

Avaliação da glicemia e da atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatinoquinase, gama-glutamyltransferase e lactato desidrogenase em eqüinos puro sangue inglês (PSI) submetidos a exercícios de diferentes intensidades

Assesment of glycaemia and serum activities of aspartate aminotransferase, creatinekinase, gamma glutamyltransferase and lactate dehydrogenase in thoroughbred horses submitted to exercise of different intensities

Mara Regina Stipp Balarin^{1*}; Raimundo Souza Lopes²; Aguemí Kohayagawa²; Cecília Braga Laposy³; Joandes Henrique Fontque⁴

Resumo

O objetivo do presente estudo foi avaliar as alterações na bioquímica sérica em eqüinos PSI submetidos a exercícios de diferentes intensidades. Foram colhidas amostras de sangue de 60 eqüinos PSI, distribuídos nos seguintes grupos: 30 animais sendo 15 machos e 15 fêmeas, com idade de 24 a 36 meses, não submetidos a treinamento e após um período de 12 meses de treinamento e 30 eqüinos de 36 a 48 meses, em fase de treinamento, antes e após o trote. Dos animais de 36 a 48 meses foram selecionados 20 machos e 10 fêmeas e colhido sangue antes e após o galope. Determinou-se, por métodos colorimétricos, os valores da glicose plasmática e, por métodos cinéticos, as enzimas aspartato aminotransferase (AST), creatinoquinase (CK), lactato desidrogenase (LDH) e gama-glutamyltransferase (GGT). A análise estatística dos resultados comprovou a ocorrência de aumento significativo ($p < 0,05$) dos valores da glicose plasmática após o trote e galope para ambos os sexos. Para as enzimas CK e LDH ocorreram aumentos significantes ($p < 0,05$), porém, com diferenças entre os sexos. As alterações nos valores de AST e GGT não foram significantes.

Palavras-chave: Eqüino, PSI, treinamento, exercício bioquímicos

Abstract

In order to evaluate the influence of exercise of different intensities on biochemical parameters in Thoroughbred horses blood was collected from 60 animals, 30 males and 30 females. The animals were subdivided in two groups: 30 horses, 15 males and 15 females with 24 to 36 months of age and not in training, and after 12 months of training: 30 horses, 15 males and 15 females with 36 to 48 months of age in training. Blood samples were collected before and after trot and gallop. Plasmatic glucose was analyzed through a colorimetric method, while aspartate aminotransferase (AST), creatine kinase (CK), lactate dehydrogenase (LDH) and gammaglutamyltransferase (GGT) were analyzed through kinetic methods. Results show a statistically significant increase in plasmatic glucose after trot and gallop independent of gender, while the increases in CK and LDH were different for males and females. Variations for AST and GGT were not statistically significant.

Key words: Horse, thoroughbred, training, exercise, biochemistry

¹ Professora Associado. Departamento de Medicina Veterinária Preventiva. Universidade Estadual de Londrina. Fone: (43)33714485 e (43)33714379.

² Prof. Dr. Departamento de Clínica Veterinária. FMVZ. UNESP – Botucatu-SP

³ Prof. Dr. Departamento de Clínica Veterinária. UNOESTA – Presidente Prudente-SP

⁴ Prof. Dr. Departamento de Clínicas Veterinárias. UEL – Londrina-PR

* Autor para correspondência.

Introdução

As análises laboratoriais, incluindo os exames bioquímicos, tornaram-se fundamentais na avaliação do equino em competição, transformando-se em ferramentas decisivas para o acompanhamento do equino atleta. Para tanto, torna-se imprescindível o conhecimento de valores padrões de referência para a adequada interpretação dos resultados bioquímicos, além do conhecimento das alterações decorrentes do esforço físico de diferentes intensidades.

Rose (1992) afirmou a importância de se entender as alterações bioquímicas relacionadas a vários tipos de exercícios, por refletirem alterações na função de diferentes sistemas e no tipo de energia utilizada.

A aspartato aminotransferase (AST) e a lactato desidrogenase (LDH) são enzimas com atividade nos hepatócitos e fibras musculares e têm sido utilizadas associadas à creatinoquinase (CK) para a avaliação das lesões musculares, entre elas, as provocadas pelo exercício (KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997). Segundo Stockham (1995), o exercício pode liberar quantidades de enzimas suficientes para aumentar os valores séricos das enzimas AST e LDH.

