



HIPONATREMIA E ATLETAS DE ENDURANCE.

Juliana Rezende Stucker¹; Laura Cuvello Lopes²

RESUMO

A redistribuição da água total corporal efetuada por mudanças na água e no sódio totais do corpo é de interesse geral aos atletas, principalmente no que diz respeito à hiponatremia. Este estudo de revisão teve como objetivo investigar as causas e conseqüências da hiponatremia em atletas de endurance. Os sintomas da hiponatremia variam muito dependendo do nível de concentração de sódio no plasma. Existe muita especulação em torno das causas da hiponatremia. Alguns estudos descrevem que ela pode ser causada pelo seqüestro de água no intestino. Outros concluíram que as perdas de sódio pelo suor não influenciam na hiponatremia devido a baixa quantidade que se é perdida. No entanto, em atletas com altas concentrações de sódio no suor ou na urina, apresentam alteração da secreção de ADH (hormônio antidiurético) e retenção de água, estas perdas de sódio podem sim ter um papel secundário na hiponatremia. A hiperhidratação também pode ser uma das causas da hiponatremia. Os atletas podem se beneficiar dos índices de ingestão de líquidos que mais se aproximam das perdas pelo suor, sem aumentar o risco de desenvolver a hiponatremia, desde que o sódio também seja ingerido durante a prática do exercício. A suplementação de sódio não previne a ocorrência da hiponatremia. O tratamento da hiponatremia é um assunto que tem gerado muitas controvérsias. Para que possamos conhecer mais a fundo a hiponatremia é necessário que mais estudos sejam feitos.

Palavras-chave: hiponatremia; hidratação; sódio; exercício físico

ABSTRACT

The redistribution of the total body water affected by changes in the water and the total sodium of the body is of general interest to the athletes, mainly in what it says respect to the hyponatremia. This study had as aim investigate the causes and consequences of the hyponatremia in endurance athletes. The symptoms of the hyponatremia can vary depending on the level of sodium concentration in the plasma. Much speculation around the causes of the hyponatremia exists. Some studies say that it can be caused by the water kidnapping in the intestine. Others had concluded that the losses of sodium for the sweat do not influence in the hyponatremia due low the amount that if is lost. However, in athletes with high sodium concentrations in the sweat or piss, for the alteration of the secretion of ADH (antidiuretic hormone) and water retention, these losses of sodium can have a secondary paper in the hyponatremia. The overconsumption of fluids also can be one of the causes of the hyponatremia. The athletes can benefit themselves of the

¹ Nutricionista pelo Centro Universitário São Camilo e Pós-Graduanda em Nutrição Desportiva e Qualidade de Vida pela FEFISA.

juhp1@hotmail.com

² Profª Drª do Curso de Pós em Nutrição Desportiva e Qualidade de Vida pela FEFISA. Profª da Uniltalo dos cursos de Educação Física e Pedagogia e Doutora em Ciência pela UNIFESP.



indices of ingestion of liquids that are closer to the losses for the sweat, without increasing the risk to develop the hyponatremia, since that sodium also is ingested during the exercise. The sodium supplementation doesn't prevent the occurrence of the hyponatremia. The treatment of the hyponatremia is a subject that has generated many controversies. It is necessary more studies in this subject to know hyponatremia more deeply.

Keywords: Hyponatremia; Hydration; Sodium; Exercise



1 INTRODUÇÃO

O equilíbrio hídrico corporal representa a diferença líquida entre a ingestão e a perda de líquidos. O turnover normal de líquido corporal em um adulto sedentário varia de 1 a 3 l/dia, a variação acontece devido principalmente às diferenças na perda de água insensível ou na evaporação da umidade pela pele. (Sawka e cols., 2005)

Amplas variações na ingestão de líquidos são controladas pelos rins, que podem produzir mais ou menos urina, dependendo das mudanças nos volumes de líquidos corporais. A perda de água pela respiração é geralmente ignorada com relação ao equilíbrio hídrico porque isso é geralmente compensado pela produção de água que ocorre durante o metabolismo aeróbico. (Sawka e cols., 2005)

Durante o dia, costumamos regular o equilíbrio líquido do nosso organismo diariamente, de maneira muito boa, impulsionados pela sede e fome, combinadas ao livre acesso a alimentos e bebidas. Isso é atingido pelas respostas fisiológicas às alterações do volume de líquidos corporais e das concentrações de substâncias dissolvidas nos líquidos corporais, assim como por fatores sócio-comportamentais não-regulatórios, tais como a ingestão de líquidos em reuniões e festas. (Sawka e cols., 2005)

