



AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS SÉRICOS DE ENZIMAS MUSCULARES EM EQUINOS PRATICANTES DO HIPISMO CLÁSSICO

Márcia Aparecida Andreazzi¹, Kamila Miksza Ribas Prestes², Carlos Cezar Canato Junior, Sandra Maria Simonelli³

¹ Professora Doutora do Curso de Medicina Veterinária e do Curso de Mestrado em Tecnologias Limpas da UNICESUMAR- Centro Universitário Cesumar, Maringá, Paraná, Brasil (marcia.andreazzi@unicesumar.edu.br)

² Graduandos do 5º ano de Medicina Veterinária da UNICESUMAR- Centro Universitário Cesumar

³ Professora doutora do Curso de Medicina Veterinária da UNICESUMAR- Centro Universitário Cesumar

Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014

RESUMO

Considerando a similaridade entre os sinais clínicos nas afecções musculares em equinos atletas, faz-se necessário a realização de exames complementares para auxiliar no diagnóstico, como as dosagens de creatina fosfoquinase (CK), aspartato transferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH), pois em casos de lesão muscular, elas extravasam dos tecidos e seus níveis séricos aumentam. O objetivo desta pesquisa foi dosar, em 15 equinos atletas utilizados no hipismo clássico, antes (T0) e após (T1) o treinamento, as enzimas CK, AST e LDH. Para as análises enzimáticas empregou-se o método cinético UV para a enzima AST e método enzimático colorimétrico para as enzimas CK e LDH. Observou-se que o nível médio de AST mensurado em T0 foi 223,5 UI/L e no T1, 250,3 UI/L e que, apesar de serem observadas diferenças ($P < 0,06$) entre os momentos da coleta, os resultados encontrados estão de acordo com as referências, não evidenciando lesões. O valor médio de CK no T0 foi de 170,9 UI/L e no T1 189,1 UI/L ($P < 0,067$), contudo, mesmo ocorrendo aumento em T1, os resultados também se encontram dentro dos padrões de normalidade. A atividade sérica média de LDH no T0 foi de 422,2 UI/L e no T1 435,5 UI/L ($P > 0,10$). Concluiu-se com este trabalho que não houve variação nos níveis das enzimas estudadas que pudessem se relacionar à lesões musculares, contudo, observou-se que existem muitos dados discrepantes reportados pela literatura, portanto, considerando que vários fatores influenciam os níveis destas enzimas, a interpretação de seus resultados merece cautela antes de relacioná-los com lesões musculares.

PALAVRAS-CHAVE: atividade enzimática, cavalos, lesões musculares.

EVALUATION OF SERUM LEVELS MUSCLE ENZYMES IN ATHLETIC HORSES PARTICIPATING IN SHOW JUMPING

ABSTRACT

Due to the similarity between the clinical signs in muscle disorders in equine athletes additional tests are needed, such as creatine phosphokinase (CK), aspartate transferase (AST) and lactate dehydrogenase (LDH) dosages; especially in cases of

muscle injury, those substances go beyond the tissues and their serum levels increase. The research's objective was to dose those substances in 15 athletic horses participating in show jumping in the Equestrian Club of Maringá / PR before (T0) and after (T1) the training, CK, AST and LDH enzymes. Enzymatic assays were analysed in a commercial lab. According to the results, the conclusion was that the average serum AST activity was measured at T0 223.5 IU/L, at T1, 250.3 IU/L and which one, although differences were observed ($P < 0.06$) between the collection time, the results are according to the reference, showing no injuries. although it was observed an increase in T1, the average value of CK in T0 was 170,9 IU/L and T1 189.1 IU/L ($P < 0.067$), concluding that the results are also within the normal range. In addition, the mean serum LDH activity in T0 was 422.2 IU/L and T1 435.5 IU/L ($P > 0.10$). The inference is that there was no changes in the enzymes levels, which could be related to muscle injuries. However, that there are many conflicting data reported in the literatur and since is necessary to consider that several factors could influence the levels of those enzymes what leads to the fact that interpretation of their results deserves caution before relating muscle injuries with them.

