

## Parâmetros fisiológicos do desempenho de cavalos de alta performance hidratados voluntariamente com água ou solução isotônica contendo carboidrato

José Nicolau Prospero  
PUOLI FILHO<sup>1</sup>  
Turíbio Leite de BARROS  
NETO<sup>1</sup>  
Paulo Henrique Mazza  
RODRIGUES<sup>2</sup>  
Henrique Pinto Lima  
GARCIA<sup>1</sup>

**Correspondência para:**  
JOSÉ NICOLAU PROSPERO PUOLI FILHO  
Departamento de Produção e Exploração  
Animal  
Faculdade de Medicina Veterinária e  
Zootecnia  
Universidade Estadual Paulista  
Caixa Postal, 560 - Rubião Junior  
18618-000 - Botucatu - SP  
jnppf@fca.unesp.br

Recebido para publicação: 19/05/2004  
Aprovado para publicação: 07/02/2007

1 - Departamento de Produção e Exploração Animal da Faculdade de  
Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista,  
Botucatu - SP

2 - Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de  
Medicina veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo

### Resumo

Durante 8 semanas, no verão, 4 cavalos de alta performance treinados para enduro, realizaram exercício de resistência recebendo 2 tipos diferentes de hidratação, água ou solução isotônica contendo carboidrato, com o objetivo de comparar seus parâmetros fisiológicos. Somente as variáveis Tr, Fc, Fr, peso e proteína total, consumo, glicose, os eletrólitos K, Ca e a enzima muscular CK apresentaram efeito de distância. Dos demais parâmetros avaliados não foram identificados os efeitos de tratamento e de interação da distância com o tratamento estudado ( $P > 0,05$ ), concluindo assim que a solução isotônica contendo carboidrato não teve influência na performance dos animais, quando comparada com a água.

### Introdução

Exercícios de resistência incluem todos os tipos de atividade física nas quais os cavalos trabalham em uma velocidade sub-máxima por muitas horas seguidas. As corridas de enduro e as competições de “trail riders” simbolizam com perfeição estes tipos de exercícios<sup>1</sup>.

As variáveis mais importantes para avaliar a capacidade de performance são as variáveis fisiológicas, pois, aspectos subjetivos, como o “desejo de vencer”, são impossíveis de serem avaliados cientificamente. Esta avaliação pode ser feita de duas maneiras, “a campo” ou em laboratório, onde a presença de uma esteira se faz necessário. Os requisitos básicos para elaborar um teste de performance são: padronização e repetibilidade. Esses, são mais facilmente encontrados quando usamos um laboratório com uma esteira do que “a campo”<sup>2,3</sup>.

Nos últimos 10 anos, vários estudos tem sido publicados investigando achados metabólicos e cardio-respiratórios em cavalos atletas, usando testes de performance realizados “a campo” e em esteiras. Tais

estudos têm fornecido informações importantes nas respostas fisiológicas normais ao exercício e dados sobre o efeito de algumas doenças. No entanto, estão faltando ainda dados sobre a resposta fisiológica de cavalos de elite em relação à performance. A maioria dos estudos tem sido feita usando cavalos experimentais de habilidade atlética, de moderada a pobre<sup>4</sup>.

Em atletas humanos, está bem estabelecido que a hipoidratação, ou a redução no volume total de água do corpo, diminui a função cardiovascular e aumenta a pressão térmica durante exercícios dinâmicos prolongados<sup>5,6,7,8</sup>. Além disso, os aumentos da pressão cardiovascular e térmica estão diretamente relacionados com a magnitude da desidratação<sup>7,8</sup>. Nos cavalos, como nos humanos, a perda de calor pela via evaporativa cutânea (sudorese) é o principal mecanismo para controle da temperatura durante o exercício<sup>9</sup>.

Recentemente, vários estudos foram realizados na reidratação equina comparando água com uma solução isotônica com ou sem carboidrato, porém, na grande maioria os animais foram desidratados por meio de

### Palavras-chave:

Cavalos.  
Enduro.  
Hidratação.  
Solução isotônica contendo carboidrato.

diuréticos (furosemida) ou realizaram exercícios em esteira, e a reidratação em todos os casos foi feita por meio de sonda nasoesofágica, o que é proibido nas provas de enduro<sup>10,11,12,13,14</sup>.

O presente trabalho teve como objetivo identificar e comparar os parâmetros fisiológicos do desempenho de cavalos de alta performance, realizando exercícios de resistência (enduro), hidratados voluntariamente com água ou com uma solução isotônica contendo carboidrato.

### Material e Método

Esta pesquisa foi analisada e aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de São Paulo / Escola Paulista de Medicina (UNIFESP/EPM).

Foram empregados 4 (quatro) equinos, sendo 3 (três) machos castrados e uma fêmea, todos já treinados, condicionados e campeões na modalidade de enduro “força livre”, com idade variando entre 8 e 14 anos, com peso aproximado de 395 Kg, hípidos e descendentes da raça Árabe.

