

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DE ARAÇATUBA**

**AVALIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES SÉRICAS DE
LACTATO, CREATINA QUINASE, ASPARTATO
AMINOTRANSFERASE, LACTATO DESIDROGENASE,
PARÂMETROS CLÍNICOS E HEMATOLÓGICOS DE
EQUINOS QUARTO DE MILHA SUBMETIDOS À PROVA
DE LAÇO EM DUPLA**

Mariana Aparecida de Alencar Jeronymo Simão Pereira
Médica Veterinária

ARAÇATUBA-SP
2015

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DE ARAÇATUBA**

**AVALIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES SÉRICAS DE
LACTATO, CREATINA QUINASE, ASPARTATO
AMINOTRANSFERASE, LACTATO DESIDROGENASE,
PARÂMETROS CLÍNICOS E HEMATOLÓGICOS DE
EQUINOS QUARTO DE MILHA SUBMETIDOS À PROVA
DE LAÇO EM DUPLA**

Mariana Aparecida de Alencar Jeronymo Simão Pereira

Orientador: Prof. Adjunto Luiz Claudio Nogueira Mendes
Coorientadora: Prof. Dra. Lina Maria Wehrle Gomide

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária – Unesp, Campus de Araçatuba, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Fisiopatologia Médica e Cirúrgica)

Araçatuba-SP
2015

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Mariana Aparecida de Alencar Jeronymo Simão Pereira – Nascida em oito de setembro de 1988, no município de Rancharia-SP, é Médica Veterinária, graduada pela Universidade Estadual do Norte do Paraná em 2011. Ingressou no Programa de Residência Médico Veterinária da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, campus de Araçatuba-SP, na área de Clínica Médica de Grandes Animais, em fevereiro de 2012, com conclusão em janeiro de 2014. No mesmo ano, em março, iniciou o mestrado no Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, na mesma instituição, na área de Fisiopatologia Médica e Cirúrgica, sob a orientação do Prof. Adjunto Luiz Claudio Nogueira Mendes e, desde então, tem participado de pesquisas na área de Medicina Esportiva Equina, em conjunto com a equipe do Laboratório de Endotoxemia e Enfermidades de Grandes Animais (LEEGA), com auxílio financeiro da Fapesp e da Capes.

*“Pegarei eu mesmo da copa do grande cedro,
dos cimos de seus galhos cortarei um ramo,
e eu próprio o plantarei no alto da montanha.
Eu o plantarei na alta montanha de Israel.
Ele estenderá seus galhos e dará frutos;
tornar-se-á um cedro magnífico,
onde aninharão aves de toda espécie,
instaladas à sombra de sua ramagem.
Então todas as árvores do campo saberão que sou eu, o Senhor,
que abate a árvore soberba e exalta o humilde arbusto,
que seca a árvore verde e faz florescer a árvore seca.
Eu, o Senhor, o disse e o farei.”*

Ez 17, 22-24

Aos cavalos, para que
tenham qualidade de vida cada dia melhor
Para que seus sofrimentos sejam amenizados
Para retribuir todo amor que transborda daquele olhar
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela dádiva da vida e por ter concedido forças para cruzar essa jornada. Agradeço ainda pelos anjos que me guardaram no caminho, para que as pedras e espinhos não fossem impedimento.

Agradeço aos meus pais, Angela e Sidney, pelo apoio incondicional. Por acreditarem em mim mais do que eu mesmo. Por me amarem de tal modo a abdicarem dos próprios sonhos para sonharem o meu. Pelo incentivo. Agradeço também a minha irmã, Maria Júlia, parte de mim. Obrigada pela paciência e companheirismo. Por me compreender e me aceitar. Por me amar quando eu mais precisava e menos merecia. Por continuar me amando mesmo assim. E aqui, mais uma vez, volto a agradecer a Deus, por ter me presenteado com uma família tão incrível, fonte de inspiração e amor inesgotáveis. Amo vocês!

Ao Arthur, meu grande companheiro nessa jornada. Não tive medo, porque seu amor me fez forte. Quando tive dúvida você me fez prosseguir com a certeza do seu apoio. Quando tive dias ruins, o sorriso no seu rosto diminuiu o fardo. Quando pensei que não seria capaz você me fez acreditar. Não teve um momento sequer em que me senti sozinha ou desamparada. Você sempre esteve comigo. E isso fez toda a diferença! Espero um dia poder retribuir todo o bem que você me fez e faz! Amo você!

Ao Professor Luiz Claudio, palavras não serão possíveis para expressar o tamanho da minha gratidão. Por confiar em mim e me dar a oportunidade de desenvolver este trabalho sob sua orientação. Por acreditar que eu seria capaz. Agradeço também por todo o conhecimento transmitido. Admiro-te muito, como profissional e como pessoa. Quando eu crescer quero ser como você!

Agradeço a Professora Lina Gomide, minha co-orientadora, pela disponibilidade e valiosa ajuda durante a elaboração deste trabalho e aos Professores Guilherme de Paula e Flávia Lucas, por terem dispensado tempo para participar da minha banca de Qualificação e pela grande contribuição.

Aos amigos que ajudaram nas coletas, processamentos e análises. Bianca, Priscila, Zanon, Daniela, Rafaela, João Pedro e Eduardo. Vocês foram essenciais para a realização deste trabalho. Estar com vocês fez a tarefa menos difícil e muito mais divertida. Minha eterna gratidão!

Aos meus amigos e companheiros de pós-graduação, Jefferson, Gabriel, Flávia e Daniel. Obrigada pelas conversas, risadas, conselhos, dicas. A amizade e companhia de vocês tornou a caminhada mais leve.

A Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, Campus de Araçatuba (FMVA/UNESP), pela oportunidade e acolhimento. As curvas do destino me trouxeram até aqui, no dia 10 de janeiro de 2011. Que agradável surpresa! Desde então só tenho que agradecer por todo aprendizado. Como eu cresci! Profissionalmente e pessoalmente. Não foi um caminho fácil até aqui, mas tudo o que eu vivi nesse lugar serviu para que eu me tornasse uma pessoa melhor. Pessoas que conheci, amigos que conquistei, os tombos que eu cai, todas as vezes que me levantei, ainda mais forte. Minha gratidão infinita!

A CAPES, pela concessão de bolsa de estudos, e a FAPESP, pelo apoio financeiro, processo 2014/09362-5.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente estiveram comigo durante esta jornada!

Muito obrigada!!!

LISTA DE ABREVIATURAS

GTE= Grupo de treino esporádico

GTR= Grupo de treino regular

LL= Limiar de lactato

MFEL= Máxima fase estável de lactato

CK= creatina quinase

AST= aspartato aminotransferase

LDH= lactato desidrogenase

FC= Frequência cardíaca

FR= Frequência respiratória

VCM= Volume corpuscular médio

CHCM= Concentração de hemoglobina corpuscular média

VG= Volume globular

PPT= Proteína plasmática total

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 1 - Valores da mediana e valores máximos e mínimos das concentrações séricas de lactato, em mmol/L, de equinos submetidos à prova de laço em dupla, nos momentos antes e após o exercício, divididos em GTR (grupo de treino regular) e GTE (grupo de treino esporádico).....48

Tabela 2 - Valores médios e desvios-padrão das concentrações séricas de CK, AST e LDH, em UI/L, de equinos submetidos à prova de laço em dupla, nos momentos antes e após o exercício, divididos em GTR (grupo de treino regular) e GTE (grupo de treino esporádico).....49

Capítulo 3

Tabela 1 - Valores médios e desvios-padrão das frequências cardíaca (FC) e respiratória (FR) de equinos submetidos à prova de laço em dupla, nos momentos antes e após o exercício, divididos em GTR (grupo de treino regular) e GTE (grupo de treino esporádico).....65

Tabela 2 - Valores médios e desvios-padrão do eritrograma de equinos submetidos à prova de laço em dupla, nos momentos antes e após o exercício, divididos em GTR (grupo de treino regular) e GTE (grupo de treino esporádico).....67

Tabela 3 - Valores médios e desvios-padrão do leucograma de equinos submetidos à prova de laço em dupla, nos momentos antes e após o exercício, divididos em GTR (grupo de treino regular) e GTE (grupo de treino esporádico).....69

Tabela 4 - Valores médios e desvios-padrão das concentrações de proteína plasmática total de equinos submetidos à prova de laço em dupla, nos momentos antes e após o exercício, divididos em GTR (grupo de treino regular) e GTE (grupo de treino esporádico).....70

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	
1 Introdução.....	15
2 Lactato.....	18
3 Enzimas musculares.....	20
3.1 Creatina quinase.....	21
3.2 Aspartato aminotransferase.....	22
3.3 Lactato desidrogenase.....	23
4 Perfil hematológico.....	25
5 Parâmetros clínicos.....	27
REFERÊNCIAS.....	28
CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO DA LACTATEMIA E DAS ENZIMAS MUSCULARES DE EQUINOS QUARTO DE MILHA SUBMETIDOS À PROVA DE LAÇO EM DUPLA COM DIFERENTES FREQUÊNCIAS DE TREINAMENTO	
RESUMO.....	41
ABSTRACT	43
Introdução.....	44
Material e Métodos	45
Resultados.....	47
Discussão.....	50
Conclusão.....	53
REFERÊNCIAS.....	54
CAPÍTULO 3 - PARÂMETROS CLÍNICOS E HEMATOLÓGICOS DE EQUINOS QUARTO DE MILHA SUBMETIDOS À PROVA DE LAÇO EM DUPLA COM FREQUÊNCIAS DIFERENTES DE TREINAMENTO	
RESUMO.....	59
ABSTRACT	60
Introdução.....	61

Material e Métodos	62
Resultados.....	64
Discussão.....	70
Conclusão.....	75
REFERÊNCIAS.....	75

AVALIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES SÉRICAS DE LACTATO, CREATINA QUINASE, ASPARTATO AMINOTRANSFERASE, LACTATO DESIDROGENASE, PARÂMETROS CLÍNICOS E HEMATOLÓGICOS DE EQUINOS QUARTO DE MILHA SUBMETIDOS À PROVA DE LAÇO EM DUPLA

RESUMO – O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de diferentes frequências de treinamento sobre as concentrações séricas de lactato, CK, AST e LDH e sobre os parâmetros clínicos e hematológicos de equinos após exercício físico de alta intensidade e curta duração. Amostras de sangue venoso foram obtidas de 16 equinos da raça Quarto de Milha, divididos em dois grupos: grupo de treinamento regular (GTR) e grupo de treinamento esporádico (GTE), em sete diferentes momentos: 30 minutos antes do exercício (M0), imediatamente após (M1), 30 minutos (M2), uma (M3), duas (M4), seis (M5) e 24 (M6) horas após o exercício. Diferenças entre os grupos foram observadas em relação ao VG, à concentração de hemoglobina, ao VCM e ao número de linfócitos, inclusive no repouso. Entre os momentos, no GTE foram observadas diferenças significativas após o exercício quanto ao lactato, VG, PPT, número de granulócitos e LDH e no GTR quanto ao VG, contagem total de hemácia, concentração de hemoglobina e LDH. Conclui-se que os equinos avaliados apresentaram alterações nas concentrações séricas de lactato e enzimas musculares e nos parâmetros clínicos e hematológicos após o exercício. A menor magnitude de elevação após o exercício, observada no GTR, quanto às FC, FR e ao VG sugere que esses animais estariam melhor adaptados ao exercício imposto. A baixa magnitude das elevações das concentrações de CK, AST e LDH e o rápido retorno aos valores basais, inclusive do lactato, das FC e FR e dos parâmetros hematológicos, sugerem que os animais avaliados estavam condicionados e aptos a realizar o tipo de exercício estabelecido, não havendo diferença entre o treinamento regular e o treinamento esporádico.

Palavras chave: bioquímica, exercício, fisiologia, hematologia

EVALUATION OF SERUM LACTATE, CREATINE KINASE, ASPARTATE AMINOTRANSFERASE, LACTATE DESIDROGENASE CONCENTRATION, CLINICAL AND HEMATOLOGICAL PARAMETERS IN QUARTER HORSES SUBJECTED TO TEAM ROPING

SUMMARY – The objective was to evaluate the influence of different frequencies of training on serum concentrations of lactate, CK, AST and LDH and on clinical and hematological parameters of horses after exercise of high intensity and short duration. Venous blood samples were obtained from 16 Quarter Horses, divided into two groups: regular training group (GTR) and sporadic training group (GTE) in seven different times: 30 minutes before exercise (M0), immediately after (M1), 30 minutes (M2), one (M3), two (M4), six (M5) and 24 (M6) hours after exercise. Differences between groups were observed in VG, hemoglobin concentration, VCM and number of lymphocytes, including on resting. Between the moments, in GTE significant differences were observed after exercise for lactate, VG, PPT, granulocyte number and LDH and in GTR for VG, total count of red blood cells, hemoglobin concentration and LDH. We conclude that the assessed horses showed changes in serum concentrations of lactate and muscle enzymes and in clinical and hematological parameters after exercise. The lower magnitude of elevation after exercise, observed in GTR, for HR, RR and VG suggests that these animals were better adapted to exercise. The low magnitude of elevations of CK, AST and LDH concentrations and the rapid return to baseline, including lactate, HR, RR and hematological parameters suggest that evaluated animals were conditioned and able to perform the established type of exercise, with no difference between regular training and the sporadic training.

Keywords: biochemical, exercise, hematology, physiology

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 Introdução

Desde tempos remotos, os equinos tem sido reconhecidos por sua grande capacidade atlética (HINCHCLIFF; GEOR, 2004), e a sua estreita relação com os humanos levou ao desenvolvimento de diversas modalidades de esportes equestres.

De um modo geral, cada modalidade equestre varia em duração, velocidade, força e agilidade. Sendo assim, tratamento diferenciado é exigido para os equinos que participam de diferentes modalidades (ARARIPE, 2010), visando favorecer a expressão máxima da sua habilidade e performance.

Sabe-se que o rebanho equino nacional é o maior da América Latina e o terceiro maior rebanho mundial, com pouco mais 5.300.000 animais (IBGE, 2013), e que o complexo do agronegócio equino no Brasil movimenta algo em torno R\$7,5 bilhões por ano, gerando cerca de 3,2 milhões de empregos diretos e indiretos. Dentre as várias atividades ligadas à cadeia do agronegócio equestre destaca-se o esporte, que movimenta valores da ordem de R\$705 milhões por ano e conta com a participação estimada de 50 mil equinos atletas (LIMA et al., 2006), ressaltando a importância dos cuidados com esses animais.

O desempenho de um atleta equino é determinado por inúmeros e complexos processos biológicos interdependentes. A compreensão de como esses processos funcionam e se relacionam entre si é obrigatória para que o cavalo seja efetivamente treinado e manejado durante a sua vida de competidor, sendo também fundamental para a aplicação clínica de princípios fisiológicos e patológicos básicos, garantindo o diagnóstico e o tratamento bem-sucedido de doenças relacionadas à atividade física (HINCHCLIFF; GEOR, 2004).

O estudo da fisiologia do exercício vem cada vez mais se destacando como ferramenta imprescindível no monitoramento da intensidade do treinamento e no aperfeiçoamento de metodologias relacionadas à resistência, força e recuperação desses atletas. A demanda pelo diagnóstico de diversos distúrbios que podem afetar o desempenho atlético, bem como a necessidade de conhecimentos acerca do treinamento mais adequado tornou-se imperativa. O treinamento envolve o uso de períodos regulares de exercício que promovem mudanças estruturais e funcionais no organismo do animal, adaptando-o a atividade, promovendo o condicionamento físico e diminuindo as chances de lesões (EVANS, 2000; JONES, 2005).