Apesar de as pequenas alterações no equilíbrio hídrico corporal diário serem facilmente corrigidas para níveis normais, a imposição de exercícios e o estresse ambiental nas atividades diárias pode gravemente ameaçar a homeostase do equilíbrio hídrico, o desempenho e a saúde. (Panel on DRI, 2005)

Sabemos que uma hidratação adequada durante o exercício é importante para repor as perdas pelo suor, assim mantendo o equilíbrio hídrico. (Barr e cols., 1991)

A redistribuição da água total corporal efetuada por mudanças na água e no sódio totais do corpo é de interesse geral aos atletas, principalmente no que diz respeito à hiponatremia. (Weschler, 2005)

Exercícios de endurance são todas as atividades físicas capazes de serem realizadas em uma intensidade submáxima por um tempo mais ou menos prolongado, sem haver variações significativas no sistema cardiorespiratório. (Sharkey, 1998)

Este estudo de revisão tem como objetivo investigar as causas e conseqüências da hiponatremia em atletas de endurance.

2 DEFINIÇÃO E SINTOMAS

Uma hidratação excessiva, a incapacidade de repor sódio perdido no suor, ou ainda outros fatores, podem levar a hiponatremia (Hiller, 1989), que é uma complicação associada aos exercícios de endurance, onde há um desequilíbrio hidroeletrólítico que resulta na queda anormal da concentração plasmática de sódio (Zelingher e cols, 1996, Speedy e cols, 2000a, Murray e cols, 2003 e Hew-Butler e cols, 2005). Quando esta concentração está abaixo dos valores de referência (136 - 142 mmol/L) o indivíduo encontra-se em estado de hiponatremia. (Kratz e cols, 2002 e Murray e cols, 2003)

Os sintomas variam muito dependendo do nível de concentração de sódio no plasma. No geral, quanto menor a concentração de sódio no plasma mais severos serão os sinais neurológicos e sintomas. (Arieff, 1976)



Hiponatremias leves (130 - 134 mmol/L) são relativamente assintomáticas e provavelmente se resolvem espontaneamente. (Hew-Butler e cols, 2005)

Sinais e sintomas tendem a desenvolver-se quando o sódio plasmático cai para valores menores de 130 mmol/L. São eles: distúrbios gastrointestinais relativamente moderados, tais como distensão ou náusea moderadas, dor de cabeça, e falta de ar. (Murray e cols, 2003 e Hew-Butler e cols, 2005)

Quando a concentração encontra-se menor que 125 mmol/L os sintomas tornam-se mais graves e incluem cefaléia latejante, vômitos, sibilos, edemas de pés e mão, inquietação, fadiga incomum, confusão e desorientação. (Adrogué e Madias, 2000)

Em casos onde as concentrações sejam menores que 120 mmol/L podem ocorrer paradas respiratórias, coma, danos cerebrais permanentes e morte. (Gardner, 2002)

A hiponatremia sempre deve ser levada em consideração quando durante ou após o exercício o atleta desmaiar. Ela deve ser diferenciada rapidamente das outras principais causas de desmaios, normalmente desidratação e ataque cardíaco. (Zelingher e cols, 1996)

3 FISIOPATOLOGIA

Existe muita especulação em torno das causas da hiponatremia. Uma das mais discutidas é o excesso de ingestão de líquidos durante os exercícios de endurance. (Zelingher e cols, 1996)

Frizzel e cols (1986) encontraram em seu estudo que após a ingestão de 2, 3 L/h durante uma prova, duas atletas desenvolveram hiponatremia. Noakes e cols (1985) também obtiveram resultados positivos entre a relação de grande ingestão de líquidos e a hiponatremia. Este mesmo resultado foi encontrado também por Irving e cols. (1991)

Esta hiponatremia provinda do exercício tem sido desenvolvida na maioria dos atletas com ou sem um histórico de hiponatremia (Noakes e cols, 2001) e é causada pela retenção anormal de fluídos em atletas que ingeriram inapropriadamente grandes quantidades de líquidos durante o exercício. (Irving e cols, 1991 e Speedy e cols, 2000a)

A retenção de líquidos é comprovada pelo ganho de peso durante a prova e o excesso de excreção de líquidos durante a recuperação. (Irving e cols, 1991 e Speedy e cols, 2000a)

Segundo Murray e cols (2003) a hiponatremia é causada pelo seqüestro de água no intestino, resultando em uma diluição das concentrações sanguíneas após a prova, quando a água é absorvida. Já para Speedy e cols (2000a), o fluído fica retido no espaço extracelular e não no intestino.

