

Triglicerídeos séricos em equinos suplementados com vitamina E submetidos a exercício de longa duração em esteira*

Polyana Pulcheira Paixão¹ / Tatiana De Sousa Barbosa² / Paula Pulcheira Brasileiro³ / Marcos Jun Watanabe⁴ / Leticia Andreza Yonezawa⁵ / Marcus Vinicius Sandoval Paixão⁶

Resumo

Os triglicerídeos são um dos componentes lipídicos do sangue e sua elevação é fator de risco maior para doenças cardiovasculares. A prática de exercícios é responsável pela diminuição da gordura presente no organismo, além de equilibrar a quantidade de energia ingerida e utilizada. A vitamina “E” é um antioxidante lipossolúvel tecidual que sustenta a cadeia de peroxidação lipídica, prevenindo sua oxidação, podendo atuar na redução da trigliceridemia. Este estudo teve como objetivo avaliar as concentrações plasmáticas de triglicerídeos de equinos após serem submetidos ao esforço físico e suplementados com vitamina “E”. Para tanto, foram utilizados dez cavalos que realizaram exercício de longa duração em esteira em duas etapas, a primeira sem suplementação e a segunda com suplementação de vitamina “E”. Coletas de sangue foram realizadas nas duas fases, antes do teste (M0), imediatamente após o exercício (PE) e nos tempos 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas subsequentes. Observou-se aumento na concentração sérica de triglicerídeos em ambas as fases, sendo os valores da segunda superiores aos da primeira. Não se evidenciou neste estudo, portanto, redução na trigliceridemia em equinos suplementados com vitamina E.

Palavras-chave: cavalo, atividade física, antioxidante, alfa-tocoferol.

* Artigo de investigação.

- 1 Médica veterinária, MSc., Clínica Veterinária de Vitória (CLIMEV).
✉ polyanapp@gmail.com
- 2 Médica veterinária, DSc., Universidade de Vila Velha.
✉ tatianasbarbosa@gmail.com
- 3 Acadêmica de Medicina Veterinária. Clínica Veterinária de Vitória (CLIMEV).
✉ paulapulcheira@gmail.com
- 4 Médico veterinário, DSc., Universidade de São Paulo
✉ watanabe@fmvz.unesp.br
- 5 Médica veterinária, DSc., Universidade de São Paulo
✉ leticiay@gmail.com
- 6 Engenheiro agrônomo, Ph.D., Instituto Federal do Espírito Santo.
✉ mvspaixao@gmail.com
🌐 <https://orcid.org/0000-0003-3262-9404>

Trigliceridos séricos en equinos suplementados con vitamina E en el ejercicio de larga duración

Resumen

Los triglicéridos son uno de los componentes lipídicos de la sangre y su elevación es un factor de riesgo mayor para las enfermedades cardiovasculares. La práctica de ejercicios es responsable de la disminución de la grasa presente en el organismo, además de equilibrar la cantidad de energía ingerida y utilizada. La vitamina E es un antioxidante liposoluble tecidual que sostiene la cadena de peroxidación lipídica, lo que previene su oxidación, y de este modo puede actuar en la reducción de la trigliceridemia. Este estudio tuvo como objetivo evaluar las concentraciones plasmáticas de triglicéridos de equinos después de ser sometidos al esfuerzo físico y suplementados con vitamina E. Para ello se utilizaron diez caballos que realizaron ejercicio de larga duración en cinta en dos etapas: la primera, sin suplementación; y la segunda, con suplementación de vitamina E. Las colectas de sangre se realizaron en las dos fases, antes de la prueba (M0), inmediatamente después del ejercicio (PE) y en los tiempos 6, 12, 24, 48, 72, 96 y 96 horas. Se

Como citar este artigo: Pulcheira Paixão P, De Sousa Barbosa T, Pulcheira Brasileiro P, Watanabe MJ, Yonezawa LA, Sandoval Paixão MV. Triglicerídeos séricos em equinos suplementados com vitamina E submetidos a exercício de longa duração em esteira. Rev Med Vet. 2020;(41):115-122. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss41.11>

observó un aumento en la concentración sérica de triglicéridos en ambas fases, siendo los valores de la segunda superiores a los de la primera. No se evidenció en este estudio, reducción en la trigliceridemia en equinos suplementados con vitamina E.