A avaliação de alguns parâmetros durante o treinamento pode direcionar a intensidade e o tipo de esforço apropriado à capacidade atlética de cada animal. Também através desta avaliação, pode-se analisar as variações de parâmetros metabólicos, hematológicos, bioquímicos e fisiológicos frente a diferentes intensidades de exercício e ainda traçar a tendência de tais parâmetros para um grupo de animais (SANTOS; GONZÁLES, 2006).

Um treinamento adequado inclui exercícios de várias intensidades e durações (JONES, 2005) e deve ter como principais objetivos aumentar a capacidade do animal ao exercício (metabolismo aeróbico), retardar o tempo de início da fadiga (metabolismo anaeróbico), melhorar o desempenho físico, considerando-se a destreza, a força, a velocidade e a resistência do animal e por fim, diminuir os riscos de lesões. A realização de atividades físicas inapropriadas e o imprevisto no treinamento podem retirar, definitivamente, de trabalhos e competições importantes cavalos atletas e animais promissores nas diversas modalidades equestres (ROSE, 2000).

Várias pesquisas abordam a fisiologia do exercício equino, envolvendo a avaliação do desempenho de cavalos submetidos a provas funcionais e testes incrementais (AMARAL et al., 2013; GOMIDE et al., 2006; LINDNER, 2010; OLIVEIRA et al., 2014; SALES et al., 2013; SOARES et al., 2014; THOMASSIAN et al., 2007; WANDERLEY et al., 2015). No entanto, são poucos os trabalhos que envolvem equinos usados em provas “western”, como as

provas de laço em dupla, submetidos a exercícios de alta intensidade e curta duração (BUENO et al., 2012; CAIADO et al., 2011; COELHO, et al., 2011; MIRANDA et al., 2011; RAMALHO et al., 2012).

Da mesma forma, embora já tenham sido realizados vários estudos sobre treinamento, esta é uma área que poderia se beneficiar de investigações mais aprofundadas. Especificamente, há poucos estudos que compararam diferentes métodos de treinamento (MARLIN, 2015).

Diante do exposto, justifica-se a realização deste trabalho pela necessidade de maiores informação sobre os parâmetros ligados à fisiologia do exercício de equinos submetidos a provas de alta intensidade e curta duração, como a modalidade de laço em dupla. Além disso, a comparação entre animais treinados regularmente e animais treinados esporadicamente pode ajudar na elaboração de formas mais adequadas de treinamento, visando melhorar o condicionamento físico e o desempenho atlético desses animais.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar o estado clínico, as alterações nas concentrações séricas de lactato, creatina quinase (CK), aspartato aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH), bem como as alterações clínicas e hematológicas ocorridas em cavalos atletas submetidos a exercício físico de curta duração e alta intensidade, fazendo uma comparação entre animais que recebem treinamento esporadicamente (até 2 dias por semana) e animais que treinam regularmente (5 dias por semana) e como objetivos específicos: avaliar os níveis séricos de lactato, creatina quinase, aspartato aminotransferase e lactato desidrogenase, antes e após o exercício, em momentos pré-determinados, avaliar as frequências cardíaca e respiratória, antes e após o exercício, caracterizar a resposta hematológica dos equinos atletas e determinar se existem diferenças relevantes no condicionamento físico dos equinos de acordo com a frequência de treinamentos à qual são submetidos, levando em consideração as alterações clínicas, os níveis séricos de lactato, CK, AST e LDH e a resposta hematológica dos animais testados.

2 Lactato

Na medicina esportiva equina, a concentração de lactato sanguíneo vem sendo utilizada frequentemente para fornecer informações adicionais sobre o condicionamento físico do equino atleta (BOTTEON, 2012;).

Durante o exercício, a produção e a utilização apropriada de energia são essenciais para a atividade muscular do equino atleta. A glicose é uma importante fonte de energia para a atividade muscular (EATON, 1994). A energia celular é gerada na forma de compostos fosfatados de alta energia (ATP). Uma das fontes é a glicólise aeróbica que fornece grande quantidade de energia. Já a glicólise anaeróbica, é uma via de produção de ATP sem utilização de oxigênio, mas que pode ocorrer na presença de oxigênio. Ocorre uma formação rápida de ATP, com produção de ácido láctico (VIERA et al., 2013).

O tipo de produção de energia está diretamente relacionado aos tipos de fibra muscular. Existem dois tipos básicos: fibras musculares do tipo I, de contração lenta e alta capacidade oxidativa, e as fibras musculares do tipo II, de contração rápida, sendo a IIA com boa capacidade oxidativa e IIB com baixa capacidade oxidativa. No início do exercício ou em exercícios de baixa intensidade, a principal fibra utilizada é a fibra do tipo I, que possui metabolismo predominantemente aeróbico. Com o aumento da intensidade do exercício, as fibras do tipo II são crescentemente recrutadas, aumentando a produção de energia pela via aneróbica (KAWAY et al., 2009). Sendo assim, com o aumento da intensidade da atividade física, grande parte da energia é gerada através da glicólise anaeróbia, com produção de ácido láctico. Quanto maior a intensidade do exercício, maior a quantidade de lactato e H^+ produzidos (EATON, 1994).

O lactato em si não é nocivo para o organismo, mas os hidrogênios associados a ele, que produzem queda do pH intracelular (BAYLY; KLINE, 2006), prejudicando o funcionamento da bomba de Ca^{+2} e a geração de

energia, inibindo a atividade celular. Esses eventos fazem o músculo trabalhar de forma lenta, o que caracteriza fadiga (PÖSÖ, 2002).

O efeito do exercício sobre as concentrações de lactato foi avaliado por Bueno et al. (2012), em cavalos Quarto de Milha, após prova de Três Tambores, relatando valor basal de $0,77 \pm 0,29$ mmol/L e pós exercício de $14,76 \pm 1,48$ mmol/L. Zobba et al. (2011) e Gomide et al. (2006) relataram concentrações séricas de lactato semelhantes, com $1,21 \pm 0,37$ mmol/L no repouso e $10,24 \pm 0,40$ mmol/L após partida de pólo e $1,50 \pm 0,05$ mmol/L no repouso e $11,57 \pm 0,84$ após prova de fundo de concurso completo de equitação, respectivamente. Em ambos os estudos as concentrações retornaram aos seus valores basais após 30 minutos, aproximadamente.

Caiado et al. (2011) avaliaram animais Quarto de Milha e mestiços após prova de laço em dupla, com mais de um ano de treinamento, e encontraram valores de $0,49 \pm 0,24$ mmol/L durante o repouso e $9,86 \pm 2,09$ após o exercício.

Santiago et al. (2013), realizaram testes no início e no final de um período de nove meses de treinamento e observaram uma diminuição na concentração de lactato após o exercício no teste final, posterior ao treinamento.

De uma forma geral, o aumento da concentração de lactato plasmático pode ser utilizado para indicar a capacidade atlética do equino, visto que animais que apresentam grande capacidade aeróbica geralmente apresentam baixas elevações das concentrações de lactato em resposta ao exercício ou possuem uma taxa de metabolização mais rápida e eficiente (VALBERG, 2008).

Quando equinos são submetidos a protocolos efetivos de treinamento, importantes adaptações fisiológicas, principalmente nas fibras musculares, com incremento da capacidade oxidativa, aumento na proporção de fibras IIA/IIB e no suprimento capilar, levam ao aumento na geração de energia pela via aeróbica, gerando uma menor magnitude de elevação nas concentrações de lactato após o exercício (KARLSTRÖM et al., 2002; POOLE; ERICKSON, 2008; SUCRE et al., 1999;).

3 Enzimas musculares

Segundo Jones (2005), a musculatura equina tem grande capacidade de se adaptar durante o treinamento. As fibras musculares passam por mudanças estruturais e na sua atividade enzimática quando submetidas a exercícios sistemáticos. Dependendo da duração, tipo, frequência e intensidade da atividade física, a resposta adaptativa pode aparecer de diversas formas.

A intensificação da função celular, que ocorre normalmente durante exercício ou como uma reação a lesão, resulta em utilização aumentada de substratos, o que por sua vez causa maior permeabilidade do sarcolema, permitindo a liberação de algumas enzimas na circulação (SNOW; VALBERG, 1994).

O condicionamento físico, a intensidade e a duração do exercício possuem efeito direto sobre a atividade sérica das enzimas em questão (THOMASSIAN et al., 2007; ZOBBA et al., 2011), o que faz com que a avaliação das alterações nas concentrações de tais enzimas, que participam ativamente da produção de energia em resposta ao exercício, sejam de grande importância, tanto para clínicos como para treinadores (CARDINET, 1997).

As principais enzimas, comumente utilizadas para avaliação do sistema muscular no equino, são a CK, a AST e a LDH (THOMASSIAN et al., 2007). As alterações nas concentrações dessas enzimas, que participam ativamente da produção de energia em resposta ao treinamento e exercício, são de grande importância, tanto para clínico como para treinadores (CARDINET, 1997).

Existem grandes diferenças na literatura referente aos valores considerados de repouso e valores obtidos após a realização de uma atividade atlética. Estas enzimas sofrem influência de diversos fatores tais como raça, idade, tipo e duração do exercício imposto, além de fatos ambientais e de manejo (CÂMARA e SILVA et al., 2007). Brandi et al. (2008) reforçam a grande dificuldade na comparação com a literatura visando estabelecer normalidade dos resultados encontrados e sugerem que a avaliação dos efeitos do exercício

físico seja feita através da comparação com o valor basal, no repouso, obtido do próprio animal ou grupo homogêneo de animais estudados.

3.1 Creatina quinase

Nos equinos, a CK é encontrada principalmente na musculatura esquelética, no miocárdio e no cérebro. Pode estar presente também em tecido gastrointestinal, útero, vesícula urinária, rins e na glândula tireóide (MACLEAY, 2004).

Esta enzima é responsável pela quebra do fosfato de creatina em creatina e fosfato, permitindo que haja a fosforilação do ADP, liberando, desta forma, energia para a contração muscular (BOTTEON, 2012). O pico de concentração sérica da CK se dá de 4 a 6 horas após a ocorrência da lesão, e os valores podem voltar à normalidade com 24 até 96 horas (VALBERG et al., 1993). A meia-vida plasmática é curta, de aproximadamente 2 horas (MACLEAY, 2004). Kennan (1979) avaliou a concentração sérica de CK após uma prova de 1100 metros. Não foram identificadas variações após o exercício, sendo detectados aumentos significativos apenas três horas após o término da corrida.

Em cavalos saudáveis, as alterações na concentração sérica de CK devido ao exercício dependem da intensidade e duração do exercício, condicionamento físico e ambiente (HARRIS et al., 1998; OVERGAARD et al., 2004). O aumento de CK está correlacionado, principalmente, com lesão muscular e condicionamento físico em equinos (VOLFINGER et al., 1994; SALES et al., 2013). Santos e Gonzáles (2006), comparando grupos em repouso esteira, treinamento e prova, verificou aumento na concentração de CK à medida que se intensificou a atividade física. Da mesma forma, Miranda et al. (2011) encontraram aumentos significativos relacionados ao número de participações de equinos Quarto de Milha em uma prova de “team penning”.

Diretamente relacionada com o condicionamento físico, a fase de treinamento também pode influenciar nas concentrações de CK segundo

Löfstedt e Collatos (1997), que observaram que a concentração de CK foi relativamente mais alta nos estágios iniciais do treinamento. Rudolph et al. (1993), Löfstedt e Collatos (1997) e Balarin et al. (2005) obtiveram diminuição progressiva da concentração sérica de CK à medida que aumentava o período de treinamento. Franciscato et al. (2006) ainda ressaltam que um aumento não acentuado em CK após a atividade física pode ser esperado nos casos em que um programa de treinamento adequado ajustado ao condicionamento físico do animal tenha sido implantado, com tais achados sugerindo adaptação ao programa de exercícios, corroborando com o encontrado por Gama et al. (2012), que não encontraram diferença significativa após o exercício nas concentrações de CK em equinos Mangalarga Marchador submetidos à prova de marcha, atribuindo esse fato ao condicionamento físico desses animais.

3.2 Aspartato aminotransferase

A AST é uma enzima citoplasmática e mitocondrial que catalisa a deaminação do aspartato para a formação de oxalacetato. Tem como co-fator o piridoxal fosfato. Possui tempo de meia-vida plasmática longo, de aproximadamente 8 dias e o seu pico acontece cerca de 24 horas após a lesão. Assim como a CK, não é uma enzima específica do tecido muscular, existe em muitos tecidos como duas isoformas, no citosol e na mitocôndria, sendo mais abundante no fígado e nos músculos e em baixa atividade em vários outros tecidos (MACLEAY, 2004; LEHNINGER et al., 2013). Por esse motivo, além de utilizada para avaliar lesão muscular, é usada para investigar doenças hepáticas de qualquer etiologia (KERR, 2003) e pode, também, estar relacionada com alterações no miocárdio (DAVIS et al., 2013). Sendo assim, em problemas musculares é conveniente associar a avaliação das atividades enzimáticas de AST e CK. Encontrar a atividade sérica de CK aumentada e a atividade de AST baixa é indicativo de lesão muscular recente, enquanto níveis baixos de CK e altos de AST indicam processos que podem ter ocorrido já há cerca de 24 horas ou mais. (GONZÁLES; SILVA, 2003).

Da mesma forma que CK, o aumento da AST é influenciado pela fase de treinamento, tipo de exercício e condicionamento físico (CÂMARA e SILVA et al., 2007).

Em um estudo realizado com equinos Quarto de Milha competidores de “team penning”, a atividade sérica de AST, no repouso, foi de 208, 58 UI/L. Após a prova a atividade sérica alcançou valores de 231, 20 UI/L (MIRANDA et al., 2011). Já em um estudo com equinos finalistas de provas de enduro, foram encontrados valor basal da atividade séricas de AST de 313,91UI/L e, após o exercício, de 455,17UI/L (SALES et al., 2013). Novamente com equinos Quarto de Milha, Caiado et al. (2011) encontraram atividade sérica basal de AST de $189,1 \pm 43,6$ UI/L e após a realização da prova, valores $173,1 \pm 33,5$ UI/L, sugerindo que não houve influência do exercício sobre a concentração sérica de AST.

3.3 Lactato desidrogenase

A LDH é uma enzima citoplasmática que catalisa a redução de piruvato em lactato, com a oxidação concomitante de NADH para NAD^+ , pelo ramo fermentativo da via glicolítica (BOTTEON, 2012).

A atividade da LDH é alta em vários tecidos, e o aumento na sua concentração sérica pode ser devido à lesão de hepatócitos, lesão muscular e hemólise. Existem cinco isoenzimas da LDH, sendo a isoenzima LDH5 predominante na musculatura (KINGSTON, 2004). Geralmente é dosado LDH total, sem subdividir suas isoenzimas (PEREIRA NETO, 2011).

Como está diretamente relacionada com a produção de lactato, a concentração dessa enzima no músculo esquelético vem sendo utilizada como marcador da atividade enzimática anaeróbica, a qual aumenta em exercícios de alta intensidade e de curta duração (KOWAL et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2011).

A raça do animal, o tipo de treinamento físico, tipo de trabalho, intensidade e duração também influenciam nas concentrações séricas de LDH (MUÑOZ et al., 2012).

Miranda et al. (2011) relataram aumento da atividade sérica de LDH após o exercício, em equinos Quarto de Milha submetidos à atividade física de alta intensidade e curta duração. Além disso, notaram que as concentrações foram crescentes à medida que o exercício se intensificava. 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 após a atividade física.

Andreazzi et al. (2014), observaram atividade sérica de LDH entre 275 a 578 UI/L, com uma média de 422,2 UI/L no repouso e entre 255 a 575 UI/L, com média de 435,5 UI/L, após exercício, em equinos praticantes de hipismo clássico.

