

Determinação de eletrólitos, gases sanguíneos, osmolalidade, hematócrito, hemoglobina, base titulável e *anion gap* no sangue venoso de equinos destreinados submetidos a exercício máximo e submáximo em esteira rolante

[*Determination of electrolytes, hemogasometry, osmolality, hematocrit, hemoglobin, base concentration, and anion gap in detrained equines submitted a maximum and submaximum exercise on treadmill*]

M.A.G. Silva¹, C.B. Martins², L.M.W. Gomide², R.M. Albernaz², A. Queiroz-Neto²,
J.C. Lacerda-Neto^{2*}

¹Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia – UFT
77804-970 – Araguaína, TO

²Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – Jaboticabal, SP

RESUMO

Estudaram-se as alterações nos eletrólitos, nos gases sanguíneos, na osmolalidade, no hematócrito, na hemoglobina, nas bases tituláveis e no *anion gap* no sangue venoso de 11 equinos da raça Puro Sangue Árabe, destreinados, submetidos a exercício máximo e submáximo em esteira rolante. Esses animais passaram por período de três dias de adaptação à esteira rolante e posteriormente realizaram dois exercícios testes, um de curta e outro de longa duração. Foram coletadas amostras de sangue venoso antes, imediatamente após e 30 minutos após o término dos exercícios. Após a realização do exercício máximo, observou-se diminuição significativa no pH_v, na P_vCO₂, no HCO₃, na cBase além de elevação no AG. Detectou-se também aumento do K⁺, do Ht e da Hb. Ao final do exercício submáximo, constatou-se somente aumento significativo no pH_v, na cBase, na S_{atv}O₂ e na P_vO₂. Conclui-se que os equinos submetidos a exercício máximo desenvolveram acidose metabólica e alcalose respiratória compensatória, hipercalemia e aumento nos valores de hematócrito e hemoglobina. No exercício submáximo, os animais apresentaram alcalose metabólica hipoclorêmica e não ocorreram alterações no equilíbrio hidroeletrólítico.

Palavras-chave: equino, hemogasometria, eletrólitos, exercício

ABSTRACT

Changes in electrolytes, blood gas, osmolality, hematocrit, hemoglobin, base concentration, and anion gap in 11 detrained Arabian horses during exercise on a high-speed treadmill were investigated. After a period of three days of adaptation on the rolling mat, the animals were submitted to two exercises: one of short (maximum) and other of long duration (submaximum). Venous blood samples were obtained right before, and 30 minutes after the exercise. After the maximum exercise, it was observed a significative decrease in pH_v, P_vCO₂, HCO₃, and cBase and an increase in AG. It was also observed hypercalemia and increase in Ht and Hb. At the final of the submaximum exercise, it was observed significative increase in pH, cBase, S_{atv}O₂, and P_vO₂. So, maximum exercises can lead equines to present metabolic acidosis with respiratory alkalosis as response, hypercalemia and increase in hematocrit and hemoglobin, values. Submaximum exercises can present hypochloremic metabolic alkalosis but no alterations in the hydroelectrolytic balance.

Keywords: equine, hemogasometry, eletrolyte, exercise

Recebido em 12 de janeiro de 2009

Aceito em 2 de setembro de 2009

*Autor para correspondência (*corresponding author*)

E-mail: jlacerda@fcav.unesp.br

INTRODUÇÃO

Investigações no campo da medicina esportiva equina vêm sendo realizadas com o propósito de definir parâmetros confiáveis para a avaliação do desempenho em cavalos (Piccione et al., 2003). A bioquímica plasmática e a avaliação dos gases sanguíneos são utilizadas para determinar o efeito do exercício sobre vários processos fisiológicos (Corazza et al., 1995).

