

Reidratação durante exercício no calor reduz o índice de esforço fisiológico em adultos saudáveis

Rehydration during exercise in the heat reduces physiological strain index in healthy adults

Marcelo Gava Pompermayer¹

Rodrigo Rodrigues¹

Bruno Manfredini Baroni²

Raquel de Oliveira Lupion¹

Flavia Meyer¹

Marco Aurélio Vaz¹

Resumo – O exercício no calor provoca alterações fisiológicas que refletem principalmente no sistema cardiovascular. O índice de esforço fisiológico (IEF), que utiliza o comportamento da temperatura corporal (Tre) e da frequência cardíaca (FC) para avaliar o nível de sobrecarga cardiovascular vem sendo preconizado na literatura. Porém, poucos estudos avaliaram os efeitos da desidratação e reidratação sobre este marcador. Assim, o objetivo foi verificar o efeito de uma estratégia de reidratação proporcional à perda hídrica durante exercício prolongado no calor sobre o estado de hidratação, IEF e taxa de percepção de esforço (TPE) de sujeitos saudáveis. Dez sujeitos realizaram duas sessões de exercício no calor, sendo a primeira sem reidratação (redução de 2% da massa corporal) (MC) e a segunda com reidratação (água mineral) em um volume proporcional à perda da primeira sessão. A FC e a Tre foram monitoradas durante o exercício para o cálculo do IEF. A TPE também foi obtida durante o exercício. A MC, gravidade específica (GEU) e coloração da urina (COR) foram mensuradas antes e após o exercício para avaliação do estado de hidratação. Os resultados demonstraram maior IEF na situação sem reidratação comparada à situação com reidratação a partir de 45 minutos de exercício ($p < 0,05$), mantendo-se significativa até o final do protocolo. A TPE também apresentou diferença significativa entre as situações ($p < 0,001$). A estratégia de reidratação foi efetiva para manter o estado de hidratação, atenuar o IEF e a TPE, trazendo importantes implicações para práticas desportivas, sobretudo àquelas que têm duração superior a 45 minutos.

Palavras-chave: Água; Estresse fisiológico; Exercício; Hidratação; Termorregulação.

Abstract – Exercise in the heat leads to physiological alterations that reflect mainly on the cardiovascular system. The physiological strain index (PSI) uses heart rate (HR) and rectal temperature (Tre) to evaluate the cardiovascular strain and lately it has been brought up on the literature. However, few studies used the PSI to evaluate its response following dehydration and rehydration protocols. Thus, the aim of the present study was to verify the effect of rehydration proportional to fluid losses during prolonged exercise in the heat on hydration status, PSI and rating of perceived exertion (RPE) in healthy subjects. Ten volunteers performed two sessions of exercise in heat. The first with fluid restriction until subjects reach 2% of body mass (BM) reduction. The second with rehydration proportional to fluid losses of the first. HR and Tre were monitored during the entire exercise protocol in order to calculate PSI. Subjects also reported their RPE. BM, urine specific gravity (USG) and urine color (UC) were measured to evaluate hydration status. Results demonstrated greater PSI in the fluid restricted trial compared to the rehydration trial from 45 minutes of exercise ($p < 0,05$), and that differences remain significant until the end of the protocol. RPE also presented significant differences between trials ($p < 0,001$). Rehydration strategy was effective to maintain hydration status and attenuate the increase on PSI and RPE, which has important implications for sports, especially those with more than 45 minutes.

Key words: Body temperature regulation; Exercise; Hydration; Physiological stress; Water.

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Educação Física. Laboratório de Pesquisa do Exercício. Porto Alegre, RS. Brasil.

² Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre. Departamento de Fisioterapia. Porto Alegre, RS. Brasil.

Recebido em: 14/06/13

Revisado em: 29/08/13

Aprovado em: 30/11/13



Licença
Creative Commons

INTRODUÇÃO

O exercício no calor causa modificações fisiológicas no organismo que podem afetar o funcionamento dos sistemas neuromuscular¹ e cardiovascular², de forma a prejudicar o desempenho no exercício³. A perda de água corporal proveniente da sudorese pode levar à desidratação que é outro fator agravante na queda do desempenho, tendo em vista que a principal forma de dissipação do calor durante o exercício é através da evaporação do suor⁴.