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 no repouso e 679,31 UI/L após o exercício. Thomassian et al. (2007) também trabalhando com animais da raça Árabe, observaram uma atividade sérica média de LDH de 470,5 UI/L no repouso e de 595,4 UI/L após teste em esteira.

Os valores séricos de LDH em equinos em repouso diminuem de forma progressiva à medida que aumenta o treinamento alcançando um valor constante quando o equino se adapta ao treinamento (RUDOLPH et al., 1993), como relatado por Balarin et al. (2005), que notaram diminuição na atividade sérica de LDH após o exercício, ao final de um período de treinamento moderado de 12 meses.

4 Perfil hematológico

Em relação ao perfil hematológico, amostras de sangue são frequentemente obtidas durante testes para avaliação do desempenho atlético (FERRAZ et al., 2009).

O exercício promove efeitos variáveis no eritrograma, dependendo da sua duração e intensidade, do nível de treinamento, do condicionamento físico do animal. Além disso, podem ser influenciados também pela raça, idade, sexo e alimentação (PICCIONE et al. 2001).

De uma forma geral, o exercício resulta em aumento do VG, que vem associado ao aumento na contagem total de hemácias e na concentração de hemoglobina. Essas adaptações geram uma maior capacidade do sangue de carrear oxigênio para o músculo em atividade, aumentando a capacidade aeróbica. Tais elevações se devem à liberação de catecolaminas durante o exercício, que promove esplenocontração. O baço do equino possui grande capacidade de armazenamento, podendo estocar entre seis e 12 litros de sangue rico em hemácias. Sendo assim, em resposta às catecolaminas liberadas durante a atividade física, o baço pode rapidamente liberar na circulação um grande número de eritrócitos. A magnitude da liberação das catecolaminas é dependente tanto da intensidade quanto da duração do exercício (MCKEEVER et al., 2004; SATUÉ et al., 2012).

Mesmo que a maior parte do aumento do VG seja gerada a partir da esplenocontração, também pode estar relacionado à diminuição no volume plasmático, por trocas de fluidos intercompartimentais ou pela perda de líquidos através do suor gerado durante a atividade física, principalmente quando as condições ambientais são de calor e umidade alta. Uma diminuição de 5-10% no volume plasmático é esperada após exercícios incrementais e atividades físicas de curta duração. Perdas de fluidos e seus efeitos são mais pronunciados durante exercícios de maior duração, como em provas de enduro, quando a sudorese é mais prolongada e pode se tornar intensa. (MUÑOZ et al., 1998; SATUÉ et al., 2012; SEEHERMAN et al., 1990).

Outras alterações nos índices eritrocitários encontradas após o exercício incluem pequenos aumentos no VCM e diminuições na CHCM (KINGSTON, 2004). Smith et al. (1989) e Pellegrini-Masini et al. (2000), após intensa atividade física, observaram elevação do VCM e redução da CHCM. Por outro lado, outros autores relataram respostas diferentes, como Boucher et al. (1981), que relataram redução do VCM, porém aumento da CHCM após prova de enduro e Lopes et al. (2009), Miranda et al. (2011) e Gundasheva (2015) que relataram a não interferência do exercício de vaquejada, team penning e salto, respectivamente, nos valores de VCM e CHCM. O aumento do tamanho dos eritrócitos após exercícios de alta intensidade pode estar relacionado à liberação de eritrócitos jovens, de maior tamanho, pelo baço, após a liberação de todo o estoque de células maduras ou também pode estar ligado a mudanças no pH sanguíneo e na osmolaridade plasmática (BALARIN et al., 2006; HANZAWA et al., 1995; PELEGRINI-MASINI et al., 2000).

Diferenças na resposta leucocitária também são notadas no perfil hematológico de equinos frente ao exercício, baseadas na sua intensidade e duração. A contração do baço em resposta à liberação de catecolaminas, além de eritrócitos, também promove a mobilização de linfócitos. Também em resposta ao exercício, assim como acontece com as catecolaminas, em resposta ao eixo hipotálamohipófise-suprarrenal ocorre o aumento plasmático de ACTH e cortisol, que estimulam a produção de neutrófilos e a migração de granulócitos para os tecidos (SATUÉ et al., 2012; ZOBBA et al., 2011).

Miranda (2011) relatou aumento de volume globular, hemácias, leucócitos, neutrófilos em bastonetes e segmentados em cavalos Quarto de Milha competidores de “team penning”. Por outro lado, o número de linfócitos e eosinófilos reduziram em consequência da atividade física. Em equinos Quarto de Milha, submetidos à prova de rédeas, foram relatados aumentos no VG, concentração de hemoglobina, contagem total de hemácias, CHCM e leucócitos totais (KÄSTNER et al., 1999).

Zobba et al. (2011) avaliaram os parâmetros hematológicos de equinos após partida de polo e notaram elevações na contagem total de hemácias, no

VG, na concentração total de hemoglobina, nos leucócitos totais e nos linfócitos.

Após exercício incremental em esteira, com cavalos competidores de concurso completo de equitação, foram observados aumento de VG, hemoglobina e contagem total de hemácias. Além disso, foi possível notar que os animais que estavam em treinamento há mais tempo possuíam VG e concentração de hemoglobina mais elevados no repouso (SANTIAGO et al., 2013).

Aumentos na contagem total de hemácias, concentração de hemoglobina e VG foram descritos em cavalos da raça Puro Sangue Árabe de corrida enquanto elevações de menor extensão foram notadas em competidores de enduro inexperientes, da mesma raça, após exercício de distância moderada de 80 km (CYWINSKA et al., 2013). Da mesma forma, Silva et al. (2009) submeteram cavalos da raça Árabe, destreinados, a exercícios máximo e submáximo em esteira e observaram aumento de VG e hemoglobina apenas nos animais submetidos ao exercício máximo.

5 Parâmetros clínicos

A frequência cardíaca é um importante parâmetro para a observação do desempenho fisiológico do cavalo atleta, sendo amplamente estudada no campo da medicina esportiva equina (EVANS, 2000). Sua mensuração é simples, sendo facilmente aplicada mesmo em estudos a campo, podendo ser avaliada como um indicado direto da capacidade cardiovascular e possuindo uma relação linear com a velocidade do exercício (OLIVEIRA et al., 2014). Em resposta ao exercício, o sistema cardiovascular aumenta a frequência cardíaca com o objetivo de melhorar a disponibilização de oxigênio e energia para o tecido muscular (LINDNER; BOFFI, 2006).

Da mesma forma, durante exercício de alta intensidade, as demandas metabólicas do equino, de consumo de oxigênio e produção de dióxido de carbono, podem aumentar em até 30 vezes, tendo como consequência o

aumento da frequência respiratória, afim de suprir as trocas gasosas e ajudar na dissipação do calor. Durante o exercício, a elevação da frequência respiratória depende da intensidade e da duração do exercício (AINSWORTH, 2004).

Esta resposta aguda do organismo em busca de adaptar suas funções faz com que a mensuração desses parâmetros seja muito utilizada, em associação com outras variáveis, para avaliar o condicionamento físico do animal (CARVALHO FILHO et al., 2012). De acordo com alguns autores, se esses parâmetros são rapidamente restaurados após o exercício, voltando para os seus valores basais, indica que o animal está bem condicionado e foi submetido a um bom programa de treinamento (KRUMRYCH, 2006).

REFERÊNCIAS

AINSWORTH, D.M. Lower arway function: responses to exercises and training. In: HINCHCLIFF, K.W.; KANEPS, A.J.; GEOR, R.J. **Equine sports medicine and surgery**. Philadelphia, PA: W.B. Saunders, 2004. Cap 28, p.599-612.

AMARAL, L.A.; TORRES, A.; RABASSA, V.; MARTINS, C. F.; CORREA, M. N.; NOGUEIRA, C.E.W. Limiar anaeróbico (V4) e frequência cardíaca de cavalos Crioulos condicionados para prova funcional. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.1, p.181-188, 2013.

ANDREAZZI, M.A.; PRESTES, K.M.R.; JUNIOR, C.C.C.; SIMONELLI, S.M. Avaliação dos níveis séricos de enzimas musculares em equinos praticantes do hipismo clássico. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.10, n.19, p. 366-376, 2014.

ARARIPE, M.G.A. Detecção sorológica do Herpesvírus Equídeo (EHV-1 / EHV-4) e parâmetros hematológicos e bioquímicos de equinos utilizados em vaquejada. 2010, 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010.

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

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 eqüinos 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.

BALARIN, M.R.S.; LOPES, R.S.; KOHAYAGAWA, A.; LAPOSY, C.B. et al. Avaliação da glicemia e da atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatinoquinase, gama-glutamilttransferase e lactato desidrogenase em equinos puro sangue inglês (PSI) submetidos a exercícios de diferentes intensidades. **Semina, Ciências Agrárias**, v. 26, n. 2, p. 211-218, 2005.

BAYLY, W.M.; KLINE, K.A. Hematología y bioquímica. In: BOFFI, F.M. **Fisiología Del ejercicio en eqüinos**. Buenos Aires: Inter-médica, 2006. Cap. 10, p. 145-151

BOTTEON, P.T.L. Lactato na medicina veterinária- atualização conceitual. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 34, n. 4, p. 283-287, 2012.

BOUCHER, J.H.; FERGUSON, E.W.; WILHELMSSEN, C.L.; STATHAM, N.; MCMEEKIN, R.R. Erythrocyte alterations endurance exercise in horses. **J. Applied Physiology**, v. 51, n. 1, p.131-134, 1981.

BRANDI, R.A.; FURTADO, C.E.; MARTINS, E.N.; FREITAS, E.V.V.; LACERDA-NETO, J.C.; QUEIROZ-NETO, A. Efeito de dietas com adição de óleo e do treinamento sobre a atividade muscular de equinos submetidos à prova de resistência. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 3, p. 307-315, 2008.

BUENO, G. M.; BERNARDI, N.; DIAS, D.; GOMIDE, L. et al. Curva lactacidêmica em equinos da raça Quarto-de-milha durante a realização da prova dos três tambores. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 10, n. 1, p. 80-81, 2012.

CAIADO J.C.C.; PISSINATE G.L.; SOUZA V.R.C.; FONSECA L.A. et al. Lactacidemia e concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, p. 452-458, 2011.

CÂMARA E SILVA, I.A.; DIAS, R.V.C.; SOTO-BLANCO, B. Atividades séricas de creatina quinase, lactato desidrogenase e aspartato aminotransferase em equinos de diferentes categorias de atividade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 1, p.250-252, 2007.

CARDINET, G.H. Skeletal muscle function. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5th ed. London: Academic Press, 1997. p.407-440.

CARVALHO FILHO, W. P.; FONSECA, L.A.; FIGUEIRÓ, G.; SPADETO JUNIOR, O.; CARVALHO, G.V. Resposta da frequência cardíaca do cavalo na prova de três tambores. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 10, n. 1, p. 90-90, 2012.

CYWINSKA, A.; WITKOWSKI, L.; SZARSKA, E. Serum amyloid A (SAA) concentration after training sessions in Arabian race and endurance horses. **BMC Veterinary Research**, v. 9, p. 91–97, 2013.

COELHO, C.S.; LOPES, P.F.R.; PISSINATI, G.L.; RAMALHO, L.O.; SOUZA, V.R.C. Influence of physical exercise on serum electrolytes in Quarter horses submitted to team roping. **Revista brasileira de Ciências Veterinárias**, v. 18, n. 1, p. 32-35, 2011.

DAVIS, T.Z.; STEGELMEIER, B.L.; LEE, S.T.; GREEN, B.T. Experimental rayless goldenrod (*Isocoma pluriflora*) toxicosis in horses. **Hall b Toxicon**, v. 73, p. 88–95, 2013.

EATON, M.D. Energetics and performance. In: HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: Saunders, 1998. p. 49-62.

EVANS, D.L. **Training and fitness in athletic horses**. Report for Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC), Sydney, p.7, 2000.

FERRAZ, G.C.; TEIXEIRA NETO, A.R.; D'ANGELIS, F.H.F.; LACERDA NETO, J.C.; QUEIROZ NETO, A. Alterações hematológicas e cardíacas em cavalos Árabes submetidos ao teste de esforço crescente em esteira rolante. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 46, n. 6, p. 431-437, 2009.

FRANCISCATO, C.; LOPES, S.T.A.; VEIGA, A.P.M.; MARTINS, D.B.; EMANUELL, M.P.; OLIVEIRA, L.S.S. Atividade sérica das enzimas AST, CK e GGT em cavalos Crioulos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 10, p.1561-1565, 2006.

GAMA, J.; SOUZA, M.; PEREIRA NETO, E.; SOUZA, V. et al. Concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase e concentrações plasmáticas de lactato em equinos da raça Mangalarga Marchador após exercício físico. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 49, n. 6, p. 480-486, 2012.

GOMIDE, L.M.W.; MARTINS, C.B.; OROZCO, C.A.G.; SAMPAIO, R.C.L. et al. Concentrações sangüíneas de lactato em eqüinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação. **Ciência Rural**, v. 36, n.2, p.509-513, 2006.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 198p.

GUNDASHEVA, D. Effect of exercise on erythron, heart and respiratory rates in horses vaccinated against equine herpes virus 4/1 and equine influenza vírus. **Comparative Clinical Pathology**, v. 24, p. 1565–1572, 2015.

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.A.; MARLIN, D.J.; GRAY, J. Plasma aspartate aminotransferase and creatine kinase activities in thoroughbred racehorses in relation to age, sex, exercise and training. **The Veterinary Journal**, v.155, p. 295-304, 1998.

HINCHCLIFF, K.W.; GEOR, R.J. Integrative physiology of exercise. In: HINCHCLIFF, K.W.; KANEPS, A.J.; GEOR, R.J. **Equine sports medicine and surgery**. Philadelphia, PA: W.B. Saunders, 2004. Cap 1, p. 3-8.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro; IBGE, 2013. v. 41, p.1-108.

JONES, E.W. Scientific training. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.25, n.7, p. 320-321, 2005.

KANEKO, J.; HARVEY, J.; BRUSS, M. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 1 ed. San Diego: Academic Press, 1967. 932p.

KARLTRÖM, K.; ESSÉN-GUSTAVSSON, B. Myosin heavy chain-based fibre types in red cell hyper- and normovolaemic Standardbred trotters. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v.34, p. 279-282, 2002.

KÄSTNER, S.B.R.; FEIGE, K.; WEISHAUPT, M.A.; AUER, J.A. Quarter horses to a reining competition. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 19, n. 2, p. 127-131, 1999.

KAWAI, M.; MINAMI, Y.; SAYAMA, Y.; KAWANO, A.; HIGARA, A.; MIYATAI, H. Muscle Fiber Population and Biochemical Properties of Whole Body Muscles in Thoroughbred Horses. **The Anatomical Record**, v. 292, p. 1663–1669, 2009.

KEENAN, D. Changes of blood metabolites in the horse after racing with particular reference to uric acid. **Australian Veterinary Journal**, v.55, p.54-57, 1979.

KERR, M.G. **Exames laboratoriais em medicina veterinária, bioquímica clínica e hematologia**. 2 ed. São Paulo: Roca, 2003. 234p.

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

KOWAL, R. J.; ALMOSNY, N. R. P.; CASCARDO, B.; PEIXOTO, R. S. et al. Avaliação dos valores de lactato e da atividade sérica da enzima creatina quinase em cavalos (*Equus caballus*) da raça Puro-Sangue-Inglês (PSI) submetidos a teste de esforço em esteira ergométrica. **Revista brasileira de Ciência Veterinária**, v. 13, n. 1, p. 13-19, 2006.

KRUMRYCH, W. Variability of clinical and haematological indices in the course of training exercise in jumping horses. **Bulletin of Veterinary Institute in Pulawy**, v.50, p. 391-396, 2006.

