

Capítulo 10

## **Termorregulação: importância da reposição hídrica durante o exercício<sup>1</sup>**

Moisés Vieira de Carvalho

Diego de Alcantara Borba

---

<sup>1</sup> Capítulo baseado na dissertação de mestrado *Efeitos da temperatura e do volume de água ingerido no desempenho durante 40 km de ciclismo com intensidade autor-regulada no calor* (Carvalho, 2009).

Neste capítulo, abordaremos os mecanismos envolvidos na termorregulação em humanos, com ênfase na importância da reposição hídrica durante o exercício físico. O conteúdo teórico se aplica às práticas esportivas recreacionais ou competitivas.

## **Princípios básicos da termorregulação**

O ser humano é conhecido como um animal homeotérmico capaz de manter a sua temperatura interna próxima a 37°C, com pequenas variações circadianas ao longo do dia (Cauter *et al.*, 1991). Entretanto, em situações adversas, como durante a prática de atividades físicas no calor, a manutenção dessa temperatura torna-se um desafio para o organismo. Para isso, o ser humano dispõe de ajustes fisiológicos (vasodilatação periférica e sudorese) e comportamentais (procura de sombra, banho com água fria, aumento da superfície para troca de calor) que se integram a mecanismos físicos (condução, radiação, convecção e evaporação) para o controle de sua temperatura.

A contribuição de cada um dos mecanismos físicos envolvidos na termorregulação humana depende principalmente das condições ambientais sob as quais o exercício ocorre. Sabe-se que, com o aumento da temperatura ambiental, a contribuição da condução e convecção no processo de dissipação de calor decresce acentuadamente, enquanto a radiação torna-se quase insignificante. Dessa forma, a evaporação do suor passa

a predominar como principal meio para dissipação do calor corporal (ACSM, 2007). Contudo, a combinação de altas temperaturas e elevadas taxas de umidade relativa do ar diminui a eficiência da via evaporativa para perda de calor corpóreo, uma vez que o ambiente já se encontra saturado de moléculas de água (Wendt; Loon; Lichtenbel, 2007).

Complementando as informações acima, a magnitude das perdas hídricas pela sudorese depende basicamente das características individuais (massa corporal, predisposição genética, estado de aclimatação e eficiência metabólica), da duração e intensidade do exercício, do tipo de vestimenta e/ou equipamento(s) utilizado(s) nas competições e treinamentos e, obviamente, das condições ambientais (ACSM, 2007). Em suma, o fenômeno da sudorese é regulado por mecanismos neurais e acontece quando as glândulas sudoríparas écrinas são ativadas pelo sistema nervoso simpático colinérgico do hipotálamo posterior, permitindo que o calor metabólico, produzido pelo exercício, possa ser dissipado para o ambiente (Shibasaki; Wilson; Crandall, 2006; Wendt; Loon; Lichtenbel, 2007).

## **Balanço osmótico e o controle da sede**

Aproximadamente 50% e 60% da massa corporal de mulheres e homens adultos, respectivamente, são constituídas por água, que é distribuída entre os compartimentos intracelulares (2/3) e extracelulares (1/3). O equilíbrio entre esses dois compartimentos depende diretamente da concentração de soluto de cada um deles, do tipo de membrana que os separa e das características das substâncias que podem atravessá-la. A água se movimenta pelos compartimentos de acordo com o gradiente osmótico de cada um deles, ou seja, pela osmolalidade, que precisa ser a mesma para todos eles. Por exemplo, se a osmolalidade do plasma estiver maior que a dos outros compartimentos, a água se deslocará do líquido intersticial para o plasma e das células para o líquido intersticial, mantendo um equilíbrio osmótico, mas fazendo com que todos

os compartimentos terminem com uma osmolalidade semelhante (Saltmarsh, 2001).

A combinação do estresse térmico ambiental com a desidratação induzida pelo exercício poderia ter como respostas diretas a diminuição do volume plasmático e o aumento da osmolalidade do plasma (González-Alonso; Calbet; Nielsen, 1998; Saltmarsh, 2001). Como consequência, haveria uma redução do volume sistólico e um aumento compensatório da frequência cardíaca na tentativa de manutenção do débito cardíaco.