A multiplicidade de raças englobadas dentro da espécie equina guarda coerência com a diversidade de utilizações dadas a esses animais. Relativamente aos esportes hípicas, os equinos são utilizados nos mais variados tipos de competições como o salto, o enduro e as corridas. As necessidades metabólicas e fisiológicas dos cavalos que participam de provas, como as descritas acima, relativamente às necessidades energéticas e características estruturais e funcionais, são bastante diferentes entre si e devem ser atendidas de forma específica pelo organismo. Nos exercícios de intensidade máxima, devido ao curto período de duração, geralmente não ocorrem alterações intensas no estado de equilíbrio eletrolítico e na osmolalidade sanguínea. No exercício submáximo, o volume de fluidos perdido através da sudorese é extremamente elevado e pode, se inadequadamente repostos, ser a causa de desidratação, que quando associada a déficits energéticos, pode ser responsável pelo desenvolvimento de quadros de exaustão capaz de levar o animal ao óbito (Lacerda-Neto et al., 2003).

A manutenção dos constituintes físico-químicos do organismo dentro de uma estreita faixa de variação, mesmo quando ocorrem modificações acentuadas no ambiente externo, é denominada homeostasia. Eventualmente, os referidos constituintes sofrem alterações provocadas pelo calor, pelo frio, pelo jejum e, principalmente, pelo exercício (Powers e Howley, 2000). Durante os primeiros minutos da realização de um exercício submáximo prolongado, algumas variáveis orgânicas se alteram, entretanto, à medida que o trabalho se estende, os valores tendem a se manter constantes, porém nos limites de um intervalo diferente daquele registrado no repouso. Essa condição é denominada “estado estável”. A manutenção dessa condição ocorre pela ativação de diversos

sistemas orgânicos que atuam isolada ou conjuntamente com o objetivo de manter constantes as inúmeras variáveis fisiológicas, metabólicas e bioquímicas (Powers e Howley, 2000).

A água é o componente mais abundante no organismo, representando nos equinos, aproximadamente, 70% do seu peso vivo. Nesse líquido estão diluídas inúmeras substâncias, entre elas os eletrólitos. Os efeitos do exercício sobre esses componentes séricos dependem da intensidade e da duração do esforço, bem como do grau de perda dos mesmos. As maiores perdas estão, geralmente, relacionadas com exercício de longa duração, mas também podem ocorrer nos exercícios de alta intensidade e curta duração em situações ambientais desfavoráveis (temperatura e umidade relativa do ar elevadas) (Coenen, 2005). Nas provas de resistência, os cavalos chegam a perder entre 4 a 6% do peso corporal e estima-se que 90% dessa perda possam ser atribuídas à água eliminada através da sudorese e respiração (Carlson, 1987). O esgotamento de fluidos corporais e reservas de eletrólitos, como consequência da sudorese, representa limitação importante para manutenção do desempenho durante exercícios prolongados (Schott II e Hinchcliff, 1998 citado por Teixeira-Neto et al., 2004). O suor equino difere do suor humano, pois é hipertônico para alguns íons (cloreto e potássio) quando comparados ao plasma sanguíneo (McCutcheon e Geor, 1996). Por isso, durante exercícios prolongados, a sudorese é a principal responsável pelos desequilíbrios hidroeletrólítico e ácido-base em equinos.

O objetivo deste trabalho foi identificar alterações nos eletrólitos, nos gases sanguíneos bem como na osmolalidade, no hematócrito, na hemoglobina, nas bases tituláveis e no *anion gap* no sangue venoso de equinos submetidos a dois diferentes tipos de exercício físico, um de intensidade máxima e outro de submáxima.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 11 equinos da raça Puro Sangue Árabe, sete machos e quatro fêmeas, com aproximadamente 30 meses de idade e peso médio de 325kg. Os animais foram mantidos a pasto sendo alojados em baias individuais somente para o fornecimento diário de 3kg de

Determinação de eletrólitos...

ração concentrada. Para iniciar este trabalho, os animais permaneceram em repouso durante três meses e, em seguida, passaram por um período prévio de três dias de adaptação à esteira rolante.