KEYWORDS: enzymatic activity, horses, muscle injuries.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a medicina equina esportiva vem ganhando grande espaço na Medicina Veterinária devido a maior utilização dos equinos nos diversos esportes equestres, levando assim a uma expansão dos estudos nesta área (SALES et al., 2013), exigindo conhecimentos específicos em relação ao desempenho atlético dos equinos, e também, quanto às estruturas do aparelho locomotor (FRANCISCATO et al., 2006; ZOBÁ et al., 2011). Por isso, análises laboratoriais tornaram-se fundamentais na avaliação do equino em competição, transformando-se em ferramentas decisivas no acompanhamento do animal atleta (MIRANDA et al., 2011).

Entretanto, considerando a similaridade de sinais clínicos em distintas afecções musculares, existe a necessidade de exames complementares, destacando-se as determinações e avaliações sanguíneas (CORRÊA et al. 2010).

Um dos exames complementares mais utilizados na medicina equina é a avaliação de enzimas da função muscular, sendo possível designar a intensidade das lesões em animais submetidos a exercícios físicos. Em uma lesão muscular ocorre o extravasamento de enzimas e de mioglobina (FRANCISCATO et al., 2006; SALES, 2013). As principais enzimas avaliadas são a creatina fosfoquinase (CK), aspartato amino transferase (AST) e a lactato desidrogenase (LDH) (ZOBÁ et al., 2011) e seus níveis séricos aumentam quando ocorre lesão muscular esquelética e cardíaca (CORRÊA et al., 2010).

A AST é uma enzima citoplasmática e mitocondrial encontrada nos hepatócitos, células musculares esqueléticas e cardíacas (FRANCISCATO et al., 2006). Ela é responsável por catalisar a transaminação de aspartato e α -cetoglutarato em oxalacetato e glutamato (LEHNINGER et al., 2013). Os equinos podem apresentar aumento nos valores de AST em consequência de miopatia ou lesão (THOMASSIAN, 2007).

A CK catalisa a fosforilação da adenosina difosfato (ADP) em adenosina trifosfato (ATP), disponível para a contração muscular (LEHNINGER et al., 2013) . A CK é a enzima mais utilizada para determinar as alterações musculares sendo considerada um indicador altamente sensível e específico de lesão muscular, pois está presente nos músculos esqueléticos, cardíacos e lisos, no entanto, devido as

diferentes taxas de desaparecimento no soro ou no plasma, a avaliação concomitante das enzimas CK e AST se constitui em poderoso diagnóstico e auxílio no prognóstico (THOMASSIAN, 2007).

Já a LDH, é responsável por catalisar a reação reversível de lactato em piruvato em todos os tecidos e está presente em maiores quantidades na musculatura esquelética (LEHNINGER et al., 2013). A concentração dessa enzima aumenta em esforços físicos de alta intensidade, dessa maneira é utilizada como marcador da atividade enzimática anaeróbica (HILL et al., 2012). As principais causas de aumento da LDH são rabdomiólise de esforço, miodegeneração nutricional, associada a deficiência de vitamina E e selênio, hipertermia e edema malignos (SMITH, 2006).

Sendo assim, a avaliação da atividade sérica dessas três enzimas se torna a melhor forma de avaliar bioquimicamente a função muscular esquelética dos equinos (SALES et al., 2013). Considerando que a raça do animal e o tipo de treinamento físico influencia a concentração sérica destas enzimas (MUÑOZ et al. 2002) e que a modalidade salto do hipismo clássico, por mesclar salto e corrida, gera necessidade de acompanhamento criterioso do condicionamento físico dos equinos (DINIZ et al., 2011), o objetivo desta pesquisa foi verificar os níveis séricos das enzimas musculares AST, CK e LDH, em repouso e após o treinamento físico, em equinos praticantes do hipismo clássico.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada no período de maio à junho de 2014, nas dependências do Clube Hípico de Maringá/ PR, onde participaram 15 equinos atletas, 8 machos e 7 fêmeas, com idade entre 10 e 15 anos e peso vivo entre 400 e 500 Kg, da raça Brasileiro de Hipismo (BH), utilizados no hipismo clássico, modalidade salto. Como critério de seleção foram escolhidos os equinos atletas clinicamente saudáveis e submetidos às mesmas condições de manejo sanitário e sob uma rotina diária de exercícios físicos como trote e galope, e treinamento de salto 4 vezes por semana.