As mudanças na osmolalidade plasmática são percebidas no cérebro por células sensíveis (osmorreceptores), que, quando estimuladas, desencadeiam a sensação de sede e impõem os rins a conservarem água (Saltmarsh, 2001). O mecanismo de ação dos rins é controlado diretamente pela secreção de substâncias reguladoras dos fluidos corporais, como a angiotensina II – que estimula a produção de aldosterona pelas glândulas suprarrenais (Kenefick *et al.*, 2007) – e a vasopressina, também conhecida como hormônio antidiurético (ADH) (Kenefick *et al.*, 2000; Kenefick *et al.*, 2007). Os rins também são controlados pelos neurônios dos núcleos supra-óptico e paraventricular do hipotálamo (Barrett; Singer; Clapp, 2007). A aldosterona e o ADH atuam diretamente nos rins, na reabsorção dos íons de sódio juntamente com água e na regulação da diurese através da reabsorção de água nos ductos coletores, respectivamente. Porém, o mecanismo de ação do ADH e a percepção de sede não acontecem exatamente ao mesmo tempo. Primeiramente, os rins concentram a urina e somente depois a sede se torna perceptível (Saltmarsh, 2001).

Em um estudo clássico, Figaro e Mack (1997) monitoraram a sede e o comportamento do ADH através de três procedimentos de reidratação: (1) com ingestão de água *ad libitum* (CON – grupo controle); (2) com infusão intragástrica (INF); e (3) normal com extração simultânea de água via uma sonda nasogástrica (EXT). Os pesquisadores verificaram uma rápida diminuição nos níveis de ADH plasmático logo após a ingestão de água, e quando a concentração desse hormônio estava alta, os voluntários sentiam mais sede. Apesar da diminuição do ADH plasmático após a

ingestão, a osmolalidade manteve-se elevada na situação com EXT. A sensação de sede foi reduzida mais rapidamente nas situações CON e EXT comparada à INF. Esses achados sugerem que receptores orofaríngeos estimulados pelo reflexo da deglutição influenciam o padrão de ingestão de líquidos em humanos.

Para Saltmarsh (2001), receptores de volume e osmorreceptores localizados na boca, na garganta, no estômago e no intestino poderiam fornecer informações ao sistema nervoso central acerca da natureza dos líquidos, como o volume e o grau de refrescância dos mesmos.

## **Fatores que influenciam a sede**

Por definição, a sensação de sede seria um estado motivacional central (provocado pelo núcleo ventromedial do hipotálamo) e comportamental de buscar e consumir água (Nadel; Mack; Takamata, 1993). Para se avaliar a sede, que é uma sensação individual, os estudos normalmente utilizam tabelas constituídas de uma escala linear, com um valor mínimo que representa “nenhuma sede” e com um valor máximo “muita sede” (Nadel; Mack; Takamata, 1993; Ormerod *et al.*, 2003).

O fenômeno da sede pode ser influenciado por diversos fatores, como as alterações na osmolalidade plasmática, a redução do volume sanguíneo e a sensação de boca seca (Nadel; Mack; Takamata, 1993). Além desses, a secreção aumentada de histamina, gastrina e serotonina durante as refeições também são estímulos desencadeadores do desejo de beber algo (Saltmarsh, 2001). No entanto, a noção de qual dessas substâncias seria mais relevante para tal sensação não parece bem definida na literatura.

Brunstrom, Tribbeck e Macrae (2000) verificaram os efeitos do grau de umidade da boca na ingestão voluntária de líquidos. Os resultados desse estudo mostraram que, na situação na qual a saliva não pode ser transferida dos ductos parótidos para a cavidade oral principal (pelo uso de bastões de algodão na boca), os voluntários consumiram mais água e com

uma maior frequência do que na condição controle. No entanto, não foi observada diferença na sensação de sede entre os grupos. Esses achados podem ser explicados pela inibição da produção de saliva provocada pela ingestão de água, removendo assim a sensação de boca seca.

Ormerod e demais autores (2003) citam que a sede também é influenciada por aspectos comportamentais, ambientais e sociais, e que entre eles estão a palatabilidade (entendida como a qualidade, o sabor, a temperatura, o cheiro e a cor dos líquidos), a ingestão de alimentos, o grau de distensão gástrica, o estado de humor de cada indivíduo e o horário permitido para o consumo.

Em um estudo de revisão, Saltmarsh (2001) relata que, durante testes em laboratório, nos quais as bebidas foram colocadas em diferentes distâncias dos voluntários, aqueles que tiveram acesso ao líquido numa distância próxima ao corpo consumiram uma quantidade maior do que aqueles que tinham que se levantar para alcançar o mesmo objetivo. Assim, a oferta de água nos espaços esportivos e nas escolas parece importante no controle da sede de escolares.