Palabras clave: caballo, actividad física, antioxidante, alfa-tocoferol.

Serum Triglycerides in Equus under Vitamin E Supplements submitted to Long-Run Workout

Resumen

Triglycerides are one of the blood lipid components and their increasing values are a risk factor for cardiovascular diseases. Working out helps to reduce fat in the body as well as to balance the amount of energy uptake vs. energy use. Vitamin E is a liposoluble antioxidant tissue that supports the lipid peroxidation chain, thus preventing the oxidation and, in turn, acting as a triglyceridemia reducing agent. This study aims to evaluate the serum concentrations of triglycerides in Equi after doing a physical effort and receiving vitamin E. The study included ten horses that did a long-run workout session in two rounds: the first one without receiving any supplement; the second one, receiving vitamin E supplements. Blood samples were collected in the rounds: one before the test (M0), immediately after the workout (PE) and at the 6, 12, 24, 48, 72, 96 and 96 hours. An increase was observed in the serum concentration of triglycerides in both rounds, with higher values in the second round. The study did not find any reduction in the triglyceridemia among Equi receiving vitamin E supplements.

Keywords: horse, workout, antioxidant, alpha-tocopherol.

INTRODUÇÃO

Os triglicerídeos são um dos componentes gordurosos do sangue e sua elevação pode causar, em humanos, obesidade, doenças cardiovasculares, esteatose hepática, pancreatite, entre outros (1). A prática de exercícios é responsável pela diminuição da gordura armazenada no organismo e dos compostos lipídicos séricos, aumentando a massa magra e a expectativa de vida do indivíduo, equilibrando a quantidade de energia ingerida e utilizada (2-4). Os substratos energéticos utilizados durante o repouso e o exercício físico são os carboidratos e os lipídeos. A contribuição de cada substrato para a manutenção da demanda de energia durante a atividade física é determinada pela intensidade e duração do esforço, treinamento, disponibilidade, estado nutricional e ação hormonal (5). A lipólise aumenta com o esforço

físico, o qual resulta em um aumento significativo no número e na atividade das mitocôndrias do tecido muscular, resultando também em um aumento na oxidação dos ácidos graxos livres (6).

Além de induzir processos biológicos com efeitos positivos, o exercício físico quando ultrapassa os limites fisiológicos pode levar a produção de radicais livres ou espécies reativas de oxigênio (EROs), os quais geram consequências prejudiciais ao organismo (7). De acordo com Moffarts et al. (8), uma das principais ações deletérias dos EROs é a lesão tecidual, tais como a oxidação das membranas lipídicas. Esse estresse oxidativo contribui para acelerar o processo de fadiga e lesão na fibra muscular, gerando intolerância ao exercício e diminuição de desempenho atlético. Cavalos submetidos a altas velocidades podem desenvolver níveis elevados de

estresse metabólico dependendo da intensidade e duração do esforço muscular. A adenosina trifosfato e fosfato de creatina, rapidamente são consumidos levando a produção de energia por vias glicolíticas e/ou oxidativas (9). Buscar o melhor desempenho e bem-estar dos animais durante as competições de resistência é essencial para promover e manter agradável o esporte equestre que muito se desenvolve em toda parte do mundo (10).

Para prevenir o surgimento do estresse oxidativo proveniente do exercício, sugere-se a utilização de suplementação dietética com substâncias antioxidante, tendo como objetivo neutralizar a produção dos EROs (11). O principal antioxidante biológico associado ao estresse oxidativo é a vitamina “E”, também conhecida como sua forma ativa alfa-tocoferol (12). É encontrada em todas as membranas celulares, porém sua maior quantidade está na membrana mitocondrial interna onde se localiza o sistema de transporte de elétrons (13). Esta possui homólogos que realizam muitas atividades biológicas, e é um antioxidante lipossolúvel no organismo (14). Na sua estrutura há uma cadeia lateral hidrofóbica que protege as membranas celulares contra o dano oxidativo (15). Sua função é prevenir a peroxidação lipídica fazendo a captura de radicais peroxila, além de agir na prevenção da oxidação de compostos lipídicos, e também é essencial para o funcionamento adequado das membranas celulares (16). Os lipídios quando oxidados, não são metabolizados normalmente, acumulando-se e gerando patologias no sistema cardiovascular (17).

