CDD. 20.ed. 612.044
612.3

EFEITOS DA TEMPERATURA DA ÁGUA INGERIDA SOBRE A FADIGA DURANTE O EXERCÍCIO EM AMBIENTE TERMONEUTRO

Kelerson Mauro de Castro PINTO*
Luiz Oswaldo Carneiro RODRIGUES*
Jacqueline de Paula VIVEIROS*
Emerson SILAMI-GARCIA*

RESUMO

Os efeitos da ingestão de água durante o exercício em ambiente termoneutro, assim como os efeitos da temperatura da água ingerida sobre a fadiga ainda não estão bem estudados. Este trabalho foi realizado para estudar os efeitos de três diferentes temperaturas da água ingerida sobre a tolerância ao esforço submáximo de seis voluntários sadios (idade 24,0 ± 3,5 anos; peso 67,0 ± 4,8 kg; VO_{2pico} 47,8 ± 9,1 $mL/kg.min^{-1}$ e percentual de gordura 9,5 ± 2,0%) durante o repouso (60 min) ou durante o esforço submáximo numa bicicleta ergométrica (60% da VO_{2pico}) até a exaustão. As temperaturas da água foram escolhidas para produzir resfriamento corporal (10 °C), ou para simular a temperatura corporal interna (38 °C) ou constituir um ponto intermediário (24 °C). Foram medidos continuamente o consumo de oxigênio (VO_2), a extração de gás carbônico (VCO_2), a freqüência cardíaca (FC), as temperaturas retal (Tr) e média da pele (TMP), e o calor acumulado (S). O lactato plasmático (La) foi dosado antes e ao final do exercício. Em todas as situações experimentais, os indivíduos ingeriam 1320 mL de água (nas temperaturas de 10, 24 e 38 °C), assim distribuídas: 600 mL 15 minutos antes do procedimento experimental e três doses de 240 mL, aos 15, 30 e 45 minutos, do repouso ou do exercício. A temperatura e a umidade relativa do ar durante os experimentos variaram de 22,4 a 22,8 °C e 62,6 a 65%, respectivamente. O estudo seguiu o delineamento de um *Quadrado Latino* e a análise de variância de dois fatores (para o TTE) com medidas repetidas no segundo fator (para Tre, TMP, S, FC e VO_2) seguidas do teste de Tukey ($p < 0,05$). A temperatura da água não afetou o tempo máximo de exercício. O exercício aumentou todas as variáveis, como esperado, mas a temperatura da água não interferiu nas respostas. No repouso, observou-se uma redução da Tre, TMP e S ao longo do tempo, sugerindo um resfriamento decorrente do repouso ou das condições térmicas do ambiente. Os resultados mostram que a temperatura da água ingerida não interferiu na temperatura corporal e na performance.

UNITERMOS: Exercício; Termorregulação; Hidratação; Fadiga; Ambiente.

INTRODUÇÃO

A fadiga durante o exercício prolongado manifesta-se através da interrupção do esforço ou da incapacidade de manter uma determinada potência (Gandevia, 1992; Gibson & Edwards, 1985; Maughan & Noakes, 1991) e o seu mecanismo parece ser complexo, envolvendo, entre outros fatores, o estado de hidratação (Barr, Costil & Fink, 1991; Coyle & Montain, 1992) e a temperatura corporal (Guimarães & Silami-Garcia, 1993; Kosloswski, Brzezinska, Kruk, Kaciuba-Uscilko, Greenleaf & Nazar, 1985; Maughan & Noakes, 1991; Sawka & Wenger, 1988; Wenzel, Mehnert & Schwarzenau, 1989).

Tem sido observado que a temperatura corporal aumentada pelo calor decorrente do metabolismo durante o esforço e/ou

* Escola de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais.

das condições ambientais pode antecipar a fadiga. Por outro lado, os procedimentos capazes de amenizar a elevação da temperatura corporal poderiam resultar em maior tolerância ao esforço (Bennet, Hagan, Huey, Minson & Cain, 1995; Guimarães & Silami-Garcia, 1993; Hessemer, Langusch, Bruck, Bodeker & Breidenbach, 1984; Maughan & Noakes, 1991; Olschewski & Bruck, 1988).

Os exercícios físicos podem ser realizados em ambientes denominados ***termoneutros***, que são definidos como aqueles nos quais os indivíduos, em repouso, conseguem manter seu metabolismo basal no nível mais baixo e os mecanismos de termorregulação não estão sendo muito solicitados (Haymes & Wells, 1986). Tem sido proposto que os ambientes termoneutros para os seres humanos ocorreria entre 21 e 24 °C, 50 e 75% de umidade relativa do ar (URA) e com a velocidade do vento menor do que 0,1 m/s (Clark & Edhholm, 1985). No entanto, não se sabe ainda se este ambiente seria também termoneutro para indivíduos aclimatados a outros climas , que não aqueles onde foram realizados os estudos anteriores (Clark & Edhholm, 1985; Haymes & Wells, 1986).

Os ambientes com temperatura maior do que 24 °C são considerados ***quentes***, podendo ser ***úmidos*** (URA > 75%) ou ***secos*** (URA < 50%), e neles a termorregulação humana ainda é possível, o que permite a realização de exercícios durante mais tempo. Existem também os ambientes considerados ***extremos***, ou seja, situações onde a termorregulação encontra-se praticamente impedida pelas condições ambientais de umidade, radiação ou convecção ou pelo uso de determinadas vestimentas (Armstrong, 2000).