Siciliano et al. (1995) e Löfstedt; Collatos (1997) referiram que o treinamento diário diminui os efeitos provocados pelo exercício, incluindo a elevação das concentrações séricas das enzimas CK e AST.

Segundo Rose et al. (1983), a velocidade e duração do exercício parecem ser os fatores mais importantes para alteração na concentração de glicose. Spinha de Toledo et al. (2001) realizaram estudos com equinos PSI e observaram que os valores médios dos teores séricos de glicose sofreram elevação nos diferentes tipos de exercício, sendo proporcional à intensidade do esforço físico.

Lopes, Krause e Costa (1993) no Brasil, observaram diferenças significativas na concentração sérica das enzimas (AST), (LDH) e gama-glutamyltransferase (GGT) em equinos PSI sadios, em relação aos valores de referência de autores estrangeiros. Os autores enfatizaram a necessidade

de cada laboratório determinar seus valores de referência.

Tendo em vista as alterações bioquímicas que ocorrem em consequência do exercício e a sua importância para avaliar a intensidade do esforço físico e considerando as diferenças decorrentes de fatores ambientais e do manejo, este trabalho tem como objetivo avaliar a glicemia e as alterações da atividade sérica de aspartato aminotransferase (AST), creatinoquinase (CK), lactato desidrogenase (LDH), gama-glutamyltransferase (GGT), e da glicemia, em equinos PSI em repouso e submetidos a exercícios de diferentes intensidades.

Material e métodos

Local de realização da pesquisa

O trabalho foi realizado no Centro de Treinamento do Jockey Clube de São Paulo, localizado em Campinas-SP e no Haras Vendaval, Boituva-SP. O material foi processado no Laboratório Clínico “Dra. Agumi Kohayagawa” da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), no Campus de Botucatu.

Animais e grupos experimentais

Com o objetivo de verificar a influência de um período de 12 meses de treinamento e dos exercícios de diferentes intensidades em equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI), sobre os valores de alguns bioquímicos foram constituídos três grupos experimentais.

Grupo 1: composto por 30 animais, 15 machos e 15 fêmeas, de 24 meses de idade pertencentes ao plantel do Haras Vendaval, não submetidos ao treinamento. Foram realizadas três colheitas com intervalo de 30 dias entre cada colheita, sempre no mesmo horário, compreendido entre 16:00 e 17:00 horas.

Grupo 2: constituído por 30 equinos, 15 machos e 15 fêmeas, de 36 a 48 meses de idade, do Centro de

Treinamento do Jockey Clube de São Paulo, submetidos a treinamentos diários. Foram realizadas três colheitas, com intervalo de 30 dias com os animais em repouso e após serem submetidos ao trote em pista de 1600 a 2000 metros, sendo que a colheita após o exercício era efetuada no máximo cinco minutos do mesmo.

Grupo 3: composto de 20 animais, 10 machos e 10 fêmeas, pertencentes ao grupo 2. Foi realizada uma colheita antes e outra imediatamente após o exercício de intensidade máxima (galope).

Colheita das Amostras

As amostras de sangue foram obtidas por punção da veia jugular, em tubo de colheita a vácuo sem anticoagulante⁵ para obtenção do soro e em frasco com anticoagulante fluoreto de potássio para obtenção do plasma. O soro foi armazenado a temperatura de menos 20° C até o momento do processamento das análises bioquímicas.

Análises Bioquímicas

As análises bioquímicas foram realizadas com as seguintes metodologias:

Aspartato aminotransferase sérica – determinada pelo método cinético⁶.

Creatinoquinase sérica – determinada pelo método cinético⁶.

Lactato desidrogenase sérica – determinada pelo método ponto final⁷.

Gama-glutamyltransferase – determinada pelo método cinético⁶.

Glicose plasmática – determinada por método ponto final⁷.

Resultados e Discussão

A consulta à literatura mostrou diferenças significativas na atividade de várias enzimas em equinos PSI, de acordo com o local onde os experimentos foram realizados. Tais diferenças podem inviabilizar uma interpretação correta, quando esses valores forem utilizados em outras regiões, demonstrando a importância de se estabelecer valores regionais de referência.

Na tabela 1 constam os valores médios obtidos para as variáveis bioquímicas em equinos PSI em repouso, antes e após um período de 12 meses de treinamento.

