

INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO NAS ENZIMAS CREATINA QUINASE (CK), ASPARTATO AMINOTRANSFERASE (AST) E PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS EM CAVALOS ANTES E APÓS PROVA DE HIPISMO CLÁSSICO¹

GUSSULLI, Lucas Matheus²
GOMIERO, Renne Leonardo Sant'Ana³

RESUMO

O grande número de equinos praticantes de hipismo clássico vem aumentando com a divulgação do esporte principalmente em olimpíadas, e com isso os cuidados com os animais atletas também vêm sendo maior. Devido à similaridade dos sinais clínicos e lesões musculares provocadas por exagerado treinamento e uma alimentação má adequada, se faz necessário a realização de exames complementares para um diagnóstico mais preciso. O objetivo desse trabalho foi mensurar o hemograma completo antes e após prova de salto e realizar a dosagem de creatina fosfoquinase (CK) e aspartato transferase (AST), em 15 equinos da modalidade de salto. A coleta de sangue foi feita através da punção da veia jugular, com agulha 40x12 em tubos com e sem EDTA sendo que CK e AST permaneceram dentro dos valores de referência após o exercício houve apenas uma variação no hemograma, o hematócrito, hemoglobina e hematometria tiveram diferenças significativas em seus aumentos.

PALAVRAS-CHAVE: Equinos, Potencial Atlético, Injúria Musculoesquelética.

1. INTRODUÇÃO

Há um grande número de praticantes de hipismo clássico que utilizam animais de alta performance visando, em sua maioria, a obtenção de melhores resultados em provas. Porem a falta de um controle rotineiro adequado de treino e alimentação, podem acarretar em um desenvolvimento de doenças que afetam o sistema muscular.

Durante um treinamento, diversos sistemas orgânicos interagem entre si, sendo que a combinação dessa interação é de alta importância para a avaliação do potencial atlético de cada equino, sendo útil no estudo da perda de rendimento dos animais e também para determinação de um treino específico para correção, ou sua melhora quando há algumas limitações físicas individuais. (MIRIAN e FERNADES, 2011)

Uma das causas mais comuns de resultados negativos em competições equestres é a injúria musculoesquelética, sendo a queda no desempenho muscular um dos principais motivos (KINNUNEN *et al.*, 2005). Considerando que os sinais clínicos de afecções musculares em equinos são semelhantes, faz-se necessário a realização de alguns exames complementares para auxilio de diagnóstico. (ANDREAZZ *et al.*, 2014)

¹ Trabalho de Conclusão de Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário FAG, defendido em Dezembro de 2017.

² Médico Veterinário graduado pelo Centro Universitário FAG. E-mail: lugusgussulli@hotmail.com

³ Médico Veterinário. Professor do Centro Universitário FAG. E-mail: renne@fag.edu.br

Um dos exames complementares mais utilizados na medicina equina é a avaliação de enzimas da função muscular, possibilitando designar a intensidade da lesão em equinos submetidos a exercícios físicos de alta intensidade. Em uma lesão muscular ocorre o extravasamento de enzimas e de mioglobina (FRANCISCATO *et al.*, 2006; SALES, 2013). Visando os valores fisiológicos de diferentes elementos existentes no soro sanguíneo que podem ter uso na avaliação das funções de órgãos como fígado, rim e músculos, permitindo assim a verificação de alterações que auxiliam no diagnóstico e prognóstico de processos patológicos. (TOLEDO *et. al.*, 2001)

Tendo como objetivo determinar a atividade sérica das enzimas creatina quinase (CK), aspartato aminotransferase (AST), lactato desidrogenase (LDH) pois quando há lesão muscular, elas extravasam dos tecidos e seus níveis séricos acabam aumentam nos exames (ANDREAZZ *et al.*, 2014 THOMASSIAN *et al.*, 2007)

A creatina quinase (CK) é uma das enzimas musculares que apresenta grande sensibilidade em lesão muscular, estando presente nos músculos esqueléticos, cardíacos e lisos. Quando a CK é liberada do músculo e seu valor for maior que 10.000 UI/L da atividade plasmática é um indicativo de lesão muscular. (ANDERSON *et al.*, 1975). Em casos onde não há sinais físicos de miopatia e a elevação das enzimas CK e AST estiverem elevadas, não se pode excluir a existência da enfermidade. Sendo que o significado fisiológico do aumento dessas enzimas após um exercício físico, em equinos fisicamente normais, ainda não está totalmente definido (THOMASSIAN *et al.*, 2007).

