

Diferentes tipos de hidratação durante o exercício prolongado e sua influência sobre o sódio plasmático

Different types of hydration during a lengthened exercise and their influence on plasmatic sodium

João Carlos Bouzas Marins⁽¹⁾
Estélio Henrique Martin Dantas⁽²⁾
Salvador Zamora Navarro⁽³⁾

Resumo

O objetivo deste estudo foi identificar as alterações do sódio plasmático com relação a quatro procedimentos de hidratação: água *ad libitum*, água programada, solução carboidratada eletrolítica tipo 1 (SC-T1), solução carboidratada tipo 2 (SC-T2), por meio de uma análise intragrupo (intra-análise) e intergrupo (interanálise) sobre os procedimentos de hidratação, durante um trabalho físico com 120 minutos de duração a uma intensidade de 65% VO_{2max} . A amostra foi composta por 15 ciclistas com idade média de $20,8 \pm 2,7$ anos e $65,5 \pm 5$ ml $(Kg \cdot min)^{-1} VO_{2max}$. O procedimento empregado para a coleta seriada da amostra sanguínea foi de 90 – 105 μ l de sangue na polpa digital em repouso e nas parciais de 60, 90 e 120 minutos, durante o exercício. O tratamento estatístico empregado foi ANOVA *One Way* para medidas repetidas associado ao teste de *Tukey* com um nível de confiança de $P < 0,05$. Os resultados indicaram não haver diferenças significativas entre os quatro tipos de bebidas consumidas (interanálises). Entretanto, no estudo do efeito temporal foram identificadas diferenças significativas ($P < 0,05$) em todos os procedimentos de hidratação nas parciais de 60 e 90 minutos. Já na parcial de 120 minutos, só foram considerados significativos, quando do consumo de SC. Conclui-se que os quatro procedimentos de hidratação adotados não alteram a resposta do sódio plasmático; um período de duas horas de exercício não altera a faixa de normalidade do sódio plasmático.

PALAVRAS-CHAVE: hidratação, desidratação, sódio plasmático, bebidas carboidratadas.

Abstract

This study aims at identifying alterations in plasmatic sodium concentration, concerning four hydration procedures: a) water *ad libitum*; b) scheduled water; c) sport drink of type 1 (SD-T1); d) and sport drink of type 2 (SD-T2). An intragroup (intranalysis) and an intergroup (interanalysis) were performed on hydration procedures during a physical work with a duration of 120 minutes and an intensity of 65% VO_{2max} . The sample was composed by 15 cyclists aged 20.8 ± 2.7 years on the average, and 65.5 ± 5 ml $(Kg \cdot min)^{-1} VO_{2max}$. For the serial collection, some blood samples of 90 - 105 μ l blood were taken from the digital pulp of the resting finger, while for partial collections the same samples were taken at 60, 90 and 120 minutes during the exercise. The statistical treatment consisted of the ANOVA “One Way” for the repeated measures, which was associated to the “Tukey” test at a confidence level of $P < 0.05$. According to the obtained results, no significant differences occurred among those four types of consumed beverages (interanalysis). In studying the time effect, however, significant differences ($P < 0.05$) were verified in all hydration procedures followed for the partial collections at 60 and 90 minutes. For the 120- min partial collections, however, the differences were considered significant just upon sport drink consumption. It may be concluded that: a) the four adopted hydration procedures do not affect the answer of the plasmatic sodium; b) the exercise over a 2-hour period does not affect the normality range of the plasmatic sodium.

KEYWORDS: hydration, dehydration, plasmatic sodium, sport drink of type 1 (SD-T1) and 2 (SD-T2).

AKNOWLEDGMENTS: our thanks to CAPES for the financial support.

¹ Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Ed. Física - LAPEH

² Universidade Castelo Branco – RJ

³ Universidad de Murcia – Departamento de Fisiologia e Farmacologia - Espanha

Introdução

O esporte de alto rendimento impõe a necessidade de um estudo minucioso sobre a influência do exercício nas respostas fisiológicas. São pequenos detalhes que poderão estabelecer a diferença de um campeão entre seus adversários. Neste contexto, tem-se conhecimento de que o exercício de longa duração pode provocar um quadro de desidratação, produzindo ainda alterações no equilíbrio eletrolítico. Uma elevada produção de suor de forma crônica ou aguda poderá desencadear um desequilíbrio nos eletrólitos, causando um prejuízo na qualidade do treinamento ou do rendimento em competição (Marins *et al.*, 2000^a)⁽²¹⁾.

O suor é uma solução hipotônica, porém pode ser responsável por alterações eletrolíticas importantes. Em relação ao sódio plasmático existem informes de respostas antagônicas como um quadro de hipernatremia ou hiponatremia, sendo ainda possível encontrar relatos de eunatremia (Marins *et al.*, 2000^a)⁽²²⁾.

Os trabalhos de Pastene *et al.* (1996)⁽³⁵⁾, Deuster *et al.* (1992)⁽⁹⁾, Mateo *et al.* (1993)⁽²⁴⁾, Mena *et al.* (1988)⁽²⁶⁾ e Röcker *et al.* (1989)⁽³⁸⁾ são exemplos em que foram observados quadros de hipernatremia. Entretanto, outros trabalhos realizados tanto em condições de laboratório como estudos de campo registraram um comportamento do sódio, mantendo-se na faixa de normalidade (Tzintzas *et al.*, 1996^a)⁽⁴³⁾; Burstein *et al.*, 1994⁽⁶⁾; Criswell *et al.*, 1992⁽⁸⁾; Zamora *et al.*, 1992⁽⁴⁷⁾; Ströme *et al.*, 1976⁽⁴¹⁾). Uma análise simples dos dados anteriores poderá dar base para não indicar a presença de sódio nas bebidas, porém em cada um dos estudos, é necessário observar atentamente as condições metodológicas empregadas.

É menos freqüente identificar registros de hiponatremia, caracterizado por valores inferiores a 135 mmol/L (Pardo e Vazquez, 1995)⁽³⁴⁾, entretanto com a multiplicação de provas de ultra-resistência, tem-se observado com maior freqüência relatos sobre esta condição extrema (Montain *et al.*, 2001)⁽²⁹⁾. Os estudos de Rivera-Brown *et al.* (1999)⁽³⁷⁾; Gastmann *et al.* (1998)⁽¹⁴⁾; Hiller *et al.* (1987)⁽¹⁷⁾ e Noakes *et al.* (1985)⁽³³⁾ são exemplos que identificaram hiponatremia com exercício físico. Sob estas condições, a presença de sódio nas bebidas oferecidas durante o exercício, poderia ser um fator preventivo para evitar esta condição.

