

REFERÊNCIAS

- Asadi A. (2016). Relationship between jumping ability, agility and sprint performance of elite young basketball players: A field-test approach. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desenvolvimento Humano*, 18(2), 177-186. doi:10.5007/1980-0037.
- Bampouras, T. M., & Marrin, K. (2009). Comparation of two anaerobic water polo-specific tests with the Wingate test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 336-340.
- Chimentin, X., Crequy, S., & Bertucci, W. (2013). Validity and reliability of the G-Cog device for kinematic measurements. *International Journal of Sports Medicine*, 34(11), 945-949.
- Comitê Olímpico Brasileiro. (2015). *Ciclismo. Portal do Comitê Olímpico Brasileiro*. Disponível em: <http://www.cob.org.br/pt/Espportes/ciclismo-bmx>
- Cowell, J. F., Cronin, J. B., & McGuigan, M. R. (2011). Time motion analysis of supercross BMX racing. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10(2), 420-421.
- Cyrino, E. S., Altimari, L. R., Okano, A. H., & Coelho, C. F. (2002) Efeitos do treinamento de futsal sobre a composição corporal e o desempenho motor de jovens atletas. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 10(1), 41-46.
- Fessi, M. S., Makni, E., Jemni, M., Elloumi, M., Chamari, K., Nabli, M. A., ... Moalla, W. (2016). Reliability and criterion-related validity of a new repeated agility test. *Biology of Sport*. 33(2): 159-164. doi:10.5604/20831862.1198635
- Gibala, M. J., Little, J. P., Macdonald, M. J., & Hawley, J. A. (2012) Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology*, 590, 1077-1084. doi:10.1113/jphysiol.2011.224725.
- Henriksson, T., Vescovi, J. D., Fjellman-Wiklund, A., & Gilenstam, K. (2016). Laboratory – and field-based testing as predictors of skating performance in competitive-level female ice hockey. *Journal of Sports Medicine*, 7, 81-88. doi:10.2147/OAJSM.S109124
- Mateo, M., Blasco-Lafarga, C., & Zabala, M. (2011). Pedaling power and speed production vs. technical factors and track difficulty in bicycle motocross cycling. *Journal of Strength Conditioning Research*, 25(12), 3248-3256.
- Naclerio F., Rodríguez, G., & Colado, J. C. (2008) Application of a jump test with increasing weights to evaluate the relation between strength-speed and potency. *Fitness & Performance Journal*. 7(5), 295-300. doi:10.3900/fpj.7.5.295.e
- Pussieldi, G. A. (2006) *Optimización de la carga de esfuerzo en natación para el mantenimiento de la salud; una comparación de factores fisiológicos con psicológicos*. Tese de doutorado, Universidad de León, Espanha.
- Rylands, L. P., Hurst, H. T., Roberts, S. J., & Graydon, R. (2016). The effect of 'pumping' and 'non-pumping' techniques on velocity production and muscle activity during field-based BMX cycling. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Advance online publication.
- Rylands, L., Roberts, S. J., Cheethman, M., & Baker, A. (2013). Velocity production in elite BMX riders: a field based study using a SRM power meter. *Journal of Exercise Physiology Online*, 16(3), 40-50.
- Rylands, L. P., Roberts, S. J., & Hurst, H. T. (2015). Variability in laboratory vs. field testing of peak power, torque, and time of peak power production among elite bicycle motocross cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(9), 2635-2640. doi:10.1519/JSC.0000000000000884.
- Silva, R. P., & Pussieldi, G. A. (2015). Análise dos ângulos da articulação do joelho na largada com relação ao tempo final em ciclismo BMX. *Revista Mineira de Educação Física (UFV)*, 23, 47-55.
- Secchi, L. L. B., Muratt, M. D., Andrade, N. V. S., & Greve, J. M. A. (2010). Isokinetic trunk dynamometry in different swimming strokes. *Acta Ortopédica Brasileira*, 18(5), 295-297.

AUTORES:

Juscelia Cristina Pereira
 Valéria Cristina Faria
 Ana Paula Muniz Guttierrez
 Rita de Cássia G Alfenas
 João Carlos Bouzas Marins

Efeitos de bebidas energéticas no equilíbrio hidroeletrólítico em exercício

PALAVRAS CHAVE:

Cafeína. Taurina.
 Desidratação. Ciclismo.