Foram realizados dois exercícios testes (ET), máximo e submáximo (ET-1 e ET-2, respectivamente), com intervalo de uma semana entre eles, utilizando-se os mesmos animais. No ET-1, as velocidades e tempos utilizados seguiram o seguinte diagrama: 2m/s por 2min; 4m/s por 2min; 6m/s por 2min; 8m/s por 2min (com inclinação de 3%); 10m/s por 2min (com inclinação de 3%); 12m/s por 1min. No ET-2, os tempos e velocidades utilizadas foram: 2m/s por 5min.; 3m/s por 10 min.; 5m/s por 10min; 4m/s por 10min; 2m/s por 5min; 4m/s por 5min; 3m/s por 10min e 5m/s por 5min. As amostras de sangue foram colhidas por venopunção da jugular, antes da realização dos ET, imediatamente após e 30 minutos após seu término, previamente à ingestão de água. As leituras do material coletado foram realizadas em um analisador automático de gases, eletrólitos e hemoglobina total¹. Foi determinada a pressão parcial de dióxido de carbono (P_vCO_2),

a pressão parcial de oxigênio (P_vO_2), o *anion gap* (AG), a saturação de oxigênio ($S_{atv}O_2$), o logaritmo negativo da atividade de íons hidrogênio (pH_v), a osmolalidade (Osm), o hematócrito (Ht) e as concentrações de base titulável (cBase), íon bicarbonato (HCO_3^-), íon sódio (Na^+), íon potássio (K^+), cálcio ionizado (Cai), íon cloreto (Cl^-) e hemoglobina total (Hb).

Os valores obtidos foram submetidos à análise estatística pelo programa computacional SAS/1997. Foram realizadas análise de variância e comparações das médias obtidas para as diferentes características estudadas nos grupos experimentais, utilizando-se o teste Tukey e 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes aos valores dos eletrólitos sanguíneos Na^+ , K^+ , Cl^- , Cai, assim como Ht, Hb, Osm, $S_{atv}O_2$ e P_vO_2 determinados durante o exercício máximo e submáximo em esteira rolante, estão representados na Tab. 1.

Tabela 1. Valores médios \pm erro-padrão da média das concentrações de sódio (Na^+), potássio (K^+), cloreto (Cl^-), cálcio ionizado (Cai), hematócrito (Ht), hemoglobina (Hb), osmolalidade (Osm), saturação de oxigênio no sangue venoso ($S_{atv}O_2$) e pressão parcial de oxigênio no sangue venoso (P_vO_2) obtidos para equinos submetidos a exercício máximo e submáximo em esteira rolante

Variável	Exercício	Basal	Final	30 min após
Na^+ (mmol/L)	Máximo	142,87a,A \pm 1,38	142,55a,A \pm 0,67	142,45a,A \pm 0,26
	Submáximo	138,35b,B \pm 0,24	139,26ab,B \pm 0,42	139,73a,B \pm 0,44
K^+ (mmol/L)	Máximo	3,59b,B \pm 0,03	3,78a,A \pm 0	3,43c,A \pm 0,18
	Submáximo	3,76a,A \pm 0,02	3,67a,A \pm 0	3,26c,B \pm 0
Cl^- (mmol/L)	Máximo	103,95a,A \pm 1,27	103,32ab,A \pm 0,57	102,69b,A \pm 0,26
	Submáximo	99,95a,B \pm 0,08	99,12a,B \pm 0,28	99,30a,B \pm 0,67
Cai (mmol/L)	Máximo	1,12a,B \pm 0,09	1,07a,A \pm 0,02	1,19a,B \pm 0,02
	Submáximo	1,36a,A \pm 0	1,25a,A \pm 0	1,38a,A \pm 0,01
Ht (%)	Máximo	30,8b,B \pm 1,29	40,74a,A \pm 0,28	30,47b,A \pm 1,58
	Submáximo	35,64a,A \pm 1,18	39,20a,A \pm 3,54	30,49b,A \pm 0,15
Hb (g/dL)	Máximo	11,15b,B \pm 0,64	14,6a,A \pm 0,17	10,95b,A \pm 0,62
	Submáximo	12,63a,A \pm 0,46	12,82a,B \pm 1,36	10,72b,A \pm 0,06
Osm (mOsm/Kg)	Máximo	284,21a,A \pm 2,57	283,63a,A \pm 1,25	283,43a,A \pm 0,49
	Submáximo	275,82b,B \pm 0,42	277,50ab,B \pm 0,73	278,43a,B \pm 0,84
$S_{atv}O_2$ (%)	Máximo	78,16a,A \pm 0,11	78,71a,A \pm 1,58	74,69b,A \pm 0,64
	Submáximo	70,16b,B \pm 0,11	77,51a,A \pm 0,84	69,64b,B \pm 1,02
P_vO_2 (mmHg)	Máximo	43,88a,A \pm 0,04	45,45a,A \pm 1,69	41,14b,A \pm 0,19
	Submáximo	37,93b,B \pm 0,33	41,9a,B \pm 0,6	37,26b,B \pm 0,42

