

Homeostase hídrica corporal em condições de repouso e durante o exercício físico

Body hydric homeostasis at rest and during exercise

João Carlos Bouzas Marins

Universidade Federal de Viçosa-MG
Laboratório de Performance Humana

RESUMO

A condição de homeostase hídrica, representa um dos principais elementos de assessoria nutricional a um praticante de atividades físicas em suas mais variadas formas, seja no campo competitivo, recreacional, terapêutico, militar ou laboral. Uma falha no suporte hídrico, além de condições ambientais específicas, características do exercício e individuais, assim como outros fatores, poderão provocar um quadro de desidratação, que por sua vez, representa uma das principais causas que limitam a performance. O objetivo deste trabalho é, através de uma breve revisão, trazer ao profissional de Educação Física, informações relacionadas a homeostase hídrica corporal em condições de repouso e durante o exercício, sendo dado uma ênfase a questão da desidratação como fator limitador do rendimento, os mecanismos fisiológicos envolvidos, assim como medidas genéricas para atenuar seus efeitos.

Palavras Chave: Desidratação, Hidratação, Exercício Físico.

ABSTRACT

Hydric homeostasis condition is one of the most important element of nutritional assessment by a practitioner of physical activity in its different forms, whether in the competitive field, for recreational, therapeutic, military, or work purposes. A failure in the hydric support, in addition to environmentally specific conditions, and the type of exercise and personal characteristics, plus other factors, may cause a dehydration situation which represents one of the main causes limiting performance. The purpose of this study is, after a brief summary, to give information to physical education professional about body hydric homeostasis at rest and during exercise focusing upon dehydration as a factor which limits performance and physiological mechanisms which are involved, as well as generic measures to reduce their effect.

Key Words: Dehydration, Hydration, Physical Exercise.

INTRODUÇÃO

A realização de atividades físicas seja com o objetivo competitivo, recreativo, terapêutico, militar ou laboral, deverá sempre estar associada com procedimentos higiênico-terapêuticos, que visem oferecer um maior conforto e segurança no campo da saúde corporal por parte do praticante. Entre estes procedimentos destaca-se a preocupação em manter o equilíbrio ideal entre os fluidos corporais, ao se evitar ao máximo o aparecimento de um “deficit” hídrico e conseqüente desidratação.

Durante a prática de exercícios físicos em um país como o Brasil, ocorre na maioria dos casos um “stress” térmico associando calor e umidade, impondo uma grande perda de líquidos corporais, devido a produção de suor para manter o equilíbrio térmico corporal. Este fenômeno freqüentemente causa a desidratação, que pode estar relacionada desde um pequeno desconforto físico, até uma condição de risco de vida dependendo de sua gravidade.

A presença de um quadro de desidratação e atividade física, também é observada em lutadores que, na tentativa de reduzir a de categoria de peso, realizam estratégias de desidratação aguda, através do consumo de diuréticos, ou permanecem longos períodos em uma sauna ou, ainda, forçam o aumento da sudorese com atividades físicas vestindo roupas impermeáveis, coadjuvadas, sempre, com uma restrição de ingestão de líquidos. Este tipo de procedimento apesar de ser desaconselhável continua sendo uma prática rotineira em momentos que antecedem as competições de luta.

Para atender os interesses comerciais das grandes cadeias de TV, os horários das principais competições mundiais são selecionados coincidindo com o momento em que a temperatura do dia está mais elevada, colaborando assim com um elevado nível de desidratação, são exemplos os horários de boa parte dos jogos da Copa do Mundo de Futebol do México (1986) e E.U.A. (1994) e as Olimpíadas de Barcelona (1992) e Atlanta (1996), trazendo sérios comprometimentos não só aos atletas, como aos indivíduos da organização do evento que

trabalharam no campo, assim como os espectadores nos estádios submetidos a um grande desconforto térmico.

A freqüência da desidratação durante uma atividade física, assumiu uma importância ainda maior com o aparecimento dos denominados “*esporte de desafio*” como triatlon, ultramaratona e outras competições com duração superior a 6 horas, visto que estas induzem ao organismo a limites no campo bioquímico, físico e mental importantes, em que um estado de hidratação contribui de forma decisiva para sua superação, tanto durante a competição quanto na realização do treinamento.

No campo da atividade militar, exercícios de tropa caracterizados por longos períodos de marcha, associados a sobrecarga de armamentos e material individual a ser transportado, bem como o tipo de vestimenta, implicam em seu conjunto numa carga elevada, gerando uma condição de produção elevada de suor, de forma que sem uma constante hidratação ter-se-á rapidamente um quadro de fadiga instalado (DREYFUSS, 1991).

Em certas atividades laborais, em que o trabalhador é submetido a uma carga térmica de calor de forma intensa e de maneira contínua, durante várias horas do dia, podendo ser agravado pelo tipo de vestimenta que necessitam utilizar, irá estimular ainda mais a produção de suor, e conseqüentemente os riscos de desidratação. Estes trabalhadores não hidratados adequadamente, estarão mais susceptíveis ao desenvolvimento de um quadro de desidratação que por sua vez irá debilitar a saúde do trabalhador, aumentando o risco de acidentes laborais, bem como uma queda na qualidade de serviço. (PASCOE et al., 1994).

A compreensão das implicações fisiológicas decorrentes de um quadro de desidratação, contribuem no sentido de desenvolver estratégias que visem preservar a saúde do praticante, seja no campo do exercício físico em suas mais diversas formas, como no campo militar ou laboral, visto que o tipo de desidratação presente nestas atividades apresenta uma grande similaridade.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é, através de uma breve revisão, trazer ao profissional de Educação Física, informações relacionadas a homeostase hídrica corporal em condições de repouso e durante o exercício, sendo dada uma ênfase a questão da desidratação como fator limitador do rendimento, os mecanismos fisiológicos envolvidos, assim como medidas genéricas para atenuar seus efeitos.

ÁGUA

A água por não fornecer energia, não contribui diretamente para as necessidades energéticas do organismo. No entanto este elemento, é imprescindível para um perfeito funcionamento biológico (McARDLE et al., 1998).

Funções Básicas

A água, é a responsável principal pelo transporte de nutrientes, metabólitos e secreções internas (hormônios) aos tecidos. Além de ser o elemento principal na maioria das células (protoplasma), atua como poderoso agente ionizante, controlando a distribuição de vários elétrons no interior das células e por todo organismo (WOOTTON, 1988).

Entre as propriedades específicas da água, encontram-se ainda: (a) auxílio na termorregulação através da evaporação do suor; (b) em condições de uma volemia adequada interfere diretamente com a regulação da temperatura corporal e o débito cardíaco durante o exercício; (c) absorção de choques; (d) atua ainda como elemento lubrificante das articulações; (e) participa como meio excretor através da urina e fezes; (f) participa na dissociação em íons OH⁻ e H⁺ livres para atuar como catalisador bioquímico (CHAVES, 1978; NETO, 1994; KATCH & McARDLE, 1996).