Nos casos de aspartato aminotransferase (AST) é uma enzima citoplasmática e mitocondrial, presente em vários tecidos como fígado, músculos esquelético e cardíaco (TENNANT, 1997). Sendo ela responsável por catalisar a transaminação de aspartato e α -cetoglutarato em oxalacetato e glutamato. A sua concentração sérica apresenta pico após 24 horas, e pode se manter elevada por 5 dias ou semanas. (THOMASSIAN *et al.*, 2007). Em alguns casos, nos eqüinos enduristas, observaram-se valores superiores a 30.000 UI/L sem evidência clínica de distúrbio muscular, (HODGSON, 1994) mas um aumento nos valores de AST podem ter consequências de doenças como miopatia do exercício ou lesões musculares (THOMASSIAN, 2007).

Tendo em vista uma lacuna presente em estudos sobre a resposta sanguínea ao exercício em cavalos submetidos a competições de salto, o trabalho contribui para a pesquisa dos índices séricos das enzimas aspartato aminotransferase (AST) e creatina quinase (CK), junto com um hemograma completo em animais destinados a provas de salto.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizada no período de outubro de 2017, nas dependências da Sociedad Hipica Paranaense Paraguay, em ciudad del leste - PY. Foram utilizados 15 equinos clinicamente sadios, 8 fêmeas e 7 machos castrados, com idade compreendida entre cinco e doze anos, da raça Brasileira de Hipismo (BH), com peso médio de 450 kg, com um regime de treinamento para provas de salto. Todos os animais utilizados têm uma rotina de treinamento de 6 vezes na semana, se dividindo em 4 dias da semana exercícios de trote e galope e 2 vezes na semana realizados treinamento de salto, tendo um dia de descanso. O manejo nutricional e sanitário dos animais é regido da mesma maneira, a alimentação fornecida de 4 kg de ração dividido em duas vezes ao dia, as 7:30 as 18:00 horas sendo fornecido 2 kg de feno de coast-cross (Cynodon dactylon) e 2 Kg de alfafa (Medicago sativa) as 13:00 horas, os equinos envolvidos na pesquisa também recebiam sal e agua à vontade.

Foram colhidas três amostras de 5 mL de sangue, por punção venojulugar, com agulha 40 x 12 de cada animal. A primeira coleta realizada com o animal em repouso, 1 hora antes da prova e logo após a prova realizada pelo animal, com intervalo de tempo de 4 horas será coletada nova amostra para analise de CK e AST. O sangue colhido em tubo com EDTA e sem EDTA para exames de enzimas séricas. As amostras foram processadas no laboratório hospital veterinário FAG

A pesquisa teve como intensão comparar os níveis de CK e AST nos animais em repouso (T0) e após prova de salto (T1). Sendo o mesmo realizado após aprovação do Comitê de Ética no uso de Animais. Os dados foram tabulados e realizado um estudo inteiramente casualizado para avaliar se existem diferenças significativas entre as colheitas nos mesmo animais e entre os diferentes animais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da Tabela 1, podem ser observados os resultados dos exames realizados para obter a resposta sanguínea ao exercício em cavalos submetidos a competições de salto. Houve diferença significativa entre os tempos (tempo 0 e 1) para os parâmetros hematimetria, hematocrito e hemoglobina, no qual o tempo 1 apresentou resultados superiores.

Para os demais parâmetros, não houve diferença significativa (95% de confiança) entre os tempos, no entanto para os parâmetros Eosinófilo relativo, Segmentados relativos, Linfócitos

relativos, Monócitos relativos e plaquetometria é possível observar a tendência de redução e aumento nos parâmetros ao comparar tempo 0 e 1.

Tabela 1 – Resultados sobre a resposta sanguínea ao exercício em cavalos submetidos a competições de salto, em animais destinados a provas de salto.

