

CONCENTRAÇÕES SÉRICAS DE SÓDIO, POTÁSSIO E CÁLCIO EM EQUINOS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR APÓS EXERCÍCIO FÍSICO

Jonathan Cunha Folador, Bianca Drumond, Vinicius Ricardo Cuña de Souza, Clarisse Simões Coelho

UVV-ES

Correspondência: Clarisse Coelho: clarisse.coelho@uvv.br

RESUMO: O presente estudo teve por objetivo avaliar a influência do exercício físico de intensidade submáxima (marcha) sobre as concentrações séricas de sódio, potássio e cálcio em equinos criados no estado do Espírito Santo. Foram obtidas amostras de sangue de 15 equinos, da raça Mangalarga Marchador, em quatro momentos: antes (T0), com 5 minutos (T1), 30 minutos (T2) e 2 horas (T3) após o término da atividade física (40 minutos de marcha). Os valores médios para o sódio foram de $148,1 \pm 18,2$ mEq/L, $151,1 \pm 12,7$ mEq/L, $144,1 \pm 17,4$ mEq/L e $152,3 \pm 23,1$ mEq/L; para o potássio foram de $4,2 \pm 0,8$ mEq/L, $4,7 \pm 0,7$ mEq/L, $3,4 \pm 0,5$ mEq/L e $3,9 \pm 0,8$ mEq/L; e para o cálcio foram de $11,1 \pm 1,8$ mg/dL, $10,6 \pm 1,6$ mg/dL, $11,5 \pm 2,6$ mg/dL e $11,0 \pm 1,5$ mg/dL, respectivamente, nos tempos T0, T1, T2 e T3. Os resultados demonstraram que a marcha não influenciou de forma significativa os valores séricos de sódio e de cálcio. Houve diferença significativa com redução nos valores médios de potássio em T2 ($p < 0,0001$). Os resultados também sugerem que os equinos estavam bem condicionados ao tipo de exercício físico imposto.

Palavras-chave: eletrólitos; equinos; marcha

SERUM CONCENTRATION OF SODIUM, POTASSIUM AND CALCIUM IN MANGALARGA MARCHADOR HORSES AFTER PHYSICAL EXERCISE

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the effects of submaximal intensity exercise (marcha gait) on serum concentrations of sodium, potassium and calcium in horses raised in Espírito Santo. Blood samples were collected from 15 Mangalarga Marchador horses at four different moments: before (T0) and with five minutes (T1), 30 minutes (T2) and 2 hours (T3) after physical exercise (40 minutes of marcha). The mean values for serum sodium were 148.1 ± 18.2 mEq/L, 151.1 ± 12.7 mEq/L, 144.1 ± 17.4 mEq/L and 152.3 ± 23.1 mEq/L; for serum potassium were 4.2 ± 0.8 mEq/L, 4.7 ± 0.7 mEq/L, 3.4 ± 0.5 mEq/L and 3.9 ± 0.8 mEq/L; and for serum calcium were 11.1 ± 1.8 mg/dL, 10.6 ± 1.6 mg/dL, 11.5 ± 2.6 mg/dL and 11.0 ± 1.5 mg/dL, respectively on moments T0, T1, T2 and T3. Analysis of the results showed that the marcha gait didn't alter serum sodium and calcium. The evaluation of serum potassium revealed a significant difference ($p < 0.0001$) with decrease of serum values in T2. Results also suggest that equines were well conditioned to the type of exercise imposed.

Key words: electrolytes; equines; marcha gait

INTRODUÇÃO

A raça Mangalarga Marchador é a mais numerosa do país (Costa *et al.*, 2004). Tipicamente brasileira, apresenta um andamento característico, a marcha, caracterizada por ser um teste exaustivo, de longa duração, sem similar no mundo (ABCCMM, 2013). Poucas são as informações envolvendo cavalos dessa raça, utilizados para atividades físicas diversas como o enduro e cavalgadas (Rezende, 2006). Geralmente, esses animais são submetidos a exercícios intensos, transporte de longa distância, exposições, lida com o gado, provas funcionais e todo tipo de respostas físicas e mentais relacionadas às competições (Prates *et al.*, 2009).