O exercício físico induz uma maior captura de triglicéridos e colesterol ao diminuir a concentração da enzima triacilglicerol lipase hepática, cuja função é hidrolisar estes compostos quando conjugados numa sub-fração da HDL (lipoproteína de alta densidade), a HDL₂, que ao ser liberada para o fígado, torna-se mais densa e transforma-se em HDL₃ (18). Dessa maneira, com uma maior permanência da HDL₂ na circulação sanguínea, a captura dos triglicéridos é constantemente realizada, diminuindo assim sua concentração sérica (19). Para efetuar essas funções, a HDL necessita do seu conteúdo antioxidante, a qual faz parte o alfa-tocoferol (20). Considerando esta hipótese, a vitamina “E” poderia reduzir

o acúmulo de triglicéridos no sangue, o que beneficiaria a saúde do animal.

Este estudo foi realizado com o objetivo de testar a hipótese que a prática de exercício de longa duração em esteira e a suplementação com vitamina “E”, diminuem as concentrações séricas de triglicéridos em equinos.

MATERIALES E MÉTODOS

O trabalho foi realizado sob a aprovação do comitê de ética com o protocolo nº128/2009 CEUA/ UNESP – Botucatu.

Utilizou-se 10 equinos inteiros e machos, sendo cinco da raça Puro Sangue Árabe e cinco da raça Crioula, mantidos em piquetes do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de Botucatu, sob as mesmas condições de manejo alimentar e sanitário. Os animais estavam sem treinamento físico por mais de um ano, com idade variando de oito a dez anos, e peso médio de 372,1 ± 32,9 kg, foram considerados hígidos mediante exame hematológico e bioquímico sérico.

Os equinos foram submetidos a um teste padrão de exercício progressivo em esteira de alta velocidade (Mustang 2200 AG, Kagra, Suíça) inclinada a 6%, da qual a velocidade é elevada gradualmente, com o protocolo de exercício proposto por Watanabe et al. (21). Utilizou-se a máscara de análise de trocas gasosas e dados ventilatórios (Metavet, Cortex, Alemanha), para se extrair a carga de trabalho para cada equino, com base no consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) (21), sendo o valor médio dos animais de 110,4 ± 20,4 mL/kg/min, sempre às nove horas da manhã.

Após 14 dias do teste progressivo, os equinos foram submetidos ao teste de baixa intensidade e longa duração (TLD1). O teste, considerado de exercício predominantemente aeróbico (concentração de lactato inferior a 4mmol/L), foi realizado com a esteira inclinada a 6%, à velocidade de 35% do $VO_{2máx}$ de cada animal pelo

período de 60 min (22), correspondendo a uma velocidade média de $2,3 \pm 0,5$ m/s.

A suplementação da vitamina E (dl-alfa-tocoferol) dos animais teve início logo após o teste TLD1, na dose de 1.000 UI/animal (23), por meio de cápsulas gelatinosas (E-tabs 1000 UI, Sigma Pharma, Hortolândia, Brasil) misturadas a raspas de rapadura, por via oral, diariamente e sem interrupção até o final do experimento. Após 59 dias do início da suplementação, os equinos realizaram o segundo teste (TLD2) com o mesmo protocolo de TLD1. A temperatura e a umidade relativa do ar do salão do Centro de Medicina Esportiva Equina da Unesp de Botucatu, onde os testes foram realizados, variou de 17,0 a 20,6°C e 66 a 81%, respectivamente.

As coletas de sangue foram realizadas antes do teste (M0), imediatamente após o exercício (PE) e nos tempos 6h, 12h, 48h, 72h e 96h subsequentes, sendo armazenadas em tubos contendo ativador da coagulação para obtenção de soro e foram imediatamente separados e congelados a -80°C até serem processadas.