Os efeitos da desidratação podem ocorrer mesmo sob reduções leves a moderadas na massa corporal (1-3%)⁵. De acordo com as diretrizes da *Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte*⁶, reduções severas (entre 4-6%) são ainda mais deletérias ao desempenho, podendo levar à fadiga térmica, ao passo que níveis de desidratação que atingem 7% apresentam risco de choque térmico, coma e morte. Uma vez que é comum atletas terminarem e até mesmo iniciarem uma sessão de treino ou competição desidratados, a identificação do estado de hidratação é fundamental para elaborar estratégias adequadas de reidratação. Embora existam diversos marcadores para se avaliar o estado de hidratação, metodologias não-invasivas como a alteração na massa corporal (MC), a gravidade específica da urina (GEU) e a coloração da urina (COR) costumam ser empregadas em situações laboratoriais e de campo devido ao seu baixo custo e satisfatória reprodutibilidade⁷.

Buscando minimizar os efeitos adversos da desidratação, estratégias de reidratação têm sido recomendadas. Em situações de campo, a reposição hídrica é comumente baseada na percepção subjetiva de sede ao longo do exercício⁸. Embora evidências apontem que essa seja uma estratégia válida para a manutenção do estado de hidratação⁹, há situações em que o quadro de desidratação pode já estar instalado pela manifestação tardia da sede¹⁰. Nesse sentido, publicações do *American College of Sports Medicine*⁴ e da *National Athletic Trainer's Association*¹¹ apontam que a ingestão de líquidos durante o exercício deve ocorrer em intervalos regulares e em quantidades proporcionais às perdas, podendo ser facilmente quantificada através de alterações na MC observadas durante e após o exercício. No entanto, outras metodologias, como o índice de esforço fisiológico (IEF), vêm sendo testadas para verificar a efetividade da estratégia de reidratação, assim como seu efeito sobre o sistema cardiovascular.

O IEF¹² utiliza a frequência cardíaca (FC) e a temperatura central em uma equação que resulta em uma escala numérica universal (0 – nenhum; 10 – muito alto) capaz de quantificar a sobrecarga fisiológica durante o exercício. Maxwell et al.¹³ e Richardson et al.⁷ induziram níveis específicos de desidratação em sujeitos saudáveis por meio de exercício no calor sob diferentes estratégias de reidratação e, então, avaliaram o IEF durante a realização de exercício intermitente no calor. Em ambos os estudos, os maiores níveis de desidratação pré-exercício intermitente resultaram em maiores valores de IEF, ao passo que a estratégia de reposição de 150% do

volume de água perdido durante o protocolo de desidratação permitiu que os sujeitos iniciassem o exercício intermitente euhidratados e atingissem menores valores de IEF. Por outro lado, enquanto em um estudo¹³ a taxa de percepção de esforço (TPE) foi significativamente maior nas situações com graus mais elevados de desidratação, noutro⁷ não houve diferença significativa elas.

Os estudos supramencionados^{7,13}, entretanto, utilizaram protocolos de desidratação prévios ao exercício. Poucos estudos¹⁴⁻¹⁶ se propuseram a avaliar a resposta do IEF sob uma situação de reposição hídrica realizada concomitantemente ao exercício, sendo que estes apresentam limitações como falta de instrumentos e de controle na avaliação do estado de hidratação. Portanto, embora os achados de Moran et al.¹⁴ demonstrem a associação entre o nível de desidratação e o aumento do IEF durante o exercício, permanece uma lacuna acerca do efeito promovido por uma reposição hídrica correspondente, sobretudo, a 100% do volume hídrico perdido sobre o IEF e a TPE. Assim, o objetivo do estudo foi verificar o efeito de uma estratégia de reidratação proporcional à perda hídrica durante exercício prolongado no calor sobre o estado de hidratação, o IEF e a TPE de sujeitos saudáveis.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Abordagem experimental

Os voluntários compareceram ao laboratório em duas ocasiões separadas por um intervalo de sete dias. Na primeira visita, os indivíduos realizaram o protocolo de exercício sem ingestão de líquidos (situação sem reidratação) e, na segunda, com reposição hídrica correspondente à perda de massa corporal (situação com reidratação).