Sabe-se que o exercício físico realizado durante treinamentos ou competições causa a alteração de diversos parâmetros fisiológicos em animais (Kienzle *et al.*, 2006) e a utilização de parâmetros hematológicos e bioquímicos durante o esforço físico pode proporcionar um mecanismo eficaz para avaliação de possíveis causas que possam levar ao baixo desempenho nas provas (Fernandes *et al.*, 2010).

As funções dos eletrólitos no organismo animal são diversas, já que não existe praticamente nenhum processo metabólico que seja independente dos mesmos (Fan *et al.*, 1994). Ainda não está bem esclarecido até quando essas funções ficam prejudicadas em função do déficit eletrolítico induzido por uma atividade física como a marcha (Corrêa *et al.*, 2010), uma vez que os efeitos do exercício sobre esses componentes dependem da intensidade e da duração do esforço (Coenen, 2005). Durante esse esforço, a estimulação elétrica da célula é necessária para a sua ação, gerando energia mecânica. Parte dessa energia é liberada em forma de calor e, através do mecanismo de

termorregulação, é eliminado através da sudorese e subsequente evaporação desse suor (McCutcheon e Geor, 1996).

Os eletrólitos, tais como o sódio, potássio e cálcio, desempenham funções importantes para manter o equilíbrio celular e a sua deficiência pode causar fraqueza e câimbras musculares, desequilíbrios acido-básicos e flutter diafragmático, afetando o desempenho nas provas atléticas (Hinchcliff, 1998). O sódio é o principal cátion do plasma e do fluido extracelular, exercendo papel importante na manutenção da pressão osmótica e da homeostasia. Assim, esse eletrólito é fundamental durante o exercício, visto que aportes pobres em sódio inibiram a sudorese, causando um aumento da temperatura corporal do animal (McCutcheon *et al.*, 1999). O requerimento diário de manutenção desse elemento, para um cavalo de 550kg são ~11g. Se este animal é exercitado, a quantidade de sódio fornecido na sua alimentação diária não vai compensar esse aumento na excreção através da sudorese (Coenen, 1999). Vale ressaltar que existe uma proporção alta de sódio estocado no esqueleto (Coenen *et al.*, 1990).

O potássio está envolvido com várias funções orgânicas, sendo o principal cátion do líquido intracelular, responsável pelo potencial de ação nas membranas celulares (Martinez e Ramón-Scaglione, 2000) e fundamental para a função muscular normal, respiração, função cardíaca, transmissão de impulsos nervosos e metabolismo de carboidratos (Goff, 2006).

Apenas 1% do cálcio é livre e disponível para o uso imediato no organismo, com 99% armazenado como cristais de apatita nos ossos e dentes (Seahorn e Seahorn, 2003). A principal função deste eletrólito durante o exercício é a sua participação na contração muscular, levando à

contração do sarcômero e, na sua ausência, ao relaxamento muscular (Klein e Cunningham, 2007). De acordo com Schott (1998), em um curto período de tempo em exercício, o equino perde 8% de sódio e 3% de potássio total, fato este, que apenas um animal saudável consegue tolerar tamanha perda de água e eletrólitos. Em contrapartida, a concentração plasmática de cálcio pode se manter inalterada, devido a sua baixa concentração no suor.

Visando contribuir com as informações encontradas na literatura e criar um padrão de referência no treinamento de equinos da raça Mangalarga Marchador, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do exercício físico de intensidade submáxima (marcha) sobre as concentrações séricas de sódio, potássio e cálcio, em equinos criados no estado do Espírito Santo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 15 equinos da raça Mangalarga Marchador, sendo seis machos e nove fêmeas, pesando em média 399 ± 34 kg, com idade entre três e 10 anos (média de $4,6 \pm 1,9$ anos de idade), considerados clinicamente hígidos em exames físicos realizados previamente. Estes animais pertencem aos haras localizados na região da grande Vitória, estado do Espírito Santo.

