercise: effects of water, saline, or no fluid. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23:811-7.
38. Noakes TD. Fluid replacement during exercise. *Exerc Sports Sci Rev* 1993;21:297-330.
39. Pitts GC, Johnson RF, Consolazio FC. Work in the heat as affected by intake of water, salt, and glucose. *Am J Physiol* 1944;142:253-9.
40. Hubbard RW, Maller O, Sawka MN, Francesconi RN, Drolet L, Young AJ. Voluntary dehydration and alliesthesia for water. *J Appl Physiol* 1984;57:868-75.
41. Greenleaf JE, Brock PJ, Keil LC, Morse JT. Drinking and water balance during exercise and heat acclimation. *J Appl Physiol* 1983;54: 414-9.
42. Noakes TD, Rehrer NJ, Maughan RJ. The importance of volume in regulating gastric emptying. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23:307-13.
43. Brouns F, Sarls WHM, Rehrer NJ. Abdominal complaints and gastrointestinal function during long-lasting exercise. *Int J Sports Med* 1987;8:175-89.
44. Mitchell JB, Voss KW. The influence of volume of fluid ingested on gastric emptying and fluid balance during prolonged exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23:314-9.
45. Moses FM. The effect of exercise on the gastrointestinal tract. *Sports Med* 1990;9:159-72.
46. Neuter PD, Young AJ, Sawka MN. Gastric emptying during exercise: effects of heat stress and hypohydration. *Eur J Appl Physiol* 1989;58: 433-9.
47. Rehrer NJ, Beckers EJ, Brouns F, Ten Hoor F, Saris WHM. Effects of dehydration on gastric emptying and gastrointestinal distress while running. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22:790-5.
48. Engell D, Hirsch E. Environmental and sensory modulation of fluid intake in humans. In: Ramsay DJ, Booth DA, editors. *Thirst: physiological and psychological aspects*. Berlin: Springer-Verlag, 1990:382-402.
49. Sandick BL, Engell DB, Maller O. Perception of water temperature and effects for humans after exercise. *Physiol Behav* 1984;32:851-5.
50. Boulze D, Montastruc P, Cabanac M. Water intake, pleasure and water temperature in humans. *Physiol Behav* 1983;30:97-102.
51. Fortney SM, Nadel ER, Wenger CB, Bove JR. Effect of acute alterations of blood volume on circulatory performance in humans. *J Appl Physiol* 1981;50:292-8.
52. Rehrer NJ. The maintenance of fluid balance during exercise. *Int J Sports Med* 1994;15:122-5.
53. Costill DL, Saltin B. Factors limiting gastric emptying during rest and exercise. *J Appl Physiol* 1974;37:679-83.
54. Hunt JN, Knox MT. Regulation of gastric emptying. In: *Handbook of physiology*, Vol. IV. Washington, DC: American Physiological Society, 1969:1917-35.
55. Costill DL. Gastric emptying of fluids during exercise. In: Gisolfi CV, Lamb DR, editors. *Perspectives in exercise science and sports medicine*, Vol. 3, Fluid homeostasis during exercise. Carmel, IN: Benchmark Press, Inc., 1990:97-128.
56. Gisolfi CV, Summers RW, Schedl HP. Intestinal absorption of fluids rest and exercise. In: Gisolfi CV, Lamb DL, editors. *Perspectives in exercise science and sports medicine*, Vol. 3, Fluid homeostasis during exercise. Carmel, IN: Benchmark Press, Inc., 1990:129-80.
57. Schedl HP, Maughan RJ, Gisolfi CV. Intestinal absorption during rest and exercise: implications for formulating an oral rehydration solution (ORS). *Med Sci Sports Exerc* 1994;26:267-80.
58. Criswell D, Renshler K, Powers SK, Tulley R, Cicale M, Wheeler K. Fluid replacement beverages and maintenance of plasma volume during exercise: role of aldosterone and vasopressin. *Eur J Appl Physiol* 1992;65:445-51.
59. Deuster PA, Singh A, Hofmann A, Moses FM, Chrousos GC. Hormonal responses to ingesting water or a carbohydrate beverage during a 2h run. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:72-9.

