

ORIGINAL INVESTIGATION (ARTIGO ORIGINAL)

COMPORTAMENTO DA CALEMIA ANTES E APÓS TRIATHLON MEIO IRONMAN EM TRIATHLETAS BRASILEIROS

BEHAVIOR OF KALEMIA BEFORE AND AFTER HALF IRONMAN
TRIATHLON IN BRAZILIAN TRIATHLETES

Marcos Bürger-Mendonça¹, Monica Bielavsky² & Fernanda. C. R. Barbosa¹

¹ Universidade Estácio de Sá – Brasil

² FMU – Brasil.

Address for correspondence:

Marcos Bürger-Mendonça

Rua Paulo Barbosa nº147 /1102 Petrópolis – RJ – Brasil

tel./fax: 55-24-2243-9332

e-mail: marcosburger@gmail.com

Submitted for publication: January 2008

Accepted for publication: March 2008

Resumo

BÜRGER-MENDONÇA, M.; BIELAVSKY, M.; BARBOSA, F. C. R. Comportamento da calemia antes e após triathlon meio ironman em triathletas brasileiros. Brazilian Journal of Biomotricity, v. 2, n. 2, p. 101-108, 2008. O potássio (K⁺) é o cátion de maior concentração intracelular e a sua deficiência ou baixa concentração mesmo que momentânea pode acarretar perda de desempenho atlético. O objetivo deste estudo foi verificar o efeito da atividade física de longa duração na concentração plasmática do potássio. Os voluntários foram submetidos a duas coletas de sangue: antes (PRÉ) e imediatamente ao término do evento (PÓS) que consistiu de uma prova de triathlon meio ironman. A amostra foi composta seis voluntários, sendo estes atletas amadores brasileiros com idade mediana de 27,33 ± 2,36 anos, massa corpórea 72,17 ± 4,01 kg, estatura 177,50 ± 3,94 cm, IMC 22,84 ± 0,81 kg/m² (M±SEM). Para análise estatística foi utilizada estatística descritiva o teste T-student, tendo como valor para p < 0.05 aceito como significativo. Os valores do Potássio variaram entre 3,81 a 4,56 mmol/L antes do evento apresentando um valor médio de 4,18 ± 0,11 mmol/L e imediatamente ao término a concentração do potássio variou entre 3,78 a 5,38 mmol/L, apresentando um valor médio de 4,48 ± 0,23 mmol/L apresentando um aumento de 7,40% em relação aos valores pré-competição. Não houve diferença estatisticamente significativa em as concentrações de potássio pré e pós evento (P = 0,285). Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram um pequeno aumento na concentração plasmática do potássio sendo esta estatisticamente insignificante, provavelmente devido à ingestão de repositores durante a prova e perda de água. Nenhum voluntário apresentou

quadro de hipocalemia, e todos os valores permaneceram dentro da faixa de normalidade.

Palavra chaves: triathlon, meio ironman, eletrólitos, Potássio, ultra-endurance

Abstract

BÜRGER-MENDONÇA, M.; BIELAVSKY, M.; BARBOSA, F. C. R. Behavior of kalemia before and after half ironman triathlon in brazilian triathletes. Brazilian Journal of Biomotricity, v. 2, n. 2, p. 101-108, 2008. The major intracellular ion is potassium (K⁺) and its deficiency or even low concentration is related to diminished athletic performance. In this study the main goal was to identify the effect of long term physical activity on plasma K⁺ concentration. Volunteers had blood samples collected before (PRE) and after (POS) half iron man triathlon competition. All six volunteers were brazilian amateur athletes with age $27,33 \pm 2,36$ years, $72,17 \pm 4,01$ kg body mass, height $177,50 \pm 3,94$ cm, and IMC $22,84 \pm 0,81$ kg/m² (M \pm SEM). K⁺ concentrations in plasma were 3,81 to 4,56 mmol/L before the competition with a mean value of $4,18 \pm 0,11$ mmol/L; immediately after competition, potassium values were 3,78 to 5,38 mmol/L, with a mean value of $4,48 \pm 0,23$ mmol/L, which represents an increase of 7,40% in K⁺ plasma concentration before the competition. There was no statistical significant difference between K⁺ concentrations before and after competition (P = 0,285). Our results show a slight but statistically insignificant increase in potassium plasma concentration probably due to ion repositors use and water loss. Any volunteer was hypocalcemic and all values observed were inside the normal range.