Todos os animais usados são submetidos ao mesmo tipo de manejo alimentar e sanitário. Na alimentação dos animais era fornecido feno de *coast-cross* (*Cynodon dactylon* x *Cynodon nlemfluensis*) *ad libitum* e ração comercial, com 12 % de proteína bruta, a 1% do peso corporal. Água e sal mineral foram fornecidos *ad libitum*.

Todos os animais encontravam-se em plena atividade física, realizando a mesma há pelo menos um ano. O treinamento semanal consistia de

exercício com o animal a passo por um período de duas horas, duas vezes na semana, alternando nos demais três dias com exercícios montados, em marcha, por 30-40 minutos. Aos finais de semana, os animais descansavam.

Para a presente pesquisa, os animais executaram marcha batida, sendo 20 minutos em sentido horário e 20 minutos em sentido anti-horário, em velocidade média de 9 a 12 km/h, totalizando 40 minutos (aproximadamente 6-7 km de distância), mimetizando uma prova executada pela Associação Brasileira dos Criadores de Cavalo Mangalarga Marchador (ABCCMM). Segundo Prates *et al.* (2009), a marcha é caracterizada como exercício de intensidade submáxima, pois os valores de frequência cardíaca durante a execução da mesma atinge 105-156 bpm, abaixo dos valores de 200-260 bpm que caracterizariam os exercícios extremos ou de intensidade máxima.

As amostras de sangue foram obtidas em quatro momentos de cada um dos animais, sendo assim caracterizadas: T0 - (obtida antes da atividade atlética), T1 (obtida dentro de cinco minutos após a realização da atividade física), T2 (obtida 30 minutos após a realização da atividade física) e T3 (obtida 2 horas após a realização da atividade física). Todas as atividades foram realizadas durante a manhã, preferencialmente entre 7h:00 e 11h:00. No dia do experimento, foram registradas as condições de tempo (temperatura e umidade), bem como características da pista.

Nos momentos das coletas de sangue foram aferidas a frequência cardíaca, com auxílio de um estetoscópio (marca Littmann, modelo Classic II) e a temperatura corpórea, com auxílio de termômetro digital (marca Incoterm) do equino avaliado, além de informações relacionadas ao

seu exame clínico e informações relatadas pelo cavaleiro ou treinador, referentes ao rendimento do animal.

As amostras de sangue foram obtidas após antissepsia local, por meio de venopunção da jugular com agulhas descartáveis (25 mm x 0,8 mm), utilizando-se sistema com pressão negativa em tubos plásticos contendo anticoagulante EDTA K3 para avaliação do hemograma e em tubos de vidro siliconizados sem anticoagulante com capacidade de 9 ml para as determinações séricas de sódio, potássio e cálcio. Todas as 60 amostras foram transportadas ao Laboratório Clínico Veterinário da Universidade Vila Velha (UVV-ES), onde foram imediatamente centrifugadas (3500 rpm) durante 10 minutos em centrífuga modelo TDL80-2B, marca CentriBio, para separação de soro.

Para determinação do sódio e potássio séricos foi utilizada a metodologia descrita por Korzun e Miller (1987) em fotômetro de chama (FC289 Marca Celm / Diluidor DA200). O cálcio total foi determinado usando kit comercial (Bioclin K007) segundo metodologia descrita por Sarkar e Chauhan (1967) em aparelho analisador bioquímico semi-automático (Bioplus – BIO 200). Tais determinações foram realizadas no Laboratório Clínico Veterinário da Universidade de Vila Velha.