Exames	Tratamento		
	Tempo 0	Tempo 1	CV
Hematimetria	$7,56 \pm 0,28$ a	$9,42 \pm 0,41$ b	<i>19,14</i>
Hematórito	$35,15 \pm 1,29$ a	$43,90 \pm 1,76$ b	<i>18,63</i>
Hemoglobina	$11,97 \pm 0,44$ a	$14,70 \pm 0,61$ b	<i>18,36</i>
Vcm	$46,36 \pm 0,60$ a	$46,77 \pm 0,58$ a	<i>4,87</i>
Chcm	$34,09 \pm 0,21$ a	$33,52 \pm 0,46$ a	<i>4,14</i>
Hcm	$15,77 \pm 0,23$ a	$15,69 \pm 0,31$ a	<i>6,64</i>
Rdw	$19,58 \pm 0,22$ a	$19,70 \pm 0,22$ a	<i>4,27</i>
Leucometria global	$6,18 \pm 0,27$ a	$6,71 \pm 0,29$ a	<i>17,19</i>
Eosinófilo relativo	$1,47 \pm 0,29$ a	$0,73 \pm 0,28$ a	<i>105,02</i>
Segmentados relativo	$65,07 \pm 1,86$ a	$58,67 \pm 3,96$ a	<i>19,73</i>
Linfócitos relativos	$32,60 \pm 1,81$ a	$40,13 \pm 4,03$ a	<i>34,39</i>
Monócitos relativos	$0,93 \pm 0,28$ a	$0,47 \pm 0,27$ a	<i>155,36</i>
Plaquetometria	$72,60 \pm 9,55$ a	$90,33 \pm 10,25$ a	<i>47,58</i>
CK		$221,18 \pm 57,00$ a	<i>99,81</i>
AST		$190,33 \pm 12,54$ a	<i>25,51</i>

* Valores apresentados como Média \pm Erro Padrão. CV: Coeficiente de Variação.

**Colunas com letras diferentes na mesma linha indica que houve diferença significativa entre os Tempos ao nível de 95% de confiança (ANOVA e Teste de comparação de médias de Tukey).

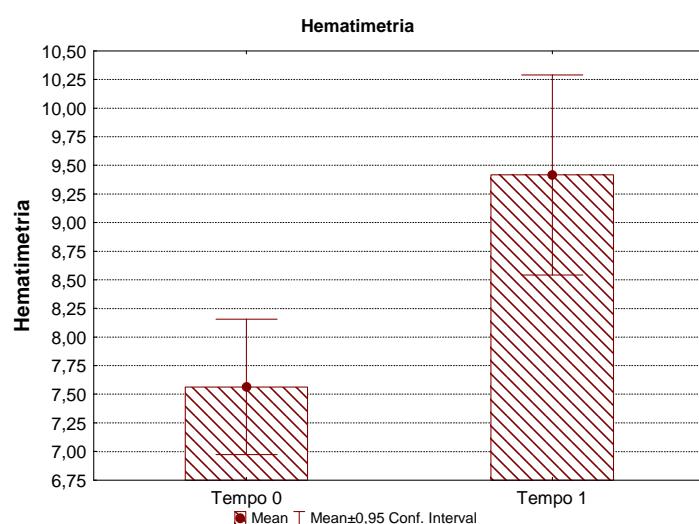
Comparados os valores dos parâmetros hematológicos em repouso e logo após o exercício com os valores de referência citados, pode ser notado que a maioria permaneceu dentro da normalidade, exceto, a hematimetria, hematóritos e as hemoglobinas, que apresentaram os seus valores ligeiramente acima do fisiológico. Os valores das enzimas CK e AST se manterão dentro dos parâmetros, mostrando que não houve nenhuma lesão muscular causada pelo exercício.

Nesta pesquisa, conseguimos observar um aumento do volume globular após a prática do exercício físico, esse achado também é visto por Gomez *et al.*, (2004), Orozco *et al.*, (2006) e Ferraz *et al.*, (2009). Segundo Purdue, Hensley (1977) e Santos (2006) esse aumento e resultados da contração esplênica e redução do volume plasmático por redistribuição do volume vascular, isso ocorre pela perda de fluido consequência da sudorese em condições ambientais de calor e umidade alta, tendo também influência da respiração. Reforçando a teoria que a elevação do volume globular

se dá pela perda de água dos compartimentos extravascular ou também pela troca transitória de fluidos entre o compartimento extra e intravascular.

