

Variação de níveis séricos de ferro, da capacidade total de ligação do ferro e da saturação da transferrina em equinos de corrida, antes e após exercício físico*

Gláucia Abramovitch¹, Andréa Cristina Parra¹ e Wilson Roberto Fernandes¹⁺

ABSTRACT. Abramovitch G., Parra A.C. & Fernandes W.R. [Changes in iron levels, total iron binding capacity, transferrin saturation in race horses, before and after of physical exercise]. Variação de níveis séricos de ferro, da capacidade total de ligação do ferro e da saturação da transferrina em equinos de corrida, antes e após exercício físico. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, 36(3):289-293, 2014. Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Rua Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva 87, Cidade Universitária, Butantã, São Paulo, SP 05508-270, Brasil. Email: wilsonrf@usp.br

The preparation of the horse for physical activities in competition is directly related to important factors such as nutrition, muscle adaptation and blood profile, related to the concentration of serum iron, total capacity total iron binding capacity (TIBC) and saturation of transferrin. This study aimed to evaluate the influence of exercise in iron levels, the total iron and transferrin saturation in race horses. One hundred and eleven samples of blood serum were collected from Thoroughbred horses, from the Jockey Club of São Paulo, aged between 3 and 4 years old, male and female, clinically healthy, practitioners turf competition, in sand or grass. The samples were obtained before exercise (control time) and 30 minutes after exercise (post exercise). These animals were submitted to gallop training, of high intensity and short duration for this research. As a result, it was observed that the serum concentration of iron (Fe) showed a statistically significant lowering post-exercise, due to organic re-balance of iron, while TIBC (total iron binding capacity) showed a clear and significant increase in their serum levels due to increased needs of iron during and after exercise. The percentage of transferrin saturation in serum was shown to be lower post-exercise, probably due to the recruitment of iron ion in the acute phase inflammatory reaction that may occur during the exercise by cellular suffering and stress. It is concluded that the exercise performed by the evaluated horses had significant influence on the basic needs of serum iron, total iron binding capacity and the percentage of transferrin saturation of equine athletes.

KEY WORDS. Horse, racing horse, serum iron, exercise.

RESUMO. O preparo do cavalo para desenvolver atividade física em competição está diretamente relacionado a importantes fatores como: alimentação, adaptação muscular e constituição da crase sanguínea, relacionando-se aí à concentração sérica de ferro, a capacidade total de ligação de ferro

(CTLFe) e a saturação da transferrina. O presente trabalho objetivou avaliar a influência do exercício físico sobre os níveis de ferro, da capacidade total de ligação do ferro e da saturação da transferrina em equinos de corrida. Cento e onze amostras de soro sanguíneo foram colhidas de cavalos da raça

* Recebido em 1 de outubro de 2012.

Aceito para publicação em 29 de janeiro de 2014.

¹ Médica-veterinária, Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade de São Paulo (USP), Rua Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva 87, Cidade Universitária, Butantã, São Paulo, SP 05508-270, Brasil. Emails: * binha@usp.br; ** acparra@usp.br

² Médico-veterinário, DSc., LD., Departamento de Clínica Médica, FMVZ, USP, Rua Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva 87, Cidade Universitária, Butantã, São Paulo, SP 05508-270. +Autor para correspondência, Email: wilsonrf@usp.br

Puro Sangue inglês (PSI), oriundos do Jockey Clube de São Paulo, com idade de variando entre 3 e 4 anos, machos e fêmeas, clinicamente hígidos, praticantes das provas de turfe, tanto em pista de areia como de grama. As colheitas das amostras foram obtidas antes do exercício (momento pré) e 30 minutos após o exercício (momento pós). Esses animais foram submetidos a treino ao galope, exercício físico de alta intensidade e curta duração, para realização da presente pesquisa. Como resultado, observou-se que a concentração sérica de ferro (Fe) apresentou redução estatisticamente significativa no momento pós-exercício, em virtude de reequilíbrio orgânico do ferro, enquanto a CTLF (capacidade total de ligação do ferro sérico) apresentou evidente e significativo aumento em seus níveis séricos devido ao aumento das necessidades básicas de Fe durante e após exercício e a porcentagem de saturação de transferrina sérica mostrou-se menor no momento pós-exercício, por provável recrutamento de íon Fe para reações inflamatórias de fase aguda que podem ocorrer durante o exercício por sofrimento celular e estresse. Conclui-se que o exercício realizado pelos equinos avaliados apresentou importante influência nas necessidades básicas de ferro sérico, na capacidade total de ligação do ferro e na porcentagem de saturação de transferrina de equinos atletas.

