



Hidratação durante o exercício: a sede é suficiente?*

Christiano Antônio Machado-Moreira, Ana Carolina Vimieiro-Gomes,
Emerson Silami-Garcia e Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues

RESUMO

O objetivo deste trabalho é fazer uma revisão sobre a hidratação e discutir se, durante o exercício, a reposição de líquidos de acordo com a sede é suficiente para hidratar o indivíduo. A perda hídrica pela sudorese induzida pelo exercício, especialmente realizado em ambientes quentes, pode levar à desidratação, pode alterar o equilíbrio hidroeletrólítico, dificultar a termorregulação e, assim, representar um risco para a saúde e/ou provocar uma diminuição no desempenho esportivo. Tem sido citado que os atletas não ingerem voluntariamente água suficiente para prevenir a desidratação durante uma atividade física. Em função disso, têm sido propostas recomendações internacionais sobre a hidratação. Segundo o *American College of Sports Medicine (ACSM)*, deve-se ingerir aproximadamente 500 mL de líquidos nas duas horas antecedentes ao exercício. Durante o exercício, os atletas devem começar a beber desde o início e em intervalos regulares, em volume suficiente para repor as perdas pela sudorese ou o máximo tolerado. A *National Athletic Trainer's Association (NATA)* faz as seguintes recomendações: ingerir 500 a 600 mL de água ou outra bebida esportiva duas a três horas antes do exercício e 200 a 300 mL 10 a 20 minutos antes do exercício; durante o exercício, a reposição deve aproximar as perdas pelo suor e pela urina e pelo menos manter a hidratação, com perdas máximas correspondentes a 2% de perda de peso corporal; após o exercício a hidratação deve ter como objetivo corrigir quaisquer perdas líquidas acumuladas. Além disso, o ACSM e o NATA fazem referências sobre temperatura e palatabilidade do líquido, adição de carboidratos e eletrólitos de acordo com a intensidade e duração do exercício e estratégias de hidratação para facilitar a acessibilidade do atleta ao líquido. No entanto, outros autores questionam o uso da reidratação em volumes predeterminados e sugerem que a ingestão de líquidos de acordo com a sede seja capaz de manter a homeostase.

ABSTRACT

Exercise fluid replacement: is thirst enough?

The present work proposes a review about exercise fluid replacement and a discussion whether, during exercise, the fluid ingested according to thirst is sufficient to maintain hydration. Exercise sweat loss, mainly in the heat, can cause dehydration, can alter the hydroelectrolyte balance, disturb thermoregulation, presenting a health risk and/or impairing the athletic performance. It has been asserted that athletes do not drink, spontaneously, the sufficient fluid volume to prevent dehydration during the physical activity. Thus, international recommendations to fluid replacement

Palavras-chave: Sede. Hidratação. Exercício.

Keywords: Thirst. Hydration. Exercise.

Palabras-clave: Sed. Hidratación. Ejercicio.

during physical activities have been proposed. According to the American College of Sports Medicine (ACSM), about 500 mL of fluid on the two hours before the exercise must be ingested. During exercise, they propose that athletes should start fluid replacement since the beginning in regular periods and should drink enough fluid to restore all the sweating losses or ingest the maximal volume tolerated. The National Athletic Trainer's Association (NATA) proposes the following recommendations: ingestion of 500 to 600 mL of water two or three hours before exercise or other sport drink and ingestion of 200 to 300 mL 10 to 20 minutes before exercise starting. During exercise, the fluid replacement should match the sweating and urine losses and at least should maintain hydration status reaching maximal body weight losses of 2%. After the exercise, fluid replacement must restore all the fluid losses accumulated. In addition, ACSM and NATA asserted about fluid temperature and palatability, beverage carbohydrate and electrolyte additions according to exercise duration and intensity and recommended hydration schedules to provide easier access to fluid ingestion. However, other authors contest the use of hydration schedules based on predetermined fluid volumes and suggest that fluid replacement according to thirst is enough to maintain body homeostasis.

