



Veterinaria México

ISSN: 0301-5092

rmp@servidor.unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México
México

Aluja, Aline S. de; Bouda, Jan; López C., Alfredo; Chavira H., Horacio
Valores bioquímicos en sangre de burros antes y después del trabajo
Veterinaria México, vol. 32, núm. 4, octubre-diciembre, 2001, pp. 271-278
Universidad Nacional Autónoma de México
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42332405>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Valores bioquímicos en sangre de burros antes y después del trabajo

Biochemical values in blood of donkeys before and after work

Aline S. de Aluja*
Jan. Bouda**
Alfredo López C.***
Horacio Chavira H.***

Abstract

Selected blood biochemical- and hematological values were determined in 32 donkeys before and after work at an altitude above 2 000 masl (meters above sea level). Animals of both sexes, aged 4 to 15 years, and weighing between 100 and 160 kg, were divided into Groups 1, 2, 3 carrying loads of 80 to 130 kg during 1, 2 and 3 h, respectively. Samples of venous blood were collected from each animal before loading, and within 5 min after unloading. Blood acid-base values, PCV, plasma electrolyte concentrations, anion gap (AG), total protein, glucose and AST activity were determined. Values of pH, actual bicarbonate (HCO_3^-), base excess (BE), total CO_2 (TCO_2), and plasma inorganic phosphorus were significantly increased after 1, 2 and 3 h work, while values of pCO_2 , PCV, sodium, chloride and AG were significantly lower in comparison with the initial values. There were no significant differences in plasma concentrations of potassium, calcium, total protein, glucose and AST activity before and after work. This study indicates that the Mexican donkey shows a satisfactory compensation to prolonged exercise of 1, 2 and 3 h duration at an altitude above 2 000 masl, despite having to carry heavy loads.

Key words: BIOCHEMICAL-, HEMATOLOGICAL VALUES, BLOOD, DONKEY.

Resumen

Se determinaron analitos bioquímicos y hematológicos selectos en 32 burros antes y después del trabajo a más de 2 000 msnm. Los animales, de sexo indistinto, tenían entre cuatro y 15 años de edad, pesaban entre 100 y 160 kg. Fueron divididos en tres grupos, que transportaron 80 a 130 kg durante una, dos y tres horas, respectivamente. Las muestras de sangre venosa se colectaron de cada animal al iniciar el trabajo y cinco minutos después de descarga. Se determinaron valores ácido-base, hematócrito, concentraciones plasmáticas de electrolitos, anion gap (AG), proteínas totales, glucosa y actividad de AST. Los valores de pH, bicarbonato actual (HCO_3^-), exceso de base (EB), CO_2 total (TCO_2) y fósforo inorgánico se incrementaron significativamente después de una, dos y tres horas de trabajo, mientras que los valores de pCO_2 , hematócrito, sodio, cloro y AG, disminuyeron significativamente en comparación con los valores iniciales. No hubo diferencias significativas en las concentraciones plasmáticas de potasio, calcio, proteínas totales, glucosa y actividad de AST, antes y después del trabajo. Este estudio indica que el burro mexicano tiene una compensación satisfactoria al ejercicio prolongado de una, dos y tres horas de duración a más de 2 000 msnm, a pesar de que transportan cargas pesadas.

Palabras clave: VALORES BIOQUÍMICOS, VALORES HEMATOLÓGICOS, SANGRE, BURRO.

Recibido el 15 de agosto de 2001 y aceptado el 31 de agosto de 2001.

* Departamento de Patología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

** Departamento de Patología Clínica, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

*** Programa IDPT-ILPH-UNAM, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

Introduction

Donkeys constitute an invaluable asset for Mexican peasants with limited resources. These animals are used to transport wood, water, hay, the tools needed for field work, pull carts and ploughs, and they are also ridden by their owners. Food offered is of low nutritional value, and their work loads are heavy. Studies by Aluja and Lopez¹ have shown that donkeys may carry loads exceeding their body weight for long distances, and often arrive exhausted at their destination.