Valores seguidos por letras distintas minúsculas na coluna indicam diferenças entre tempos no mesmo exercício. Valores seguidos por letras distintas maiúsculas na linha indicam diferenças entre exercícios no mesmo tempo.

¹OMNI C® - Roche Diagnóstica – São Paulo, Brasil.

Martínez et al. (2000) e Aguilera-Tejero et al. (2000) afirmaram que as concentrações sanguíneas de sódio geralmente mantêm-se inalteradas em equinos durante exercício, seja ele de carga máxima ou submáxima. Neste estudo, observou-se aumento na concentração de sódio 30 minutos após o final do exercício submáximo, semelhante ao relatado por Fernandes e Larsson (2000). Essa elevação está possivelmente associada ao aumento da osmolalidade, também detectado no mesmo momento. Atribui-se a ocorrência dessas alterações ao fato de os cavalos submetidos ao exercício não receberem treinamento de qualquer natureza e, por isso, não estarem com seus mecanismos termorregulatório e endócrino adaptados ao esforço físico realizado. Ao compararem-se os dois tipos de exercícios realizados, foi possível observar diferenças significantes entre os grupos em todos os tempos estudados. Tal ocorrência deu-se, provavelmente, ao acaso e não pode ser atribuída a diferentes respostas endócrinas ou metabólicas ligadas ao tipo de esforço realizado.

Quanto ao íon potássio (K^+), é nítida a diferença de resposta ao final de cada exercício realizado. Enquanto no exercício máximo houve elevação, no exercício submáximo prolongado ocorreu diminuição, embora não significativa. Após 30 minutos do término da atividade, nos dois exercícios realizados, as concentrações da variável diminuíram significativamente, abaixo dos valores registrados antes do exercício. Segundo Aguilera-Tejero et al. (2000), o aumento significativo nos valores de K^+ no exercício máximo ocorre devido à passagem desse cátion do meio intra para o extracelular, devido à ação de catecolaminas sobre receptores α -adrenérgicos presentes em eritrócitos, fígado e músculos. Essa ocorrência foi observada por vários autores quando da prática, por equinos, de esforços de máxima intensidade (Taylor et al., 1995). A diminuição observada 30 minutos após o término da atividade ocorre pela ação das mesmas catecolaminas que agem sobre receptores β -adrenérgicos, corrigindo, dessa maneira, a hipercalemia inicial (Harris e Snow, 1992). No exercício submáximo, acredita-se que a diminuição do potássio se deva à elevada perda que ocorre por meio da sudorese e ao aumento da excreção renal e consequente retenção de sódio, com o objetivo de aumentar a expansão do líquido extracelular em resposta à

desidratação (Schott II et al., 1997). Diminuições subsequentes ao exercício, no período de repouso, se acentuariam devido à ingestão e consequente mobilização de água para o compartimento intravascular, promovendo a diluição do íon (Lacerda-Neto et al., 2003).