Durante o exercício em ambientes quentes, diferentes formas de resfriamento corporal têm sido empregadas para reduzir a fadiga: o uso de roupas especiais (Armstrong, Maresh, Riebe, Kenefick, Castellani, Senk, Echegary & Foley, 1995; Bennet et alii, 1995; Constable, Bishop, Nunnelly & Chen, 1994), a imersão em água fria (Greenleaf, Spaul, Kravik, Wong & Elder, 1985; McArdle, Toner, Magel, Spina & Pandolf, 1991; Olschewski & Bruck, 1988), a umidificação da pele (Basset Junior, Nagle, Mookerjee, Darr, Ng, Voss & Napp, 1987; Gisolfi & Copping, 1974; Ohnaka, Tochihaca & Watanabe, 1994), resfriamento facial (Quirion, Boisvert, Brisson, Decarufel, Laurencelle, Dulac, Vogelaere & Therminarias, 1990; Stroud, 1991) ou a exposição prévia a ambientes frios (Hessemer et alii, 1984; Kruk, Pekkarimen, Harri, Manninen & Hanninen, 1990; Olschewski & Bruck, 1988; Schimidt & Bruck, 1981).

Alguns estudos observaram que a temperatura da água ingerida durante o exercício pode interferir (Gisolfi & Copping, 1974; Guimarães & Silami-Garcia, 1993) ou não (McConell, Glenn, Stephens, Terry, Canny & Benedict, 1999; Robinson, Hawley, Palmer, Wilson, Gray, Noakes & Dennis, 1995) na termorregulação. É possível também que o resfriamento corporal através da ingestão de água fria em ambientes extremos resulte em redução da fadiga (Guimarães & Silami-Garcia, 1993).

No entanto, não se conhecem ainda os efeitos térmicos da ingestão de água por indivíduos bem hidratados durante o exercício realizado em ambientes termoneutros.

Diante disso, este trabalho teve como objetivos verificar a) os efeitos de três diferentes temperaturas da água ingerida (10 °C = fria; 24 °C = próxima à temperatura ambiente; 38 °C = próxima à temperatura do corpo) sobre os ajustes termorregulatórios (FC, Tre, TMP) e a tolerância ao esforço (TTE), durante o exercício realizado a 60% da potência aeróbia máxima, num ambiente definido como termoneutro.

MÉTODOS

Participaram do estudo, seis voluntários do sexo masculino, fisicamente ativos, previamente informados sobre a metodologia e objetivo do trabalho, que forneceram seu consentimento por escrito. Eles apresentaram as seguintes características: idade de 24 ± 3,5 anos; VO_{2pico} de 47,8 ± 9,11 $mL.kg^{-1}.min^{-1}$; peso 67,0 ± 4,8 kg, gordura percentual de 9,4 ± 2,04%. Cada voluntário, participou de seis situações experimentais, em seis dias diferentes, sempre no mesmo horário, com intervalo fixo de três a quatro dias entre os comparecimentos ao laboratório, num delineamento experimental do tipo *quadrado latino*.

O ambiente caracterizou-se por temperatura de bulbo seco de 22,6 ± 0,1 °C e umidade relativa do ar (URA) de 63,6 ± 0,9%, com iluminação artificial com lâmpadas frias, com radiação solar mínima e indireta e com a velocidade do vento menor do que 0,1 m/s.

Três das situações experimentais consistiram em permanecer sentado em repouso por 60 minutos, quando os voluntários ingeriam

1320 mL de água a 10, 24 ou 38 °C, que foram assim distribuídos: primeira dose de 600 mL, 15 minutos antes do procedimento experimental; três doses subsequentes de 240 mL cada uma, aos 15, 30 e 45 minutos do repouso. O volume total de água foi escolhido para reproduzir um estudo anterior, no qual o volume de 1320 mL foi usado para manter os indivíduos hidratados, e a temperatura da água naquele estudo interferiu no tempo total de exercício suportado (Guimarães & Silami-Garcia, 1993).

Em três outras situações experimentais, os voluntários realizaram o exercício no mesmo ambiente e com o mesmo esquema de hidratação. O exercício foi realizado em uma bicicleta ergométrica Monark de frenagem mecânica, a 20 km/h e a 60% da potência aeróbia, até a exaustão.

A fadiga correspondeu ao tempo total de exercício (TTE), registrado num cronômetro digital disparado no início do exercício e interrompido no momento da exaustão. A exaustão foi caracterizada como o momento a partir do qual a cadência pré-determinada não pode ser suportada.

As temperaturas retal (Tre), média da pele (TMP) (Ramanathan, 1964) e média do corpo (TMC) (segundo Consolazio, Johnson & Pecora citados por Basset Junior et alii, 1987) foram medidas usando-se um teletermômetro e sonda retal número 701 (YSI) inserida 10 cm além do esfíncter anal e termossensores de superfície, número 709 (YSI), respectivamente. Para a freqüência cardíaca (FC) foi utilizado um monitor por telemetria marca Polar Vantage e a captação de oxigênio (VO_2), a extração de gás carbônico (VCO_2) e o índice de troca respiratória (R) foram analisados através de espirometria de circuito aberto, num Ergopneumotest, marca Erich-Jaeger. Estas variáveis foram registradas desde o instante anterior à ingestão de 600 mL e, a seguir, continuamente no primeiro minuto e a cada três minutos das situações experimentais.

O calor armazenado no corpo (S) foi estimado (Kruk et alii, 1990; Olschewski & Bruck, 1988) e a concentração de lactato (LA) no sangue foi medida pré e pós situação experimental, através de método enzimático (Kuvetten Test).