Quando existe uma grande produção de suor recomenda-se, em geral, o consumo de líquidos que contenham eletrólitos, em particular o sódio, entretanto ainda se discute qual a quantidade e sobre que condições de exercício a reposição deste eletrólito será necessária. Sendo assim, é importante estabelecer o grau de influência do conteúdo de sódio das bebidas hidratantes relacionadas com o tempo de exercício e o grau de desidratação.

Objetivos

Identificar as alterações do sódio plasmático, em relação a quatro procedimentos de hidratação: água *ad libitum*, água programada, solução carboidratada eletrolítica com 6,3 g/100 ml de glicose tipo 1 (SC-T1), solução carboidratada com 4,9 g/100 ml de frutose e maltodextrina

tipo 2 (SC-T2), por meio de uma análise intragrupo (intra-análise) e intergrupo (interanálise) sobre os procedimentos de hidratação, durante um trabalho físico com 120 minutos de duração a uma intensidade de 65% VO_{2max}.

Material e Método

Desenho Experimental

Todos os indivíduos que participaram do estudo foram submetidos a cinco testes padronizados em suas condições de execução, sendo diferenciados apenas nas condições de hidratação, durante um período de tempo máximo de 1 mês de avaliação, dividido em cinco etapas:

- 1ª Etapa (Dia 1º): teste máximo com análise de gases respiratórios;
- 2ª Etapa (Dia 2º): exercício físico contínuo com uma duração máxima de 2 horas e hidratação livre com água mineral Viladrau® com consumo *ad libitum*;
- 3ª Etapa: exercício físico contínuo com uma duração máxima de 2 horas e hidratação estimulada com água mineral Viladrau®, denominada neste estudo água programada;
- 4ª Etapa: exercício físico contínuo com uma duração máxima de 2 horas e hidratação estimulada com bebida carboidratada (6,3 g/100 ml de glicose), denominada neste estudo solução carboidratada Tipo 1 (SC-T1);
- 5ª Etapa: exercício físico contínuo com uma duração máxima de 2 horas e hidratação estimulada com bebida carboidratada (4,9 g/100 ml de frutose e maltodextrina) denominada neste estudo solução carboidratada Tipo 2 (SC-T2).

Visando a uniformizar as condições de hidratação dos atletas nas três últimas etapas, optou-se pela hidratação durante intervalos regulares de 15 minutos, com uma quantidade de líquidos correspondendo a 3ml/kg de peso corporal.

As cinco avaliações foram realizadas no Centro de *Investigación, Control e Evaluación del Deportista* (CICED) do Centro de Alto Rendimento (CAR) Infanta Cristina – Los Narejos – Murcia - Espanha, contando com a supervisão da equipe médica do citado centro.

A ordem adotada na realização dos procedimentos da hidratação na primeira prova correspondeu sempre ao consumo de água *ad libitum*, em que o avaliado bebia livremente, sem nenhuma interferência por parte do investigador.

O planejamento deste desenho experimental teve como principal objetivo comparar as condições entre as situações de hidratação propostas. Para isto, foi adotado um desenho cruzado e balanceado (*cross-over*), de maneira que cada grupo de 5 avaliados, nas três últimas etapas, iniciavam o segundo procedimento de hidratação com um produto distinto, caracterizando assim um desenho experimental denominado de quadrado latino (Bravo, 1996)⁽⁴⁾. Esta ação reproduz os procedimentos metodológicos adotados por Sugiura e Kobayashi (1998)⁽⁴²⁾.

Cabe destacar que o estudo impôs quatro procedimentos de hidratação adotando um desenho intra-sujeitos, em que os mesmos indivíduos foram considerados como sujeito de controle e experimentais. Entre os quatro procedimentos de hidratação adotados, considerou-se o consumo água *ad libitum* como elemento controle do estudo. Optou-se por este procedimento por reproduzir as condições de hidratação habituais dos atletas em treinamento e competição.

Amostra

Os atletas que participaram desta investigação pertenciam a um grupo de 15 ciclistas que competiam regularmente nas categorias profissionais, amadores, elite, sub 23 e juvenil, considerados de alto nível por sua capacidade física. Nenhum dos atletas avaliados apresentava antecedentes de hipertensão, doenças cardíacas ou diabetes mellitus, além de não serem fumantes ou consumidores de bebidas alcóolicas ou diuréticos.

Todos os atletas avaliados pertenciam ao sexo masculino. A faixa etária dos avaliados esteve compreendida entre 17 e 28 anos, com uma idade média de 29,86 ± 2,75 anos. A capacidade aeróbia dos ciclistas foi avaliada mediante uma prova de esforço progressivo, registrando-se um VO_{2max} médio de 65,5 ± 5,1 ml.Kg⁻¹.min⁻¹, indicando um grupo com elevada resistência aeróbia. A Tabela 1 apresenta os principais resultados médios e desvio-padrão dos dados obtidos na prova de esforço, assim como o perfil antropométrico.

Tabela 1 - Características da amostra (n = 15)

Parâmetro	Média	DP	Limites
Idade (anos)	20,9	2,7	17 – 28
Peso (Kg)	65,8	4,1	58,7 – 74,2
Estatura (cm)	173,99	6,7	165,1 – 189,5
% de gordura corporal	10,7	1,2	9,5 – 14,6
VO_{2max} ml(kg.min) ⁻¹	65,53	5,10	58,8 – 74,6
MET _{max}	18,7	1,14	16,8 – 21,31
QR	1,17	0,06	1,07 – 1,34

Para o acompanhamento do sódio plasmático, foi necessário o emprego de técnica invasiva com extração de sangue. Desta forma, foram adotados procedimentos éticos, de acordo com as orientações do ACSM (2000)⁽²⁾ sobre experimentos em humanos, que inclui a aprovação do comitê de ética da “Universidad de Murcia” (Espanha), assim como a concordância por escrito dos atletas para participarem da investigação.

Desenvolvimento do experimento

Prova de esforço

Os avaliados realizavam um teste máximo para determinar o VO_{2max} empregando um cicloergômetro de freio eletromagnético (Enrich Jaeger GmbH & CO.KG® ER 900 – Alemanha). No teste utilizavam-se cargas progressivas em períodos de 1 minuto até a exaustão do avaliado ou de alguma situação que indicasse o término da prova, como as

propostas pelo ACSM (1999)⁽¹⁾. Analisavam-se, simultaneamente por via direta, os gases respiratórios, aumentando assim a confiabilidade do resultado obtido. O analisador de gases que se utilizou foi de Erich Jager GmbH & CO.KG® modelo Oxycon Champion® (Alemanha).