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

LIMA, R.A.S.; SHIROTA, R.; BARROS, G.S.C. **Estudo do complexo do agronegócio cavalo**. Piracicaba: ESALQ/USP. 2006. 250p.

LINDNER, A.E. Maximal lactate steady state during exercise in blood of horses. **Journal of Animal Science**, v.88, p.2038-2044, 2010.

LINDNER, A.E; BOFFI, F.M. Pruebas de ejercicio. In: BOFFI, F.M. **Fisiología del ejercicio equino**. Buenos Aires: InterMédica., p.146-153, 2006.

LÖFSTEDT, J.; COLLATOS, C. Creatinekinase and aspartate aminotransferase concentrations. **The Veterinary Clinics of North American - Equine Practice**, v. 13, p. 145-68, 1997.

LOPES, K. R. F.; BATISTA, J. S.; DIAS, R. V. C.; SOTO-BLANCO, B. Influência das competições de vaquejada sobre os parâmetros indicadores de estresse em equinos. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n. 2, p. 538-543, 2009.

MACLEAY, M.J. Disorders of the musculoskeletal system. In: REED, S.M.; BAYLY, W.M.; SELLON, D.C. **Equine Internal Medicine**. 2nd ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company. p.667-720, 2004.

MARLIN, D. Has the golden age of equine exercise physiology passed and if so, have we answered all the big questions? **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 35, p. 354–360, 2015.

MCKEEVER, K.H. Body fluids and electrolytes: responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K.W.; KANEPS, A.J.; GEOR, R.J. **Equine sports medicine and surgery**. Philadelphia, PA: W.B. Saunders, 2004. Cap 38, p. 854-871.

MIRANDA, R.L.; MUNDIM, A.V.; SAQUY, A.C.S.; COSTA, A.S. Biochemical serum profile of equines subjected to team penning. **Comparative Clinical Pathology**, v.18, n. 3, p. 313-319, 2009.

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.; SANTISTEBAN, R.; RUBIO, M.D.; AGÜERA, E.I.; ESCRIBANO, B.M.; CASTEJÓN, F.M. Locomotor, cardiocirculatory and metabolic adaptations to training in Andalusian and Anglo-Arabian horses. **Research in Veterinary Science**, v. 66, n.1, p.25-31, 1998.

PEREIRA NETO, E. Avaliação hematológica e bioquímica em equídeos durante exercício. 2012, 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Centro Universitário Vila Velha, Universidade de Vila Velha, 2011.

OLIVEIRA, C.A.A.; AZEVEDO, J.F.; MIRANDA, A.C.T; SOUZA, B.G. Hematological and blood gas parameters' response to treadmill exercise test in eventing horses fed different protein levels. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 34, p. 1279–1285, 2014.

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.; CLAUSEM, T. Effects of running distance and training on Ca²⁺ content and damage in human muscle. **Medicine e Science in Sports e Exercise**, v. 36, p. 821-829, 2004.

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.

PICCIONE, G.; ASSENZA, A.; FAZIO, F.; GIUDICE, E; CAOLA, G. Different periodicities of some haematological parameters in exercise-loaded athletic horses and sedentary horses. **Journal of Equine Science**, v.12, n.1, p.17-23, 2001.

POOLE, D.C.; ERICKSON, H.H. Cardiovascular function and oxygen transport: responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K.W.; GEOR, R.J.;

KANEPS, A.J. **Equine Exercise Physiology**. 1.ed. Philadelphia: Saunders, 2008. p. 211-245.

PÖSO, A.R. Monocarboxylate transporters and lactate metabolism in equine athletes: a review. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.43, n.2, p. 63-74, 2002.

RAMALHO, L.O.; CAIADO, J.C.C.; SOUZA, V.R.C.; COELHO, C.S. Glicemia e concentrações séricas de insulina, triglicérides e cortisol em equinos da raça Quarto de Milha e mestiços usados em provas de laço em dupla. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 49, n. 4, p. 318-324, 2012.

ROSE, R. **Programas de entrenamiento para caballos: formas de alcanzar um caballo deportivo**. 4. ed. Buenos Aires: Inter-médica, 2000. p. 27-29.

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**, v. 25, p. 57-65, 1993.

SALES, J.V.F.; DUMONT, C.B.S.; LEITE, C.R.; MORAES, J.M.; GODOY, R.F.; LIMA, E.M.M. Expressão do Mg+2, CK, AST e LDH em equinos finalistas de provas de enduro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.33, n.1, p.105-110, 2013.

SANTIAGO, J.M.; ALMEIDA, F.Q.; SILVA, L.L.F.; MIRANDA, A.C.T. et al. Hematologia e bioquímica sérica de equinos de concurso completo de equitação em treinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 2, p. 383-392, 2013.

SANTOS, V.P.; GONZÁLES, F.H.D. Efeito do protocolo de exercício sobre variáveis hematológicas e bioquímicas em eqüinos de salto. **Acta Scientiae Veterinarie**, v. 34, n. 2, p. 243-244, 2006.

SATUÉ, K.; HERNÁNDEZ, A.; MINOZ, A. Physiological factors in the interpretation of equine hematological profile. In: LAWRIE, C. **Hematology Science and Practice**. Croacia: Intech, 2012. p. 573-596.

SEEHERRMAN, H.J.; MORRIS, E.; O'CALLAGHAN, M.W. The use sports medicine techniques in evaluating the problem equine athlete. **Veterinary Clinics of North America – Equine Practice**, v. 6, n. 1, p. 239 – 275, 1990.

SILVA, M.A.G.; MARTINS, C.B.; GOMIDE, L.M.W.; ALBERNAZ, R.M.; QUEIROZ-NETO, A.; LACERDA-NETO, R.M. Determinação de eletrólitos, gases sanguíneos, osmolalidade, hematócrito, hemoglobina, base titulável e anion gap no sangue venoso de equinos destreinados submetidos a exercício máximo e submáximo em esteira rolante. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1021-1027, 2009.

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.; VALBERG, S.J. Muscle anatomy, physiology and adaptations to exercise and training. In: HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. **The athletic horse**. Philadelphia: Saunders, 1994. p. 145-179.

SOARES, O.A.B.; FERRAZ, G.C.; MARTINS, C.B.; DIAS, D.P.M. et al. Comparison of maximal lactate steady state with V2, V4, individual anaerobic threshold and lactate minimum speed in horses. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 1, p. 39-46, 2014.

SUCRE, L.E.; HERNÁNDEZ, N.; HECKER TORRES, S. Efecto del entrenamiento sobre las actividades enzimáticas y composición fibrilar en el músculo gluteus medius de Caballos Pura Sangre Venezolanos. **Revista Científica (Trujillo)**, v.9, p.489-501, 1999.

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 eqüinos submetidos ao teste padrão de exercício progressivo em esteira. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 3, p. 183-190, 2007.

VALBERG, S.; HAGGENDAL, J.; LINDHOLM, A. Blood chemistry and skeletal muscle metabolic responses to exercise in horses with recurrent exertional rhabdomyolysis. **Equine Veterinary Journal**, v. 25, n. 1, p. 17-22, 1993.

VALBERG, S.J. Skeletal muscle function. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6th. ed. London: Academic Press, 2008. p.459-484.

VIERA, W.S.; SOUTTO, I.M; FRADE, N.P.L; BALDANI, C.D; BOTTEON, R.C.C.M, BOTTEON, P.T.L. Perfil bioquímico e capacidade antioxidante total em cavalos de polo suplementados com selênio e vitamina-E. **Ciência Rural**, v.43, n.12, p.2268-2273. 2013.

VOLFINGER, L.; LASSOURD, V.; MICHAUX, J.M.; BRAUN, J.P.; TOUTAIN, P.L. Kinect evaluation of muscle damage during exercise by calculation of the amount of creatine kinase released. **Journal of Physiology**, v. 266, n. 2, p. 434 – 441, 1994.

WANDERLEY, E.K.; BEM, B.S.C.; MELO, S.K.M.; GONZALEZ, J.C.; MANSO, H.E.C.C.C.; MANSO FILHO, H.C. Hematological and Biochemical Changes in Mangalarga Marchador Horses After a Four-Beat Gait Challenge in Three Different Distances. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 35, p.259–263, 2015.

ZOBBA, R.; ARDU, M.; NICCOLINI, S.; CUBEDDU F. DIMAURO, C.; BONELLI, P.; DEDOLA, C.; VISCO, S.; PARPAGLIA, M.L.P. Physical, Hematological, and Biochemical Responses to Acute Intense Exercise in Polo Horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 31, p. 542-548, 2011.

CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO DA LACTATEMIA E DAS ENZIMAS MUSCULARES DE EQUINOS QUARTO DE MILHA SUBMETIDOS À PROVA DE LAÇO EM DUPLA COM DIFERENTES FREQUÊNCIAS DE TREINAMENTO

RESUMO – O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de diferentes tipos de treinamento sobre o condicionamento físico de equinos através da determinação das concentrações séricas de lactato, creatina quinase, aspartato aminotransferase e lactato desidrogenase após exercício físico de alta intensidade e curta duração. Amostras de sangue venoso foram obtidas de 16 equinos da raça Quarto de Milha, divididos em dois grupos: grupo de treinamento regular (GTR) e grupo de treinamento esporádico (GTE), em sete diferentes momentos: 30 minutos antes do exercício (M0), imediatamente após (M1), 30 minutos (M2), uma (M3), duas (M4), seis (M5) e 24 (M6) horas após o exercício. Não houve diferença estatística entre os grupos para nenhuma variável. Em relação ao lactato, no GTE foram observadas diferenças significativas entre o M0 e o M1, com valores respectivos de 0,90 mmol/L (mín 0,8 – máx 1,6) e 3,65mmol/L (mín 1,0 – máx 5,7). Quanto à CK e AST não foram observadas diferenças entre os momentos e os valores obtidos não foram muito maiores do que os valores basais. O LDH demonstrou diferenças significativas entre os momentos em ambos os grupos, sendo que os valores obtidos no M6 foram os menores e por isso diferiram dos demais. Podemos concluir que não houve diferença entre o condicionamento físico dos animais treinados regularmente e esporadicamente e que a baixa magnitude das elevações das concentrações de CK, AST e LDH e o rápido retorno aos valores basais, inclusive do lactato, sugerem que os animais avaliados estavam condicionados e aptos a realizar o tipo de exercício estabelecido, não havendo diferença entre o treinamento regular e o treinamento esporádico.

Palavras-chave: cavalo, bioquímico, exercício

EVALUATION OF LACTATEMIA AND MUSCLE ENZYMES IN QUARTER HORSES SUBJECTED TO TEAM ROPING WITH DIFFERENTE FREQUENCY OF TRAINING

ABSTRACT – The aim of this study was to evaluate the influence of different frequencies of training on physical fitness through the determination of serum concentrations of lactate, creatine kinase, aspartate aminotransferase, and lactate dehydrogenase after exercise of high intensity and short duration. Venous blood samples were obtained from 16 Quarter Horses, divided into two groups: the regular training group (GTR) and sporadic training group (GTE), in seven different moments: 30 minutes before exercise (M0), immediately after the exercise (M1), 30 minutes (M2), one hour (M3), two hours (M4), six hours (M5) and 24 hours (M6) after the exercise. There was no difference between groups for any variable. Lactate analysis revealed in GTE significant differences between the M0 and M1, with respective values of 0,90 mmol/L (0,8 min - 1,6 max) and 3,65 mmol/L (1,0 min - max 5,7). As for CK and AST there were no differences between the moments and values obtained were not much larger than the basal values. The LDH analysis showed significant differences between the moments in both groups, wherein the values obtained in M6 were smaller and therefore differed from the other. We can conclude there was no difference between the fitness of animals trained regularly and sporadically and that the low magnitude elevation of CK, AST and LDH concentration and the rapid return to baseline, including lactate, suggest that evaluated animals were conditioned and able to perform the type of exercise established, with no difference between regular training and the sporadic training.

Keywords: horse, biochemical, exercise

Introdução

O estudo da fisiologia do exercício vem cada vez mais se destacando como ferramenta imprescindível no monitoramento da intensidade do treinamento e no aperfeiçoamento de metodologias relacionadas à resistência, força e recuperação desses atletas. O treinamento envolve o uso de períodos regulares de exercício que promovem mudanças estruturais e funcionais no organismo do animal, adaptando-o a atividade, promovendo o condicionamento físico e diminuindo as chances de lesões (JONES, 2005).

Durante o exercício, a produção e a utilização apropriada de energia são essenciais para a atividade muscular do equino atleta. De uma forma geral, o aumento da concentração de lactato plasmático pode ser utilizado para indicar a intensidade do exercício e o condicionamento físico do animal, visto que animais que apresentam grande capacidade aeróbica geralmente apresentam baixas elevações das concentrações de lactato em resposta ao exercício e uma “clearance” mais eficiente (VALBERG, 2008).

Além disso, as enzimas creatina quinase (CK), aspartato-aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH) também participam ativamente da produção de energia em resposta ao exercício, sendo liberadas na circulação como resultado da intensificação da função celular ou como uma reação a lesões (SNOW E VALBERG, 1994), o que permite que elas sejam comumente utilizadas para avaliação do sistema muscular, da intensidade do exercício e do condicionamento físico dos equinos atletas (KOWAL et al., 2006).

Tendo em vista a necessidade de maiores informação sobre os parâmetros ligados à fisiologia do exercício de equinos submetidos a provas de alta intensidade e curta duração e a importância da elaboração de formas mais adequadas de treinamento, melhorando assim o condicionamento físico e o desempenho atlético desses animais, objetivou-se, nesse estudo, avaliar as concentrações séricas de lactato, CK, AST e LDH, antes e após o exercício, em equinos Quarto de Milha submetidos à prova de laço em dupla, treinados

regularmente (cinco dias por semana) ou esporadicamente (até dois dias por semana), testando a hipótese de que os animais treinados regularmente teriam melhor condicionamento físico e, por consequência, as concentrações das variáveis estudadas, após o exercício, seriam menores do que as concentrações dos animais treinados esporadicamente.

Material e métodos

Foram utilizados 16 equinos da raça Quarto de Milha, sendo oito fêmeas e oito machos, com idades variando entre três e nove anos e peso médio de 450 kg, considerados clinicamente saudáveis mediante exame clínico e hemograma. O presente trabalho foi devidamente avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UNESP Campus Araçatuba (Protocolo nº2012-01985).

O experimento foi conduzido em um centro de treinamento equestre de laço em dupla na região de Araçatuba – SP, onde os animais ficavam alojados em baias individuais e eram alimentados com feno de *Tifton* e ração comercial peletizada (Equitage Supreme®, Guabi, Brasil) duas vezes ao dia, recebiam suplementação mineral uma vez ao dia e água à vontade.

Os 16 animais foram divididos em dois grupos, de acordo com a frequência de treinamento ao qual eram submetidos: grupo de treino regular (GTR) composto por oito animais, quatro machos e quatro fêmeas, que treinavam cinco dias por semana, com idade média de 3,8 anos ($\pm 0,83$), e grupo de treino esporádico (GTE) composto por oito animais, também quatro machos e quatro fêmeas, com idade média de 6 anos ($\pm 1,3$), os quais treinavam até dois dias por semana. Todos os animais eram submetidos a um programa geral de treinamento semelhante, de mesma intensidade, e passaram por um período de repouso de, no mínimo, 24 horas antes do início do experimento.

Para a avaliação da atividade enzimática e das concentrações de lactato foram utilizadas amostras de sangue venoso, coletadas através da punção da

veia jugular, de forma asséptica, pelo sistema a vácuo BD Vacutainer® (BD Vacutainer®, Nova Jersey, EUA), em momentos predeterminados, divididos em: 30 minutos antes do exercício (M0), imediatamente após (M1), 30 minutos (M2), uma (M3), duas (M4), seis (M5) e 24 (M6) horas após o exercício.