Alternativamente, a adição de carboidratos e sais minerais à água seria uma vantagem para a melhoria do sabor e, conseqüentemente, para a ingestão voluntária de maiores volumes (ACSM, 2007; Saltmarsh, 2001).

## **Reposição hídrica e exercício**

Admitindo-se que a taxa de acúmulo de calor constituiria em um dos fatores determinantes para a fadiga (Marino, 2004; Rodrigues *et al.*, 2003; Tucker *et al.*, 2006), a manutenção ou a atenuação do aumento da temperatura corporal dentro de limites ideais por meio da utilização de técnicas de resfriamento poderia ser determinante para uma maior tolerância à atividade física no calor (Guimarães; Silami-Garcia, 1993).

Dentre as técnicas mais conhecidas de resfriamento corporal, a imersão em água fria e a ingestão de líquidos frios têm sido estudadas com o intuito de diminuir o nível de estresse termorregulatório e cardiovascular. Entretanto, do ponto de vista metodológico, algumas dessas técnicas apresentam limitações quanto à sua aplicabilidade em situações de campo e/ou devido ao alto custo financeiro dos equipamentos necessários para sua execução. Sendo assim, a reposição de fluidos parece ser o método de resfriamento corporal mais prático durante atividades físicas realizadas no calor (Lee; Maughan; Shirrefs, 2008; Lee; Shirrefs; Maughan, 2008; Mündel *et al.*, 2006).

Especificamente, os efeitos positivos da hidratação nas respostas cardiovasculares e termorregulatórias já estão bem definidos na literatura. O consumo de líquidos atuaria prevenindo a redução do volume plasmático, do volume de ejeção, do débito cardíaco e do fluxo sanguíneo para a pele, além de atenuar o aumento da frequência cardíaca, da temperatura retal e da percepção subjetiva do esforço (Noakes, 1993). Além desses benefícios, a reposição hídrica também seria importante para a manutenção da osmolalidade plasmática (Noakes, 2007a).

Marino (2004) verificou que a restrição de líquidos acelerou significativamente a taxa de aumento da temperatura retal e assim reduziu a tolerância ao esforço num protocolo de exercício de intensidade fixa (70% da potência máxima) até a fadiga, realizado logo após 40 minutos de exercício preparatório.

Em um estudo de revisão, Cheuvront, Carter e Sawka (2003) relatam que, em um total de treze trabalhos avaliados, em dez deles houve melhora do desempenho quando os indivíduos beberam algum líquido comparado com aqueles que nada consumiram durante o exercício, e em três deles a ingestão não apresentou nenhuma vantagem adicional. Notadamente, esses estudos que falharam em apontar algum efeito benéfico da hidratação tiveram curta duração e foram realizados em ambientes temperados. Esses achados sugerem que a efetividade da hidratação seria menos aparente em exercícios de curta duração (Backx; Someren; Palmer, 2003; Cheuvront; Carter; Sawka, 2003).

Segundo o American College of Sports Medicine (ACSM, 2007), para que a reposição hídrica seja feita de maneira eficiente, é necessário que alguns fatores sejam considerados, dentre eles, o tipo, a temperatura e o volume do líquido ingerido, assim como a frequência de ingestão, as velocidades de esvaziamento gástrico e da taxa de absorção intestinal.

## **A sede como estratégia de hidratação**

Nas últimas décadas, apesar do consenso sobre a importância da reposição hídrica, uma questão continua sendo alvo de constantes discussões entre grupos de estudos e pesquisadores da área: como se hidratar durante o exercício?

De acordo com as recomendações propostas por uma reconhecida instituição esportiva (ACSM, 2007), os líquidos devem ser consumidos de forma planejada, de modo que toda perda hídrica seja plenamente repostas. As características dessas diretrizes baseiam-se na hipótese de que a desidratação acima de 2% da massa corporal poderia comprometer o desempenho físico e, em níveis mais elevados, aumentar o risco de aparecimento das doenças relacionadas ao calor (ACSM, 2007; Coyle, 2004). Contudo, a validade dessas estratégias de hidratação tem sido questionada, devido, sobretudo, à ausência de evidências científicas consistentes que comprovem a existência de uma relação direta entre o nível de desidratação e o grau de piora do desempenho, e se essa relação realmente aumenta quando as condições ambientais se tornam mais severas.