Ao término desta etapa, tomando como base o valor do VO_{2max} estabelecia-se a carga de resistência prevista para os demais dias de trabalho contínuo, correspondendo a 65% do VO_{2max} . A seleção desta intensidade garante um trabalho em que se predomina o metabolismo aeróbio, além de reproduzir uma intensidade de trabalho físico que os ciclistas realizam normalmente em seu treinamento de longa duração ou em competições (Fernandez-Garcia *et al.* 2000)⁽¹⁰⁾. Um segundo fator que contribuiu na seleção de uma intensidade de 65% foi o fato de que um grande número de estudos relacionados com o tema adotaram uma porcentagem na faixa entre 60 e 70% do VO_{2max} , sendo alguns exemplos os trabalhos de Murray *et al.* (1991)⁽³⁰⁾, Mason *et al.* (1993)⁽²³⁾, Marins (1997)⁽²⁰⁾, Wilmore *et al.* (1998)⁽⁴⁶⁾, Fritzsche *et al.* (2000)⁽¹²⁾.

Procedimentos de hidratação diferenciados

Na seguinte etapa deste trabalho experimental, todos os atletas foram submetidos a um trabalho contínuo, em quatro dias diferentes, com duração máxima de 2 horas, no mesmo cicloergômetro em que se realizou a prova de esforço, empregando em cada dia de trabalho um dos quatro procedimentos de hidratação diferenciados, sendo eles: água *ad libitum* ou água livre, água programada, solução comercial carboidratada do tipo 1 e solução comercial carboidratada do tipo 2. Tanto no procedimento com água *ad libitum* quanto com água programada foi consumido o mesmo tipo de marca comercial de água mineral Viladrau®. A Tabela 2 apresenta as principais características das bebidas utilizadas no presente estudo.

Após um período de aquecimento inicial de 10 minutos no próprio cicloergômetro, introduzia-se um trabalho contínuo em *steady state* a 65% do VO_{2max} .

Tabela 2 - Características básicas das soluções líquidas empregadas no estudo (100 ml)

Características	Soluções Líquidas Empregadas		
	Água Mineral	SC Tipo 1	SC Tipo 2
Carboidrato (g)	0	6,3	4,9
Tipo de carboidrato	-----	Glicose	Frutose e Maltodextrina
Gordura (g)	0	0	0,1
Proteínas (g)	0	0	0,1
Energia total (Kcal)	0	25	22
Sódio (mg)	0,96	22	4
Potássio (mg)		2,2	
Cloro (mg)	0,49	24	
Cálcio (mg)	2,48	0,8	14
Magnésio (mg)	0,44		6

Procedimento para coleta de sangue

A coleta das amostras sanguíneas para a medição do sódio realizou-se em estado de repouso, imediatamente antes de começar o trabalho físico e nas parciais de 60, 90 e 120 minutos durante os exercícios.

A coleta de sangue realizou-se utilizando um capilar de vidro com as seguintes características: capacidade de

armazenamento entre 125 – 150 ml, heparizado com anti-coagulante litium/sódio (50 u.i. por ml) e tratado com cloreto de cálcio igual a 1,25 mmol Ca² por litro, fabricado por Radiometer®, tipo D 957 – 7,5 – 125 (Dinamarca).

Para a coleta da amostra de sangue, adotaram-se os seguintes procedimentos: escolha de um dos dedos da mão, aplicação de um antisséptico no lugar da coleta da amostra de sangue, realização de uma punção na polpa digital, enchimento do capilar com o sangue no centro da gota, introdução da amostra de forma imediata no aparelho analisador por meio de sucção direta.

Análise da amostra sanguínea

A análise do parâmetro sanguíneo sódio foi realizada por um aparelho de marca Radiometer Copenhagen® tipo System ABL 615 (Dinamarca). A técnica analítica empregada realiza-se por meio de eletrodos associados a um módulo mecânico, e, por último, a um módulo eletrônico. O sistema de avaliação emprega um gás misto de referência administrada diretamente ao aparelho. Todos os cálculos dos parâmetros levam em consideração os dados de hemoglobina total, temperatura corporal e fração de oxigênio no meio ambiente. A técnica de medidas empregadas pelo sistema Radiometer Copenhagen® System ABL 615 (Dinamarca) são por eletrodos de íons seletivos para o íon de sódio, possuindo uma capacidade de leitura com uma faixa de variação entre 7 – 350 mmol/L.

Controle dos fatores que podem interferir no sódio plasmático

Durante o transcurso das provas, vários fatores poderiam interferir de maneira indireta ou direta, provocando alterações dos resultados. Para minimizar ao máximo a interferência destes elementos externos da investigação, foram adotadas precauções especiais, como por exemplo, frequência de hidratação, quantidade de líquido oferecido, o horário de realização das provas, tipo de vestimenta dos atletas, nível de hidratação ou condições climáticas médias que variaram entre 20,8° a 21,4°C e umidade relativa do ar entre 56 e 62%.

Bebidas experimentais

Para a realização desta investigação foram empregadas três soluções líquidas, que são comercializadas no mercado espanhol, sendo elas: água mineral Viladrau® para as situações de água *ad libitum* e água programada (0,96 mg/100ml Na⁺); SC-T1, como solução carboidratada tipo 1 (22 mg/100ml Na⁺); SC-T2 como solução carboidratada tipo 2 (40 mg/100ml Na⁺).

Tratamento Estatístico

O tratamento estatístico empregado correspondeu inicialmente a uma estatística descritiva, com apresentação dos valores médios, desvio-padrão e valor máximo e mínimo obtidos na coleta de dados. Na etapa seguinte, utilizou-se a

estatística inferencial com o teste ANOVA *One Way* com medidas repetidas para identificar as diferenças entre os procedimentos de hidratação versus tempo, correspondendo assim a uma análise denominada intergrupo.

No caso de identificação de diferenças entre as variáveis em que as distribuições foram significativamente alteradas por condições experimentais identificadas previamente na análise de variância, aplicou-se o teste *Tukey* para as medidas observadas nos parâmetros de natureza contínua. Em todos os tratamentos estatísticos empregados para uma análise intragrupo e intergrupo considerou-se um nível significativo de $P < 0,05$ para aceitar a hipótese estatística. A realização das análises estatísticas foi por um sistema informático STATGRAPHICS (1985 – 1989) versão 2.15 *Graphic Software Systems, Inc.*

Resultados

A Tabela 3 apresenta os valores médios, desvio-padrão, assim como os valores máximo e mínimo registrados ao longo dos 120 minutos de exercícios, nos quatro tipos de hidratação seguidos.