Key-words: triathlon, half-ironman, electrolytes, Potassium, ultra-endurance

Introdução

O potássio é o cátion de maior concentração nos líquidos intracelulares sendo importante para diversos processos fisiológicos. Sua deficiência ou baixa concentração momentânea podem acarretar perda de performance. A hipocalemia ou hipotassemia é definida quando o valor da concentração plasmática do potássio se apresenta abaixo de 3,5 mmol/L (GENNARI, 1998; WITTBRODT, 2003), sendo considerada grave quando apresenta valores inferiores a 2,0 mmol/L (MALAFRONTTE et al., 2004).

A hipocalemia pode apresentar sintomas difusos, particularmente quando a concentração do K⁺ esta entre 3.0 e 3.5 mmol/L (BRONSTEIN; CRUZ, 2001). Em geral, a variabilidade sintomática envolve fadiga, mialgia e fraqueza muscular, especialmente nos membros inferiores; labilidade emocional, fraqueza muscular progressiva, hipoventilação, íleo paralisia, hiporreflexia, alterações no eletrocardiograma, taquicardia com alteração na onda T, depressão do segmento ST e em casos mais graves arritmia dos átrios e dos ventrículos e a parada cardíaca pode ser evidenciada nos casos mais graves (MALAFRONTTE et al., 2004; BRONSTEIN & CRUZ, 2001). Valores da concentração plasmática do potássio abaixo de 2.5 mmol/L podem gerar necrose celular (GENNARI, 1998).

Na literatura é descrito que há liberação do potássio dos músculos para a corrente sanguínea durante o exercício físico estando este diretamente relacionado com a intensidade em que se realiza a atividade física (MOHR et

al., 2004; WARBURTON, 2002; STREET et al., 2005). O acúmulo de potássio na corrente sanguínea reduz a excitabilidade muscular, podendo este ser um fenômeno proposto como causador de fadiga durante exercícios intensos em humanos, que podem resultar em câimbra muscular, principalmente nos músculos que estão envolvidos na geração de força durante o exercício (MOHR et al., 2004; STREET et al., 2005; GENNARI, 1998; SULZER, 2005).

Segundo Peters (2003), exercícios classificados como ultra-endurance apresentam uma duração superior a 4 horas. Nessa categoria de competição, estão incluídos as maratonas (42 km) e ultramaratonas (acima de 42 km), o triathlon meio ironman (TMI) (1,9km de natação, 90km de ciclismo e 21km de corrida), o triathlon ironman (3,8km de natação, 180km de ciclismo e 42km de corrida) e as provas que duram mais de 24 horas como é caso do ultraman triathlon (10km de natação, 421km de ciclismo e 84km de corrida). Este estudo teve o objetivo de verificar o efeito de um prova de triathlon meio ironman sobre a concentração plasmática do potássio.

Metodologia

Participaram do presente estudo seis voluntários, sendo estes atletas amadores brasileiros com idade média de $27,33 \pm 2,36$ anos, massa corpórea $72,17 \pm 4,01$ kg, estatura $177,50 \pm 3,94$ cm, IMC $22,84 \pm 0,81$ kg/m², praticantes de triathlon há pelo menos um ano, devidamente inscritos no evento e com experiência prévia em competições de longa duração (acima de 2 horas de duração). Os voluntários executaram o experimento que consistia de uma competição de triathlon, com as seguintes distâncias: 1.9 km de natação, 90 km de ciclismo e 21 km de corrida, totalizando uma distância de 112,9 km. O consumo de alimentos, água e repositores hidroeletrólíticos foi realizado de forma *ad libitum* pelos voluntários.

Todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, no qual estavam explicitados os benefícios e possíveis riscos à saúde associados ao experimento. Foi facultada, para cada atleta, a possibilidade de desistência de participação das avaliações realizadas, sendo então excluídos da amostra do estudo. Este trabalho seguiu as normas para experimentação em humanos de acordo com a lei 196/96 e de acordo com a declaração de Helsinki de 1974.

- Procedimentos de coleta: No dia anterior a prova, após a reunião técnica do evento foi aferida as medidas de estatura e massa corporal. A determinação dessas medidas foi utilizada uma balança (Filizola, Brasil) com graduação de 100g e o próprio estadiômetro da balança, com precisão de 1,0mm.

No dia da prova os integrantes do experimento foram submetidos a duas coletas de aproximadamente 25 mL de sangue, após jejum de oito horas, no período entre 6 e 7 horas da manhã (PRÉ) e imediatamente ao término da prova de cada atleta (PÓS), sendo esta coleta realizada na tenda médica do evento.