Não se observou diferença significativa para o cloreto (Cl^-) no exercício submáximo, pois os esforços realizados pelos animais neste experimento não foram capazes de causar grandes modificações na dinâmica desse íon. Em relação ao exercício de intensidade máxima, o comportamento do cloreto é imprevisível, tendo sido registradas elevações (Carlson, 1995) ou diminuições (Taylor et al., 1995) em sua concentração. Neste estudo, notou-se diminuição significativa nesta variável apenas 30 minutos após o término do exercício. Ao se comparar os dois diferentes exercícios, observa-se que concentrações mais elevadas de cloreto são encontradas no exercício de intensidade máxima devido à menor sudorese e, consequentemente, menor perda desse íon.

Em que pese o fato de o comportamento da concentração de cálcio ionizado (Ca^{2+}) acompanhar o pH, aumentando ou diminuindo (Thrall et al., 2004), neste trabalho essas modificações não ocorreram no decorrer de cada um dos exercícios. Houve alterações significantes do pH, diminuindo ou aumentando nos exercícios máximo ou submáximo, respectivamente. Segundo Geiser et al. (1995), a concentração de cálcio também pode ser influenciada pelo exercício quando há deslocamento do cálcio para as células musculares, o que levanta a suspeita de que talvez as diferenças encontradas entre os exercícios para as concentrações de Ca^{2+} , após 30 minutos da realização dos respectivos esforços, se deva ao fato de o exercício máximo exigir maior potência e, consequentemente, ter havido maior mobilização de cálcio pelas miofibrilas. Porém, ao repousar, a musculatura relaxa, e o Ca^{2+} retorna à circulação, aumentando a concentração, porém em níveis mais baixos que a de animais que não fizeram tanto esforço. Contudo, apesar da força aparente desse argumento, não se pode descartar que a concentração de Ca^{2+} nos animais do exercício máximo foi sempre mais baixa.

Determinação de eletrólitos...

Em relação ao hematócrito (Ht) e à hemoglobina total (Hb), houve aumento significativo ao final do exercício máximo, fato que está diretamente relacionado à esplenocontração, fenômeno fisiológico considerado como um dos fatores determinantes do aumento do volume sanguíneo durante o exercício em equinos, cães e seres humanos (Caldeira et al., 2005). Após a realização do exercício físico e durante o período de recuperação dos equinos, o baço readquire o volume de hemácias que foi liberado para a circulação sanguínea (Rubio et al., 1995). Neste estudo, foi observado que, 30 minutos após o término do exercício, o hematócrito e a hemoglobina retornaram aos valores iniciais.

Quanto à osmolalidade, pode-se inferir que em ambos os exercícios os valores acompanharam as alterações que ocorreram com o sódio, que é o principal regulador dessa variável no organismo (Marlin et al., 1998). Após os exercícios, observaram-se valores significativamente maiores para osmolalidade no exercício máximo, semelhante ao ocorrido com o sódio.

A saturação de oxigênio ($S_{atv}O_2$) nos exercícios comportou-se de maneira semelhante à pressão parcial de oxigênio. Fenger et al. (2000) relataram que a porcentagem de saturação de hemoglobina depende da pressão parcial de oxigênio e, por isso, quanto maior a pressão parcial de oxigênio, mais fortemente saturada será a hemoglobina. O aumento detectado na $S_{atv}O_2$ ao final do exercício submáximo tem

estreita relação com o aumento do pH que ocorreu no mesmo momento, o qual desloca a curva de dissociação da hemoglobina para a esquerda, aumentando a afinidade da hemoglobina pelo oxigênio, conseqüentemente, maior será a saturação.