A massa corporal (MC), gravidade específica da urina (GEU) e coloração da urina (COR) de cada sujeito foram mensuradas antes e depois do exercício para avaliação do respectivo estado de hidratação corporal. Além disso, a frequência cardíaca (FC) e a temperatura retal (Tre) foram monitoradas durante todo o protocolo. Os sujeitos reportaram, ainda, sua taxa de percepção de esforço (TPE).

Amostra

A amostra foi composta por 10 indivíduos do sexo masculino, não-treinados e não-aclimatizados ao calor ($22,5 \pm 2,21$ anos; $75,9 \pm 7,35$ kg; $176 \pm 6,46$ cm; $18,85 \pm 3,01$ % gordura corporal). Todos os sujeitos leram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Os sujeitos foram instruídos a não ingerir álcool 36h antes de cada avaliação, não realizar atividades físicas vigorosas 24h antes de cada avaliação e não consumir alimentos com cafeína 12h antes de cada avaliação¹⁷.

Protocolo de exercício

O protocolo de exercício foi realizado em uma câmara ambiental a uma temperatura média de 37°C e umidade relativa do ar em 45%. Para frear o aumento excessivo da temperatura central, um ventilador foi posicionado diante dos voluntários com velocidade do vento mantida em 6 m.s⁻¹. No primeiro dia (situação sem reidratação), os sujeitos pedalarão em cicloergômetro (ERGOFIT 167, Espanha) numa cadência de 80-90rpm a uma carga constante de 100 W. A cada 20 minutos, os sujeitos interrompiam a pedalada, urinavam quando possível, secavam o suor e eram pesados (balança digital URANO PS-180). O procedimento foi repetido até que a perda da MC atingisse 2% ou a Tre ultrapassasse 39,5°C. No segundo dia (situação com reidratação), o mesmo protocolo foi realizado, diferindo somente pela ingestão de água mineral comercial (Na, 76.83 mgnl-1; Ca, 3,81 mgnl-1, Mg, 1,79 mgnl-1; K, 0,40 mgnl-1, HCO₃⁻, 184,74 mgnl-1, SO₄⁻, 4,06 mgnl-1) proporcional à perda da situação sem reidratação a cada 20 minutos, de forma a manter o estado de hidratação.

Protocolos de avaliação

Para determinação do estado de hidratação foi utilizada a GEU através de um refratômetro digital (Atago 2722-E04, Tokyo, Japão) e a escala de COR¹⁸, sendo que valores de GEU > 1.020g.ml⁻¹ e de COR > 5 indicavam desidratação¹¹. A temperatura central foi mensurada através de um termômetro retal (Physitemp Instruments, Estados Unidos) flexível e com capa descartável inserido cerca de 10 cm além do esfíncter anal. A FC foi mensurada através de um frequencímetro (POLAR RS 100, Polar Eletro OY – Finlândia). A taxa de percepção de esforço (TPE)¹⁹ também foi aferida.

Cálculo do IEF

O IEF foi calculado através do monitoramento das variáveis Tre e FC durante todo o protocolo de exercício em ambas as situações. Os valores referentes às variáveis supracitadas foram computados em intervalos de 5 minutos e, então, aplicados na equação:

$$IEF = 5 [Tret - Tre0] \times [39,5 - Tre0]^{-1} + 5 [FCt - FC0] \times [180 - FC0]^{-1}$$

onde Tre0 e FC0 correspondem aos valores de Tre e FC mensurados antes do início do protocolo de exercício, e Tret e FCt correspondem às mensurações simultâneas destas variáveis em qualquer intervalo de tempo.

Análise estatística

Uma ANOVA Two-Way (situação x tempo) foi utilizada na comparação dos valores absolutos de IEF. Havendo interação, a diferença entre as situações sem reidratação e com reidratação em cada momento de análise foi verificada através de uma ANOVA One-Way. Para comparação da TPE entre as duas situações, foi utilizado um teste t pareado. Para as variáveis MC, COR, GEU, FC e Tre foi utilizada estatística descritiva (média ± desvio padrão). O *software* SPSS (versão 17.0, Chicago, Estados Unidos) foi utilizado para as análises. O nível de significância adotado foi p = 0,05.