Durante o período experimental os animais foram mantidos em baias de alvenaria (4m X 4m), com feno de baixa qualidade como “cama”, recebendo uma dieta isoproteica e isocalórica. Segundo indicação do NRC<sup>15</sup>, tomou-se como base para cálculo do consumo 2,5% do peso vivo dos animais. Receberam 40% de concentrado (ração comercial), 60% de volumoso (feno de coast-cross) e mistura mineral, para arraçoamento dos mesmos. Os animais foram alimentados 3 vezes ao dia, recebiam primeiramente o concentrado e em seguida o volumoso. O consumo de líquido foi monitorado diariamente e durante o exercício, tanto para água como para a solução isotônica. Os animais foram casqueados e ferrados por profissional especializado. O período experimental teve a duração de 8 semanas, ocasião em que os animais seguiram protocolo de trabalho bastante rígido a fim de se evitar que seus

condicionamentos físicos se alterassem durante o experimento. Os animais foram divididos em dois grupos: G1 (cavalos A e B) e G2 (cavalos C e D).

Receberam dois tipos diferentes de hidratação: água e solução isotônica contendo carboidrato e eletrólitos (Carboidrato = 1,5 gmL<sup>-1</sup>, glicose = 0,1 gmL<sup>-1</sup>, frutose = 1,2 gmL<sup>-1</sup>, sacarose = 1,2 gmL<sup>-1</sup>, Ca = 17,4 mgL<sup>-1</sup>, cloreto = 128 mgL<sup>-1</sup>, potássio = 34 mgL<sup>-1</sup>, sódio 126 mgL<sup>-1</sup>), trabalharam numa velocidade de 17 km/h, percorrendo 3 anéis de 20 km cada, a galope, com intervalo de 30 minutos entre eles, num total de 60 Km, sempre montados por um cavaleiro mais o equipamento, com peso total de 75Kg: Os animais foram trabalhados em dupla.

No início e final de cada um dos três anéis de 20 Km foram aferidos a temperatura e umidade do ambiente (Termoigrógrafo digital - Radio Shark), temperatura retal (Termômetro clínico), frequência cardíaca (Frequencímetro - Polar), frequência respiratória, e consumo hídrico. Foram ainda coletadas 2 amostras sanguíneas da veia jugular de cada animal, em recipiente próprio (Vacutainer), com e sem anticoagulante. O sangue colhido, nas 2 situações, foi imediatamente centrifugado para obtenção do soro e plasma, os quais foram congelados em *freezer* de uso doméstico. Logo após a coleta, aproveitando ainda a agulha inserida, tomou-se uma gota de sangue, na qual foi dosado o ácido láctico pelo método químico (Lactímetro - Accutrend Lactate). Os animais foram pesados somente no início e após o término dos 60 Km. Terminada a fase experimental, as amostras foram descongeladas e dosados os eletrólitos (Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>), as enzimas musculares aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT) e creatina cinase (CK), glicose e proteína total no soro pelo método da química seca, utilizando-se o equipamento Dimension da marca Dade - Beringher e os ácidos graxos não esterificados (AGNE) e voláteis (AGV), pelo método da cromatografia gasosa.

Os resultados foram analisados através do programa computacional Statistical Analysis System<sup>16</sup> sendo anteriormente verificada a normalidade dos resíduos pelo Teste de Shapiro-Wilk (PROC UNIVARIATE) e as variâncias comparadas pelo Teste de Hartley<sup>17</sup>. Após avaliação dessas premissas, os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento General Linear Model (GLM)<sup>16</sup>, que separou como causas de variação efeito de tratamento, efeito de distância e interação distância X tratamento, em delineamento inteiramente casualizado adicionado do fator medidas repetidas no tempo. Utilizou-se os erro-termos adequados para cada um dos efeitos indicados acima. Na presença de interação distância X tratamento, a separação do efeito de tratamento dentro de cada distância foi realizada utilizando-se o comando SLICE do procedimento GLM<sup>16</sup>. Utilizou-se nível de significância de 5% para todos os testes realizados

## Resultados e Discussão

Em todos os parâmetros fisiológicos avaliados não foram identificados o efeito de tratamento e de interação da distância com o tratamento (solução isotônica contendo carboidrato) e o controle (água) na atividade física avaliada ( $P>0,05$ ).

O valor do índice de temperatura e umidade relativa do ar (THI) medido durante o período experimental foi de 77. Este valor pode ser considerado crítico quando comparado aos valores propostos por Hahn<sup>18</sup>. As médias obtidas na aferição da temperatura retal (TR), frequência cardíaca (FC) e frequência respiratória (FR) no exercício estão apresentadas na tabela 1. Pode-se observar que as três variáveis, TR, FC e FR, apresentaram diferença estatística significativa entre o início (repouso) e o final da atividade física. Resultados semelhantes foram registrados por outros autores<sup>19,20</sup>.