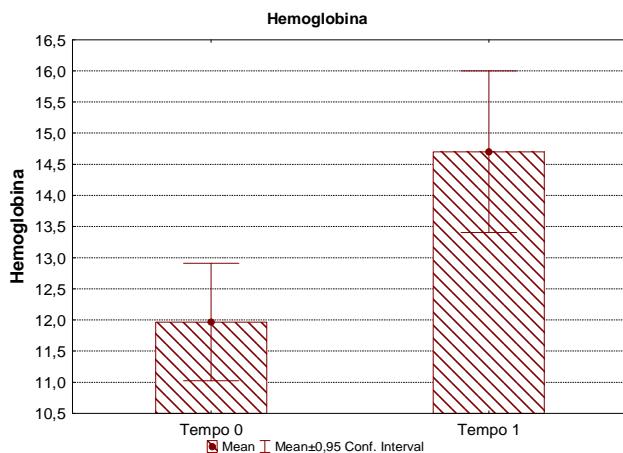
Segundo Gomez *et al.* (2004) essa contração esplênica é responsável pelo aumento do volume globular, devido à combinação desta causa com a redistribuição do volume de fluido circulante, por meio do aumento da pressão sanguínea arterial. Esse aumento faz com que não tenha uma queda da concentração de oxigênio sanguíneo durante o exercício. (Figura 01)

Figura 01 – Resultados da resposta sanguínea ao exercício em cavalos submetidos a competições de salto.



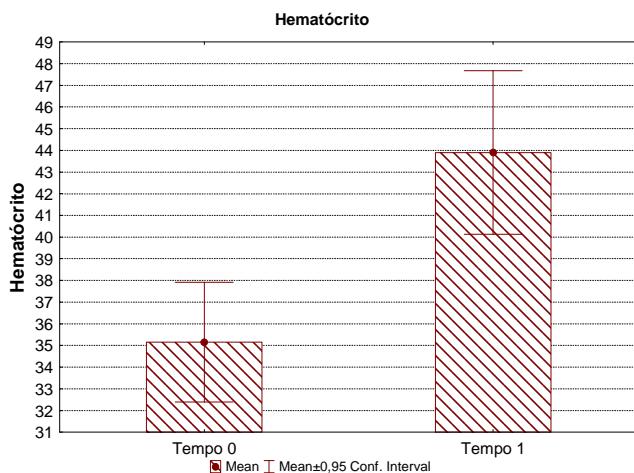
De acordo com Ferraz *et al.*, (2009) o aumento da concentração das hemoglobinas tem como intuito de aumentar a capacidade de oxigenação do sangue como resposta fisiológica após os exercícios de salto, esse relato também é observado por Arguileira- Tejero *et al.*, (2000), Gomez *et al.*, (2004), Orozco (2007). Os autores afirmam que esse aumento corresponde ao mesmo fator que acompanha o aumento do volume globular, esse estímulo simpático do exercício mediante mecanismo adrenérgico produz uma contração na musculatura esplênica, fazendo com que seja lançado na circulação sanguínea um maior número de células vermelhas. Conforme Evans; Rose (1988) a capacidade de utilização do oxigênio e a sua disponibilidade são fatores que limitam o metabolismo aeróbico. A função cardiorrespiratória, o tempo de transito sanguíneo no músculo, a capilarização e a concentração de hemoglobinas no sangue, são fatores taxativos para o metabolismo aeróbico. Esse aumento na concentração de hemoglobina se deve à influência da força do exercício e pela excitação individual provocada pelo ambiente da prova VOSS *et al.*, (2002). (figura 02)

Figura 02 – Resultados da resposta sanguínea ao exercício em cavalos submetidos a competições de salto.



