

# Alteraciones metabólicas durante entrenamiento en equinos de la Raza Pura Sangre Árabe

César Andrey Galindo Orozco\* / Carla Braga Martins\*\* /  
Lina María. W. Comide\*\*\* / Antonio de Queiroz Neto\*\*\*\* /  
José Corrêa de Lacerda Neto\*\*\*\*\*

## RESUMEN

Se utilizaron 12 equinos de la Raza Pura Sangre Árabe, dos machos y diez yeguas entre los 4 y 11 años de edad. Los animales fueron divididos en dos grupos con seis equinos en cada uno obteniendo así el GI y el GII. Los GI y GII realizaron tres sesiones semanales con una duración de 45 minutos cada una, a campo, montados con una velocidad inicial de 13.9 km/h durante los primeros 45 días de entrenamiento y posteriormente a una velocidad de 15.7 km/h los 45 días restantes de entrenamiento. Los animales del GII realizaron una sesión extra de cuatro horas prevaleciendo el paso. Los equinos realizaron tres ejercicios test en la banda rodante de alta velocidad para caballos "treadmill": antes (no entrenados), a los 45 y 90 días de entrenamiento. Los valores plasmáticos de glucosa incrementaron durante el ejercicio test (ET) y después de seis horas del ET retornaron a los

valores basales tanto para el GI como para el GII presentando una diferencia estadística significativa entre los grupos con el mayor valor en los tiempos T3 y T4. En relación con los valores de la insulina plasmática, estos fueron disminuyendo drásticamente en el T3 del ET tanto en el GI como en GII durante el avance progresivo de la prueba de esfuerzo, presentando una diferencia significativa para cada grupo y entre los grupos. Finalmente los niveles de cortisol fueron mayores en el T3 del ET.

**Palabras clave:** metabolismo energético, banda rodante, entrenamiento, pura sangre árabe.

\* Médico Veterinario Universidad de La Salle. Msc. Doctorando en Medicina Veterinaria. FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, Brazil. Profesor de la Universidad de La Salle, Bogotá Colombia. Correo electrónico: galindo\_cesar@hotmail.com

\*\* Médico Veterinario. Msc. Doctorado en Medicina Veterinaria. FCAV/UNESP. Campus de Jaboticabal, Brazil. Integrante grupo de Medicina Deportiva en Animales, categoría B de Colciencias de Colombia. Correo electrónico: carlabraga74@hotmail.com

\*\*\* Médico Veterinario. Msc. Doctoranda en Medicina Veterinaria. FCAV/UNESP. Campus de Jaboticabal, Brazil. Correo electrónico: linagomide@gmail.com

\*\*\*\* Médico Veterinario. Profesor Doctor del departamento de Fisiología y Farmacología de la FCAV/UNESP. Campus de Jaboticabal, Brazil. Correo electrónico: aqueiroz@fcav.unesp.br

\*\*\*\*\* Médico Veterinario. Profesor Doctor del departamento de Clínica y Cirugía Veterinaria de la FCAV/UNESP. Campus de Jaboticabal, Brazil. Correo electrónico: jlacerda@fcav.unesp.br

Fecha de recepción: febrero 6 de 2007

Fecha de aprobación: marzo 6 de 2007

## **METABOLIC ALTERATIONS DURING TRAINING OF PUREBRED ARABIAN BREED EQUINES**

### **ABSTRACT**

The study was made to 12 purebred Arabian breed equines, two adult males and ten adult females, ranging from four to eleven years old. The animals were divided in two groups, with six equines each, thus making the GI and GII groups alike. They performed 3 weekly sessions of 45 minutes. On the first 45 days, the average speed was 13.9km/h and on the following 45 days, 15.7km/h. Each two weeks, an additional session was conducted, being this one in the GI with the same speed and duration as the others; in the GII, it was with a 4-hour duration, prevailing the walk gait. The animals performed three tests on a treadmill: before (non-trained) and after 45 days

(1st phase) and 90 days (2nd phase) of training. The glucose values increased during the Test and later returned to the basal values six hours after the end of the exercise for both groups, presenting statistical difference between these, reaching higher values in the T maximum peak (T3) and at the end of the warm down (T4). Concerning to the plasmatic insulin values, these diminished drastically in the T3 of the ET in the G1 and G2 during the progressive advance of the physical effort test for both training groups, presenting statistical difference for each group and between groups. Finally, the cortisol levels were higher in the T3 of Test.