Foi então, realizado a dosagem dos triglicerídeos séricos por meio de kit comercial (Bioclin, teste enzimático) em analisador bioquímico semi-automático, da marca Mindray, modelo BA-88A, no laboratório de patologia clínica localizado no campus Boa Vista da Universidade Vila Velha.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias de cada característica comparadas pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade, sendo utilizado o programa Genes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na primeira fase do experimento, sem suplementação com o antioxidante, o valor médio de triglicerídeos dos equinos antes de serem submetidos ao exercício em esteira (M0) encontra-se dentro do intervalo de normalidade (5,3 a 54,0 mg/dL) (24). Já os equinos suple-

mentados apresentaram um valor basal discretamente acima do valor máximo considerado normal e significativamente maior do que os animais não suplementados, devido a vitamina E ser lipossolúvel.

Notou-se que em TLD1, no momento PE, a concentração sérica de triglicerídeos teve um aumento significativo ($p < 0,05$) (Tabela 1). No estudo de Orozco et al. (25), cujos animais foram submetidos a treinamento a campo e testes em esteira, sendo realizado coletas de sangue antes e após o exercício, obteve-se o mesmo comportamento imediatamente após o esforço físico. O mesmo foi observado no estudo de Coelho et al. (26), no qual os cavalos realizaram marcha cadenciada a campo durante quarenta minutos e no de Brunner et al. (27) que acompanharam animais que foram submetidos a exercício extenuante. Mesmo com estes resultados, o aumento nas concentrações de triglicerídeos não ultrapassou o valor normal considerado para a espécie (24). Este aumento de triglicérides imediatamente após a atividade ocorre devido a um bloqueio na ação da insulina e ao efeito hiperglicemiante gerado pelas catecolaminas e cortisol circulantes, gerando um balanço energético negativo, havendo lipólise e mobilização de outras fontes energéticas (28), para que ocorra uma produção de energia eficiente, levando a manutenção adequada dos esforços musculares (29).

Ainda nesta primeira fase, após 6 horas da realização da atividade, obteve-se a menor média, provavelmente devido a diminuição da concentração sérica de vitamina E, sendo considerado diferente significativamente de todos os outros momentos dosados, mas permanecendo dentro do intervalo de normalidade (24). Observou-se uma elevação progressiva nos valores de triglicerídeos a partir do momento 12h até 96h, sendo este último a maior média encontrada. Hyypä (30) cita que nas horas pós-exercício, a normalização das concentrações de lipídeos é lenta, decorrente ao retorno da liberação de insulina na circulação sanguínea, levando a inibição da lipólise, o que pode explicar os níveis elevados de triglicerídeos após 24 horas até o momento 96h depois da realização do teste.

Com a suplementação da vitamina “E” (TLD2) a concentração de triglicérides obteve o mesmo comportamento que TDL1. Houve um aumento significativo ($p < 0,05$) no momento PE no qual atingiu o valor máximo e ultrapassou ao intervalo de normalidade, citado por Robinson (24). Em seguida houve diminuição dos valores nos momentos 6h e 12h, e a partir de 24h elevou-se gradativamente nos momentos subsequentes até atingir um valor próximo ao inicial (figura 1).

De acordo com os resultados analisados, podemos considerar que a resposta do organismo dos animais com ou sem a suplementação, apresentou comportamento semelhantes, visto que em ambos os casos: a resposta no momento PE é maior que o M0, tendo uma diminuição no momento subsequente, com um período de manutenção de valores e retornando aos níveis iniciais. Todos os momentos dosados em TDL2 obtiveram valores de triglicerídeos maiores que TDL1, porém pode-se sugerir que neste protocolo de exercício a ação da vitamina

nos triglicerídeos ocorreu apenas até 6 horas, pois a partir deste momento não observou-se diferença estatística entre TDL1 e TDL2.