Os valores referentes às médias do

Tabela 1 – Médias das temperaturas retais, frequências cardíacas e respiratórias dos equínos em função dos tratamentos e das distâncias percorridas

Parâmetro	Tratamento	Distância – Km				Média <sup>1</sup>
		0	20	40	60	
Temperatura Retal	Água	37.41	39.24	39.65	<b>39.36</b>	38.92
	Solução	37.40	39.34	39.66	<b>39.49</b>	38.97
	Média <sup>2</sup>	37.41 <sup>a</sup>	39.29 <sup>b</sup>	39.66 <sup>b</sup>	<b>39.43<sup>b</sup></b>	
	CV%	0.83	1.13	1.33	<b>0.82</b>	
Frequência Cardíaca	Água	34.38	52.75	55.25	<b>58.75</b>	50.28
	Solução	36.00	52.63	56.25	<b>61.50</b>	51.59
	Média <sup>2</sup>	35.19 <sup>a</sup>	52.69 <sup>b</sup>	55.75 <sup>b</sup>	<b>60.13<sup>b</sup></b>	
	CV%	6.5	10.48	12.14	<b>9.50</b>	
Frequência Respiratória	Água	23.00	52.25	57.38	<b>50.00</b>	45.66
	Solução	19.25	49.00	50.00	50.00	42.06
	Média <sup>2</sup>	21.13 <sup>a</sup>	50.63 <sup>b</sup>	53.69 <sup>b</sup>	50.00 <sup>b</sup>	
	CV%	23.69	42.79	53.66	53.29	

<sup>1</sup> Efeito de tratamento

<sup>2</sup> Letras minúsculas diferentes referem-se somente ao efeito de distância.

Em negrito a interação entre distância x tratamento.

C.V. Coeficiente de Variação

Tabela 2 – Médias do peso, consumo de líquido e da proteína plasmática nos equinos em função dos tratamentos e das distâncias percorridas

Parâmetro	Tratamento	Distância – Km				Média <sup>1</sup>
		0	20	40	60	
Peso (Kg)	Água	393.75	NM	NM	379.63	386.69
	Solução	394.94	NM	NM	380.13	387.53
	Média <sup>2</sup>	394.34 <sup>a</sup>	NM	NM	376.88 <sup>b</sup>	
	CV%	7.69	NM	NM	8.95	
Consumo (litros)	Água	1.00	7.13	5.31	4.06	4.38
	Solução	0.00	5.75	6.06	3.50	3.83
	Média	0.50 <sup>a</sup>	6.44 <sup>b</sup>	5.69 <sup>b</sup>	3.78 <sup>b</sup>	
	CV%	400.00	51.67	54.09	62.39	
Proteína Plasmática (gdL <sup>-1</sup> )	Água	6.39	6.79	6.95	7.14	6.82
	Solução	6.51	6.40	7.23	7.33	6.87
	Média <sup>2</sup>	6.45 <sup>a</sup>	6.59 <sup>b</sup>	7.09 <sup>b</sup>	7.23 <sup>b</sup>	
	CV%	6.33	12.57	9.05	6.07	

<sup>1</sup> Efeito de tratamento

<sup>2</sup> Letras minúsculas diferentes referem-se somente ao efeito de distância.

Em negrito a interação entre distância x tratamento.

C.V. – Coeficiente de Variação

NM – Não medido

peso corporal encontram-se na tabela 2. Pode se observar um efeito de distância, isto é, à medida que os animais percorriam uma distância maior eles perdiam mais peso. Tal fato é comprovado quando subtraímos o peso referente ao final dos exercícios do valor do início do mesmo. Assim sendo, os animais quando hidratados com água perderam 14,12 Kg e quando ingeriram a solução isotônica contendo carboidrato, tiveram seu peso diminuído em aproximadamente 14,82 kg. Tais perdas, quando transformadas em porcentagem do peso corpóreo resultaram em aproximadamente 3,6% do peso corpóreo. Infelizmente, durante o período experimental, não foi possível pesar fezes, urina e a água perdida via respiração, o que seria o ideal<sup>12</sup>. Estes dados são compatíveis com vários outros autores, os quais, afirmam que diminuições significativas no peso corpóreo e na água corporal total estimada ocorrem durante testes de velocidade e resistência em todos os eventos estudados, com média de perda entre 10 a 20 kg ou de 2 a 4% do peso corpóreo<sup>21,22,23,24</sup>.