Participação e Distribuição da Água

O principal elemento de constituição no corpo humano é a água, sendo que seu percentual de concentração apresenta uma grande variação,

no recém-nascido os valores encontram-se em torno de 81%, podendo ser reduzido a valores próximos a 54 % quando de uma idade adulta. Ao nascer o homem apresenta a maior concentração de água e conforme seu envelhecimento este percentual se reduz (WHITMIRE, 1998).

Além da idade, outros dois fatores também interferem na quantidade de água corporal como o sexo, sendo que os homens apresentam uma maior quantidade de água corporal do que as mulheres (WEINECK, 1991). Um segundo fator inclui a composição corporal, em que observa-se uma menor quantidade de água corporal nos indivíduos obesos (GUYTON, 1992). A composição corporal é o fator determinante para que o homem tenha mais água corporal do que a mulher, pois este apresenta uma maior massa muscular e menor presença de tecido adiposo (KATCH & McARDLE, 1996).

Dentro do próprio organismo, o percentual de água varia de acordo com os tecidos, existindo alguns que apresentam uma elevada concentração como o sangue com 83% e outros com discreta participação como o tecido adiposo em torno de 10%. A **tabela 1** representa a quantidade percentual de água nos diversos tecidos (PIVARNIK & PALMER, 1996).

No organismo o conteúdo hídrico total se distribui basicamente entre o meio intracelular, representando 60% do volume hídrico e o meio extracelular com 30% de participação. Existe ainda o meio transcelular que armazena 10 % da água corporal. Este último compartimento inclui os líquidos das articulações (líquido sinovial), secreções digestivas, líquidos do globo ocular e medula espinhal. Na **tabela 2** PIVARNIK & PALMER (1996) apresentam a distribuição da água corporal nos vários compartimentos em homens e mulheres.

Procedência x Eliminação

CHAVES (1978) apresenta que é possível obter água de duas formas: (1) meio externo e (2) meio interno. A água oriunda do meio externo pode ter duas origens: (a) água ingerida e (b) dos alimentos.

A quantidade de água ingerida durante um dia (ambiente temperado) corresponde aproximadamente a um litro, porém esta cota pode ser substancialmente alterada, principalmente na presença de stress térmico (calor) atingindo valores de 7 a 8 litros. CHAVES (1978) relata que em determinadas áreas da Índia, é possível encontrar indivíduos consumindo 13 litros de água por dia.

Uma segunda fonte do meio externo de extração de água, corresponde a metabolização de água de diversos alimentos no processo de digestão, onde muitos deles (frutas) são constituídos basicamente por água.

A demanda hídrica ideal diária para uma homeostase corporal gira em torno de 33 ml/Kg de peso corporal, em uma condição térmica neutra e sem interferência de exercício físico, desta forma um indivíduo com 70 Kg necessita um suporte hídrico de 2,310 litros (WILMORE & COSTILL, 1994).

Já no meio interno é possível formar água, segundo (GOLDBERGER, 1978) através das seguintes formas: (a) lise do tecido muscular; (b) oxidação das proteínas musculares; (c) oxidação das gorduras. Durante o exercício com a mobilização do glicogênio muscular como fonte energética, proporcionará a liberação de 3 gramas de água para cada uma grama de glicogênio mobilizado, esta ação pode ser considerada como uma auto hidratação, refazendo assim em parte a quantidade de água perdida através da produção do suor (MAGALLÓN & MATEO, 1994).

O processo de eliminação da água em um metabolismo normal ocorre através de cinco vias: (1) urina; (2) fezes; (3) pelo ar expirado; (4) pelo suor e (5) perspiração invisível (WHITMIRE, 1998).

Dentro do metabolismo dinâmico da água (ingestão e excreção) no organismo deverá haver um equilíbrio. Em condições normais de ambiente e sem o stress provocado por um exercício físico, o equilíbrio hídrico diário pode ser observado segundo a **tabela 3** (WILMORE & COSTILL, 1994)

A quantidade de líquido perdido em cada uma das vias poderá variar ao modificar-se a

temperatura ambiente ou com o exercício, na **tabela 4** estão ilustradas as modificações de perda hídrica em diversas condições (GUYTON, 1992).

Como evidenciado na **tabela 4**, durante uma situação de exercício se modifica por completo a quantidade de perda de água corporal em comparação a uma condição de repouso. A

Tabela 1 - Distribuição de água em vários tecidos

Tecido	Água (%)
Sangue	83
Rins	82,7
Coração	79,2
Pulmões	79
Baço	75,8
Músculo	75,6
Cérebro	74,8
Intestino	74,5
Pele	72
Fígado	68,3
Esqueleto	22
Tecido Adiposo	10,0

(PIVARNIK & PALMER, 1996)

Tabela 2 - Água corporal total e volume dos vários compartimentos

	Homem	Mulher
Peso Corpóreo	70 Kg	55 Kg
Água total do corpo	42 l	28 l
Intracelular	26 l	17 l
Extracelular	13 l	9 l
Intersticial	10 l	6,5 l
Plasma	3 l	2,5 l
Transcelular	3 l	2 l

(PIVARNIK & PALMER, 1996)

TABELA 3 - Balanço diário de água

Ingestão			Excreção		
	ml	%		ml	%
Líquidos	1500	60	Urina	1500	60
Alimentos sólidos	750	30	Fezes	125	5
Produção metabólica de água	250	10	Suor	125	5
			Perda insensível por vaporização pulmões + pele	750	30
Total	2500	100		2500	100

Adaptado de (WILMORE & COSTILL, 1994)

produção de suor, apresentará um aumento de 4.900l, ocorrendo como mecanismo compensador uma redução da produção de urina, ocasionado por um conjunto de adaptações hormonais da aldosterona, angiotensina e renina que visam diminuir a perda de água corporal (GORDON, 1993).

Suor

O suor representa uma ação orgânica na tentativa de reduzir a temperatura corporal, principalmente quando o meio ambiente apresentar uma temperatura superior a temperatura corporal. Neste caso a produção de suor será estimulada para que ocorra a evaporação e como consequência liberação de energia calorífica, controlando desta forma a temperatura interna.

A **tabela 5** apresenta a composição do suor que indica ser uma solução HIPOTÔNICA, cuja osmolaridade varia 80 - 185 mOsm/l e que em valores práticos representa a metade da concentração osmolar do plasma e músculo (WILMORE & COSTILL, 1994). Dentre os elementos que constituem o suor, a água, é o elemento de maior presença, cerca de 99% (WEINECK, 1991).

Os valores de normalidade de concentração dos eletrólitos presentes no suor também podem ser monitorizados por outras unidades bioquímicas como mmol/l e mg/l. Na **tabela 6** são apresentados estes valores. (BROUNS, 1991), (**Tabela 5**).

Diversos são os fatores que interferem na produção do suor, podendo incrementar a necessidade de uma hidratação constante sobre o risco de apresentar um "deficit" hídrico. No **quadro 1** são apresentados os fatores que interferem na produção de suor com base nas observações de um coletivo de autores (**Tabela 6**).