Embora estatisticamente não significativa, pode-se inferir que a diferença registrada nos valores da P_vO_2 ao final do exercício máximo é decorrente da hiperventilação, em resposta à diminuição da concentração de HCO_3^- , o que será discutido adiante. Ao final do exercício submáximo, observou-se aumento significativo nos valores da P_vO_2 que pode ter origem, segundo Aguilera-Tejero et al. (2000), em estímulos físicos e químicos, como o aumento da temperatura sanguínea, que promove a elevação da frequência respiratória. Trinta minutos após o término dos dois exercícios, observou-se diminuição na P_vO_2 devido ao repouso prolongado, como descrito por Corley e Marr (1998).

Os maiores valores registrados para P_vO_2 no exercício máximo em relação ao submáximo em todos os momentos estudados deve-se à maior intensidade alcançada no exercício e à resposta compensatória (diminuição na P_vCO_2) frente ao quadro de acidose metabólica.

Os valores referentes à P_vCO_2 , ao pH_v , ao HCO_3^- , à cBase e ao AG, durante o exercício máximo e submáximo, estão apresentados na Tab. 2.

Tabela 2. Valores médios±erro padrão da média de pH_v , da pressão parcial de dióxido de carbono no sangue venoso (P_vCO_2), das concentrações de bicarbonato (HCO_3^-) e bases tituláveis (cBase) e do anion gap (AG) obtidos para equinos submetidos a exercício máximo ou submáximo em esteira rolante

Variável	Exercício	Basal	Final	30 min após
pH_v	Máximo	7,42a,A±0	7,39b,B±0	7,42a,A±0
	Submáximo	7,42b,A±0	7,46a,A±0	7,43b,A±0
P_vCO_2	Máximo	43,76a,A±1,27	37,57b,B±0,46	43,27a,A±1,38
	Submáximo	45,1a,A±0,51	43,50a,A±0,19	45,00a,A±0,13
HCO_3^-	Máximo	28,23a,A±0,73	22,37b,B±0,04	27,65a,B±0,33
	Submáximo	29,06a,A±0,26	30,37a,A±0,15	29,64a,A±0,17
cBase	Máximo	3,45a,A±0,62	-2,1b,B±0,04	2,90a,B±0,08
	Submáximo	4,09b,A±0,17	5,90a,A±0,26	4,84ab,A±0,17
AG	Máximo	14,27c,A±0,89	20,6a,A±0,02	15,50b,A±0,49
	Submáximo	13,12a,A±0,19	13,44a,B±0,28	14,06a,B±0,02

Valores seguidos por letras distintas minúsculas na coluna indicam diferenças entre tempos no mesmo exercício. Valores seguidos por letras distintas maiúsculas na linha indicam diferenças entre exercícios no mesmo tempo.

No exercício máximo, observou-se diminuição significativa nos valores de pH_v , que, associada à diminuição do HCO_3 e do cBase, caracterizam o quadro de acidose metabólica. Segundo Watanabe et al. (2006), a diminuição no pH_v é resultado da difusão do ácido láctico produzido pelas células musculares para a circulação sanguínea em exercícios de moderada a alta intensidade, nos quais o requisito energético das células musculares é mantido predominantemente pelo metabolismo anaeróbico da glicose, resultando em acúmulo de ácido láctico nas células musculares e consequente desenvolvimento de acidemia sanguínea.

Carlson (1995) relatou que, durante o exercício máximo, o bicarbonato e a concentração de lactato são inversamente proporcionais, pois o bicarbonato é consumido no processo de tamponamento do ácido láctico acumulado, fato que explica a diminuição observada no HCO_3 durante este trabalho.

Houve diminuição significativa nos valores da P_vCO_2 associada à diminuição no pH_v (Tab. 2), caracterizando a alcalose respiratória ao final do exercício. Segundo Thrall et al. (2004), a diminuição no HCO_3 resulta em uma resposta adaptativa secundária, ou seja, na diminuição compensatória na P_vCO_2 ou hiperventilação (Day, 2002). Portanto, diminuição no pH_v e no HCO_3 acompanhada de diminuição na P_vCO_2 caracteriza um quadro de acidose metabólica com compensação respiratória ou simplesmente acidose metabólica compensada, ao final do exercício. Diferentemente do relatado por DiFilippo et al. (2009), a resposta respiratória compensatória neste trabalho foi suficiente na restauração do pH, confirmada pelo retorno do pH_v ao valor inicial, 30 minutos após o término da atividade física.