A análise do resultados foi feita usando o programa estatístico computadorizado GraphPad InStat (versão 3.0). os dados foram avaliados através de testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e testes paramétricos (análise de variância – ANOVA), seguido de teste comparativo entre médias (teste de Tukey) com nível de significância de 5%. Na análise levou-se em consideração a influência do exercício físico imposto sobre as concentrações séricas desses eletrólitos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos exames clínicos realizados para seleção dos equinos usados na presente pesquisa, os valores médios registrados foram: frequência cardíaca de 45bpm, frequência respiratória de 20mpm, motilidade intestinal presente à auscultação, mucosas róseas e temperatura retal de 37,5°C. Na avaliação do hemograma, os valores médios encontrados foram de $7,25 \times 10^6/\mu\text{L}$ para número de eritrócitos, 11,99g/dL para concentração de hemoglobina, 35% para volume globular, 49,01fl para VCM (volume corpuscular médio), 33,79g/dL para CHCM (concentração de hemoglobina corpuscular média) e 9533 leucócitos/ μL . Tal avaliação demonstrou que os mesmos estavam aptos a serem usados na presente pesquisa, pois os valores registrados estavam dentro da normalidade para a espécie equina segundo Robinson (2003).

Os equinos foram exercitados em três dias, com temperatura média do local de 24°C e a umidade relativa do ar de 80%. As características do clima local são típicas de regiões tropicais. A pista de grama encontrava-se seca. Segundo o treinador, os animais usados demonstraram seu rendimento atlético normal.

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios e desvios-padrão das concentrações séricas de sódio, potássio e cálcio, bem como os valores de p obtidos na análise estatística realizada. Na análise feita para o potássio sérico, foi possível observar que houve influência significativa ($p < 0,0001$) com menor valor registrado em T2. Não houveram diferenças significativas para os valores séricos de sódio ($p = 0,6190$), bem como para os de cálcio ($p = 0,6506$).

Para frequência cardíaca e temperatura corpórea é possível

observar a influência significativa do exercício físico sobre as variáveis, levando ao aumento de ambas em T1. O maior valor registrado para frequência cardíaca ao término da atividade física (T1) é esperado em consequência do aumento da atividade simpática (Binda *et al.*, 2013). O aumento da temperatura corpórea com o exercício físico é justificado pelo aumento da taxa metabólica. Segundo McKeever (2002), diversas vias metabólicas são ativadas visando a obtenção de energia, tais como aumento da síntese protéica e síntese enzimática, aumento do tamanho e número de mitocôndrias e aumento da atividade contrátil do coração.

Tabela 1 - Valores médios e desvios-padrão das concentrações séricas de sódio, potássio e cálcio, bem como dos valores de frequência cardíaca e temperatura corpórea, nos equinos da raça Mangalarga Marchador, em uma sessão de exercício físico, nos momentos T0, T1, T2 e T3.

	T0	T1	T2	T3	Valor de p
Sódio (mEq/L)	148,1 ± 18,2 ^a	151,1 ± 12,7 ^{a*}	144,1 ± 17,4 ^a	152,3 ± 23,1 ^a	0,6190
Potássio (mEq/L)	4,2 ± 0,8 ^{a*}	4,7 ± 0,7 ^a	3,4 ± 0,5 ^b	3,9 ± 0,8 ^c	< 0,0001
Cálcio (mg/dL)	11,1 ± 1,8 ^a	10,6 ± 1,6 ^b	11,5 ± 2,6 ^a	11,0 ± 1,5 ^a	0,6506
Frequência cardíaca (bpm)	45 ± 8 ^a	100 ± 22 ^b	53 ± 9 ^a	46 ± 6 ^a	< 0,0001
Temperatura corpórea (°C)	37,5 ± 0,5 ^a	40,0 ± 0,8 ^b	38,7 ± 0,7 ^a	37,6 ± 0,4 ^a	< 0,0001

* Letras minúsculas diferentes na mesma linha denotam diferença significativa entre as médias ($p < 0,05$) obtido pelo teste ANOVA. T0 (obtida antes da atividade física), T1 (obtida num período de até no máximo cinco minutos após o término da atividade física), T2 (obtida 30 minutos após o término da atividade física) e T3 (obtida 2 horas após o término da atividade física).