NIELSEN (1994) apresenta uma previsão de produção de suor por hora em corredores com diferentes massas corporais, velocidade de corrida e temperatura ambiental, ficando evidente como estes fatores interferem na quantidade de suor produzida (**Tabela 7**).

Tabela 4 - Perda de água (em mililitros)

	Temperatura normal 20°C	Ambiente quente 40°C	Exercício prolongado e intenso
Perda insensível	350	350	350
Pele	350	250	650
Aparelho respiratório			
Urina	1400	1200	500
Suor	100	1400	5000
Fezes	100	100	100
Total	2300	3300	6600

(GUYTON, 1992)

Tabela 5 - Composição de eletrólitos e osmolaridade no suor, músculo e plasma

	Eletrólitos (mEq/l)				Osmolaridade (mOsm/l)
	Na ⁺	Cl ⁻	K ⁺	Mg ⁺⁺	
Suor	40 - 60	30 - 50	4 - 6	1,5 - 5	80 - 185
Plasma	140	101	4	1,5	295
Músculo	9	6	162	31	295

(WILMORE & COSTILL, 1994)

Tabela 6 - Concentração de eletrólitos no suor

Parâmetro Bioquímico	Eletrólitos (mEq/l)				
	Na ⁺	Cl ⁻	K ⁺	Mg ⁺⁺	Ca
mmol/l	32.7	28.6	4.4	0.79	1
Mg / l	752	1014	173	19	40
Limites mg/l	431 - 1091	533 - 1495	121 - 225	(4 - 34)	(13 - 67)

(BROUNS, 1991)

Tabela 7 - Previsão de Produção de Suor em Diversas Condições

Velocidade (Km.h) ⁻¹	Massa corporal (kg)	Temperatura em °C					
		Perda de suor em 1 hora (ml)					
		10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
15	50	610	610	750	895	1035	1085
15	60	770	770	930	1095	1260	1315
15	65	840	840	1015	1190	1365	1425
15	70	945	945	1120	1295	1470	1530
18	50	820	820	970	1120	1275	1330
18	60	1020	1020	1195	1370	1545	1605
18	65	1115	1115	1300	1485	1675	1740
18	70	1250	1250	1440	1625	1815	1880

NIELSEN (1994)

DESIDRATAÇÃO

O termo desidratação é abordado de modo geral por vários autores, como sendo uma perda hídrica pelo organismo. ROMEIRO (1978), a define como sendo: “uma situação clínica proveniente de uma redução considerável de água do organismo ou por depletação hídrica excessiva e não compensada”. Já FOX et al., (1991), consideram a desidratação como sendo: “a condição que resulta da perda excessiva de água corporal”. Para GUYTON (1992): “perda de líquido por todos os compartimentos líquidos do corpo”. Mais recentemente KATCH & McARDLE (1996) propõem: “... dispêndio do fluido extracelular a ponto de gerar um desequilíbrio dos teores de água do organismo”.

Etiologia

O aparecimento de um quadro de desidratação é decorrente da formação de um “deficit” hídrico. Este por sua vez tem início através dos seguintes fatores: (a) excesso de perda de água pelos rins; (b) vômito; (c) inviabilidade de deglutição de líquidos provocada por estado comatoso; (d) estenoses agudas no esôfago; (e) fístulas digestivas; (f) diarreia; (g) produção de suor e (h) inadequada ingestão de líquidos, sendo estes dois últimos os que se relacionam com a desidratação durante o exercício (ROTELLAR, 1996).

Fisiopatologia

O agente causador do “deficit” hídrico induz a três tipos característicos de desidratação, sendo uma diferenciada da outra pela relação da água com as substâncias dissolvidas (CHAVES, 1978). A partir desta análise a desidratação pode ser: (a) quando a perda de sal excede a de água ou desidratação hipotônica; (b) quando a água e os eletrólitos são perdidos nas proporções em que se encontram no organismo ou desidratação isotônica e (c) quando a perda de água excede a de eletrólitos ou **desidratação hipertônica**. A desidratação provocada pelo exercício físico, é a **desidratação hipertônica** (FOX et al, 1991), merecendo, então, um maior aprofundamento nesta revisão.

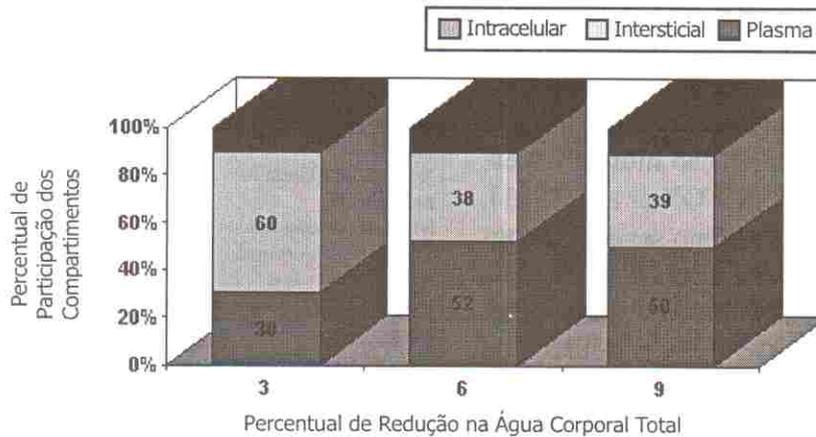
Quadro 1 - Fatores intervenientes na produção de suor

Fator Interveniente	Referência	Ano
Característica do exercício	NIELSEN	1994
Volume		
Intensidade		
Individual		
Número de glândulas sudoríparas	INOUE et al.	1991
Nível de aptidão física	MAGALLÓN & MATEO	1994
Composição corporal	HAVENITH et al.	1995
Aclimação	CIPOLLA et al.	1994
Idade	CERANI	1993
Sexo	BECERRO	1996
Temperatura central	GISOLFI & DUCHMAN	1992
Meio Ambiente		
Temperatura	NADEL	1979
Umidade	VILLEGAS et al.	1995
Radiação	BECERRO	1996
Velocidade do vento	FOX et al.	1991
Outros fatores		
Vestimenta	LI & TOKURA	1995
Condição prévia de hidratação	BECERRO	1996

As modificações dos fluidos corporais de uma desidratação hipertônica são decorrentes de alterações do equilíbrio osmótico entre o meio intra e extracelular. Quando da perda hídrica por sudorese, perde-se água principalmente do meio extracelular, aumentando a pressão osmótica do meio extracelular, rompendo o equilíbrio osmótico. Visando restabelecer este equilíbrio há o deslocamento da água do meio intracelular para o meio extracelular pelo mecanismo de regulação osmótica. Desta forma um processo de desidratação contínuo durante o exercício físico imporá uma progressiva redução do conteúdo hídrico nos dois compartimentos (LEHNINGER, 1991).

