

ATLETAS DE *ENDURANCE* E *ULTRAENDURANCE* - UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE EFEITOS DA HIPONATREMIA

Athletes of endurance and ultraendurance – an inquiry on effect of the hyponatremia

Juliana Esteves Borsatto, Nilton César Spinelli

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo descrever a hiponatremia em atletas que praticam atividade física de *endurance* e *ultraendurance*. Através de uma revisão bibliográfica, foi realizado um levantamento de dados a respeito do conteúdo hídrico corporal. Para o desenvolvimento do estudo, foram identificadas as possíveis causas da hiponatremia, os sintomas, o tratamento, bem como recomendações para atletas de *endurance* e *ultraendurance*. Como conclusão parcial, sugere-se que os atletas de *endurance* e *ultraendurance* devem destinar uma especial atenção ao processo de hidratação, principalmente no que diz respeito à prevenção da hiponatremia.

Palavras-chave: Hiponatremia, *Endurance*, *Ultraendurance*.

Abstract

The present study had the objective to describe the hyponatremia in athletes who practice physical activity of endurance and ultraendurance. Through a bibliographical revision, we carry through a data-collecting regarding the corporal water content. For the development of the study it was identified the possible causes of the hyponatremia, symptoms, treatment, recommendations for athletes of endurance and ultraendurance. Our partial conclusion suggests that the athletes of endurance and ultraendurance must have a special attention to the hydration process, mainly in respect to the prevention of the hyponatremia.

Key words: Hyponatremia, Endurance, Ultraendurance.

INTRODUÇÃO

Em exercícios de longa duração, há uma importante perda hídrica através do suor e da respiração. Nestas condições, é preciso hidratar adequadamente, de forma a não trazer riscos para a saúde do atleta, bem como para que não seja diminuído o seu rendimento físico. Esportistas que ingerem importantes quantidades de água, que, às vezes, excedem até mesmo as próprias necessidades, podem produzir uma hemodiluição e, como conseqüência, a hiponatremia (Porcel et al., 2004).

Estudiosos, no campo da medicina desportiva, classificam a hiponatremia como um desequilíbrio hidroeletrólítico, descoberto inicialmente em 1985, que resulta na queda anormal da concentração plasmática de

sódio para valores abaixo de 135 mEq/L (Glance Murphy e McHugh, 2002; Kratz et al., 2005; Noakes et al., 2005; Toy, 1992).

Os principais sintomas da hiponatremia incluem a desorientação, a confusão, a agitação, a fala confusa, as câibras, a falta de ar, a respiração irregular, a náusea, a convulsão, a letargia e, em alguns casos, o coma (Weir, 2000; Yeates et al., 2004). Dependendo da condição física do atleta, tal desordem pode provocar edema pulmonar, danos cerebrais, podendo, inclusive, levar o sujeito ao óbito (Ayus et al., 2000).

OBJETIVO

Investigar, através de revisão de literatura, os efeitos da hiponatremia em atletas de resistência.

Universidade Estácio de Sá - Petrópolis - RJ - Brasil.

Recebido em 08.08.2007. Aceito em 28.09.2007.

Revista de Educação Física 2007;139:50-57

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa fundamentada no referencial bibliográfico. A literatura científica utilizada tem origem no idioma da língua portuguesa, inglesa e espanhola, tendo sido considerado, neste estudo, artigos e livros. Para que o trabalho apresentasse consistência teórica, foram utilizadas as Plataformas de Pesquisa Bireme e a Base de Dados LILACS, PUBMED e CAPES.

Foram utilizadas as seguintes palavras-chave:

“hiponatremia”, “desidratação”, “hiponatremia endurance”, “ultraendurance”, “intoxicação água” e “hiponatremia atleta”.