**Keys words:** energetic metabolism, treadmill, training, Purebred Arabian Breed.

## INTRODUCCIÓN

En el entrenamiento de equinos en las diferentes disciplinas ecuestres se necesita de una óptima calidad psíquica y física del animal, permitiendo de esta manera obtener un equino atleta de alto rendimiento (Santos, et al; 2001). El ejercicio físico produce cambios en los diferentes procesos metabólicos en el músculo, hígado y tejido adiposo, liberando energía para el trabajo muscular, aumenta el consumo de oxígeno, la actividad cardíaca y respiratoria y una correcta función hemodinámica. El sistema neuroendocrino está directamente relacionado en el metabolismo y en el control funcional de los diferentes sistemas durante el ejercicio, presentando una compleja función en las adaptaciones del entrenamiento y la actividad durante la competencia (Hodgson & Rose, 1994). Se buscó ampliar el conocimiento de los parámetros clínicos para que ayuden en el desarrollo y monitoreo de un programa de entrenamiento para equinos de enduro, estudiando el aumento de la resistencia física con el condicionamiento de los animales y evaluarlos en la banda de alto desempeño para equinos en diferentes etapas del entrenamiento y los respectivos cambios metabólicos en cada fase.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 12 equinos de la raza Pura Sangre Árabe, dos machos Y diez hembras adultos, con edades entre 4 a 11 años. Los animales fueron mantenidos en pastoreo y consumían el 40% de la exigencia energética para trabajo moderado con concentrado comercial.

Los animales fueron divididos en dos grupos, con seis equinos en cada grupo, formando de esta manera los grupos GI y GII.

## ENTRENAMIENTO

Grupo I: Los animales de este grupo realizaron tres sesiones semanales de ejercicio, con duración de 45

minutos, a una velocidad media del 60% del  $v_{LA4}$  establecido en la curva velocidad-lactato realizada al inicio del entrenamiento.

Grupo II: los animales realizaron tres sesiones semanales con duración de 45 minutos a una velocidad media del 60% del  $v_{LA4}$ , además, cada dos semanas fue adicionada una sesión con cuatro horas de duración, alternando durante este recorrido entre paso y trote, con predominio del paso.

El entrenamiento fue realizado totalmente a campo montando los equinos en las instalaciones de la Facultad de de Ciencias Agrarias y Veterinarias de la Universidad Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, estado de São Paulo, Brazil. Antes de cada sesión de entrenamiento los animales realizaban un calentamiento de 10 minutos y posteriormente del entrenamiento un periodo de enfriamiento de 10 minutos al paso. Una vez determinada la velocidad media del entrenamiento, fueron establecidos los recorridos con la distancia y un tiempo de 45 minutos, monitoreando de esta manera el tiempo durante el ejercicio.

## TEST EN BANDA DE ALTA VELOCIDAD PARA EQUINOS

Los animales realizaron tres Ejercicios Test (ET) en la banda de alta velocidad: no entrenados (basal), a los 45 días de entrenamiento y a los 90 días de entrenamiento.

Antes de cada realización de los (ET) los equinos eran cateterizados en la vena yugular externa, utilizando catéter 14G y extensor de 60 cm, para permitir la obtención de la sangre con el animal en movimiento de la banda.

Los ejercicios Test realizados en la banda de alta velocidad para caballos "treadmill" fueron así: **T<sub>0</sub>** (basal) antes de entrar a la banda; cinco minutos a una velocidad de 1,7 m/s, al paso; **T<sub>1</sub>** cinco minutos a 3,5