As coletas foram realizadas em situação de simulação de prova, onde os animais foram submetidos à modalidade de laço em dupla, também conhecida por “team roping”, na qual uma dupla de cavaleiros laça um bezerro, sendo um dos cavaleiros responsável em laçar a cabeça e o outro responsável em laçar os pés. O tempo da prova, em média de oito a 10 segundos, decorre desde o momento em que os laçadores saem do boxe até os dois cavaleiros laçarem o bezerro mantendo-o sobre a corda esticada e amarrada à sela do cavalo. Vence a dupla que completar a prova em menos tempo (CAIADO et al., 2011). Geralmente, cavalos e cavaleiros fazem várias participações na competição, em busca de melhores resultados.

Foram realizadas duas simulações, em dias diferentes, sempre no período da manhã, entre as 8 e as 11 horas, executadas dentro do próprio centro de treinamento onde ocorreram as coletas, em pista coberta e de areia. Na primeira simulação participaram metade dos animais do GTE e metade do GTR e na segunda simulação a outra metade restante de cada grupo. Os animais foram submetidos ao exercício de laço em dupla cinco vezes consecutivas antes que fosse realizada a coleta do M1, sempre conduzidos pelo mesmo cavaleiro. Todos os animais passaram por um período de aquecimento antes da prova de, aproximadamente, 20 minutos, divididos em cinco minutos de exercício ao passo, 10 minutos ao trote e cinco minutos a galope, em um percurso circular de sete metros de diâmetro. Todos os animais foram aquecidos pelo mesmo cavaleiro.

As amostras foram coletadas em frascos de vidro siliconizados sem anticoagulante para as análises bioquímicas. A determinação das concentrações séricas de lactato foi realizada imediatamente após a coleta, com sangue total, por meio de um analisador clínico eletrônico portátil (Accutrend® Plus, Roche Diagnostics, EUA) utilizando-se cartuchos específicos

(Accusport[®] BM-Lactate, Roche Diagnostics, EUA) conforme as instruções do fabricante. As amostras destinadas aos exames bioquímicos, para a determinação das atividades séricas de CK, AST e LDH, foram adequadamente identificadas e acondicionadas em caixa isotérmica com gelo reciclável e transportadas até o laboratório, onde foram devidamente centrifugadas para obtenção de soro, no mesmo dia das coletas. As amostras de soro foram devidamente armazenadas e posteriormente analisadas em analisador bioquímico semi-automático (TP-Analyzer Basic[®], Thermoplate, China), em comprimento de onda de 340nm, por meio de kits bioquímicos específicos para cada enzima (CK-NAC Liquiform, AST/GOT Liquiform, LDH Liquiform, Labtest[®], Brasil), seguindo as recomendações do fabricante.

Os resultados obtidos quanto às concentrações séricas de lactato foram analisados usando o teste de Mann-Whitney para comparar os grupos em cada momento e o teste de Friedman para comparar os momentos em cada grupo, seguido do teste de Dunn para comparações múltiplas. Os dados obtidos quanto às atividades séricas de CK, AST e LDH foram submetidos à análise de variância com medidas repetidas para comparação entre grupos e momentos, seguido da comparação das médias pelo teste de comparações múltiplas de Tukey no nível de significância de 5%. Os dados foram testados quanto à normalidade e homogeneidade de variâncias, pré-requisitos necessários para a análise de variância. As diferenças foram consideradas significativas quando $P < 0,05$ e as análises foram efetuadas empregando-se o programa SAS (StatisticalAnalysis System) (SAS Institute Inc. The SAS System, release 9.3. SAS Institute Inc., EUA, 2014).

Resultados

A mediana da concentração sérica de lactato e os valores mínimo e máximo em cada momento, confrontados entre os dois grupos que foram analisados no presente trabalho, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1- Valores da mediana (Md) e valores máximos (Max) e mínimos (Min) das concentrações séricas de lactato, em mmol/L, de equinos submetidos à prova de laço em dupla, nos momentos antes e após o exercício, divididos em GTR (grupo de treino regular) e GTE (grupo de treino esporádico).

Variável	Momentos	GTR		GTE		
		Md	Min - Max	Md	Min - Max	
Lactato (mmol/ L)	M ₀	1,15	0,8 – 2,1	0,9	0,8 – 1,6	b
	M ₁	2,55	1,0 – 3,3	3,65	1,0 – 5,7	a
	M ₂	1,2	0,9 – 2,4	1,65	1,2 – 3,3	ab
	M ₃	1,2	0,8 – 1,4	1,35	0,9 – 2,5	ab
	M ₄	1,4	1,0 – 2,0	1,3	0,9 – 2,6	ab
	M ₅	1,55	0,9 – 2,5	1,25	0,8 – 3,8	ab
	M ₆	1,4	0,8 – 2,3	1,15	0,8 – 2,1	ab

*Letras minúsculas diferentes na mesma coluna denotam diferença significativa entre os momentos ($p < 0,05$), pelo teste de Friedman. M₀ (repouso, 30 minutos antes da prova), M₁ (imediatamente após a prova), M₂ (30 minutos após a prova), M₃ (uma hora após a prova), M₄ (duas horas após a prova), M₅ (seis horas após a prova) e M₆ (24 horas após a prova).

Não foi encontrada diferença significativa sobre a concentração sérica de lactato entre os grupos, apesar de ser possível a observação de valores maiores no momento imediatamente após o exercício (M₁) no GTE em relação ao mesmo momento do GTR. Entre os momentos foram observadas diferenças apenas no GTE, onde a concentração sérica de lactato registrada no M₁ foi significativamente maior do que a encontrada em M₀ (repouso). A partir do M₂ é possível notar um rápido declínio das concentrações de lactato, em ambos os grupos.

Na Tabela 2, estão expressos os valores médios e desvios-padrão para as atividades séricas de CK, AST e LDH encontrados em cada momento, confrontados entre os dois grupos avaliados.

Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos para as concentrações séricas de CK, AST e LDH. Entre os momentos, foram encontradas diferenças significativas nas concentrações séricas de LDH, nos dois grupos. No GTR, o valor de M₆ foi o menor encontrado, diferindo

significativamente dos momentos M1, M2, M3 e M4. No GTE, novamente o valor de M6 foi o menor, diferindo, dessa vez, de M0, M1, M2, M3 e M4.

Tabela 2 - Valores médios e desvios-padrão das concentrações séricas de creatina quinase (CK), aspartato aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH), em UI/L, de equinos submetidos à prova de laço em dupla, nos momentos antes e após o exercício, divididos em GTR (grupo de treino regular) e GTE (grupo de treino esporádico).

Variáveis	Momentos	GTR			GTE				
CK (U/L)	M ₀	395,87	±	202	221,2	±	65,3		
	M ₁	309,85	±	133,5	254,87	±	65,1		
	M ₂	357,64	±	263,9	222,62	±	31,2		
	M ₃	298,26	±	106,1	233,21	±	51		
	M ₄	339,75	±	100,3	220,38	±	51,4		
	M ₅	328,29	±	202,9	296,79	±	210,4		
	M ₆	283,05	±	121,6	239,91	±	93,9		
AST (U/L)	M ₀	323,37	±	58,7	281,67	±	50,7		
	M ₁	324,7	±	33,9	311,83	±	63,5		
	M ₂	336,23	±	63,7	298,63	±	47,9		
	M ₃	331,82	±	38,6	291,94	±	46,1		
	M ₄	326,93	±	56,9	290,94	±	54		
	M ₅	319,64	±	66,5	294,87	±	57,9		
	M ₆	309,08	±	83,2	272,67	±	45,9		
LDH (U/L)	M ₀	702,53	±	139,1	ab	696,77	±	180,1	a
	M ₁	756,16	±	81,4	a	789,35	±	239,7	a
	M ₂	773,27	±	125,5	a	697,88	±	203,7	a
	M ₃	753,03	±	130,5	a	728,3	±	151	a
	M ₄	801,8	±	235,2	a	738,35	±	234,8	a
	M ₅	669,85	±	150	ab	620,68	±	251,1	ab
	M ₆	544,28	±	121,6	b	493,38	±	190,1	b

*Letras minúsculas diferentes na mesma coluna denotam diferença significativa entre os momentos ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey. M0 (repouso, 30 minutos antes da prova), M1 (imediatamente após a prova), M2 (30 minutos após a prova), M3 (uma hora após a prova), M4 (duas horas após a prova), M5 (seis horas após a prova) e M6 (24 horas após a prova).

Discussão

No GTE houve diferença significativa entre o M0 e M1, sendo a concentração sérica de lactato no M1, imediatamente após o exercício, maior que a concentração obtida no repouso (M0), respectivamente 3,65mmol/L (mín 1,0 – máx 5,7) e 0,90 mmol/L (mín 0,80 – máx 1,6). A elevação na concentração sérica de lactato após atividade física é esperada, pois todas as fontes de energia são ativadas (MCGOWAN, 2008) e a determinação das concentrações de lactato após o exercício permite determinar o nível de esforço físico ao qual os animais foram submetidos, bem como determinar o preparo dos referidos animais para realizar o exercício imposto (GOMIDE et al., 2006). Santiago et al. (2013), avaliaram equinos antes e após um período de treinamento de nove meses e relataram uma diminuição nas concentrações séricas de lactato após o treinamento. A não ocorrência de diferença significativa entre os mesmos momentos no GTR pode sugerir que os animais deste grupo obtiveram resultado positivo do treinamento, estando melhor preparados para o tipo de exercício realizado.

No presente trabalho não houve diferença significativa nas concentrações séricas de lactato entre os grupos, porém é possível notar que a concentração sérica registrada no momento imediatamente após o exercício (M1) no GTE tende a ser maior do que aquela registrada para o mesmo momento no GTR, sendo, respectivamente 3,65mmol/L (mín 1,0 – máx 5,7) e 2,55mmol/L (mín 1,0 – máx 3,3). Tal resultado, mais uma vez, pode sugerir que os animais do GTR estavam mais adaptados ao tipo de exercício imposto, corroborando com os resultados encontrados por Gehlen et al. (2009), onde o grupo formado por animais considerados não condicionados mostrou uma concentração sérica de lactato significativamente maior após o exercício quando comparado ao grupo de animais condicionados, com valores semelhantes aos obtidos neste trabalho, respectivamente 3,81 mmol/L e 2,39 mmol/L. Quando equinos são submetidos a protocolos efetivos de treinamento, importantes adaptações fisiológicas levam ao aumento na geração de energia

pela via aeróbia (POOLE; ERICKSON, 2008), gerando uma menor magnitude de elevação nas concentrações de lactato após o exercício.

A concentração sérica de lactato é uma variável de fácil aferição, mesmo em condições de campo (COUROUCÉ, 1998) e está relacionada à intensidade do exercício, possibilitando avaliar o sistema de produção energética mais utilizado (DESMECHT et al., 1996). O Limiar de lactato (LL) ou limiar aeróbico (LA) refere-se ao ponto onde, com o incremento da intensidade do exercício, o lactato começa a se acumular, pelo aumento no metabolismo anaeróbico (COUROUCÉ, 1998). Em 1976, Mader et al. determinaram um LL de 4mmol/L para humanos, sendo chamado de V_4 e definido como a velocidade onde a concentração de lactato atinge 4mmol/L, o que significava que, quanto maior a V_4 , maior a capacidade aeróbica do indivíduo. Nos anos 80, esse limiar passou a ser adotado para o uso em equinos (SNOW, 1987).

Sendo assim, considerando o LL de 4mmol/L e com os valores obtidos imediatamente após o exercício, neste trabalho, ficando abaixo deste limiar, seria possível considerar que houve predominância do metabolismo aeróbico e que, conseqüentemente, o exercício imposto foi de intensidade moderada, o que contraria o presente trabalho, que trata de um exercício de alta intensidade. Porém, atualmente, alguns trabalhos vem desenvolvendo e utilizando novas formas de definir o LL em equinos (GONDIM et al., 2007; LINDNER, 2010; SOARES et al., 2014). Um dos métodos mais populares, considerado como o “padrão ouro” para a determinação do LL, é a chamada MFEL (máxima fase estável de lactato), definida como a intensidade do exercício onde há um equilíbrio entre a produção e a remoção do lactato sanguíneo (LINDNER, 2010). Por meio da utilização desse método, Lindner (2010) determinou o LL sendo 1,5mmol/L, muito abaixo do pré-estabelecido 4mmol/L. Da mesma forma, Soares et al. (2014), relatou valores para o LL entre $0,74 \pm 0,33$ mmol/L e $1,69 \pm 0,93$ mmol/L, com média de $0,84 \pm 0,20$ mmol/L. Tais valores são bem inferiores aos encontrados imediatamente após o exercício no presente trabalho (2,55mmol/L e 3,65mmol/L), o que

permite determinar que houve metabolismo anaeróbico e, portanto, o exercício imposto foi, realmente, de alta intensidade.

O rápido declínio das concentrações de lactato, 30 minutos após a realização do exercício, em ambos os grupos, corrobora com os dados encontrados em cavalos de pólo por Zobba et al. (2011), cuja concentração sérica de lactato diminuiu significativamente 30 minutos após o fim do jogo. Assim como as concentrações máximas de lactato observadas após o exercício, o tempo de retorno do lactato aos valores basais também pode ser utilizado para avaliar o efeito do treinamento sobre o condicionamento físico. Equinos com bom condicionamento tendem a apresentar melhores taxas de remoção de lactato (GAMA et al., 2012), o que pode indicar que houve um efeito positivo do treinamento sobre o condicionamento físico dos animais (ASSENZA et al., 2014; SANTIAGO et al., 2013).

Na avaliação das concentrações séricas de CK, AST e LDH não foram observadas diferenças significativas entre os grupos, sendo possível considerar que os animais de ambos os grupos possuíam condicionamento físico semelhante. Entretanto, é possível notar que os valores obtidos no GTR tendem a ser um pouco mais elevados do que os valores do GTE, para as três enzimas. Tal dado pode estar relacionado ao fato de os animais do GTR terem idade menor (média de 3,8 anos) do que os animais do GTE (média de 6 anos) e, conseqüentemente, estarem a menos tempo em treinamento. Balarin et al. (2005) concluíram em seu trabalho que as enzimas podem sofrer a influência do tempo de treinamento, relatando que a atividade da enzima CK apresentou redução significativa com o passar do tempo, diminuindo consideravelmente após um período de treinamento de 12 meses. Corroborando com eles, Löfstedt e Collatos (1997) notaram diminuição progressiva da concentração sérica de CK à medida que aumentava o período de treinamento.

A avaliação das concentrações séricas de CK nos diferentes momentos não demonstrou diferença significativa. Segundo Thomassian et al. (2007), aumentos de menor magnitude ou a não interferência nos valores de CK, seriam resultados esperados após atividade física em equinos bem

condicionados, o que sugere que os animais do presente estudo encontravam-se aptos ao tipo de exercício físico imposto.

Semelhante ao que foi encontrado na avaliação da atividade de CK, não foi possível observar diferença significativa nos diferentes momentos de avaliação da AST, corroborando com o encontrado por Balarin et al. (2005), Caiado et al. (2011), que descreveram que os valores séricos desta enzima não apresentaram diferença significativa após o exercício, em animais submetidos a exercício de alta intensidade, após passarem por um período mínimo de treinamento de 12 meses. Segundo Câmara e Silva et al. (2007) o aumento após o exercício seria influenciado pela fase do treinamento e pelo tipo de exercício, portanto, equinos treinados e condicionados à atividade física imposta teriam uma menor magnitude de aumento na AST sérica. Sendo assim, os achados do presente estudo em relação à AST, assim como já foi citado anteriormente em relação à CK, podem sugerir que os equinos avaliados estavam condicionados ao nível de atividade física imposta.