Outro mecanismo para explicar a ocorrência da hiponatremia seria a perda de sódio pelo suor. (Hiller e cols, 1987 e Murray e cols, 2003)

O nível de sódio excretado no suor geralmente fica em torno de 20 a 80mmol/L. Porém, está taxa varia muito, podendo aumentar se a taxa de sudorese estiver elevada ou diminuir dependendo da aclimatação e adaptação o atleta ao exercício. (Costill, 1977)

Atletas em boa forma física que estão bem aclimatados para se exercitar em ambientes quentes geralmente excretam suor com concentrações de sódio abaixo de 40 mmol/L porque a capacidade das glândulas sudoríparas conservarem o sódio



é aumentada com a aclimação ao calor e com o melhor condicionamento aeróbico. Essa redução na perda de sódio não só auxilia a proteger o volume de sangue, como também auxilia a reduzir o risco de hiponatremia. Entretanto, indivíduos relativamente fora de forma e não aclimatados e mesmo alguns atletas altamente treinados, podem excretar suor contendo concentrações de sódio acima de 60 mmol/L. Essas pessoas, principalmente aquelas com elevada taxa de sudorese, podem perder grandes quantias de sódio. (Murray e cols, 2003)

O fato importante é que esta perda de sódio através do suor pode ser um fator que contribui para a etiologia da hiponatremia e que perdas maiores implicam em risco maior. (Murray e cols, 2003)

No entanto, (Irving e cols, 1991 e Speedy e cols, 2000a), concluíram que as perdas de sódio pelo suor não influenciam na hiponatremia devido a baixa quantidade que se é perdida.

No entanto, em atletas com altas concentrações de sódio no suor ou na urina, pela alteração da secreção de ADH (hormônio antidiurético) e retenção de água, estas perdas de sódio podem sim ter um papel secundário na hiponatremia. (Hew-Butler e cols, 2005)

Durante o exercício quando as perdas de líquidos não são compensadas inteiramente, o volume do sangue diminui e a osmolalidade do plasma aumenta. A osmolalidade aumentada (ou o aumento do sódio) são detectados por sistema nervoso central assim como pelos receptores periféricos que estimulam a liberação de ADH. O hormônio antidiurético por sua vez, aumenta a reabsorção de água nos túbulos distais e coletores dos rins. Uma diminuição no cloreto de sódio extracelular e a pressão arterial estimulam o sistema do renina-angiotensina-aldosterona. A angiotensina II estimula a produção da aldosterona no córtex adrenal que aumenta a reabsorção do sódio nos rins. O resultado final é um aumento na retenção de sal, que por sua vez aumenta a retenção de água e eleva a pressão arterial. Somando-se a isto, a angiotensina II também estimula a liberação do ADH, aumenta a sede e promove vasoconstrição arterial. A angiotensina e a aldosterona aumentam também o apetite para o sódio. (Rehrer, 2001)

Uma elevação inapropriada do nível de ADH pode ser um fator crucial para o desenvolvimento de hiponatremia. O exercício, talvez em conjunto com outros fatores agindo simultaneamente, atua como um estímulo para a secreção de ADH (Armstrong e cols, 1993). O ADH aumenta a absorção de água nos túbulos renais, o que explica a retenção anormal de líquidos. (Greenhaff e Clough, 1989)

Sabendo-se que a secreção de ADH se altera durante o exercício fez-se a seguinte pergunta: a hiponatremia se dá por uma ação natural da secreção de ADH ou realmente há um distúrbio nesta secreção?

Zelinger e cols (1996), baseado em seus dados concluiu que realmente ocorre um estímulo hemodinamicamente inapropriado da secreção do ADH durante o exercício. Para este distúrbio, Murray e cols (2003), dá o nome de SIADH (Síndrome de Secreção Inadequada do Hormônio Antidiurético) para esta alteração na secreção do ADH.