Os resultados obtidos para a concentração sérica de sódio nos equinos antes da atividade física (T0) foram maiores que os encontrados na literatura para outras raças: 141±7,0mEq/L para Quarto de Milha, 142,33mEq/L para mestiços de Quarto de Milha e 137,02±2,27mEq/L para Puro Sangue Árabe (Corrêa *et al.* 2010; Coelho *et al.* 2011; Dumont *et al.*, 2012). Adicionalmente, com exceção dos valores registrados em T2, os resultados encontram-se acima do limite fisiológico de 132-146mEq/L estipulado por Kaneko (2008) para a espécie equina, porém obtidos em equinos da raça Puro Sangue Inglês. Essas diferenças registradas entre raças reforçam a

necessidade de estabelecimento de valores de referência, tendo em vista as alterações bioquímicas que ocorrem em consequência do exercício e considerando as diferenças decorrentes de fatores ambientais e do manejo.

Semelhantemente aos achados da presente pesquisa, Di Filippo *et al.* (2009) demonstraram que, em exercícios de longa duração como o enduro, não houveram alterações significativas dos valores séricos de sódio antes e logo após o exercício em equinos da raça Árabe, registrando, respectivamente, 144,87±1,77mEq/L e 145,62±1,82mEq/L. Martins *et al.* (2005) também não encontraram alterações nos valores séricos de sódio em até seis horas após o término do enduro, apesar das grandes perdas de suor. Segundo os autores, as concentrações de sódio permaneceram relativamente normais porque um volume equivalente de fluido foi perdido. Tal fato também pode justificar a não alteração nos valores séricos de sódio na presente pesquisa, além do fato da marcha representar um exercício com duração e velocidade inferiores às registradas no enduro.

Apesar da marcha não ter influenciado a concentração sérica de sódio de forma significativa, houve uma tendência ao aumento no T1, 5 minutos após o término da atividade física. De forma semelhante, Fernandes e Larsson (2000) encontraram um aumento semelhante na raça Árabe usada em provas de enduro (de 140,06mEq/L para 141,80mEq/L logo após exercício). Isso ocorreria em função de um déficit de água em relação à quantidade de solutos corporais (Santos, 2006). Segundo Ferraz *et al.* (2010), um possível mecanismo que aplicaria a elevação das concentrações séricas de sódio seria as trocas de íons e água que ocorre entre os músculos ativos e os inativos. Segundo Martins *et al.* (2005), a desidratação aumenta a reabsorção

renal de sódio, o que aumentaria suas concentrações séricas.

A tendência à redução de sódio sérico em T2 observada na presente pesquisa é esperada em exercícios de longa duração, nas chamadas provas de resistência, segundo Rose *et al.* (1980). Fernandes e Larsson (2000) comprovaram tal fato ao encontrarem concentrações de sódio após prova de enduro de 30 km com velocidade controlada (até 90 minutos após) abaixo dos valores basais para equinos da raça Mangalarga, Árabe e equinos sem raça definida (de 139,13mEq/L para 139,06mEq/L, de 140,06mEq/L para 139,60mEq/L e de 141,86mEq/L para 139,46mEq/L, respectivamente). Em outro trabalho, Fernandes *et al.* (2010) avaliaram equinos da raça Puro Sangue Inglês submetidos a exercícios de diferentes intensidades e encontraram a diminuição não significativa dos valores de sódio 30 minutos após o exercício, fato justificado devido a perda deste elemento pelo suor. Os autores reforçam que a perda de eletrólitos pela sudorese em equinos é muito maior que àquela ocorrida em humanos.

Na avaliação do potássio sérico, foi possível observar aumento significativo no momento T1, seguido de redução para T2. Os valores registrados antes e após a execução da marcha encontram-se dentro do intervalo de referência descrito por Kaneko (2008), de 2,4 a 4,7mEq/L.