Kay e Marino (2003) testaram a hipótese de que a ingestão de fluidos atenuaria o estresse termorregulatório e, com isso, promoveria melhora do rendimento durante a realização de 60 minutos de ciclismo com intensidade autorregulada em dois tipos de ambientes: quente (33°C) e temperado (20°C). Os autores observaram que a distância total pedalada e a temperatura retal não foram alteradas pelas condições ambientais e nem pela reposição de 100% das perdas hídricas quando comparada

à situação sem ingestão de água. Esses resultados sugerem que a reposição plena de água não fornece vantagem termorregulatória ou no desempenho durante esse tipo de exercício, independentemente das condições ambientais.

Dugas e colaboradores (2008) avaliaram os efeitos de seis diferentes volumes de líquidos no desempenho físico de ciclistas submetidos a 80 km de ciclismo contrarrelógio no calor. A primeira das situações aconteceu com ingestão *ad libitum* (Ad Lib) e as demais foram calculadas a partir do valor de desidratação observado em Ad Lib. Esses valores corresponderam a 0%, 33%, 66% e 100% da massa corporal perdida. Além dessas, uma última situação foi realizada de maneira que os voluntários deveriam apenas enxaguar a boca sem que houvesse ingestão (WET). Não foram observados efeitos do tratamento ( $p > 0,05$ ) para as variáveis termorregulatórias e de desempenho, apesar da maior potência desenvolvida nas situações Ad Lib, 66% e 100%, quando comparado à WET, 0% e 33%. Os autores concluíram que beber mais do que o volume consumido *ad libitum* não implica nenhuma vantagem ergogênica. Como limitação, o estudo apresentou um baixo valor amostral ( $n = 6$ ), favorecendo o erro do tipo II e dificultando o aparecimento de diferenças estatísticas entre os grupos.

Backx, Someren e Palmer (2003) investigaram os efeitos do volume ingerido durante um contrarrelógio de 1 hora em ambiente temperado (20°C e 70% de umidade relativa do ar). Durante a familiarização, os voluntários ingeriram bebida carboidratada *ad libitum* em períodos regulares (15-20min, 30-35min e 45-50min). Em seguida, em ordem aleatória, os sujeitos realizaram uma das situações experimentais, consumindo muito – HF (300mL) –, moderadamente – MF (150mL) – e pouco líquido – LF (40mL) – nos mesmos momentos da familiarização. Não foram encontradas diferenças no desempenho e nas demais variáveis (frequência cardíaca e massa corporal perdida) entre HF, MF e LF. Entretanto, a sensação de plenitude gástrica nos últimos 30 minutos de exercício foi maior quando mais líquido foi consumido (HF), comparado às situações MF e LF. Além disso, relatos de náuseas e desconforto gástrico foram reportados na situação HF.

Para Noakes (2007a), o desempenho físico será otimizado independentemente do grau de desidratação, desde que algum líquido seja ingerido e prontamente absorvido para prevenir a sede durante o exercício. Isso parece explicar o porquê de atletas de elite apresentarem alto rendimento em diferentes competições mesmo estando altamente hipohidratados (Cheuvront; Carter; Sawka, 2003).

De fato, além de não representar benefício para o desempenho, o ato de beber além do volume *ad libitum*, conforme é proposto nos protocolos que padronizam a taxa de ingestão em volumes fixos ou relativizam pela massa corporal pré-exercício, poderia superestimar a real necessidade dos indivíduos (Noakes, 2003). Em casos extremos, o consumo excessivo de líquidos poderia diluir o meio extracelular do sangue e, como consequência, provocar um quadro conhecido como hiponatremia dilucional (níveis de sódio abaixo da normalidade) (Gardner, 2002; Noakes, 2003). Em menor escala, a ingestão sistematizada pode causar desconforto gástrico, náuseas, vômitos e, em alguns casos, até mesmo morte (Noakes, 1993).

Baseando-se nessas discussões sobre os possíveis riscos relacionados à hiperidratação durante o exercício, alguns autores têm defendido a efetividade da reposição hídrica de acordo com a sede como estratégia segura e suficiente de hidratação (Machado-Moreira *et al.*, 2006; Noakes, 2007a, 2007b).

Segundo eles, o mecanismo da sede é considerado como parte do processo evolutivo do ser humano, que desenvolveu ao longo do tempo formas diferenciadas e perfeitamente integradas para regular o volume e a osmolalidade plasmática, assim como sua temperatura corporal. Logo, o sistema nervoso central seria capaz de indicar corretamente o volume de fluidos a ser ingerido a partir das informações por ele integradas sobre todas as demandas do organismo.