Foram colhidas duas amostras de 5 mL de sangue, por punção venojugular, de cada animal. A primeira coleta foi realizada com os animais em repouso e, na sequência, os animais foram submetidos ao treinamento de salto em pista de areia por, em média, 40 minutos, sempre de manhã e, logo após o término, foi realizada a segunda coleta de sangue. O sangue foi colhido em tubos Vacutainer® com EDTA, identificados, refrigerados e enviados para o laboratório comercial CDVET/ Centro de Diagnóstico Veterinário de Maringá/PR. As metodologias empregadas foram o método cinético UV para a enzima AST e método enzimático colorimétrico para as enzimas CK e LDH. O laboratório considera como valores de referência para AST de 58,0 a 366,0 UI/L, para CK de 162,0 a 412,0 UI/L e para LDH de 2,4 a 140,0 UI/L.

O manejo nutricional dos animais consistiu no fornecimento de 4 Kg de ração FortSal® 14% divididos em duas vezes ao dia, às 7h00 e às 11h00 e 4 Kg de feno de coast-cross (*Cynodon dactylon*) e 4 Kg de alfafa (*Medicago sativa*) às 17h00; os animais também recebiam sal e água à vontade.

Para comparar os níveis das enzimas nos animais em repouso (T0) e após o treinamento físico (T1) foi utilizado o teste t pareado, adotando-se 10% de significância. Para análise dos dados utilizou-se o pacote computacional R (2011).

O trabalho foi realizado após aprovação do Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Centro Universitário CESUMAR / UNICESUMAR, Maringá /PR, sob protocolo de número 008/2014.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados observados (Tabela 1) demonstraram que houve diferença significativa nos níveis séricos para os animais em repouso e após o treinamento para as enzimas AST ($P < 0,06$) e CK ($P < 0,067$), entretanto, para a enzima LDH não foi verificada diferença significativa ($p > 0,10$), antes e após o treinamento.

A enzima AST é uma enzima mitocondrial e citosólica, por isso a lesão muscular deve ser grande para ocorrer liberação da mesma na corrente sanguínea e, quando ocorrem danos musculares, a AST aumenta em conjunto com a CK (NOLETO, 2012).

Em relação à atividade sérica da AST mensurada em T0, os níveis variaram entre 182 a 299 UI/L, com uma média de 223,5 UI/L e no T1, entre 194 a 389 UI/L, com uma média de 250,3 UI/L. Apesar de serem observadas diferenças ($P < 0,06$) entre os momentos da coleta, os valores encontrados estão dentro da normalidade, não evidenciando lesões, pois os valores de referência adotados pelo laboratório comercial CDVET (2014), que realizou os exames, são de 58 a 366 UI/L para os animais em repouso e, para o laboratório LAB&VET (2014), podem ser de até 280UI/L e após exercício, de 375 a 500 UI/L, sendo este maior do que o encontrado neste trabalho.

TABELA 1. Médias, desvios padrão e erro padrão dos níveis séricos das enzimas AST, CK e LDH (UI/L), em equinos atletas participantes do hipismo clássico em repouso (T0) e após treinamento físico (T1).

Enzimas	Média		Desvio padrão		Erro Padrão	
	T0	T1	T0	T1	T0	T1
AST	223,5 B	250,3 A	33,35	52,99	3,73	5,29
CK	170,9 B	189,1 A	65,51	88,80	9,58	11,74
LDH	422,2 A	435,5 A	83,75	119,03	4,96	6,83

*Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem pelo teste t ($p < 0,10$)
T0: repouso; T1: após treinamento; CV: Coeficiente de variação.

Portanto, na avaliação realizada dessa enzima, mesmo apresentando diferenças significativas, os valores obtidos estão dentro das referências relatadas, o que representa que não houve lesão muscular. Este fato pode ser explicado, considerando que os equinos avaliados são atletas hígidos e que realizam treinos adequados diariamente e, inclusive, nunca apresentaram nenhum sintoma que indicaria uma lesão muscular, como relutância em se exercitar ou saltar, claudicação ou evitar o esforço físico, DA CÁS et al. (2000) afirmaram que animais submetidos a um treinamento adequado, não apresentam aumento acentuado das enzimas musculares. Além deste fato, a AST apresenta valores máximos 24 horas depois do exercício físico (ZOBBA et al., 2011), e a coleta deste trabalho foi realizada imediatamente após exercício. Caso tivesse acontecido um aumento acentuado, seria caracterizada uma lesão durante o exercício, em que a amplitude e o tempo da mesma identificaria o tipo da lesão (SANTOS et al. 2002).