Os achados na literatura são conflitantes. Coelho *et al.* (2011), trabalhando com equinos da raça Quarto de Milha em provas de laço em dupla, demonstraram um aumento desse eletrólito, registrando 3,9±0,6mEq/L antes e 4,6±0,4 mEq/L após a atividade física. Tais achados, semelhantes a presente pesquisa, também foram descritos por Gêiser *et al.* (1994) e Carlson (1995) e pode ser justificado pela perda de líquidos decorrente do desvio do compartimento

vascular ou à liberação de potássio eritrocítico (Agüera Buendi *et al.*, 1994). Entretanto, algumas pesquisas estudando exercícios de longa duração, descrevem a prevalência de hipocalcemia (Fernandes e Larsson, 2000; Martins *et al.*, 2005). No estudo realizado por Di Fillipo *et al.* (2009), com cavalos da raça Árabe em provas de enduro de 60km, foi possível uma diminuição no potássio sérico logo após o exercício, registrando valores de 3,72±0,31mEq/L e 3,06±0,22mEq/L, respectivamente antes e após o exercício físico, corroborando com os trabalhos supracitados envolvendo exercícios de longa duração. Essa perda continuou em avaliação feita em até uma hora após o término do exercício (2,47±0,30mEq/L), semelhante a redução observada na presente pesquisa em T2 e T3. Essa redução estaria relacionada com as perdas pelo suor e a reabsorção renal de sódio às custas da excreção de potássio e íons hidrogênio (Martins *et al.*, 2005).

O monitoramento do potássio sérico durante a atividade física mostra-se essencial. De acordo com Day (2002), valores menores que 2,5mEq/L, inferiores ao menor valor registrado na presente pesquisa, podem causar fraqueza, diminuição da motilidade gastrointestinal, íleo paralítico e alterações na eletrocardiografia.

Não foram observadas alterações significativas para cálcio sérico na presente pesquisa, apesar da tendência a hipocalcemia observada em T1. A diminuição da concentração sérica de cálcio justifica-se pelo fato do cálcio precisar ligar-se à molécula de troponina para permitir a ligação da actina e miosina durante a contração muscular (McConaghy, 1994). Corroborando com tal afirmativa, Ribeiro *et al.* (2004) e Di Fillipo *et al.* (2009) justificaram a hipocalcemia na avaliação após prova de enduro como decorrente da perda do eletrólito através do suor.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo nos permitiram concluir que o exercício físico imposto não influenciou de forma significativa os valores séricos de sódio e cálcio. Entretanto, foi possível observar alterações significativas nos valores de potássio sérico, com menor valor registrado 30 minutos após o término da atividade física.

Adicionalmente, tais achados podem contribuir com a literatura em relação aos valores de referência para a raça Mangalarga Marchador, quando criados e trabalhados em condições tropicais.

NOTAS INFORMATIVAS

O presente projeto de pesquisa teve aprovação do Comitê de Bioética Animal da Universidade Vila Velha (CEUA – UVV – ES), sendo registrado sob o número 108/2010.

REFERÊNCIAS

ABCCMM - Associação Brasileira dos Criadores de Cavalos Mangalarga Marchador. Uma raça brasileira. Disponível em: <http://www.abccmm.org.br/institucional/historia_da_criacao.php>. Acesso em: 01 mar 2013.

AGUERA BUENDI, E.I.; RUBIO SUQUE, M.D.; AGUERA CARMONA, S.; *et al.*. Efecto de una prueba de ejercicio de intensidad creciente en parámetros bioquímicos sanguíneos de potros pura raza española sin entrenamiento. **Arch. Zootec.** v.43, p.153-164, 1994.

BINDA, M.B.; OLIVEIRA, L.A.T.; CONTI, L.M.C.; *et al.* Avaliação da pressão arterial sistólica em equinos da raça Mangalarga Marchador após exercício físico. **ARS Veterinária**, v.29, n.3, p.132-138, 2013.