RESUMEN

Hidratación durante el ejercicio: ¿la sed es suficiente?

El objetivo de este trabajo es hacer una revisión sobre la hidratación y discutir si, durante el ejercicio, la reposición de líquidos de acuerdo con la sed es suficiente para hidratar al individuo. La pérdida hídrica por la sudoración inducida por el ejercicio, especialmente realizado en ambientes calurosos, puede llevar a la deshidratación, puede alterar el equilibrio hidroelectrolítico, dificultar la termorregulación y, así, representar un riesgo para la salud y/o provocar una disminución en el desempeño deportivo. Ha sido citado que los atletas no ingieren voluntariamente agua suficiente para prevenir la deshidratación durante una actividad física. En función de eso, han sido propuestas recomendaciones internacionales sobre la hidratación. Según American College of Sports Medicine (ACSM), se debe ingerir aproximadamente 500 ml de líquidos durante las dos horas antecedentes al ejercicio. Durante el ejercicio, los atletas deben comenzar a beber desde el inicio y a intervalos regulares, en volumen suficiente para reponer las pérdidas por la sudoración o el máximo tolerado. La National Athletic Trainer's Association (NATA) hace las siguientes recomendaciones: ingerir 500 a 600 ml de agua u otra bebida deportiva dos a tres horas antes del ejercicio y 200 a 300 ml de 10 a 20 minutos antes del ejercicio; durante el ejercicio, la reposición debe aproximarse a las pérdidas por el sudor y por la orina y por lo menos mantener la hidratación, con pérdidas máximas correspondientes a 2% de pérdida de peso corporal; después del ejercicio la hidrata-

* Laboratório de Fisiologia do Exercício, Escola de Educação Física e Terapia Ocupacional. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, Brasil.

Recebido em 4/8/05. Versão final recebida em 23/12/05. Aceito em 7/6/06.

Endereço para correspondência: Av. Antônio Carlos, 6.627, Campus Pampulha – 31310-250 – Belo Horizonte, MG, Brasil. Telefax: (31) 3499-2325. E-mail: lor@ufmg.br

ción debe tener como objetivo corregir cualesquier pérdidas líquidas acumuladas. Además de esto, la ACSM y la NATA hacen referencias sobre temperatura y palatabilidad del líquido, adición de carbohidratos y electrolitos de acuerdo con la intensidad y duración del ejercicio y estrategias de hidratación para facilitar la accesibilidad del atleta al líquido. A pesar de esto, otros autores cuestionan el uso de la rehidratación en volúmenes predeterminados y sugieren que la ingestión de líquidos de acuerdo con la sed sea capaz de mantener la homeostasis.

INTRODUÇÃO

A perda hídrica pela sudorese durante o exercício pode levar o organismo à desidratação, com aumento da osmolalidade, da concentração de sódio no plasma⁽¹⁻²⁾ e diminuição do volume plasmático. Quanto maior a desidratação, menor a capacidade de redistribuição do fluxo sanguíneo para a periferia, menor a sensibilidade hipotalâmica para a sudorese e menor a capacidade aeróbica para um dado débito cardíaco⁽³⁾. Os ajustes fisiológicos decorrentes da desidratação, os protocolos de ingestão de fluidos e o papel da sede constituem o foco da presente revisão.

Um dos primeiros estudos a respeito das modificações do balanço hídrico em ambientes quentes foi realizado em 1938, o que demonstra, desde então, a preocupação em se observar o comportamento fisiológico do organismo em atividades realizadas em ambiente quente. Adolph e Dill⁽⁴⁾ analisaram as perdas hídricas pela urina e pela sudorese, a ingestão de líquidos e a concentração da urina (gravidade específica) no exercício no deserto (ambiente quente e seco), encontrando aumento da sudorese, com conseqüente aumento na ingestão de líquidos, estabilização ou diminuição na excreção de urina e aumento na concentração da urina.