SALES et al., (2013) avaliaram a atividade das enzimas CK, LDH e AST em equinos Puro Sangue Árabe finalistas de provas de enduro de 90km objetivando relacionar possíveis alterações com o tipo de esforço físico desempenhado pelos animais. Os valores de AST relatados pelos autores foram muito superiores aos

desta pesquisa, tanto no T0 (319,9±67,48) como no T1 (455,17±88,87) e, os pesquisadores não relacionaram seus dados às lesões dos miócitos, mas sim, com o aumento da permeabilidade da membrana destas células, explicação também sugerida por SANTOS et al., (2002), fato que pode ter ocorrido nesta pesquisa também.

BACALHAO (2008) realizou uma avaliação enzimática muscular em equinos em treinamento para vaquejada em repouso e após atividade física, os quais, após aquecimento, realizaram treinos específicos incluindo esteira, alinhamento, derrubada do boi na pista em 100 metros e cavalgadas de média e alta velocidade. No T0 o autor concluiu que a média encontrada para AST foi de 164,75 UI/L e no T1 ele obteve uma média de 190,1 UI/L, valores bem menores do que os encontrados em nosso trabalho. Estas diferenças talvez sejam relacionadas à raça (Quarto de Milha) e à idade, que variou entre dois a treze anos de idade.

Por outro lado, SALES et al., (2013) realizaram um estudo com equinos finalistas de provas de enduro, e relataram valores médios de AST no T0 de 313,91UI/L e no T1 de 455,17UI/L, valores médios superiores aos encontrados nesse trabalho. Estas diferenças podem ser atribuídas ao fato de serem animais de outra raça, a Puro Sangue Árabe, e que esses animais participaram de provas de enduro de 90 km, uma corrida de longa distância que, mesmo com pontos de apoio para resfriamento e administração de eletrólitos aos animais, exige um esforço físico muito maior, devido a grande distância percorrida, além do tempo prolongado, o que difere deste trabalho onde os animais foram exercitados por quarenta minutos, sendo o exercício considerado bem mais leve. SANTOS et al., (2002) afirmaram que, em se tratando de dosagens enzimáticas, deve-se observar o nível de condicionamento físico, a intensidade e a duração do exercício, pois estes fatores interferem muito na atividade plasmática.

SANTOS et al., (2002) afirmaram que a discrepância de valores na atividade enzimática da AST pode ser devido à falta de especificidade da mesma, já que ela pode ser encontrada em vários tecidos, além disso, variações na atividade sérica das enzimas musculares podem ocorrer por diversas razões, como alteração na permeabilidade da membrana celular, que possui relação direta com aumento plasmático dessas enzimas, depuração diminuída, síntese reduzida ou aumentada ou por necrose celular.

SOARES (2004) afirmou que quando há patologias, por exemplo, infecções ou toxinas que levam a lesão da membrana celular e perda dos componentes citoplasmáticos e mitocondriais para o plasma, observa-se aumento nos níveis desta enzima, sendo assim, para identificar que o aumento dessa enzima realmente ocorreu devido à lesão muscular, deve-se associar a dosagem de AST com a dosagem de CK, a qual é músculo-específica, a elevação simultânea dessas enzimas, indica lesão muscular.

A CK é uma enzima músculo esquelética muito sensível para avaliação de lesão muscular, conseguindo assim avaliar o desempenho dos equinos atletas. Como se trata de uma enzima citoplasmática ela é rapidamente liberada na circulação, mesmo com mínimo de lesão muscular. Ela também possui uma meia vida curta, fazendo com que seus valores voltem ao normal rapidamente (SOARES 2004).

Os valores de CK no neste trabalho variaram no T0 entre 71 a 331 UI/L, com uma média de 170,9UI/L e no T1, entre 77 a 428 UI/L, com média de 189,1 UI/L, e apresentaram diferenças ($P < 0,067$) antes a após a atividade física.