O estímulo primário para o consumo

voluntário de água é o aumento da tonicidade do plasma<sup>25</sup> e quando ambos os estímulos, osmótico e hipovolêmico estão presentes os cavalos se reidratam mais rapidamente após o exercício<sup>26</sup>. Um efeito significativo de distância foi observado em relação ao consumo voluntário de líquidos (Tabela 2), perfazendo um consumo total de 17,5 litros para água e 15,3 litros para a solução isotônica contendo carboidrato. No entanto, outros autores<sup>27,28,29</sup> em suas respectivas publicações, encontram um aumento significativo no consumo voluntário de cavalos hidratados com solução salina a 0,9% em comparação com água e pasta contendo cloreto de sódio. Porém, uma suplementação com grandes quantidades de eletrólitos ou uma combinação de glicerol mais eletrólitos na forma de pasta de uso oral aumentou o consumo voluntário de água e atenuou a diminuição do peso corpóreo<sup>30</sup>.

Em virtude da coleta das amostras sanguíneas terem sido realizadas imediatamente após a chegada dos animais, seguidos do oferecimento da água e do tratamento, e, somente por último, os animais terem sido

Tabela 3 – Médias da concentração sérica dos íons sódio, cloro, potássio e cálcio, em mmolL<sup>-1</sup> em função dos tratamentos e das distâncias percorridas

Eletrólito	Tratamento	Distância – Km				Média <sup>1</sup>
		0	20	40	60	
Sódio	Água	134.13	135.00	134.13	135.20	134.69
	Solução	135.13	128.75	137.00	136.88	134.44
	Média <sup>2</sup>	134.63 <sup>a</sup>	131.88 <sup>a</sup>	135.56 <sup>a</sup>	136.19 <sup>a</sup>	
	CV%	2.79	6.31	4.50	1.76	
Cloro	Água	102.25	102.75	99.25	98.00	100.56
	Solução	101.75	96.25	100.63	98.63	99.31
	Média <sup>2</sup>	102.00 <sup>a</sup>	99.20 <sup>a</sup>	99.94 <sup>a</sup>	98.31 <sup>a</sup>	
	CV%	3.16	7.85	5.16	2.8	
Potássio	Água	3.63	3.65	3.50	3.23	3.50
	Solução	3.64	3.50	3.43	3.14	3.43
	Média <sup>2</sup>	3.63 <sup>a</sup>	3.58 <sup>b</sup>	3.46 <sup>b</sup>	3.18 <sup>b</sup>	
	CV%	6.26	13.53	14.30	13.54	
Cálcio	Água	11.63	11.46	11.12	10.59	11.21
	Solução	11.63	10.60	11.66	10.82	11.18
	Média <sup>2</sup>	11.63 <sup>a</sup>	11.03 <sup>b</sup>	11.41 <sup>b</sup>	10.71 <sup>b</sup>	
	CV%	5.64	12.20	8.32	6.64	

1 Efeito de tratamento

2 Letras minúsculas diferentes referem-se somente ao efeito de distância.

Em negrito a interação entre distância x tratamento.

C.V. Coeficiente de Variação

pesados, quando se observa as médias das concentrações séricas da proteína plasmática total, consumo de líquidos e os valores do peso dos animais (Tabela 2), nota-se um aumento significativo nos valores da concentração sérica da proteína plasmática em comparação aos do início da atividade física frente aos do final, denotando assim, uma desidratação dos animais. Sabe-se que um aumento na concentração da proteína plasmática é um indicador preciso da desidratação sendo mais seguro que o hematócrito, pois este pode estar afetado pela contração esplênica que acontece durante o exercício<sup>31</sup>. No entanto, ao relacionar o valor dos parâmetros peso x consumo, observa-se que, apesar dos animais terem ingerido aproximadamente em média 17,5 e 15,31 litros de água e solução isotônica contendo carboidrato não foi suficiente para

a reposição total do peso corporal, 14,12 e 14,82 quilos, respectivamente. Possivelmente a ausência de efeito de tratamento e de interação entre distância e tratamento ( $P > 0,05$ ) no exercício realizado pelos animais pode ser explicada pelo grande volume de líquidos intestinais (ceco e cólon) do cavalo que representam uma reserva significativa de líquidos, íons e nutrientes potencialmente disponíveis para reabsorção durante exercícios de resistência<sup>9,32</sup>; e uma dieta rica em fibras solúveis pode prover uma reserva maior de líquidos no intestino grosso a qual pode estar mais disponível para o cavalo em resposta à desidratação<sup>33</sup>. No entanto, a administração oral de água ou da solução foi igualmente efetiva na redução do esforço fisiológico associado ao estresse térmico e a desidratação induzida pelo exercício<sup>34</sup>.