Os efeitos fisiológicos da desidratação induzida pelo exercício têm sido estudados através da comparação de diversas respostas fisiológicas de indivíduos quando estes não repõem as perdas de líquido durante um exercício prolongado, ou as repõem parcial ou totalmente. Há uma diminuição no volume plasmático com o início do exercício. Esta redução é influenciada pelo tipo e pela intensidade do exercício, assim como pela postura adotada⁽⁵⁾. Subseqüentemente, há uma redução progressiva do volume plasmático associada ao exercício, que pode ser compensada pela ingestão de líquidos durante o mesmo⁽⁶⁻¹⁰⁾. A variação no volume é menor quando a ingestão de líquidos é maior⁽¹⁰⁾ e pode ser prevenida se a taxa de ingestão de líquidos for igual à taxa de perda de líquidos.

Os aumentos na osmolalidade plasmática e na concentração de sódio no plasma durante o exercício muitas vezes se correlacionam com o aumento na temperatura esofagiana⁽¹⁰⁾, devido ao estímulo para a redução na sudorese que acontece em maiores níveis de desidratação. Isto sugere que uma importante meta da ingestão de líquidos durante o exercício pode ser prevenir variações na osmolalidade e na concentração plasmática de sódio, como originalmente proposto por Dill⁽¹¹⁾.

Alguns estudos têm mostrado que a taxa de sudorese diminui com o aumento dos níveis de desidratação⁽¹²⁾. No estudo de Mountain *et al.*⁽¹³⁾, nove indivíduos realizaram exercícios em ambiente quente em três intensidades diferentes e sob três níveis de hidratação: 0% (eu-hidratado), 3% e 5% (hipoidratados). Encontrou-se que, quanto maior o percentual de desidratação, maior o limiar para a sudorese, menor a sensibilidade para a sudorese e menor a produção de suor.

O aumento na temperatura retal relacionado ao exercício é atenuado pela ingestão de fluidos durante o mesmo^(6-7,9-10,12,14-15). Este aumento é reduzido proporcionalmente ao volume de líquido ingerido e é menor quando a taxa de ingestão se aproxima da taxa de sudorese^(10,12). Existe uma relação direta entre o aumento na temperatura esofagiana e o nível de desidratação⁽⁹⁻¹⁰⁾, que também foi verificada em alguns dos estudos originais de campo⁽⁴⁾.

A ingestão de fluidos reduz as respostas da temperatura retal somente após 60-80min de exercício^(6,9-10). Nenhum efeito da ingestão de líquidos na temperatura retal foi encontrado em um estudo de menor duração, com maior intensidade⁽¹⁶⁾, possivelmente devido à duração do exercício (menos de 80min). Cheuvront e Haymes⁽¹⁷⁾, num estudo em que foi avaliado o efeito da ingestão de água de acordo com a sede sobre as respostas termorregulatórias durante exercício a 71% do $\dot{V}O_{2max}$ realizado sob diferentes estresses térmicos (frio, moderado e quente), não encontraram diferenças na temperatura interna nas três situações. Concluiu-se que as repostas termorregulatórias são compensáveis quando há ingestão de acordo com a sede e reposição de aproximadamente 60-70% das perdas pelo suor.

A freqüência cardíaca é aumentada^(7-8,12) e o volume de ejeção reduzido em proporção ao déficit de fluidos que ocorre durante o exercício⁽¹⁰⁾. 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 freqüência 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⁽¹⁸⁾. No entanto, o débito cardíaco e o volume de ejeção não diminuem quando a taxa de ingestão de líquidos é suficiente para prevenir a desidratação.

A ingestão de fluidos mantém maiores taxas de fluxo sanguíneo no antebraço durante o exercício⁽⁹⁻¹⁰⁾, assim como no antebraço e na panturrilha em repouso durante uma exposição prolongada ao calor⁽¹⁹⁾. A redução do fluxo sanguíneo no antebraço é proporcional ao nível de desidratação⁽¹⁰⁾. Logo, a ingestão de líquidos durante o exercício pode atenuar o desenvolvimento da hipertermia através da manutenção do fluxo sanguíneo para a pele⁽⁹⁾.