Tabela 1- Valores médios e desvios padrão ($\bar{x} \pm s$) de aspartato aminotransferase (AST), creatinoquinase (CK), lactato desidrogenase (LDH), gama-glutamyltransferase (GGT) séricas e glicose plasmática de equinos PSI, machos (n=15) e fêmeas (n=15), entre 24 e 36 meses de idade, antes de iniciarem o treinamento e após um período médio de 12 meses de treinamento diário.

Variável	Machos		Fêmeas	
	Antes	Depois	Antes	Depois
AST (UI/L)	141,02 ^b ± 22,03	244,23 ^a ± 37,52	140,40 ^b ± 36,07	300,99 ^a ± 4,94
CK (UI/L)	185,37 ^a ± 39,70	83,82 ^b ± 22,10	170,26 ^a ± 47,55	172,83 ^a ± 47,04
LDH (UI/L)	374,05 ^a ± 67,07	259,40 ^b ± 53,60	360,85 ^a ± 73,70	426,95 ^a ± 90,52
GGT (UI/L)	11,85 ^b ± 2,55	27,94 ^a ± 8,41	11,78 ^b ± 2,32	14,71 ^a ± 3,69
Glicose (mg/dl)	101,06 ^a ± 7,28	98,98 ^a ± 9,66	100,15 ^a ± 4,71	95,51 ^b ± 6,29

^{a,b} Diferem significativamente ($p < 0,05$) para cada sexo separadamente.

⁵ Vacuum II®, Labnew, São Paulo, Brasil.

⁶ CELM, Companhia Equipadora de Laboratórios Modernos, Brasil.

⁷ Analisa Diagnóstica Ltda, Belo Horizonte, MG.

Para equínos da raça PSI, em repouso, os valores médios para a atividade de AST obtidos por Lumsden, Rowe e Mullen (1980) e por Kaneko, Harvey e Bruss (1997) foram de 165 UI/L e de $296,0 \pm 70,0$ UI/L, respectivamente. No Brasil, Spinha de Toledo et al. (2001) obtiveram valores de $206,2 \pm 107,5$ UI/L para a AST em equínos PSI adultos.

No presente trabalho os valores apresentados pelos equínos, antes do treinamento (tabela 1) foram semelhantes aos observados por Lumsden, Rowe e Mullen (1980), Siciliano et al. (1995) e Spinha de Toledo et al. (2001) e inferiores aos relatados por Rudolph et al. (1993), Robertson et al. (1996) e Kaneko, Harvey e Bruss (1997).

Após o treinamento os valores de AST apresentaram aumento significativo para machos e fêmeas (Tabela 1). As concentrações de AST podem ser influenciadas pela fase de treinamento e pelo tipo de exercício, segundo Löfstedt e Collatos (1997). O exercício libera quantidades de AST suficientes para aumentar os valores séricos (STOCKHAM, 1995).

Nossos resultados discordam da afirmação de Rudolph et al. (1993) que o treinamento acarretaria adaptação de órgãos e tecidos caracterizada por diminuição da liberação das enzimas para a circulação. Os resultados obtidos por Rose et al. (1983) e Löfstedt e Collatos (1997) também diferem dos nossos, mas vale ressaltar que esses autores analisaram a concentração de AST após um curto período de treinamento quando comparados aos animais deste estudo, que foram submetidos a 12 meses de treinamento diários.

Os valores de AST não apresentaram alterações significativas após o trote e o galope, para ambos os sexos (tabelas 2 e 3). Resultados semelhantes aos nossos foram obtidos por Rudolph et al. (1993) e Spinha de Toledo et al. (2001), que determinaram as variações da atividade de AST após exercícios de curta duração e máxima intensidade e não observaram alterações significativas. Segundo Rose e Hodgson (1994), a utilização da atividade enzimática para avaliar as lesões musculares deve ser feita com

cautela, pois não há correlação entre a lesão muscular e a atividade sérica dessa enzima.

Os nossos resultados foram condizentes com as observações de Valberg et al. (1993) e Siciliano et al. (1995) que observaram aumento da atividade de AST após exercício de intensidade moderada, mas consideraram que o treinamento poderia atenuar esse efeito. Os equínos deste estudo, não apresentaram alterações significativas na atividade de AST quando submetidos ao exercício após os 12 meses de treinamento. Segundo Valberg et al. (1993) a AST não é músculo específica e os aumentos acarretados pelo exercício são discretos, como os observados no presente estudo.