RESULTADOS

A Tabela 1 mostra que antes do exercício, e em ambas as situações, os sujeitos encontravam-se em um estado de hidratação adequado. Na situação sem reposição hídrica, os sujeitos apresentaram um quadro de desidratação ($2,002 \pm 0,103\%$) enquanto que, na situação com reidratação, o déficit hídrico foi desprezível ($-0,201 \pm 0,389\%$).

Os sujeitos iniciaram as duas sessões de exercício com valor de TPE igual a seis. Ao final do exercício a média da TPE foi significativamente maior ($p < 0,001$) na situação sem reidratação ($16,5 \pm 2,0$) em comparação à situação com reidratação ($11,1 \pm 3,0$).

Tabela 1. Estado de hidratação e variáveis fisiológicas nas situações sem reidratação e com reidratação nos momentos pré e pós-exercício (média $\pm$ desvio padrão).

	Sem reidratação		Com reidratação	
	Pré	Pós	Pré	Pós
GEU	$1,007 \pm 0,006$	$1,024 \pm 0,005$	$1,012 \pm 0,011$	$1,013 \pm 0,010$
COR	$1,7 \pm 1,25$	$6,7 \pm 0,94$	$2,1 \pm 1,72$	$3,1 \pm 1,44$
FC (bpm)	$105 \pm 20,02$	$168,1 \pm 9,76$	$96,9 \pm 18,41$	$149,1 \pm 17,01$
Tre ($^{\circ}\text{C}$)	$37,1 \pm 0,26$	$38,7 \pm 0,32$	$37,0 \pm 0,29$	$38,1 \pm 0,26$
MC (Kg)	$77,31 \pm 7,35$	$75,79 \pm 7,18$	$77,53 \pm 7,68$	$77,35 \pm 7,45$

GEU = gravidade específica da urina; COR = coloração da urina; FC = frequência cardíaca; Tre = temperatura retal; MC = massa corporal.

O IEF apresentou significativa interação situação-tempo ($p = 0,01$). O desdobramento do procedimento estatístico escolhido demonstrou que os sujeitos apresentaram respostas de IEF significativamente maiores ($p < 0,05$) a partir dos 45 minutos até o término do protocolo de exercício no calor na situação sem reidratação (Figura 1).

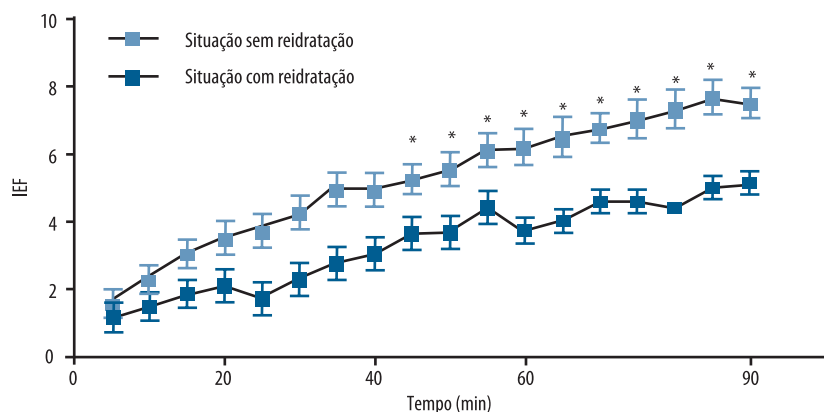


Figura 1. Respostas (média $\pm$ erro padrão) do Índice de Esforço Fisiológico (IEF) nas duas situações ao longo do tempo. *Diferença significativa entre as situações ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi que a manutenção do estado de hidratação minimizou a sobrecarga fisiológica avaliada através do IEF

durante o exercício prolongado no calor a partir de 45 minutos. Dentre as diversas estratégias de hidratação existentes na literatura^{7,20,21}, a reposição hídrica em intervalos regulares e de acordo com a perda é recomendada pelo *American College of Sports Medicine*⁴. No entanto, quando o quadro de desidratação já estiver instaurado, a ingestão de 150% do volume de fluido perdido pode ser mais efetiva²².