As amostras de sangue foram coletadas utilizando a metodologia de coleta a vácuo, através de punção da veia basilica mediana direita com auxílio de

torniquete e o local previamente esterilizado utilizando álcool 70%, de acordo com as recomendações da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica e Medicina Laboratorial (2005). Após a coleta as amostras foram armazenadas a temperatura ambiente e centrifugadas durante 10 min com força centrífuga relativa de 1200G (2600 rpm). Após a centrifugação as amostras de plasma foram armazenadas a 4°C para posterior análise no mesmo dia. A análise do Potássio foi realizada por um fotômetro de chama modelo 410 (Sherwood, Reino Unido).

- Análise estatística: Os tratamentos dos dados foram realizados através da estatística descritiva média \pm erro padrão da média e se apresentado da seguinte maneira: $M \pm SEM$. Para análise da normalidade da amostra foi aplicado o teste de Shapiro-wilk (SW). O teste T-student para mesma amostra, foi utilizado para comparar os valores da concentração plasmática do potássio antes e após o TMI e o coeficiente de correlação de Pearson (CP) foi usado para verificar a relação entre o tempo de prova com a concentração de potássio após a competição. O valor de significância estabelecido para os testes foi de $P < 0.05$. Todas as análises foram realizadas pelo software SPSS (Statistical Package for Social Sciences), versão 13.0 (Chicago, IL, USA, 2004). Os resultados individuais foram comparados com o repouso, ou seja, os atletas foram os seus próprios controles para os parâmetros analisados.

Resultados

Na tabela 1 estão apresentados os tempos de natação, ciclismo, corrida e o tempo total da prova. Os valores da concentração plasmática do potássio se apresentaram dentro da normalidade antes (SW= 0,999; $p= 1,000$) e após o TMI (SW= 0,937; $p= 0,639$) de acordo com o teste de Shapiro-wilk. A concentração plasmática do potássio variou entre 3,81 a 4,56 mmol/L antes do evento apresentando um valor médio de $4,18 \pm 0,11$ mmol/L e imediatamente ao termino variou entre 3,78 a 5,38 mmol/L, apresentando um valor médio de $4,48 \pm 0,23$ estando os valores dentro da faixa de normalidade (SOUBA et al, 2006). Quando comparado os valores da concentração plasmática do potássio antes com os valores após o TMI não houve diferença estatisticamente significativa ($p= 0,285$) sendo encontrado um aumento de 7,40%. O tempo total de prova não apresentou correlação significativa com a concentração plasmática do após o triathlon (CP= -0,352; $p= 0,493$).

Tabela 1 - Tempo de Prova

| Modalidade | Tempo |
|------------|-----------------------|
| Natação | 0:23:13 \pm 0:01:18 |
| Ciclismo | 2:51:15 \pm 0:02:25 |
| Corrida | 1:43:50 \pm 0:09:07 |
| Total | 4:58:19 \pm 0:11:27 |

Valores expressos em hora:min:seg; ($M \pm SEM$)

Discussão

O principal resultado do presente estudo é que a concentração plasmática do potássio não se alterou após a prova de TMI e nenhum dos nossos voluntários apresentou um quadro de hipocalemia.

No estudo realizado por Reid et al (2004), os atletas, após completarem uma maratona não apresentaram alterações na concentração plasmática do potássio sendo o resultados semelhante ao presente estudo e aos resultados do estudo Welsh et al (1999) onde foram analisados nove voluntários em um prova de TMI, a concentração plasmática do potássio não foi afetada.

O estudo realizado por Fallon et al. (1999) em uma ultra-maratona com um percurso de 1600 km, não ocorreu alteração no potássio plasmático, sendo que todos os valores permaneceram dentro da faixa de normalidade, resultados semelhantes foram obtidos no estudo realizado por Schweltnus et al (2004) onde não foi encontrada diferença na concentração do potássio antes, imediatamente ao término da prova e uma hora após o termino da ultra-maratona tendo esta um percurso de 56km.

No mesmo estudo realizado por Schweltnus et al (2004) foi analisado a incidência de câimbras e o grupo que sofreu câimbras apresentou um pequena diferença em relação ao grupo que não sofreu câimbras na concentração do potássio ($4,9 \pm 0,6$ mmol/L câibra versus $4,7 \pm 0,5$ mmol/L normal). Os dados dos estudos realizados por Fallon et al. (1999) e Schweltnus et al (2004) corroboram os achados do presente estudo, demonstrando comportamento semelhante entre os estudos da concentração plasmática do potássio, sendo que no presente estudo não foi analisada a incidência de câimbras.