Para os críticos desse modelo, a reposição hídrica “guiada” pelo mecanismo da sede só seria válida nas situações de repouso, pois, durante a atividade física, os seres humanos repõem voluntariamente menos

líquidos do que perdem, ocorrendo assim uma “desidratação voluntária”. Outros autores preferem chamar esse fenômeno de “desidratação involuntária”, já que as pessoas não diminuem a taxa de ingestão de água “voluntariamente” (Greenleaf *et al.*, 1983).

## **Temperatura dos líquidos**

### **Padrão de ingestão voluntária**

De acordo com as recomendações do ACSM (2007), os líquidos que estão abaixo da temperatura ambiente possuem melhor palatabilidade e assim seriam mais eficientes no processo de reidratação.

Em humanos, a temperatura média da água preferida para o consumo seria em torno de 15°C (10-20°C), sendo que a ingestão nessa temperatura foi de 29-54% (Szlyk *et al.*, 1990), 31% superior ao consumo de água a 40°C (Szlyk *et al.*, 1989). Esses valores corroboram os sugeridos pelo ACSM (2007), que variam de 15°C a 21°C. Para Saltmarsh (2001), a temperatura preferida para o consumo é condicionada culturalmente, mas geralmente fica entre 5°C e 16°C. Segundo esse mesmo autor, existem relatos de que atletas acham difícil ingerir líquidos extremamente gelados. No entanto, ratos preferem água cuja temperatura seja próxima à temperatura do corpo (30-37°C) (Szlyk *et al.*, 1989).

Marins e colegas (2004) analisaram os hábitos de hidratação de atletas de diferentes modalidades esportivas de longa duração. Nesse estudo, mais de 70% dos triatletas, ciclistas e corredores de fundo entrevistados revelaram não se importar com a temperatura do líquido com o qual se hidratam e que o mais importante seria não ingerir líquidos em temperaturas demasiadamente baixas, uma vez que, segundo os atletas, isso causaria algum tipo de mal-estar.

Mündel e demais autores (2006) observaram que durante exercício contínuo em bicicleta, a 34°C, realizado até a fadiga, o líquido frio (4°C)

foi significativamente mais consumido do que a uma temperatura mais neutra (19°C), corroborando os resultados de Sandick, Engell e Maller (1984), nos quais os indivíduos, após o exercício, também preferiram a ingestão de uma bebida que tivesse a temperatura mais baixa, sendo ingerido um volume maior de água a 5°C quando comparado às outras temperaturas (16°C, 22°C e 38°C).

## Desempenho físico

Em repouso, o consumo de líquidos provoca uma sustentada atenuação da temperatura interna, considerando-se o volume e a temperatura da bebida (IMMS; Lighten, 1989). Esses achados estão de acordo com os resultados de Wimer e demais autores (1997) e Guimarães e Silami-Garcia (1993), nos quais a taxa média de elevação da temperatura interna foi maior na situação sem ingestão quando comparada às situações com reposição hídrica. Além disso, esse comportamento foi mais acentuado quando a água quente foi consumida (38°C) *versus* água a temperaturas mais baixas (19°C e 0,5°C). Porém, apesar da simplicidade do método, esse trabalho não avaliou os efeitos da temperatura da água sob os parâmetros de desempenho.

Dessa forma, os efeitos provocados pela temperatura dos líquidos ingeridos têm sido propostos devido à sua aparente capacidade hipotérmica de diminuir o nível do estresse termorregulatório, que potencialmente pode afetar o rendimento durante a prática de atividade física prolongada no calor.

A influência da temperatura do líquido no desempenho também foi estudada por Mündel e colaboradores (2006) durante exercício em cicloergômetro a 65% da potência aeróbica máxima, num ambiente quente e seco. Os autores observaram que o tempo total de exercício foi significativamente superior (11%) na situação em que os voluntários ingeriram líquido frio (4°C) comparado à situação controle (19°C). Entretanto, os sujeitos consumiram maior volume de líquido frio ( $p < 0,05$ ) e não apresentaram diferenças nos valores da temperatura retal final entre as

situações. O consumo de líquidos aconteceu de forma *ad libitum*, porém, foi requisitado aos voluntários que ingerissem, obrigatoriamente, no mínimo 300mL a cada 15 minutos para permanecerem hidratados.