Em relação à sobrecarga fisiológica, as respostas de Tre e FC ao longo do protocolo de exercício, refletem, respectivamente, o armazenamento de calor pelo organismo e a resposta à demanda cardiocirculatória durante o exercício e condições ambientais²³. Assim, alterações na intensidade e volume do exercício, aclimação ao calor, nível de condicionamento físico, condições climáticas e condições patológicas podem interferir na sobrecarga cardiovascular na medida em que modificam a dissipação do calor e a frequência cardíaca. Embora o monitoramento da temperatura central e da FC seja largamente utilizado em estudos envolvendo exercício no calor e desidratação²⁴, poucos trabalhos combinaram as duas variáveis para calcular e discutir o comportamento do IEF para avaliação da sobrecarga fisiológica^{7,13-16}. No entanto, os resultados desses estudos prévios se somam aos nossos achados para sugerir o IEF como uma ferramenta sensível para denotar diferenças entre estados de hidratação e determinar a efetividade das estratégias de reidratação.

Richardson et al.⁷ avaliaram o IEF de sujeitos expostos a exercício intermitente sob quatro diferentes estados de hidratação prévios (euhidratado e desidratados a 1, 2 e 3%). O IEF foi significativamente maior nas situações 2 e 3%, quando comparado às situações euhidratado e 1%; nestas duas últimas situações, a estratégia de hidratação prévia consistiu em 150% e 50% do volume de água perdido, respectivamente. É importante notar que os sujeitos foram submetidos a um protocolo de desidratação prévio e, somente 15h após, os indivíduos realizaram o exercício nas condições predeterminadas, implicando em desidratação desde o início do exercício (exceto pela situação euhidratado). Esse fato justifica os maiores valores de IEF nas condições de maior desidratação, já que a diminuição do volume plasmático como consequência da desidratação aumenta a sobrecarga cardiovascular².

Com um desenho experimental semelhante, Maxwell et al.¹³ submeteram sujeitos a um protocolo de desidratação buscando redução de 2% na MC e a testes de *sprint* intermitente no dia subsequente. Três estratégias de hidratação foram comparadas (sem reposição, 100 e 150% do volume perdido), levando os sujeitos a desempenharem o exercício intermitente sob uma condição de desidratação de 4% e 2% e de euhidratação (0%), respectivamente. A situação 4% apresentou maiores valores de IEF quando comparada às situações 2% e 0%. Diferente do presente estudo, não houve diferença no IEF entre as situações 2% e 0%, demonstrando não haver maiores benefícios em se repor além da quantidade perdida em situações de desidratação leve. Entretanto, assim como o estudo de Richardson et al.⁷, Maxwell et al.¹³ também adotaram uma metodologia de desidratação

prévia, na qual os sujeitos não ingeriram líquido durante o teste, tornando difícil estabelecer comparações com o presente estudo.

Com desenhos experimentais mais próximos ao nosso estudo, Moran et al.¹⁴, Grego et al.¹⁵ e Bergeron et al.¹⁶ avaliaram a influência da reposição hídrica durante o exercício. Entretanto, Grego et al.¹⁵ não utilizaram uma estratégia de reposição hídrica individualizada e Bergeron et al.¹⁶, como relataram os próprios autores, não controlaram o estado de hidratação pré-exercício o que pode ter interferido na interpretação dos resultados. O estudo de Moran et al.¹⁴, por sua vez, mesmo que não tenha utilizado outros instrumentos para mensuração do estado de hidratação, foi mais rigoroso metodologicamente. Oito jovens treinados pedalarão por 120 minutos em cicloergômetro em quatro situações, recebendo, em cada uma delas, uma reposição de 80, 50 e 20% da MC perdida de acordo com a situação sem reidratação, o que resultou em uma desidratação de 1, 2, 3 e 4%, respectivamente. O IEF apresentou um comportamento proporcional à desidratação, de modo que quanto mais desidratados se encontravam os sujeitos, maiores eram os valores de IEF. No intervalo de tempo de 90 minutos, o IEF nas situações 1 e 2% foram, respectivamente, 6 e 7, o que corrobora com os achados da situação sem reidratação do presente estudo.