As temperaturas da água foram obtidas utilizando misturas de água distilada aquecida em banho maria a 38 °C e/ou resfriada a 4 °C em geladeira.

Os dados foram analisados através de análise de variância de dois fatores (para o TTE) com medidas repetidas no segundo fator (para Tre, TMP, TMC, S, FC e VO_2) seguidas do teste de Tukey para as comparações entre as médias, quando justificadas. As comparações entre as médias p/ concentração de lactato no sangue (LA) e variação do peso corporal foram realizadas através do teste de *t* de Student. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Durante o exercício, as diferentes temperaturas da água ingerida não afetaram o TTE, nem foram observadas variações significativas nas variáveis medidas no momento da exaustão (Tre, TMP, TMC, FC, VO_2, S, e R) (TABELA 1).

TABELA 1 - Variáveis medidas no momento da exaustão.

	EXE10	EXE24	EXE38
TTE (min)	93,8 ± 27,0	93,9 ± 24,5	91,5 ± 23,7
Tre (°C)	38,1 ± 0,3	38,1 ± 0,2	38,1 ± 0,3
TMP (°C)	32,4 ± 2,0	32,6 ± 1,0	33,3 ± 1,0
TMC (°C)	36,2 ± 0,7	36,3 ± 0,3	36,5 ± 0,5
FC (min^{-1})	155 ± 5	157 ± 8	149 ± 8
VO_2 (L/min)	2,0 ± 0,2	1,9 ± 0,1	1,8 ± 0,2
S (kJ/m^2)	466 ± 236	479 ± 142	535 ± 214
R	0,97 ± 0,06	1,06 ± 0,08	1,02 ± 0,05

Média ± desvio padrão do tempo total de exercício (TTE), da temperatura retal (Tre), temperatura média da pele (TMP), temperatura média do corpo (TMC), freqüência cardíaca (FC), captação de oxigênio (VO_2), calor armazenado do corpo (S) e do índice de trocas respiratórias (R) no momento da exaustão nas três situações de exercício: EXE10, EXE24 e EXE38, com a ingestão de água a 10, 24 e 38 °C, respectivamente.

O exercício aumentou progressivamente as temperaturas medidas: Tre, TMP e TMC mas não se observaram diferenças significativas no comportamento das temperaturas corporais em função da temperatura da água ingerida (FIGURA 1).