PALAVRAS-CHAVE. Ferro sérico, equino, cavalo de corrida, exercício.

INTRODUÇÃO

O preparo do cavalo para desenvolver atividade física em competição está diretamente relacionado a importantes fatores como: alimentação, adaptação muscular e constituição da crase sangüínea. Em relação à constituição do sangue, o animal deverá apresentar condições para transporte de oxigênio para os músculos para obtenção de energia suficiente para a atividade física. O papel da hemoglobina (Hb), responsável pelo transporte de oxigênio é de suma importância, e em especial, o papel do ferro sérico (Fe) que compõe a Hb e é o elemento de ligação com o oxigênio nas hemácias (Jackson 1997).

Além da função de transporte de oxigênio, o ferro também está relacionado a outras reações orgânicas como nos processos inflamatórios ativos, onde o organismo promove um seqüestro de ferro, através de menor liberação deste nas células do sistema retículo endotelial para transferrina circulante, sendo observada esta alteração também em doenças crônicas debilitantes. Além da taxa sérica de ferro, tam-

bém são importantes a capacidade total de ligação de ferro (CTLFe) e a saturação da transferrina. A CTLFe indica de forma indireta, a disponibilidade de transferrina, proteína responsável pela mobilização do ferro pela corrente circulatória, e a saturação de transferrina indica a taxa de transporte de ferro. As quantificações desses índices são relevantes, pois quando se avalia a atividade física, que necessita da produção de adenosina trifosfato (ATP) nas células musculares, preferencialmente por via aeróbica, quanto maior a disponibilidade de oxigênio, que depende da concentração de hemoglobina, dependente do ferro, maior a possibilidade de produção de ATP e mais efetivo o trabalho das células musculares (Smith et al. 1986, Yur et al. 2008).

A deficiência de Ferro reduz a habilidade de transporte de oxigênio na circulação porque íons *heme* desempenham um papel importante no transporte de oxigênio nos tecidos, portanto a deficiência de ferro promove grande influencia na performance do atleta (Inoue et al. 2005)

Em função da possibilidade de queda de desempenho atlético estar associada à deficiência de Fe, é comum, principalmente em cavalos de corrida, a suplementação com Fe pelo uso de hematínicos, substâncias estas que podem, quando em uso prolongado, causar coagulopatias, hepatopatias, colestase e cálculos biliares (Casteel 2001, Pearson & Andreasen 2001).

O presente trabalho visa avaliar a influência do exercício de alta intensidade e curta duração no comportamento do íon Ferro (Fe), na capacidade de ligação de Ferro (CTLFe) e na porcentagem da saturação da transferrina em nossas condições climáticas e de manejo de animais Puro sangue Inglês.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 111 equinos da raça Puro sangue inglês (PSI), fêmeas e machos, com idade variando entre três e quatro anos para realização do presente trabalho. Esses equinos foram considerados clinicamente hígidos, de acordo com os padrões sugeridos por Byars². Os animais estavam sendo submetidos ao mesmo tipo de manejo alimentar e sanitário e utilizados em provas de turfe no Jockey Clube de São Paulo, tanto em pista de areia como de grama, com distancias variando entre 1000 e 1600 metros. Os equinos foram submetidos a treino ao galope, um exercício físico de alta intensidade e curta duração.

Foram colhidas 222 amostras sanguíneas destes animais, obtidas por venopunção, da jugular externa, pelo sistema de colheita a vácuo (Sistema vacuntainer[®]), após anti-sepsia da região, em tubos siliconizados para obtenção de soro, sendo colhidas nos tempos antes do exercício (pré) e 30 minutos após o exercício (pós), sendo

que os animais foram exercitados entre 6 e 8 horas da manhã. Essas amostras foram utilizadas para determinação da concentração de Ferro sérico, concentração da capacidade total de ligação de ferro (CTLFe) e cálculo da porcentagem da saturação da transferrina ($Fe / CTLFe$, multiplicado por 100)¹ processadas no Laboratório de pesquisa do departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. Para determinação da concentração de Ferro sérico e concentração da capacidade total de ligação de ferro (CTLFe) foi utilizado o analisador bioquímico automático (Analyser Medical Systems [MAS] modelo Lyasis).