60. Maughan RJ, Fenn CE, Gleeson M, Leiper JB. Metabolic and circulatory responses to the ingestion of glucose polymers and glucose-electrolyte solutions during exercise in man. *Eur J Appl Physiol* 1987; 56:356-62.
61. Maughan RJ, Fenn CE, Gleeson M, Leiper JB. Effects of fluid, electrolyte, and substrate ingestion on endurance capacity. *Eur J Appl Physiol* 1989;58:481-6.
62. Armstrong LE, Curtis WC, Hubbard RW, Francesconi RP, Moore R, Askew EW. Symptomatic hyponatremia during prolonged exercise in heat. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25:543-9, 1993.
63. Nose H, Morita M, Yawata T, Morimoto T. Recovery of blood volume and osmolality after thermal dehydration in rats. *Am J Physiol* 1986; 251:R492-8.
64. Coggan AR, Coyle EF. Carbohydrate ingestion during prolonged exercise: effects on metabolism and performance. *Exerc Sport Sci Rev* 1991; 19:1-40.
65. Costill DL, Hargreaves M. Carbohydrate nutrition and fatigue. *Sports Med* 1992;13:86-92.
66. Coyle EF, Coggan AR, Hemmert MK, Ivy JL. Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. *J Appl Physiol* 1986;61:165-72.
67. Coyle EF, Hagberg JM, Hurley BF, Martin WH, Ersani AA, Holloszy JO. Carbohydrate feeding during prolonged strenuous exercise can delay fatigue. *J Appl Physiol* 1983;55:30-235.
68. Mitchell JB, Costill DL, Houmard JA, Fink WJ, Pascort DD, Pearson DR. Influence of carbohydrate dosage on exercise performance and glycogen metabolism. *J Appl Physiol* 1989;67:1843-9.
69. Murray R, Paul GL, Seifert JG, Eddy DE. Responses to varying rates of carbohydrate ingestion during exercise. *Med Sci Sport Exerc* 1991; 23:713-8.
70. Maughan RJ. Thermoregulation and fluid balance in marathon competition at low ambient temperature. *Int J Sports Med* 1985;6:15-9.
71. Hall TC, Headley S, Vanderburgh P. Carbohydrate-electrolyte replacement improves sprint capacity following 50 minutes of high-intensity cycling [abstract]. *Med Sci Sports Exerc* 1994;26:S196.
72. Below PR, Coyle EF. Fluid and carbohydrate ingestion individually benefit intense exercise lasting one hour. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27:200-10.
73. Millard-Stafford M, Roszkopf LB, Snow TK, Hinson BT. Pre-exercise carbohydrate-electrolyte ingestion improves one-hour running performance in the heat [abstract]. *Med Sci Sports Exerc* 1994;26:S196.
74. Coyle EF. Timing and method of increased carbohydrate intake to cope with heavy training, competition and recovery. *J Sports Sci* 1991;9:29-52.
75. Sarls WHM, Goodpaster BH, Jeukendrup AE, Brouns F, Halliday D, Wagenmakers AJM. Exogenous carbohydrate oxidation from different carbohydrate sources during exercise. *J Appl Physiol* 1993;75:2168-72.
76. Wagenmakers JM, Brouns F, Saris WHM, Halliday D. Oxidation rates of orally ingested carbohydrate during prolonged exercise in men. *J Appl Physiol* 1993;75:2774-80.
77. Massicotte D, Perronnet F, Allah C, Hillaire-Marcel C, Ledoux M, Brisson G. Metabolic response to [¹¹C]glucose and [¹³C] fructose ingestion during exercise. *J Appl Physiol* 1986;61:1180-4.
78. Massicotte D, Perronnet F, Brisson G, Bakkouch K, Hillaire-Marcel C. Oxidation of glucose polymer during exercise: comparison of glucose and fructose. *J Appl Physiol* 1989;66:179-83.
79. Bjorkman O, Sahlin K, Hagenfeldt L, Wahren J. Influence of glucose and fructose ingestion on the capacity for long-term exercise. *Clin Physiol* 1984;4:483-94.