It is estimated that 3 270 000 donkeys live in Mexico.² Despite this large number, little is known about the physiology and metabolism of this species, as they are mostly owned by very poor peasants who cannot afford veterinary services. Therefore, members of the profession have paid little attention to them, and in most Schools of Veterinary Medicine donkeys are not included in the study plan. To the authors' knowledge, references on metabolism and biochemistry of hard working donkeys at an altitude above 2 000 m do not exist. The few existing studies on this problem are mainly based on experimental conditions,^{3,4} or carried out using well nourished animals that live in quite different climates,⁵⁻⁷ and so, cannot be compared with field conditions in Mexico.

Laboratory findings in donkeys are sometimes compared with reference values of horses, which may not be a valid comparison.^{3,7} In hard working donkeys heart- (HR) and respiratory rates (RR) vary considerably when measured before and after 2 h of carrying heavy loads (HR 51/69, RR 31/69), while body temperature does not change (unpublished data). The experience of researchers in this study is that transpiration in donkeys subjected to intensive work or exercise is markedly less than in horses, and therefore, loss of potassium, chloride and sodium are probably lower. The capability of donkeys to store and regulate water in their body is considerable, and there must exist effective mechanisms, which enable the transport from the extravascular compartment by capillary systems to the intravascular space, but research on these mechanisms has not been published yet. In order to contribute to the knowledge of these mechanisms in donkeys, this investigation was directed towards assessment of acid-base status, electrolytes and other blood analytes before and after work. Biochemical, acid-base and hematological values may also be useful in monitoring the health status of donkeys.

The objective of this study was to determine selected blood biochemical- and hematological values in donkeys before and after work at an altitude above 2 000 meters above sea level (masl).

Introducción

Para los campesinos mexicanos con pocos recursos limitados, los burros constituyen una ayuda valiosa. Estos animales se usan para transportar leña, agua, heno y las herramientas necesarias para el trabajo del campo, tiro de carretas y arados, también son montados por sus dueños. El alimento ofrecido es de bajo valor nutritivo y sus cargas de trabajo son pesadas. Aluja y López¹ mostraron que los burros pueden llevar cargas que exceden su peso corporal, recorriendo largas distancias y a menudo los observaron exhaustos al llegar a su destino.

Se estima que en México viven 3 270 000 burros.² A pesar de este gran número de animales, se conoce poco sobre la fisiología y metabolismo de esta especie, ya que pertenecen a campesinos muy pobres que no pueden contratar servicios veterinarios. Por consiguiente, los miembros de la profesión han prestado poca atención y en la mayoría de las escuelas de medicina veterinaria, estos animales no son incluidos para su estudio en los planes académicos. En conocimiento de los autores, no existen referencias sobre el metabolismo y bioquímica de los burros con trabajo pesado a más de 2 000 msnm. Los pocos estudios que se tienen de este problema son principalmente resultados de condiciones experimentales^{3,4} o que se llevaron a cabo usando animales bien nutridos que viven en otro tipo de climas⁵⁻⁷ y por eso no pueden compararse con las condiciones del campo mexicano.

A veces se analizan los resultados de laboratorio de los burros, tomando como referencia valores para caballos, ello no representa una comparación válida.^{3,7} Durante el trabajo intenso, las frecuencias cardíaca (FC) y respiratoria (FR) pueden variar considerablemente antes y después de dos horas de llevar pesadas cargas (FC 51/69, FR 31/69), mientras que la temperatura corporal no tuvo cambios (datos no publicados). En experiencia de los autores, la transpiración en burros sujetos a trabajo intenso o ejercicio es notablemente menor que en los caballos y por eso las pérdidas de potasio, cloro y sodio son probablemente menores. La capacidad de los burros para guardar y regular el agua en su cuerpo es considerable, de allí que deben existir mecanismos eficaces para favorecer el transporte del compartimento extravascular a través del sistema capilar hacia el espacio intravascular, pero la investigación de estos mecanismos no se ha publicado. Para contribuir al conocimiento de estos mecanismos en los burros, esta investigación se dirigió hacia la valoración de estado del ácido-base, electrólitos y los analitos de sangre antes y después del trabajo. Los valores bioquímicos, ácido-base y hematológicos también pueden ser de utilidad para dar seguimiento al estado de salud de los burros.

El objetivo de este estudio fue determinar en sangre valores bioquímicos y hematológicos selectos en los burros antes y después del trabajo a más de 2 000 msnm.