Outros estudos também não encontraram resultados positivos para o uso da vitamina, como o de Meagher et al. (31), que analisaram o efeito da vitamina “E” na peroxidação lipídica em seres humanos saudáveis. Realizaram a suplementação durante oito semanas em 30 indivíduos separados em seis grupos de cinco, sendo o primeiro placebo e os subsequentes consumindo 200, 400, 800, 1200 e 2000 UI/d da vitamina. Os grupos suplementados não obtiveram diferença do grupo placebo, sem apresentar efeito adicional do antioxidante na cadeia de peroxidação lipídica, questionando assim o efeito da vitamina “E” na diminuição dos triglicerídeos. Já Williams et al. (12) utilizaram cavalos que praticam enduro para avaliar a ação da vitamina “E” na peroxidação lipídica e no estresse oxidativo, e verificou que a suplementação não obteve benefícios significativos.

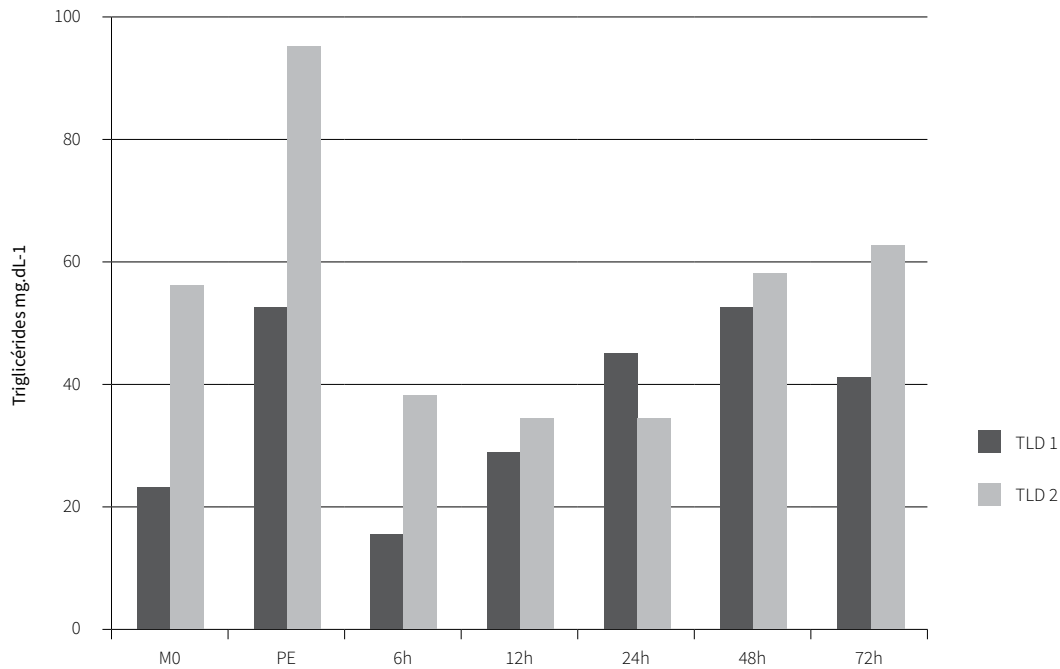
Tabela 1. Médias de triglicerídeos sérico (mg.dL^{-1}) em equinos submetidos a exercício físico de longa duração em esteira com e sem suplementação de vitamina “E”

	M0	PE	6h	12h	24h	48h	72h	96h
S/Vit E	23,05 B bc	52,20 B a	15,45 B c	29,80 A abc	44,85 A ab	52,15A a	40,60 B abc	55,09 A a
C/Vit E	56,15 A bc	94,95 A a	37,55 A bc	34,55 A c	34,91 A c	57,30 A bc	62,41 A b	62,14 A b
CV (%)	41,09	32,67	31,53	37,41	46,43	45,44	35,55	34,55

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. M0 = triglicerídeos no repouso; PE = triglicerídeos imediatamente após o exercício; 6, 12, 24, 48, 72, 96 h = triglicerídeos em horas após o exercício.