Tabela 3 - Concentração de sódio no plasma (média + DP; valores máximos e mínimos)

Tempo	REPOUSO	60 min	90 min	120 min	P Interanálises
Água	138 ± 1,36	140* ± 2,1	140* ± 2,27	139 ± 2,65	0.8367
A. Libitum	(141 – 136)	(143 – 135)	(143 – 135)	(142 – 134)	
Água Programada.	138 ± 1,51	139* ± 1,79	140* ± 1,60	139 ± 1,87	0.5046
	(141 – 136)	(143 – 136)	(143 – 136)	(142 – 135)	
SC-T1	138 ± 1,51	139* ± 1,81	140* ± 1,87	139* ± 2,25	0.9630
	(140 – 134)	(143 – 135)	(143 – 135)	(142 – 134)	
SC-T2	138 ± 1,09	140* ± 1,54	140* ± 1,82	139,5* ± 1,8	0.9690
	(140 – 136)	(143 – 137)	(144 – 137)	(144 – 138)	

* Diferença significativa ($P < 0,05$) em comparação com os valores de repouso

Não houve diferença significativa entre os quatro tipos de bebidas consumidas (interanálises). Entretanto, no estudo do efeito temporal, foram identificadas diferenças significativas ($P < 0,05$) em todos os procedimentos de hidratação nas parciais de 60 e 90 minutos. Já na parcial de 120 minutos só foram considerados significativos quando do consumo de SC.

Cabe destacar que o grau de desidratação em percentuais registrados nos atletas ao final de cada prova correspondeu a 1,73 + 0,7 % (água *ad libitum*); 1,76 + 0,5 % (água programada); 1,54 + 1 % (SC-T1) e 1,56 + 0,8 % (SC-T2), não sendo consideradas estatisticamente significativas as diferenças.

Discussão

O sódio é o principal eletrólito do meio extracelular e contribui de maneira determinante na regulação do equilíbrio osmótico. Os valores de normalidade do sódio plasmático estão compreendidos entre 135 e 145 mmol/L (Pardo e Vasquez, 1995)⁽³⁴⁾. Neste trabalho, os valores médios de repouso encontram-se dentro da faixa de normalidade

em todas as provas. O tratamento estatístico não mostrou diferenças significativas nos valores obtidos em condições de repouso ($P = 0,8367$). Isto significa que os atletas iniciaram a pesquisa com o mesmo nível de sódio sanguíneo.

Influência dos tipos de hidratação

Na análise estatística não se observaram diferenças significativas devido ao efeito do tipo de hidratação durante todo o período de exercício (Quadro 2). Isto indica que a concentração de Na^+ nas bebidas SC-T1 (22mg/100ml) e

Tabela 4 - Resumo de trabalhos sobre hidratação em que se compara água versus SC e os resultados de valores médios de sódio sanguíneo (mmol/L).

Referência [†]	n	Prova	Placebo		SC		T.E
			Inicial	Final	Inicial	Final	
Rivera-Brown <i>et al.</i> (1999) ⁽³⁷⁾	12	Ciclo	131,4 ± 1,8	128,1 ± 1,7	131,6 ± 1,2	130 ± 1,1	n.s
Tsintzas <i>et al.</i> (1996) ⁽⁴³⁾	11	Esteira	138 ± 1	138 ± 1	138 ± 1	140 ± 1	n.s.
Burstein <i>et al.</i> (1994) ^{(6)*}	48	Marcha	143 ± 0,1	138 ± 0,2	143 ± 0,2	139 ± 0,2	n.s.
Criswell <i>et al.</i> (1992) ⁽⁸⁾	6	Ciclo	141,2 ± 2	141,8	141,1	142,9	n.s.
Millard-Stafford <i>et al.</i> (1992) ^{(27)*}	8	Corrida	140,8 ± 0,6	143,8 ± 1,1	140,1 ± 1,1	144 ± 1,2	n.s.
Deuster <i>et al.</i> (1992) ^{(9)*}	10	Esteira	144,7 ± 0,7	147,3 ± 0,8	145 ± 0,5	146,5 ± 0,6	n.s.

T.E. = Teste estatístico entre os tipos de hidratação; n.s. = não significativa a diferença; * Apresentaram diferenças significativas em relação ao tempo $P < 0,05$; = .

Rivera-Brown *et al.* (1999)⁽³⁷⁾ estudaram um grupo de meninos (13,4 + 0,4 anos) não observando diferenças significativas ao comparar dois tipos de hidratação (água versus SC com 18 mmol/L de Na^+), bem como o fator tempo de exercício. Tsintzas *et al.* (1996)⁽⁴³⁾ também não encontraram diferenças nos dois tipos de hidratação adotados. Um tempo de exercício de 60 minutos de atividade também não foi suficiente para produzir alterações significativas no Na^+ sanguíneo.

Em uma investigação de campo, em que se estudou o efeito de dois tipos de hidratação (água versus SC 7,2% com 9,2 mmol/L Na^+) em militares durante 4 dias de marcha realizado por Burstein *et al.* (1994)⁽⁶⁾, não foram identificadas diferenças no Na^+ sanguíneo entre os procedimentos de hidratação. Entretanto, pode-se comprovar que existem diferenças significativas em função do tempo de exercício ($P < 0,01$), indicando uma forte tendência à hiponatremia. Os autores observaram que isto acontecia igualmente com uma hidratação com SC que continha Na^+ .

Um trabalho realizado em condições de laboratório comparou o efeito de dois tipos de hidratação (água versus SC 7% contendo 9 mmol/L de Na^+), durante um período de 115 minutos de exercícios. Os resultados estatísticos não indicaram diferenças significativas no Na^+ devido ao tipo de bebida, nem em relação ao tempo. Entretanto, registrou-se um aumento moderado no Na^+ sanguíneo quando se hidratou com SC 7% adicionado de 9 mmol/L de Na^+ (Criswell *et al.*, 1992)⁽⁸⁾. Em outro estudo, Millard-Stafford *et al.* (1992)⁽²⁷⁾ hidrataram com uma SC 7% contendo 9,7 mmol/L de Na^+ , observando que o sódio plasmático apresentava uma tendência de aumento da concentração, mesmo sem alcançar valores de um quadro de hipernatremia. A resposta temporal produziu uma diferença estatística significativa ($P < 0,05$),

SC-T2 (40mg/100ml) não foram suficientes para alterar significativamente a resposta do Na^+ no sangue, ao compararmos com o consumo de água, durante o exercício de duas horas.

Resultados semelhantes também foram observados por alguns autores quando compararam uma hidratação com SC contendo eletrólitos com uma hidratação ingerindo água, não se encontrando diferenças significativas no sódio sanguíneo. A tabela 4 resume alguns trabalhos neste sentido.

Deuster *et al.* (1992)⁽⁹⁾ não identificaram diferenças significativas na concentração de sódio plasmático ao comparar dois tipos de hidratação (água versus SC 7,1 com 9,3 mmol/L Na^+) ao longo de 120 minutos de exercícios. Como na presente investigação, Deuster *et al.*, (1992)⁽⁹⁾ também observaram uma variação no Na^+ em função do tempo, com uma resposta estatística muito semelhante à obtida com um consumo de SC, com diferenças significativas ($P < 0,05$) durante as parciais 60, 90 e 120 minutos. Com o consumo de água, as diferenças também foram consideradas estatisticamente significativas em todas as parciais, fenômeno que não foi reproduzido no presente estudo na parcial de 120 minutos.