A percepção subjetiva do esforço é aumentada em proporção ao déficit de líquidos⁽¹⁰⁾. Mesmo uma reposição parcial de fluidos tem um efeito significativo na percepção subjetiva do esforço durante um exercício de alta intensidade⁽¹⁶⁾. Os principais efeitos da restrição de fluidos durante exercícios prolongados de baixa intensidade, dentre eles, a alteração da percepção subjetiva do esforço, têm sido descritos.

A função renal durante exercícios prolongados não é afetada por níveis de desidratação inferiores a 4%⁽²⁰⁻²¹⁾ e é aumentada durante a recuperação em indivíduos que retêm líquido durante o exercício⁽²²⁾. Estudos clássicos também observaram que a função renal não foi influenciada por níveis de desidratação inferiores a 7%. Anúria foi registrada em um corredor que bebeu inadequadamente e perdeu 11% do peso corporal durante uma ultramaratona de 88km⁽²¹⁾.

Uma vez conhecidos os possíveis efeitos da desidratação (em diferentes níveis), surgem perguntas do tipo: ingerir quanto, como, quando? Água pura ou soluções hidroeletrólíticas? Como avaliar o estado de hidratação? Após um período em que a recomendação de "não beber" durante o exercício predominou (até ~1970), surgiram protocolos de hidratação que têm como objetivo ensinar os indivíduos a se hidratarem para atingir o equilíbrio hidroeletrólítico, e os mesmos se tornaram um paradigma. Estes protocolos determinam o quanto e o quê se deve ingerir e de quanto em quanto tempo os líquidos devem ser repostos durante o exercício. No entanto, recentemente Noakes (2004)⁽²³⁾ apresenta uma crítica a tais protocolos de hidratação. Ele ressalta a ausência de dados científicos consistentes nestas recomendações e defende a sede como o mecanismo fisiológico eficiente para determinar a ingestão de fluidos durante o exercício.

Na presente revisão, apresentamos os efeitos da desidratação no organismo, descrevemos as recomendações internacionais sobre hidratação e discutimos a possibilidade de a sede ser um mecanismo regulador suficiente para manter o ser humano hidratado durante o exercício. Para tanto, partimos dos dois principais

consensos científicos sobre hidratação no exercício (ACSM (1996)⁽¹⁸⁾ e NATA (2000)⁽²⁷⁾). Para a seleção dos artigos citados, utilizamos uma busca bibliográfica por palavras-chave (*thirst, hydration/dehydration and exercise*) nas principais bases de dados de artigos científicos na área de ciências biomédicas (*Web of Science* e *Pub-med*). Além disso, foram selecionadas publicações do Laboratório de Fisiologia do Exercício da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, que corroboram a hipótese aqui discutida.

AValiação DO ESTADO DE HIDRATAÇÃO

O estado de hidratação é um fator determinante para a prática de atividades físicas. Desta forma, o conhecimento do estado de hidratação do indivíduo antes, durante e após o exercício torna-se importante para a sua prática constante. Além disso, avaliar o estado de hidratação é fundamental para evitar os problemas de saúde devido à desidratação.

A osmolalidade plasmática é o principal método de avaliação do estado de hidratação em situações laboratoriais, em que maior precisão na medida é exigida⁽²⁴⁾.

A gravidade específica da urina tem sido considerada como um bom método não-invasivo para a avaliação do estado de hidratação dos indivíduos⁽²⁵⁾.

A variação do peso corporal também pode ser utilizada para a avaliação do estado de hidratação. A partir da diferença do peso corporal antes e após o exercício é possível calcular o percentual de perda de peso para classificar o estado de hidratação (tabela 1).

Outro método prático para a estimativa da hidratação corporal é a análise da coloração da urina, utilizando-se a escala proposta por Armstrong *et al.*⁽²⁶⁾. A escala apresenta uma boa correlação com a densidade e a osmolalidade urinárias e com a osmolalidade plasmática⁽²⁵⁾.