RESUMO

Objetivo: Verificar o efeito da ingestão prévia de bebida energética (BE) com (BE1) e sem carboidratos (BE2) sobre o equilíbrio hidroeletrólítico no exercício contínuo. **Metodologia:** Participaram do estudo 12 voluntários do sexo masculino. O protocolo de exercícios consistia de três sessões experimentais com duração de 60 minutos de exercício contínuo (65-75% $VO_{2MáxEs}$), seguido por um *sprint* de 6 km. Trata-se de um estudo duplo cego, *crossover* randomizado, em que 40 minutos antes do início dos exercícios foram ingeridas uma das três bebidas: BE1, BE2, ou bebida placebo (PL). A quantidade de bebida consumida foi calculada individualmente, para fornecer uma dose de 2 mg de cafeína/kg de peso corporal (PC). **Resultados:** Não houve diferença ($p > .05$) entre os três tratamentos nos parâmetros do balanço hídrico, nas concentrações plasmáticas do sódio e no hematócrito. Após a fase do *sprint*, no tratamento PL, houve aumento significativo nos valores de potássio comparado com os tratamentos BE1 ($p = .017$) e BE2 ($p = .012$). **Conclusão:** Ambas as bebidas, BE1 e BE2, geraram semelhante equilíbrio hidroeletrólítico em relação ao PL, não sendo observado efeito diurético durante o exercício.

Corresponding: Juscelia Cristina Pereira (jusceliapereira87@gmail.com)

Effects of energy drinks on the hydroelectrolyte balance in exercise

ABSTRACT

Objective: To identify if previous consumption of energy drink (ED) with (ED1) and without carbohydrates (ED2) affect in the same way the hydroelectrolyte balance in continuous exercise. **Methods:** Twelve male subjects took part in this study. The exercise's protocol consisted in three experimental sessions of 60 minutes in continuous exercise ($65-75\% \text{VO}_{2\text{MáxES}}$), followed for a 6km sprint. This is a double blind study, in crossover randomized, which 40 minutes before begin exercise was ingested one of the three drinks: ED1, ED or placebo (PL). The amount of drink consumed was calculated individually, for offer 2mg of caffeine/kg of body weight (BW). **Results:** There was no difference ($p > .05$) among treatments in the parameters of the water balance, plasma concentrations of sodium and hematocrit. After the sprint, at the PL treatment, a significant increase in the potassium values compared to EB1 supplements ($p = .017$) and EB2 ($p = .012$). **Conclusion:** Both drinks, BE1 and BE2, generated similar electrolyte balance in relation to the PL and thus not observed diuretic effect during exercise

KEYWORDS:

Caffeine. Taurine.
Dehydration. Cycling.

INTRODUÇÃO

A perda hídrica pela sudorese durante o exercício pode levar o organismo à desidratação, com aumento da osmolalidade (Logan-Sprenger, Heigenhauser, Killian, & Spriet, 2012), do sódio plasmático (Sawka et al., 2007) e diminuição do volume plasmático (Yanagisawa, Ito, Nagai, & Onishi, 2012). A homeostase hídrica será comprometida se o consumo de líquidos for inferior à perda de líquidos ou por ingestão de diuréticos (Sawka et al., 2007). A cafeína tem sido associada com uma ação diurética, mas é utilizada com frequência como substância ergogênica de forma aguda, antes da realização de exercícios físicos, com o intuito de protelar a fadiga e, conseqüentemente, aprimorar a performance (Del Coso et al., 2014; Wellington, Leveritt, & Kelly, 2016).

Apesar do seu efeito ergogênico, advertências sobre o consumo de cafeína previamente ou durante o exercício tem sido feitas devido ao seu potencial diurético, o que poderia gerar assim maior desidratação e redução da performance (Armstrong, Casa, Maresch, & Ganio, 2007). Também tem sido sugerido que a cafeína reduz o fluxo sanguíneo cutâneo, aumentando a temperatura interna durante o exercício que pode potencialmente levar a exaustão pelo calor (Armstrong et al., 2007).

Bebidas energéticas (BE) contêm na sua composição cafeína e tornou-se popular entre atletas (Petroczi et al., 2008), devido à suposta ação ergogênica favorecendo o desempenho (Lara et al., 2015; Prins et al., 2016). Assim, é interessante investigar o efeito do consumo prévio de BE no balanço hidroeletrólítico durante o exercício, já que a maioria dos estudos avalia o efeito diurético da cafeína quando consumida em dose isolada (Del Coso, Estevez, & Mora-Rodriguez, 2009; Wemple, Lamb, & McKeever, 1997)

Todavia, nos últimos anos, a ingestão de BE sem carboidratos (*sugar free*) aumentou entre os esportistas e praticantes de atividade física, possivelmente porque muitos indivíduos ativos optam por ser uma bebida cafeinada, sem açúcar e com baixo teor calórico (Candow, Kleisinger, Grenier, & Dorsch, 2009). Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da ingestão prévia de BE com e sem carboidratos sobre o equilíbrio hidroeletrólítico no exercício contínuo em cicloergômetro.