De acordo com Aguilera- Tejero *et al.*, (2000) esse aumento dos hematócitos após o exercício são comuns na literatura e a sua finalidade é aumentar a capacidade sanguínea de transporte de oxigênio. Snow *et al.*, (1983) afirma também que o aumento de hematócrito é resultante da contração esplênica e redução do volume plasmático por redistribuição do volume vascular, fato que Harris (1988) também confirma, entretanto Lekeux *et al.*, (1991) relata que o aumento foi menor que o encontrado para modalidades de exercício máximo, esse fato se explica pela maior contração esplênica conjunto a atividade simpática de menor intensidade. De acordo com Barrey e Valette (1993) quanto maior o nível de competitividade na modalidade de salto que o cavalo participa, maior é o aumento dos hematócrito.

Figura 2 – Hematócrito de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos.



Nesse estudo não houve alterações nos exames em relação ao VCM, CHCM, HCM e RDW, em outros estudos feitos por Kingston (2008) e McGowan (2008) relatam um pequeno aumento desses parâmetros nessas enzimas, sendo mais vista em animais jovens. Em estudos feitos por Smith *et al.*, (1989), Pellegrini-Masini *et al.*, (2000) e Kingston (2004) Pode se observar um aumento do VCM e uma diminuição na CHCM. De acordo com Person (1967) o maior volume da mesma levaria a um aumento da capacidade de transporte de oxigênio dos eritrócitos e consequentemente uma maior capacidade aeróbia desses animais jovens. Segundo o autor este aumento pode indicar que o metabolismo anaeróbio é de extrema importância para a modalidade de salto, já a via aeróbia serve como produtora de energia tem uma importância maior na diferenciação de níveis de competição que o animal compete.

Segundo Hanzawa *et al.* (1995), Pelegrini-Masini *et al.*, (2000) e Balarin *et al.*, (2006), esse aumento do RDW após o exercício de alta intensidade está ligado a liberação de eritrocitos jovens, de um tamanho maior, pelo baço, que libera a estoque de células maduras ou pode estar ligado a mudança no pH sanguíneo e na osmolaridade plasmática.

A série leucocitária também foi analisada, eosinófilos, segmentados, linfócitos e monócitos não tiveram nenhum tipo de alteração. Alguns estudos mostram alterações em cavalos quarta de milha, que competem ‘team penning’, entretanto o número de linfócitos e eosinófilos reduziram caracterizando o estresse fisiológico em consequência do exercício físico. MIRANDA (2011). De acordo com Thrall *et al.*, (2007) esse estresse fisiológico pode levar a um quadro de eosinopenia e monocitose. Nos estudos realizados pelo autor houve uma diminuição dos números de eosinófilos e aumento de monócitos após exercício, mas esse aumento não chegou a ser significativo ficando dentro dos parâmetros normais. Uma comparação feita entre os resultados do estudo realizado com os valores de referência citado por Jain (1993) mostram que em sua grande maioria os resultados descritos permanecem dentro dos limites citados pelo autor.

Já as enzimas creatina quinase (CK), aspartato aminotransferase (AST) não mostraram nenhuma alteração, os valores se manterão dentro da normalidade, confirmado que apesar do esforço feito pelo animal não resultou em nenhuma lesão muscular. De acordo com Benesi et al. (2009) e Munoz *et al.*, (2012) o tipo de exercício diária e a idade do animal influenciam os valores basais das enzimas CK e AST. Em estudos feitos por Art *et al.*, (1990) e Lekeux et al. (1991) relatam um aumento significativo das enzimas, Dias *et al.*, (2009) que trabalha com equinos da raça BH também relata um aumento das enzimas CK e AST, os autores alegam que apesar do exercício de salto ser uma atividade de curta duração e velocidade mediana, provavelmente constitui esforço

de intensidade elevada. Esse aumento não ocorreu no estudo feito nos animais que realizaram o teste. Esse aumento pode ser justificado pela altura de salto realizada pelos animais dos trabalhos citados, podendo ser um esforço maior do que o presente estudo. Já em estudo feito por Vincze *et al.*, (2000) relatou que não houve aumento em CK e AST, o autor ressalta que os valores das enzimas possuem alta variabilidade individual. Essa teoria é afirmada por Harris *et al.*, (1998) e Kingston (2008) que diz que a intensidade, duração, idade e fatores como clima interferem nos valores da atividade séricas das enzimas. Segundo Teixeira –Neto *et al.*, (2008) os valores da atividade de CK e AST, não estão semelhantes ao relatado na literatura, que mostra picos de atividades destas enzimas de 6 a 12 horas após o exercício ou a lesão muscular.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos conclui-se que a prova de salto ocasionou diferenças pouco significativas das amostras analisadas, houve diferença significativa entre os tempos (tempo 0 e 1) para os parâmetros hematimetria, hematocrito e hemoglobina, no qual o tempo 1 apresentou resultados superiores. A análise feita nas enzimas CK e AST não tiveram nenhuma alteração mostrando que os equinos estavam fisicamente preparados para o exercício proposto.