Um trabalho de COSTILL et al., (1976) indica que não existe uma uniformidade na redução da água entre os compartimentos, variando ainda de acordo com percentual de desidratação. Considera-se que os estágios iniciais de desidratação implicam principalmente na perda de água do meio extracelular (plasma e fluido intersticial), havendo menor interferência no compartimento intracelular. Este perfil é alterado de acordo com a progressão da perda de peso corporal, em que a cota de participação entre os dois compartimentos encontram-se mais equilibrados. (Figura 1)

Figura 1 - Participação na deficiência hídrica junto a compartimentos de fluidos corporais durante condições de repouso (COSTILL et al., 1976)



Quadro 2 - Sinais Físicos da Desidratação

	Desidratação Isotônica	Desidratação Hipertônica	Desidratação Hipotônica
Pele			
a) cor	Pálida	pálida	Acinzentada
b) temperatura	Normal	elevada	Baixa
c) turgor	Diminuído	regular	muito diminuído
d) tato	Seca	engrossada	viscosa
Mucosas	Secas	muito secas	Viscosas
Fontanela	Deprimida	deprimida	Deprimida
Globo ocular	Afundado	afundado	Afundado
Psiquismo	Apatia	agitação	Coma
Sede	Intensa	muito intensa	Discreta
Pulso	Rápido	rápido	Acelerado
Pressão Arterial	Baixa	normal	muito baixa

MELO (1990)

Sinais da desidratação

Os vários tipos de desidratação apresentam sinais bem característicos, como pode ser observado no **Quadro 2** (MELO, 1990). Como a desidratação que é decorrente da prática de atividades físicas é do tipo hipertônica, é importante estar bem atento aos sinais que a caracterizam, para sua pronta identificação e rápida atuação no sentido dos procedimentos de emergência deste quadro.

Formas de avaliação de um quadro de desidratação

Para se avaliar o déficit hídrico GOLDBERGER (1978) apresenta três métodos possíveis para auxiliar o cálculo da quantidade

de líquido a ser ingerido pelo praticante de exercício físico

Primeiro método:

Se há sede, sendo mínimo os demais sinais clínicos, pode-se admitir que o déficit de água, é de cerca de 2% do peso corporal. Desta forma um atleta com 70 Kg o déficit será de aproximadamente 1.400ml.

Segundo método:

Se um atleta vem sendo pesado regularmente e sabe-se que durante a prova ele perdeu 4Kg de peso, o déficit de água está em torno de 4000ml.

Terceiro método:

Baseia-se no fato de que a concentração de

sódio no plasma varia na razão inversa do volume do líquido extracelular. Considera-se contudo, que apenas tenha ocorrido perda de água, ficando inalterado o teor de sódio no corpo.

Ter-se-á a seguinte fórmula:

$$Na^+ 2 \times Va2 = Na^+ 1 \times Va1$$

onde:

$Na^+ 2$ = Concentração atual de sódio no soro.

$Va2$ = Volume atual da água do corpo

$Na^+ 1$ = Concentração inicial ou normal de sódio sérico = 142mEq/l

$Va1$ = Volume original da água corporal ou seja 60% do corpo no homem.

A perda de água corporal será portanto = $Va1 - Va2$

Exemplo: Homem 70Kg de peso aproximadamente

Concentração atual de sódio sérico = 162mEq/l

$$Na^+ 2 \times Va2 = Na^+ 1 \times Va1$$

$$162 \times Va2 = 142 \times 42$$

$$Va2 = 142 \times 42 / 162 \text{ .} \text{ .} \text{ .} Va2 = 37$$

O "deficit" de água = $42 - 37 = 5$ litros.

É possível através de uma análise de laboratório, se diagnosticar a gravidade do estado de desidratação. Esta estratégia é possível pois a perda de água induz a uma hemoconcentração, sendo assim o hematócrito constitui uma excelente forma de mensurar a magnitude de perda hídrica ou de sódio.

Os valores normais do hematócrito estão compreendidos para homens (38 a 54%) e para as mulheres (36 a 47%). Já o sódio deve apresentar valores entre 135 a 145mEq/l ou 313 a 334 mg%, segundo dados apresentado por MELO (1990).

Uma das conseqüências da desidratação hipertônica, relaciona-se com a redução do volume urinário, tendo em vista a diminuição do

fluxo sangüíneo do fluxo urinário e um conseqüente aumento da densidade da urina podendo exceder 1044 mg/l sendo a densidade normal variando entre 1016 a 1022 mg/l(MELO, 1990).

ATIVIDADE FÍSICA E DESIDRATAÇÃO

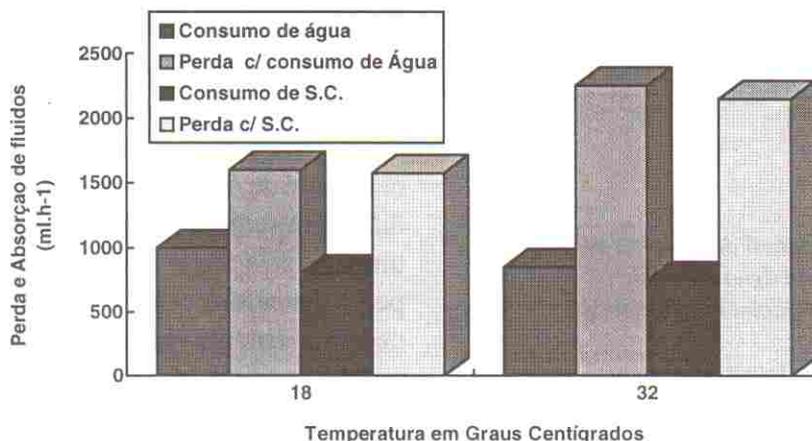
O processo de "deficit" hídrico está intimamente associado com a prática de atividades físicas. Este comportamento é decorrente da necessidade de dissipação do calor metabólico produzido durante o exercício, sendo a evaporação um dos principais mecanismos físicos para a perda de calor corporal. A evaporação implica necessariamente na produção de suor, assim que quanto maior a produção do suor maior será a perda de água corporal o que proporciona o aparecimento de um quadro de desidratação principalmente se o processo de hidratação não está sendo suficiente para compensar esta perda.

É importante destacar que mesmo realizando uma hidratação pode-se esperar algum "deficit" hídrico, visto que enquanto a capacidade de esvaziamento gástrico gira em torno de 1 a 1,2 litros por hora, a perda de água poderá atingir 2 litros (MAUGHAN, 1991). Um bom exemplo desta situação corresponde a um estudo de Nielsen & Krog citados por NIELSEN (1994), onde se comparou em sete corredores de elite a ingestão de 2 tipos de solução hídrica (água x solução carboidratada) em dois ambientes com temperaturas diferentes (18° C e 32° C) com a quantidade de água perdida durante uma hora de exercício a 95% da velocidade de corrida da prova de Maratona, em que verificou-se um "deficit" hídrico em ambos momentos de testagem água x solução carboidratada em ambas temperaturas, sendo que na condição de 32° C o "deficit" hídrico foi maior. Na **figura 2** ilustra os dados coletados pelos pesquisadores.