Outros estudos como o de Powers *et al.* (1990)⁽³⁶⁾, Murray *et al.* (1989)⁽³¹⁾ e Brodowicz *et al.* (1984)⁽⁵⁾ que compararam o consumo de soluções carboidratadas contendo entre 3,1 mmol/L até 20 mmol/L também não evidenciaram diferenças no comportamento do Na^+ sanguíneo.

Os exemplos apresentados na Tabela 4 parecem indicar que a hidratação com uma solução que contenha até 20mmol/L Na^+ não modifica a concentração sanguínea do sódio ao compararmos os resultados obtidos com o consumo de água, durante períodos de exercícios de até 2 horas. Este resultado pode ser consequência de três fatores:

- ao grau de hidratação, ao manter-se constante faz com que o volume plasmático mantenha-se equilibrado até um determinado tempo de exercício;
- a concentração de Na^+ nas bebidas consumidas, normalmente inferiores aos 25 mmol/L, é insuficiente para alterar a resposta do Na^+ no plasma;
- o tempo de atividade, insuficiente para produzir um quadro de hiponatremia. Na maior parte dos estudos em que se comparam tipos de

hidratação, a duração do exercício costuma ser menor que 3 horas, quando para Hiller *et al.* (1987)⁽¹⁷⁾ o quadro de hiponatremia é mais característico após quatro horas de exercícios.

Existem estudos, entretanto, em que há registro de diferenças na concentração do sódio plasmático, tendo como fator responsável o tipo de bebida utilizada, com ou sem eletrólitos. São exemplos os trabalhos de Carter e Gisolfi (1989)⁽⁷⁾; Vrijens e Rehrer (1999)⁽⁴⁴⁾. No primeiro trabalho a bebida continha 9,2 mmol/L de Na⁺, sendo a segunda com 18 mmol/L Na⁺.

A tendência dos resultados anteriormente apresentados, assim como os obtidos nesta investigação, parece indicar que, com valores de normalidade do sódio no plasma, ao começar um exercício de até três horas de duração, a presença do sódio na bebida não é necessária, visto que dificilmente serão observados quadros de hiponatremia.

Por outro lado, a presença do sódio nas bebidas para atletas seria indicada para aumentar a palatabilidade da solução carboidratada (Gisolfi, 1994)⁽¹⁵⁾, aumentar a velocidade de esvaziamento gástrico (Lamb e Brodowicz, 1986)⁽¹⁹⁾, aumentar a absorção dos fluídos em nível intestinal (Lamb e Brodowicz, 1986)⁽¹⁹⁾, aumentar a velocidade de absorção da molécula de glicose em nível intestinal (Gisolfi, 1994)⁽¹⁵⁾, manter a osmolaridade do plasma (Maughan *et al.*, 1996)⁽²⁵⁾, ajudar a manter o volume plasmático (Wilk e Bar-Or, 1996)⁽⁴⁵⁾, atuar de maneira preventiva para evitar um quadro de hiponatremia (A.C.S.M., 1996)⁽³⁾.

Por último, cabe destacar que para uma correta formulação da bebida hidratante deve-se levar em conta as características individuais do atleta. Para as pessoas que realizam exercícios de forma recreativa, ou de forma não competitiva com menos de uma hora de duração, a resposta do sódio sanguíneo provavelmente não será afetada, tendo em vista que uma dieta equilibrada provavelmente será suficiente para manter o equilíbrio diário deste mineral.

Influência da duração do exercício

A análise estatística realizada para determinar o efeito do tempo de exercício (intra-análise) identificou diferenças significativas ($P < 0,05$) com valores obtidos em estado de repouso. Estas diferenças foram observadas nas parciais de 60 e 90 minutos durante a hidratação com água *ad libitum* e água programada. Durante a hidratação com SC-T1 e SC-T2, as diferenças significativas ocorreram nas parciais de 60, 90 e 120 minutos.

Foi possível observar nos quatro procedimentos de hidratação um aumento da concentração de sódio plasmático após 120 minutos de exercício, quando comparado ao estado de repouso. Estes aumentos foram de 0,36% ou 0,5 mmol/L (água *ad libitum*); 0,7% ou 1 mmol/L (água programada); 0,8% ou 1,2 mmol/L (SC-T1) e 1% ou 1,4 mmol/L (SC-T2). Esta resposta fisiológica do sódio plasmático tendendo ao aumento foi documentada em diversos trabalhos, sendo alguns exemplos os trabalhos de Deuster *et al.* (1992)⁽⁹⁾ e Murray *et al.* (1987)⁽³²⁾. Deve-se destacar que este aumento não foi suficiente para produzir casos de hipernatremia, inclusive com a presença do sódio nas SC-T1 (22 mg/100ml) e SC-T2 (40 mg/100ml).

As diferenças significativas ($P < 0,05$) de concentração de sódio plasmático registradas nas parciais 60 e 90 minutos em todos os experimentos, com valores mais elevados em relação ao estado de repouso, coincidem com os resultados obtidos por Deuster *et al.* (1992)⁽⁹⁾. Aos 120 minutos, entretanto, os tipos de hidratação em que se empregava água não registrou um aumento, mas uma redução da concentração em relação aos dados anteriores em 60 e 90 minutos. Isto pode ser consequência de um consumo de água sem Na⁺. Este ponto poderá ser o início para a diluição do plasma, iniciando-se assim uma moderada tendência para a hiponatremia. Durante a hidratação empregando SC – T1 e T2, que continha sódio em sua composição, foi possível observar um quadro mais estável no nível plasmático deste eletrólito.

O comportamento do Na⁺ plasmático durante o exercício, é muito variável. Além dos trabalhos realizados em laboratório, já apresentados anteriormente, em que se observou que o efeito do tempo de exercício altera o sódio plasmático significativamente, deve-se adicionar os trabalhos em campo de Mateo *et al.* (1993)⁽²⁴⁾, Millard-Stafford *et al.* (1992)⁽²⁷⁾, Zamora *et al.* (1992)⁽⁴⁷⁾ e Rocker *et al.* (1989)⁽³⁸⁾ indicando resultados semelhantes. Existem outros trabalhos que também registraram uma tendência ao aumento, porém sem considerar como significativa a diferença, sendo exemplo os trabalhos de Pastene *et al.* (1996)⁽³⁵⁾ e Criswell *et al.* (1992)⁽⁸⁾.