Há uma grande variação na atividade sérica da CK, segundo a literatura consultada. Para fêmeas adultas da raça PSI, em repouso, Lumsden, Rowe e Mullen (1980) obtiveram valores 59 UI/L, enquanto os obtidos por Maitin, Coelho e Souza (1986) foram de 38,00 UI/L para ambos os sexos. Kaneko, Harvey e Bruss (1997) referiu valores de $12,9 \pm 5,2$ UI/L para a atividade enzimática de CK em equínos adultos.

A concentração de CK pode ser influenciada pela fase de treinamento e pelo tipo de exercício, segundo Löfstedt e Collatos (1997). Estes autores observaram que a concentração de CK foi relativamente mais alta nos estágios iniciais do treinamento.

Os valores médios de CK apresentados pelos equínos de 24 meses, de ambos os sexos, antes de iniciarem o treinamento (Tabela 1) foram semelhantes aos relatados por Rudolph et al. (1993), Siciliano et al. (1995) e Spinha de Toledo et al. (2001) e superiores aos obtidos por Lumsden, Rowe e Mullen (1980), Maitin, Coelho e Souza (1986), Kaneko, Harvey e Bruss (1997) e Balogh, Gaál e Ribiczeyne (2001). Os valores somente foram inferiores aos de Robertson et al. (1996). As diferenças observadas com relação aos valores obtidos por outros autores reforçam a importância do estabelecimento de valores regionais. Lopes, Krause e Costa (1993) observaram diferenças na concentração de várias

enzimas, em equínos sadios, em relação aos valores de referência de autores estrangeiros.

Neste estudo, conforme tabela 1, houve diminuição significativa dos valores da CK após o período de treinamento para os equínos machos, concordando com Löfstedt e Collatos (1997) e

também com Rudolph et al. (1993), que obtiveram diminuição progressiva da concentração sérica de CK à medida que aumentava o período de treinamento. Para as fêmeas, o treinamento não influenciou nos valores de CK, concordando com os resultados de Robertson et al. (1996).

Tabela 2 - Valores médios e desvios padrão ($x \pm s$) de aspartato aminotransferase (AST), creatinoquinase (CK), lactato desidrogenase (LDH), gama-glutamyltransferase (GGT) séricas e glicose plasmática de equínos PSI, machos (n=15) e fêmeas (n=15), entre 36 e 48 meses de idade, antes e após exercício de intensidade moderada (trote).

Variável	Machos		Fêmeas	
	Antes	Depois	Antes	Depois
AST (UI/L)	244,23 ^a ± 37,52	256,32 ^a ± 39,72	300,99 ^a ± 84,94	311,14 ^a ± 84,78
CK (UI/L)	83,82 ^b ± 22,10	106,50 ^a ± 30,30	172,83 ^a ± 47,04	176,72 ^a ± 54,27
LDH (UI/L)	259,40 ^a ± 53,60	260,10 ^a ± 47,82	426,95 ^b ± 90,52	488,49 ^a ± 126,55
GGT (UI/L)	27,94 ^a ± 8,41	27,81 ^a ± 7,13	14,71 ^a ± 3,69	13,50 ^a ± 4,32
Glicose (mg/dl)	98,98 ^b ± 9,96	112,6 ^a ± 11,80	95,51 ^b ± 6,29	126,23 ^a ± 17,76

^{a,b} Diferem significativamente ($p < 0,05$) para cada sexo separadamente.

Aumentos significativos nos valores de CK foram observados nos equínos machos após o trote e o galope (tabela 2 e 3). Para as fêmeas as alterações não foram significativas. Os resultados deste estudo foram semelhantes aos observados por Valberg et al. (1993), Siciliano et al. (1995), MacLeay et al. (2000) e Spinha de Toledo et al. (2001).

A CK é uma enzima de alta especificidade para lesões musculares e o aumento da sua atividade reflete mais aumento da permeabilidade da membrana mitocondrial do que lesão muscular, segundo Rose e Hodgson (1994). Para Spinha de Toledo et al. (2001) somente altas concentrações plasmáticas de CK refletiriam miólise significativa.