Armstrong e cols (1993), Holtzhausen e cols (1994) e Irving e cols (1991) estudaram a concentração deste hormônio em atletas hiponatremicos e não encontraram evidências relevantes que explicassem que anormalidades na secreção deste hormônio tivessem relação com a retenção de líquidos.



4 FATORES DE RISCO

A presença de um fator de risco implica em uma correlação com taxas mais elevadas de hiponatremia, mas não necessariamente seja esta a causa. É provável que os fatores de risco interajam entre si, em alguns casos, pode não ter uma associação com a hiponatremia. (Hew-Butler e cols, 2005)

Os fatores de risco são:

- baixo peso corporal;
- sexo feminino;
- exercícios com duração superior a quatro horas;
- corrida lenta ou ritmo de performance;
- inexperiência em corridas;
- hábito de super hidratação;
- alta disponibilidade de líquidos para ingestão;
- capacidade de excreção renal alterada (uso de anti-inflamatórios);
- condições ambientais (extremos de frio ou calor);

Em vários estudos a hiponatremia foi associada com ganho de peso, corridas com mais de 4 horas de duração e baixo índice de massa corporal. (Almond e cols, 2005)

Baixa ingestão de sódio por recusa voluntária de bebidas esportivas, suplementação de sódio ou a ingestão de aperitivos salgados não tem sido reconhecidos como fatores de risco. (Kavanagh & Shephard, 1977)

Algumas pessoas têm predisposição genética para apresentar hiponatremia por causa das elevadas perdas de sódio pelo suor devido a um defeito em um gene que codifica a proteína envolvida no transporte de cloreto, e indiretamente de sódio, para fora dos ductos sudoríparos (doença conhecida como fibrose cística). (Davis, 2001)

Apesar de haver alguma evidência que indivíduos com fibrose cística são mais suscetíveis à hiponatremia, pesquisas adicionais são necessárias para se determinar qual é a prevalência do gene da fibrose cística entre aqueles que desenvolvem hiponatremia. (Murray e cols, 2003)

Um dos fatores de risco descritos acima se referiu ao sexo feminino. Mesmo que o risco de apresentar hiponatremia não seja maior para as mulheres, o prognóstico clínico é pior para elas. Isso talvez seja explicado porque o estrogênio inibe a enzima responsável por colocar potássio para fora das células cerebrais. A resposta ao edema causado pela hiponatremia é o transporte de potássio para fora da célula, reduzindo, assim, a osmolalidade intracelular e equilibrando a entrada de mais água para dentro da célula. (Adrogué e Madias, 2000). Da mesma maneira, se a enzima ATPase da bomba sódio-potássio for inibida pelo estrogênio, a evolução clínica da hiponatremia pode ser ainda mais grave. (Ayus e cols, 1992)

5 PREVENÇÃO

Como a hiponatremia se dá pela diminuição da concentração de sódio pela diluição do plasma a primeira prevenção a ser feita é evitar o consumo excessivo de líquidos, principalmente aqueles com maior probabilidade de desenvolver hiponatremia. (Speedy e cols, 2000b)



As taxas de sudorese e capacidade de excreção renal variam muito durante o exercício tanto entre indivíduos, quanto em um mesmo indivíduo, dependendo das condições ambientais durante o tempo de exercício. (Hew-Butler e cols, 2005)

Como as perdas de sódio e líquidos variam muito entre as pessoas, a quantidade para repor estas perdas também variam. (Murray e cols, 2003 e Hew-Butler e cols, 2005)

Há trabalhos que propõem que os atletas restrinjam a ingestão de líquidos para valores não superiores a 400-800ml por hora durante o exercício para reduzir o risco de hiponatremia (Noakes, 2002). Esta recomendação se encaixa para atletas que suam pouco, mas pode ser perigoso para aqueles que suam significativamente mais. Esses atletas podem se beneficiar dos índices de ingestão de líquidos que mais se aproximam das perdas pelo suor, sem aumentar o risco de desenvolver a hiponatremia, desde que o sódio também seja ingerido durante a prática do exercício. (Murray e cols, 2003)

Há diversos posicionamentos científicos recentes que oferecem diretrizes para a reposição de líquidos antes, durante e após o exercício. Como esperado, a linguagem das diversas posições não é uniforme, mas as recomendações são semelhantes quanto ao objetivo e conteúdo. (Murray e cols, 2003)