Por outro lado, os achados de Rose et al (1970), demonstram um aumento na concentração do potássio após uma maratona, sendo os mesmos resultados encontrados no estudo de Cohen; Zimmerman (1978). No estudo realizado por Whiting et al. (1984) em maratonistas a concentração do potássio não se alterou.

Nossos resultados, em associação aos apresentados na literatura mostram que os organismos dos atletas, que participam desse tipo de prova conseguem compensar a liberação de potássio que ocorre durante o processo de fadiga muscular, característico em situações de uso intenso da musculatura esquelética. Essa manutenção dentro da faixa de normalidade poderia estar relacionada á soma da atuação de bebidas repositoras de água e íons, comumente utilizadas por atletas durante provas de triathlon e uma adaptação do organismo do atleta frente ao treinamento para a realização de tais provas.

Segundo Costill (1984) alterações importantes quanto á equilíbrio hidroeletrolítico só ocorrem frente a um uso prolongado e extenso do tecido muscular esquelético levando a importantes alterações na relação entre potássio extra e intramuscular o que acarretaria modificações na membrana da célula muscular. Apesar da grande perda de água e eletrólitos, o atleta consegue equilibrar tais perdas provavelmente por alta ingestão calórica e conservação renal de água e eletrólitos, minimizando os danos causados por uma desidratação prolongada.

Nas últimas décadas, diversos estudos acerca de alterações no equilíbrio hídrico e iônico de atletas foram realizados levando ao desenvolvimento de bebidas que venham a repor ou evitar estas perdas durante atividades físicas intensas. Segundo Gisolfi e Duchman (1992), as perdas dos fluidos corporais podem levar a hipovolemia, hipoglicemia, hiponatremia, hipertermia e desidratação afetando diretamente o desempenho do atleta. Na revisão escrita por Gisolfi e Duchman (1992), uma quantidade ao redor de 300 a 500ml de água, com cerca de 6 a 8% de carboidratos e 10 a 20 mEq de sódio é recomendada para consumo durante provas com tempo de 1 a 3 horas para atletas. As necessidades destes nutrientes e eletrólitos variam nos estado pós e pré-competição, tornando mais complicada a formulação de tais bebidas.

Observamos em nosso estudo, o consumo de tais bebidas por todos os voluntários durante a prova, independente de qual marca comercial escolhida pelo atleta, é possível verificar que dentre as marcas mais consumidas pelos atletas há uma variação entre 190 a 230 mg/mL de sódio, 0 a 245 mg/mL de cloro, 0 a 109 mg/mL de magnésio, 60 a 61 mg/mL de potássio e até 40 mg/mL de cálcio. Podendo se observar, que as concentrações dos principais eletrólitos presentes em tais bebidas variam ao redor dos níveis fisiológicos, tanto acima quanto abaixo dos valores considerados homeostáticos. Além disso, os volumes consumidos por cada atleta podem variar de competição para competição, dependendo do estado nutricional pré-evento e de condições climáticas do local da prova.

São também comuns relatos de atletas adaptados a uma determinada bebida apresentarem mal-estar quando consome outra bebida, que de certo possui formulação diferente, isso caracteriza a adaptação do organismo do atleta a um determinado aporte de eletrólitos, carboidratos e água durante e após a prova. Estas observações junto dos dados levantados na literatura mais nossos resultados, que não apontaram alterações importantes nas concentrações de eletrólitos séricos, nos levam a concluir que alterações nos níveis de eletrólitos, em particular sódio e potássio são compensadas pro mecanismos fisiológicos durante a prova. O que pode ser facilitado ou complicado pelo uso de repositores na dependência da concentração de tais eletrólitos presente na formulação da bebida, o grau de treinamento do atleta e sua adaptação a médio-longo prazo ao uso destes repositores.

Conclusão

Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa na concentração plasmática do potássio. Nenhum voluntário apresentou quadro de hipocalemia, e todos os valores permaneceram dentro da faixa de normalidade. O acúmulo de potássio na corrente sanguínea reduz a excitabilidade muscular podendo este ser um fenômeno proposto como causador de fadiga muscular durante a atividade física em humanos.