Em resposta ao trabalho de Mündel e demais autores (2006), Marino (2007) ressalta que a diferença no tempo de exercício até a fadiga não pode ser atribuída simplesmente pelo consumo extra de líquido frio ( $\approx 160\text{mL}$ ) ou pela resposta da temperatura retal. Segundo esse autor, é provável que o mecanismo de regulação antecipatória tenha fornecido informações via receptores localizados na boca e/ou durante um esvaziamento gástrico mais rápido sobre a disponibilidade de líquido frio, permitindo, assim, a continuidade do exercício. Essa hipótese pode ser confirmada pelo fato de os sujeitos que ingeriram o líquido controle ( $19^{\circ}\text{C}$ ) terem se fatigado aproximadamente 7 minutos mais cedo, com uma taxa de aumento na temperatura retal mais elevada ( $1,83^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}^{-1}$  versus  $1,45^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}^{-1}$ ).

Lee e Shirrefs (2007) desenvolveram um experimento com características diferenciadas dos demais. Nesse estudo, os sujeitos pedalarão a 53% do consumo pico de oxigênio ( $\text{VO}_{2\text{pico}}$ ) por 90 minutos, seguidos por uma sessão de exercício a 95% do  $\text{VO}_{2\text{pico}}$  até a fadiga. A ingestão dos líquidos ( $10, 37$  e  $50^{\circ}\text{C}$ ) aconteceu entre os minutos 30 e 40, sendo consumido um total de 1 litro, fracionado em alíquotas de 250mL a cada 2,5 minutos. Não foram encontradas diferenças na tolerância ao esforço relativo a 95% do  $\text{VO}_{2\text{pico}}$  nas três situações experimentais. No entanto, a temperatura média da pele foi maior e a frequência cardíaca menor nos indivíduos que consumiram fluidos a  $10^{\circ}\text{C}$ .

Recentemente, Lee, Maughan e Shirrefs (2008) repetiram o delineamento do estudo acima, alterando somente a estratégia de reposição de líquidos. Foi requerido que os voluntários ingerissem quatro alíquotas de 400mL após 30, 45, 60 e 75 minutos de exercício a 50% do  $\text{VO}_{2\text{pico}}$ . Apesar da mudança no plano de reidratação, o tempo total de exercício até a fadiga não foi diferente entre as situações. Segundo os autores, isso é explicado pela capacidade do corpo humano de manter a temperatura

corporal através de reflexos termorregulatórios, em resposta à troca de calor provocada pela ingestão de água fria.

Todavia, esse mesmo grupo de pesquisadores (Lee; Shirrefs; Maughan, 2008) observou que a ingestão de 900mL de água fria (4°C) 30 minutos antes do exercício, acrescido de 100mL da mesma bebida a cada 10 minutos de exercício no calor (35°C e 60% de umidade relativa do ar), influenciou o desempenho de ciclistas em, aproximadamente, 23%, quando comparada à situação controle (37°C). A estratégia de resfriar o corpo previamente com um grande volume de água aumentou a capacidade do corpo para armazenar calor antes do alcance de uma temperatura limite crítica na qual o exercício não pode ser sustentado. Além disso, o tratamento aplicado alterou o comportamento da frequência cardíaca, temperatura retal e da taxa de sudorese no repouso e durante o esforço.

## **Conclusão**

Considerando as informações apresentadas, algumas conclusões podem ser formuladas. Em relação à sede, esta requer mecanismos fisiológicos complexos para sua regulação e, ao mesmo tempo, é sensível a intervenções comportamentais e de fatores externos, como o exercício físico, a temperatura do ambiente e da água consumida. Quanto à hidratação durante o exercício físico, os estudos indicam que, de modo geral, o consumo *ad libitum* de água em baixas temperaturas é suficiente para manter a homeostase hídrica corporal em níveis adequados para um bom rendimento físico, além de prevenir os distúrbios advindos de um baixo consumo de líquidos. Por fim, o consumo predeterminado ou a ingestão elevada de água não traz benefícios extras para o desempenho durante o exercício físico.

## Referências

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). Position stand: exercise and fluid replacement. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, p. 377-390, 2007.

BACKX, K.; SOMEREN, K. A.; PALMER, G. S. One hour cycling performance is not affected by ingested fluid volume. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 13, p. 333-342, 2003.

BARRETT, L. K.; SINGER, M.; CLAPP, L. H. Vasopressin: mechanisms of action on the vasculature in health and in septic shock. **Critical Care Medicine**, v. 35, n. 1, p. 3-40, 2007.