REFERÊNCIAS

AGUILERA-TEJERO E., ESTEPA J.C., LÓPEZ I., BAS S., MAYER-VALOR R. & RODRÍGUEZ M. 2000. Quantitative analysis of acid-base balance in show jumpers before and after exercise. **Res. Vet. Sci.** 68(2):103-108. Disponível em :
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000065&pid=S0100-736X201100010001300001&lng=en Acesso: dia 25 de outubro de 2017.

ART, T.; AMORY, H.; DESMECHT, D.; LEKEUX, P. Effect of show jumping on heart rate, blood lactate and other plasma biochemical values. **Equine Veterinary Journal Supplement**, n. 9, p. 78-82, 1990.

ANDERSON, M. G. The influence of exercise on serum enzyme levels in the horse. **Equine Veterinary Journal**, v. 45, n. 4, p. 361-370, 1975 Disponível em :
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2042-3306.1975.tb03258.x/pdf> Acesso em 16 de Abril 2017

BARREY, E.; VALETTE, J. P. Exercise-related parameters of horses competing in show jumping events ranging from a regional to an international level. **Annales de Zootechnie**, v. 42, p. 89-98, 1993.

BALARIN, M.R.S.; LOPES, R.S.; KOHAYAGAWA, A. LAPOSY, C.B.; FONTEQUE, J.H. Valores da Amplitude de Distribuição do Tamanho dos Eritrócitos (RDW) em equinos Puro Sangue Inglês (PSI) submetidos a exercícios de diferentes intensidades. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 5, p. 637-641, 2006.

BENESI, F. J.; HOWARD, D. L.; LEAL, M. L. R.; GACEK, F.; SOUZA, J. A. T.; FERNANDES, W. R. Perfil bioquímico de algumas enzimas no plasma sangüíneo de potras da raça Brasileiro de Hipismo (BH) criadas em Colina, Estado de São Paulo, **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 46, n. 4, p. 288-295, 2009.

DIAS, D. C. R.; ROCHA, J. S.; GUSMÃO, A. L.; EL-BACHÁ, R. S.; AYRES, M. C. C. Efeito da suplementação com vitamina e selênio sobre o quadro hematológico, enzimas marcadoras de lesão muscular e índice de peroxidação de biomoléculas em equinos submetidos à atividade de salto. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 3, p. 790-801, 2009

EVANS, D. L.; ROSE, R. J. Cardiovascular and respiratory and resoiratory responses in thoroughbred horses during treadmill exercise. **Journal of experimental biology**, v. 134, p. 397-408, Jan. 1988.

FERRAZ G.C., TEIXEIRA-NETO A.R., D'ANGELIS F.H.F., LACERDA NETO J.C., QUEIROZ NETO A. 2009. Alterações hematológicas e cardíacas em cavalos Árabes submetidos ao teste de esforço crescente em esteira rolante. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.** 46(6):431-437. Disponível em : http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000077&pid=S0100-736X201100010001300007&lng=en Acesso dia 25 de outubro de 2017.

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. Disponivel em : http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2006001000014 Acesso em 16 de Abril 2017

GÓMEZ C., PETRÓN P., ANDAUR M., PÉREZ R. & MATAMOROS R. 2004. Medición post-ejercicio de variables fisiológicas, hematológicas y bioquímicas en eqüinos da salto Holsteiner. **Revista Cient.** 14(3):244-253. Disponivel em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000081&pid=S0100-736X201100010001300009&lng=en Acesso: 25 de outubro de 2017.