Redução de peso corporal decorrente da desidratação durante o exercício

Diferentes atividades físicas propiciam "deficit" hídrico diferenciado, através da análise da redução do peso corporal. WEINECK (1991) comunica que durante uma prova de 100 metros rasos é possível esperar uma redução de 150 gra-

Figura 2 - Perda de suor comparada com a ingestão máxima de líquidos durante uma corrida a temperaturas de 18 e 32° C em sete corredores de maratona de elite, correndo durante 1 hora a 95% de sua velocidade na prova de maratona (80%VO₂max). Nielsen & Krog (NIELSEN 1994)



mas de peso corporal, enquanto que durante uma prova ciclistica de 50 Km ou uma partida de futebol, a perda de peso corporal poderá atingir 3 Kg.

Usualmente utiliza-se a redução de peso corporal expressa em percentual para se quantificar o grau de desidratação correlacionando-se com seus efeitos.

Reduções de 7 - 8 % do peso corporal em corredores de Maratona já foram encontrados por COSTILL (1972). Este comportamento também foi observado em Alberto Salazar que perdeu 8 litros de suor durante a Maratona Olímpica em Los Angeles (MOREIRA, 1996).

A perda hídrica durante uma prova de Maratona também foi monitorizada por REHRER (1990) que observou uma redução média de 3,2 % de peso corporal, com valores extremos compreendidos entre 1,5 - 6,2%. No mesmo estudo foram registrados uma perda hídrica média de 3,4 % para os homens (n = 83) e 2,6 % nas mulheres (n = 31).

CODINA et al., (1993) citando trabalhos de Costill (1977) indicam que um corredor treinado poderá perder entre 1,5 a 2,5 litros de suor por hora, sendo que a reposição hídrica dificilmente é capaz de repor 50% dos líquidos perdidos. A consequência deste desequilíbrio é uma depleção da água corporal entre 5 a 8% duran-

te eventos de média duração e 12 a 15% em corredores de maratona, impondo assim um saldo de "deficit" hídrico de 2,5 a 4% (provas médias) e 6 a 7,5 % (provas longas).

WILMORE & COSTILL (1994) relatam um acréscimo de 2 min 48 s (8%) de tempo para uma prova de 10000 metros (35 min) quando o corredor encontrava-se com 4% desidratado.

BANGSBO (1997), afirma que é considerado normal um jogador de futebol perder entre 2 a 3 litros. Entretanto o mesmo autor pondera que é possível se atingir valores mais expressivos, citando um exemplo de um jogador de futebol durante a Copa do Mundo do México (1986) que perdeu em torno de 4,5 litros. No caso de um jogador de futebol de 70 Kg que perca um litro de suor nos primeiros 45' terá uma desidratação de 1,4% de seu peso corporal, esta condição poderá ocasionar uma redução de até 15% em seu desempenho durante o segundo tempo da partida.

Alguns estudos relacionando a perda hídrica durante uma partida de futebol, indicam que a perda hídrica poderá variar entre 1,7% do peso corporal total (KIRKENDALLN, 1993), até 4,61% (PYKE & HAHN, 1980). Estas variações estariam associadas principalmente às condições climáticas durante o jogo.

Quadro 3 - Relação de % redução de peso corporal e resposta orgânica

% de Redução de peso corporal	Resposta orgânica
1	Limiar da sede, limiar para os primeiros sinais de decréscimo da capacidade física
2	Sede intensa, baixa apetite, vago desconforto e sentimento de opressão
3	Aumento da hemoconcentração, redução da produção urinária, boca seca.
4	Redução de 20 - 30% da capacidade física
5	Dificuldade de concentração, dor de cabeça, impaciência e sonolência
6	Severo decréscimo na regulação da temperatura em exercício, aumento da taxa respiratória, formigamento e insensibilidade nas extremidades
7	Surgimento do colapso se combinando ao calor e exercício

GREENLEAF (1992)

Conseqüências da instalação de um quadro de desidratação durante a atividade física

A desidratação está intimamente associada a redução da qualidade da atividade desempenhada, sendo considerada como um importante fator limitante da performance (MAUGHAN, 1991; MAUGHAN & LEIPER, 1994; FALLONFIELD et al., 1996).

Diversos são os elementos fisiológicos que sofrem interferência da instalação de um quadro de desidratação durante uma competição ou treinamento, alterando de forma significativa a qualidade de trabalho executado. Alterações no balanço osmótico produz modificações no equilíbrio dos íons entre o meio intra e extra celular, que por sua vez acarreta sérias conseqüências na capacidade de transmissão nervosa ou de contração muscular, facilitando o aparecimento de caibras e redução da qualidade de execução do movimento (técnica). Soma-se a isto, modificações sobre o campo cardiovascular e controle térmico corporal. O conjunto destes elementos atuando de forma combinada pode além de prejudicar a performance, atingir um determinado ponto de colocar em risco a integridade física do praticante quando a perda hídrica corporal atinge valores próximos entre 9 a 12% (WILMORE &

COSTILL, 1994; McARDLE et al., 1998).

GREENLEAF (1992) apresenta um estudo relacionando o percentual de perda hídrica do peso corporal e deterioramento da performance (**Quadro 3**). Analisando-o percebe-se que o exercício físico se torna impossível de ser realizado em condições ideais com perda de peso corporal superiores a 6%.

MOREIRA (1996), apresenta ainda uma progressão sobre os efeitos da desidratação em termos de redução de peso corporal, como pode ser evidenciado no **Quadro 4**.

Quadro 4 - Efeitos da desidratação com relação a redução de peso corporal em %

% de Redução de peso corporal	Resposta orgânica
até 2	Dificuldades do sistema termorregulador
2 - 3	Redução da resistência muscular localizada.
3 - 6	Redução da resistência muscular localizada e Força.
> 6	Intermação

MOREIRA (1996)

Alguns autores ainda estabelecem as seguintes relações sobre a perda de peso de água em percentual e suas conseqüências para a performance sendo elas: (a) redução de 2 % no ritmo de exercício para cada 1 % de perda de peso corporal (COSTILL, 1988); (b) a redução de cada 1% de peso corporal estaria correlacionada com um aumento de 0,10 a 0,40 °C (VILLEGAS et al., 1995); (c) 4% de perda de peso corporal implica em redução de 18% do volume sanguíneo (LESKI, 1997); (d) Aumento de 6 bpm para cada 1% de aumento de desidratação (PANDOLF, 1991)

Observa-se que a redução de performance oriunda de um quadro de desidratação é decorrente de um conjunto de fatores que dependendo da magnitude e da resposta individual podem ocorrer de forma isolada ou combinada. No **quadro 5** são apresentados um conjunto de alterações relatados por diversos pesquisadores sobre o tema.