Por outro lado, existem publicações indicando a diminuição do sódio sanguíneo, mesmo sem chegar a um quadro de hiponatremia. São alguns exemplos os trabalhos de Rivera-Brown *et al.* (1999)⁽³⁷⁾; Vrijens e Rehrer (1999)⁽⁴⁴⁾; Burstein *et al.* (1994)⁽⁶⁾; Mena *et al.* (1988)⁽²⁶⁾ e Strömme *et al.* (1976)⁽⁴¹⁾. Por último, foram encontrados resultados com diferenças significativas com hiponatremia, como é o caso dos resultados de Gastmann *et al.* (1998)⁽¹⁴⁾.

A Tabela 5 apresenta valores do sódio plasmático de alguns trabalhos citados anteriormente em que se realizou o controle do Na⁺ após provas de longa duração como maratonas, triatlons, provas ciclísticas e outras provas de ultra-resistência. Destaca-se, neste caso, que algumas variáveis não puderam ser controladas, como por exemplo, o meio ambiente.

Tabela 5 - Concentração de sódio no sangue antes e depois de competições de longa duração (mmol/L)

Referência	n	Prova	Início	Final
Gastmann <i>et al.</i> (1998) ⁽¹⁴⁾	9	Ultra triatlon	138 ± 3,7	133 ± 3,6*
Pastene <i>et al.</i> (1996) ⁽³⁵⁾	6	Maratona em esteira	144 ± 3	147 ± 2
Mateo <i>et al.</i> (1993) ⁽²⁴⁾	9	Maratona	145,4 ± 1,2	151 ± 2,3*
Zamora <i>et al.</i> (1992) ⁽⁴⁷⁾		Maratona	139	145*
Mena <i>et al.</i> (1988) ⁽²⁶⁾	15	Volta ciclística	158	151*
Röcker <i>et al.</i> (1989) ⁽³⁸⁾	16	Maratona	144	149,8*
Strömme <i>et al.</i> (1976) ⁽⁴¹⁾	41	Corrida de campo com esquis 90 Km	141,5 (138 – 147)	140,8 (135 – 147)

* $P < 0,05$ diferença significativa em relação ao valor de repouso

Pastene *et al.* (1996)⁽³⁵⁾ reproduziram uma prova de maratona em laboratório em esteira rolante para investigar o equilíbrio hídrico mineral corporal. Coletaram-se amostras sanguíneas em repouso e seriadas nos Km 10, 30 e 42. A hidratação durante a prova realizou-se de maneira *ad libitum* até o máximo de 200 ml em intervalos de 5 km, com uma SC

a 5%. A resposta do sódio sanguíneo foi de 144 + 3 mmol/L (repouso), 146 + 2 mmol/L (10 Km), 147 + 3 mmol/L (30 Km) e 147 + 3 mmol/L (40 Km). Isto indicou que o aumento levaria a um ligeiro quadro de hipernatremia.

Mateo *et al.* (1993)⁽²⁴⁾ ao acompanharem a resposta de um conjunto de parâmetros hematológicos e minerais durante uma prova de maratona em nove sujeitos, puderam observar uma forte tendência do sódio plasmático a aumentar, que foi considerado significativo (Tabela 5). É importante observar que os valores médios ao final da prova demonstravam um quadro típico de hipernatremia.

Röcker *et al.* (1989)⁽³⁸⁾ estudaram a resposta dos eletrólitos sanguíneos antes e ao final de uma maratona (n = 16). A idade média dos avaliados era de 31,8 anos, apresentando uma desidratação média ao final da prova de 4,9% do peso corporal. O consumo de fluídos e comida durante a prova realizou-se de maneira *ad libitum*. O sódio sanguíneo teve um aumento significativo de ($P < 0,05$), com um aumento médio de 5,8 mmol/L, apresentando os atletas uma situação típica de hipernatremia. Isto indica que mesmo uma considerável perda de sódio no suor foi suficiente para produzir um estado de hipernatremia.

O efeito do tempo de exercício sobre o sódio plasmático parece indicar tendência ao aumento. Este comportamento, entretanto, pode ser maior quando não se oferecem líquidos, já que a desidratação irá acelerar a velocidade de concentração (Fritzsche *et al.* 2000⁽¹²⁾; Gonzalez-Alonso *et al.*, 1992⁽¹⁶⁾).

Shirreffs e Maughan (1998)⁽⁴⁰⁾ mediram a influência do tempo de exercício sobre o sódio sanguíneo durante um trabalho experimental (n = 6), em que na primeira fase realizava-se um exercício físico com uma duração entre 30 e 70 minutos sem nenhum tipo de hidratação, com o fim de provocar uma desidratação de $\approx 2\%$. Os resultados indicaram que o sódio aumentava com um valor médio em repouso de 141 (135 – 143) mmol/L, sendo ao final do exercício, de 144 (137 – 146) mmol/L. Estes resultados indicaram diferenças consideradas como significativas ($P < 0,05$). É possível observar no trabalho de Shirreffs e Maughan (1998)⁽⁴⁰⁾ que a ausência da reposição hídrica proporciona uma troca rápida do sódio, com um aumento médio de 3 mmol/L. Por outro lado, neste trabalho de investigação, o consumo de líquidos produziu um moderado aumento do sódio plasmático ao final dos 120 minutos de exercícios, com variações entre 1 – 1,5 mmol/L.

Sanders *et al.* (1999)⁽³⁹⁾ realizaram um estudo em que seis sujeitos foram submetidos, em três ocasiões diferentes, a um trabalho contínuo em cicloergômetro durante 90 minutos a 65% VO_2max . Os tipos de hidratação adotados foram sem fluídos, 50% de reposição e reposição salina de 100 mmol/L NaCl/L. O Na^+ sanguíneo teve um aumento significativo ($P < 0,05$) durante o primeiro e terceiro tipo de hidratação, sem chegar a quadros de hipernatremia. Com a hidratação oferecendo uma reposição parcial de líquidos perdidos mantiveram-se os valores plasmáticos de Na^+ ao longo do experimento.

Durante um exercício sem hidratação, é produzido um aumento na concentração de sódio e da osmolaridade plasmática (Montain e Coyle, 1992)⁽²⁸⁾. Isto ocorre porque o suor é uma solução hipotônica em relação ao sangue. Esta diferença faz com que o plasma se torne mais concentrado,

aumentando assim sua osmolaridade. Caso haja um aumento na osmolaridade produz-se uma resposta autônoma via hipotálamo, que diminui o fluxo sanguíneo até a pele, dificultando assim a troca de calor, principalmente em dias de calor em que a transpiração desempenha um papel importante na homeostase térmica. Manter a osmolaridade ideal durante o exercício aprimora a troca de calor, sendo assim, é fundamental uma correta hidratação. Este fenômeno foi observado por Fortney *et al.* (1984)⁽¹¹⁾ com uma redução de 32% na perfusão sanguínea da pele do antebraço decorrente de uma desidratação de 3%.