- American College of Sports Medicine (1996): recomenda-se à ingestão de aproximadamente 500ml de líquidos aproximadamente duas horas antes do exercício para promover a hidratação adequada e dar tempo hábil para a excreção do excesso de água ingerida. Durante o exercício, os atletas devem começar a ingerir líquidos com antecedência e a intervalos regulares numa tentativa de consumir líquidos a uma taxa suficiente para repor toda a água perdida via suor (ou seja, perda de peso corporal) ou consumir a quantidade máxima que pode ser tolerada.
- American Dietetics Association, Dietitians of Canada, and American College of Sports Medicine (2000): os atletas devem beber líquidos na quantidade suficiente para equilibrar suas perdas. Deve-se consumir de 400 a 600ml de líquidos duas horas antes do exercício e de 150 a 350ml a cada 15 ou 20 minutos, dependendo da tolerância.
- National Athletic Training Association (2000): para garantir uma hidratação adequada antes do exercício, os atletas devem consumir aproximadamente 500 a 600ml de água ou de uma bebida esportiva duas a três horas antes e de 200 a 300ml de água ou de uma bebida esportiva 10 a 20 minutos antes da prática de exercícios. A reposição de líquidos deve ser próxima das perdas via suor e urina e deve manter a hidratação para que a redução de peso corporal seja, no máximo, equivalente a 2%.
- Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (2003): para garantir que o indivíduo inicie o exercício bem hidratado, recomenda-se que ele beba cerca de 250 a 500ml de água duas horas antes do exercício. Durante o exercício recomenda-se iniciar a ingestão já nos primeiros 15 minutos e continuar bebendo a cada 15 - 20 minutos. O volume a ser ingerido, varia conforme as taxas de sudorese na faixa de 500 a 2000 ml por hora. Se a atividade durar mais de uma hora, ou ser intensa do tipo intermitente, mesmo com menos de uma hora, devemos repor carboidrato na quantidade de 30 a 60 g por hora e sódio na quantidade de 0,5 a 0,7 g por litro. Após o exercício deve-se



continuar ingerindo líquido para compensar as perdas adicionais de água pela urina e pela sudorese.

Quando não é possível equilibrar exatamente a ingestão de líquidos com a taxa de sudorese, as diretrizes propõem que os atletas bebam o máximo de líquidos que conseguirem tolerar de maneira confortável. Essa lógica baseada no bom senso enfatiza o valor de os atletas registrarem o peso corporal antes e depois dos treinos para determinar se a ingestão de líquidos corresponde as suas perdas pelo suor. Além disso, é muito importante garantir que o atleta não ganhou peso após a prática do exercício, pois isso significa que a ingestão de líquidos durante a prática de atividade física foi maior que a necessidade do atleta. (Murray e cols, 2003)

Twerenbold e cols (2003), encontrou em seu estudo que a diminuição da concentração de sódio pode ser minimizada ou até mesmo evitada em uma situação de ingestão excessiva de líquidos durante o exercício, consumindo-se líquidos com alta concentração de sódio.

Segundo Cianca e cols (2003), a suplementação de sódio não previne a ocorrência da hiponatremia.

Hew-Butler e cols (2005) também afirma que não há nenhuma evidência atualmente disponível para suportar a hipótese que a suplementação de sódio previne o desenvolvimento da hiponatremia. Nem há evidências que o consumo de bebidas esportivas pode impedir o desenvolvimento da hiponatremia em indivíduos que ingeriram líquido em excesso, uma vez que a maioria das bebidas esportivas são hipotônicas e conseqüentemente causarão a diluição do sódio plasmático se a água for retida no corpo em excesso. Além do que já se sabe que mesmo a administração de solução salina isotônica não aumentará a concentração plasmática de sódio em pacientes hiponatrêmicos com SIADH.

Embora não previna a hiponatremia, alguns estudos sugerem que a ingestão de bebidas esportivas podem diminuir a severidade da doença. (Twerenbold e cols, 2003)

6 TRATAMENTO

O tratamento da hiponatremia é um assunto que tem gerado muitas controvérsias. (Arieff, 1993)

As recomendações variam bastante. Uma opção é administrar uma solução salina hipertônica a 0,9%. (Goudie e cols, 2006)

Outra opção seria tratar os pacientes hiponatrêmicos com 100ml por hora de solução de cloreto de sódio a 3%. (Hew-Butler e cols, 2005)

Já as hiponatremias leves devem ser administradas apenas com restrição hídrica, aguardando-se uma diurese espontânea. (Speedy, 2001)

7 CONCLUSÃO

Há poucas dúvidas de que a hidratação adequada favorece a função fisiológica, o desempenho e a saúde.