DESENVOLVIMENTO

Desde a primeira descrição da hiponatremia, em 1985, as teorias expostas tentaram explicar sua etiopatogenia. Antes de 1981, o termo hiponatremia era totalmente desconhecido, sendo os atletas orientados a não ingerir líquidos durante os exercícios, o que poderia resultar em desidratação e em hipernatremia. Após o ano de 1981, passou-se a recomendar, para os atletas, uma alta ingestão de líquidos, sem restrição, durante exercícios de resistência. Foi difundida, neste período, a frase “*drink as much as possible*”. Entretanto, nesta época, houve um aumento dos casos de hiponatremia nos esportes de *endurance* e *ultraendurance*, em consequência do recomendado (Porcel et al., 2004). Estudo realizado por Garrigan e Ristedt (1999), demonstrou que, nos Estados Unidos, pelo menos quatro atletas militares, de 1989 a 1999, faleceram devido à hiponatremia, e 190 foram hospitalizados. Tal fato proporcionou uma revisão nas

TABELA 1
PONTOS DE CORTE PARA
HIPONATREMIA.

| Autor / Ano | Concentração sangüínea plasmática de sódio |
|---------------------|--|
| Toy, 1992 | < 135 mEq/L |
| Noakes et al., 2005 | < 135 mEq/L |
| Hsieh et al., 2002 | < 135 mEq/L |
| Weir, 2000 | < 130 mEq/L |
| Kratz et al., 2005 | < 135 mEq/L |
| Glance et al., 2002 | < 135 mEq/L |

recomendações de reposição de líquidos nas Forças Armadas dos EUA, em 1999.

A hiponatremia é definida, principalmente, pela maioria dos autores, através da concentração sangüínea plasmática de sódio abaixo de 135 mEq/L (Glance et al., 2002; Hsieh et al., 2002; Kratz et al., 2005; Noakes et al., 2005; Toy, 1992). Apenas Weir (2000) considera o ponto de corte para hiponatremia como sendo o sódio sérico abaixo de 130 mEq/L (TABELA 1).

As razões para a ocorrência da hiponatremia não são, ainda, conclusivas, podendo a mesma ser desenvolvida como uma consequência da grande perda de líquidos, de sódio e/ou por uma hiperhidratação (Vrijens e Rehrer, 1999).

Alguns estudos, como mostrado na TABELA 2, consideraram a incidência de hiponatremia em provas de

TABELA 2
INCIDÊNCIA DE HIPONATREMIA EM PROVAS INTERNACIONAIS.

| Autor / ano | Tipo de Estudo | Evento Observado | Nº de Participantes | Nº de casos de hiponatremia |
|---------------------|----------------|-----------------------------------|---------------------|---|
| Ayus et al., 2000 | Coorte | 2000 – Maratona de Houston | Não informado | 4 mulheres |
| Noakes et al., 2004 | Coorte | 2001 – Triathlon da África do Sul | 598 | 8 assintomática; 1 caso de hiponatremia sintomática. |
| Kratz et al., 2005 | Coorte | 2003 – Maratona de Boston | 17.548 | 9 |

endurance e *ultraendurance*, observando que a ocorrência destes casos é comum entre esses atletas.

Etiologia da hiponatremia

A famosa frase mistificada “*drink as much as possible*” baseia-se na teoria de que a sensação de sede é menor do que as necessidades de hidratação, o que demonstra um perigo em potencial para os atletas que competem em provas de resistência, como é o caso do *endurance* e *ultraendurance*. Uma alta ingestão de líquidos, acima das necessidades, pode levar a um estado de hipervolemia, que é um aumento do volume plasmático, que leva a um funcionamento deficiente do aparelho excretor, impossibilitando o organismo de eliminar quantidades suficientes de água, resultando, assim, em hemodiluição, ou aumento do plasma sangüíneo, conseqüente da diluição do conteúdo plasmático (Wilmore e Costill, 2001). Desta maneira, a hemodiluição, resultante da hipervolemia, pode desencadear a hiponatremia (Porcel et al., 2004).