MÉTODO

AMOSTRA

Participaram deste estudo 12 homens [idade = 24.45 ± 6.62 anos; massa corporal: 72.70 ± 7.20 kg; $\text{VO}_{2\text{MáxES}}$: 54.51 ± 4.80 ml. $(\text{kg}\cdot\text{min})^{-1}$], praticantes regulares de ciclismo. Todos eram considerados aparentemente saudáveis pelo questionário PAR-Q (Chisholm, Collis, Kulak, Davenport, & Gruber, 1975) e pela Tabela de Risco Coronariano proposta pela *Michigan Heart Association* (Mcardle, Katch, & Katch, 2008). Os participantes não eram fumantes

e nem usuários de álcool ou de medicamentos que afetassem a ingestão de alimentos ou metabolismo energético, e não tinham antecedentes de doenças cardiometabólicas. Apresentaram também um baixo consumo diário de cafeína (<200mg/dia) conforme questionário quantitativo de frequência alimentar adaptado para a ingestão de cafeína. O presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Viçosa (Protocolo 154/2011). Todos os voluntários assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido autorizando a sua participação no presente estudo.

INSTRUMENTOS

Para as medidas antropométricas, o peso corporal (PC) foi aferido utilizando-se uma balança eletrônica digital com capacidade de 150 quilogramas e precisão de 50g (Welmy, W200A, Brasil). A estatura dos avaliados foi mensurada utilizando-se um estadiômetro milimetrado com extensão de 2 metros e escala de 0.5 cm (Welmy, W200A, Brasil).

A capacidade cardiorrespiratória dos voluntários foi mensurada por meio do analisador de gases metabólicos (VO2000, *Aerosport, Medgraphics*, St. Paul, Minnesota, USA) durante um teste em cicloergômetro eletromagnético (SCIFIT® modelo ISS01000, *Oklahoma*, USA) e analisadas pelo *software Aerograph 4.3 (Medical Graphics Corporation)*. O teste ergométrico foi composto por 3 minutos de aquecimento com carga correspondente ao PC de cada voluntário (1Watt = 1 kg), e a partir disso foram adicionados 30 W a cada minuto até que se atingisse 85% da frequência cardíaca (FC), calculada previamente através da equação $[FC_{\text{frequência cardíaca de treino}} = \% (FC_{\text{máxima}} - FC_{\text{repouso}}) + FC_{\text{repouso}}]$, sendo $FC_{\text{máxima}}$ calculada pela equação $[FC_{\text{máxima}} = 202 - 0,72 \times \text{idade}]$ (Jones, Makrides, Hitchcock, Chypchar, & McCartney, 1985). Por segurança foi adotado o $VO_{2\text{MáxEs}}$ para o cálculo da carga de trabalho, obtido a partir da equação gerada por uma regressão linear com valores de FC e do consumo de oxigênio (VO_2) registrados durante o exercício até o momento em que este foi interrompido (Marsh, 2012). Em seguida, foi determinada a carga que corresponderia à faixa de 65 a 75% do $VO_{2\text{MáxEs}}$ como a carga principal nos experimentos. A regressão linear foi estabelecida através do *software SigmaPlot® Version 11.0 (Systat Software, Inc., Chicago, IL, USA)*. Os voluntários foram orientados a evitarem consumo de cafeína e de álcool por 48 horas e prática de atividade física antes de cada visita ao laboratório.

PROCEDIMENTOS

O desenho experimental adotado foi duplo cego, em *crossover* randomizado, sendo os testes separados por pelo menos dois dias. Cada avaliado realizou três visitas experimentais com chegada ao laboratório entre 7 e 8h da manhã após jejum de 10 a 12 h. Foi oferecido aos voluntários um “café da manhã” de acordo com as recomendações do *Institute of Medicine* (2002), que fornecia 15% da necessidade estimada de energia, calculada a partir das necessidades nutricionais de cada participante. Os alimentos que compunham esse café da manhã eram:

suco de uva, pão de forma branco, queijo mussarela e maçã. Os voluntários foram orientados a manter o mesmo padrão de refeição no dia anterior as três visitas, monitorada através do recordatório alimentar 24 horas, coletado antes de cada protocolo experimental.

Uma hora após a ingestão do café da manhã cada avaliado consumiu uma das três bebidas. As BE diferiram apenas na presença (BE1) ou não de carboidratos (BE2). A solução placebo (PL) foi preparada com suco *Clight® Zero* sabor limão, dissolvidos a 500 ml de água gaseificada. Todas as bebidas foram ingeridas 40 minutos antes do início dos ensaios, sendo fornecidas em garrafas de plástico opacas para evitar identificação. A quantidade de líquido consumida ($454,72 \pm 44,17$ ml) foi calculada individualmente para fornecer uma dose de 2 mg de cafeína/kg de PC. O quadro 1 apresenta as características de composição das bebidas do estudo.

QUADRO 1. Composição nutricional das bebidas utilizadas nos ensaios experimentais em 250 mL.