Entre as causas de aumento da concentração sérica de CK destaca-se o exercício de alta intensidade, segundo Stockham (1995) e Rose e Hodgson (1994). Comparando exercícios de diferentes intensidades, Siciliano et al. (1995) observaram que as atividades de CK e AST foram mais intensas em resposta ao exercício moderado quando comparado com o exercício intenso.

Observações semelhantes foram feitas por Rose e Hodgson (1994) e MacLeay et al. (2000).

A enzima LDH, embora menos específica que a AST e CK, tem a sua concentração elevada nas lesões musculares. Aumentos de maior magnitude de LDH foram observados em equínos, durante prova de enduro e mostraram que a duração e intensidade são importantes para determinar o aumento desta enzima durante o exercício (ROSE; HODGSON, 1994).

Para fêmeas adultas da raça PSI, em repouso, Lumsden, Rowe e Mullen (1980) obtiveram valores de 153 UI/L para a enzima LDH. Kaneko, Harvey e Bruss (1997) refere valores de 252 ± 63 UI/L para a atividade enzimática da LDH, em equínos adultos.

Os valores médios de LDH apresentados pelos equínos machos e fêmeas, deste estudo, antes de iniciarem o treinamento (Tabela 1) foram semelhantes aos referidos na literatura por Kaneko, Harvey e Bruss (1997) e Balogh et al. (2001) e inferiores aos obtidos por Lumsden, Rowe e Mullen (1980) e Spinha de Toledo et al. (2001).

Após o treinamento, os valores de LDH apresentaram diminuição significativa somente no grupo de machos. Resultados semelhantes aos verificados no presente estudo foram obtidos por Rudolph et al. (1993). Segundo esses autores os valores séricos de LDH em equínos em repouso diminuem de forma progressiva à medida que aumenta o treinamento alcançando um valor constante quando o equíno se adapta ao treinamento.

Na tabela 2 observa-se que os valores de LDH no grupo de fêmeas aumentaram significativamente após o trote. Não houve alteração significativa para os machos. Os resultados apresentados pelos equínos machos deste estudo foram semelhantes aos obtidos por Spinha de Toledo et al. (2001). Para Yashiki,

Kusunose e Takagi (1995) as grandes variações de LDH durante o repouso poderiam retardar o pico desta enzima no soro, como resposta ao exercício, justificando a ausência de alteração após o exercício. Não foi encontrado, na literatura, resultado semelhante aos obtidos neste estudo.

Os valores de LDH após o galope apresentaram aumento significativo apenas para as fêmeas (tabela 3). Este resultado está de acordo com o referido por Rudolph et al. (1993) em equínos PSI. A ausência de alterações nos valores séricos de LDH, após exercícios de máxima intensidade obtidos para os machos deste estudo, também foram observados por Spinha de Toledo et al. (2001) quando trabalharam com equínos PSI em exercício.

Tabela 3 - Valores médios e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) de aspartato aminotransferase (AST), creatinoquinase (CK), lactato desidrogenase (LDH), gama-glutamilttransferase (GGT) séricas e glicose plasmática de equínos PSI, machos (n=10) e fêmeas (n=10), entre 36 e 48 meses de idade, antes e após exercício de intensidade forte (galope).

Variável	Machos		Fêmeas	
	Antes	Depois	Antes	Depois
AST (UI/L)	188,46 ^a ± 56,64	203,02 ^a ± 63,34	246,71 ^a ± 62,24	235,93 ^a ± 42,03
CK (UI/L)	255,62 ^b ± 157,94	312,82 ^a ± 213,12	187,10 ^a ± 86,80	250,97 ^a ± 140,91
LDH (UI/L)	369,69 ^a ± 125,16	359,85 ^a ± 112,67	363,50 ^a ± 190,06	433,83 ^b ± 176,32
GGT (UI/L)	26,65 ^a ± 8,40	27,68 ^a ± 7,05	24,48 ^a ± 7,13	29,39 ^a ± 11,4
Glicose (mg/dL)	95,97 ^b ± 7,76	127,74 ^a ± 13,71	98,85 ^b ± 19,28	120,78 ^a ± 26,81

^{a,b} Diferem significativamente ($p < 0,05$) para cada sexo separadamente.