TABELA 1
Índices de estado de hidratação

Estado de hidratação	%Δ peso corporal	Coloração da urina	Gravidade específica da urina
Eu-hidratação	+1 a -1	1 ou 2	< 1.010
Desidratação mínima	-1 a -3	3 ou 4	1.010-1.020
Desidratação significativa	-3 a -5	5 ou 6	1.021-1.030
Desidratação grave	> -5	> 6	> 1.030

Fonte: NATA⁽²⁷⁾

RECOMENDAÇÕES SOBRE A REPOSIÇÃO DE FLUIDOS

Como descrito anteriormente, a desidratação pode comprometer o desempenho durante o exercício e aumentar os riscos associados ao esforço e ao calor. Além disso, segundo a *National Athletic Trainer's Association*⁽²⁷⁾, os indivíduos não ingerem voluntariamente água suficiente para prevenir a desidratação durante uma atividade física. Por outro lado, o excesso de ingestão de líquidos deve ser evitado, uma vez que também pode comprometer o desempenho e a saúde do indivíduo. Têm sido propostas em consensos internacionais recomendações sobre a hidratação com o intuito de minimizar os efeitos negativos das perdas hídricas sobre as respostas fisiológicas ao exercício.

Algumas das recomendações do *American College of Sports Medicine*⁽¹⁸⁾ sobre a quantidade e a composição dos líquidos que devem ser ingeridos antes, durante e após um exercício estão reproduzidas a seguir:

1. 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.

2. 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, ou consumir a maior quantidade tolerada.

3. Recomenda-se que os líquidos sejam ingeridos em uma temperatura menor do que a ambiente (entre 15 e 22°C) e com sabor atraente.

4. Recomenda-se a adição de quantidades adequadas de carboidratos e 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 inferior a uma hora, há pouca evidência de que haja diferenças fisiológicas em termos de desempenho caso sejam consumidos líquidos com carboidratos e eletrólitos ou água pura.

5. Recomenda-se a adição de sódio (0,5 a 0,7g.L⁻¹ de água) na solução de reidratação se o exercício durar mais do 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 tenham ingerido quantidades excessivas de líquidos.

A *National Athletic Trainer's Association*⁽²⁷⁾ também faz recomendações acerca da reposição de líquidos para atletas, as quais se assemelham às do ACSM⁽¹⁸⁾, principalmente no que diz respeito ao volume a ser ingerido. Segundo a NATA⁽²⁷⁾, para assegurar o estado de hidratação, os atletas devem ingerir aproximadamente 500 a 600mL de água ou outra bebida esportiva duas a três horas antes do exercício e 200 a 300mL 10 a 20 minutos antes do exercício. A reposição de líquidos deve aproximar as perdas pelo suor e pela urina.

DISCUSSÃO: A SEDE É SUFICIENTE?

Após vários anos de recomendação aos atletas e praticantes de atividades físicas que ingerissem quantidades fixas ou o máximo de líquidos (água pura e bebidas esportivas) a cada 15 ou 20 minutos de exercício para evitar a desidratação, tem sido verificado que esta estratégia de reidratação pode ser excessiva ou mesmo prejudicial à saúde das pessoas.

Dados recentes têm demonstrado evidências sobre o crescente número de pessoas que são acometidas pela hiponatremia (baixa concentração de sódio plasmático: valores abaixo de 135mEq) durante exercícios físicos prolongados, devido, sobretudo, à hiperidratação⁽²⁸⁾. Almond *et al.*⁽²⁹⁾ observaram que durante a maratona de Boston de 2002, 13% dos atletas apresentaram hiponatremia e três atletas tiveram concentrações tão baixas de sódio plasmático que corriam risco de morte. Além disso, naquele estudo foi observado que muitos atletas beberam quantidades excedentes de líquidos a ponto de aumentarem o seu peso corporal ao final do percurso da maratona.