INGREDIENTES	BE1	BE2	PL
Calorias (kcal)	110	10	6,37
Carboidratos (g)	28	3	0
Proteína (g)	0	0	0
Gordura (g)	0	0	0
Cafeína (mg)	80	80	0
Taurina (mg)	1000	1000	0
Sódio (mg)	201	201	0
Potássio	0	0	9,6
Outros ingredientes	Inositol, água, vitaminas do grupo B e glucuronolactona	Inositol, água, vitaminas do grupo B e glucuronolactona	

Nota. BE= bebida energética, PL: placebo

O exercício consistiu de aquecimento com 5 minutos entre 45 e 55 % do $VO_{2\text{MáxEs}}$ e parte principal com ritmo contínuo entre 65 e 75 % do $VO_{2\text{MáxEs}}$. Imediatamente após os 60 minutos de exercício, os avaliados executaram um *sprint* de 6 km com a mesma carga que realizaram todo o teste, sendo computado o tempo gasto para realizar essa tarefa. Os três testes experimentais foram realizados em condições ambientais semelhantes de temperatura ($23.2 \pm 0.91^\circ\text{C}$) e umidade relativa do ar (69.5 ± 5.56 UR).

Imediatamente antes e a cada 15 minutos ao longo do exercício, bem como após o final do *sprint* os participantes se hidrataram com água a cada 15 minutos, sendo 3 ml/kg de PC. Para verificar o estado de hidratação dos avaliados foram mensurados os seguintes parâmetros: PC, volume urinário final, densidade da urina e hematócrito.

Antes e após do exercício foi monitorado o PC permitindo o acompanhamento da desidratação, tanto de forma relativa (Dr), obtida pela diferença do PC inicial (PCi) e final (PCf), como de forma absoluta (Da), utilizando a equação de Hoswill (Horswill, 1998).

$$\text{Equação: } Da = (\text{PCi} + \text{volume de líquido ingerido}) - (\text{PCf} + \text{volume urinário})$$

O percentual de desidratação relativa e absoluta foi determinada respectivamente pela Dr e pela Da multiplicadas por cem e divididas pelo PCi dos voluntários (Burke & Hawley, 1997).

$$\% \text{ Dr} = \text{Dr} \times 100 / \text{PCi}$$

$$\% \text{ Da} = \text{Da} \times 100 / \text{PCi}$$

A taxa de sudorese foi verificada pela diferença do PC (Dr) mais o volume de líquido ingerido dividido pelo tempo total da atividade (minutos).

Antes e após o exercício, cada avaliado forneceu uma amostra de urina, coletada em recipientes plásticos de 50 mL para avaliação da densidade da urina, baseando-se nos pontos de corte estabelecidos por Casa et al. (2000). A densidade da urina foi analisada por um refratômetro óptico (LF Equipamentos, modelo 107/3, São Paulo, Brasil). Após o exercício, os avaliados foram orientados a esvaziarem a bexiga e a coletarem toda a urina em coletor de urina graduado com capacidade de 2000 mL (Medic – Plast, São Paulo, Brasil) para a determinação do volume urinário.

As amostras sanguíneas foram coletadas por um enfermeiro, o qual inseriu um cateter jelco intravenoso n°22 em uma veia do antebraço, sendo afixada uma torneira de 3 vias para a coleta de sangue nos seguintes momentos: antes do início do exercício (0 minutos), a cada 20 minutos de exercício contínuo e ao final do *sprint*. Cada amostra de sangue (1 mL) era coletada em seringas descartáveis, e transferidas imediatamente para ependorfs, de onde eram retirados 100 µL de sangue por meio de uma pipeta automática. Em seguida, essa amostra era injetada em um cartucho descartável e analisada pelo i-STAT® (Abbott®, Illinois, Estados Unidos) para determinação do hematócrito, sódio e potássio.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Empregou-se o teste de Shapiro-Wilk para avaliar a normalidade dos dados que foram considerados normais. Após uma estatística descritiva, foi empregado o teste t pareado para identificar diferenças entre variáveis temporais (antes e depois). Para comparação entre os diferentes tratamentos, empregou-se o teste de *Anova One Way* de medidas repetidas com *post-hoc de Tukey HSD*. Para verificação da interação entre os diferentes tratamentos vs. momentos utilizou-se o teste de *Anova Two Way* para medidas repetidas (*Split-plot*

Anova) e o teste de *Mauchly* foi consultado e a correção de Greenhouse–Geisser aplicada quando violado o pressuposto da esfericidade. A análise estatística foi realizada usando SPSS (v 17.0, EUA), sendo adotado nível de significância $p < .05$.

RESULTADOS

BALANÇO HÍDRICO E ESTADO DE HIDRATAÇÃO

Os parâmetros utilizados para avaliação do balanço hídrico e do estado de hidratação estão apresentados no quadro 2. Os tratamentos BE1, BE2 e PL não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) em relação a todos os parâmetros de avaliação do balanço hídrico e do estado de hidratação. Em relação aos momentos antes e após o exercício, houve redução estatisticamente significativa ($p < .001$) do PC e da densidade da urina após o exercício ($p = .024$) para todos os tratamentos. Nenhum dos avaliados apresentou perda de peso acima de 2%.