HANZAWA, K.; KUBO, K.; KAI, M.; HIRAGA, A.; WATANABE, S. Effects of exercise on erythrocytes in normal and splenectomised Thoroughbred horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 18, p. 439-442, 1995

HARRIS, P.; SNOW, D. H. The effects of high intensity exercise on the plasma concentration of lactate, potassium and other electrolytes. **Equine Veterinary Journal**, v. 20, n. 2, p. 109-113, 1988.

HODGSON DR, ROSE RJ. HEMATOLOGY AND BIOCHEMISTRY. IN: HODGSON DR, ROSE RJ. Principles and practice of equine sports medicine. The athletic horse. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1994. p. 63-77.

JAIN N.C. 1993. **Essentials of Veterinary Hematology**. Lea and Febiger, Philadelphia. 417p. Disponível em : http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000093&pid=S0100-736X2011000100015&lng=en] > Acesso em: 25 de outubro de 2017.

KINGSTON, J. K. **Hematologic and serum biochemical response to exercise and training**. In: Equine Exercise Physiology. HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R.J. W.B. Saunders: Londres, 2008.

KINNUNEN, S.; HYPPÄÄ, S.; LAPPALAINEN, J.; OKSALA, N.; VENOJÄRVI, M.; NAKAO, C.; HÄNNINEN, O.; SEN, C. K.; ATALAY M. Exercise-induced oxidative stress and muscle stress protein responses in trotters. **European Journal of Applied Physiology**, v. 93, n. 4, p. 496-501, 2005 Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/8487717_Exercise-induced_oxidative_stress_and_muscle_stress_protein_responses_in_trotters> Acesso em 08 de abril de 2017

KINGSTON, J.K. HINCHCLIFF, K.W.; KANEPS, A.J.; GEOR, R.J. Hematological na serum biochemical response to exercise and training. In: **Equine sports medicine and surgery**. Philadelphia, PA: W.B. Saunders, 2004. Cap 42, p. 939-948.

LEKEUX, P.; ART, T.; LINDEN, A.; DESMECHT, D.; AMORY, H. Heart rate, hematological and serum biochemical responses to show jumping. **Equine exercise physiology** 3, p. 385-390, 1991.

MCGOWAN, C. Clinical pathology in the racing horse: the role of clinical pathology in assessing fitness and performance in the racehorse, Veterinary Clinics o North America: **Equine Practice**, v. 24, n. 2, p. 405-421, 2008.

MIRANDA, R.L.; MUNDIM, A.V.; SAQUY, A.C.S.; COSTA, A.S.; GUIMARÃES, E.C.; GONÇALVES, F.C.; CARNEIRO E SILVA, F.O. Perfil hematológico de equinos submetidos à prova de Team Penning. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n.1, p.81-86, 2011.

MUÑOZ, A.; RIBER, C.; TRIGO, P.; CASTEJÓN, F. Age- and gender-related variations in hematology, clinical biochemistry, and hormones in Spanish fillies and colts, **Research in Veterinary Science**, 2012.

MYERS, J.; ASHLEY, E. Dangerous curves. A perspective on exercise, lactate, and the anaerobic threshold. **Chest**, v. 111, n. 3, p. 787-795, 1997.

OROZCO C.A.G., MARTINS C.B., D'ANGELIS F.H.F., FREITAS E.V.V., CHRISTOVÃO F.G., QUEIROZ NETO A. & LACERDA NETO J.C. 2006. Efeito do exercício sobre variáveis hematológicas de equinos antes e após participação em prova de enduro de 40 km. **Ars Vet**.

22(3):179-183. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000111&pid=S0100-736X201100010001300024&lng=en Acesso: 25 de outubro de 2017.

O-OOSTERBAAN, S. V. Appropriate blood variables helpful in diagnosing (sub)clinical disease in the horse. In: LINDNER, A. Conference on Equine Sports Medicine and Science – Cordoba - Spain. Wageningen Pers: Wageningen, 1998. p. 14-33.

OROZCO C.A.G. 2007. **Respostas hematológicas e bioquímicas de equinos da raça Puro Sangue Árabe em testes de esforço progressivo realizados em esteira rolante durante a fase de treinamento e em prova de enduro a campo.** Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista "Júlio de mesquita Filho", Jaboticabal, SP. 112p. Disponível em :
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000109&pid=S0100-736X201100010001300023&lng=en Acesso: 25 de outubro de 2017.