Fonte: self made

Figura 1. Médias de triglicerídeos sérico em equinos submetidos a exercício físico de longa duração em esteira, sem suplementação com vitamina “E” (TLD1) e com vitamina “E” (TLD2)



Fonte: self made

CONCLUSÕES

Após a prática do exercício de longa duração em esteira, a concentração sérica de triglicerídeos não apresentou efeito significativo de redução. A vitamina “E” não atua na redução da concentração sérica de triglicerídeos após a prática do exercício de longa duração em esteira.

REFERÊNCIAS

- Mishika K, Tanaka T, Pu F, Egashira N, Iwasaki K, Hidaka R, et al. Vitamin E isoforms alpha-tocotrienol and gamma-tocopherol prevent cerebral infarction in mice. *Neurosci Lett*. 2003;337(1):56-60. [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(02\)01293-4](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(02)01293-4)
- Kempen KP, Saris WH, Westerterp, KR. Energy balance during an 8-wk energy-restricted diet with and without exercise in obese women. *Am J Clin Nutr*. 1995;62(4):722-9. <https://doi.org/10.1093/ajcn/62.4.722>
- Racette SR, Schoeller DA, Kushner RF, Neil KM. Exercise enhances dietary compliance during moderate energy restriction in obese women. *Am J Clin Nutr*. 1995;62(2):345-9. <https://doi.org/10.1093/ajcn/62.2.345>
- Cowburn G, Hillsdon M, Hankey CR. Obesity management by life-style strategies. *Br Med Bull*. 1997;53(2):389-408. <https://doi.org/10.1093/oxford-journals.bmb.a011619>
- Pollock ML, Wilmore JH. Exercícios na saúde e na doença: Avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. 2nd. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1993.
- Wolfe RR, Klein S, Carraro F, Weber JM. Role of triglyceride - fatty acid cycle in controlling fat metabolism in humans during and after exercise. *Am J Physiol*.