Alguns parâmetros fisiológicos parecem não apresentar interferências devido a um quadro de desidratação, como a F.C. máxima, o consumo de oxigênio submáximo, a velocidade em corridas de curta distância e a força, sendo ainda observado uma discreta melhora na velocidade de reação (WILMORE & COSTILL, 1994). Já VILLEGAS et al., (1995) relatam também que a desidratação não interfere na força isométrica máxima.

Estudos desenvolvidos por JACOBS (1980) e PARK et al., (1990) tentando identificar a influência da desidratação com a força dinâmica, potência anaeróbia e capacidade anaeróbia não obtiveram resultados que indicassem uma queda de performance nestes parâmetros. Entretanto WEBSTER et al., (1990) e HICKNER et al., (1991) encontraram uma redução da potência anaeróbia quando o exercício era realizado com um tempo superior à 40 segundos.

Os estudos que apontam nenhuma interferência da desidratação sobre a força isométrica máxima, força explosiva e velocidade de movimento, podem induzir a um erro de procedimento do preparador físico em menosprezar um suporte hídrico nas modalidades em que estas qualidades físicas se fazem presentes, pois é sempre importante

observar que no caso de uma luta como o judô ou o boxe, na maioria dos casos o tempo de combate pode ser elevado. O mesmo raciocínio serve para as modalidades como o Vôlei, que apesar do baixo consumo de VO_2 , freqüentemente apresenta um tempo de jogo superior a 60 minutos quando é exigido um elevado poder de concentração, cognição e técnica, elementos estes que apresentam alterações a partir de uma condição de desidratação.

PROCEDIMENTOS PARA SE EVITAR UM QUADRO DE DESIDRATAÇÃO

Treinamento da hidratação

Apesar das evidências sobre a importância da hidratação para o desempenho físico, diversos atletas se recusam a ingerir líquidos durante competições e treinamento. As razões levantadas são diversas para este tipo de comportamento, destacando-se: (a) a ingestão de líquidos propiciam um desconforto gástrico, podendo induzir quadros de vômito ou dores abdominais e (b) consideram uma perda de tempo. Uma análise sobre o primeiro ponto levantado, indica que quadros de vômitos e dores abdominais realmente ocorrem quando os indivíduos não estão adaptados para a ingestão de líquidos. O procedimento correto será treinar o atleta para a ingestão de líquidos (água x solução carboidratada). A segunda alegação de “perda de tempo” não justifica-se pois o tempo gasto para se consumir líquidos durante uma prova de longa duração é desprezível, não alterando o resultado.

Procedimentos de hidratação durante competições e treinamento

Com a adaptação por parte do praticante para o consumo de líquidos durante o exercício, é necessário analisar a situação problema existente a fim de se estabelecer o tipo de solução mais adequada a ser oferecida, água ou solução carboidratada, podendo ainda variar neste último o tipo de carboidrato e a concentração ideal.

Outros elementos irão contribuir para a

elaboração de uma correta hidratação como a temperatura do líquido, intervalo de tempo e quantidade de líquido a ser oferecido, previsão do tempo gasto para a realização da tarefa, bem como sua intensidade, além de, uma análise das condições ambientais que estarão presentes durante o exercício.

Em sua última tomada de posição sobre a questão da hidratação o “*American College of Sports Medicine*” (ACSM, 1996) recomendam alguns procedimentos que devem ser adotados, sendo eles:

- Suporte adequado de líquidos num período de 24 horas que antecedem uma atividade física.
- Consumo de 500 ml aproximadamente 2 horas antes de iniciar o exercício.
- Durante o exercício consumir líquidos dentro do máximo tolerável em intervalos regulares, visando equilibrar a perda hídrica por sudorese.
- Adicionar carboidratos (30 - 60g.h⁻¹) associando eletrólitos na solução ingerida quando o tempo da atividade for superior à 60 minutos
- A concentração de sódio deverá estar em torno de 0,5 - 0,7g.l⁻¹, pois favorece a palatabilidade da solução, promove a retenção de fluidos e auxilia na prevenção da hiponatremia.

Recomendações práticas

Para se evitar ou atenuar um quadro de desidratação, MARINS (1993), (1995) e (1996) indicam alguns procedimentos básicos que devem ser adotados por parte dos praticantes de exercícios físicos, sendo eles:

Consumo de líquidos antes de iniciar uma atividade física.

- A temperatura ideal dos líquidos deverá estar em torno de 8 - 13° C
- A hidratação deverá ocorrer durante todo o decorrer da atividade a intervalos de 15 minutos.
- A quantidade de líquido a ser oferecido deverá estar em torno de 200 - 250 ml por intervalo de 15 minutos.
- Consumo de bebidas carboidratadas deverá ser

Quadro 5 - Respostas fisiológicas decorrentes da desidratação que propiciam uma redução de performance

Parâmetro	Referências
↑ da frequência cardíaca submáxima	SALTIN (1964) COSTILL & MILLER (1980) COSTILL, (1988) ASTRAND & RODAHL (1992) MARINS et al., (1997)
↓ redução do débito cardíaco	MONTAIN & COYLE (1992) VILLEGAS et al., (1995)
↓ volume sistólico	SANTIN (1964) MONTAIN & COYLE (1992) NIELSEN (1994) GONZALES et al., (1997)
↓ fluxo sanguíneo para a pele	BROUNS (1991) SHEPHARD (1988)
↓ da resposta de sudorese	BROUNS (1991) LESKI (1997)
↓ fluxo sanguíneo para os músculos ativos	SHEPHARD (1988)
↑ concentração de lactato	SHEPHARD (1988) WILMORE & COSTILL (1994) FALLONFIELD et al. (1996)
↑ IPE	MARINS et al., (1997)
↓ tempo total de realização da atividade	ASTRAND & RODAHL (1992) GUIMARAES & SILAMI GARCIA (1993) MARINS et al., (1997)
↓ VO ₂ max.	McARDLE et al., (1998) WILMORE & COSTILL (1994)
↑ temperatura retal	CANDAS et al., (1986) SAWKA (1992)
↓ pressão arterial	LAMB (1987) CODINA et al., (1993) GONZALES et al., (1997)
↓ poder de cognição	MAUGHAN & LEIPER (1994) TERRADOR & MAUGHAN (1995) LESKI (1997)
↓ padrão biomecânico ideal	VOGEL et al., (1994)
Maior risco de hipotermia	ARMSTRONG et al., (1985) JONES et al. (1986) ACSM. (1996)
Maior risco para quadros de caibras	LAMB (1987) VOGEL (1994)
Alterações	REHRER (1989)

- Aumento

~ Diminuição

adotada principalmente quando o tempo da atividade a ser desenvolvida for superior a 60 minutos

- Realizar atividades sempre nos horários onde a temperatura esteja mais amena
- Nunca utilizar roupas impermeáveis ou sacos plásticos durante a realização de exercíci-

os, pois apenas contribuem para acelerar a perda hídrica.

- Não esperar o aparecimento da sensação de sede para iniciar sua hidratação

- Refrescar a pele com água facilitará a perda de calor por evaporação.