Há poucas dúvidas também que a hiponatremia prejudica o desempenho do atleta.

Para que possamos conhecer mais afundo a hiponatremia é necessário que estudos sejam feitos para se conhecer o quanto a necessidade de repor as perdas



pelo suor é diminuída pela produção endógena de água e quais são os mecanismo (renal, cardiovascular, hormonal) responsáveis pela retenção de líquidos durante o exercício físico.

Também se faz necessário que sejam feitos estudos que estabeleçam quais as formas mais adequadas de tratamentos para os hiponatrêmicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADROGUÉ, H.J.; MADIAS, N.E. **Hyponatremia**. New English Journal Medicine. n. 342, p. 1581-1589, 2000.

ALMOND, C.S.; SHIN, A.Y.; FORTESCUE, E.B.; et al. **Hyponatremia among runner in the Boston Marathon**. New England Journal of Medicine. n. 352, p. 1550-1556, 2005.

American College of Sports Medicine. **Position stand on exercise and fluid replacement**. Medicine Science Sports Exercise. v. 2, n. 28, 1996.

American Dietetic Association, **Dietitians of Canada, and American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance**. J. Amer. Diet. Assoc. n. 100, p. 1543-1556, 2000.

ARIEFF, A.I. **Management of hyponatremia**. British Medical Journal. n. 307, p. 305-308, 1993.

ARIEFF, A.I. **Neurological manifestations and morbidity of hyponatremia: correlation with brain water and electrolytes**. Medicine, Baltimore. n. 55, p. 121, 1976.

ARMSTRONG, L.E.; CURTIS, W.C.; HUBBARD, R.W.; FRANCESCONI, R.P.; MOORE, R.; ASKEW, E.W. **Symptomatic hyponatremia during prolonged exercise in the heat**. Medicine Science Sports Exercise.; n. 25, p. 543-549, 1993.

AYUS, J.C.; WHEELER, J.M.; ARIEFF, A.I. **Postoperative hyponatremic encephalopathy in menstruant women**. Annals of Internal Medicine. n. 117, p. 891-897, 1992.

BARR, S.I.; COSTILL, D.L.; FINK W. **Fluid replacement during prolonged exercise: effects of water, saline or no fluid**. Medicine Science Sports Exercise.; n. 23, p. 811-817, 1991.

CIANCA, J.C.; CHORLEY, J.N.; DIVINE, J.G.; HEW, T.D. **Sodium supplementation in marathon runners**. Medicine & Science in Sports & Exercise.; n. 35, Supplement 1, 2003.

COSTILL, D. **Sweating: its composition and effects on body fluids**. Annals of the New York Academy of Sciences.; n. 301, p. 160-174, 1977.

DAVIS, P.B. **Cystic fibrosis**. Pediatrics in Review. n. 22, p. 257-264, 2001.



FRIZZEL, R.T.; LAN, G.H.; LOWANCE, D.C.; LATHAN, R. **Hyponatremia and ultramarathon running**. JAMA.; n. 255, p. 772-774, 1986.

GARDNER, J. W. **Death by water intoxication**. Military Medicine.; v. 5, n. 432-434. 2002.

GOUDIE, A.M.; TUNSTALL-PEDOE, D.S.; KERINS, M.; TERRIS, J. **Exercise-associated hyponatremia after a marathon: case series**. Journal of the Royal Society of Medicine. n. 99, p. 363-367, 2006.

GREENHAFF, P.L. E CLOUGH, P.J. **Predictors of sweat loss in man during prolonged exercise**. European Journal of Applied Physiology. n. 58, p. 348-352, 1989.

HEW-BUTLER, T.; ALMOND, C.; AYUS, J.C.; et al. **Consensus statement of the 1st International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference**, Cape Town, South Africa. Clinical Journal Sport Medicine.; n. 15, p. 208-213., 2005.

HILLER, W. **Dehydration and hyponatremia during triathlons**. Medicine Science Sports Exercise. n. 21, p. 219-221, 1989.

HILLER, W.D.B.; O'TOOLE, M.L.; FORTLESS, E.E.; LAIRD, R.H.; IMBERT, P.C.; SISK, T.D. **Medical and physiological considerations in triathlons**. American Journal Sports Medicine. n. 15, p. 164-167, 1987.