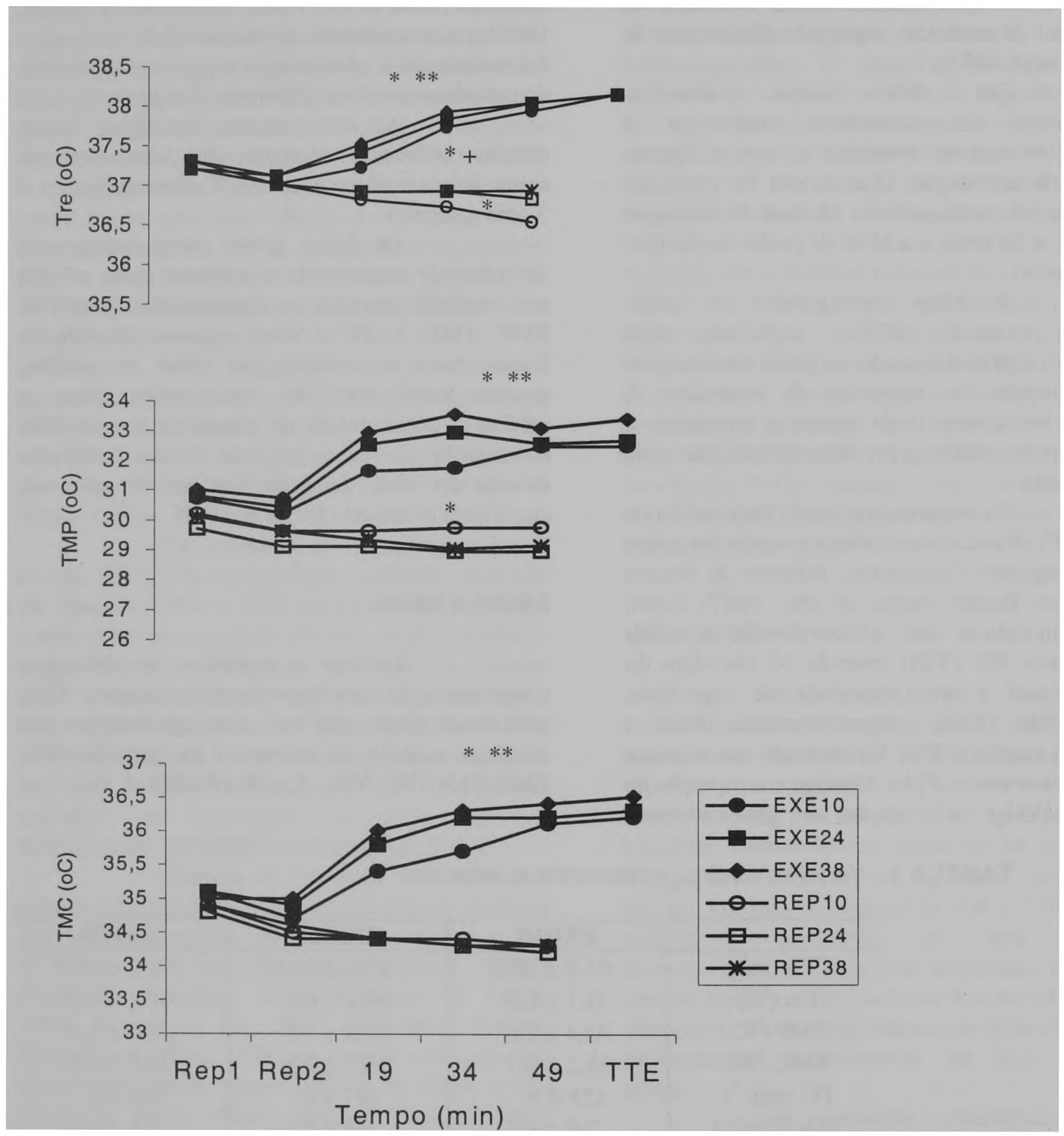

FIGURA 1 - Temperatura retal (Tre); temperatura média da pele (TMP) e temperatura média do corpo (TMC) em °C, nas condições pré-experimental (Rep 1); experimental inicial (Rep 2) e após quatro minutos a ingestão de 240 ml de água nos minutos 19, 34 e 49 e no momento de exaustão (TTE), no exercício (Exe) e repouso (REP) com a ingestão de água a 10 °C, 24 °C e 38 °C. (*) diferença ao longo do tempo, (**) exercício ≠ repouso e (+) interação tempo-tratamento.

O exercício aumentou progressivamente o calor acumulado e as variações observadas no S com as diferentes temperaturas da água ingerida não foram significativamente diferentes (FIGURA 2).

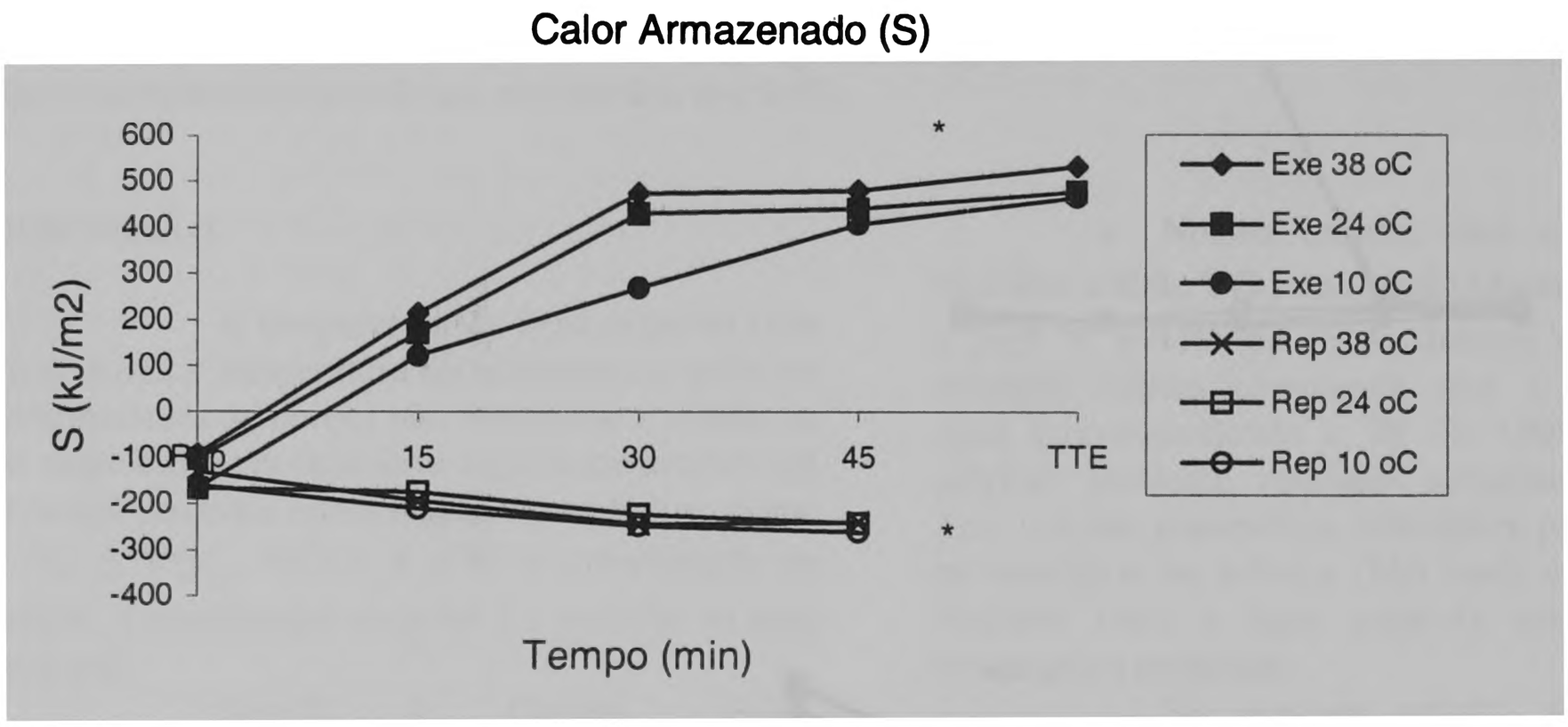

FIGURA 2 - Calor acumulado (S, em kJ/m^2) entre 15 minutos após a ingestão de 600 ml de água e a situação experimental ; TTE: tempo total de exercício; (Exe): exercício; (Rep): repouso; 10 °C, 24 °C e 38 °C : temperaturas da água ingerida; (*) diferença ao longo do tempo.