Para análise estatística, os resultados obtidos nas dosagens de ferro sérico, da CTLFe e da porcentagem de saturação da transferrina foram submetidos ao teste de *Kolmogorov-Smirnov* que confirmou a distribuição normal das dosagens da concentração de Fe e da porcentagem de saturação da transferrina e a distribuição não-normal da CTLFe obtidos pré e pós exercício, baseou-se na comparação entre médias, na significância de 5% ($\alpha = 0,05$). Aplicou-se o teste t de student para os valores de ferro sérico e porcentagem de saturação da transferrina pré e pós-exercício e o teste de Wilcoxon para os resultados da dosagem da CTLFe. Para realização da análise estatística utilizou-se um programa estatístico computadorizado "SPSS", *Statistical Package of Social Studies*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Muitos são os fatores que influenciam a concentração sérica de Fe nos animais. Dentre estes fatores, pode-se ressaltar a disponibilidade de ferro na alimentação dos cavalos, seja na ração, nas gramíneas ou na terra que o animal ingere quando a pasto, que pode ser alterada por variações climáticas (Wells et al. 1986, Meyer 1987, Krusic et al. 1990, Meyer 1990, Lawrence 1994, Krumrych et al. 1996).

Os valores obtidos de concentração de Fe no presente estudo dos animais em repouso foram mais elevados quando comparados aos obtidos por Osbaldiston & Griffith para cavalos de corrida, e também seus valores para animais menores que cinco anos estão aquém dos observados neste estudo, assim como os apresentados no estudo de Rose et al (1983). Valores próximos a estes foram obtidos por Heerden et al. (1990) nos cavalos da África do Sul. Os valores obtidos no presente estudo estão próximos daqueles relatados por Shorr (1988) em cavalos *Haflinger*, clinicamente sadios, quanto a concentração de Fe. Porém, os valores de ferro sérico obtidos por Mills & Marlin (1996) são bastante superiores dos obtidos no presente estudo, o que deve ser decorrente da suplementação de Fe utilizado nos animais do referido estudo.

Nos cavalos de corrida avaliados no presente estudo, o comportamento da concentração sérica de Fe em função do exercício foi menor comparado ao observado em cavalos que competiram em provas de enduro em nosso meio (Fernandes et al. 1999), onde houve discreto aumento de ferro sérico pos exercício. Esta diminuição também foi relatada por Inoue e colaboradores em 2005 em cavalos atletas após três semanas de exercícios.

Para Rose et al. (1983) e Mills & Marlin (1996), o aumento na concentração sérica de Fe observado após o exercício físico pode ser decorrente da hemólise intravascular e do estresse oxidativo que são dependentes da intensidade e duração do exercício. Na presente pesquisa, observou-se diminuição dos níveis séricos de Fe após o exercício de alta intensidade, sugerindo ser decorrente da curta duração do mesmo, ou ainda que o período de trinta minutos após o exercício é suficiente para que haja resposta orgânica a níveis basais, já que se tratou de exercício de curta duração, reforçando a sugestão de re-equilíbrio orgânico.

A capacidade total de ligação do Fe (CTLFe) observada nos animais do presente estudo quando em repouso é maior do que a relatada por Osbaldiston et al. (1972) que trabalhavam com diferentes raças de equinos e também daquela referida por Gupta et al. (2001) que trabalharam com animais de corrida mais jovens. Quando comparamos estes valores aos obtidos por Schorr (1988) em várias raças e aos de Fernandes et al. (1999) em cavalos árabes submetidos a provas de enduro, os valores ora obtidos são menores. Quando analisamos a CTLFe após exercício, observamos o aumento desta variável de forma semelhante ao já relatado por Fernandes et al. (1999) porém inversa ao descrito por Inoue et al. (2002). Como CTLFe indica a capacidade de transporte de Fe pela corrente circulatória, o que está intimamente relacionado com as necessidades, pode-se afirmar que o exercício executado no presente trabalho foi de intensidade suficiente para aumentar as necessidades básicas de Fe nestes animais.