CARLSON, G.P. Interrelationships between fluid, electrolyte and acidbase balance during maximal exercise. **Equine Veterinary Journal**, v.18, Suppl., p.261-265, 1995.

COELHO, C.S.; LOPES, P.F.R.; PISSINATI, G.L.; *et al.* Influência do exercício físico sobre sódio e potássio séricos em equinos da raça Quarto de Milha e mestiços submetidos à prova de laço em dupla. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.18, n.1, p.32-35, 2011.

COENEN, M.; MEYER, H.; STADERMANN, B. Amount and composition of the GIT content according to type of food and exercise. **Advances in Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.21, p.7–20, 1990.

COENEN, M. **Basics for chloride metabolism and requirement**. In: PROCEEDINGS 16TH EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SYMPOSIUM, 1999. Raleigh, North Carolina, 1999. p. 353– 354.

COENEN, M. Exercise and stress: impact on adaptive processes involving water and electrolytes. **Livestock Production Science**, v.92, n.2, p.131-145, 2005.

COSTA, M. D.; BERGMANN, J.A.G.; REZENDE, A.S.C.; *et al.* Caracterização demográfica da raça Mangalarga Marchador. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.5, p.687-690, 2004.

CORRÊA, K.S.; MATTOSO, C.R.S.; SILVA, C.F.G.K.T.; *et al.* Enzimas musculares e eletrólitos em equinos submetidos a esforço físico prolongado, suplementados com acetato de tocoferol e selênio. **Veterinária e Zootecnia**, v.17, n.1, p.85-93, 2010.

DAY, T.K. Blood gas analysis. **Veterinary Clinical Small Practice**, v.32, n.4, p.1031-1048, 2002.

DUMONT, C.B.S.; LEITE, C.R.; MORAES, J.M.; *et al.* Osmolaridade, ânion gap, potencial hidrogeniônico e íons plasmáticos mensuráveis de equinos Puro Sangue Árabe finalistas em provas de enduro de 90km. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, n.6, p.542-546, 2012.

FAN, L.C.R.; LOPES, S.T.A.; COSTA, P.R.S.; *et al.* Anion gap no sangue venoso em equinos. **Ciência Rural**, v.24, p.101-104, 1994.

FERNANDES, W.R.; LARSSON, M.H.M.A. Alterações nas concentrações séricas de glicose, sódio, potássio, ureia e creatinina, em equinos submetidos a provas de enduro de 30km com velocidade controlada. **Ciência Rural**, v.30, n.3, p.393-398, 2000.

FERNANDES, W.R.; JÚNIOR, M.D.; TOLEDO, P.S.; *et al.* Avaliação dos níveis séricos de ureia, creatinina, sódio e potássio em cavalos da raça P.S.I submetidos a exercícios de diferentes intensidades. **Veterinária e Zootecnia**, v.17, n.3, p.359-366, 2010.

FERRAZ, G.C.; SOARES, O.A.B.; FOZ, N.S.B.; *et al.* The workload and plasma ion concentration in a training match session of high-goal (elite) polo ponies. **Equine Veterinary Journal**, v.42, supplement 38, p.191-195, 2010.

Di FILLIPO, P.A.D.; GOMIDE, L.M.W.; OROZCO, C.A.G.; *et al.* Alterações hemogasométricas e eletrolíticas de cavalos da raça Árabe durante prova de enduro de 60km. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.3, p.840-846, 2009.

GEISER, D.R.; ANDREWS, F.; SOMMERDAHL, C.; *et al.* Electrolyte and acid-base changes in combined training horses after the cross-country event. **Equine Practice**, v.16, n.7, p.20-25, 1994.

GOFF, J.P. Minerais. In: SWENSON, M.J. **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2006. p.532-555.

HINCHCLIFF, K.W. Fluids and electrolytes in athletic horses. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.14, n.1, p.1-225, 1998.