As médias das concentrações séricas

Tabela 4 – Médias dos níveis de lactato sanguíneo, das concentrações séricas de glicose, ácidos graxos não esterificados (AGNE) e voláteis (AGV), dos equinos, em função dos tratamentos e das distâncias percorridas

Parâmetro	Tratamento	Distância – Km				Média <sup>1</sup>
		0	20	40	60	
Lactato (mmolL <sup>-1</sup> )	Água	1.75	2.21	2.26	2.53	2.19
	Solução	1.79	2.29	2.50	2.43	2.25
	Média <sup>2</sup>	1.77 <sup>a</sup>	2.25 <sup>b</sup>	2.39 <sup>b</sup>	2.48 <sup>b</sup>	
	CV%	23.78	17.85	32.82	13.80	
Glicose (mgdL <sup>-1</sup> )	Água	98.13	93.88	86.25	76.50	88.69
	Solução	101.38	98.25	96.75	86.25	95.66
	Média <sup>2</sup>	99.75 <sup>a</sup>	96.06 <sup>b</sup>	91.50 <sup>b</sup>	81.38 <sup>b</sup>	
	CV%	18.86	13.69	11.78	16.38	
AGNE (mmolL <sup>-1</sup> )	Água	1.02	1.09	0.98	0.95	1.01
	Solução	1.12	1.12	1.01	0.94	1.05
	Média <sup>2</sup>	1.07 <sup>a</sup>	1.11 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>	0.94 <sup>a</sup>	
	CV%	24.64	24.14	17.27	12.26	
AGV (mmolL <sup>-1</sup> )	Água	90.89	96.25	87.21	84.76	89.78
	Solução	99.63	100.50	90.15	83.63	93.48
	Média <sup>2</sup>	95.26 <sup>a</sup>	98.38 <sup>a</sup>	88.68 <sup>a</sup>	84.19 <sup>a</sup>	
	CV%	24.55	24.58	17.09	12.21	

<sup>1</sup> Efeito de tratamento

<sup>2</sup> Letras minúsculas diferentes referem-se somente ao efeito de distância.

Em negrito a interação entre distância x tratamento.

C.V. Coeficiente de Variação

dos eletrólitos sódio, cloro, potássio e cálcio estão apresentadas na Tabela 3. Não foi observada diferença significativa para o efeito de distância em relação aos íons sódio e cloro. Resultados semelhantes foram obtidos por outros autores<sup>35,36</sup>, sendo que, em recente estudo, cavalos exercitados por 3 horas a 40% do VO<sub>2</sub> max perderam aproximadamente 8 a 9 litros de suor por hora. A análise deste suor determinou que os cavalos perderam aproximadamente 8% do total do Sódio do fluido extracelular e 12% do Cloro do fluido extracelular durante cada hora de exercício. Apesar destas perdas, não foi identificada nenhuma mudança significativa nas concentrações séricas destes íons, demonstrando a ineficácia de usar medidas plasmáticas para determinar perdas corporais de Na e Cl<sup>37</sup>. No entanto, dependendo do tipo de suplementação (solução, pasta oral ou a granel na dieta), forma de aplicação (ingestão voluntária ou

forçada), intensidade do exercício e grau de sudorese, podemos encontrar valores para a concentração sérica de Sódio e Cloro diminuídos<sup>25,27,30,38,39</sup>. Quanto às médias finais das concentrações séricas dos íons potássio e cálcio observam-se decréscimo nos resultados finais, quando comparadas com as do início da atividade física (Tabela 3). Tal diferença refere-se a um efeito significativo de distância. O potássio é liberado do músculo para o plasma durante exercícios de resistência e sua concentração plasmática é significativamente diminuída ao final deste tipo de exercício, quando comparada aos valores do pré-exercício. Isto se deve à grande perda deste eletrólito através do suor do equino<sup>40</sup>. A concentração sérica de cálcio é reduzida durante o exercício em decorrência de sua perda no suor e de trocas intracelulares entre as células musculares, ou um aumento da ligação do cálcio com outras substâncias do plasma. Apesar da perda de

Tabela 5 – Médias da concentração sérica da atividade das enzimas alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST) e creatina cinase (CK), em  $U\cdot L^{-1}$ , dos equinos, em função dos tratamentos e das distâncias percorridas

Enzima	Tratamento	Distância – Km				Média <sup>1</sup>
		0	20	40	60	
ALT	Água	15.14	16.00	15.43	18.29	16.21
	Solução	16.00	15.75	17.75	18.88	17.09
	Média <sup>2</sup>	15.16 <sup>a</sup>	15.87 <sup>a</sup>	16.67 <sup>a</sup>	18.60 <sup>a</sup>	
	CV%	10.51	11.14	14.28	28.14	
AST	Água	240.00	253.50	260.13	268.75	255.59
	Solução	257.25	248.38	306.88	372.00	296.13
	Média <sup>2</sup>	248.63 <sup>a</sup>	250.94 <sup>a</sup>	283.50 <sup>a</sup>	320.38 <sup>a</sup>	
	CV%	33.62	30.55	34.78	60.76	
CK	Água	83.71	98.00	121.00	133.29	109.00
	Solução	86.00	103.00	194.00	258.00	160.44
	Média <sup>2</sup>	84.93 <sup>a</sup>	100.67 <sup>b</sup>	160.33 <sup>b</sup>	199.80 <sup>b</sup>	
	CV%	20.18	23.79	49.48	71.34	

1 Efeito de tratamento

2 Letras minúsculas diferentes referem-se somente ao efeito de distância.

Em negrito a interação entre distância x tratamento.