Durante o exercício pesado, o fluxo sangüíneo é desviado do trato gastrointestinal para o músculo esquelético, diminuindo a absorção de água, já que esta é absorvida pelo intestino. A perda de sódio e de água, juntos, pelo suor, conduz a uma concentração do volume sangüíneo, conseqüentemente, ocorre uma estimulação da secreção dos hormônios ADH (Armstrong et al., 1993; Speedy et al., 1999) e aldosterona (Wilmore e Costill, 2001), que irão atuar na retenção hídrica. Por outro lado, estabelecendo um viés de pensamento, com o cessar do exercício, o fluxo sangüíneo é progressivamente restabelecido para o trato gastrointestinal, levando a uma intensa absorção de água, podendo ocasionar hiponatremia (Noakes et al., 1990).

A aldosterona é um hormônio secretado pelo córtex da adrenal, que atua promovendo a reabsorção renal de sódio e, conseqüentemente, a diminuição do fluxo de urina, pois, juntamente com o sódio, a água também é reabsorvida (Wilmore e Costill, 2001), podendo incrementar o surgimento da hiponatremia (Porcel et al., 2004).

O hormônio ADH, ou vasopressina, irá atuar sobre os rins, promovendo a retenção de água para manter o volume plasmático, evitando, assim, que ocorra a desidratação. De forma semelhante ao que ocorre com a aldosterona durante a atividade física, o aumento da excreção de ADH também favorece o aparecimento da hiponatremia (Wilmore e Costill, 2001).

A desidratação e a hiponatremia são as causas mais comuns de colapso em atividades de *endurance*. Toy (1992) observou que a hiponatremia pode ocorrer juntamente com a desidratação em atletas de *ultraendurance*. Aproximadamente 70% dos atletas tratados por hiponatremia, através de diagnósticos laboratoriais no *Hawaiian Ironman Triathlon*, de 1989, estavam, também, desidratados (Toy, 1992).

Segundo Hiller (1989), a transpiração excessiva, agregada à grande perda de sódio e à ausência do consumo de líquidos, pode fazer com que a desidratação ocorra juntamente com a hiponatremia. Em contraste, outros autores, como Noakes et al. (2005) e Speedy et al. (2000), propõem que a forma mais perigosa de hiponatremia incide, apenas, em atletas que tenham condição fisiológica de reter líquidos em excesso e que não possuem um grande déficit de sódio.

Speedy et al. (1999) notaram que a relação entre concentração plasmática de sódio, após a corrida, e o ganho de peso, por conseqüência do excesso de consumo de líquidos, pode ser o fator preponderante no surgimento da hiponatremia. Noakes et al. (2005) confirmaram esta teoria ao sugerir que atletas que ganharam mais de 4 % do seu peso, durante o exercício, têm 45% de chances de desenvolver a hiponatremia.

Weir (2000), em seu estudo, informa que a hiponatremia pode ser causada por uma não reposição de sal, perdida no suor, associado com a desidratação.

O mesmo autor apresenta uma possibilidade aceitável e coerente no que se refere ao surgimento da hiponatremia, colocando que, possivelmente, ela possa ocorrer como resultado de, pelo menos, três mecanismos biológicos diferentes: o excesso de ingestão de líquidos; a liberação inapropriada de ADH, em particular, ou falha de supressão da excreção de ADH, com o aumento da água corporal total; e a falha ao mobilizar o sódio dos estoques de sódio inativos ou a inativação inapropriada do sódio circulante.

Toy (1992) e Noakes et al. (2005) descreveram, como uma das causas da hiponatremia, a excreção inapropriada de ADH, decorrente de inabilidade de excretar água, causada pelo excesso de ingestão de líquidos hipotônicos em um pequeno período de tempo. Entretanto, Toy (1992) refere, adicionalmente, mais duas diferentes causas, como a indução diurética de depleção de potássio e a depleção de sódio, em função do excesso de suor.