QUADRO 2. Média \pm desvio padrão dos parâmetros relacionados ao balanço hídrico e estado de hidratação apresentados pelos participantes do estudo.

	TIPO DE TRATAMENTO		
	BE1	BE2	PL
Peso corporal antes (kg)	72.44 \pm 6.97	72.41 \pm 7.10	72.47 \pm 7.04
Peso corporal depois (kg)	71.96 \pm 7.16*	72.00 \pm 7.15*	72.04 \pm 7.02*
Desidratação relativa (kg)	0.48 \pm 0.28	0.41 \pm 0.31	0.43 \pm 0.20
Desidratação absoluta (kg)	1.20 \pm 0.31	1.13 \pm 0.37	1.15 \pm 0.29
Desidratação relativa (%)	0.66 \pm 0.36	0.56 \pm 0.44	0.59 \pm 0.29
Desidratação absoluta (%)	1.65 \pm 0.52	1.56 \pm 0.55	1.58 \pm 0.40
Taxa de sudorese (ml/min)	21.83 \pm 3.45	20.74 \pm 4.21	21.30 \pm 3.52
DU antes (g.ml) ⁻¹	1016 \pm 3.74	1016 \pm 2.78	1014 \pm 4.58
DU depois (g.ml) ⁻¹	1008 \pm 1.47§	1007 \pm 2.96§	1008 \pm 1.87§
Ingestão total de água (L)	1.07 \pm 0.10	1.07 \pm 0.10	1.07 \pm 0.10
Volume total de urina (L)	0.35 \pm 0.19	0.35 \pm 0.21	0.35 \pm 0.23

* Diferença significativa em relação ao peso corporal antes ($p < .001$)

§ Diferença significativa em relação à densidade da urina antes ($p < .05$)

Nota: BE: bebida energética, PL: placebo, DU= densidade da urina

PARÂMETROS SANGUÍNEOS

A Figura 1 mostra que as concentrações plasmáticas de sódio, potássio e hematócrito no momento inicial (0 minutos) não diferiram ($p > .05$) entre os tratamentos. Já durante o exercício, as concentrações de sódio não mudaram significativamente durante os 60 minutos de exercício contínuo e após o *sprint* para todos os tratamentos e não houve diferenças entre os tratamentos (FIGURA 1). Nenhum dos avaliados apresentou hiponatremia (concentração de sódio abaixo de 135 mEq/L) ou hipernatremia (concentração de sódio acima de 145 mEq/L) tanto nos momentos quanto no tratamento analisado (Scott, LeGrys, & Klutts, 2008).

As concentrações de potássio foram significativamente maiores ($p < .001$) durante os 60 minutos de exercício a 65-75% do $VO_{2MáxEs}$ e após o *sprint* quando comparadas ao repouso (0 minutos) para todos os tratamentos. Após o *sprint*, no tratamento PL, houve aumento significativo nos valores de potássio comparado aos tratamentos BE1 ($p = .017$) e BE2 ($p = .012$) (Figura 1). Nenhum dos avaliados apresentou hipocalcemia (concentração de potássio abaixo de 3.5 mEq/L) em algum dos momentos ou em algum tratamento, entretanto, cinco avaliados apresentaram hipercalemia (concentração de potássio acima de 5 mEq/L) após o *sprint* no tratamento com PL (Scott, LeGrys, & Klutts, 2008).

As concentrações de hematócrito se mantiveram estáveis ao longo dos 60 minutos de exercício a 65-75% $VO_{2MáxEs}$ e aumentaram significativamente ($p < .05$) após *sprint* para todos os tratamentos. Não foi observada diferença entre os tratamentos (FIGURA 1). Os valores de hematócrito permaneceram dentro dos valores de normalidade (40 a 54% PCV) (Fischbach, 2003) durante todo o exercício.

DISCUSSÃO

Foi observada similaridade entre os tratamentos BE1, BE2 e placebo no equilíbrio hídrico. Isto sugere que o consumo de BE na proporção de 2mg de cafeína/ kg de PC previamente ao exercício de intensidade moderada e com uma hidratação em intervalos regulares não interferiu na homeostase hídrica.

O estudo de Wemple et al. (1997) comparou os efeitos da ingestão de 8,7 mg de cafeína/ kg de PC na produção urinária, durante 4h de repouso e durante 3h de exercício em cicloergômetro a 60% do $VO_{2máx}$ seguido por um *sprint* até a exaustão a 85% $VO_{2máx}$. Verificaram que a cafeína aumentou a taxa de produção urinária, durante o repouso, mas não durante o exercício. Os efeitos diuréticos da cafeína no repouso ocorrem devido a sua ação nos túbulos renais, bloqueando ou inibindo a reabsorção de solutos, o que resulta em maior volume de água excretado pela urina (Wemple et al., 1997). Entretanto, durante o exercício esse efeito é atenuado devido ao aumento na liberação de catecolaminas que estimulam a reabsorção de solutos e maior retenção de água pelos rins (Armstrong, 2002).