Materials and methods

This study was conducted with the owners permission using 32 healthy donkeys of both sexes, body weight (bw) 100 to 160 kg, aged between 4 to 15 years. Animals were divided in 3 Groups: Group 1 (n=10, bw 120 ± 12.2 kg) carried loads of 111 ± 15.3 kg to the market for 1 h; Group 2 (n=15, bw 125 ± 12.2 kg) load 97.5 ± 16.5 kg for 2 h; and Group 3 (n=7, bw 132 ± 15.4 kg) load 121.2 ± 13.1 kg for 3 h. Animals were fed roughage (corn stover) without grain. Water was offered to the animals only on their return from the market. All animals carried loads of wood from the forest to the market, and walked on unmaintained paths at altitudes of 2000 – 2200 masl. They arrived at the market around 9 am before the intense heat started. Time of walking with loads and weight of loads were measured. Body weight of donkeys was calculated on the base of the thoracic perimeter after work.

Before loading the donkeys, and within 5 min after arriving at the market, blood samples were drawn from the jugular vein into tubes containing EDTA_{K3} for hematological analyses into tubes containing sodium heparin for biochemical analyses, and approximately 1.5 mL in heparinized syringes for blood gas determination. Air bubbles were expelled from the syringe, and the needle was inserted into a rubber stopper to prevent exposure of the blood to the air. After collection, the closed syringe was immersed in a mixture of ice and water. Acid-base values: pH, partial pressure of CO₂ (pCO₂), base excess (BE), actual bicarbonate (HCO₃⁻a) and total CO₂ (TCO₂) were determined by a gas analyzer* within 3 h of blood collection. Packed cell volume (PCV) was determined using a microhematocrit centrifuge, and plasma protein was determined by refractometry.⁸ Blood samples were centrifuged, plasma was drawn off within 30 min of collection, and refrigerated for analyses of enzyme activities or frozen for later determination of other analytes.

Plasma concentrations of Na⁺, K⁺ and Cl⁻ were determined by using an electrolyte analyzer.** Concentrations of Na⁺ and K⁺ were not analyzed in none of the 10 animals in Group 1 before and 1 h after work, and therefore, anion gap (AG) could not be calculated. AG was calculated by applying the formula (Na⁺ + K⁺) - (Cl⁻ + TCO₂).

Plasma urea, glucose, calcium, inorganic phosphorus concentrations and enzyme activities of aspartate aminotransferase (AST) were measured by a biochemical analyzer.*** All analyses were performed at the Department of Clinical Pathology of the College of Veterinary Medicine and Zootechnics at the National Autonomous University of Mexico.

Material y métodos

Este estudio se realizó con el permiso de los dueños, en 32 burros clínicamente sanos, de sexo indistinto, con peso corporal (PC) entre 100 y 160 kg, de entre cuatro a 15 años. Los animales fueron divididos en tres grupos: Grupo 1 (n = 10, PC 120 ± 12.2 kg) con cargas (111 ± 15.3 kg) llevadas al mercado en una hora; grupo 2 (n = 15, PC 125 ± 12.2 kg) con cargas (97.5 ± 16.5 kg) llevadas en dos horas y grupo 3 (n = 7, PC 132 ± 15.4 kg) con cargas (121.2 ± 13.1 kg) llevadas en tres horas.

Los animales fueron alimentados con forrajes toscos (el rastrojo de maíz) sin grano. Sólo se ofreció el agua a los animales en su retorno del mercado. Todos los animales llevaron cargas de leña del bosque al mercado, trasladándose por caminos en mal estado, a más de 2000 msnm. Ellos llegaron al mercado alrededor de las nueve de la mañana, antes del inicio de las mayores temperaturas del día. El tiempo de camino con las cargas y el peso de cargas fueron medidos. El peso corporal de los burros se calculó con base en el perímetro torácico después del trabajo.