MOREIRA (1996) recomenda que antes e depois da realização de uma sessão de treinamento, ocorra a pesagem do atleta. Este procedimento visa determinar o grau de espoliação hídrica sofrida durante o treino, bem como sua recuperação, destacando que o atleta só deverá realizar uma nova seção de treino ao restaurar pelo menos 1% do peso corporal perdido anteriormente.

Objetivando conseguir uma total reposição hídrica após um treinamento ou competição, BURKE (1997) propõe a necessidade de se ingerir 150% da perda de peso corporal ocorrida durante o exercício.

CONCLUSÕES

A água representa o principal elemento na composição corporal, desta forma é fundamen-

tal manter um equilíbrio hídrico corporal, a fim de dar condições ideais para um funcionamento adequado ao organismo. A prática de atividades físicas tende a estimular a produção de suor, trazendo como consequência imediata o aparecimento de uma desidratação.

Uma condição de desidratação instalada interfere na capacidade de performance do atleta de forma quantitativa e qualitativa ao reduzir de sua capacidade física.

Torna-se evidente que um procedimento higiênico - terapêutico durante a realização de uma atividade física em suas diversas formas, passa necessariamente por uma hidratação constante visando evitar ou abrandar a instalação de um quadro de desidratação.

É fundamental que o Professor de Educação Física, difunda estas informações aos praticantes de exercícios, pois ainda é freqüente no meio popular o conceito errôneo sobre a hidratação e exercício físico. Em termos de atividade física voltada para o rendimento, uma estratégia correta de hidratação irá aprimorar de forma significativa a qualidade da tarefa desempenhada.

Referências Bibliográficas

- ACSM. (American College of Sports Medicine) - Position Stand. **Exercise and fluid replacement. Medicine Science Sports Exercise.** v.28, n.1, p. i-vii, 1996.
- ARMSTRONG, L. E. et al. influence of diuretic - induced dehydration on competitive running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.17, n. 4, p. 456-461, 1985.
- ASTRAND, P. O. & RODAHL, K. **Fisiologia del trabajo físico: Bases Fisiológicas del ejercicio.** Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 1992.
- BANGSBO, J. **Entrenamiento de la condición física en el Fútbol.** Barcelona: Paidotribo, 1997
- BECERRO, J. Calor y frío. La respuesta del organismo a su acción. **Archivos de Medicina del Deporte.** v.xiii, n.51, p. 47-56, 1996.
- BROUNS, F. Heat - Sweat - Dehydration - Rehydration: A praxis oriented approach. **Journal of Sports Sciences.** n. 9, p. 143 - 152, 1991.
- BURKE, L. Nutrition for post-exercise recovery. **Australian Journal Science Medicine Sports.** v.29, n.1, p. 3-10, 1997.
- CANDAS, V. et al. Hydration during exercise: Effects on thermal and cardiovascular adjustments. **European Journal Physiology.** n. 55, p. 113 - 122, 1986.
- CERANI, J. Termorregulación en el niño deportista. **Archivos de Medicina del Deporte.** v. x, n.37, p.59 - 64, 1993.
- CHAVES, N., **Nutrição Básica.** Rio de Janeiro: Guanabara, 1978.

- CIPOLLA, M. et al. Equilibrio hídrico-salino en el deporte. I. El agua. **Archivos de Medicina del Deporte**. v. xi, n.44, p.383-389, 1994.
- CODINA, J. et al. How heat stress influences athletics: Lessons learnt from the 1992 Olympic Games. **NSA**. v.8, n.2, p. 35-60. 1993
- COSTILL, D. Physiology of Marathon running. **Journal of the American Medical Association**. n. 221, p.1024-1029, 1972.
- COSTILL, D. et al. Muscle water and electrolytes following varied levels of dehydration in man. **Journal Applied Physiology**. v. 40, n.1, p. 6-11, 1976.
- COSTILL, D. & MILLER, J. Nutrition for endurance sport: Carbohydrate and fluid balance. **International Journal Sports Medicine**. n.1, p. 2- 14, 1980.
- COSTILL, D. Nutrición y Dietética. In.: DIRIX, A.; KNUTTIGEN, H. G. & TITTEL, K.(eds). **Libro olimpico de la Medicina Deportiva**. Barcelona: Doyma, p.635-669, 1988.
- DREYFUSS, I. Desert shield: Militar wins battle against heat injury. **The Physician and Sportmedicine**. v.19, n.6, p.141-145, 1991.
- FALLOWFIELD, J. et al. Effect of water ingestion on endurance capacity during prolonged running. **Journal of Sports Sciences**. n.14, p.497-502, 1996.
- FOX, E. L.; BOWERS, R. W. & FOS, M. L. **Bases fisiológicas da Educação Física e Desportos**. Rio de Janeiro: Guanabara. 1991.
- GISOLFI, C. & DUCHMAN, S. Guidelines for optimal replacement beverages for different athletic events. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.24, n.6, p. 679-687, 1992.
- GOLDBERGER, E.. **Alterações do equilíbrio hídrico, eletrólitos e ácido básico**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1978.
- GONZALES, J. et al. Dehydration markedly impairs cardiovascular function in hyperthermic endurance athletes during exercise. **Journal Applied Physiology**. v.82, n.4, p. 1229-1236, 1997.
- GORDON, W. **Perspectives in Nutrition**. St. Louis: Mosby, 1993.
- GREENLEAF, J. Problem: thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration. **Medicine Science in Sports and Exercise**. v.24, n.6, p. 645-656, 1992.
- GUYTON, A. C. **Tratado de fisiologia médica**. Rio de Janeiro: Guanabara., 1992
- GUIMARAES, M & SILAMI-CARCIA, E. Water replacement and thermoregulatory responses during prolonged exercise. **Brazilian Journal Medicine Biological Research**. n. 26, p. 1237-1240, 1993.
- HAVENITH, G.; LUTTIKHOLT, V. & VRIJKOTTE, T. The relative influence of body characteristics of humid heat stress response. **European Journal Applied Physiology**. n.70, p. 270-279, 1995.
- HICKNER, R. et al. Test development for study of physical performance in wrestlers following weight loss. **International Journal Sports Medicine**. n.12, p. 557-562, 1991.
- INOUE, Y.; NAKAO, M.; ARAKI, T. & MURAKAMI, H. Regional differences in the sweating responses of older and younger men. **Journal Applied Physiology**. v.71, n.5, p. 2453-2459, 1991.
- JACOBS, Y. The effects of thermal dehydration on performance on the Wingate anaerobic test. **International Journal Sports Medicine**. v.1, p. 21-24, 1980.
- JONES, et al. Effects of heat on risk casualues at the Boston Marathon. Abstract. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**. v.18, v.2, p. 574. 1986.
- KATCH, F. Y. & McARDLE, W. D. **Nutrição, exercício e saúde**. Rio de Janeiro: Medsi, 1996.
- KIRKENDALL, D. Effects of nutrition on performance in soccer. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. n.25, p. 1370-1374, 1993.
- LAMB, D.R. **Fisiologia del ejercicio**. Madrid: Augusto Telen., 1987
- LESKI, M. Termorregulação e prática segura de exercício no calor. In.: MELLION, M.(ed). **Segredos em Medicina Desportiva**. Porto Alegre: Artes Médicas, p. 93-98 1997.
- LEHNINGER, A. **Princípios de Bioquímica**. Sao Paulo: Sarvier., 1991
- LI, X. & TOKURA, H. The effects of two types of clothing on seasonal heat tolerance. **European Journal Applied Physiology**. n.72, p. 287-291, 1996.
- MAGALLÓN, J. & MATEO, R. L. Carrera de maratón: Homeostasis hidromineral. **Archivos de Medicina del Deporte**. v. xi, n.41, p. 61-66, 1994.
- MARINS, J. B. **Influencia da ingestao de Gatorade por atletas no desempenho físico em provas eminentemente aeróbicas**. Dissertação de Mestrado: Escola de Educação Física e Desportos. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1993.
- MARINS, J. B. Procedimentos sobre a elaboração de uma estratégia correta de hidratação. **Revista Brasileira de Medicina Esportiva**. v.1, n.4 p. 115-119, 1995.
- MARINS, J. B. Exercício e calor - Implicações fisiológicas e procedimentos de hidratação. **Revista Brasileira de Aptidão Física e Saúde**. v.1, n.3, p. 26-38, 1996
- MARINS, J. B. et al. Estudo comparativo sobre os efeitos da desidratação e hidratação durante um exercício submáximo. **Anais 49º Encontro da S.B.P.C.**, B.H., 1997.