BRUNSTROM, J. M.; TRIBBECK, P. M.; MACRAE, A. W. The role of mouth state in the termination of drinking behavior in humans. **Physiology and Behavior**, v. 68, p. 579-583, 2000.

CARVALHO, M. V. **Efeitos da temperatura e do volume de água ingerido no desempenho durante 40 km de ciclismo com intensidade autorregulada no calor**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

CAUTER, E.; BLACKMAN, D.; ROLAND, D.; SPIRE, J. P.; REFETOFF, S.; POLONSKY, K. S. Modulation of glucose regulation and insulin secretion by circadian rhythmicity and sleep. **The Journal of Clinical Investigation**, v. 88, n. 3, p. 934-942, 1991.

CHEUVRONT, S. N.; CARTER, R.; SAWKA, M. N. Fluid balance and endurance exercise performance. **Current Sports Medicine Reports**, v. 2, p. 202-208, 2003.

COYLE, E. F. Fluid and fuel intake during exercise. **Journal of Sports Sciences**, v. 22, p. 39-55, 2004.

DUGAS, J. P.; OOSTHUIZEN, U.; TUCKER, R.; NOAKES, T. D. Rates of fluid ingestion alter pacing but not thermoregulatory responses during prolonged exercise in hot and humid conditions with appropriate convective cooling. **European Journal of Applied Physiology**, v. 105, p. 69-80, 2008.

FIGARO, M. K.; MACK, G. W. Regulation of fluid intake in dehydrated humans: role of oropharyngeal stimulation. **American Journal of Physiology**, v. 272, p. R1740-1746, 1997.

GARDNER, J.W. Death by water intoxication. **Military Medicine**, v. 167, n. 5, p. 432-434, 2002.

GONZÁLEZ-ALONSO, J.; CALBET, J. A. L.; NIELSEN, B. Muscle blood flow is reduced with dehydration during prolonged exercise in humans. **The Journal of Physiology**, v. 513, p. 895-905, 1998.

GREENLEAF, J. E.; BROCK, P. J.; KEIL, L. C.; MORSE, J. T. Drinking and water balance during exercise and heat acclimation. **Journal of Applied Physiology**, v. 54, n. 2, p. 414-419, 1983.

GUIMARÃES, M. T.; SILAMI-GARCIA, E. Water replacement and thermoregulatory responses during prolonged exercise. **Brazilian Journal Medical Biology and Research**, v. 26, p. 1237-1240, 1993.

IMMS, F. J.; LIGHTEN, A. D. The cooling effects of a cold drink. In: MERCER, J. B. (ed.). **Thermal physiology**. New York: Elsevier Science, 1989. p. 135-139.

KAY, D.; MARINO, F. Failure of fluid ingestion to improve self-paced exercise performance in moderate-to-warm humid environments. **Journal of Thermal Biology**, v. 28, p. 29-34, 2003.

KENEFICK, R. W.; MARESH, C. M.; ARMSTRONG, L. E.; CASTELLANI, J. W.; RIEBE, D.; ECHEGARAY, M. E.; KAVOROUS, S. A. Plasma vasopressin and aldosterone responses to oral and intravenous saline rehydration. **Journal of Applied Physiology**, v. 89, p. 2117-2122, 2000.

KENEFFICK, R. W.; MARESH, C. M.; ARMSTRONG, L. E.; RIEBE, D.; ECHEGARAY, M. E.; CASTELLANI, J. W. Rehydration with fluid of varying tonicities: effect on fluid regulatory hormones and exercise performance in the heat. **Journal of Applied Physiology**, v. 102, p. 1899-1905, 2007.

LEE, J. K. W.; MAUGHAN, R. J.; SHIRREFFS, S. M. The influence of serial feeding of drinks at different temperatures on thermoregulatory responses during cycling. **Journal of Sports Sciences**, v. 26, n. 6, p. 583-590, 2008.

LEE, J. K. W.; SHIRREFFS, S. M. The influence of drink temperature on thermoregulatory responses during prolonged exercise in a moderate environment. **Journal of Sports Sciences**, v. 25, n. 9, p. 975-985, 2007.

LEE, J. K. W.; SHIRREFFS, S. M.; MAUGHAN, R. J. Cold drink ingestion improves exercise endurance capacity in the heat. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 9, p. 1637-1644, 2008.

MACHADO-MOREIRA, C. A.; VIMIEIRO-GOMES, A. C.; SILAMI-GARCIA, E.; RODRIGUES, L. O. C. Hidratação durante o exercício: a sede é suficiente? **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 12, n. 6, p. 405-409, 2006.