Sabe-se que durante o exercício a função renal pode tornar-se alterada. Alguns estudos têm relatado diminuições de 20 a 60% na função renal, com conseqüente aumento na concentração da urina, em situações de exercício competitivas e de laboratório⁽³⁰⁾. Neste sentido, uma das possíveis explicações seria que uma ingestão excessiva de líquidos, somada à função renal alterada durante o exercício, poderia ocasionar hemodiluição e deslocamento do excesso de água para o espaço intracelular, que pode ser fatal.

Em estudo realizado em nosso laboratório, foi verificado que durante exercício intenso e prolongado (2h), com ingestão de água de acordo com ACSM⁽¹⁸⁾, em ambiente temperado e quente os indivíduos apresentaram fluxo urinário aumentado (principalmente no ambiente temperado) e diluição da urina em ambos os ambientes térmicos, sugerindo que pode ter ocorrido uma ingestão excessiva de líquidos⁽³¹⁾.

Alguns estudos têm sugerido que, nos seres humanos durante o exercício – principalmente em ambientes térmicos estressan-

tes – o mecanismo da sede não seria suficiente para repor as perdas hídricas pela sudorese, acarretando desidratação involuntária⁽³²⁻³³⁾. Esta desidratação seria desencadeada por mecanismo fisiológico complexo que envolve fatores comportamentais (costume da pessoa em se hidratar), capacidade gástrica de absorção de fluidos e, além disso, estímulos hormonais e do sistema nervoso central⁽³³⁻³⁴⁾. Desta forma, considerou-se a desidratação como o principal fator que afetaria a termorregulação e a capacidade de os indivíduos realizarem exercício físico em ambientes quentes.

A partir das observações de que a sede não seria eficiente em humanos e de que a desidratação seria o principal risco para os participantes de atividades físicas no calor, a necessidade de reposição ao máximo das perdas hídricas tornou-se estabelecida e difundida nos consensos internacionais. Desta forma, a regra seria: quanto mais a ingestão de líquidos (água e bebidas esportivas) se aproximar da sudorese, menores serão os efeitos da desidratação sobre as funções fisiológicas e sobre o desempenho esportivo^(18,32).

Em contrapartida, considerando as discussões atuais sobre os possíveis riscos relacionados ao excesso de hidratação durante o exercício, alguns autores têm defendido a efetividade da ingestão de líquidos de acordo com a sede, isto é, ingestão de líquidos voluntária, como estratégia segura de reposição de fluidos.

Alguns estudos, principalmente a partir do ano 2000, têm ressaltado que a reposição hídrica guiada pela sede pode ser suficiente para a manutenção das respostas termorregulatórias e da capacidade de realizar exercício, mesmo com a pequena desidratação involuntária que freqüentemente ocorre nesta situação⁽³⁵⁾. Daries *et al.*⁽³⁶⁾ observaram que não houve diferença no desempenho de corredores quando os mesmos se hidratavam seguindo as recomendações do ACSM⁽¹⁸⁾ e quando a ingestão era feita de acordo com a sede. Cheuvront e Haymes⁽¹⁷⁾ demonstraram que a temperatura corporal foi mantida ao longo de exercícios realizados por corredoras que ingeriram água de acordo com a sede (o que repôs 60 a 70% das perdas hídricas pela sudorese, aproximadamente

2% de percentual de desidratação) em condições ambientais compensáveis.

Alguns estudos realizados em nosso laboratório também corroboram a hipótese de a sede ser eficiente para a reposição de líquidos durante o exercício. Carmo *et al.*⁽³⁷⁾ verificaram que a ingestão de água *ad libitum* foi suficiente para manter o estado eu-hidratado de indivíduos que se exercitaram por uma hora em ambiente quente e seco, ao passo que, se eles tivessem ingerido o volume recomendado pelo ACSM⁽¹⁸⁾, teriam consumido mais água do que o necessário. Em um estudo de campo (durante sessões de treinamento de voleibol)⁽³⁸⁾, foi observado que a ingestão de água *ad libitum* repôs aproximadamente 60% das perdas hídricas, o que representou menos de 1% de variação de peso corporal. Isto indica que os jogadores terminaram as sessões de treinamento eu-hidratados.