- MAUGHAN, R.J. Fluid and electrolyte loss and replacement in exercise. **Journal of Sports Sciences**. n.9, p. 117 - 142, 1991.
- MAUGHAN, R. & LEIPER, J. Fluid replacement requirements in soccer. **Journal of Sports Sciences**. n.12, p. s 29 - s 34, 1994.
- McARDLE, W. D.; KATCH, F. Y. & KATCH, V. L. . **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**, Rio de Janeiro: Guanabara, 1998.
- MELO, J. **Dicionário de especialidades farmacêuticas**. São Paulo: Epume, 1990.
- MONTAIN, S. J. & COYLE, E.F. Influence of graded dehydration on hyperthermic and cardiovascular drift during exercise. **Journal Applied Physiology**. v.7, n.4, p. 1340 - 1350, 1992
- MOREIRA, S. B.. **Equacionando o treinamento: a matemática das provas longas**. Rio de Janeiro: Shape, 1996
- NADEL, E. (1979). Control of sweating rate while exercising in the heat. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 11, n.1, p. 31 - 35.
- NETO, J. **Nutrição & Exercício**. Rio de Janeiro: Sprint, 1994.
- NIELSEN, B. Dieta, vitaminas y líquidos: ingestión antes y después de un ejercicio **prolongado**. In.: SHEPARD, J. & ASTRAND, P. (ed). **La resistencia en el deporte**. Barcelona: Paidotribo, p 318- 333, 1994.
- PANDOLF, K. Importancia dos fatores ambientais para a prova de esforço. In.: SKINER, J. **Provas de Esforço & Prescrição de Exercícios**. Rio de Janeiro: Revinter, 1991.
- PARK, S. et al. A season of wrestling and weight loss by adolescent wrestlers: Effect on anaerobic arm power. **Journal Applied Sport Science Research**. n.4, p. 1 - 4, 1990.
- PASCOE, D.D. et al., Clothing and exercise II Influence of clothing during exercise / work in environmental extremes. **Sports Medicine**. v.18, n.2, p. 94 - 108., 1994.
- PIVARNIK, J. & PALMER, R. Balanço hidroeletrólítico durante o repouso e o exercício. In.: WOLINSKY, Y. & HICKSON, J. **Nutrição no exercício e no esporte**. São Paulo: Roca, 1996.
- PYKE, F. & HAHN, A. Body temperature regulation in summer football. **Sports Coach**. n.4, p. 41-43, 1980.
- REHRER, N. **Limits to fluid availability during exercise**. Haarlén: De Vriesborch, 1990.
- RIEBE, D. et al. Effects of oral and intravenous rehydration on ratings of perceived exertion and thirst. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.29, n.1, p. 177-124, 1997.
- ROMEIRO, V. **Semiologia Médica**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1978.
- ROTELLAR, E. **ABC das alterações hidroeletrólíticas e ácido base**. Rio de Janeiro: Atheneu., 1996.
- SALTIN, B. Aerobic work capacity and circulation at exercise in man: with special reference to the effect of prolonged exercise and/ or heat exposure. **Acta Physiology Scand**. n.62, (Supl.230), p. 1-52, 1964
- SAWKA, M. et al. Thermoregulatory and blood responses during exercise at graded hypohydration levels. **Journal Applied Physiology**. n. 59: p 1394-1401, 1985.
- SAWKA, M. Physiological consequences of hipohydration exercise performance and thermoregulation. **Medicine Science Sports and Exercise**. v.24, n.6, p.657 - 670. 1992
- SHEPARD, R. Calor. In.: DIRIX, A.; KNUTTGEN, H. G. & TITTEL, K. (ed). **Libro olimpico de la Medicina Deportiva**. Barcelona: Doyma, p.159-168, 1988.
- TERRADOR, N. MAUGHAN, R. Exercise in the heat: strategies to minimize the adverse effects performance. **Journal Sports Science**. n.13, p. S55-S62, 1995.
- VILLEGAS, J.A. et al . Termorregulación en relación con el ejercicio en ambientes cálidos. **Medicina aeroespacial y ambiental**. v.1, n.3, p.122 - 132, 1995
- VOGEL, J. Considerações ambientais no teste de esforço e treinamento. In.: A.C.S.M. **Prova de esforço e prescrição de exercício**. Rio de Janeiro: Revinter, 1994.
- WEBSTER, S. et al. Physiological effects of a weight loss regimen practiced by college wrestlers. **Medicine Science Sports Exercise**. n. 22, p. 229 - 234, 1990
- WEINECK, J. **Biologia do esporte**. São Paulo: Manole, 1991.
- WHITMIRE, S. Água, eletrólitos y equilibrio acido-base. In.: MAHAN, L. & ESCOTT-STUMP, S. (ed). **Nutrición y Dietoterapia de Krause**. Mexico: McGraw-Hill, p.169 - 179, 1998.
- WILMORE J. H. & COSTILL, D. L. **Physiology of sport and exercise**. Champaign: Human Kinetics, 1994.
- WOOTTON, S. **Nutrición y Deporte**. Zaragoza: Acriba, 1988.

Endereço para correspondência

Universidade de Murcia
 Facultad de Biología
 Departamento de Fisiología y Farmacología
 Campus Espinardo
 Joao C. Bouzas Marins
 30.100 - Murcia
 Espanha
 e-mail: jcbouzas@fcu.um.es