Yeates et al., em 2004, mencionam algumas das possíveis causas da hiponatremia como a Síndrome de Excreção Inapropriada de ADH, relacionando com doenças malignas, doenças pulmonares, doenças neurológicas, AIDS, psicose aguda, além do uso de medicamentos que estimulariam o aumento do ADH ou potencializariam o ADH nos rins.

Com base no exposto anteriormente, pode-se perceber que os mecanismos que causam a hiponatremia ainda não são conhecidos completamente, por isso, os atletas devem ser orientados a não ingerir líquidos em excesso durante o exercício (Noakes et al., 2005).

Apesar da maioria dos maratonistas ser do gênero masculino, estudos recentes demonstraram que as mulheres são mais propensas a desenvolver hiponatremia de forma mais sintomática (Ayus et al., 2000; Speedy et al., 1999; Stuempfle et al., 2002).

Em estudo realizado em um hospital universitário e dois comunitários, nos Estados Unidos, Ayus et al. (2000) identificaram, através de pesquisa, os casos de maratonistas internados por hiponatremia e observaram que cinco, das sete internações, eram mulheres, sugerindo que o sexo pode ser um fator que predispõe o indivíduo à hiponatremia. Estes mesmos autores relataram que, após terem publicado o artigo, foram internadas outras quatro mulheres, depois de completarem a maratona de Houston, em janeiro de 2000, com hiponatremia, apresentando o nível sérico de sódio entre 114 e 128 mEq/L.

Teoricamente, a maior prevalência de hiponatremia entre mulheres se deve a alguns fatores como: tamanho corporal inferior ao dos homens (Stuempfle et al., 2002); e a menor quantidade de massa muscular do sexo feminino (Porcel et al., 2004).

Sendo assim, as diferenças antropométricas podem, também, ser um dos fatores que levam a hiponatremia, o que leva a crer que indivíduos do mesmo sexo podem possuir maior ou menor probabilidade de desenvolver hiponatremia. Entretanto, os que possuem menor tamanho corporal podem parecer, *a priori*, mais propensos a sofrer hiponatremia, decorrente da necessidade de consumir menos líquido, que os indivíduos de maior estatura e com uma maior massa muscular (Speedy et al., 2000; Stuempfle et al., 2002).

Sinais, sintomas e conseqüências

Segundo Noakes (1992), sinais clínicos e sintomas de hiponatremia devido ao exercício, usualmente, não

ocorrem, caso o sódio sérico não caia a níveis inferiores a 125 mEq/L. Toy (1992), entretanto, considera que os sinais clínicos e sintomas só aparecem se o nível de sódio sérico estiver abaixo de 120 mEq/L.

Ao tentar aumentar a concentração de sódio extracelular para alcançar os valores fisiológicos, o organismo do atleta é induzido a um trânsito de fluidos desde o espaço extracelular ao intracelular, e, como conseqüência, ocorre a formação de edema celular. Este edema é produzido de forma rápida, podendo acarretar diversas complicações, como convulsões, perda de consciência, coma, (O'Brien et al., 2001; United States Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, 2000), alterações severas no sistema nervoso central, parada cardiorespiratória, podendo chegar até mesmo à morte (Montain et al., 2001; Speedy et al., 2001).

Em 2004, Noakes et al. realizaram um estudo de caso com um atleta que havia ingerido cerca de cinco litros a mais de líquidos do que o necessário, em uma prova de *Ironman*, observando que o atleta, a 20 metros da linha de chegada, com cerca de 12h e 23 min de prova, apresentou alguns sintomas, como dificuldade de concentração, não conseguindo conversar e apresentando sonolência. Após exame clínico, o sódio sérico era de 127 mEq/L, o que indicou hiponatremia.

Em outro estudo, realizado por Glace et al. (2002), que avaliaram 26 voluntários, em uma prova de ultramaratona (160 km), foram observados os seguintes sintomas em atletas hiponatremicos: fraqueza, confusão, descoordenação e coma.