Existem, entretanto, trabalhos em que se observaram resultados diferentes aos apresentados anteriormente em relação ao efeito do tempo de exercício sobre o Na^+ plasmático. Entre estes trabalhos destacam-se os de Strömme *et al.* (1976)⁽⁴¹⁾, Mena *et al.* (1988)⁽²⁶⁾ e Gastmann *et al.* (1998)⁽¹⁴⁾, sendo que, este último, registrou uma tendência da redução do Na^+ durante uma prova de ultra triatlon (7,5 Km de natação, 360 Km de ciclismo e 85 Km de corrida).

Considerações gerais

Destaca-se que não houve nenhum caso de hipernatremia nas quatro provas. Nas 240 amostras sanguíneas realizadas foram encontrados somente três casos de hiponatremia. Durante o período de exercício, registraram-se dois casos de hiponatremia, na parcial de 120 minutos. Um atleta (nº 4) apresentou 134 mmol/L com o consumo de água *ad libitum*; já o segundo atleta (nº 11) também indicou 134 mmol/L com o consumo da SC-T1. Esta situação pode ser devido à perda de sódio no suor, por um efeito acumulativo dos 120 minutos de exercício.

A ausência de valores superiores ao limite fisiológico considerado normal de 145 mmol/L indica um comportamento adequado da regulação metabólica destes eletrólitos. Ao observar os 12 trabalhos apresentados nos quadros 3 e 4, identificam-se somente dois casos em que existe uma condição de repouso de hipernatremia (Mateo *et al.*, 1993⁽²⁴⁾; Mena *et al.*, 1988⁽²⁶⁾). A situação mais extrema aponta um grupo de ciclistas com valores médios em repouso considerados elevados, de 158 mmol/L. Isto pode indicar um grande consumo de Na^+ na dieta, em conjunto a uma condição crônica de desidratação, ou uma inadequada capacidade de regulação metabólica deste mineral.

Neste estudo, os valores mais baixos em estado de repouso indicam somente 1 caso (atleta 11) durante o treinamento com SC-T1, que apresentou um valor do sódio plasmático de 134 mmol/L. Isto indica que a quantidade de NaCl ingerida pelos atletas estava adequada e que a perda média de sódio pelo suor não foi elevada para produzir uma moderada hiponatremia.

Nos 13 trabalhos que estudaram o valor do Na^+ plasmático em repouso, apresentados nas tabelas 3 e 4, somente se pode observar um trabalho, o de Rivera-Brown *et al.* (1999)⁽³⁷⁾, em que determinaram níveis de base de Na^+ abaixo dos valores de normalidade. Este é um fator que pode influenciar no rendimento. Com este exemplo, demonstra-se que apesar de não ser freqüente, pode dar-se um quadro de hiponatremia em repouso em um grupo de atletas.

Na bibliografia os casos de hiponatremia são muito freqüentes, principalmente em provas de longa duração, com mais de quatro horas (Frizzel *et al* 1986⁽¹³⁾; Hiller *et al*. 1987⁽¹⁷⁾; Gastmann *et al*. 1998⁽¹⁴⁾). A resposta observada neste dois casos (atletas 4 e 11) indica que este fenômeno poderá acontecer inclusive com uma desidratação moderada como ocorreu com estes dois casos de 0,5% (atleta 4) e 0,7% (atleta 11).

Casos de hiponatremia relacionados a com exercício físico começaram a ser observados nos anos 80, ao multiplicar-se as provas de ultra-resistência (Noakes *et al.*, 1985)⁽³³⁾. O trabalho de Irving *et al.* (1991)⁽¹⁸⁾ mostra que existe uma relação da hiponatremia com a manutenção ou ganho de peso corporal, devido ao fenômeno da super-hidratação.

Conclusões

Pode-se concluir que durante um exercício de até duas horas o consumo de bebidas SC T-1 e T-2 não foi suficiente para alterar a resposta sangüínea do Na⁺ ao compararmos com o consumo de água *ad libitum* ou programada. Com uma moderada desidratação inferior a 2% há uma tendência que os valores de sódio plasmático aumentem, sem risco de um quadro de hipernatremia. É possível que se dêem casos de hiponatremia, porém de forma muito rara.

Tomando por base os resultados do Na⁺ no plasma obtidos nesta investigação, assim como os resultados obtidos em outros estudos anteriormente citados, pode-se considerar que a hiponatremia será mais freqüente quando for produzido um elevado consumo de líquidos, podendo inclusive produzir um aumento do peso corporal ao final da prova, tomando como fator responsável exclusivamente o consumo excessivo de água.

Bibliografia

1. AMERICAN COLLEGE SPORTS MEDICINE (ACSM). *Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio*. Barcelona: Paidotribo; 1999.
2. AMERICAN COLLEGE SPORTS MEDICINE (ACSM). Policy statement regarding the use of human subjects and informed consent. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000; 32 (1): vi.
3. AMERICAN COLLEGE SPORTS MEDICINE (ACSM); Position Stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine Science Sports Exercise* 1996; 28 (1): i - vii.
4. BRAVO, R. *Tesis doctoral y trabajos de investigación científica*. Madrid: Paraninfo; 1996.
5. BRODOWICZ, G. *et al*. Efficacy of various drink formulations for fluid replenishment during cycling exercise in the heat (Abstract): *Medicine Science Sport Exercise*. 1984; 16: 138.
6. BURSTEIN R, *et al*. Glucose polymer ingestion-effect on fluid balance and glycemic state during a 4-d march. *Medicine Science in Sports Exercise*. 1994; 26: 360 – 364.
7. CARTER, J. e GISOLFI, C. Fluid replacement during and after exercise in the heat. *Medicine and Science Sports Exercise* 1989; 21 (5): 532 – 539.
8. CRISWELL, D., *et al*. Fluid replacement beverages and maintenance of plasma volume during exercise; role of aldosterone and vasopressin. *European Journal Applied Physiology* 1992; 65: 445 – 451.
9. DEUSTER, P. *et al*. Hormonal responses to ingestion water or a carbohydrate beverages during a 2 h run. *Medicine Science in Sports Exercise*. 1992; 24: 72 – 79.
10. FERNANDEZ-GARCÍA, B. *et al*. Intensity of exercise during road race pro-cycling competition. *Medicine Science Sports Exercise* 2000; 32 (5): 1002 – 1006.
11. FORTENEY, S. *et al*. Effect of hyperosmolality on control of blood flow and sweating. *Journal Applied Physiology* 1984; 57 (6): 1688 – 1695.
12. FRITZSCHE, R. *et al*. Water and carbohydrate ingestion during prolonged exercise increase maximal neuromuscular power. *Journal Applied Physiology* 2000; 88 (2): 730 – 737.
13. FRIZZEL, R. *et al*. Hyponatremia and ultramarathon running. *Journal of the American Medical Association* 1986; 255: 772 – 774.
14. GASTMANN, U. *et al*. Ultra-triathlon-related blood-chemical and endocrinological responses in nine athletes. *Journal Sports Medicine Phys Fitness* 1998; 38: 18 - 23.
15. GISOLFI, C. Ejercicio absorción intestinal y rehidratación del deporte. *Archivos de Medicina del Deporte* 1994; 10 (42): 195 – 200.
16. GONZALEZ-ALONSO, J. HEAPS, C. e COYLE, E. Rehydration after exercise with common beverages and water. *International Journal Sports Medicine* 1992; 13 (5): 399 – 406.
17. HILLER, W. *et al*. Medical and physiological considerations in triathlons. *American Journal Sports Medicine* 1987; 15 (2): 164 – 167.
18. IRVING, R. *et al*. Evaluation of renal function and fluid homeostasis during recovery from exercise induced hyponatremia. *Journal Applied Physiology* 1991; 70 (1): 342 – 348.
19. LAMB, D. e BRODOWICZ, G. Optimal use of fluids varying formulation to minimize exercise-induced disturbances in homeostasis. *Sports Medicine* 1986; 3: 247 – 274.
20. MARINS J. *Influência da hidratação com solução carboidratada durante um exercício submáximo*. Congresso AISEP – Universidade Gama Filho – Rio de Janeiro; 1997.
21. MARINS, J. DANTAS, E. e ZAMORA, S. Dehidratación y ejercicio físico. *Selección* 2000_a; 9 (3): 149 - 163
22. MARINS, J. DANTAS, E. e ZAMORA, S. Variaciones del sodio y potasio plasmáticos durante el ejercicio físico: factores asociados. *Apunt's Educación Física y Deportes* 2000_b; 62: 48 – 55.
23. MASON, W. McCONNELL, G. e HARGREAVES, M. Carbohydrate ingestion during exercise: liquid vs solid feedings. *Medicine Science Sports Exercise* 1993; 25 (8): 966 – 969.