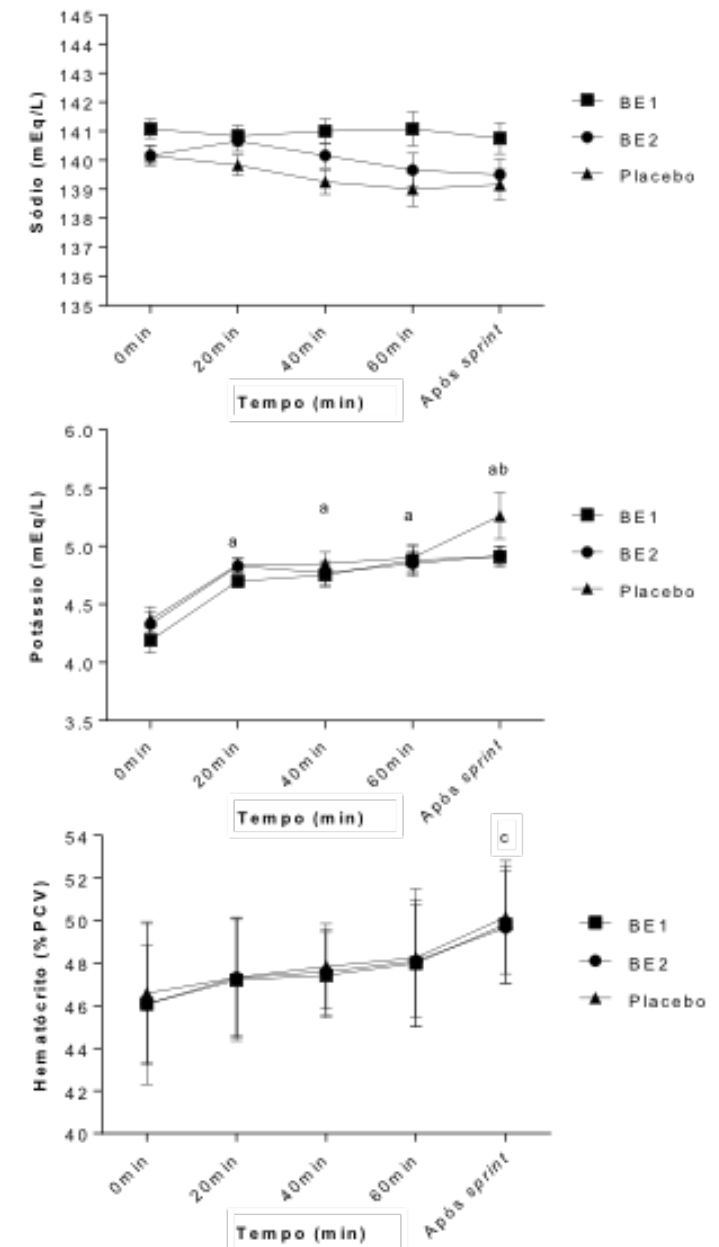


FIGURA 1. Média \pm desvio-padrão das concentrações de sódio, potássio e hematócrito ao longo do exercício contínuo e após o *sprint* nos testes experimentais. Min= minutos ^aDiferença significativa ($p < .05$) comparada ao repouso (0 min) para todos os tratamentos. ^bDiferença significativa nos valores de potássio entre placebo comparado ao tratamento BE1 ($p = .017$) e BE2 ($p = .012$) após o *sprint*. ^cDiferença significativa ($p < .05$) comparada ao repouso e aos 60 min de exercício para todos os tratamentos.

No presente estudo, embora tenha sido constatada diminuição do PC, o percentual de desidratação encontrado foi inferior a 1%. O déficit entre 1 e 2% do conteúdo de água no corpo, ou seja, do PC, já promove redução na capacidade de trabalho físico (Sawka et al., 2007), indicando que o consumo de 3 mL de água/ kg de PC em intervalos regulares, conseguiu evitar perdas hídricas agudas, sendo seu consumo ainda bem tolerado, já que nenhum dos procedimentos experimentais foi interrompido por problemas gastrointestinais.

A densidade da urina (QUADRO 2) indicou que os avaliados finalizaram os exercícios “bem hidratados” (Casa et al., 2000) em todos os tratamentos. Desta forma, a quantidade de cafeína consumida não produziu uma desidratação, sendo seguro seu consumo.