Tratamento

A desidratação é considerada a emergência mais comum que ocorre em atletas em competições de *endurance* e *ultraendurance*. Por isso, é comum tratar todos os atletas que atravessam a linha de chegada, em um estado de exaustão, como desidratados. Entretanto, vale a pena ressaltar que eles podem estar hiponatremicos (Kratz et al., 2005; Noakes et al., 1991). Devido à possibilidade de um diagnóstico inadequado, atletas que necessitam de cuidados médicos são tratados com soluções hipotônicas intravenosas, com 5% de glicose em uma solução normal salina, como recomendado nos casos de desidratação, independente da causa da emergência (Armstrong et al., 1993; Speedy et al., 1999).

Outro estudo, realizado por Noakes et al. (1991), demonstrou que a administração de um a dois litros de solução com 5% de glicose e 9% de solução salina intravenosa, em atletas debilitados, causa, desnecessariamente, um aumento no volume plasmático, e que, na maioria dos casos, esse aumento do volume plasmático faz com que o sódio sérico caia para abaixo de 135 mEq/L.

Compreende-se, portanto, que a terapia com fluidos intravenosos não é um tratamento justificável para todos os atletas debilitados em competições de *endurance* e *ultraendurance*, sendo necessário distinguir hiponatremia de desidratação, antes de fornecer o tratamento intravenoso (Noakes et al., 1991).

Sinais clínicos e sintomas de desidratação e de hiponatremia são similares, sendo o método mais seguro de discernir hiponatremia de desidratação a avaliação da osmolaridade sérica. Portanto, em eventos que durem mais de quatro horas, o atendimento médico deverá ser capacitado para realizar uma avaliação do sódio sérico (Ayus et al., 2000; Toy, 1992).

A administração de cloreto de sódio pode ser utilizada quando o edema pulmonar, decorrente da hiponatremia, for detectado. Este tratamento foi bem sucedido em pacientes que apresentaram associação entre edema pulmonar e hiponatremia (Ayus et al., 2000).

De acordo com Gross et al. (1998), a velocidade de correção da hiponatremia sintomática deve ser de, no máximo, 0,5 mEq por litro por hora, e o tratamento deve parar assim que se atinja uma hiponatremia leve, entre 125 e 130 mEq/L/h. O tratamento da hiponatremia é um desafio para o clínico, em parte porque um tratamento que corrija a hiponatremia, muito rapidamente, pode levar à lesão cerebral (Gross et al., 1998). Segundo Flinn e Sherer (2000), o melhor tratamento da hiponatremia, em atletas, deve ser feito com a administração de solução salina (3% NaCl) intravenosa.

Recomendações práticas para a prova de *endurance* e *ultraendurance*

A reposição de líquidos, hoje em dia, é o que mais recebe atenção dentro do âmbito nutricional para os competidores, porque, tanto a desidratação, quanto a hiponatremia, são fatores que podem influenciar mais profundamente a *performance* do atleta (Guerra, 2005).

É recomendado que atletas mais lentos de *endurance* restrinjam o consumo de fluidos hipotônicos, e que todos os atletas de *endurance*, durante os treinamentos e as corridas, possuam um plano de reposição de sódio (Toy, 1992).

A maioria dos autores comunga da mesma opinião no que diz respeito à quantidade de líquidos ingerida, sugerindo que a ingestão deva ser limitada, antes do início da atividade de longa duração (Montain et al., 2001; Noakes, 2002; O'Brien et al., 2001).

A reposição de sódio é uma recomendação comum durante eventos de *endurance* ou *ultraendurance*. Segundo Ross (1987), a ingestão de soluções contendo alguns eletrólitos, 10 m/Eq de sódio, 10 m/Eq de cloridrato e 5 m/Eq de potássio por 250 mL de água, em eventos com duração superior a seis horas, pode trazer benefícios satisfatórios.

Hiller (1989) recomenda a ingestão de um a dois gramas de sódio por hora, em eventos com mais de quatro horas, enquanto que Goldberger (1986) recomenda que atletas que se submetem a provas prolongadas ingiram um grama de sódio por hora.