MARINO, F. E. Anticipatory regulation and avoidance of catastrophe during exercise-induced hyperthermia. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 139, p. 561-569, 2004.

MARINO, F. E. Evidence for anticipatory regulation mediated by drink temperature during fixed intensity exercise in the heat. **Experimental Physiology**, v. 92, n. 2, p. 467-468, 2007.

MARINS, J. C. B.; ARGUDO, C.; IGLESIAS, M. L.; MARINS, N.; ZAMORA, S. Hábitos de hidratación em um colectivo de pruebas de resistência. **Selección**, v. 13, n. 1, p. 18-28, 2004.

MÜNDEL, T.; KING, J.; COLLACOTT, E.; JONES, D. A. Drink temperature influences fluid intake and endurance capacity in men during exercise in a hot, dry environment. **Experimental Physiology**, v. 91, n. 5, p. 925-933, 2006.

NADEL, E. R.; MACK, G. W.; TAKAMATA, A. Thermoregulation, exercise and thirst: interrelations in humans. *In*: GISOLF, C. A.; LAMB, D. R.; NADEL, E. R. (ed.).

**Perspectives in exercise science and sports medicine: the metabolic basis of performance in sport & exercise.** v. 6. [S. l.]: Cooper Publishing Group 1993. p. 225-256.

NOAKES, T. D. Fluid replacement during exercise. **Exercise Sports Science Review**, v. 21, p. 297-330, 1993.

NOAKES, T. D. Drinking guidelines for exercise: what evidence is there that athletes should drink “as much as tolerable”, “to replace the weight lost during exercise” or “ad libitum”? **Journal of Sports Sciences**, v. 25, n. 7, p. 781-796, 2007a.

NOAKES, T. D. Fluid replacement during marathon running. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 13, n. 5, p. 309-318, 2003.

NOAKES, T. D. Hydration in the marathon: using thirst to gauge safe fluid replacement. **Sports Medicine**, v. 37, n. 4-5, p.463-466, 2007b.

ORMEROD, J. K.; ELLIOTT, T. A.; SCHEETT, T. P.; VANHEEST, J. L.; ARMSTRONG, L. E.; MARESH, C. M. Drinking behavior and perception of thirst in untrained woman during 6 weeks of heat acclimation and outdoor training. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 13, n. 1, p. 15-28, 2003.

RODRIGUES, L. O. C.; OLIVEIRA, A.; LIMA, N. R. V.; MACHADO-MOREIRA, C. A. Heat storage rate and acute fatigue in rats. **Brazilian Journal of Medical Biology and Research**, Ribeirão Preto, v. 36, n. 1, p. 131-135, 2003.

SALTMARSH, M. Thirst: why do people drink? **Nutrition Bulletin**, v. 26, p. 53-58, 2001.

SANDICK, B. L.; ENGELL, D. B.; MALLER, O. Perception of drinking water temperature and effects for humans after exercise. **Physiology and Behaviour**, v. 32, n. 5, p. 851-855, 1984.

SHIBASAKI, M.; WILSON, T. E.; CRANDALL, C. G. Neural control and mechanisms of eccrine sweating during heat stress and exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 100, p. 1692-1701, 2006.

SZLYK, P.; SILS, I. V.; FRANCESCONI, R. P.; HUBBARD, R. W. Patterns of human drinking: effects of exercise, water temperature, and food consumption. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, v. 61, p. 43-48, 1990.

SZLYK, P.; SILS, I. V.; FRANCESCONI, R. P.; HUBBARD, R. W.; ARMSTRONG, L. E. Effects of water temperature and flavoring on voluntary dehydration in men. **Physiology and Behaviour**, v. 45, n. 3, p. 639-647, 1989.

TUCKER, R.; MARLE, T.; LAMBERT, E. V.; NOAKES, T. D. The rate of heat storage mediates an anticipatory reduction in exercise intensity during cycling at a fixed rating of perceived exertion. **The Journal of Physiology**, v. 573, p. 905-915, 2006.

WENDT, D.; LOON, L. J. C.; LICHTENBEL, T. W. D. V. M. Thermoregulation during exercise in the heat: strategies for maintaining health and performance. **Sports Medicine**, v. 37, n. 8, p. 669-682, 2007.

WIMER, G. S.; LAMB, D. R.; SHERMAN, W. M.; SWANSON, S. C. Temperature of ingested water and thermoregulation during moderate-intensity exercise. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 22, n. 5, p. 479-493, 1997.