C.V. Coeficiente de Variação

cálcio total durante o exercício, sua concentração plasmática pode não estar mudada ao final de exercícios de resistência devido às baixas concentrações desse íon no suor<sup>31,41</sup>. Todavia, uma hipocalcemia pode ser desenvolvida durante exercícios prolongados, especialmente em climas quentes<sup>42</sup>.

As médias das concentrações sanguíneas de lactato estão apresentadas na tabela 4. De todas as variáveis hemáticas estudadas do sistema energético a melhor, para não dizer a única, que em uma grande quantidade de estudos tem demonstrado descrever a capacidade competitiva dos cavalos, é o lactato. Porém, a medição da concentração sanguínea do lactato em si não é tão eficiente como quando se utiliza para calcular a velocidade na qual a concentração sanguínea de lactato atinge 4 mmol/l<sup>43</sup>. Estes valores, como era esperado, apresentaram um efeito significativo de distância (aumentou). Toda via, em exercícios de resistência, com menos de 50% do consumo máximo de oxigênio ( $Vo_{2max}$ ), as

concentrações do lactato muscular permanecem muito próximas de valores de descanso<sup>40</sup>. Porém, o desempenho dos cavalos no Concurso do Cavalo Completo (CCI), baseado na concentração do lactato sanguíneo, revelou que na fase de resistência, as concentrações eram significativamente mais baixas durante as sessões de treinamento, quando comparadas às da competição. Assim sendo, baseados nestes achados, muitos cavalos não são treinados apropriadamente<sup>44</sup>.

As médias das concentrações séricas de glicose, as concentrações plasmáticas dos ácidos graxos não esterificados (AGNE) e dos ácidos graxos voláteis (AGV) estão expostas na tabela 4. Discuti-los separadamente não faria sentido, pois os dois são substratos energéticos usados pelo músculo durante o exercício. Porém são oriundos de fontes distintas: glicogênio e gordura. Assim sendo, esperar-se-ia a ocorrência de: 1. um efeito significativo de tratamento, principalmente porque a solução utilizada na hidratação dos animais continha carboidrato, mas não ocorreu; pelo

contrário, as médias das concentrações séricas de glicose diminuíram quando comparadas às do início da atividade física. Tal fato pode ser justificado pela pouca quantidade de carboidrato fornecida pela solução, em comparação com o dispêndio energético usado neste tipo de exercício<sup>45</sup>; 2. um efeito significativo de distância para as variáveis ácidos graxos não esterificados e ácidos graxos voláteis, uma vez que nas atividades físicas aeróbicas (resistência), sabe-se que o principal substrato a ser usado pelas células musculares é a gordura. Porém, não ocorreu, no entanto, os animais perderam peso.

Os dados referentes às médias das concentrações séricas das enzimas musculares alanina aminotransferase, aspartato aminotransferase e creatina cinase, estão representados na tabela 5. Estes valores corroboram com os apresentados por outros autores<sup>4,43</sup>, para as enzimas AST e CK. Em relação à ALT, há carência de informações na literatura. No presente estudo verificou-se aumento somente para a creatina cinase. Tanto

a ALT como a AST, durante a execução da atividade física, não se alteraram significativamente. Outros pesquisadores<sup>4,46</sup> se referiram a aumentos modestos e leves sem no entanto mencionarem a raça, a intensidade do exercício, o nível de treinamento entre outros.

Neste estudo trabalhou-se com animais campeões internacionais ficando bem clara a diferença de trabalhar com animais árabes treinados e provados no cenário competitivo mundial. Pois cavalos treinados e condicionados, possuem uma menor taxa de perda de líquidos e eletrólitos no suor, ingerem mais água, melhoram a habilidade de eliminar calor pela sudorese e pelo trato respiratório e aprendem a se hidratar (tomam mais água) melhor<sup>31,47,48,49</sup>.

## Conclusão

A solução isotônica contendo carboidrato não teve influência significativa na performance dos animais quando comparada com a água.

## Physiological parameters of high performance horses watered spontaneously with regular (ordinary) water or isotonic solution containing carbohydrate

### Abstract

During eight weeks, in summer, four endurance trained high performance horses were worked in resistance exercise, receiving two different types of hydration, water or an isotonic solution containing carbohydrates, with the objective to compare their performance physiological parameters. Only the RT (rectal temperature), HR (heart rate), RR (respiratory rate), weight, total protein, glucose, the electrolytes K, Ca and the muscular enzyme CK presented distance effect. The others parameters evaluated, there weren't any identified effects of treatment and of the interaction between distance and treatments, with a significance level of 5%, and it was concluded that the isotonic solution containing carbohydrate didn't have any significant influence on the animal's performance when compared to water.