As recomendações de líquidos sugeridas na literatura demonstram que o ideal a ser utilizado é: 550 mL/h durante 100 km de corrida (Fallon e Broad, 1998); 800-900 mL/h, durante 96 km de corrida (Rontoyannis et al., 1989); 500 mL/h, o que inclui bebidas com baixo teor de sódio, em provas de *endurance* (Noakes et al., 1991); 150 a 200 mL a cada 15-20 minutos, o que daria cerca de 450 a 800 mL/h em provas de *endurance* (NATA, 2000); havendo uma recomendação mais geral que é a de 450 a 1200 mL/h (Horswill, 1998).

Segundo as recomendações da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (2003), durante o exercício, deve-se ingerir líquidos a cada 15 ou 20 min, de acordo com a taxa de suor do indivíduo, podendo variar a ingestão de 500 a 2000 mL/h.

Para prevenir a hiponatremia, os participantes também devem se adaptar ao clima antes da prova, pois atletas aclimatizados possuem um baixo limiar de suor, perdendo, portanto, menos sódio no suor, se comparados aos seus adversários não aclimatizados. O processo de aclimatização pode levar de uma a duas semanas para ser completado, de acordo a pesquisa realizada por Hiller (1989).

Fatores que influenciam a termorregulação

No homem, a temperatura é regulada, em circunstâncias normais, para cerca de 37°C, tolerando apenas variações relativamente pequenas na temperatura interna. Quando se verifica um aumento de temperatura no exterior, o corpo humano atua através de mecanismos homeostáticos de termorregulação, diminuindo a temperatura corporal por processos como a vasodilatação e a produção de suor (McArdle et al., 2003).

O corpo humano é, usualmente, mais quente que seu ambiente e, por isso, perde calor. Todavia, a energia gerada pelo metabolismo normal é suficiente para manter a temperatura do corpo, quando a temperatura ambiente permanece entre 27,8 e 30° C, faixa conhecida como zona termoneutra (Silverthorn et al., 2003).

Em temperaturas acima da zona termoneutra, o corpo ganha calor, pois a produção de calor excede a perda. Abaixo da zona termoneutra, a perda de calor excede a produção. Em ambos os casos, o corpo precisa usar a compensação homeostática para manter a temperatura.

A regulação da temperatura corporal está sob o controle de centros nervosos no hipotálamo. Termorreceptores sensitivos estão localizados, periféricamente, na pele, estrategicamente próximos a este centro regulador. O “termostato” hipotalâmico compara os sinais de entrada com o ponto de temperatura desejada, coordenando uma resposta fisiológica apropriada para aumentar ou diminuir a temperatura central. A perda de calor é provida pela dilatação dos vasos sanguíneos na pele e pela transpiração (suor). O calor é gerado pelo arrepio e, possivelmente, pela termogênese do não arrepio.

Em temperaturas elevadas, o oposto é esperado: as arteríolas cutâneas dilatam, promovendo um processo denominado de vasodilatação ativa. Este processo, no entanto, é mediado pelos neurônios simpáticos especiais

que secretam acetilcolina. Este sistema vasodilatador colinérgico simpático dilata, seletivamente, os vasos sanguíneos cutâneos, acentuando a perda de calor na superfície da pele. Os neurônios simpáticos controlam as glândulas sudoríparas, também causando a produção de bradicinina, substância vasodilatadora parácrina que pode contribuir para a resposta na termorregulação.

A vestimenta, utilizada na atividade física, se torna fundamental para a termorregulação, já que esta pode facilitar ou dificultar a perda do calor corporal. A baixa preocupação com a cor do tecido pode impor um estresse físico a mais para o atleta, uma vez que as cores mais escuras absorvem mais calor (Marins et al., 2004).

CONCLUSÃO

A hiponatremia é uma questão nova no mundo do esporte, não havendo, por exemplo, no Brasil, relatos de casos na literatura sobre hiponatremia em atletas durante eventos de *endurance* e *ultraendurance* nacionais. Entretanto, a ausência de casos pode ser decorrente de um não diagnóstico.