O exercício aumentou a FC e o VO_2 progressivamente até o 13o. minuto (FIGURA 3) A partir do 13o. minuto, ocorreu uma relativa estabilidade de ambas as variáveis, com um crescimento subsequente até o momento da exaustão. A VCO_2 apresentou comportamento semelhante e o R foi maior durante o exercício em relação ao repouso.

Em repouso, ao longo do tempo, ocorreu redução na Tre, TMP, TMC (FIGURA 1), no S (FIGURA 2), na FC e VO_2 (FIGURA 3), assim como no VCO_2 e no R mas não no LA. Por outro lado, a Tre apresentou uma interação entre a temperatura da água mais fria (10 °C) e o tempo de repouso, indicando um efeito somatório (FIGURA 1). Os demais dados de repouso não apresentaram quaisquer influências das diferentes temperaturas da água ingerida.

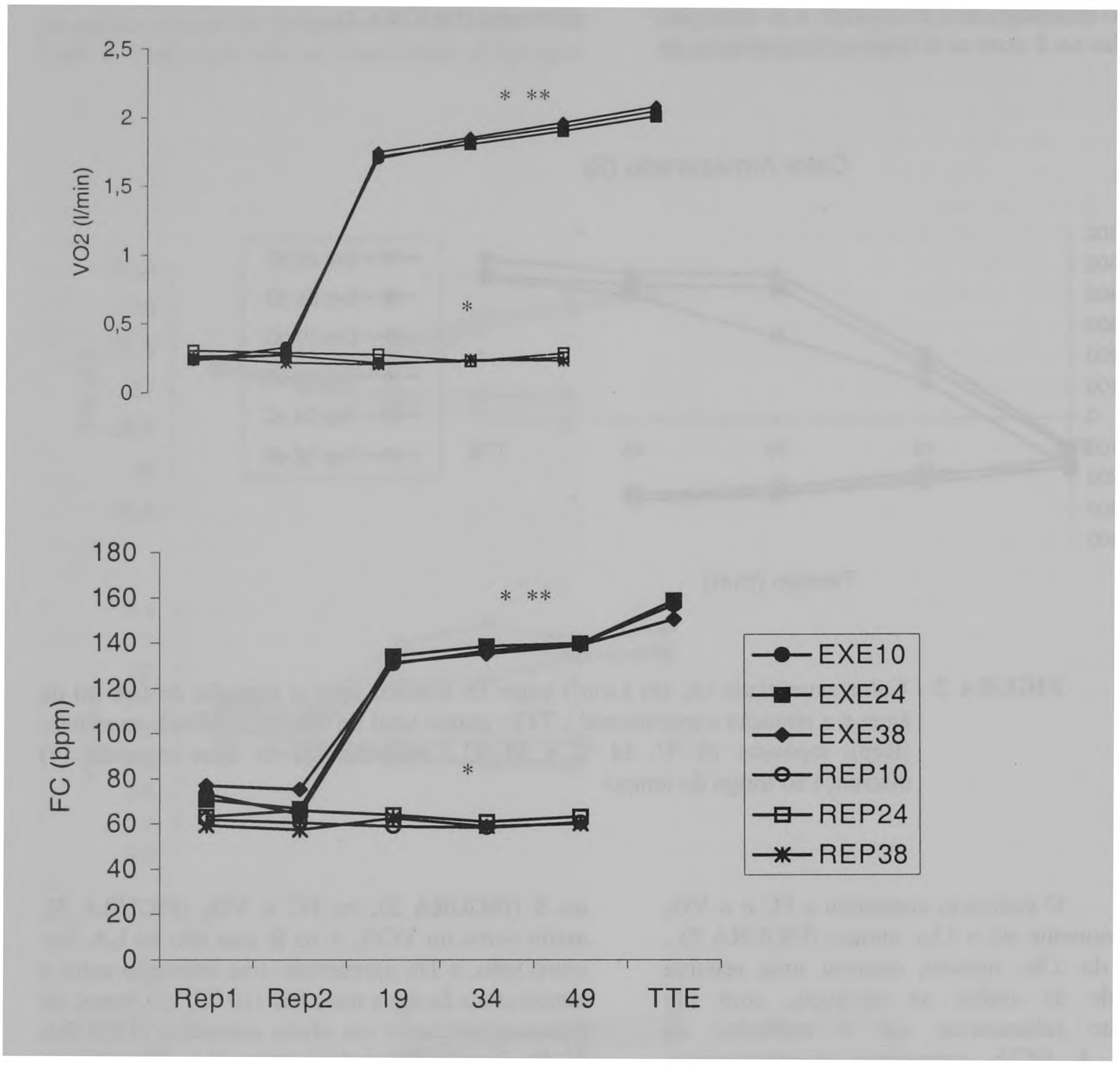

FIGURA 3 - Freqüência cardíaca em batimentos por minuto (FC)e consumo de oxigênio em litros de oxigênio por minuto (VO_2) nas condições pré-experimental (Rep 1); experimental inicial (Rep 2) e após quatro minutos a ingestão de 240 ml de água nos minutos 19, 34 e 49 e no momento de exaustão (TTE), no exercício (Exe) e repouso (Rep) com a ingestão de água a 10 °C, 24 °C e 38 °C. (*) diferença ao longo do tempo e (**) exercício ≠ repouso.

Os níveis de LA aumentaram na dosagem após o exercício em relação à dosagem inicial, mas não foram significativamente modificados pelo repouso (TABELA 2)

TABELA 2 – Lactato plasmático (La) (em $mMol.L^{-1}$).