### Key-words:

Horses.  
Endurance.  
Hydration.  
Isotonic solution  
with  
carbohydrate.

### Referências

1 FOREMAN, J. H. The exhausted horse syndrome. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 14, p. 205-219, 1998.

2 CLAYTON, H. M. **Conditioning sport horses**. Saskatoon: Sports Horse Publication, 1991. 270 p.

3 SLOET VAN OLDRIJTBORGH-OOSTERBANN, M. M.; CLAYTON, H. M. Advantages and disadvantages of track vs. treadmill tests. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 30, p. 645-647, 1999.

- 4 ROSE, R. J.; HODGSON, D. R. Clinical exercise testing. In: HODGSON, D. R., ROSE, R. J. – **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: W. B. Saunders Company, p. 245-257, 1994.
- 5 ARMSTRONG, L. E. et al. Thermal and circulatory response during exercise: effects of hypohydration, and water intake. **Journal of Applied of Physiology**, v. 82, p. 2028-2035, 1997.
- 6 COYLE, E.; MONTAIN, S. J. Thermal and cardiovascular responses to fluid replacement during exercise. In: **Perspectives in exercise science and sports medicine. Exercise, Heat and thermoregulation**. v. 6, p. 179-224, 1993.
- 7 MONTAIN, S. F.; COYLE, E. F. Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. **Journal of Applied of Physiology**. v. 73, p. 1340-1350, 1992.
- 8 SANKA, M. N. et al. Thermoregulatory and blood responses during exercise at graded hypohydration levels. **Journal of Applied of Physiology**, v. 59, p. 1394-1301, 1985.
- 9 KINGSTON, J. K.; GEOR, J.; MC CUTCHEON, L. J. Rate and composition of sweat fluid losses are unaltered by hypohydration during prolonged exercise in horses. **Journal of Applied of Physiology**, v. 83, p. 1133-1143, 1997.
- 10 GEOR, J.; MC CUTCHEON, L. J. Thermoregulatory adaptations associated with training and heat acclimation. In **Fluids and Electrolytes in Athletic Horses. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 14, p. 97-120, 1998.
- 11 HYPPIÄ, S.; SASTAMOINEN, M.; PÖSÖ, A. R. Restoration of water and electrolyte balance in horses after exercise in hot na humid climates. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 22, p. 108, 1996.
- 12 MARLIN, D. J. et al. Rehydration following exercise: effects of administration of water versus anisotonic oral rehydration solution (ors). **The Veterinary Journal**, v. 156, p. 41-49 1998.
- 13 MONREAL, L. et al. Electrolyte vs. Glucose-electrolyte isotonic solutions for oral rehydration therapy in horses. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 30, p. 425-429, 1999.
- 14 SOSA LEÓN, L. A. et al. The effects of tonicity, glucose concentration and temperature of an oral rehydration solution on its absorption and elimination. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 20, p. 140, 1995.
- 15 MUÑOZ, A. et al. Effect of training duration and exercise on blood-borne substrate, plasma lactate and enzyme concentrations in Andalusian, Anglo-Arabian and Arabian breeds. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 34, p. 245-251, 2002.
- 16 SAS Institute Inc. **SAS User's guide: statistics**. 5. ed. Cary-NC: SAS Institute, 1985.
- 17 OTT, R. L. **An introduction to statistical methods and data analysis**. Wadsworth, 1983.
- 18 HAHN, G. L. Management and housing of farm animal in hot environment. In: BACCARI JR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: UEL, 2001. 142 p.
- 19 KOHN, C. W.; HINCHCLIFF, K. W. Physiological responses to the endurance tes of a 3-day-event during hot and cool weather. **Equine Veterinary Journal Supplement** v. 20 p. 31-36, 1995.
- 20 KOHN, C. W.; HINCHCLIFF, K. W.; MCKEEVER, K. H., Effect of ambient temperature and humidity on pulmonary artery temperature of exercising horses. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 30, p. 404-411, 1999.
- 21 ANDREWS, F. M. et al. Effects of shoter the steeplechase phase (phase B) of a 3-day-event. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 20, p. 64-72, 1995.
- 22 ANDREWS, F. M.; RALSTON, S. L.; SOMMARDAHL, C. S. Weight loss, water loss and cation balance during the endurance test of a three-day-event. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 18, p. 294-297, 1995.
- 23 ECKER, G. L.; LINDINGER, M. I. Water and ion losses during the cross-country phase of eventing. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 20, p. 111-119, 1995.
- 24 MARILIN, D. J. et al. Physiological, metabolic and biochemical responses of horses competing in the speed and endurance phase of CCI\*\*\*\*3-day-event. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 20, p. 37-46, 1995.
- 25 BUTUDOM, P. et al. Effect of varying initial drink volume on rehydration of horses. **Physiology & Behavior**, v. 79, p. 135-142, 2003.
- 26 NYMAN, S. et al. Water intake and fluids shifts in horses: effects of hydration status during two exercise tests. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 34, p. 133-142, 2002.
- 27 BUTUDOM, P. et al. Rehidration fluid temperature affests voluntary drinking in horses dehydrated by furosemide administration and endurance exercise. **The Veterinary Journal**, v. 167, p. 72-80, 2004
- 28 BUTUDOM, P. et al. Drinking salt water enhances rehydration in horses dehydrated by frusemide administration and endurance exercise. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 34, p. 513-518, 2002.
- 29 NYMAN, S. et al. Strategies for voluntary rehydration in horse during endurance exercise. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 22, p. 99, 1996.
- 30 DÜSTERDIECK, K. F. et al. Electrolyte and glycerol supplementation improve water intake by horses performing a simulated 60 km endurance ride. **Equine**