Referências

- BRONSTEIN, M.; CRUZ, M.C. Index Bronstein. Sextante, 2001.
- COHEN, I.; ZIMMERMAN, A. L. Changes in serum electrolyte levels during marathon running. *S Afr Med J.* v. 53, n. 12, p. 449-453, 1978.
- COSTILL, D. L. Water and electrolyte requirements during exercise. *Clin Sports Med.* v.3, n. 3, p. 639-648, 1984.
- FALLON, K. E.; SIVYER, G.; SIVYER, K.; DARE, A. The biochemistry of runners in a 1600 km ultramarathon. *Br J Sports Med.* v. 33, n. 4, p. 264-269, 1999.
- GENNARI, F. J. Hypokalemia. *N Engl J Med.* v. 339, n. 7, p. 451-458, 1998.
- GISOLFI, C. V.; DUCHMAN, S. M. Guidelines for optimal replacement beverages for different athletic events *Med Sci Sports Exerc.* v. 24, n.6, p. 679-687, 1992.
- MALAFRONTI, C.; BORSA, N.; TEDESCHI, S.; SYRÈN, M. L.; STUCCHI, S.; BIANCHETTI, M. G.; ACHILLI, F.; BETTINELLI, A. Cardiac arrhythmias due to severe hypokalemia in a patient with classic Bartter disease. *Pediatr Nephrol.* v.19, n. 12, p. 1413-1415, 2004.
- MOHR, M.; NORDSBORG, N.; NIELSEN, J.J.; PEDERSEN, L.D.; FISCHER, C.; KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J. Potassium kinetics in human muscle interstitium during repeated intense exercise in relation to fatigue. *Eur J Physiol* v. 448, n. 4, p. 452-456, 2004.
- REID, S. A.; SPEEDY, D. B.; THOMPSON, J. M.; NOAKES, T. D.; MULLIGAN, G.; PAGE, T.; CAMPBELL, R. G.; MILNE, C. Study of hematological and biochemical parameters in runners completing a standard marathon. *Clin J Sport Med.* v. 14, n. 6, p. 344-353, 2004.
- ROSE, L. I.; CARROLL, D. R.; LOWE, S. L.; PETERSON, E. W.; COOPER, K. H. Serum electrolyte changes after marathon running. *J Appl Physiol.* v. 29, n. 4, p. 449-451, 1970.
- SCHWELLNUS, M. P.; NICOL, J.; LAUBSCHER, R.; NOAKES, T. D. Serum electrolyte concentrations and hydration status are not associated with exercise associated muscle cramping (EAMC) in distance runners. *Br J Sports Med* n. 38, p. 488-492, 2004
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE PATOLOGIA CLINICA / MEDICINA LABORATORIAL. Recomendações da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica / Medicina Laboratorial para Coleta de Sangue Venoso, 1ª Ed. / elaborado pelo Comitê de Coleta de Sangue da SBPC/ML e BD Diagnostics - Preanalytical Systems. São Paulo, 2005.
- SOUBA, W. W.; FINK, M. P.; JURKOVICH, G. J.; KAISER, L. R.; PEARCE, W. H.; PEMBERTON, et al *ACS Surgery: Principles and Practice* WebMD Professional Publishing; 2006.
- STREET, D.; NIELSEN, J. J.; BANGSBO, J.; JUEL, C. Metabolic alkalosis reduces exercise-induced acidosis and potassium accumulation in human

skeletal muscle interstitium. *J. Physiol.* n. 566, p. 481-489, 2005

SULZER, N. U.; SCHWELLNUS, M. P.; NOAKES, T. D. Serum electrolytes in Ironman triathletes with exercise-associated muscle cramping. *Med Sci Sports Exerc.* v. 37, n. 7, p. 1081-1085, 2005.

WARBURTON, D. E.; WELSH, R. C.; HAYKOWSKY, M. J.; TAYLOR, D. A.; HUMEN, D.P. Biochemical changes as a result of prolonged strenuous exercise. *Br J Sports Med.* v. 36, n 4, p. 301-303, 2002.

THOMAS, J. R; NELSON, J. K. Métodos de pesquisa em atividade física. Tradução Ricardo D. S. Petersen. Porto Alegre: ARTMED, 2002. 419 p.

WHITING, P. H.; MAUGHAN, R. J.; MILLER, J. D. Dehydration and serum biochemical changes in marathon runners. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* v.52, n. 2, p. 183-187, 1984.

WITTBRODT, E. T. Maintaining fluid and electrolyte balance during exercise. *J. of Pharmacol. Practice* v. 16, n. 1, p. 45-50, 2003.