A porcentagem de saturação observada na pesquisa foi maior que a relatada por Osbaldiston (1972) e por Fernandes et al. (1999) e menor que a observada por Frietsch et al. (1991) em potros. Há de se considerar, entretanto, que com o passar da idade, existe diminuição da porcentagem da saturação, conforme relataram Harvey et al. (1987) por aumento da CTLFe. De forma geral, os valores ora observados são semelhantes aos relatados por Finch e Huebers et al. (1982).

Tabela 1. Valores de média da concentração de Ferro (Fe) sérico, capacidade total de ligação do Fe (CTLFe) e saturação da transferrina (SAT) observados em equinos (n=111) em treinamento a galope, obtido antes do início e após o término do exercício. São Paulo, 2009.

	Antes do exercício (pré)	Após o exercício (pós)
Fe (mg/dl)	177,31 ^{a*}	166,86 ^b
CTLFe (mg/dl)	379,85 ^a	389,78 ^b
SAT (%)	47,51 ^a	43,41 ^b

* Médias com letras não coincidentes denotam diferença estatística significativa entre si ($p \leq 0,05$).

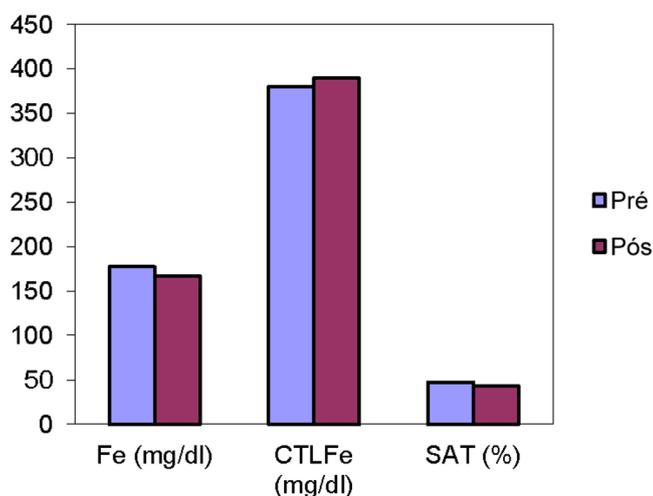


Figura 1. Representação gráfica das concentrações médias de ferro (Fe) sérico, capacidade total de ligação do Fe (CTLFe) e saturação da transferrina.

A porcentagem de saturação diminuiu após exercício, fato semelhante ao relatado por Fernandes et al. (1999) que trabalharam em condições climáticas semelhantes as do trabalho presente, porém com animais das raças árabes e mangalarga. Há de se ressaltar que o tipo de exercício abordado nos dois trabalhos foi diferente, sendo que no trabalho atual, avaliou-se exercício de curta duração e alta intensidade e no de Fernandes et al. (1999), os animais foram submetidos a exercício de alta intensidade e longa duração. Essa diminuição pode ter ocorrido por provável sequestro de íons Fe para reações inflamatórias de fase aguda que ocorrem durante o exercício provavelmente em consequência ao sofrimento celular e ao próprio estresse (Tabela 1, Figura 1).

CONCLUSÃO

Nas condições ambientais e de manejo a que estão submetidos os cavalos de corrida utilizados neste experimento, pôde-se concluir que após o exercício de alta intensidade e curta duração, a concentração sérica de ferro diminuiu de forma significativa, a capacidade total de ligação do Ferro

aumenta de forma significativa, a porcentagem da saturação da transferrina diminuiu de forma significativa e que o exercício tem influência sobre a homeostase do ferro no organismo de cavalos de corrida.