Os valores no T0 se apresentaram superiores aos referenciados pelo CDVET (2014), que considera até 140UI/L e LAB&VET (2014) que preconiza até 120UI/L para animais em repouso. Por outro lado, os valores obtidos para T1 (189,1UI/L) são menores do que os padrões de normalidade descritos pelo LAB&VET (2014), que considera, para animais em treinamento, valores entre 220 a 270 UI/L.

Portanto, mesmo com o aumento significativo evidenciado nesta pesquisa, não se pode afirmar que houve lesão muscular. De acordo com HILL et al., (2012), os níveis de CK na corrente sanguínea devem ser muito altos para indicar uma lesão. SOARES (2004) afirmou que por ela ser altamente específica, se torna um indício importante de adaptação ao exercício, pois com um mínimo de lesão celular já se percebe alterações nos seus valores. Além de que, para poder afirmar a existência de uma lesão com maior precisão, deve-se dosar CK e AST simultaneamente (NOLETO, 2012). A CK apresenta valores aumentados antes da AST e desaparece primeiro, quando ela está aumentada e a AST está baixa, é indicador de lesão recente, níveis altos de ambas, indicam lesão continuada, e por fim, níveis baixos de CK e altos de AST indicam recuperação (SOARES, 2004).

GAMA et al., (2012) avaliaram a influência de diferentes provas de marcha sobre os valores séricos de AST e CK em equinos da raça Mangalarga Marchador e reportaram valores de AST e de CK no T0 de $189,3 \pm 56,0$ U/L e de $113,4 \pm 56,3$ UI/L, respectivamente. Os autores concluíram que a marcha não influenciou a atividade sérica de AST e CK, sugerindo que os equinos usados na pesquisa encontravam-se condicionados ao exercício físico imposto.

Os dados obtidos na dosagem da enzima CK, estão de acordo com HODGSON & ROSE (1994) que relataram valores entre 100 a 300 UI/L em equinos em repouso, já TOLEDO et al., (2001) relataram valores menores, entre 66,5 a 81,3 UI/L. Estes valores menores podem ser devido aos aspectos específicos da raça dos animais estudados, já que são cavalos Puro Sangue Inglês (PSI). OLIVEIRA et al. (2011) avaliaram a bioquímica sérica dos equinos da raça Puro Sangue Lusitano antes e após exercício e o valor encontrado por eles para a enzima CK, nos animais em repouso foi de 221,0 UI/L e após atividade física foi de 210,7 UI/L, valores próximos aos encontrados nesta pesquisa.

BACALHAO (2008) avaliou a atividade sérica da enzima CK em cavalos Quarto de Milha participantes de vaquejada, com idade entre 2 a 13 anos, e os valores encontrados por ele foram de 267,5 UI/L no T0 e 489,2 UI/L no T1. Estes valores estão bem acima dos encontrados neste trabalho e acima também dos valores de referência estabelecidos por autores como HERMES PARDINI (2005) e THOMASSIAN et al. (2007). Segundo SMITH (2006), quando ocorre uma elevação de grande potencial na CK como ocorreu no estudo de BACALHAO (2008), pode ser um indicativo de lesão muscular.

A elevação nos níveis séricos de CK encontrada antes e após o esforço físico deste trabalho, diverge dos resultados de RIBEIRO et al. (2004) que realizaram um estudo com equinos utilizados em provas de resistência e não encontraram diferenças significativas entre os valores de CK antes e após o exercício. Esses resultados podem ser explicados pelo fato de que um programa de treinamento adequado ao condicionamento físico, não leva ao aumento acentuado das enzimas musculares (DA CÁS et al., 2000). SANTIAGO et al., (2013) afirmaram que o treinamento físico dos equinos de concurso completo de equitação promove aumento do condicionamento físico.

HODGSON & ROSE (1994) afirmaram que a CK se eleva rapidamente após o exercício máximo, este fato justifica o aumento de CK em nosso trabalho, onde os

animais apresentaram aumento nos níveis, mesmo tendo uma rotina de trabalhos e condicionamento físico adequados. TEIXEIRA NETO et al., (2008) e ZOBBA et al. (2011) relataram que tanto CK como a LDH, apresentam valores plasmáticos máximo entre 6 a 12 horas após o exercício. Segundo BAPTISTELLA (2009), apesar de todos os conhecimentos sobre essas enzimas, principalmente sobre a meia-vida, ainda existem dúvidas em relação às informações sobre a atividade delas nos animais que realizam diferentes tipos e graus de exercício.