Neste estudo houve aumento significativo dos valores de GGT para ambos os sexos após o período de treinamento (tabela 1), concordando com os resultados de Robertson et al. (1996) que obtiveram aumento significativo da atividade de GGT em equínos PSI, após 16 semanas de treinamento. Nossos resultados diferem de Rose et al. (1983) que estudaram o efeito do treinamento sobre alguns constituintes bioquímicos sanguíneos, em equínos PSI e observaram pouca variação nos valores da enzima GGT, porém, devemos considerar que esses autores obtiveram esses resultados em equínos submetidos a apenas 7 semanas de treinamento. Não houve

alteração na atividade da enzima GGT após o trote e após o galope.

Antes de iniciarem o treinamento, os equínos deste estudo apresentaram valores de glicose plasmática semelhantes aos obtidos por Kaneko, Harvey e Bruss (1997) e Spinha de Toledo et al. (2001). Esses valores foram superiores aos de Freestone et al. (1991) e Lacerda Neto e Marques (1999) e inferiores aos obtidos por Aguera Buendia et al. (1994). Observou-se uma diminuição significativa dos valores de glicose, após o treinamento, para os equínos fêmeas (tabela 1). Para os machos as alterações não foram significativas estatisticamente. Rose et al. (1983), não

observaram alterações nos valores de glicose em equinos PSI após sete semanas de treinamento.

Houve aumento significativo para os valores de glicose, em ambos os sexos após o trote e após o galope (tabelas 2 e 3), indicando que a mobilização de glicose excedeu a utilização pelos músculos. A significativa elevação de glicose após o exercício indica um aumento da glicogenólise como consequência do aumento da demanda tecidual, embora o efeito do estresse do exercício possa ser importante para a sua mobilização, segundo Rose e Hodgson (1994).

Segundo Rose e Hodgson (1994) a mobilização de glicose é devida ao aumento da atividade simpática, relacionada à intensidade do exercício e ao aumento do glucagon plasmático.

Os nossos resultados concordam com os de Rose et al. (1983) e Spinha de Toledo et al. (2001) que obtiveram valores elevados de glicose plasmática em equinos submetidos a exercício de diferentes intensidades. Segundo esses autores a velocidade e duração do exercício parecem ser os fatores mais importantes para a alteração na concentração de glicose.

O aumento da concentração de glicose após o galope está de acordo com os resultados obtidos por Freestone et al. (1991) e por Aguera Buendia et al. (1994), que observaram aumento dos valores de glicose em amostras de sangue colhidas dois minutos após exercício de alta intensidade, em equinos PSI.

Spinha de Toledo et al. (2001) observaram elevação dos valores de glicose em equinos PSI submetidos a exercícios de diferentes intensidades e puderam concluir que o aumento de glicose é proporcional à intensidade do exercício.

Conclusão

Das variáveis analisadas a alteração mais consistente foi o aumento dos valores séricos de CK e da glicose plasmática após o trote e galope, proporcionais à intensidade do exercício.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro. Ao Centro de Treinamento do Jockey Clube de São Paulo, Campinas-SP, e ao Haras Vendaval, Boituva-SP.

Referências

- AGUERA BUENDIA, E. I.; RUBIO SUQUE, M. D.; AGUERA CARMONA, S.; ESCRIBANA DURÓN, B. M.; CASTEJÓN MONTIJANO, F. Efecto de una prueba de ejercicio de intensidad creciente en parámetros bioquímicos sanguíneos de potros pura raza española sin en trenamiento. *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, v. 43, p. 153-64, 1994.
- BALOGH, N.; GAÁL, T.; RIBICZEYNÉ, P.; PETRI, Á. Biochemical and antioxidant changes in plasma and erythrocytes of pentathlon horses before and after exercise. *Veterinary Clinical Pathology*, Santa Barbara, v. 30, n. 4, p. 214-8, 2001.
- FREESTONE, J. F.; WOLFSHEIMER, K. J.; KAMERLING, S. G.; CHURCH, G.; HAMRA, J.; BAGWELL, C. Exercise induced hormonal and metabolic changes in Thoroughbred horses: effects of conditioning and acepromazine. *Equine Veterinary Journal*, London, v. 23, n. 3, p. 219-23, 1991
- KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. *Clinical biochemistry of domestic animals*. San Diego: Academic Press, 1997. 932 p.
- LACERDA NETO, J. C.; MARQUES, L. C. Utilização de parâmetros clínicos e bioquímicos na avaliação de equinos submetidos a exercício de baixa intensidade e média duração. *Veterinária Notícias*, Uberlândia, v. 5, p. 77-82, 1999.
- LÖFSTEDT, J.; COLLATOS, C. Creatinekinase and aspartate aminotransferase concentrations. *The Veterinary Clinics of North American- Equine Practice*, Philadelphia, v. 13, p. 145-68, 1997.
- LOPES, S. T. A.; KRAUSE, A.; COSTA, P. R. S. Determinação dos valores médios das enzimas AST, LDH, GGT e FA no soro de equinos sadios em Santa Maria, RS. *Ciência Animal*, Fortaleza, v. 23, n. 3, p. 301-3, 1993.
- LUMSDEN, J. H.; ROWE, R.; MULLEN, K. Haematology and biochemistry reference values for the lith horse. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, Ottawa, v. 44, p. 32-42, 1980.
- MACLEAY, J. M.; VALBERG, S. G.; PAGAN, J. D.; XUE, J. L.; DELACORTE, F.; ROBERTS, J. Effect of ration and exercise on plasma creatinekinase activity and the lactate