	EXE 10		EXE 24		EXE 38		REP 10		REP 24		REP 38	
	Pré	**Pós**	**Pré**	**Pós**	**Pré**	**Pós**	**Pré**	**Pós**	**Pré**	**Pós**	**Pré**	**Pós**
X	1,1	1,8 *	1,0	1,7 *	0,9	1,4 *	1,1	1,0	1,1	0,9	0,9	0,7
s	1,0	1,5	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2

Médias (X) e desvios padrão (s) dos níveis de La nas situações PRÉ e PÓS o exercício: EXE10, EXE24 e EXE38 ou PRÉ e PÓS o repouso (RE10, REP24 e REP38) com ingestão de água a 10, 24 e 38 °C, respectivamente. (*) valores significativamente maiores do que pré exercício ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

A temperatura da água ingerida (fria ou próxima à temperatura do ambiente ou próxima à temperatura do corpo) não modificou a tolerância ao exercício, nem interferiu significativamente em algumas variáveis relacionadas com a fadiga, como a FC, o $\dot{V}O_2$ $\dot{V}CO_2$ e o R, a concentração de lactato, a temperatura corporal e a variação no peso corporal.

Gisolfi & Coping (1974), compararam o aumento da temperatura corporal em três situações: a) com ingestão de água fria (10 °C); b) ou com resfriamento externo através de toalha molhada em água (10 °C); c) ou com ingestão de água aquecida (38 °C), durante um exercício prolongado em um ambiente quente, a 75% do $\dot{V}O_2$max. A ingestão de água fria mostrou-se mais efetiva para prevenir a hipertermia, porém aquele estudo não discutiu a tolerância ao exercício.

Guimarães & Silami-Garcia (1993), estudaram o exercício realizado em um ambiente quente e úmido (Ta - 32 °C e URA 100%), sem a ingestão de água ou com a ingestão de água fria e encontraram uma maior tolerância ao esforço com a ingestão de água fria, relacionada com a redução do estresse térmico e cardiovascular.

Outro estudo (Robinson et alii, 1995) observou uma redução no trabalho total realizado durante o exercício na bicicleta (85% $\dot{V}O_2$max) num ambiente com temperatura de bulbo seco de 20 °C e 60% URA, sem a ingestão de água ou com a ingestão de água a 5 °C (43,1 km e 42,3 km, respectivamente). Os autores não observaram alterações na temperatura corporal, na taxa de sudorese ou no volume do plasma. Assim, atribuíram a diminuição no desempenho ao ato de ingerir a água, que reduziria a concentração mental ao longo do exercício.

Noutro estudo, com exercício em bicicleta a 80% $\dot{V}O_2$max, realizado num ambiente a 20,9 °C e 41% de URA, durante uma hora, a restrição hídrica comparada com a ingestão de água (correspondendo a 50 ou 100% da perda hídrica), produziu respostas semelhantes na FC, Tre, volume plasmático, eletrólitos plasmáticos e na tolerância ao esforço (McConell et alii, 1999). Naquele caso, a água ingerida correspondia à temperatura ambiente.

No presente estudo, as condições ambientais possibilitaram o resfriamento normal através da radiação e da evaporação ao longo do exercício. Os valores médios das Tre, TMP e TMC medidos no momento da exaustão, bem como das outras variáveis estudadas, não se aproximam dos limites superiores considerados máximos ou intoleráveis, sob o ponto de vista fisiológico. Valores semelhantes aos máximos encontrados neste estudo para a Tre, 38,1 °C no momento da exaustão, são descritos na literatura como aceitáveis e seguros (Wenzel et alii, 1989), não se aproximando da temperatura considerada como risco para hipertermia: 39,5 °C (Nielsen, 1994).

As outras variáveis fisiológicas medidas no presente estudo também não se aproximaram dos limites superiores considerados máximos ou intoleráveis, como a concentração final de lactato no sangue (que ficou abaixo do limiar anaeróbio), a FC que correspondeu a 80% da freqüência máxima dos indivíduos ou o $\dot{V}O_2$ que correspondeu, em média, a 63% do máximo da amostra (TABELA 1).

Portanto, não parece ter ocorrido qualquer desequilíbrio evidente na homeostase (acidose metabólica ou hipertermia, por exemplo) (McLaren, Gibson, Parry-Billings & Edwards, 1989) que justificasse a fadiga no presente estudo, sugerindo que a interrupção do esforço teria sido decorrente de algum mecanismo complexo não determinado no presente estudo.

Estes dados sugerem que nos exercícios submáximos, quando realizados em ambiente termoneutro, ainda que levados até a fadiga, as possibilidades de termorregulação são amplas o suficiente para manter o equilíbrio térmico interno. Com isto, as eventuais alterações térmicas ocasionadas pelas diferentes temperaturas da água ingerida seriam tão discretas que teriam passado desapercebidas aos instrumentos de medida utilizados no presente estudo.

Durante o repouso, embora as condições ambientais deste estudo se enquadrassem dentro da definição para ambiente termoneutro (Clark & Edhholm, 1985), observou-se uma redução na Tre e no S ao longo do tempo, demonstrando um efeito de resfriamento provocado pela permanência naquele ambiente. É possível que parte desta redução na temperatura corporal durante o repouso no laboratório seja decorrente da transição entre as atividades físicas realizadas previamente (cotidianas) e o metabolismo de repouso propriamente dito. No entanto, alguns indivíduos apresentaram tremor muscular e reclamaram do desconforto térmico simultaneamente à redução da temperatura corporal (Pendergast, 1988).