PERSSON, S. D. G. On blood volume and working capacity of horses: Studies of methodology and physiological and pathological variations, **Acta Physiologica Scandinavica Supplement**, v. 19, n. 9, p. 189, 1967.

PELLEGRINI-MASINI, A.; BARAGLI, P.; TEDESCHI, D.; LUBAS, G.; MARTELLI, F.; GAVAZZA, A.; SIGHIERI, C. Behaviour of mean erythrocyte volume during submaximal treadmill exercise in the horse. **Comparative Haematology International**, v. 10, n. 1, p. 38-42, 2000.

ROSE, R. J.; PURDUE, R. A.; HENSLEY, W. Plasma biochemistry alterations in horses during na endurance ride. **Equine Veterinay jornal**, v.9, n. 3, p. 122-136, 1977.

SNOW D.H., MASON D.K., RICKETTS S.W. & DOUGLAS T.A. 1983a. Post-race blood biochemistry in Thoroughbreds, p.389-399. (Eds), **Equine Exercise Physiology**. Granta, Cambridge, UK. Disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000135&pid=S0100-736X201100010001300036&lng=en Acesso: 26 de outubro de 2017.

SANTOS, V. P. **Variações hemato-bioquímicas em equinos de salto submetidos a diferentes protocolos de exercício físico.** Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

SMITH, J.E.; ERICKSON, H.H.; DEBOWES, R.M.; CLARK, M. Changes in circulating equine erythrocytes induced by brief, high-speed exercise. **Equine Veterinary Journal**, v. 21, n. 6, p.444-446, 1989.

SNOW D.H., RICKETTS S.W. & MASON D.K. 1983B. Haematological response to racing and training exercise in Thoroughbred horses, with particular reference to the leucocyte response. **Equine Vet. J.** 15(2):149-154. Disponível em :
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000137&pid=S0100-736X201100010001300037&lng=en Acesso: 26 de outubro de 2017.

TENNANT, B.C. KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. Hepatic function. In: **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5th ed. London: Academic Press, 1997. p.327-352.

Disponível em : http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000097&pid=S0100-204X200600100001400020&lng=en Acesso em 16 de Abril 2017

TEIXEIRA-NETO, A. R.; FERRAZ, G. C.; MOSCARDINI, A. R. C.; BALSAMÃO, G. M.; SOUZA, J. C. F.; QUEIROZ-NETO, A. Alterations in muscular enzymes of horses competing long-distance endurance rides under tropical climate. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.3, p.543-549, 2008.

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. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000100&pid=S0100-736X201300010001900020&lng=en Acesso em: 16 abril. 2017.doi: <file:///E:/ARQUIVOS/Downloads/878-816-1-PB.pdf>

TOLEDO, P.S.; DOMINGUES JÚNIOR, M.; FERNANDES, W.R.; MAGONE M. Atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatina quinase, gama-glutamiltransferase, lactato desidrogenase e glicemia de cavalos da raça P.S.I. submetidos a exercícios de diferentes intensidades. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 8, n. 2, p. 73-77, 2001.

THRALL M.A., BAKER D.C., CAMPBELL T.W., DENICOLA D., FETTMAN M.J., LASSEN E.D., REBAR A. & WEISER G. 2007. Interpretação da resposta leucocitária nas doenças, p.127-140. In: Ibid. (Eds), **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. Roca, São Paulo. Disponível em : <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000139&pid=S0100-736X201100010001300038&lng=en> Acesso em: 25 de outubro 2017.

VOSS B., MOHR E. & KRZYWANEK H. 2002. Effects of aqua-treadmill exercise on selected blood parameters and on heart-rate variability of horses. **J. Vet. Med. A, Physiol. Pathol. Clin. Med.** 49(3):137-143. Disponível em : http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000141&pid=S0100-736X201100010001300039&lng=en Acesso 26 de outubro de 2017.

VINCZE, A.; SZABÓ, C.; HEVESI, Á.; VERES, S.; ÜTÓ, D.; BABINSZKY, L. Effect of age and event on post exercise values of blood biochemical parameters in show jumping horses, **Acta Agraria Kaposváriensis**, v. 14, n. 2, p. 185-191, 2000.