KANEKO, J.J. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6.ed. San Diego: Academic Press, 2008. 928p.

KIENZLE, E.; FREISMUTH A.; REUSCH, A. Double blind placebo controlled vitamin E and selenium supplementation of Sport horses with unspecified muscle problems. **Journal of Nutrition**, v.136, n.7, p.2045-2047, 2006.

KLEIN, B.G.; CUNNINGHAM, J.G. A Fisiologia do Músculo. In: CUNNINGHAM, J.G.; KLEIN, B.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. p.81-90.

KORZUN, W.J.; MILLER, W.G. Sodium and Potassium. In: PESCE, A.J.; KAPLAN, L.A. **Methods in clinical chemistry**. Missouri: Mosby, 1987. p.86-91.

MARTÍNEZ, P.; RAMÓN-SCAGLIONE, M.M.C. Cambios sanguíneos y sudorales en equinos sometidos a carreras de resistencia. **Avances**

en Ciencias Veterinarias, v.15, n.1-2, p.19-30, 2000.

MARTINS, C.B.; OROZCO, C.A.G.; D'ANGELIS, F.H.F.; *et al.* Determinação de variáveis bioquímicas em equinos antes e após a participação em prova de enduro. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.12, n.1/3, p.62-65, 2005.

McCONAGHY, F. Thermoregulation. In: HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. (Ed.). **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: W.B. Saunders, 1994. p.181-202.

McCUTCHEON, L.J.; GEOR, R.J. Sweat fluid and ion losses in horses during training and competition in cool vs. hot ambient conditions: implications for ion supplementation. **Equine Veterinary Journal**, n.22, Suppl., p. 54– 62, 1996.

McCUTCHEON, L.J., GEOR, R.J., ECKER, G.L., *et al.* Equine sweating responses to submaximal exercise during 21 days of heat acclimation. **Journal of Applied Physiology**, v.87, n.5, p.1843– 1851, 1999.

McKEEVER, K.H. The endocrine system and the challenge of exercise. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.18, p.321-353, 2002.

PRATES, R. C.; REZENDE, H. H. C.; LANA, A. M. Q.; *et al.* Heart rate of Mangalarga Marchador mares under marcha test and supplemented with chrome. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.916-922, 2009.

REZENDE A. S. C. 2006. Aditivos ou suplementos? Mangalarga Marchador. **Revista Oficial da ABCCMM**, v.8, n.59, p. 44-48, 2006.

RIBEIRO, C.R.; MARTINS, E.A.N.; RIBAS, J.A.S.; *et al.* Avaliação de constituintes séricos em equinos e muarees submetidos à prova de resistência de 76km no Pantanal do Mato Grosso, Brasil. **Ciência Rural**, v.34, n.4, p.1081-1086, 2004.

ROBINSON, E.N. **Current therapy in equine medicine**. 5.ed. Philadelphia: Saunders, 2003. 960p.

ROSE, J.R.; ARNOLD, K.S.; CHURCH, S. Plasma and sweat electrolyte concentrations in the horse during long distance exercise. **Equine Veterinary Journal**, v.12, n.1, p.19-22, 1980.

SANTOS, V.P. **Variações hemato-bioquímicas em equinos de salto submetidos a diferentes protocolos de exercício físico.** 2006. Porto Alegre, 94 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Curso de pós-graduação, Universidade Federal de Rio Grande do Sul.

SARKAR, B.C.; CHAUHAN, U.P. A new method for determining microquantities of calcium in biological material. **Analytical Biochemistry**, v.20, n.1, p.155-166, 1967.

SCHOTT II, H.C. Oral fluids for equine diarrhoea: an underutilized treatment for a costly disease? **Veterinary Journal**, v.155, n.2, p.119–121, 1998.

SEAHORN, J.L.; SEAHORN, T.L. Fluid therapy in horses with gastrointestinal diseases. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.19, n.3, p.665-680, 2003.