Nas últimas décadas, vem sendo observada uma maior preocupação com a alimentação e a hidratação, principalmente quando se trata de esportistas e de pessoas fisicamente ativas.

Além disso, é importante vestir roupas adequadas, leves e de cores claras, buscando lugares mais frescos, menos úmidos e quentes para as práticas esportivas.

Uma apropriada ingestão de sódio pode reduzir o número de casos de hiponatremia. São necessárias, porém, mais investigações para consolidar essa hipótese, buscando-se determinar a quantidade ideal de sódio, já que a ingestão de quantidades elevadas do mesmo, durante o exercício, pode reduzir o ritmo de produção de urina, dificultando a estabilização do equilíbrio eletrolítico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMSTRONG LE, CURTIS WC, HUBBARD RW et al. [Symptomatic hyponatremia during prolonged exercise in heat](#). Med Sci Sports Exerc 1993;25:543-9.
- AYUS JC, VARON J, ARIEFF AI. [Hyponatremia, cerebral edema, and noncardiogenic pulmonary edema in marathon runners](#). Annals of Internal Medicine 2000; 132(9):711-4.
- FALLON KEE, BROAD MW. [Nutritional and fluid intake in a 100-km ultramarathon](#). Int J Sport Nutr 1998;8:24-35.
- GARRIGAN TP, RISTEDT DE. [Death from hyponatremia as a result of acute water intoxication in an Army basic trainee](#). Mil Med 1999;164:234-8.

- GLACE BW, MURPHY CA, MCHUGH MP. [Food intake and electrolyte status of ultramarathoners competing in extreme heat](#). Journal of the American College of Nutrition 2002;21(6):553-9.
- GOLDBERGER E. A primer of water, electrolyte and acid-base syndromes. Philadelphia, EUA: Lea and Febinger, 1986.
- GUERRA I. Hidratação no exercício. In: BIESEK S, ALVES LA, GUERRA I. Estratégias de nutrição e suplementação no esporte. 1ª ed. São Paulo: Ed Manole, 2005:151- 68.
- GROSS P, REINMANN D, NEIDEL J et al. [The treatment of severe hyponatremia](#). Kidney International 1998;53(64):6-11.
- HILLER DB. [Dehydration and hyponatremia during triathlons](#). Med Sci Sport Exer 1989;21:219-21.
- HORSWILL CA. [Effective fluid replacement](#). International Journal of Sports Nutrition 1998;8:175-95.
- HSIEH M, ROTH R, DAVIS DL et al. [Hyponatremia in runners requiring on-site medical treatment at a single marathon](#). Medicine and Science and Sports Exercise 2002;34(2):185-9.
- KRATZ A, SIEGEL AJ, VERBALIS JG et al. [Sodium status of collapse marathon runners](#). Arch Pathol Lab Med 2005;129:227-30.
- MARINS JCB, AGUDO C, IGLESIAS ML, MARINS N, ZAMORA S. Hábitos de hidratación un colectivo de deportistas de pruebas de resistencia. Selecion 2004;3(1):18-28.
- MCARDLE W, KATCH FI, KATCH VL. Fisiologia do exercício, energia, nutrição e desempenho humano. 5ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2003:637-50.
- MONTAIN SJ, SAWKA MN, WENGER CB. [Hyponatremia associated with exercise: risk factors and pathogenesis](#). Exerc Sports Sci Rev 2001;29:113-7.
- NATIONAL ATHLETIC TRAINERS ASSOCIATION (NATA). [Position statement: fluid replacement for athletes](#). Journal Athletic Training 2000;35:212-24.
- NOAKES TD, NORMAN RJ, BUCK RH et al. [The incidence of hyponatremia during prolonged ultraendurance exercise](#). Med Sci Sports Exerc 1990;22:165-70.
- NOAKES TD, BERLINSKI N, SOLOMON E et al. Collapsed runners: blood biochemical changes after IV fluid therapy. Phys Sportsmed 1991;19:70-82.
- NOAKES TD. The hiponatremia of exercise. Int Journal of Sports and Nutrition 1992;9:117-42.
- NOAKES TD. [Hyponatremia in distance runners: fluid and sodium balance during exercise](#). Current Sports Medicine Reports 2002;4:197-207.
- NOAKES TD, SHARWOOD K, COLLINS M et al. [The dipsomania of great distance: water intoxication in an Ironman triathlete](#). Br J Sports Med 2004;38(e16).
- NOAKES TD, SHARWOOD K, SPEEDY D et al. [Three independent biological mechanisms cause exercise-associated hyponatremia: evidence from 2,135 weighed competitive athletic performances](#). PNAS 2005;102(51):18550-5.
- O'BRIEN KK, MONTAIN SJ, CORR WP et al. Hyponatremia associated with overhydration in U.S. Army trainees. Mil Méd 2001;166:405-10.
- PORCEL FBO, RUIZ JR, GARZÓN MJC et al. Hiponatremia en esfuerzos de ultraresistencia: efectos sobre la salud y el rendimiento. Archivos Latino Americanos de Nutricion 2004;54(2):155-64.
- RONTOYANNIS GP, SKOULIS T, PAVLOU KN. [Energy balance in ultramarathon running](#). Am J Clin Nutr 1989;49:976-9.
- ROSS R. Medical coverage of endurance events. Phys Sportsmed 1987;15:140-6.