m/s, estos dos tiempos fueron realizados sin inclinación. Después de estos tiempos de calentamiento la banda fue elevada a una inclinación de 6 %. A partir de este tiempo la velocidad se fue aumentando cada tres minutos en 0.5 m/s hasta que el caballo mostraba señales de fatiga extrema. **T2** tres minutos a una velocidad de 6.0 m/s; **T3** tres minutos a una velocidad de 8 m/s; **T4** tres minutos a una velocidad de 8 m/s que fue la máxima velocidad en la que los caballos llegaron. Posteriormente se le quitó la inclinación a la banda y el animal permaneció 15 minutos a una velocidad de 1.7 m/s en fase de enfriamiento al paso siendo este el **T4**; el caballo fue retirado de la banda realizando dos tomas de muestras más, una hora después **T5** y seis horas después **T6** de terminado el ejercicio.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los valores obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico por el programa computacional SAS (Statistical Analysis System), posteriormente fue realizado análisis de varianza (ANOVA) en parcela subdividida con un delineamiento enteramente casualizado en parcelas subdivididas. Las comparaciones de las medias obtenidas para las diferentes variables estudiadas en los grupos experimentales fueron realizadas por el test de Tukey al nivel del 5% de probabilidad ( $P \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS

**TABLA 1. VALORES MEDIOS Y ERROR PATRÓN DE LA MEDIA, OBTENIDOS DE LAS VARIABLES BIOQUÍMICAS COMPARANDO EL DESEMPEÑO DE CADA GRUPO DE ENTRENAMIENTO EN CADA TIEMPO DE ESFUERZO FÍSICO REALIZADO EN LOS TRES EJERCICIOS TEST REALIZADOS (ET). JABOTICABAL, S.P. BRAZIL.**

Tiempos de esfuerzo físico								
Variable	Grupo	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Glucosa (mg/dL)	G1	94.2±12.7 <sup>Ac</sup>	86.7±18.1 <sup>Ac</sup>	92.6±19.8 <sup>Ac</sup>	99.4±21.4 <sup>Bbc</sup>	129±23.7 <sup>Ba</sup>	122±41.2 <sup>Aab</sup>	84.1±10.1 <sup>Bc</sup>
	G2	84.4± 6.1 <sup>Bb</sup>	89.7±12.3 <sup>Ab</sup>	100±22.6 <sup>Ab</sup>	133±40.3 <sup>Aa</sup>	155±36.8 <sup>Aa</sup>	107±27.7 <sup>Ab</sup>	92.3±8.6 <sup>Ab</sup>
	General	89.0± 9.4 <sup>NS</sup>	88.3±15.2 <sup>NS</sup>	96.7±21.2 <sup>NS</sup>	117±30.8 <sup>NS</sup>	143±30.2 <sup>NS</sup>	114±34.4 <sup>NS</sup>	88.4±9.3 <sup>NS</sup>
Triglicéridos (mg/dL)	G1	31.2±14.2 <sup>NS</sup>	36.6±12.6 <sup>NS</sup>	38.3±15.6 <sup>NS</sup>	42.2±20.8 <sup>NS</sup>	49.8±18.8 <sup>NS</sup>	32.8±13.7 <sup>NS</sup>	33.8±18.9 <sup>NS</sup>