REFERÊNCIAS

- Artiss J.D., Vinogradov S. & Zak B. Spectrophotometric study of several sensitive reagents of serum iron. *Clin. Biochem.*, 14:311-15,1981.
- Byars T.D. História, exame físico e registro dos equinos. In: Smith B.P. & Alvarenga J. *Tratado de Medicina interna de grandes animais*. Vol.1. Manole, São Paulo, 1993. 1748p.
- Casteel S.W. Metal toxicosis in horses. *Vet. Clin. North Am.: Equine Pract.*, 17:517-527, 2001.
- Fernandes W.R., Souza M.C., Fava C.D., Mori E., Lisboa J.A.N., Roncati N.V. & Hagiwara M.K. Influência do exercício físico sobre os níveis séricos de ferro e de capacidade total de ligação de ferro em equinos de enduro. *Vet. Not.* 5:79-82, 1999.
- Frietsch G., Weigand E. & Prustel N. Study on the postnatal iron status in trotter foals. *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.*, 104:307-307, 1991.
- Finch A. & Huebers C. Clinical evaluation of iron deficiency. *Sem. Hematol.*, 19:6-8, 1982.
- Gupta A.K., Varshney J.P., Lal D., Sharma Y.P. & Yadav M.P. Mineral contents in healthy thoroughbred female yearling. *Indian Vet., J.*, 77:758-761, 2001.
- Harvey J.W., Asquith R.L., Sussman W.A. & Kivipelto J. Serum ferritin, serum iron and erythrocyte values in foals. *Am. J. Vet. Res.*, 48:1348-1352, 1987.
- Heerden J.V., Dauth J., Dreyer M.J., Nichas E., Marshall C. & De Waal D.T. Selected laboratory parameters of thoroughbreds. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 61:155-158, 1990.
- Inoue Y., Osawa T., Matsui A., Asai Y., Murakami Y., Matsui T. & Yano H. Changes of serum mineral concentrations in horses during exercise. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 15:531-536, 2002.
- Inoue Y., Matsui A., Asai Y., Aoki F., Matsui, T. & Yano H. Effect of exercise on iron metabolism in horses. *Biol. Trace Elem. Res.*, 107:33-42, 2005.
- Jackson S.G. Trace minerals for the performance horse: known biochemical roles and estimates of requirements. *Irish Vet. J.* 50:668-674, 1997.
- Krumrych W., Wisniewski E., Danek J., Gediga K. & Ciesla G. Influence of some endo and exogenous factors on concentration of iron, zinc and cooper in serum in horses. *Zeszyty Problem. Postep. Nauk Rolnic.*, 434:747-751, 1996.
- Krusic L.P., Haready M., Schramel P. & Dolinar J. Urine and hair analysis as potential indicator of some macro and microelements in performing horses. *Acta Vet. Beograd*, 40:65-75, 1990.
- Lawrence L. Nutrition and the athletic horse, p.205-230. In: Hodgson D.R. & Rose R. (Eds), *The Athletic Horse: Principles and practice of equine sports medicine*. W.B. Saunders, Toronto, 1994.
- Meyer H. Nutrition of the equine athlete, p.412-415. Proc. 2nd Int. Conf. Equine Exercise Physiol., San Diego, 1987.
- Meyer H., Heilemann M., Hipp-Quarton A., Noriega H.P., Gomda Y. & Perez-Noriega H. Amount and composition of sweat in ponies. *Adv. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 21:21-34, 1990.
- Mills P.C., Smith N.C., Casas I., Harris P., Harris R.C. & Marlin D.J. Effects of exercise intensity and environmental stress on indices of oxidative stress and iron homeostasis during exercise in horses. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 74:60-66, 1996a.
- Mills P.C. & Marlin D.J. Plasma iron in elite horses at rest and after transport. *Vet. Rec.*, 139:215-217, 1996.
- Osbaldiston G.W. & Griffith P.R. 1972. Serum iron levels in normal and anemic horses. *Can. Vet. J.*, 13:105-108, 1996.
- Pearson E.G. & Andreasen C.B. Effect of oral administration of ex-

- cessive iron in adult ponies. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 218:400-404, 2001.
- Rose R.J., Hodgson D.R., Sampson D. & Chan W. Changes in plasma biochemistry in horses competing in a 160 km endurance ride. *Aust. Vet. J.*, 60:101-105, 1983.
- Schorr G. Iron and iron-binding capacity in serum of clinically healthy horses. *Tierarzliche-Praxis*, 16:163-165, 1988.
- Smith J.E., Cipriano J.E., Debowes R. & Moore K. Iron deficiency and pseudos-iron deficiency in hospitalized horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 188:285-287, 1986.
- Yur F., Dede S., Deger Y. & Kilicalp D. Effects of vitamin E and selenium on serum trace and major elements in horses. *Biol. Trace Elem. Res.*, 125:223-228, 2008.
- Wells L.A., Smith J.E., Cipriano J.E., Debowes R. & Moore K. Iron deficiency and pseudo-iron deficiency in hospitalized horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 188:285-287, 1986.