No presente estudo, as concentrações plasmáticas de sódio (FIGURA 1) se mantiveram dentro da normalidade (Scott et al., 2008) e não se modificaram ao longo do exercício e após o *sprint* para todos os tratamentos. Também não foram observadas diferenças entre os tratamentos ($p > .05$), sugerindo assim que os mecanismos reguladores desse eletrólito, não são influenciados pela quantidade de cafeína oferecida. Resultados semelhantes foram encontrados por Del Coso et al. (2014) que compararam seis diferentes protocolos de hidratação: sem hidratação, hidratação com água equivalente a 97% de perda de suor, bebida Gatorade® (6% de carboidratos), e ambos combinados com a ingestão de cápsulas contendo 6mg de cafeína/kg de PC, 45 minutos antes do exercício, durante exercício de 120 minutos a 63% VO_2 máx em um ambiente com 36° C e 29% de umidade relativa. Os autores não observaram mudanças nas concentrações plasmáticas de sódio entre os tratamentos com e sem a presença de cafeína.

Vale ressaltar que no presente estudo todas as bebidas apresentavam sódio na sua composição (QUADRO 1). Os resultados demonstraram que o conteúdo de sódio das BE não influenciou as concentrações plasmáticas e que o exercício executado não gerou perdas consideráveis de suor (QUADRO 2) que pudessem levar a um estado de hiponatremia.

As concentrações de potássio foram significativamente maiores ($p < .001$) durante o exercício contínuo e após o *sprint* quando comparadas ao repouso para todos os tratamentos (FIGURA 1). Durante exercício de alta intensidade existe uma elevação rápida do potássio plasmático. Exercícios que exigem recrutamento rápido das fibras musculares, como a fase do *sprint*, apresenta dificuldade em manter o meio intracelular mais concentrado do que o meio extracelular, o que constitui importante fator desencadeador da fadiga (Silva, Oliveira, & Gevaerd, 2006). A cafeína exerce ação direta ou indiretamente através do aumento de catecolaminas na funcionalidade da bomba de sódio e potássio, atenuando o acúmulo de potássio no plasma e contribuindo para a manutenção da excitabilidade de membrana dos músculos contráteis, retardando o aparecimento da fadiga (Mohr, Nielsen, & Bangsbo, 2011).

No presente estudo, pode ser observado tal efeito da cafeína na fase do *sprint*, uma vez que, houve aumento significativo dos valores plasmáticos de potássio no tratamento placebo comparado com a BE1 ($p = .017$) e a BE2 ($p = .012$). Esse efeito pode ter sido res-

ponsável pela ausência de casos de hipercalemia nas bebidas contendo cafeína, enquanto que na bebida placebo 41.66% dos avaliados tiveram valores de potássio plasmático acima do normal, sendo este comportamento um ponto bem interessante para ser monitorado em outras investigações.

Quanto à avaliação do estado de hidratação pelo hematócrito, verificou-se aumento significativo ($p < .05$) após o *sprint* em todos os tratamentos, entretanto, não houve diferença significativa entre os procedimentos experimentais (Figura 1). Os valores encontrados neste estudo se situam dentro da normalidade (Fischbach, 2003), contudo, destaque-se que a duração e a intensidade do exercício adotadas neste experimento proporcionaram uma hemoconcentração ao final do exercício (*sprint*), o que nos alerta quanto à importância de uma hidratação adequada principalmente durante atividades físicas mais longas e mais intensas, como por exemplo, em um prova de *mountain bike*.

As principais limitações do presente estudo foram à ausência da dosagem do hormônio aldosterona e da osmolalidade plasmática, considerada padrão ouro para análise do estado de hidratação.

Pesquisas adicionais com outras doses de BE, outros grupos populacionais, como as mulheres e modalidades esportivas diferentes, devem ser realizadas para ampliar as evidências científicas encontrados no presente estudo.

CONCLUSÕES

Considerando as condições ambientais e de exercício propostas no presente estudo, foi possível concluir que as BE ministradas numa quantidade que fornecesse 2mg de cafeína/kg de PC, geraram semelhante equilíbrio eletrolítico em relação ao PL para o grupo populacional estudado, não sendo observado efeito diurético durante o exercício. Portanto, a presença de carboidratos na BE1 não influenciou o equilíbrio eletrolítico indicando assim que para exercícios com intensidade e duração semelhante a do presente estudo, a BE2 é tão eficiente quanto a BE1.

AGRADECIMENTOS

CAPES.