As discussões sobre o volume de líquido a ser ingerido durante o exercício para se manter um estado de hidratação adequado ainda continuam. Além da quantidade, a composição da bebida também é tema de muita discussão. É importante ressaltar que as recomendações foram criadas a partir de estudos com indivíduos jovens, saudáveis e, muitas vezes, bem condicionados, o que pode dificultar a sua aplicação de forma mais ampla.

Parece-nos coerente que a ingestão de acordo com a sede seja suficiente e mais adequada, pois acreditamos que o sistema nervoso central seja capaz de indicar corretamente o volume de fluido a ser ingerido, a partir de informações por ele integradas sobre todas as demandas do organismo. Além disso, é importante considerar o desenvolvimento do mecanismo da sede como parte do processo evolutivo do ser humano, o qual desenvolveu ao longo do tempo mecanismos diferenciados e perfeitamente integrados para regular o volume e a osmolalidade plasmática, assim como a sua temperatura corporal.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Sawka MN. Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;6:657-70.
2. Coyle EF, Montain SJ. Benefits of fluid replacement with carbohydrate during exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24(9 Suppl):S324-30.
3. Armstrong LE, Maresh CM, Gabaree CV, Hoffman JR, Kavouras SA, Kenefick RW, et al. Thermal and circulatory responses during exercise: effects of hypohydration, dehydration, and water intake. *J Appl Physiol.* 1997;82(6):2028-35.
4. Adolph EF, Dill DB. Observations on water metabolism in the desert. *Am J Physiol.* 1938;123:369-78.
5. Coyle EF, Hamilton M. Fluid replacement during exercise: effects on physiological homeostasis and performance. In: Gisolfi CV, Lamb DR. Perspectives in exercise science and sports medicine. Vol 3. Fluid homeostasis during exercise. Indianapolis: Benchmark Press, 1990:281-303.
6. Barr SI, Costill DL, Fink WJ. Fluid replacement during prolonged exercise: effects of water, saline, or no fluid. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23(7):811-7.
7. Candas V, Liebert JP, Brandenberger G, Sagot JC, Kahn JM. Thermal and circulatory responses during prolonged exercise at different levels of hydration. *J Physiol Paris.* 1988;83:11-8.
8. Maughan RJ, Fenn CE, Gleeson M, Leiper JB. Metabolic and circulatory responses to the ingestion of glucose polymer and glucose/electrolyte solutions during exercise in man. *Eur J Appl Physiol.* 1987;56:356-62.
9. 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.
10. Montain SJ, Coyle EF. Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *J Appl Physiol.* 1992;73:1340-50.
11. Dill DB. Physiological effects of hot climates and great heights. Life, heat, and altitude. Cambridge: Harvard University Press, 1947.
12. Greenleaf JE, Castle BL. Exercise temperature regulation in man during hypohydration and hyperhydration. *J Appl Physiol.* 1971;30:847-53.
13. Montain SJ, Latzka WA, Sawka MN. Control of thermoregulatory sweating is altered by hydration level and exercise intensity. *J Appl Physiol.* 1995;79(5):1434-9.
14. Costill DL, Kammer WF, Fisher A. Fluid ingestion during distance running. *Arch Environ Health.* 1970;21:520-5.
15. Gisolfi CV, Copping JR. Thermal effects of prolonged treadmill exercise in the heat. *Med Sci Sports.* 1974;6:108-13.
16. Walsh RM, Noakes TD. Exercise tolerance is impaired at low levels of dehydration [Abstract]. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24:543.
17. Cheuvront SN, Haymes EM. *Ad libitum* fluid intakes and thermoregulatory responses of female distance runners in three environments. *J Sports Sci.* 2001; 19:845-54.
18. American College of Sports Medicine – Position Stand: Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;29:1-11.
19. Horstman DH, Horvath SM. Cardiovascular and temperature regulatory changes during progressive dehydration and euhydration. *J Appl Physiol.* 1972;33:446-50.
20. Irving RA, Noakes TD, Raine RI, Van Zyl-Smit R. Transient oliguria with renal tubular dysfunction after a 90 km running race. *Med Sci Sports Exerc.* 1990;22:756-61.
21. Irving RA, Noakes TD, Burger SC, Myburgh KH, Querido D, Van Zyl-Smit R. Plasma volume and renal function during and after ultramarathon running. *Med Sci Sports Exerc.* 1990;22:581-7.
22. Irving RA, Noakes TD, Buck R, Van Zyl-Smit R, Raine E, Godlonton J, et al. Evaluation of renal function and fluid homeostasis during recovery from exercise induced hyponatremia. *J Appl Physiol.* 1991;70:342-8.
23. Noakes TD. Can we trust rehydration research? In: McNamee M. Philosophy and the sciences of exercise, health and sport: critical perspectives on research methods. Oxford: Routledge Press, 2004:144-68.
24. Popowski LA, Opliger RA, Lambert GP, Johnson RF, Johnson AK, Gisolfi CV. Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(5):747-53.
25. Armstrong LE, Herrera Soto JA, Hacker FT, Casa DJ, Kavouras SA, Maresh CM. Urinary indices during dehydration, exercise and rehydration. *Int J Sport Nutr.* 1998;8:345-55.