	G2	38.2±20.2 <sup>NS</sup>	44.0±19.3 <sup>NS</sup>	48.2±23.6 <sup>NS</sup>	52.3±25.1 <sup>NS</sup>	66.2±30.1 <sup>NS</sup>	42.5±20.9 <sup>NS</sup>	29.7±15.8 <sup>NS</sup>
	General	34.9±17.2 <sup>cd</sup>	40.6±15.9 <sup>bcd</sup>	43.6±19.6 <sup>bc</sup>	47.4±22.9 <sup>b</sup>	58.5±24.4 <sup>a</sup>	37.9±17.3 <sup>bcd</sup>	31.4±17.3 <sup>d</sup>
Colesterol (mg/dL)	G1	70.9±22.6 <sup>NS</sup>	74.3±22.3 <sup>NS</sup>	79.3±23.5 <sup>NS</sup>	80.1±26.6 <sup>NS</sup>	80.6±21.8 <sup>NS</sup>	77.6±26.4 <sup>NS</sup>	75.0±27.8 <sup>NS</sup>
	G2	73.8±18.4 <sup>NS</sup>	80.2±22.9 <sup>NS</sup>	79.8±20.0	87.0±25.7 <sup>NS</sup>	83.0±19.5 <sup>NS</sup>	75.5±29.5 <sup>NS</sup>	75.4±34.0 <sup>NS</sup>
	General	72.4±20.5 <sup>c</sup>	77.4±22.6 <sup>abc</sup>	79.6±21.7 <sup>ab</sup>	83.6±26.1 <sup>a</sup>	81.9±20.6 <sup>ab</sup>	76.5±27.9 <sup>bc</sup>	75.2±30.9 <sup>bc</sup>
Insulina (pmol/L)	G1	76.5±74.9 <sup>Aa</sup>	34.6±22.9 <sup>Aab</sup>	25.7±21.3 <sup>Aab</sup>	19.1±7.8 <sup>Ab</sup>	49.4±38.9 <sup>Aab</sup>	76.7±50.8 <sup>Aa</sup>	38.3±13.0 <sup>Aab</sup>
	G2	49.47±29.8 <sup>Aabc</sup>	32.5±20.9 <sup>Ac</sup>	27.0±15.7 <sup>Ac</sup>	11.9±6.3 <sup>Ac</sup>	74.5±39.3 <sup>Aab</sup>	94.5±45.6 <sup>Aa</sup>	44.7±29.3 <sup>Abc</sup>
	General	61.9±52.3	33.4±21.9	26.4±18.5	16.2±7.1	62.5±39.1	84.8±48.2	41.6±21.2
Cortisol (nmol/L)	G1	1193±411 <sup>NS</sup>	1599±352 <sup>NS</sup>	1857±356 <sup>NS</sup>	2033±542 <sup>NS</sup>	2232±452 <sup>NS</sup>	1796±506 <sup>NS</sup>	557±353 <sup>NS</sup>
	G2	1035±276 <sup>NS</sup>	1534±294 <sup>NS</sup>	1799±435 <sup>NS</sup>	1979±480 <sup>NS</sup>	2206±550 <sup>NS</sup>	1935±546 <sup>NS</sup>	470±198 <sup>NS</sup>
	General	1109±343 <sup>d</sup>	1565±323 <sup>c</sup>	1813±255 <sup>bc</sup>	2005±511 <sup>ab</sup>	2281±501 <sup>a</sup>	1870±526 <sup>b</sup>	511±275 <sup>e</sup>
Prot. Total (g/dL)	G1	7.06±0.42 <sup>NS</sup>	7.46±0.46 <sup>NS</sup>	7.65±0.37 <sup>NS</sup>	7.89±0.41 <sup>NS</sup>	7.50±0.44 <sup>NS</sup>	7.60±0.48 <sup>NS</sup>	7.49±0.54 <sup>NS</sup>
	G2	7.38±0.55 <sup>NS</sup>	7.74±0.55 <sup>NS</sup>	8.01±0.63 <sup>NS</sup>	8.32±0.59 <sup>NS</sup>	7.96±0.68 <sup>NS</sup>	8.03±0.72 <sup>NS</sup>	7.88±0.60 <sup>NS</sup>
	General	7.23±0.48 <sup>d</sup>	7.61±0.50 <sup>c</sup>	7.84±0.50 <sup>b</sup>	8.11±0.50 <sup>a</sup>	7.74±0.56 <sup>bc</sup>	7.83±0.60 <sup>bc</sup>	7.70±0.57 <sup>bc</sup>