- 1990;258(2 Pt 1):E382-9. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1990.258.2.E382>
7. Sjödin B, HellstenWesting Y, Apple FS. Biochemical mechanisms for oxygen free radical formation during exercise. *Sports Med.* 1990;10(4):236-54. <https://doi.org/10.2165/00007256-199010040-00003>
 8. Moffarts B, Kirschvink N, Art T, Pincemail J, Michaux C, Cayeux K, et al. Impact of training and exercise intensity on blood antioxidant markers in healthy Standardbred horses. *Equine Comp Exerc Physiol.* 2004;1(3):211-20. <https://doi.org/10.1079/ECP200426>
 9. Mckenzie E. Muscle physiology and nutrition in exercising horses. *Equine Vet J.* 2011;43:637-639. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2011.00468.x>
 10. Luck MM, Le Moyec L, Barrey E, Triba MN, Bouche-mal N, Savarin P, Robert C. Energetics of endurance exercise in young horses determined by nuclear magnetic resonance metabolomics. *Front Physiol.* 2015;6:198. <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2015.00198>.
 11. Urso ML, Clarkson PM. Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology.* 2003;189(1-2):41-54. [https://doi.org/10.1016/S0300-483X\(03\)00151-3](https://doi.org/10.1016/S0300-483X(03)00151-3)
 12. Williams CA, Kronfeldt DS, Hess TM, Saker KE, Waldron JN, Crandell KN, et al. Antioxidant supplementation and subsequent oxidative stress of horses during an 80-km endurance race. *J Anim Sci.* 2004;82(2):588-594. <https://doi.org/10.1093/ansci/82.2.588>
 13. Gohil K, Packer L, de Lumen B, Brooks GA, Terblanche SE. Vitamin E deficiency and vitamin C supplements: exercise and mitochondrial oxidation. *J Appl Physiol.* 1986;60(6):1986-91. <https://doi.org/10.1152/jappl.1986.60.6.1986>
 14. Brigelius-Flohé R, Traber MG. Vitamin E: function and metabolism. *FASEB J.* 1999;13(10):1145-55. <https://doi.org/10.1096/fasebj.13.10.1145>
 15. Marouka N, Murata T, Omata N, Takashima Y, Fujibayashi Y, Wada Y. Effects of vitamin E supplementation on plasma membrane permeabilization and fluidization induced by chlorpromazine in the rat brain. *J Psychopharmacol.* 2008;22(2):119-27. <https://doi.org/10.1177/0269881107078487>
 16. Batlouni M. Hipótese oxidativa da aterosclerose e emprego dos antioxidantes na doença arterial coronária. *Arq Bras Cardiol.* 1997;68(1):55-63.
 17. Mattár JA. Radicais livres e uso de antioxidantes no doente grave [Internet]. 2003 [cited 2015 May 3]. Disponível em: <http://www.sti-hspe.com.br/antioxidantescompletoboletimjulho2003.pdf>
 18. Murray RK, Harper HA. *Harper's biochemistry.* 23rd ed. London: Prentice Hall; 1993.
 19. Berg A, Frey I, Baumstark MW, Halle M, Keul J. Physical activity and lipoprotein lipid disorders. *Sports Med.* 1994;17(1):6-21. <https://doi.org/10.2165/00007256-199417010-00002>
 20. Perugini, C, Bagnati M, Cau C, Bordone R, Zoppis E, Paffoni P, et al. Distribution of lipid-soluble antioxidants in lipoproteins from healthy subjects. I. Correlation with plasma antioxidant levels and composition of lipoproteins. *Pharmacol Res.* 2000;31(1):55-65. <https://doi.org/10.1006/phrs.1999.0552>
 21. Watanabe MJ, Silveira VF, Machado LP, Yonezawa LA, Kohayagawa A, Thomassian A. Aplicação da espirometria durante teste padrão de exercício progressivo em esteira para avaliação da troca gasosa respiratória de equinos da raça Árabe. *Arch Vet Sci.* 2009;14:17-24. <https://doi.org/10.5380/avs.v14i1.12848>
 22. Prince A, Geor R, Harris P, Hoekstra K, Gardner S, Hudson C, Pagan J. Comparison of the metabolic responses of trained Arabians and Thoroughbreds during high- and low-intensity exercise. *Equine Vet J.* 2002;34(Suppl.):95-9. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2002.tb05398.x>
 23. Nutrient Requirements of Horses [Internet]. 2007 [cited 2015 Oct 30]. Disponível em: <http://nrc88.nas.edu/nrh/>.
 24. Orozco G, Martins CB, Gomidelm, Queiroz-neto A, Lacerda-neto JC. Alteraciones metabólicas durante entrenamiento en equinos de la Raza Pura Sangre Árabe. *Revta Med Vet.* 2007;13(0):77-82.
 25. Coelho CS, Gama JAN, Lopes PFR, Souza VRC. Glicemia e concentrações séricas de insulina, triglicéridos e cortisol em equinos da raça Mangalarga Marchador após exercício físico. *Pesq Vet Bras.* 2011;31(9):756-60. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2011000900006>

26. Robinson RN. *Current Therapy in Equine Medicine*. 5th ed. St. Louis: Saunders; 2003.
27. Brunner J, Liesegang A, Weiss S, Wichert B. Feeding practice and influence on selected blood parameters in show jumping horses competing in Switzerland. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2015;99(4):684-91. <https://doi.org/10.1111/jpn.12266>
28. Dugat SL, Tex TS, Matthews NS, Gold JR. Values for triglycerides, insulin, cortisol and ACTH in a herd of normal donkeys. *J Equine Vet Sci*. 2010;30(3):141-44. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2010.01.054>
29. Mircean M, Giurgiu G, Mircean V, Zinveliu E. Serum cortisol variation of sport horses in relation with the level of training and effort intensity. *Bulletin USAMV-CN*. 2007;64:488-92.
30. Hyypä S. Endocrinal responses in exercising horses. *Livestock Product Sci*. 2005;92:113-21. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.014>
31. Meagher EA, Barry OP, Lawson JA, Rokach J, Fitzgerald GA. Effects of Vitamin E on Lipid Peroxidation in Healthy Persons. *JAMA*. 2001;285(9):1178-82. <https://doi.org/10.1001/jama.285.9.1178>