26. Armstrong LE, Maresh CM, Castellani JW, Bergeron MF, Kenefick RW, LaGasse KE, et al. Urinary indices of hydration status. *Int J Sport Nutr.* 1994;4:265-79.
27. Casa DJ, Armstrong LE, Hillman SK, Montain SJ, Reiff RV, Rich BS, et al. National Athletic Trainer's Association Position Statement (NATA): Fluid replacement for athletes. *J Athl Train.* 2000;35(2):212-24.
28. Noakes TD. Overconsumption of fluids by athletes. *BMJ.* 2003;327:113.
29. Almond CS, Shin AY, Fortescue EB, Mannix RC, Wypij D, Binstadt BA, et al. Hyponatremia among runners in the Boston Marathon. *N Engl J Med.* 2005;352(15):1550-6.
30. Zambraski EJ. The kidney and body fluid balance during exercise. In: Burskirk ER, Puhl SM. *Body fluid balance: exercise and sport.* Boca Raton: CRC, 1996.
31. Amorim FT, Rodrigues LOC, Oliveira A, Bonfim IP, Silami-Garcia E. Water replacement and kidney function during exercise in a hot humid environment. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(5)Suppl 1:S138.
32. Pitts GC, Johnson RE, Consolazio FC. Work in the heat is affected by intake of water salt and glucose. *Am J Physiol.* 1944;142:253-9.
33. Greenleaf JE. Problem: thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24(6):645-56.
34. Sawka MN, Greenleaf JE. Current concepts concerning thirst, dehydration, and fluid replacement: overview. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24(6):643-4.
35. Noakes TD, Sharwood K, Collins M, Perkins DR. The dipsomania of great distance: water intoxication in an ironman triathlete. *Br J Sports Med.* 2004;38(4):E16.
36. Daries HN, Noakes TD, Dennis SC. Effect of fluid intake volume on 2-h running performances in a 25°C environment. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(10):1783-9.
37. Carmo FFD, Magalhães FC, Machado-Moreira CA, Rodrigues LOC, Silami-Garcia E. Volume de água ingerida *ad libitum* e volume de suor produzido durante um exercício submáximo e prolongado realizado em ambiente quente e seco [Abstract]. *Anais da XIX Reunião Anual da FeSBE,* 2004.
38. Vimieiro-Gomes AC, Rodrigues LOC. Avaliação do estado de hidratação dos atletas, estresse térmico do ambiente e custo calórico do exercício durante sessões de treinamento em voleibol de alto nível. *Revista Paulista de Educação Física.* 2001;15(2):201-11.