Embora quadros de desidratação de 2% sejam comuns em atletas²⁵, mesmo pequenas alterações no estado de hidratação podem comprometer o desempenho em atividades aeróbicas devido ao aumento da temperatura, da sobrecarga cardiovascular e da utilização de glicogênio, assim como alterações funcionais no metabolismo e no sistema nervoso central²⁶. Em conjunto, essas respostas fisiológicas potencializam o incremento na TPE²⁷, conduzindo a um quadro de fadiga precocemente. Conforme demonstrado no presente estudo, a reidratação adequada é capaz de conter o aumento da TPE durante o exercício, um fator de elevada aplicabilidade prática para atletas de diferentes níveis competitivos e sujeitos não-atletas praticantes de exercícios físicos. Nesta perspectiva, Presland et al.²⁸ observaram uma correlação inversa entre o tempo de exaustão e a TPE no momento específico de 15 minutos, de modo que os sujeitos que demoraram mais tempo para atingir a exaustão apresentaram os menores valores de TPE durante o exercício. Pires et al.²⁹, seguindo uma linha semelhante de investigação, submeteram sujeitos a realizarem testes em três diferentes intensidades até a exaustão. Independente da intensidade em que o exercício era realizado, a TPE apresentou forte correlação com o tempo de exaustão, demonstrando que o aumento expressivo na TPE é um fator limitante do desempenho.

Embora alguns estudos²¹ tenham reportado que uma reposição hídrica com alta concentração de sódio possa ser mais efetiva, nossos achados vão ao encontro de evidências prévias³⁰ que sugerem a simples ingestão de água para a manutenção do estado de hidratação. Apesar da estratégia de reposição em intervalos regulares e correspondente à perda de MC não ser possível de aplicação em muitas modalidades esportivas, medidas que se aproximem desse método de reidratação podem proporcionar ao indivíduo

menor sobrecarga fisiológica, menor percepção de esforço, maior segurança na execução do exercício e possível incremento no tempo total de exercício.

De acordo com a literatura revisada, nosso estudo parece ser o pioneiro a avaliar o IEF utilizando uma reposição hídrica proporcional a 100% da MC perdida durante o exercício. Nesse sentido, o principal resultado encontrado é que a estratégia de reposição hídrica utilizada foi capaz de atenuar significativamente o IEF a partir de 45 minutos em comparação a uma situação sem reposição hídrica. Tendo em vista que inúmeras modalidades desportivas (como futebol, basquetebol, handebol, rugby e corridas de fundo) têm duração superior a 45 minutos, é fundamental uma estratégia de reposição hídrica adequada visando diminuir a sobrecarga fisiológica e garantir o desempenho atlético.

CONCLUSÃO

Os resultados indicam que a reposição hídrica em intervalos regulares e em quantidades proporcionais à perda de massa corporal é capaz de manter o estado de hidratação, atenuar o aumento expressivo do IEF a partir de 45 minutos de exercício no calor, assim como frear o avanço dos valores de TPE.

REFERÊNCIAS

1. Hayes LD, Morse CI. The effect of progressive dehydration on strength and power: is there a dose-response? *Eur J App Physiol* 2009;108(4):701-707.
2. Casa DJ. Exercise in the heat I. Fundamentals of thermal physiology, performance implications, and dehydration. *J Athl Train* 1999;34(3):246-252.
3. González-Alonso J, Crandall CG, Johnson JM. The cardiovascular challenge of exercising in the heat. *J Physiol* 2008;586(1) 45-53.
4. American College of Sports Medicine (ACSM). Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(2):377-90.
5. Armstrong LE, Costill DL, Fink WJ. Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance. *Med Sci Sports Exerc* 1985;17(4):456-461.
6. Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (SBME). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Rev Bras Med Esp* 2009;15(3):3-12.
7. Richardson A, Watt P, Maxwell N. The effect of hypohydration severity on the physiological, psychological, and renal hormonal responses to hypoxic exercise. *Eur J App Physiol* 2009;106(1):123-130.
8. Noakes TD. Hydration in the marathon: using thirst to gauge safe fluid replacement. *Sports Med* 2007;37(4-5):463-466.
9. Machado-Moreira CA, Vimieiro-Gomes AC, Silami-Garcia E, Rodrigues LOC. Hidratação durante o exercício: a sede é suficiente? *Rev Bras Med Esp* 2006;12(6):361-364.
10. Mack GW, Weseman CA, Langhans GW, Scherzer H, Gillen CM, Nadel ER. Body fluid balance in dehydrated healthy older men: thirst and renal osmoregulation. *J App Physiol* 1994;76(4):1615-1623.
11. Casa DJ, Armstrong LE, Hilman SK, Montain SJ, Reiff RV, Rich BSE. National Athletic Trainer's Association Position Statement: fluid replacement for athletes. *J Athl Train* 2000;35(2):212-224.
12. Moran DS, Shitzer A, Pandolf KB. A physiological strain index to evaluate heat stress. *Am J Physiol* 1998(a);275(44):129-134.