As elevações de CK estão comumente associadas à miopatias por esforço e manifestações de moléstias sistêmicas, por isso é considerada uma enzima altamente sensível e específica de lesões musculares, uma vez que, os principais tecidos onde se encontra essa enzima são as fibras musculares (SMITH, 2006). THOMASSIAN et al., (2007) relataram que a CK e a LDH se localizam no citoplasma das células e quando há alteração de permeabilidade ou lesão muscular essas enzimas extravasam.

A enzima LDH não é uma enzima específica e apenas com um aumento na permeabilidade da membrana já é possível que ela extravase (THOMASSIAN et al., (2007), porém, é considerada um bom indicador de lesão muscular, sendo muito utilizada associada às dosagens séricas de CK e AST, a fim de monitorar a intensidade dos exercícios. Segundo OVERGAARD et al., (2004) a CK e a LDH são indicadores de perda de integridade do sarcolema, o que pode estar relacionado a vários fatores, como deficiência de vitamina E e selênio e mioglobinúria, assim como, lesões musculares de diferentes origens e dependentes da distância percorrida pelo animal. Desta forma, essas enzimas se tornam parâmetros importantes na clínica médica antes e após o exercício.

BALOGH (2001) relatou que a enzima LDH, em cavalos de salto, aumenta imediatamente após o exercício e se mantém elevada após 24 horas. Segundo THOMASSIAN et al., (2007) a LDH apresenta valores máximos plasmáticos entre 6 a 12 horas após exercício; a LDH é um marcador da atividade enzimática anaeróbica, a qual aumenta em treinamentos de alta intensidade.

Na atividade sérica de LDH mensurada em T0, os valores variaram entre 275 a 578 UI/L, com uma média de 422,2 UI/L e no T1, os valores ficaram entre 255 a 575 UI/L, com média de 435,5 UI/L, não apresentando diferença estatística antes e depois do exercício ($P > 0,10$). No T0 os valores encontram-se de acordo com aqueles referenciados pelo CDVET (2014), que são de 162 a 412 UI/L e LAB&VET (2014), que são de até 570 UI/L para animais em repouso. Contudo, o resultado de T1 se encontra bem abaixo do preconizado pelo LAB&VET (2014) que afirma que os valores de referência para animais em treinamento variam de 670 a 770 UI/L.

Os valores encontrados apresentam discrepância com as referências de THOMASSIAN et al., (2007), que observaram uma média de LDH em animais em repouso de 470,5 UI/L. Já TOLEDO et al., (2001), que trabalharam com cavalos Puro Sangue Inglês (PSI) em repouso encontraram valores entre 167 a 190,9 UI/L.

BACALHAO (2008) dosou LDH em equinos em treinamento para vaquejada e encontrou valores médios de 609,5 UI/L para os animais em repouso e 814,8 UI/L para os animais pós atividade física, que são valores são muito superiores aos observados neste trabalho.

SALES et al., (2013) avaliaram a atividade sérica de LDH antes e após esforço físico, em equinos finalistas de enduro, da raça Puro Sangue Árabe, com idades entre seis e doze anos. Os valores encontrados foram de 403,01 UI/L (T0) e 679,31 UI/L (T1), apresentando uma diferença estatística entre os valores. Estes valores de T1 tão superiores aos encontrados neste trabalho são explicados por MUÑOZ et al.,

(2012) que confirmaram que a raça do animal, o tipo de treinamento físico, tipo de trabalho, intensidade e duração influenciam nas concentrações das enzimas plasmáticas.

OVERGAARD et al., (2004) citaram que as enzimas CK ou LDH, liberadas no sangue, são indicadores de perda de integridade do sarcolema, cuja extensão de resposta pode estar relacionada a vários fatores, como por exemplo, a distância percorrida pelo animal.

CONCLUSÃO

De acordo com resultados obtidos nessa pesquisa conclui-se que para a atividade sérica média da AST e CK, embora terem sido observadas diferenças entre os momentos da coleta, os resultados encontrados estão de acordo com os valores de referência, não evidenciando lesões.

Para a atividade sérica média de LDH foi verificado valor abaixo de referência para animais em treinamento.