24. MATEO, R. *et al.* A. Efectos de una carrera de maratón sobre los parámetros hematológicos minerales y elementos traza. *Archivos de Medicina del Deporte* 1993; 10 (40): 413 – 420.
25. MAUGHAN, R. LEIPER, J. e SHIRREFFS, S. Rehydration and recovery after exercise. *Sports Science Exchange* 1996; Gatorade Sports Science Institute. 9 (3): 1 - 6.
26. MENA, P. *et al.* Fisiología metabólica da le vuelta ciclística a Extremadura. *Archivos de Medicina del Deporte* 1988; 5 (18): 233 – 236
27. MILLARD-STAFFORD, M. *et al.* Carbohydrate-electrolyte replacement improves distance running performance in heat. *Medicine Science in Sports Exercise* 1992; 24: 934 – 940.
28. MONTAIN, S. e COYLE, E. Fluid ingestion during exercise increases skin blood flow independent of increases in blood volume. *Journal Applied Physiology* 1992^a; 73 (3): 903 – 910.
29. MONTAIN, S. SAWKA, M. e WENGER, C. Hyponatremia associated with exercise: risk factors and pathogenesis. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2001; 29: 113-117
30. MURRAY, R. *et al.* Responses to varying rates of carbohydrate ingestion during exercise. *Medicine Science in Sports Exercise*. 1991^a; 23: 713 – 718
31. MURRAY, R. *et al.* G. Carbohydrate feeding and exercise; effect of beverage carbohydrate content. *European Journal Applied Physiology*. 1989^b; 59: 152 – 158.
32. MURRAY R. The effects of consuming carbohydrate-electrolytes beverages on gastric emptying and fluid absorption during and following exercise. *Sports Medicine*. 1987; 4: 322 - 351.
33. NOAKES, T. *et al.* Water intoxication; a possible complication during endurance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1985; 17 (3): 370 – 375.
34. PARDO, E e VASQUEZ, C. *Nomenclator de Laboratório Clínico*. Madrid; Interamericana McGRAW – Hill; 1995..
35. PASTENE, J. *et al.* Water balance during and after marathon running. *European Journal Applied Physiology*. 1996; 73: 49 - 55.
36. POWERS, S. *et al.* Fluid replacement drinks during high intensity exercise; effects on minimizing exercise-induced disturbance in homeostasis. *European Journal Applied Physiology* 1990; 60: 54 – 60
37. RIVERA-BROWN, A. *et al.* Drink composition voluntary drinking and fluid balance in exercising trained heat-acclimatized boys. *Journal Applied Physiology*. 1999; 86: 78 – 84.
38. RÖCKER, L. *et al.* Influence of prolonged physical exercise on plasma volume plasma protein electrolytes and fluid-regulation hormones. *International Journal Sports Medicine* 1989; 10 (4): 270 – 274.
39. SANDERS, B. NOAKES, T. e DENNIS, S. Water and electrolyte shifts with partial fluid replacement during exercise. *European Journal Applied Physiology* 1999; 80: 318 – 323.
40. SHIRREFFS, S. e MAUGHAN, R. Volume repletion after exercise-induced volume depletion in humans; replacement of water and sodium losses. *American Journal Physiology* 1998; Renal Physiol. (43): F 868 – F 875.
41. STRÖMME, S. *et al.* Serum sodium and calcium and body temperature during prolonged exercise. *Journal Sports Medicine* 1976; 16: 91 – 97
42. SUGIURA, K. e KOBAYASHI, K. Effect of carbohydrate ingestion on sprint performance following continuous and intermittent exercise. *Medicine Science in Sports Exercise* 1998; 30: 1624 – 1630.
43. TSINTZAS, O. *et al.* Influence of carbohydrate supplementation early in exercise on endurance running capacity. *Medicine Science in Sports Exercise* 1996^a; 28: 1373 – 1379.
44. VRIJENS, D. e REHRER N. Sodium-free fluid ingestion decreases plasma sodium during exercise in the heat. *Journal Applied Physiology* 1999; 86: 1847 – 1851.
45. WILK, B. e BAR-OR O. Effect of drink flavor and NaCl on voluntary drinking and hydration in boys exercising in the heat. *Journal Applied Physiology*. 1996; 80: 1112 – 1117.
46. WILMORE, J. *et al.* Role of taste preference on fluid intake during and after 90 min of running at 60% of VO_{2max} in the heat. *Medicine Science in Sports Exercise* 1998; 4: 587 – 595.
47. ZAMORA, S. *et al.* *Nutrición e dietética en la actividad física*. In: GALLEGO J. (Eds). *Fisiología de la actividad física y del deporte*. Madrid; McGRAW-HILL; 1992.