- SILVERRTHORN DU. Fisiologia humana: uma abordagem integrada. 1ª ed. São Paulo: Ed. Manole. 2003.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE (SBME). [Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos a saúde](#). Rev Bras Med Esporte 2003; 9(2):57-68.
- SPEEDY DB, NOAKES TD, ROGERS IR et al. [Hyponatremia in ultradistance triathletes](#). Med Sci Sports Exerc 1999;31:809-15.
- SPEEDY DB, ROGERS IR, NOAKES TD et al. [Diagnosis and prevention of hyponatremia at an ultradistance triathlon](#). Clin J Sport Med 2000;10:52-8.
- SPEEDY DB, NOAKES TD, KIMBER NE et al. [Fluid balance during and after an Ironman Triathlon](#). Clin J Sport Med 2001;11:44-50.
- STUEMPFLE KJ, LEHMANN DR, CASE HS et al. [Hyponatremia in a cold weather ultraendurance race](#). Alaska Med 2002;44:51-5.
- TOY BJ. [The Incidence of hyponatremia in prolonged exercise activity](#). Journal of Athletic Training 1992;27(2):116-8.
- UNITED STATES ARMY CENTER FOR HEALTH PROMOTION AND PREVENTIVE MEDICINE. [Overhydration and hyponatremia among active duty soldiers 1997-1999](#). Med Surveillance Monthly Rep 2000;6(3):9-11.
- VRIJENS DMJ, REHRER NJ. [Sodium-free fluid ingestion decreases plasma sodium during exercise in the heat](#). J Appl Physiol 1999;86:1847-51.
- WEIR E. [Ultra-endurance exercise and hyponatremia](#). CMAJ 2000;163:439.
- WILMORE JH, COSTILL DL. Fisiologia do esporte e do exercício. 1ª ed. São Paulo: Ed. Manole, 2001.
- YEATES KE, SINGER M, MORTON AR. [Salt and water: a simple approach to hyponatremia](#). CMAJ 2004;70(3):365-9.

Endereço para correspondência:

Juliana Esteves Borsatto
Rua Alberto Schaeffer, 133 - Cascatinha
Petrópolis - RJ - Brasil
CEP: 25716-130
Tel.: (24) 2242-9079
Cel (24) 8122-6723
e-mail: jully_esteves@yahoo.com.br
e-mail: niltonspinelli@uol.com.br