Alguns fatores como a raça, a idade, a dieta alimentar, o condicionamento físico, a quantidade e duração dos exercícios além da metodologia empregada e momento da coleta podem influenciar os níveis das enzimas musculares, evidenciando que a interpretação das análises merece atenção e cautela antes de relacioná-las com lesões musculares.

REFERÊNCIAS

BACALHAO M. B. M. **Avaliação enzimática muscular em equinos (*Equus caballus*, Linnaeus, 1758) em treinamento para vaquejada, sob repouso e pós atividade física.** Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, 2008, 79p.

BALOGH, N. Biochemical and antioxidante changes in plasma and everythrocytes of pentathlon horses before and after exercise. **Vet. Clinic. Pathol.**,v.30, n.4, p. 214-218, 2001.

BAPTISTELLA, M. F. Atividade sérica das enzimas aspartato aminotransferase, creatinoquinase e lactato desidrogenase em eqüinos submetidos a diferentes intensidades de exercícios. **Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente.** v. 12, n. 13, 2009.

CEDVET, Centro de Diagnóstico Veterinário de Maringá. 2014. **Valores de referência. Equinos.** Disponível em: <http://www.cdvetmaringa.com.br/>, Acesso em: 12/08/2014.

CORRÊA K.S., MATTOSO C.R.S., SILVA C.F.G.K.T LAGOS, M.S.; TAKHIRA, R.K.; LOPES, R.S. Enzimas musculares e eletrólitos em equinos submetidos a esforço físico prolongado, suplementados com acetato de tocoferol e selênio. **Vet. Zootec.** v. 17, p.85-93, 2010.

DA CÁS, E.L.; ROSAURO, A. C.; SILVA, C. A. M. MONDINO, C.A.; BRASS, K.E. Concentração sérica das enzimas Creatinoquinase, Aspartatoaminotransferase e Dehidrogenase Láctica em equinos da raça Crioula. **Ciênc. Rural**, Santa Maria v.30, n.4, p.625-629, 2000.

DINIZ, M.P.; MICHIMA, L.E.S.; FERNANDES, W.R. Estudo eletrocardiográfico de equinos de salto sadios. **Pesq. Vet. Bras.**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 4, 2011.

FRANCISCATO, C.; LOPES, S. T. A., VEIGA, Â. P. M.; MARTINS, D. B.; EMANUELLI, M. P.; OLIVEIRA, L. S. O. Atividade sérica das enzimas AST, CK e GGT em cavalos crioulos. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 41, n. 10, 2006.

GAMA, J.A.N.; SOUZA, M.S.; PEREIRA NETO, E.; SOUZA, V. R. C.; COELHO, C. S. Concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase e concentrações plasmáticas de lactato em equinos da raça Mangalarga Marchador após exercício físico. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 49, n. 6, p. 480-486, 2012.

HERMES PARDINI, 2005. Laboratório de Medicina Preventiva e Diagnóstica. **Valores de referência.** Disponível em: <http://www3.hermespardini.com.br/pagina/936>. Acesso em: 24/07/2014.

HILL, R. W.; WYSE, G. A.; ANDERSON, M.; PÖPP, Á. G.. **Fisiologia animal**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. 894 p.

HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. **The athletic horse: principles and practice of equine sports Medicine**, p.63-78, 1994. In: Hodgson D.R. & Rose R.J. (Eds), Hematology and Biochemistry. W.B. Saunders, Philadelphia.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 5. ed. São Paulo: Sarvier, 2013. 1273 p.

LAB&VET, 2014. **Valores de referência. Equinos.** Disponível em: http://www.labvet.com.br/html/conteudo_informacoes_referencia_equinos.htm, Acesso em: 01/08/2014.

MIRANDA R.L.; MUNDIM A.V.; SAQUY A.C.S, COSTA A.S.; GUIMARÃES E.C.; GONÇALVES F.C.; SILVA F.O.C. Perfil hematológico de equinos submetidos à prova de Team Penning. **Pesq. Vet. Bras.**, Rio de Janeiro, v. 31, n.1, Jan. 2011.