80. Murray R, Paul GL, Seiffert JG, Eddy DE, Halaby GA. The effects of glucose, fructose, and sucrose ingestion during exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1989;21:275-82.
81. Levine L, Rose MS, Francesconi RP, Neuffer PD, Sawka MN. Fluid replacement during sustained activity in the heat: nutrient solution vs. water. *Aviat Space Environ Med* 1991;62:559-64.
82. Powers SK, Lawler J, Dodd S, Tulley R, Landry G, Wheeler K. Fluid replacement drinks during high intensity exercise: effects on minimizing exercise-induced disturbances in homeostasis. *Eur J Appl Physiol* 1990;60:54-60.
83. Noakes TD, Norman RJ, Buck RH, Godlonton J, Stevenson K, Pit-taway D. The incidence of hyponatremia during prolonged ultraendurance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22:165-70.
84. Noakes TD, Goodwin N, Rayner BL, Branken T, Taylor RKN. Water intoxication: a possible complication during endurance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1985;17:370-5.
85. Mitchell JB, Costill DL, Houmard JA, Flynn MG, Fink WJ, Beltz JD. Effects of carbohydrate ingestion on gastric emptying and exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 1988;20:110-5.
86. Davis JM, Burgess WA, Slentz CA, Bartoli WP, Pate RR. Effects of ingesting 6% and 12% glucose/electrolyte beverages during prolonged intermittent cycling in the heat. *Eur J Appl Physiol* 1988;57:563-9.
87. Davis JM, Lamb DR, Pate RR, Slentz CA, Burgess WA, Bartoli WP. Carbohydrate-electrolyte drinks: effects on endurance cycling in the heat. *Am J Clin Nutr* 1988;48:1023-30.
88. Mitchell JB, Costill DL, Houmard JA, Fink WJ, Robergs RA, Davis JA. Gastric emptying: influence of prolonged exercise and carbohydrate concentration. *Med Sci Sports Exerc* 1989;21:269-74.
89. Murray R, Eddy DE, Murray TW, Seifert JG, Paul GL, Halaby GA. The effect of fluid and carbohydrate feeding during intermittent cycling exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1987;19:597-604.
90. Millard-Stafford M, Sparling PB, Roszkopf LB, Hinson BT, Dicarlo LJ. Carbohydrate-electrolyte replacement during a simulated triathlon in the heat. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22:621-8.
91. Millard-Stafford M, Sparling PB, Roszkopf LB, Dicarlo LJ. Carbohydrate-electrolyte replacement improves distance running performance in the heat. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:934-40.
92. Wells CL, Schrader TA, Stern JR, Krahenbuhl GS. Physiological responses to a 20-mile run under three fluid replacement treatments. *Med Sci Sports Exerc* 1985;17:364-9.

Traduzido para a língua portuguesa por:

José Kawazoe Lazzoli

Editor-Chefe da Revista Brasileira de Medicina do Esporte

Primeiro-Secretário da Sociedade de Medicina Desportiva do Rio de Janeiro

Professor do Departamento de Morfologia e da Disciplina de Medicina do Exercício e do Esporte, da Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ

Diretor do ERGOCENTER – Instituto Petropolitano de Ergometria, Petrópolis, RJ

Este documento foi escrito para o Colégio Americano de Medicina do Esporte por: Prof. Victor A. Convertino (coordenador), Prof. Lawrence E. Armstrong, Prof. Edward F. Coyle, Prof. Gary W. Mack, Prof. Michael N. Sawka, Prof. Leo C. Senay Jr. e Prof. W. Michael Sherman.