Neste sentido, o ambiente utilizado no presente estudo não parece ter sido rigorosamente termoneutro e os limites apresentados internacionalmente como termoneutros não se aplicariam aos nossos voluntários.

A coleta de dados foi realizada entre os meses de novembro e dezembro, correspondendo ao período da primavera para o hemisfério sul (22 de setembro a 20 de dezembro). Durante este período, o ambiente natural dos voluntários apresenta valores médios diários entre 21 e 22,2 °C com URA entre 65,1 a 78%, o que se caracterizaria como termoneutro (Normais climatológicas - 1961 - 1990, Governo Brasileiro, 1992). Neste sentido, os voluntários se comportaram como se o ambiente dos experimentos fosse frio e eles não estivessem aclimatados para a situação experimental. Este resultado sugere a necessidade de novos estudos para a avaliação do que seria um ambiente termoneutro para indivíduos semelhantes aos voluntários deste estudo.

ABSTRACT

TEMPERATURE OF THE INGESTED WATER ON FATIGUE DURING EXERCISE UNTIL EXHAUSTION IN A THERMONEUTRAL ENVIRONMENT

The effects of water ingestion during exercise at a thermoneutral environment and the effects of the ingested water temperature on fatigue have not been studied. This research was designed to study the effects of three different temperatures of ingested water on fatigue of six healthy male subjects (age 24.0 ± 3.5 years; weight 67.0 ± 4.8 kg; $\dot{V}O_{2\,peak}$ 47.8 ± 9.1 mL/kg.min^{-1} and body fat 9.5 ± 2.0%) during rest (60 min) or at a sub-maximal cycle ergometer exercise (60% $\dot{V}O_{2\,peak}$) to the exhaustion (ET). The water temperatures were chosen to produce physical cooling (10 °C), to simulate the body temperature (38 °C) and to find an intermediate point (24 °C). There were continuous measurements of oxygen uptake ($\dot{V}O_2$), carbonic gas extraction ($\dot{V}CO_2$), heart rate (HR), rectal (T_{re}) and skin (T_{sk}) temperatures, and heat storage (S). Plasma lactate (La) was measured before and at the end of exercise. In all of the six experimental conditions the volunteers ingested 1320 mL of water (at 38 °C or 24 °C or 10 °C) following the schedule: 600 mL (15 min before) and three doses of 240 mL each at 19, 34 and 49 minutes of resting or exercise. The temperature and air relative humidity during the experiments ranged from 22.4 to 22.8 °C and 62.6 to 65% respectively. The experimental design followed a *latin square* model and a two-way anova (for TE) and repeated measures (for Tre, TMP, S, FC, $\dot{V}O_2$ and $\dot{V}CO_2$) with *post hoc* Tukey's test was used to analyze data, with significance level of $p < 0.05$. The temperature of ingested water did not change the time to exhaustion. The exercise increased all variables, as expected, but the temperature of ingested water did not modify their responses. During resting, there were lower Tre, TMP, and S, suggesting an cooling effect that

could be due to the resting itself or to the thermal environmental conditions. The results showed that the temperature of ingested water did not modify the body temperatures neither the time do exhaustion.

UNITERMS: Exercise; Fatigue; Thermal regulation; Water ingestion.

NOTA

Financiado por: CNPq, CAPES e FAPEMIG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMSTRONG, L.E. **Performing in extreme environments**. Champaign, Human Kinetics, 2000.

ARMSTRONG, L.E.; MARESH, C.M.; RIEBE, D.; KENEFICK, R.W.; CASTELLANI, J.W.; SENK, J.M.; ECHEGARY, M.; FOLEY, M.F. Local cooling in wheelchair athletes during exercise-heat stress. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.27, p.211-6, 1995.

BARR, S.I.; COSTIL, D.L.; FINK, W.J. Fluid replacement during prolonged exercise: effects of water, saline, or no fluid. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.23, p.811-7, 1991.

BASSET JUNIOR, D.R.; NAGLE, F.J.; MOOKERJEE, S.; DARR, K.C.; NG, A.V.; VOSS, S.G.; NAPP, J.P. Thermoregulatory responses to skin wetting during prolonged treadmill running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.19, p.28-32, 1987.

BENNET, B.L.; HAGAN, R.D.; HUEY, K.A.; MINSON, C.; CAIN, D. Comparison of two cool vests on heat-strain reduction while wearing a firefighting ensemble. **European Journal of Applied Physiology**, v.70, p.322-8, 1995.

CLARK, R.P.; EDHHOLM, O.G. **Man and his thermal environment.** London, Edward Arnold, 1985.

CONSTABLE, S.H.; BISHOP, P.A.; NUNNELLY, S.A.; CHEN, L. Intermittent microclimate cooling during rest increases work capacity and reduces heat stress. **Ergonomics**, v.32, p.277-85 1994

COYLE, E.F.; MONTAIN, S.J. Carbohydrate and fluid ingestion during exercise: are there trade-offs? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.24, p.671-8, 1992.

GANDEVIA, S.C. Some central and peripheral factors affecting human motoneuronal output in neuromuscular fatigue. **Sports Medicine**, v.13, p.93-8, 1992.

GIBSON, H.; EDWARDS, R.H.T. Muscular exercise and fatigue. **Sports Medicine**, v.2, p.120-32, 1985.