REFERÊNCIAS

- Armstrong, L. E. (2002). Caffeine, body fluid-electrolyte balance, and exercise performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 12(2), 189-206.
- Armstrong, L. E., Casa, D. J., Maresh, C. M., & Ganio, M. S. (2007). Caffeine, fluid-electrolyte balance, temperature regulation, and exercise-heat tolerance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 35(3), 135-140. doi:10.1097/jes.0b013e3180a02cc1
- Burke, L. M., & Hawley, J. A. (1997). Fluid balance in team sports: Guidelines for optimal practices. *Sports Medicine*, 24(1), 38-54.
- Candow, D. G., Kleisinger, A. K., Grenier, S., & Dorsch, K. D. (2009). Effect of sugar-free Red Bull energy drink on high-intensity run time-to-exhaustion in young adults. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(4), 1271-1275. doi:10.1519/JSC.0b013e3181a026c2
- Casa, D. J., Armstrong, L. E., Hillman, S. K., Montain, S. J., Reiff, R. V., Rich, B. S., Stone, J. A. (2000). National athletic trainers' association position statement: Fluid replacement for athletes. *Journal of Athletic Training*, 35(2), 212-224.
- Chisholm, D. M., Collis, M. L., Kulak, L. L., Davenport, W., & Gruber, N. (1975). Physical activity readiness. *British Columbia Medical Journal*, 17(11), 375-378.
- Del Coso, J., Estevez, E., & Mora-Rodriguez, R. (2009). Caffeine during exercise in the heat: Thermoregulation and fluid-electrolyte balance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 164-173. doi:10.1249/MSS.0b013e318184f45e
- Del Coso, J., Perez-Lopez, A., Abian-Vicen, J., Salinero, J. J., Lara, B., & Valades, D. (2014). Enhancing physical performance in male volleyball players with a caffeine-containing energy drink. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(6), 1013-1018. doi:10.1123/ijsp.2013-0448
- Fischbach, F. T. (2003). *A manual of laboratory and diagnostic tests*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Horswill, C. A. (1998). Effective fluid replacement. *International Journal of Sport Nutrition*, 8(2), 175-195.
- Institute of Medicine. (2002). Energy. In *Dietary reference intakes: Energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids*. Washington: The National Academy Press.
- Jones, N. L., Makrides, L., Hitchcock, C., Chypchar, T., & McCartney, N. (1985). Normal standards for an incremental progressive cycle ergometer test. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *The American Review of Respiratory Disease*, 131(5), 700-708. doi:10.1164/arrd.1985.131.5.700
- Lara, B., Ruiz-Vicente, D., Areces, F., Abian-Vicen, J., Salinero, J. J., Gonzalez-Millan, C., & Del Coso, J. (2015). Acute consumption of a caffeinated energy drink enhances aspects of performance in sprint swimmers. *The British Journal of Nutrition*, 114(6), 908-914. doi:10.1017/S0007114515002573
- Logan-Sprenger, H. M., Heigenhauser, G. J., Killian, K. J., & Spriet, L. L. (2012). Effects of dehydration during cycling on skeletal muscle metabolism in females. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(10), 1949-1957. doi:10.1249/MSS.0b013e31825abc7c
- Marsh, C. E. (2012). Evaluation of the American College of Sports Medicine submaximal treadmill running test for predicting VO₂max. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2), 548-554. doi:10.1519/JSC.0b013e3181bac56e
- Mcardle, W., Katch, F., & Katch, V. (2008). *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano* (6ª Ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Mohr, M., Nielsen, J. J., & Bangsbo, J. (2011). Caffeine intake improves intense intermittent exercise performance and reduces muscle interstitial potassium accumulation. *Journal of Applied Physiology*, 111(5), 1372-1379. doi:10.1152/jappphysiol.01028.2010
- Petroczi, A., Naughton, D. P., Pearce, G., Bailey, R., Bloodworth, A., & McNamee, M. (2008). Nutritional supplement use by elite young UK athletes: Fallacies of advice regarding efficacy. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 5(22). doi:10.1186/1550-2783-5-22
- Prins, P. J., Goss, F. L., Nagle, E. F., Beals, K., Robertson, R. J., Lovalekar, M., & Welton, G. L. (2016). Energy drinks improve 5-km running performance in recreational endurance runners. *Journal of Applied Sport Science Research*, 30(11), 2979-2990. doi:10.1519/JSC.0000000000001391
- Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., & Stachenfeld, N. S. (2007). American College of Sports Medicine position stand: Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2), 377-390. doi:10.1249/mss.0b013e31802ca597
- Scott, M. G., LeGrys, V. A., & Klutts, J. S. (2007). Electrolytes and blood gases. In C. A. Burtis, E. R. Ashwood, & D. E. Bruns (Eds.), *Tietz fundamentals of clinical chemistry* (6ª Ed., pp 443-461). St. Louis, Missouri: Saunders.
- Silva, A. E. L., Oliveira, F. R. d., & Gevaerd, M. S. (2006). Mecanismos de fadiga durante o exercício físico. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 8(1), 105-113.
- Wellington, B. M., Leveritt, M. D., & Kelly, V. G. (2016). The effect of caffeine on repeat high intensity effort performance in rugby league players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Advance online publication. doi:10.1123/ijsp.2015-0689
- Wemple, R. D., Lamb, D. R., & McKeever, K. H. (1997). Caffeine vs caffeine-free sports drinks: effects on urine production at rest and during prolonged exercise. *International Journal of Sports and Exercise Medicine*, 18(1), 40-46. doi:10.1055/s-2007-972593
- Yanagisawa, K., Ito, O., Nagai, S., & Onishi, S. (2012). Electrolyte-carbohydrate beverage prevents water loss in the early stage of high altitude training. *The Journal of Medical Investigation*, 59(1-2), 102-110.