- concentration in Thoroughbred horses if recurrent exertional rhabdomyolysis. *American Journal Of Veterinary Research*, Chicago, v. 61, p. 1390-5, 2000.
- MAITIN, R. E. C.; COELHO, H. E.; SOUZA, R. Níveis séricos de creatinafosfoquinase (CPK) de Equinos Puro Sangue e Mangalarga Marchador (MLM). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 38, p. 657-63, 1986.
- ROBERTSON, I. D.; BOLTON, J. R.; MERCY, A. R.; STEWART, B. J.; FRY, J.; SUTHERLAND, J. Hematological and biochemical values in 12 Standardbred horses during training. *Australian Equine Veterinarian*. Artarmon, v. 14, p. 72-6, 1996.
- ROSE, R. J.; HODGSON, D. R. Hematology and biochemistry In: _____. *The athletic horse*. Saunders, Philadelphia, 1994. p. 63-78.
- ROSE, R. J. *Current Therapy in Equine Medicine*. Philadelphia: W. B. Saunders, 1992. 847 p.
- ROSE, R. J.; ALLEN, J. R.; HODGSON, D. R.; STEWART, J. H. Responses to submaximal treadmill exercise in the horses: Changes in hematology, arterial blood gas and acid base measurements, plasma biochemical values and heart rate. *The Veterinary Record*, London, v. 113, p. 612-18, 1983.
- RUDOLPH, W.; GOIC, M.; MATTA, S.; SEGOVIA, P. Variación de las isoenzimas de hidrogenasa láctica posterior a um ejercicio en equinos fina sangre de carrera con diferentes períodos entrenamiento. *Archivos de Medicina Veterinaria*, Valdivia, v. 25, p. 57-65, 1993.
- SICILIANO, P. D.; LAWRENCE, L. M.; DANIELSEN, K.; POWELL, D. M.; THOMPSON, K. N. Effect of conditioning and exercise type on serum creatinekinase and aspartate aminotransferase activity. *Equine Veterinary Journal*, London, Supp. 18, p. 243-7, 1995
- SPINHA DE TOLEDO, P.; DOMINGUES JÚNIOR, M.; FERNANDES, W. R.; MAGONE, M. Atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatinoquinase, gama-glutamil transeferase, lactato desidrogenase e glicemia de cavalos da raça PSI submetidos a exercícios de diferentes intensidades. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, Niterói, v. 8, n. 2, p. 73-7, 2001.
- STOCKHAM, S. L. Interpretation of equine serum biochemical profile results. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. Philadelphia, v. 11, n. 3, p. 393-408, 1995.
- VALBERG, S. J.; JONSSON, L.; LINDHOLM, A.; HOLMGREN, N. Muscle histopathology and plasma aspartate aminotransferase, creatine kinase and myoglobin changes with exercise in horses with recurrent exertional rhabdomyolysis. *Equine Veterinary Journal*, London, v. 25, p. 11-16, 1993.
- YASHIKI, K.; KUSUNOSE, R.; TAKAGI, S. Diurnal variations of blood constituents in Young Thoroughbred horses. *Journal of Equine Science*, Tokyo, v. 6, n. 3, p. 91-97, 1995.