Em relação às concentrações séricas de LDH obtidas, diferente de CK e AST, foram observadas diferenças significativas entre os momentos avaliados, tanto no GTR quanto no GTE. Em ambos os grupos, os valores encontrados em M6, ou seja, 24 horas após o exercício, foram os menores valores e, por isso, diferiram dos demais momentos. De acordo com Oliveira et al. (2014), esses valores são normais e correspondem à recuperação do animal frente ao exercício.

Conclusão

Conclui-se que os animais treinados regularmente e os animais treinados esporadicamente possuíam o mesmo condicionamento físico, diferindo da hipótese sugerida e que os animais estavam adaptados ao tipo de exercício ao qual são submetidos e estão aptos e condicionados para realizar tal atividade física.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro. Processo 2014/09362-5.

REFERÊNCIAS

ASSENZA, A.; BERGERO, D.; CONGIU, F.; TOSTO, F.; GIANETTO, C. PICCIONE, G. Evaluation of Serum Electrolytes and Blood Lactate Concentration During Repeated Maximal Exercise in Horse. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 34, p. 1175–1180, 2014.

BALARIN, M.R.S.; LOPES, R.S.; KOHAYAGAWA, A.; LAPOSY, C.B.; FONTEQUE, J.H. Avaliação da glicemia e da atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatinoquinase, gama-glutamilttransferase e lactato desidrogenase em equinos puro sangue inglês (PSI) submetidos a exercícios de diferentes intensidades. **Semina, Ciências Agrárias**, v. 26, n. 2, p. 211-218, 2005.

CAIADO J.C.C.; PISSINATE G.L.; SOUZA V.R.C.; FONSECA, L.A.; COELHO, C.S. Lactacidemia e concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, p. 452-458, 2011.

CÂMARA E SILVA, I.A.; DIAS, R.V.C.; SOTO-BLANCO, B. Atividades séricas de creatina quinase, lactato desidrogenase e aspartato aminotransferase em equinos de diferentes categorias de atividade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 1, p.250-252, 2007.

COUROUCÉ, A. Endurance and sprint training. In: CONFERENCE ON EQUINE SPORTS MEDICINE AND SCIENCE, 1998, Cordoba, Espanha. **Anais...** The Netherlands: Wageningen Pers, 1998. p.190-202.

DESMECHT, D.; LINDEN, A.; AMORY, H.; ART, T.; LEKEUX, P. Relationship of plasma *lactate* production to cortisol release following completion of different types of sporting events in horses. **Veterinary Research Communications**, v.20, n.4, p.371-379, 1996.

GAMA, J.; SOUZA, M.; 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. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 49, n. 6, p. 480-486, 2013.

GEHLEN, H.; MARNETTE, S.; ROHN, K.; ELLENDORF, F.; STADLER, P. Echocardiographic comparison of left ventricular dimensions and function after standardized treadmill exercise in trained and untrained healthy warmblood horses. **Equine Comparative Exercise Physiology**, v.3, p.3-11, 2009.

GOMIDE, L.M.W.; MARTINS, C.B.; OROZCO, C.A.G.; SAMPAIO, R.C.L.; BELLI, T.; BALDISSERA, V.; LACERDA NETO, J.C. Concentrações sanguíneas de lactato em eqüinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação. **Ciência Rural**, v. 36, n.2, p.509-513, 2006.

GONDIM, F.J.; ZOPPI, C.C.; PEREIRA-DA-SILVA, L.; MACEDO, D.V. Determination of the anaerobic threshold and maximal lactate steady state speed in equines using the lactate minimum speed protocol. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular Integrative Physiology**, v.146, p.375-380, 2007.

JONES, E.W. Scientific training. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.25, n.7, p. 320-321, 2005.

KOWAL, R. J.; ALMOSNY, N. R. P.; CASCARDO, B.; SUMMA, R.P.; CURY, L.J. Avaliação dos valores de lactato e da atividade sérica da enzima creatina quinase em cavalos (*Equus caballus*) da raça Puro-Sangue-Inglês (PSI) submetidos a teste de esforço em esteira ergométrica. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 13, n. 1, p. 13-19, 2006.

LINDNER, A.E. Maximal lactate steady state during exercise in blood of horses. **Journal of Animal Science**, v.88, p.2038-2044, 2010.

LÖFSTEDT, J.; COLLATOS, C. Creatinekinase and aspartate aminotransferase concentrations. **The Veterinary Clinics of North American - Equine Practice**, v. 13, p. 145-68, 1997.

MADER, A.; LIESEN H.; HECK, H.; PHILLIPPI, H.; ROST, R.; SCHÜRCH, P. Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im labor. **Sportarzt und Sportmedizin**, v. 27, p. 80–88, 1976.

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

OLIVEIRA, C.A.A.; AZEVEDO, J.F.; MIRANDA, A.C.T.; SOUZA, B.G.; RAMOS, M.T.; COSTA, A.P.D.; BALDANI, C.D.; SILVA, V.P.; ALMEIDA, F.Q. Hematological and blood gas parameters' response to treadmill exercise test in eventing horses fed different protein levels. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 34, p. 1279–1285, 2014.

POOLE, D.C.; ERICKSON, H.H. Cardiovascular function and oxygen transport: responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K.W.; GEOR, R.J.; KANEPS, A.J. **Equine Exercise Physiology**. 1.ed. Philadelphia: Saunders, 2008. p. 211-245.

SANTIAGO, J.M; ALMEIDA, F.Q.; SILVA, L.L.F.; MIRANDA, A.C.T; AZEVEDO, J.F.; OLIVEIRA, C.A.A.; CARRILHO, S.S. Hematologia e bioquímica sérica de equinos de concurso completo de equitação em treinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 2, p. 383-392, 2013.

SNOW, D. H. Assessment of fitness in the horse. **In Practice**, v. 9, p. 26–30, 1987.

SOARES, O.A.B.; FERRAZ, G.C.; MARTINS, C.B.; DIAS, D.P.M.; LACERDA NETO, J.C.; QUEIROZ NETO, A. Comparison of maximal lactate steady state with V₂, V₄, individual anaerobic threshold and lactate minimum speed in horses. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 1, p. 39-46, 2014.

THOMASSIAN, A.; CARVALHO, F.; WATANABE, M. J.; SILVEIRA, V.F.; ALVES, A.L.G.; HUSSNI, C.A.; NICOLETI, J.L.M. Atividades séricas da aspartato aminotransferase, creatina quinase e lactato desidrogenase de eqüinos submetidos ao teste padrão de exercício progressivo em esteira. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 3, p. 183-190, 2007.

VALBERG, S.J. Skeletal muscle function. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6th ed. London: Academic Press, 2008. p.459-484.

ZOBBA, R.; ARDU, M.; NICCOLINI, S. CABEDDU, F.; DIMAURO, C.; BONELLI, P.; DEDOLA, C.; VISCO, S.; PARPAGLIA, M.L.P. Physical, Hematological, and Biochemical Responses to Acute Intense Exercise in Polo Horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 31, p. 542-548, 2011.

CAPÍTULO 3 - PARÂMETROS CLÍNICOS E HEMATOLÓGICOS DE EQUINOS QUARTO DE MILHA SUBMETIDOS À PROVA DE LAÇO EM DUPLA COM FREQUENCIAS DIFERENTES DE TREINAMENTO

RESUMO – O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da frequência do treinamento sobre os parâmetros clínicos e hematológicos em equinos após exercício físico de alta intensidade e curta duração. Amostras de sangue venoso foram obtidas de 16 equinos da raça Quarto de Milha, divididos em dois grupos: grupo de treinamento regular (GTR) e grupo de treinamento esporádico (GTE), em sete diferentes momentos: 30 minutos antes do exercício (M0), imediatamente após (M1), 30 minutos (M2), uma (M3), duas (M4), seis (M5) e 24 (M6) horas após o exercício. Aumento significativo foi encontrado após o exercício referente à FC e FR, em ambos os grupos, com uma elevação de maior magnitude no GTE. Diferenças entre os grupos foram observadas em relação ao VG, à concentração de hemoglobina, ao VCM e ao número de linfócitos, inclusive no repouso. Foi possível observar aumentos significativos após o exercício quanto ao VG, em ambos os grupos, na contagem total de hemácias e concentração de hemoglobina no GTR e quanto à PPT e ao número de granulócitos no GTE. Podemos concluir que os equinos avaliados apresentaram alterações clínicas e hematológicas após o exercício. A menor magnitude de elevação após o exercício, observada no GTR, quanto às FC e FR e ao VG sugere que esses animais estariam melhor adaptados ao exercício imposto. No entanto, o rápido retorno aos valores basais, nos permite concluir que os animais avaliados estão aptos e condicionados para realizar tal atividade física.

Palavras-chave: equino, exercício, frequência cardíaca, hematologia, treinamento

CLINICAL AND HEMATOLOGICAL PARAMETERS IN QUARTER HORSES SUBJECTED TO TEAM ROPING WITH DIFFERENT FREQUENCY OF TRAINING

ABSTRACT – The aim of this study was to evaluate the training frequency influence about the clinical and hematological parameters in horses after short term high physical exercise intensity. Venous blood samples were obtained from 16 Quarter Horses, divided into two groups: group of regular training (GTR) and group sporadic training (GTE) in seven different times: 30 Minutes before exercise (M0) immediately after (M1), 30 minutes (M2), one (M3), two (M4), six (M5) and 24 (M6) hours after the exercise. Significant increase was found after exercise concerning the HR and RR, in both groups, with greater magnitude increases in GTE. Differences between groups were observed in relation to VG, hemoglobin concentration, MCV and lymphocytes count, including in the rest. It was possible to observe significant increases after the exercise at the VG, in both groups, the total count of red blood cells and hemoglobin concentration in GTR, and for the PPT and granulocytes count in GTE. We can conclude that evaluated horses had clinical and hematological changes after the exercise. The smaller elevation after the exercise, observed no GTR, for HR, RR and VG, suggested that animals were better adapted to exercise. However, the rapid return to baseline, allows us to conclude that evaluated animals were able and conditioned to perform such physical activity.

Palavras-chave: equine, exercise, heart rate, hematology, training

Introdução

O desempenho de um atleta equino é determinado por inúmeros e complexos processos biológicos interdependentes. A compreensão de como esses processos funcionam e se relacionam entre si é obrigatória para que o cavalo seja efetivamente treinado e manejado durante a sua vida de competidor. A realização de um treinamento adequado induz adaptações fisiológicas necessárias para que o animal possa realizar o exercício com o mínimo risco de se lesionar, sendo, portanto, essencial para que o equino possa competir efetivamente e em segurança (HINCHCLIFF; GEOR, 2004).

A frequência cardíaca e frequência respiratória são importantes parâmetros para a observação do desempenho fisiológico do cavalo atleta, sendo amplamente estudada no campo da medicina esportiva equina (EVANS, 2000). Em resposta ao exercício, o sistema cardiovascular aumenta a frequência cardíaca, com o objetivo de melhorar a disponibilização de oxigênio e energia para o tecido muscular e, para suprir as altas demandas de consumo de oxigênio e produção de dióxido de carbono, tendo ainda um papel importante na dissipação do calor, ocorre aumento na frequência respiratória (AINSWORTH, 2004). De acordo com alguns autores, se esses parâmetros são rapidamente restaurados após o exercício, voltando para os seus valores basais, indica que o animal está bem condicionado e foi submetido a um bom programa de treinamento (KRUMRYCH, 2006).

Em relação ao perfil hematológico, amostras de sangue são frequentemente obtidas durante testes para avaliação do desempenho atlético (FERRAZ, 2007). A utilização rotineira de parâmetros hematológicos durante o esforço físico pode proporcionar um mecanismo eficaz para a avaliação das possíveis anormalidades que possam provocar baixo desempenho e alterações na saúde dos eqüinos (FALASCHINI; TROMBETA, 2001). Além disso, a avaliação hematológica de eqüinos em repouso tem sido objeto de estudo visando estabelecer uma relação com treinamento ou capacidade atlética (PADALINO et al., 2005).

Tendo em vista a necessidade de maiores informação sobre os parâmetros ligados à fisiologia do exercício de equinos submetidos a provas de alta intensidade e curta duração e a importância da elaboração de formas mais adequadas de treinamento, melhorando assim o condicionamento físico e o desempenho atlético desses animais, objetivou-se, nesse estudo, avaliar os parâmetros clínicos e hematológicos, antes e após o exercício, em equinos Quarto de Milha submetidos à prova de laço em dupla, treinados regularmente (cinco dias por semana) ou esporadicamente (até dois dias por semana).

Material e métodos

Foram utilizados 16 equinos da raça Quarto de Milha, sendo oito fêmeas e oito machos, com idades variando entre três e nove anos e peso médio de 450 kg, considerados clinicamente saudáveis mediante exame clínico e hemograma. O presente trabalho foi devidamente avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UNESP Campus Araçatuba (Protocolo nº2012-01985).

O experimento foi conduzido em um centro de treinamento equestre de laço em dupla na região de Araçatuba – SP, onde os animais ficavam alojados em baias individuais e eram alimentados com feno de *Tifton* e ração comercial peletizada (Equitage Supreme[®], Guabi, Brasil) duas vezes ao dia, recebiam suplementação mineral uma vez ao dia e água à vontade.

Os 16 animais foram divididos em dois grupos, de acordo com o tipo de treinamento ao qual eram submetidos: grupo de treino regular (GTR) composto por oito animais, quatro machos e quatro fêmeas, que treinavam cinco dias por semana, com idade média de 3,8 anos ($\pm 0,83$), e grupo de treino esporádico (GTE) composto por oito animais, também quatro machos e quatro fêmeas, com idade média de 6 anos ($\pm 1,3$), os quais treinavam até dois dias por semana. Todos os animais eram submetidos a um treinamento de mesma intensidade e passaram por um período de repouso de, no mínimo, 24 horas antes do início do experimento.

As coletas e avaliações clínicas foram realizadas em momentos predeterminados, divididos em: 30 minutos antes do exercício (M0), imediatamente após (M1), 30 minutos (M2), uma (M3), duas (M4), seis (M5) e 24 (M6) horas após o exercício, em situação de simulação de prova, onde os animais foram submetidos à modalidade de laço em dupla, também conhecida por “team roping”, na qual uma dupla de cavaleiros laça um bezerro, sendo um dos cavaleiros responsável em laçar a cabeça e o outro responsável em laçar os pés. O tempo da prova, em média de oito a 10 segundos, decorre desde o momento em que os laçadores saem do boxe até os dois cavaleiros laçarem o bezerro mantendo-o sobre a corda esticada e amarrada à sela do cavalo. Vence a dupla que completar a prova em menos tempo (CAIADO et al., 2011). Geralmente, cavalos e cavaleiros fazem várias participações na competição, em busca de melhores resultados.

Foram realizadas duas simulações, em dias diferentes, sempre no período da manhã, entre as 8 e as 11 horas, executadas dentro do próprio centro de treinamento onde ocorreram as coletas, em pista coberta e de areia. Na primeira simulação participaram metade dos animais do GTE e metade do GTR e na segunda simulação a outra metade restante de cada grupo. Os animais foram submetidos ao exercício de laço em dupla cinco vezes consecutivas antes que fosse realizada a coleta do M1, sempre conduzidos pelo mesmo cavaleiro. Todos os animais passaram por um período de aquecimento antes da prova de, aproximadamente, 20 minutos, divididos em cinco minutos de exercício ao passo, 10 minutos ao trote e cinco minutos a galope, em um percurso circular de sete metros de diâmetro. Todos os animais foram aquecidos pelo mesmo cavaleiro.

As frequências cardíaca e respiratória foram aferidas em todos os momentos experimentais pré-determinados e os dados foram anotados em fichas individuais, para cada animal.