- Veterinary Journal Supplement**, v. 30, p. 418-424, 1999.
- 31 FLAMINO, M. J. B. F.; RUSH, B. R. Fluid and electrolytes balance in endurance horses. In: Fluids and Electrolytes in Athletic Horses. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 14, p. 147-157, 1998.
- 32 SCHOTT, H. C.; HINCHCLIFF, K. W. Fluids, electrolytes and bicarbonate. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 9, p. 577, 1998.
- 33 WARREN, L. K. et al. The effect of dietary fibre on hydration status after dehydration with frusemida. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 30, p. 508-513, 1999.
- 34 GEOR, J.; MC CUTCHEON, L. J. Hydration effects on physiological strain of horses exercise-heat stress. **Journal of Applied of Physiology**, v. 84, p. 2042-2051, 1998.
- 35 ECKER, G. L.; LINDINGER, M. I. effects of terrain, speed, temperature and distance on water and ion losses. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 18, p. 298-205, 1995.
- 36 SCHOTT, H. C. et al. Body weight, fluid, electrolyte and hormonal changes in horses during and after recovery from 50 and 100 mile endurance rides. **America Journal of Veterinary Research**, v. 58, p. 3003-3009, 1997.
- 37 MC CUTCHEON, L. J.; GEOR, J.; Sweating In Fluids and Electrolytes in Athletic Horses. In: Fluids and electrolytes in athletic horses. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 14, p. 75-96, 1998.
- 38 CARLSON, G. P.; JONES, J. H. Effect of furosemida on electrolute and acid-base balalnce during exercise. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 30, p. 370-374, 1999.
- 39 COENEN, M.; MEYER, H.; STEINBRENNER, B. Effects of NaCl supplementation before exercise on metabolism of water and electrolytes. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 30, p. 270-273, 1999.
- 40 KINGSTON, J. K.; BAYLY, W. Effect of exercise on acid-base status of horses. In Fluids and Electrolytes in Athletic Horses. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 14, p. 61-73, 1998.
- 41 WHITE, S. L. Fluid, electrolyte and acid-base balances in three-day, combined-training horses. In: Fluids and electrolytes in athletic horses **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 14, p. 137-145, 1998.
- 42 JOHNSON, P. J. Physiology of body fluids in horse. In: Fluids and electrolytes in athletic horses **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 14, p. 1-22, 1998.
- 43 LINDNER, A. et al. Evaluación de la capacidad competitiva y del efecto del treinamento en el caballo de deporte. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DO CABALLO DE DEPORTE, 2003. Curitiba, 2003. 1 CD-ROM.
- 44 SERRANO, M. G.; EVANS, D. L.; HODGSON, J. L. Heart rate and blood lactate responses during exercise in preparation of eventing competition. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 34, p. 135-139, 2002.
- 45 SOSA LEÓN, L. A. Treatment of exercise-induced dehehydration. In: Fluids and electrolytes in athletic horses **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 14, p. 159-173, 1998.
- 46 MARLIN, D.; NANKERVIS, K. **Equine exercise physiology**. London: Blackwell Science. 2002. 296 p.
- 47 MC CUTCHEON, L. J.; GEOR, J. Influence of training on sweating response during submaximal exercise in horses. **Journal of Applied of Physiology**. v. 89, p. 2463-2471, 2000.
- 48 MC CUTCHEON, L. J. et al. Equine sweating response to submaximal exercise during 21 days of heat acclimation. **Journal of Applied of Physiology**, v. 87, p. 1843-1851, 1999.
- 49 MCKEEVER, K. H. Effect of exercise on fluid balance and renal function in horses. In: Fluids and electrolytes in athletic horses **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 14, p. 23-44, 1998.