13. Maxwell NS, Mackenzie RWA, Bishop D. Influence of hypohydration on intermittent sprint performance in the heat. *Int J Sports Physiol Perform* 2009;4(1):54-67.
14. Moran DS, Montain SJ, Pandolf KB. Evaluation of different levels of hydration using a new physiological strain index. *Am J Physiol* 1998(b);275(44):854-860.
15. Grego F, Vallier JM, Collardeau M, Rousseu C, Cremieux C, Brisswalter J. Influence of exercise duration and hydration status on cognitive function during prolonged cycling exercise. *Int J Sports Med* 2005;26(1):27-33.
16. Bergeron MF, Laird MD, Marinik EL, Brenner JS, Waller JL. Repeated-bout exercise in the heat in young athletes: physiological strain and perceptual responses. *J App Physiol* 2009;106(2):476-485.
17. Evetovich TK, Boyd JC, Drake SM. Effect of moderate dehydration on torque, electromyography, and mechanomyography. *Muscle Nerve* 2002;26 (2):225-231.
18. Armstrong LE, Maresh CM, Castellani JW, Bergeron MF, Kenefick RW, Lagasse KE, et al. Urinary indices of hydration status. *Int J Sports Nutr* 1994;4(3):265-79.
19. Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med* 1970;2(2):92-98.
20. Shirreffs SM, Taylor AJ, Leiper JB, Maughan RJ. Post-exercise rehydration in man: effects of volume consumed and sodium content of ingested fluids. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28(10):1260-1271.
21. Nielsen B, Sjogaard G, Ugelviq J, Knudsen B, Dohlmann B. Fluid balance in exercise dehydration and rehydration with different glucose-electrolyte drinks. *Eur J App Physiol Occup Physiol* 1986;55(3):318-25.
22. Shirreffs SM, Maughan RJ. Volume repletion after exercise-induced volume depletion in humans: replacement of water and sodium losses. *Am J Physiol* 1998;274(5):868-875.
23. Moran D, Epstein Y, Laor A, Vitalis A, Shapiro Y. Predicting heart rate response to various metabolic rates, environments, and clothing. *J App Physiol* 1995;78(1):318-322.
24. 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 App Physiol* 1997;82(6):2028-2035.
25. Shirreffs SM, Ragon-Vargas LF, Chamorro M, Maughan RJ, Serratosa L, Zachwieja JJ. The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. *Int J Sports Med* 2005;26(2):90-95.
26. Nybo L, Nielsen B. Hyperthermia and central fatigue during prolonged exercise in humans. *J App Physiol* 2001;91(3):1055-1060.
27. Sawka MN, Coyle EF. Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat. *Exerc Sport Sci Rev* 1999;27(1):167-218.
28. Presland JD, Downson MN, Cairns SP. Changes of motor drive, cortical arousal and perceived exertion following prolonged cycling to exhaustion. *Eur J App Physiol* 2005;95(1):42-51.
29. Pires FP, Noakes TP, Lima-Silva AE, Bertuzzi R, Ugrinowitsch C, Lira FS, et al. Cardiopulmonary, blood metabolite and rating of perceived exertion responses to constant exercises performed at different intensities until exhaustion. *Brit J Sports Med* 2011;45(14):1119-1125.
30. Cohen D. The truth about sports drinks. *BMJ* 2012;345:e4737.

Endereço para correspondência

Marcelo Gava Pompermayer
Rua Felizardo, 750/sala 109.
Jardim Botânico, CEP: 90690-200
Porto Alegre – RS, Brasil.
Email: marcelog.p@hotmail.com