<sup>NS</sup> (No Significativo). Letras minúsculas diferentes entre las líneas de cada variable, indican diferencia significativa para cada grupo de entrenamiento ( $p \leq 0.05$ ). Letras mayúsculas diferentes entre las columnas indican diferencia significativa entre los grupos ( $p < 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con relación al comportamiento de las variables bioquímicas a lo largo del entrenamiento en los grupos estudiados en cada ET se encontró diferencia significativa para cada grupo y entre los grupos solamente para la glucosa e insulina como lo muestra la tabla 1.

Los valores de glucosa aumentaron gradualmente durante el ET y posteriormente retornaron a los valores basales seis horas después del término del ejercicio para los dos grupos, presentando diferencia estadística entre estos mostrando valores mayores en el pico de la velocidad máxima del ET (T3) y al final del enfriamiento (T4). Esto generalmente ocurre debido a la estimulación de la glicogenólisis en el músculo y en el hígado proporcionando energía al cuerpo, aumentando la glicemia durante la mayor exigencia física (Hargreaves & Proietto, 1994).

Estudios realizados sobre las respuestas metabólicas de los equinos atletas han sido hechos en varias razas de caballos en el mundo, también como en las diferentes modalidades deportivas evaluando la capacidad máxima para el desempeño físico, concluyendo que el caballo y el hombre como atletas dependen de lípidos y carbohidratos para mantener un excelente metabolismo energético durante el ejercicio (Lucke & Hall, 1978). Recientemente, se ha aumentado la interpretación de los exámenes bioquímicos en equinos que realizan ejercicios de larga duración y corta intensidad (enduro) para evitar y detectar la presencia de signos clínicos de fatiga durante el entrenamiento y competencias.

Los ácidos grasos proporcionan más del 90% del total del requerimiento energético durante el ejercicio, una alta concentración plasmática de ácidos grasos ha sido reportada en equinos que realizan ejercicios de larga duración y corta intensidad. En este estudio se observó un aumento gradual de los triglicéridos durante el aumento del esfuerzo físico en los dos grupos

de entrenamiento, hecho que es explicado debido al requerimiento de energía durante el ejercicio y probablemente porque se inicia un proceso oxidativo de ácidos grasos en el músculo esquelético que actúan como precursores de los triglicéridos (Rose, 1986).

Los valores de la insulina plasmática fueron disminuyendo drásticamente en T3 tanto en el G1 como en el G2 durante el aumento progresivo del esfuerzo físico, presentando diferencia significativa para cada grupo y entre los grupos y posteriormente en la recuperación estos valores fueron aumentando, hecho que corrobora con los estudios reportados por (Hargreaves & Proietto, 1994; Rose & Hodgson, 1994; Malinowski, et al. 2002), este fenómeno está asociado con el aumento en la activación de la glicogenólisis como respuesta al ejercicio, aumentando los niveles de glucosa y disminuyendo la concentración plasmática de insulina, éste hecho es controlado por un mecanismo adrenérgico disminuyendo la producción de insulina en la célula pancreática (Malinowski, et al., 2002).

El aumento de la concentración plasmática de cortisol durante el ejercicio se ha reportado en equinos, además, el cortisol es el glucocorticoide más importante en los equinos elevando el acúmulo de glucógeno, estimulando la lipólisis y aumentando la gluconeogénesis hepática (Kraemer, et al., 2003). Los niveles de cortisol pueden permanecer elevados durante e inmediatamente después del ejercicio y posteriormente retornar a los valores basales, hecho que se presentó en este estudio para los dos grupos de entrenamiento siendo mayores en el T3 del ET. La variación de la concentración plasmática de cortisol depende básicamente de los cambios en la actividad del sistema nervioso simpático y parasimpático que son desencadenados con el ejercicio (McKeever, 2002).

## CONCLUSIONES

Los efectos del entrenamiento pueden ser evaluados en conjunto con las variables hematológicas y

bioquímicas proporcionando informaciones importantes para el Médico Veterinario responsable por el monitoreo de los cambios fisiológicos y la posible

presencia de manifestaciones subclínicas y clínicas antes, durante y después de los entrenamientos o competencias de enduro.

## BIBLIOGRAFÍA

- Hargreaves, M. & Proietto 5. 1994. Glucose kinetics during exercise in training. *Acta Physiologica*. v. 150. p. 221-225.
- Hodgson, D.R; Rose, R.J. 1994. *The athletic horse: principles and practice of equine sport medicine*. Philadelphia: W.B. Saunders,. p. 63-78.
- Kraemer, R.R; Aboudehen, K.S; Carruth, A.K. 2003. Adeniponectin reponses to continuos and progressively intense intermittent exercise. *Medicine and Science in Sport and Exercice*. v. 35, p 1320-1325.
- Lucke, J.N. & Hall, G.M. 1978. Biochemical changes in horses during a 50-mile endurance ride. *Veterinary record*. v.102, p.356-358.
- Malinowski, K; Betros, C.L; Flora, L. 2002. Effect of training on age-related changes in plasma insulin and glicose. *Equine Veterinary Journal Supplement*. v. 34, p. 147-153.
- McKeever, K.H. 2002. The endocrine system and the and the challenge of exercise. *Veterinary Clinics of North American Equine Practice*. v.18, p.321-353.
- Rose, R.J. 1986. Endurance exercise in the horse- A review. Part I. *Brazilian Veterinary Journal*. v. 142. p. 532-550.
- Santos, S. A. 2001. Serum electrolyte and biochemical alteration of pantaneiros horse during long distance exercise. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia*. v. 53. p. 351-357.