A elevação registrada para o AG no exercício máximo pode ser atribuída à diminuição da concentração de bicarbonato determinada no processo de tamponamento do ácido láctico acumulado.

No entanto, no exercício submáximo, notou-se aumento nos valores do pH_v concomitante ao aumento no HCO_3 (embora não significativo) e no cBase principalmente, determinando quadro de alcalose metabólica. Porém, diferentemente do observado no exercício de intensidade

máxima, esse distúrbio ácido-base é classificado como simples e não compensatório. Thrall et al. (2004) caracterizaram o distúrbio ácido-base simples como sendo aquele em que ocorre alteração no sistema primário (alteração metabólica), com nenhuma ou pouca resposta compensatória (elevação da P_vCO_2). As demais variáveis estudadas não apresentaram alterações significativas.

CONCLUSÕES

Os equinos submetidos a exercício máximo desenvolvem acidose metabólica e alcalose respiratória compensatória. Adicionalmente, apresentam hipercalemia e aumento nos valores de hematócrito e hemoglobina. No entanto, no exercício submáximo, os animais apresentam alcalose metabólica hipoclorêmica, porém, neste trabalho, o esforço ao qual os animais foram submetidos não foi suficiente para causar grandes alterações no equilíbrio hidroeletrólítico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILERA-TEJERO, E.; ESTEPA, J.C.; LÓPEZ, I. et al. Quantitative analysis of acid-base balance in show jumpers before and after exercise. *Res. Vet. Sci.*, v.68, p.103-108, 2000.
- CALDEIRA, D.; ROCHA, R.; ALBERTI, L. et al. Influência da esplenectomia na capacidade física de ratos. *Rev. Bras. Hematol. Hemoter.*, v.27, p.34-40, 2005.
- CARLSON, G.P. Hematology and body fluids in the equine athlete: a review. In: GILLESPIE, J.R.; ROBINSON, N.E. *Equine Exercise Physiology*. 2.ed. Davis: ICEEP Publications, 1987. p.393-425.
- CARLSON, G.P. Interrelationships between fluid, electrolyte and acid-base balance during maximal exercise. *Equine Vet. J.*, v.18, suppl., p.261-265, 1995.
- COENEN, M. Exercise and stress: impact on adaptive processes involving water and electrolytes. *Livest. Prod. Sci.*, v.92, p.131-145, 2005.
- CORAZZA, M.; BUONACCORSI, A.; ERCOLINI, F. et al. Valutazione dello stato di forma dello cavallo atleta: lattacidemia e parametri emogasanalitici. *Riv. Soc. Ital. Ippologia*, v.1, p.5-10, 1995.

Determinação de eletrólitos...