Para a realização do hemograma foram utilizadas amostras de sangue venoso, coletadas através da punção da veia jugular, de forma asséptica, pelo sistema a vácuo BD Vacutainer® (BD Vacutainer®, Nova Jersey, EUA), em

frascos de vidro siliconizados contendo ácido etilenodiaminotetraacético (EDTA). As amostras foram adequadamente identificadas e acondicionadas em caixa isotérmica com gelo reciclável e transportadas no mesmo dia até o laboratório onde foram prontamente analisadas em analisador hematológico automático veterinário (BC-2800Vet[®], Mindray, Shenzhen, China), obtendo-se resultados para contagem total de hemácias, concentração de hemoglobina, volume globular (VG), volume corpuscular médio (VCM), concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM), leucócitos totais, granulócitos e linfócitos.

Para a determinação da proteína plasmática total (PPT), as amostras foram centrifugadas para a obtenção do plasma e posteriormente analisadas por meio de refratometria manual.

Os dados obtidos de frequência cardíaca e respiratória e dos parâmetros hematológicos foram submetidos à análise de variância com medidas repetidas para comparação entre grupos e momentos, seguido da comparação das médias pelo teste de comparações múltiplas de Tukey no nível de significância de 5%. Os dados foram testados quanto à normalidade e homogeneidade de variâncias, pré-requisitos necessários para a análise de variância. As diferenças foram consideradas significativas quando $P < 0,05$ e as análises foram efetuadas empregando-se o programa SAS (Statistical Analysis System) (SAS Institute Inc. The SAS System, release 9.3. SAS Institute Inc., EUA, 2014).

Resultados

As médias e desvios-padrão, referentes à avaliação da frequência cardíaca (FC) e respiratória (FR), em cada momento, confrontados entre os dois grupos que foram analisados no presente trabalho, encontram-se na Tabela 1. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos, para as duas variáveis. Entre os momentos, houve um aumento significativo imediatamente após o exercício (M1) do número de batimentos cardíacos e

movimentos respiratórios por minuto, nos dois grupos, com maior magnitude de elevação no GTE. Os valores retornaram aos seus valores basais cerca de uma hora após a atividade.

Tabela 1 - Valores médios e desvios-padrão das frequências cardíaca (FC) e respiratória (FR) de equinos submetidos à prova de laço em dupla, nos momentos antes e após o exercício, divididos em GTR (grupo de treino regular) e GTE (grupo de treino esporádico).

Variáveis	Momentos	GTR				GTE			
FC (bpm)	M ₀	36	±	3,93	bc	35	±	3,5	bc
	M ₁	55	±	5,44	a	68	±	9,44	a
	M ₂	41	±	6,07	b	42	±	4,66	b
	M ₃	38	±	4,55	bc	40	±	4,07	bc
	M ₄	35	±	5,23	c	36	±	3,62	bc
	M ₅	36	±	3,8	bc	37	±	7,25	bc
	M ₆	34	±	3,21	c	35	±	3,37	c
FR (mpm)	M ₀	25	±	5,01	b	20	±	4,41	b
	M ₁	69	±	32,77	a	75	±	24,68	a
	M ₂	19	±	9,9	b	28	±	9,43	b
	M ₃	23	±	8,73	b	21	±	3,54	b
	M ₄	19	±	3,85	b	22	±	5,7	b
	M ₅	20	±	4,9	b	19	±	2,83	b
	M ₆	18	±	5,8	b	17	±	6,68	b

*Letras minúsculas diferentes na mesma coluna denotam diferença significativa entre os momentos ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey. M₀ (repouso, 30 minutos antes da prova), M₁ (imediatamente após a prova), M₂ (30 minutos após a prova), M₃ (uma hora após a prova), M₄ (duas horas após a prova), M₅ (seis horas após a prova) e M₆ (24 horas após a prova).

Todos os resultados do hemograma encontram-se dentro dos valores de referência citados por Kaneko (1997).

Na Tabela 2 estão expressos os valores médios e desvios-padrão encontrados para contagem total de hemácias, VCM, CHCM, VG e concentração de hemoglobina. A contagem total de hemácias não diferiu significativamente entre os grupos e apresentou diferenças significativas entre os momentos apenas no GTR. A contagem total aumentou após o exercício (M₁), retornando aos valores basais 30 minutos após a prova. No M₅ apresentou novo aumento, tendo o valor basal restabelecido no M₆, 24 horas após o exercício. O VCM foi significativamente maior no GTE em relação ao

GTR, porém não foram observadas diferenças significativas entre os momentos de cada grupo. A CHCM não apresentou diferenças entre os grupos. Entre os momentos, nos dois grupos, a concentração foi maior no M6, diferindo dos demais momentos. O VG foi maior no GTE, diferindo significativamente do GTR nos momentos 1, 2, 3 e 6. Entre os momentos, no GTE, houve um aumento significativo após o exercício, voltando ao basal 30 minutos depois. No GTR, também foi observado aumento significativo após o exercício com retorno ao valor basal no momento seguinte. No M5 o volume globular apresentou novo aumento, normalizado no M6, 24 horas após o exercício. Quanto às concentrações de hemoglobina, diferenças significativas entre os grupos nos momentos 2, 3, 4, 5 e 6 foram encontradas, sendo as concentrações do GTE maiores do que aquelas expressas pelos animais do GTR. Entre os momentos, apenas o GTR apresentou diferenças, com aumento significativo da concentração de hemoglobina imediatamente após o exercício (M1) e retorno aos valores basais 30 minutos após a prova (M2).

Tabela 2 - Valores médios e desvios-padrão do eritrograma de equinos submetidos à prova de laço em dupla, nos momentos antes e após o exercício, divididos em GTR (grupo de treino regular) e GTE (grupo de treino esporádico).

Variáveis	Momentos	GTR				GTE			
Hemácias ($\times 10^{12}/\mu\text{L}$)	M ₀	8,1	±	0,89	bc	8,33	±	0,93	
	M ₁	8,65	±	1	a	8,67	±	2,21	
	M ₂	7,83	±	0,76	c	8,09	±	0,76	
	M ₃	7,78	±	0,75	c	8,07	±	0,55	
	M ₄	8,04	±	0,73	bc	8,14	±	0,76	
	M ₅	8,34	±	0,82	ab	8,4	±	0,53	
	M ₆	7,79	±	0,8	c	8,11	±	0,63	
VCM (fL)	M ₀	44,54	±	4,73	B	47,39	±	1,47	A
	M ₁	45,31	±	2,21	B	47,7	±	1,62	A
	M ₂	44,55	±	2,37	B	47,7	±	1,7	A
	M ₃	44,46	±	2,53	B	47,48	±	1,83	A
	M ₄	44,64	±	2,43	B	47,41	±	1,47	A
	M ₅	44,51	±	2,39	B	47,26	±	1,74	A
	M ₆	44,64	±	2,89	B	47,69	±	1,38	A
CHCM (g/dL)	M ₀	32,13	±	2,02	b	32,01	±	0,96	b
	M ₁	32,34	±	2	b	32,04	±	1,09	b
	M ₂	32,28	±	1,92	b	32,14	±	0,65	b
	M ₃	32,35	±	1,45	b	32,09	±	0,96	b
	M ₄	31,51	±	1,68	b	31,81	±	0,95	b
	M ₅	31,71	±	1,42	b	32,09	±	0,43	b
	M ₆	34,18	±	1,58	a	33,64	±	1,09	a
Volume Globular (%)	M ₀	35,93	±	3,69	bc	39,39	±	4,45	b
	M ₁	39,1	±	4,18	Ba	44,79	±	4,41	Aa
	M ₂	34,74	±	2,86	Bbc	38,49	±	3,41	Ab
	M ₃	34,44	±	2,77	Bc	38,21	±	2,52	Ab
	M ₄	35,75	±	2,7	bc	38,53	±	3,41	b
	M ₅	37,01	±	3,34	ab	39,63	±	2,38	b
	M ₆	34,6	±	2,91	Bc	38,6	±	2,88	Ab
Hemoglobina (g/dL)	M ₀	11,51	±	0,94	bc	12,6	±	1,25	
	M ₁	12,61	±	1,02	a	13,31	±	3,53	
	M ₂	11,2	±	0,73	Bbc	12,38	±	0,91	A
	M ₃	11,14	±	0,71	Bc	12,28	±	0,81	A
	M ₄	11,26	±	0,74	Bbc	12,25	±	0,83	A
	M ₅	11,73	±	0,8	Bbc	12,73	±	0,64	A
	M ₆	11,81	±	0,65	Bb	12,99	±	0,92	A

*Letras minúsculas diferentes na mesma coluna denotam diferença significativa entre os momentos ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey. M₀ (repouso, 30 minutos antes da prova), M₁ (imediatamente após a prova), M₂ (30 minutos após a prova), M₃ (uma hora após a prova), M₄ (duas horas após a prova), M₅ (seis horas após a prova) e M₆ (24 horas após a prova).

Médias e desvios-padrão encontrados para leucócitos totais, linfócitos e granulócitos encontram-se descritos na Tabela 3. Diferença significativa entre os grupos foi notada apenas em relação ao número de linfócitos, com os animais do GTR apresentando valores maiores nos momentos 2, 3, 4, 5 e 6 quando confrontados com os valores encontrados no GTE. Ainda referente ao número de linfócitos, foram observadas diferenças significativas entre os momentos somente no GTR, onde o maior número de linfócitos foi encontrado no M5, diferindo dos momentos 0, 2, 3, 4 e 6. O número observado no M1 também expressou um pequeno aumento, sendo semelhante ao M5, porém não diferindo de nenhum dos demais momentos. O número de leucócitos totais evidenciou diferenças significativas entre os momentos apenas no GTR, onde o maior valor foi encontrado no M5, diferindo dos demais momentos, exceto do M1, o qual também apresentou certa elevação, porém com menor magnitude, diferindo apenas do M3, que apresentava o menor número de leucócitos totais. Quanto ao número de granulócitos, diferenças significativas entre os momentos foram notadas apenas no GTE, com o maior número sendo encontrado no M5, diferindo dos momentos 0, 1 e 2.

Tabela 3 - Valores médios e desvios-padrão do leucograma de equinos submetidos à prova de laço em dupla, nos momentos antes e após o exercício, divididos em GTR (grupo de treino regular) e GTE (grupo de treino esporádico).

Variáveis	Momentos	GTR				GTE			
Leucócitos totais ($\times 10^9/\mu\text{L}$)	M ₀	9,45	±	2,22	bc	8	±	1,07	
	M ₁	9,96	±	2,08	ab	8,3	±	2,53	
	M ₂	9,31	±	1,83	bc	8,05	±	1,07	
	M ₃	9,13	±	1,8	c	7,99	±	1,59	
	M ₄	9,48	±	2	bc	8,41	±	1,22	
	M ₅	10,46	±	2	a	9,06	±	1,47	
	M ₆	9,48	±	1,56	bc	8,4	±	1,61	
Linfócitos ($\times 10^9/\mu\text{L}$)	M ₀	4,71	±	1,31	b	3,58	±	0,8	
	M ₁	4,91	±	1,26	ab	3,9	±	1,25	
	M ₂	4,65	±	1,02	Ab	3,68	±	0,53	B
	M ₃	4,45	±	1,15	Ab	3,34	±	0,59	B
	M ₄	4,49	±	1,11	Ab	3,33	±	0,66	B
	M ₅	5,43	±	1,33	Aa	3,8	±	0,77	B
	M ₆	4,58	±	1,13	Ab	3,41	±	1,03	B
Granulócitos ($\times 10^9/\mu\text{L}$)	M ₀	4,29	±	1,49		4,09	±	0,54	bc
	M ₁	4,6	±	1,69		4,06	±	1,27	bc
	M ₂	4,26	±	1,53		4,03	±	0,81	c
	M ₃	4,31	±	1,3		4,31	±	1,09	abc
	M ₄	4,56	±	1,5		4,74	±	0,76	ab
	M ₅	4,69	±	0,92		4,93	±	1,02	a
	M ₆	4,4	±	1,05		4,63	±	1,38	abc

*Letras minúsculas diferentes na mesma coluna denotam diferença significativa entre os momentos ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey. M₀ (repouso, 30 minutos antes da prova), M₁ (imediatamente após a prova), M₂ (30 minutos após a prova), M₃ (uma hora após a prova), M₄ (duas horas após a prova), M₅ (seis horas após a prova) e M₆ (24 horas após a prova).

Os valores médios e desvios-padrão das concentrações de PPT, em cada momento e confrontados entre os dois grupos estudados no presente trabalho, encontram-se expressos na Tabela 4. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos. Entre os momentos, o GTE apresentou elevação nas concentrações de PPT imediatamente após o exercício (M₁), diferindo de todos os outros momentos, retornando aos valores basais 30 minutos após o exercício. No GTR, não foram observados aumentos após a prova.

Tabela 4 - Valores médios e desvios-padrão das concentrações de proteína plasmática total de equinos submetidos à prova de laço em dupla, nos momentos antes e após o exercício, divididos em GTR (grupo de treino regular) e GTE (grupo de treino

Variáveis	Momentos	GTR			GTE		
Proteína (g/dL)	M ₀	6,36	± 0,38	a	6,03	± 0,53	b
	M ₁	6,19	± 0,3	ab	6,4	± 0,6	a
	M ₂	6,14	± 0,24	abc	6,05	± 0,45	b
	M ₃	6,09	± 0,23	bc	5,98	± 0,49	b
	M ₄	6,06	± 0,33	bc	5,96	± 0,47	b
	M ₅	6,13	± 0,21	abc	5,96	± 0,44	b
	M ₆	5,9	± 0,35	c	5,88	± 0,38	b

*Letras minúsculas diferentes na mesma coluna denotam diferença significativa entre os momentos ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey. M₀ (repouso, 30 minutos antes da prova), M₁ (imediatamente após a prova), M₂ (30 minutos após a prova), M₃ (uma hora após a prova), M₄ (duas horas após a prova), M₅ (seis horas após a prova) e M₆ (24 horas após a prova).

Discussão

O aumento observado quanto às FC e FR, após o exercício, em ambos os grupos é perfeitamente justificado pelo fato de que, no organismo, à medida que aumentam as necessidades energéticas e de oxigênio durante o exercício, o sistema cardiorrespiratório responde aumentando as frequências cardíaca e respiratória, de forma a disponibilizar maior volume sanguíneo oxigenado ao tecido muscular e maior aporte energético, corresponder às exigências aumentadas de trocas gasosas e ajudar na dissipação do calor (AINSWORTH, 2004; LINDNER; BOFFI, 2006). Tais aumentos também foram relatados em equinos Quarto de Milha após provas de vaquejada e três tambores (LOPES et al., 2009; CARVALHO FILHO et al., 2012). A rápida recuperação dos valores basais tanto da FC, como da FR, sugere que os animais estavam bem treinados e tiveram uma boa resposta fisiológica frente ao exercício (ZOBBA et al., 2011), corroborando com Gehlen et al. (2009), que relatou decréscimos mais rápidos em animais treinados, comparados com animais não treinados. Por outro lado, há uma tendência de que a magnitude do aumento das FC e FR após o exercício, no GTR, seja menor em comparação ao GTE. Segundo Legere et al. (2011), o grau de resposta ao exercício diminui após o

condicionamento físico, sugerindo que os animais do GTR estavam melhor adaptados à atividade física imposta.