Antes de ser que se les pusiera la carga a los burros y después de cinco minutos de que éstos llegaron al mercado, se les tomó muestras de sangre de la vena yugular, en tubos que contenían EDTA_{K3} para el análisis hemático; en tubos que contenían heparina de sodio para los análisis bioquímicos y aproximadamente 1.5 mL en jeringas heparinadas para la determinación de gases en sangre. Las burbujas de aire se eliminaron de la jeringa y la aguja se insertó en un tapón de caucho para prevenir la exposición de la sangre al aire. Inmediatamente la jeringa cerrada se sumergió en una mezcla de hielo y agua. Los valores ácido-base: pH, presión parcial de CO₂ (pCO₂), exceso de base (EB), bicarbonato actual (HCO₃⁻a) y CO₂ total (TCO₂) fueron determinados en un analizador de gases* dentro de las tres horas después de la colección de sangre. El hematócrito (Ht) se determinó con centrifuga para microhematócrito y las proteínas plasmáticas (PP) fueron determinadas con refractómetro.⁸ Las muestras de sangre fueron centrifugadas y el plasma se separó después de 30 min de la colección, y se refrigeró para el análisis de actividades de las enzimas o congeló para la determinación posterior de otros analitos.

Las concentraciones plasmáticas de Na⁺, K⁺ y Cl⁻ fueron determinadas usando un analizador de electrolitos.** No se analizaron concentraciones de Na⁺ y K⁺ en los animales antes y después de una hora de trabajo del grupo 1, por ello el anion gap (AG) no se pudo calcular. El AG fue calculado aplicando la fórmula (Na⁺ + K⁺) - (Cl⁻ + TCO₂).

* Analizador de gas pH/blood, modelo 238, Ciba-Corning Diagnostics, Walpole, Massachusetts, USA.

** Analizador de electrolitos, modelo 644, Ciba-Corning Diagnostics, Walpole, Massachusetts, USA.

The relation between carried load and body weight (weight index) was determined. Coefficients of correlation (r) between weight index and blood analytes (pH, $p\text{CO}_2$, HCO_3^- , BE, Na^+ , Cl^- , inorganic P, total proteins) were determined in all groups. Results were analyzed using the multivariate analysis of variance for repeated measures (two factors with a measure repeated at one of them), with sampling (before and after), and time of work (1; 2; 3 h) as main factors. The interaction among these factors was analyzed as the central point using the SAS statistical software program.⁹

Results

Animals did not show any clinical signs of disease. The weight of loads was between 80 and 130 kg. In four animals, the load exceeded body weight. Donkeys carried these loads for 1, 2 and 3 h. Biochemical and hematological values determined in the blood of the donkeys before and after work are shown in Tables 1-3. Blood values of pH, HCO_3^- , BE, TCO_2 and plasma inorganic phosphorus were significantly increased after 1, 2 and 3 h work, respectively, in comparison with those before work. Values of blood $p\text{CO}_2$, PCV, plasma concentrations of Na^+ , Cl^- and AG were significantly lower after work. There were no significant differences in plasma concentrations of K^+ , Ca^{++} , total protein, glucose and AST activities before and after work. Significant differences in values of HCO_3^- , BE, $p\text{CO}_2$, TCO_2 , AG, inorganic phosphorus, urea and glucose between the groups of animals that worked for 1, 2 and 3 h (Tables 1-3) were found. Coefficients of correlation (r) between weight index and blood analyte (pH, $p\text{CO}_2$, HCO_3^- , BE, Na^+ , Cl^- , inorganic P, total proteins) were below 0.6 in animals of all groups.

Discussion

In this study, donkeys were carrying heavy loads in relation to their body weight for 1, 2 and 3 h. To the knowledge of the authors, there are no reports in the literature about acid-base values in donkeys. Changes in acid-base values (pH, $p\text{CO}_2$, HCO_3^- , BE, TCO_2 and AG) after work were significantly different from those before work. There was a tendency for respiratory and hypochloremic metabolic alkalosis after work, this was characterized by a mild decrease in $p\text{CO}_2$, Cl^- , and accompanied by an increase of blood HCO_3^- , BE, TCO_2 and pH. It is assumed that changes in $p\text{CO}_2$ after work of donkeys were the result of hyperventilation. Determination of acid-base values (pH, $p\text{CO}_2$, HCO_3^- , BE, TCO_2), electrolyte concentrations (Na^+ , K^+ , Cl^-), and AG allows the evaluation of most acid-base disorders, including mixed disorders.¹⁰⁻¹²

Las concentraciones plasmáticas de urea, glucosa, calcio, fósforo inorgánico (Pinorgánico) y actividades de la enzima aspartato-aminotransferasa (AST) se determinaron en un analizador bioquímico.^{***} Todos los análisis se realizaron en el Departamento de Patología Clínica, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma Nacional de México.