GISOLFI, C.V.; COPPING, J.R. Thermal effects of prolonged treadmill exercise in the heat. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.6, p.108-13, 1974.

GREENLEAF, J.E.; SPAUL, W.A.; KRAVIK, S.E.; WONG, N.; ELDER, C.A. Exercise thermoregulatory in men after 6 hours of immersion. **European Journal of Applied Physiology,** v.56, p.15-8, 1985.

GUIMARÃES, M.T.; SILAMI-GARCIA, E. Water replacement and thermoregulatory responses during prolonged exercise. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.26, p.1237-40, 1993.

HAYMES, E.M.; WELLS, C.L. **Environment and human performance**. Champaign, Human Kinetics, 1986.

HESSEMER, V.; LANGUSCH, D.; BRUCK, K.; BODEKER, R.H.; BREIDENBACH, T. Effect of slightly lowered body temperatures on endurance performance in humans. **Journal of Applied Physiology**: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology, v.57, p.1731-7, 1984.

KOSLOSWSKI, S.; BRZEZINSKA, K.; KRUK, B.; KACIUBA-USCILKO, H.; GREENLEAF, J.E.; NAZAR, K. Exercise hyperthermia as a factor limiting physical performance: temperature effect on muscle metabolism. **Journal of Applied Physiology,** v.59, p.766-73, 1985.

KRUK, B.; PEKKARIMEN, H.; HARRI, M.; MANNINEN, K.; HANNINEN, O. Thermoregulatory responses to exercise at low ambient temperature performed after pre cooling or pre heating procedures. **European Journal of Applied Physiology,** v.59, p.416-20, 1990.

MAUGHAN, R.J.; NOAKES, T.D. Fluid replacement and exercise stress: a brief review of studies on fluid replacement and some guidelines for the athlete. **Sports Medicine**, v.12, p.16-31, 1991.

McARDLE, W.D.; TONER, M.M.; MAGEL, J.R.; SPINA, R.J.; PANDOLF, K.B. Thermal responses of men and women during cold-water immersion: influence of exercise intensity. **European Journal of Applied Physiology,** v.65, p.265-70, 1991.

McCONELL, C.; GLENN K.; STEPHENS, TERRY, J.; CANNY, C.; BENEDICT J. Fluid ingestion does not influence intense 1 – h exercise performance in a mild environment. **Medicine and Science in Sports and Exercise,** v.31, p.386-92, 1999.

McLAREN, D.B.M.; GIBSON, H.; PARRY-BILLINGS, M.; EDWARDS, R.H.T. A review of metabolic and physiological factors in fatigue. **Exercise and Sports Sciences Reviews**, v.17, p.29-66, 1989.

NIELSEN, B. Heat stress and acclimation. **Ergonomics**, v.37, p.49-58, 1994.

OHNAKA, T.; TOCHIHACA, Y.; WATANABE, Y. The effects of variation in body temperature on the preferred water temperature and flow rate during showering. **Ergonomics**, v.37, p.541-6, 1994.

OLSCHEWSKI, H.; BRUCK, K. Thermoregulatory, cardiovascular, and muscular factors related to exercise after pre cooling. **Journal of Applied Physiology**: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology, v.64, p.803-11, 1988.

PENDERGAST, D.R. The effect of body cooling on oxygen transport during exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise,** v.20, p.S171-6, 1988.

QUIRION, A.; BOISVERT, P.; BRISSON, G.R.; DeCARUFEL, D.; LAURENCELLE, L.; DULAC, S.; VOGELAERE, P.; THERMINARIAS, A. Effects of selective cooling of the facial area on physiological and metabolic output during graded maximal or prolonged sub-maximal exercise. **International Journal of Biometeorology**, v.33, p.82-4, 1990.

RAMANATHAN, N.L. A new weighting system for mean surface temperature of the human body. **Journal of Applied Physiology,** v.19, p.531-3, 1964.

ROBINSON, T.A.; HAWLEY, J.A.; PALMER, G.S.; WILSON, G.R.; GRAY, D.A.; NOAKES, T.D.; DENNIS, S.C. Water ingestion does not improve 1-h cycling performance in moderate ambient temperatures. **European Journal of Applied Physiology**, v.71, p.153-60, 1995

SAWKA, M.N.; WENGER, C.B. Physiological responses to acute exercise-heat stress. In: PANDOLF, K.B.; SAWKA, M.N.; GONZALEZ, R.R. **Human performance physiology and environmental medicine at terrestrial extremes**. Indianapolis, Benchmark, 1988.

SCHIMIDT, V.; BRUCK, K. Effect of a precooling maneuver on body temperature and exercise performance. **Journal of Applied Physiology**: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology, v.50, p.771-8, 1981

STROUD, M.A. Effects on energy expenditure of facial cooling during exercise. **European Journal of Applied Physiology,** v.63, p.376-80, 1991.

WENZEL, L.H.G.; MEHNERT, C.; SCHWARZENAU, P. Evaluation of tolerance limits for humans under heat stress and the problems involved. Scandinavian Journal of Environmental Health, v.15, p.7-14, 1989.

Recebido para publicação em: 01 dez. 2000
Revisado em: 08 jun. 2001
Aceito em: 14 ago. 2001

ENDEREÇO: Luis Oswaldo Carneiro Rodrigues
Laboratório de Fisiologia do Exercício
Escola de Educação Física da Univ. Federal de Minas Gerais
Av. Presidente Carlos Luz, 4664
31310-250 Belo Horizonte - MG BRASIL
lor@eef.ufmg.br