HOLTZHAUSEN, L.M.; NOAKES, T.D.; KRONING, B.; DE KLERK, M.; ROBERTS, M.; EMSLEY, R. **Clinical and biochemical characteristics of collapsed ultramarathon runners**. Medicine Science Sports Exercise. n. 26, p. 1095-1101, 1994.

IRVING, R.A.; NOAKES, T.D.; BUCK, R.; et al. **Evaluation of renal function and fluid homeostasis during recovery from exercise-induced hyponatremia**. Journal of Applied Physiology. n. 70, p. 342-348, 1991.

KAVANAGH, T. e SHEPHARD, R.H. **On the choice of fluid for the hydration of middle-aged marathon runners**. British Journal of Sports Medicine. n. 11, p. 26-35, 1977.

KRATZ, A.; LEWANDROWSKI, K.B.; SIEGEL, A.J. et al. **Effect of marathon running on hematologic and biochemical laboratory parameters, including cardiac markers**. American Journal of Clinical Pathology. n. 118, p. 856-863, 2002.

MURRAY, B.; EICHNER, E.R.; STOFAN, J. **Hiponatremia em atletas. Gatorade Sports Science Institute Sports Science Exchange**. 2003, 37. < <http://www.gssi.com.br/publicacoes/sse/pdf/gatoradesse37.pdf> > Acessado em: 11 de abril de 2007.



National Athletic Training Association. **Fluid replacement for athletes.** Journal of Athletic Training. n. 35, p. 212-224, 2000.

NOAKES, T.D. **Hyponatremia in distance runners:** fluid and sodium balance during exercise. Current Sports Medicine Reports. n. 4, p. 197-207, 2002.

NOAKES, T.D.; GOODWIN, N.; RAYNER, B.L.; BRANKEN, T.; TAYLOR, R.K.N. **Water intoxication:** a possible complication during endurance exercise. Medicine Science Sports Exercise. n. 7, p. 370-375, 1985.

NOAKES, T.D.; WILSON, G.; GRAY, D.A.; et al. **Peak rates of diuresis in healthy humans during oral fluid overload.** South African Medical Journal. n. 91, p. 852-857, 2001

Panel on Dietary Reference Intakes for Electrolytes and Water. Chapter 4, Water, In: **Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate.** Washington, D.C.: Institute of Medicine, National Academy Press, p. 73-185, 2005.

REHRER, N.J. **Fluid and electrolyte balance in ultra-endurance sport.** Sports Medicine. n. 31, p. 701-715, 2001

SAWKA, M.N.; CHEUVRONT, S.N.; CARTER III, E.R. **Human water needs.** Nutrition Reviews.; 63 (6): S30-39, 2005

SHARKEY, B.J. **Condicionamento Físico e Saúde.** 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. < <http://www.medicinadoesporte.org.br> > Acessado em: 11 de abril de 2007.

SPEEDY, D.B.; NOAKES, T.D.; ROGERS, I.R. et al. **A prospective study of exercise-associated hyponatremia in two ultradistance triathletes.** Clinical Journal Sports Medicine. n. 10, p. 136-141, 2000.

SPEEDY, D.B.; NOAKES, T.D.; SCHNEIDER, C. **Exercise-associated hyponatremia:** a review. Emergency Medicine (Freemantle). n. 13, p. 17-27, 2001.

SPEEDY, D.B.; ROGERS, I.R.; NOAKES, T.D. et al. **Diagnosis and prevention of hyponatremia at an ultradistance triathlon.** Clinical Journal Sports Medicine. n. 10, p. 52-58, 2000.

TWERENBOLD, R.; KNECHTLE, B.; KAKEBEEKE, T.H.; ESER, P.; MÜLLER, G.; VON ARX, P.; KNECHT, H. **Effects of different sodium concentrations in replacement fluids during prolonged exercise in women.** British Journal of Sports Medicine. n. 37, p. 300-303, 2003.

WESCHLER, L.B. **Exercise-associated hyponatremia:** a mathematical review. Sports Medicine, n. 35, p. 899-922, 2005.



ZELINGHER, J.; PUTTERMAN, C.; ILAN, Y. et al. **Case series:** hyponatremia associated with moderate exercise. American Journal Medicine Science. n. 311, p. 86-91, 1996.

Recebido: 27/07/2007

Aprovado: 25/11/2007