Se determinó la relación entre el peso de la carga y el peso corporal (índice de pesos). En todos los animales se determinaron los coeficientes de correlación (r) entre el índice de pesos y analitos sanguíneos (pH, $p\text{CO}_2$, HCO_3^- , BE, Na^+ , Cl^- , inorg. P, PP). Los resultados fueron analizados mediante el análisis de varianza multivariado para medidas repetidas (dos factores con una medición repetida en uno de ellos), con toma (antes y después) y tiempo de trabajo (una, dos y tres horas) como factores principales, la interacción entre estos factores fue analizada como punto central. Se utilizó el paquete estadístico SAS.⁹

Resultados

Los animales no mostraron signos clínicos de enfermedad. El peso de cargas estuvo entre 80 y 130 kg. En cuatro animales, la carga excedió el peso corporal. Los burros cargaron esos pesos durante una, dos y tres horas. Los valores bioquímicos y hematológicos determinados en la sangre de los burros antes y después del trabajo se muestran en los Cuadros 1, 2 y 3. Los valores de pH, HCO_3^- , BE, TCO_2 y P inorgánico en el plasma aumentaron significativamente después de esas horas de trabajo, respectivamente, comparado con aquellos antes del trabajo. Los valores del $p\text{CO}_2$, Ht, Na^+ , Cl^- y AG fueron significativamente inferiores después del trabajo. No se encontraron diferencias significativas de los valores de K^+ , Ca^{2+} , PP, glucosa y actividad de AST antes y después del trabajo. Se encontraron diferencias significativas en los valores de HCO_3^- , BE, $p\text{CO}_2$, TCO_2 , AG, P inorgánico, urea y glucosa entre los grupos de animales que trabajaron durante una, dos y tres horas (Cuadros 1, 2 y 3). En todos los grupos los coeficientes de correlación (r) entre el índice de pesos y analitos sanguíneos (pH, $p\text{CO}_2$, HCO_3^- , BE, Na^+ , Cl^- , inorg. P, PP) eran inferiores a 0.6.

Discusión

Los animales empleados en este estudio llevaron cargas pesadas en relación con su peso corporal durante las horas en que trabajaron. En conocimiento de los autores, no hay datos en literatura sobre los valores ácido-base en burros. Los cambios en los valores ácido-base (pH, $p\text{CO}_2$, HCO_3^- , BE, TCO_2 y AG) después del trabajo fueron

*** Analizador Cobas - Mira, Roche, Switzerland.

Cuadro 1
VALORES ÁCIDO-BASE Y HEMATÓCRITO EN SANGRE DE LOS BURROS (n = 32) DURANTE UNA, DOS Y TRES HORAS ANTES Y DESPUÉS DEL TRABAJO
ACID-BASE VALUES AND PCV IN BLOOD OF DONKEYS (n=32) BEFORE AND AFTER 1, 2, 3 h WORK

<i>Analito</i> <i>Analyte</i>	<i>Muestra</i> <i>Sample</i>	<i>Grupo 1 1 h (n = 10)</i> <i>1 h (n = 10)</i>	<i>Grupo 2 2 h (n = 15)</i> <i>2 h (n = 15)</i>	<i>Grupo 3 3 h (n = 7)</i> <i>3 h (n = 7)</i>	<i>Daadt</i> <i>Dabaw</i>	<i>Dadt</i> <i>Daawvt</i>
PH	a	7.372 ± 0.026	7.385 ± 0.032	7.386 ± 0.015	**	
	d	7.421 ± 0.025	7.436 ± 0.046	7.460 ± 0.010		NS
HCO ₃ ⁻ a	a	24.32 ± 1.68	25.93 ± 2.99	27.00 ± 2.35	**	
mmol/L	d	25.50 ^a ± 1.96	27.82 ^a ± 2.91	31.34 ^b ± 0.63		*
EB	a	-0.02 ± 1.5	2.43 ± 2.0	2.42 ± 2.3	**	
mmol/L	d	1.75 ^a ± 2.1	3.96 ^b ± 3.3	7.30 ^c ± 0.61		*
pCO ₂	a	42.6 ± 2.3	42.8 ± 3.5	44.8 ± 2.05	**	
mmHg	d	39.3 ^a ± 2.6	40.7 ^a ± 3.0	43.4 ^b ± 2.19		**
TCO ₂	a	26.1 ± 1.5	27.7 ± 3.1	26.80 ± 0.5	*	
mmol/L	d	26.1 ^a ± 1.9	28.8 ^a ± 2.8	32.56 ^b ± 0.9		*
Ht	a	0.370 ± 0.080	0.369 ± 0.035	0.380 ± 0.045	*	
L/L	d	0.361 ± 0.050	0.363 ± 0.027	0.370 ± 0.039		NS
b = before work TCO₂ = total CO₂ HCO₃⁻a = actual bicarbonate BE = base excess PCV = packed cell volume Dabaw = differences in analytes before and after work Daawvt = differences in analytes after work between Groups 1, 2, 3 with respect to time a, b, c = superscripts denote significant differences (p < 0.05) between Groups 1, 2, 3. a = after work n = number of animals ** = (P < 0.01) * = (P < 0.05) NS = no significant (P > 0.05)						