Com relação ao VG, o aumento significativo observado em ambos os grupos, após a prova, está diretamente relacionado à mobilização de eritrócitos pelo baço, através de esplenocontração, em resposta ao aumento da concentração plasmática de catecolaminas que ocorre frente ao exercício (KINGSTON, 2004), com o objetivo principal de prevenir a queda das concentrações de oxigênio nos tecidos, principalmente muscular, diante do exercício intenso (SEEHERRMAN et al., 1990). O aumento do VG também pode estar relacionado à redução do volume plasmático por troca transitória de fluidos entre o compartimento extra e intravascular ou pela perda de líquidos atribuída à sudorese (SNOW et al., 1983), no entanto, ocorre principalmente devido à liberação de eritrócitos pelo baço (KÄSTNER et al., 1999). O aumento, após o exercício, da concentração de proteínas plasmáticas também sofre influência da perda de fluidos do compartimento vascular e o grau de variação depende da duração e da intensidade do exercício (SANTOS; GONZÁLES, 2006). A associação das elevações do VG e da concentração de PPT, após o exercício, no GTE, sugere a ocorrência de uma leve redução no volume plasmático em resposta à intensidade do exercício, enquanto que, no GTR não houve aumento da concentração de PPT após a prova, provavelmente, porque nesse grupo o exercício não foi suficiente para promover perdas de fluidos, indicando que esses animais estavam melhor preparados para o tipo de exercício e sendo o aumento do VG reflexo, basicamente, da contração esplênica. O aumento na concentração de PPT pode ser causado por uma leve redução no volume plasmático, e não por desidratação. A hemoconcentração está mais relacionada às trocas intercompartimentais de fluidos do que a uma real perda de líquidos pela transpiração (KINGSTON, 2004). Perdas de fluidos e seus efeitos são mais pronunciados durante exercícios de maior duração, como em provas de enduro, quando a sudorese é mais prolongada e pode se tornar massiva, do que em exercícios de alta intensidade e curta duração (MCKEEVER, 2004; SATUÉ et al; 2012).

Ainda sobre o VG, a diferença significativa encontrada entre os grupos após o exercício, com um aumento percentual de 8,82% pós prova, no GTR e de 13,70% no GTE, corrobora com diversos estudos, que relataram valores maiores de hematócrito, após o exercício, para equinos submetidos uma rotina de treinamento menos intensa (GOLLAND et al., 2003; MCGOWAN, 2008; PICCIONE et al., 2010).

Elevações na concentração de hemoglobina e na contagem total de hemácias, geralmente, acontecem em conjunto com o aumento no VG após o exercício (MUÑOZ et al., 1998), corroborando com o que foi observado no presente estudo, que revelou aumento significativo da contagem total de hemácias e da concentração de hemoglobina após o exercício no GTR e uma tendência à elevação no GTE. Tais resultados são semelhantes aos encontrados após o exercício em equinos Quarto de Milha participantes de competição de rédeas, submetidos a teste de exercício submáximo, participantes de prova de “team penning”, considerada uma atividade de alta intensidade e curta duração e em equinos PSI, competidores de polo (KÄSTNER et al., 1999; LEGERE et al., 2011; MIRANDA et al., 2011; ZOBBA et al., 2011). Maiores concentrações de hemoglobina, contagem total de hemácia e VG levam ao aumento na capacidade aeróbica do animal, resultando em melhor desempenho atlético (MUÑOZ et al., 1998)

Outras alterações nos índices eritrocitários encontradas após o exercício incluem pequenos aumentos no VCM e diminuições na CHCM (KINGSTON, 2004). Smith et al. (1989), depois de exercício de alta velocidade, e Pellegrini-Masini et al. (2000), após intensa atividade física, observaram elevação do VCM e redução da CHCM. Tais resultados sugerem aumento do tamanho dos eritrócitos após exercícios de alta intensidade, atribuído a eritrócitos jovens, de maior tamanho, liberados pelo baço, após a liberação de todo o estoque de células maduras (BALARIN et al., 2006). No entanto, outros autores relataram respostas diferentes, como Boucher et al. (1981), que relataram redução do VCM, porém aumento da CHCM após prova de enduro e Lopes et al. (2009), Miranda et al. (2011) e Gundasheva (2015) que relataram a não interferência

do exercício de vaquejada, “team penning” e salto, respectivamente, nos valores de VCM e CHCM, semelhante ao encontrado no presente estudo. Tais evidências indicam que os índices eritrocitários são dependentes do tipo e intensidade do exercício e que as modificações no tamanho das células, além de estarem relacionadas à liberação esplênica, também podem estar ligadas a mudanças no pH sanguíneo e na osmolaridade plasmática (HANZAWA et al., 1995; PELEGRINI-MASINI et al., 2000).

Os animais do GTR demonstraram menor concentração de hemoglobina e VCM, inclusive no repouso, resultando em diferença significativa entre os grupos. A expressão de menor concentração de hemoglobina e menor VCM também foi relatada em equinos de corrida, submetidos a rotinas mais intensas de treinamento, sendo atribuída a mudanças na hematopoiese (PADALINO et al., 2007). Diminuição desses parâmetros também pode ocorrer em cavalos que estão sendo submetidos a treinamento de enduro, devido a retenção de água e eletrólitos e consequente expansão plasmática, com o objetivo de fornecer uma quantidade extra de água para a manutenção do sistema cardiovascular e termoregulatório durante o exercício prolongado e compensar as perdas significantes associadas à sudorese (ROBERT et al., 2010).

Existem diferenças consideráveis na resposta leucocitária frente ao exercício, baseadas na sua intensidade e duração. Mudanças na contagem de leucócitos totais, após exercícios de alta intensidade, ocorrem devido à esplenocontração gerada pela liberação de catecolaminas. O baço libera não só eritrócitos, mas também leucócitos na circulação. Como o baço é um importante produtor de linfócitos, o aumento na circulação é proporcionalmente maior relacionado aos linfócitos do que a outros tipos de leucócitos (ZOBBA et al., 2012). Isso demonstra que a intensidade do exercício está diretamente relacionada com o aumento do número de linfócitos circulantes (KRUMRYCH et al., 2006). No presente estudo foi possível notar um pequeno aumento na contagem de leucócitos totais no GTR, que provavelmente foi provocado pelo aumento que ocorreu após o exercício no número de linfócitos, como citado posteriormente. A contagem total de linfócitos foi maior no GTR, mesmo no

repouso, em relação ao GTE, resultando em diferença estatística entre eles. De acordo com Kingston (2004), não existe relação entre o aumento da contagem de linfócitos e o treinamento. Sendo assim, o que poderia explicar tal alteração seria o fato da média de idade dos animais do GTR ser menor (3,8 anos) do que a média do GTE (6 anos), já que a contagem de linfócitos pode declinar durante a vida adulta, resultando em uma proporção maior de neutrófilos/linfócitos comparado com animais mais jovens (JAIN et al., 1986). No GTE é possível notar essa diminuição na proporção, sendo o número de linfócitos, em todos os momentos, menor do que o número de granulócitos. No entanto, Padalino et al. (2007), notou aumento significativo na contagem total de linfócitos em animais submetidos a uma rotina mais intensa de treinamento, atribuindo tal alteração em consequência da liberação de catecolaminas frente ao exercício.

Outro efeito observado no leucograma foi o aumento no número de granulócitos após o exercício no GTE, se estendendo até o último momento de avaliação. Enquanto as catecolaminas promovem mobilização de eritrócitos e linfócitos provenientes do baço, o cortisol, produzido frente ao estresse provocado pelo exercício, não apenas estimula a produção de neutrófilos, como inibe sua migração para os tecidos (SANTOS; GÓNZALES, 2006). Apesar de sua concentração máxima na circulação do equinos ocorrer cerca de 20-30 minutos após o exercício, o aumento no número de neutrófilos pode ser encontrado até várias horas depois (KRUMRYCH, 2006).

Talvez um fator limitante neste trabalho tenha sido a não dosagem das concentrações séricas de cortisol, o que permitiria avaliar melhor a resposta de linfócitos e granulócitos após o exercício.

O aumento significativo observado no M5 no GTR quanto ao número de leucócitos totais está relacionado ao aumento significativo observado no mesmo momento no número de linfócitos. É possível notar que a mesma elevação ocorre na contagem total de hemácias, sugerindo que esses animais passaram por algum tipo de situação que levou a esplenocontração e liberação dessas células na circulação, apesar de não haver o conhecimento de tal

mudança na rotina dos animais que possa ter causado tal alteração. Não foi possível encontrar na literatura algo que explicasse, de forma fisiológica, tal fato, deixando a necessidade da realização de posteriores estudos que possam esclarecê-lo.

Conclusão

Conclui-se que os equinos avaliados apresentaram alterações clínicas e hematológicas após o exercício, porém a maioria dos parâmetros avaliados permaneceu dentro dos limites fisiológicos para a espécie.

A menor magnitude de elevação após o exercício, observada no GTR, quanto às FC e FR e ao VG sugere que esses animais estariam melhor adaptados ao exercício imposto. No entanto, o rápido retorno aos valores basais, nos permite concluir que todos os animais, de ambos os grupos, estão aptos e condicionados para realizar tal atividade física.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro. Processo 2014/09362-5.

REFERÊNCIAS

AINSWORTH, D.M. Lower airway function: responses to exercises and training. In: HINCHCLIFF, K.W.; KANEPS, A.J.; GEOR, R.J. **Equine sports medicine and surgery**. Philadelphia, PA: W.B. Saunders, 2004. Cap 28, p.599-612.

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 eqüinos 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.

BOUCHER, J.H.; FERGUSON, E.W.; WILHELMSSEN, C.L.; STATHAM, N.; MCMEEKIN, R.R. Erythrocyte alterations endurance exercise in horses. **Journal of Applied Physiology**, v. 51, n. 1, p.131-134, 1981.

CAIADO J.C.C.; PISSINATE G.L.; SOUZA V.R.C.; FONSECA, L.A.; COELHO, C.S. Lactacidemia e concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, p. 452-458, 2011.

CARVALHO FILHO, W. P; FONSECA, L.A. Determinação do VO₂ máximo de equinos da raça Quarto-de-Milha por meio de teste indireto de 1200 metros. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 10, n. 1, p. 90-90, 2012.

EVANS, D.L. **Training and fitness in athletic horses**. Report for Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC), Sydney, p.7, 2000.

FALASCHINI, A.; TROMBETTA, M.F. Modifications induced by training and diet in some exerciserelated blood parameters in young trotters. **Jounal of Equine Veterinary Science**, v. 21, p. 601-604, 2001.

FERRAZ, G.C. **Fisiologia do exercício e a performance equina**. Semana Acadêmica de Zootecnia da UFPR, Curitiba, 2007.

GEHLEN, H.; MARNETTE, S.; ROHN, K.; ELLENDORF, F.; STADLER, P. Echocardiographic comparison of left ventricular dimensions and function after standardized treadmill exercise in trained and untrained healthy warmblood horses. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v.3, p.3-11, 2009.

GOLLAND, L. C.; EVANS, D. L.; MCGOWAN, C. M.; HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. The effects of overtraining on blood volumes in Standardbred racehorses. **The Veterinary Journal**, v. 165, n. 3, p. 228-233, 2003.

GUNDASHEVA, D. Effect of exercise on erythron, heart and respiratory rates in horses vaccinated against equine herpes virus 4/1 and equine influenza virus. **Comparative Clinical Pathology**, v. 24, p. 1565–1572, 2015.

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

HINCHCLIFF, K.W.; GEOR, R.J. Integrative physiology of exercise. In: HINCHCLIFF, K.W.; KANEPS, A.J.; GEOR, R.J. **Equine sports medicine and surgery**. Philadelphia, PA: W.B. Saunders; Cap 1, p. 3-8, 2004.

JAIN, N.C. The horse. Normal haematologic with comments on response to disease. In: JAIN, N.C. **Schalm's Veterinary Hematology**. Philadelphia, PA: Lea & Febiger, 1986. p. 140-177.

KANEKO, J.J., HARVEY, J.W., BRUSS, M.L. (Eds.) **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. San Diego: Academic Press, 1997. 932p.

KÄSTNER, S.B.R.; FEIGE, K.; WEISHAUPT, M.A.; AUER, J.A. Quarter horses to a reining competition. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 19, n. 2, p. 127-131, 1999.

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

KRUMRYCH, W. Variability of clinical and haematological indices in the course of training exercise in jumping horses. **Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy**, v.50, p. 391-396, 2006.

LEGERE, R.M.; ARNS, M.J.; PENDERGRAFT, J.S. Heart Rate and Hematology Response to Submaximal Training in Quarter and Miniature Horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 31, p. 233-234, 2011.

LINDNER, A.E; BOFFI, F.M. Pruebas de ejercicio. In: BOFFI, F.M. **Fisiología del ejercicio equino**. Buenos Aires: InterMédica, 2006. p.146-153.

LOPES, K.R.F.; BATISTA, J.S.; DIAS, R.V.C.; SOTO-BLANCO, B. Influência das competições de vaquejada sobre os parâmetros indicadores de estresse em equinos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 538-543, 2009.

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

MCKEEVER, K.H. Body fluids and electrolytes: responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K.W.; KANEPS, A.J.; GEOR, R.J. **Equine sports medicine and surgery**. Philadelphia, PA: W.B. Saunders, 2004. Cap 38, p. 854-871.

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.; SANTISTEBAN, R.; RUBIO, M.D.; AGÜERA, E.I.; ESCRIBANO, B.M.; CASTEJÓN, F.M. Locomotor, cardiocirculatory and metabolic adaptations to training in Andalusian and Anglo-Arabian horses. **Research in Veterinary Science**, v. 66, n.1, p.25-31, 1998.

PADALINO, B.; FRATE, A.; TATEO, A.; SINISCALCHI, M.; QUARANTA, A. Valuation of condition athletics preparation of Standardbred trotting on straight race course through determination of lactate, hematocrit and some physiological parameters. **Ippologia**, v. 16, p. 31-33, 2005.

PADALINO, B.; RUBINO, G.; CENTODUCATI, P.; PETAZZI, F. Training versus overtraining: evaluation of two protocols. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 27, n. 1, p. 28-31, 2007.

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.

PICCIONE, G.; CASELLA, S.; GIANNETTO C.; MESSINA, V.; MONTEVERDE, V.; CAOLA, G.; GUTTADAURO, S. Haematological and haematochemical responses to training and competition in standardbred horses. **Comparative Clinical Pathology**, v. 19, p. 95–101, 2010.

ROBERT, C.; GOACHET, A.G.; FRAIPONT, A.; VOTION, D.M.; VAN ERCK, E.; LECLERC, J.C. Hydration and electrolyte balance in horses during an endurance season. **Equine Veterinary Journal**, v. 42, n. 38, p. 98-104, 2010.

ROSE, R.J.; ALLEN, J.R.; HODGSON, D.R.; STEWART, J.H.; CHAN, W. Responses to submaximal treadmill exercise and training in the horse: changes in haematology, arterial blood gas and acid base measurements, plasma biochemical values and heart rate. **Veterinary Records**, v. 113, n. 26/27, p. 612-618, 1983.

SANTOS, V.P.; GONZÁLES, F.H.D. Efeito do protocolo de exercício sobre variáveis hematológicas e bioquímicas em eqüinos de salto. **Acta Scientiae Veterinarie**, v. 34, n. 2, p. 243-244, 2006.

SATUÉ, K.; HERNÁNDEZ, A.; MINOZ, A. Physiological factors in the interpretation of equine hematological profile. In: LAWRIE, C. **Hematology Science and Practice**. Croacia: Intech, 2012. p. 573-596.

SEEHERMAN, H.J.; MORRIS, E.; O'CALLAGHAN, M.W. The use sports medicine techniques in evaluating the problem equine athlete. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 6, p. 239-275, 1990.

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. Haematological response to racing and training exercise in Thoroughbred horses with particular reference to the leucocyte response. **Equine Veterinary Journal**, v. 15, n.2, p. 149-154, 1983.

ZOBBA, R.; ARDU, M.; NICCOLINI, S; CABEDDU, F.; DIMAURO, C.; BONELLI, P.; DEDOLA, C.; VISCO, S.; PARPAGLIA, M.L.P. Physical, Hematological, and Biochemical Responses to Acute Intense Exercise in Polo Horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 31, p. 542-548, 2011.