- CORLEY, K.T.T.; MARR, C.M. Pathophysiology, assessment and treatment of acid-base disturbances in the horse. *Equine Vet. Educ.*, v.10, p.255-265, 1998.
- DAY, T.K. Blood gas analysis. *Vet. Clin. N. Am.: Small Anim. Pract.*, v.32, p.1031-1048, 2002.
- DiFILIPPO, P.A.; GOMIDE, L.M.W.; OROZCO, C.A.G. et al. Alterações hemogasométricas e hidroeletrólíticas de cavalos da raça árabe durante prova de enduro de 60km. *Cienc. Anim. Bras.*, v.10, p.840-846, 2009.
- FENGER, C.K.; McKEEVER, K.H.; HINCHCLIFF, K.W. et al. Determinants of oxygen delivery and hemoglobin saturation during incremental exercise in horses. *Am. J. Vet. Res.*, v.61, p.1325-1332, 2000.
- FERNANDES, W.R.; LARSSON, M.H.M.A. Alterações nas concentrações séricas de glicose, sódio, potássio, uréia e creatinina, em equinos submetidos a provas de enduro de 30km com velocidade controlada. *Cienc. Rural*, v.30, p.393-398, 2000.
- GEISER, D.R.; ANDREWS, F.M.; ROHRBACH, B. W. et al. Blood ionized calcium concentrations in horses before and after the cross-country phase of 3-day event competition. *Am. J. Vet. Res.*, v.56, p.1502-1505, 1995.
- HARRIS, P.; SNOW, D.H. Plasma potassium and lactate concentrations in thoroughbred horses during exercise of varying intensity. *Equine Vet. J.*, v.24, p.220-225, 1992.
- LACERDA-NETO, J.C.; SAMPAIO, R.C.L.; FERRAZ, G.C. et al. Efeitos do resfriamento intermitente e de repositor eletrolítico sobre a osmolalidade e eletrólitos séricos de equinos submetidos a exercício de baixa intensidade. *Rev. Port. Cienc. Vet.*, v.98, p.189-195, 2003.
- MARLIN, D.J.; SCOTT, C.M.; MILLS, P.C. et al. Effects of administration of water versus an isotonic oral rehydration solution (ORS) at rest and changes during exercises and recovery. *Vet. J.*, v.155, p.69-78, 1998.
- MARTÍNEZ, P.; RAMÓN-SCAGLIONE, M.M.C. Cambios sanguíneos y sudorales en equinos sometidos a carreras de resistencia. *Av. Cienc. Vet.*, v.15, p.19-30, 2000.
- McCUTCHEON, L.J.; GEOR, R.J. Influence of training-associated thermoregulatory adaptations on sweating rate and sweat composition in Thoroughbred horse. *J. Sports Sci.*, v.14, p.347-370, 1996.
- PICCIONE, G.; ARCIGLI, A.; COSTA, A. et al. Acid-base balance assessment during exercise in the show jumping horse. *Folia Vet. Lat.*, v.47, p.91-94, 2003.
- POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. In: _____. *Fisiologia do Exercício*. 3.ed. São Paulo: Manole, 2000. 527p.
- RUBIO, M.D.; MUÑOZ, A.; SANTISTEBAN, R. et al. Comparative hematological study of two breeds of foals (Andalusian and Arab) subjected to exercise of progressive intensity. *J. Vet. Med. Sci.*, v.57, p.311-315, 1995.
- SCHOTT II, H.C.; McGLADE, K.S.; MOLANDER, H.A. et al. Body weight, fluid, electrolyte, and hormonal changes in horses competing in 50-and 100 mile endurance ride. *Am. J. Vet. Res.*, v.58, p.303-309, 1997.
- SCHOTT II, H.C.; HINCHCLIFF, K.W. Treatments affecting fluid and electrolyte status during exercise. *Vet. Clin. N. Am.: Equine pract.*, v.14, p.175-204, 1998.
- TAYLOR, L.E.; FERRANTE, P.L.; WILSON, J.A. et al. Arterial and mixed venous acid-base status and strong ion difference during repeated sprints. *Equine Vet. J.*, v.18, suppl., p.326-330, 1995.
- TEIXEIRA NETO, A.R.; FERRAZ, G.C.; MATAQUEIRO, M.I. et al. Reposição eletrolítica sobre variáveis fisiológicas de cavalos em provas de enduro de 30 e 60km. *Cienc. Rural*, v.34, p.1505-1511, 2004.
- THRALL, M.A.; BAKER, D.C.T.; DENICOLA, D. et al. Veterinary hematology and clinical chemistry. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2004. p.329-353.
- WATANABE, M.J.; THOMASSIAN, A.; TEIXEIRA-NETO, F.J. et al. Alterações do pH, da PO₂ e da PCO₂ arteriais e da concentração de lactato sanguíneo de cavalos da raça árabe durante exercício em esteira de alta velocidade. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.58, p.320-326, 2006.