MUÑOZ, A.; RIBER, C.; SANTISTEBAN, R.; LUCAS, R.G.; CASTEJÓN, F.M. Effect of training duration and exercise on blood-borne substrates, plasma lactate and enzyme concentrations in Andalusian, Anglo-Arabian and Arabian breeds. **Eq. Vet. Jorn. Sup.**, v. 34, p. 245–251, 2002.

NOLETO, P. G. **Perfil bioquímico sérico de equinos submetidos à prova de esforço físico**. 49 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012, 49p.

OLIVEIRA, G. I.V., KUHAWARA, K.C., LAPOSY, C.B., MELCHERT, A. Bioquímica sérica de equinos da raça puro sangue lusitano antes e após exercício. **Colloquium Agrariae**, v. 7, n.2, p.14-19, 2011.

OVERGAARD, K.; FREDSTED, A.; HYLDAL, A.; INGEMANN-HANSEN. T.; GISSEL, H.; CLAUSEN, T. Effects of running distance and training on Ca²⁺ content and

damage in human muscle. **Med. Sci. Sports e Exerc.**, Hagerstown, v.36, n.5,p.821-829, 2004.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2011. ISBN 3-900051-07-0, disponível em <http://www.R-project.org>.

RIBEIRO, C.R.; MARTINS, E.A.N.; RIBAS, J.A.S.; GERMINARO, A. Avaliação de constituintes sérico em equinos e muares submetido à prova de resistência de 76 km, no Pantanal do Mato Grosso, Brasil. **Ciênc. Rural**, v.34, n.4, 2004.

SALES, J.V.F., DUMONT, C. B.S., LEITE, C. R., MORAES, J.M.M., GODOY, R. F., LIMA, E.M.M. Expressão do Mg⁺², CK, AST e LDH em equinos finalistas de provas de enduro. **Pesq. Vet. Bras.**, Rio de Janeiro, v.33, n. 01, p.105-110, 2013.

SANTIAGO, J.M.; ALMEIDA, F.Q.; SILVA, L.L.F.; MIRANDA, A.C.T.; AZEVEDO, C.A.A.; CARRILHO, S.S. Hematologia e bioquímica sérica de equinos de concurso completo de equitação em treinamento. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.65, n.2, p.383-392, 2013.

SANTOS, S.A., CRISPIM, S.M.A., SOARES, A.C., MAURO, R.A., PEREIRA, M., SERENO, J.R.B. Grazing patterns of pantaneiro horses: An element of adaptability to the Pantanal Region, Brazil. **Arch. Zootec.** v.51, p.129-138, 2002.

SOARES, E. C. **Indicadores hematológicos e bioquímicos na avaliação da performance de equinos atletas**. Seminário da disciplina Bioquímica do Tecido Animal (Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004, 19 p.

SMITH, B. P. **Tratado de Medicina Interna de Grandes Animais**. 3^o ed. V.1 e V.2. São Paulo:Manole, 2006, 1784p.

TEIXEIRA NETO, A.R.; FERRAZ G.C.; MOSCARDINI A.R.C.; BALSAMÃO G.R.; SOUZA J.C.F.; QUEIROZ-NETO A. Alterations in muscular enzymes of horse competing long-distance endurance rides under tropical climate. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v.60, p.543-549, 2008.

TOLEDO P.S., D. Jr. M.; FERNANDES, W.R.; MANGONE, M.. Atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatina quinase, gamaglutamiltransferase, lactato desidrogenase e glicemia de cavalos da raça P.S.I. submetidos à exercícios de diferentes intensidades. **Rev. Bras. Ciênc. Vet.** v.8, p.73-77, 2001.

THOMASSIAN A., CARVALHO F., WATANABE M.J., SILVEIRA V.F., ALVES A.L.G., HUSSNI C.A., NICOLETTI J.L.M. Atividades séricas da aspartato aminotransferase, creatina quinase e lactato desidrogenase de equinos submetidos ao teste padrão de exercício progressivo em esteira. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.** v.44, n.183-190, 2007.

ZOBBA, R.; ARDU, M.; NICCOLINI, S. CABEDDU, F.; DIMAURO, C.; BONELLI, P.; DEDOLA, C.; VISCO, S; LINNA PARGAGLIA, M. L. Physical, hematological and

biochemical responses to acute intense exercise in polo horses. **J. Eq. Vet. Sci.**, Wildomar, v.31, p. 542-548, 2011.