Cuadro 2
CONCENTRACIÓN DE ELECTRÓLITOS Y ANION GAP EN PLASMA BURROS (n = 32) DURANTE UNA, DOS Y TRES HORAS ANTES Y DESPUÉS DEL TRABAJO
CONCENTRATION OF ELECTROLYTES AND ANION GAP IN BLOOD PLASMA OF DONKEYS (n=32) BEFORE AND AFTER 1, 2, 3 h WORK

<i>Analito</i> <i>Analyte</i>	<i>Muestra</i> <i>Sample</i>	<i>Grupo 1 1 h (n = 10)</i> <i>1 h (n = 10)</i>	<i>Grupo 2 2 h (n = 15)</i> <i>2 h (n = 15)</i>	<i>Grupo 3 3 h (n = 7)</i> <i>3 h (n = 7)</i>	<i>Daadt</i> <i>Dabaw</i>	<i>Dadt</i> <i>Daawvt</i>
Na ⁺	a	-	137.6 ± 2.7	136.2 ± 2.3	**	
mmol/L	d	-	135.3 ± 2.5	134.9 ± 2.2		NS
K ⁺	a	-	4.10 ± 0.5	4.28 ± 0.5	NS	
mmol/L	d	-	4.33 ± 0.7	4.25 ± 0.5		NS
Cl ⁻	a	107.0 ± 2.0	102.6 ± 4.8	103.9 ± 5.6	*	
mmol/L	d	105.0 ± 3.5	101.0 ± 4.4	102.3 ± 5.0		NS
Ca ⁺⁺	a	2.51 ± 0.22	3.02 ± 0.21	2.81 ± 0.09	NS	
mmol/L	d	2.58 ± 0.09	2.92 ± 0.22	2.90 ± 0.08		NS
P (inorg)	a	1.37 ± 0.45	1.01 ± 0.22	0.90 ± 0.15	**	
mmol/L	d	1.34 ^a ± 0.53	1.17 ^b ± 0.26	1.13 ^b ± 0.23		*
AG	a	-	11.40 ± 1.82	9.78 ± 2.36	**	
mmol/L	d	-	9.83 ± 1.97	4.29 ± 3.10		**
AG = anion gap n = number of animals b = before work a = after work Dabaw = differences in analytes before and after work Daawvt = differences in analytes after work between Groups 1, 2, 3 with respect to time a, b, c = superscripts denote significant differences (p < 0.05) between Groups 1, 2, 3. * = (P < 0.05) ** = (P < 0.01) NS = no significant (p > 0.05)						

Cuadro 3
VALORES BIOQUÍMICOS SELECTOS EN PLASMA DE BURROS (n = 32) DURANTE UNA, DOS Y TRES HORAS ANTES Y DESPUÉS DEL TRABAJO
SELECTED BIOCHEMICAL VALUES IN BLOOD PLASMA OF DONKEYS (n=32) BEFORE AND AFTER 1, 2, 3 h WORK

Analito Analyte	Muestra Sample	Grupo 1 1 h (n = 10) 1 h (n = 10)	Grupo 2 2 h (n = 15) 2 h (n = 15)	Grupo 3 3 h (n = 7) 3 h (n = 7)	Daadt Dabaw	Dadt Daawvt
Urea	a	4.66 ± 0.49	3.57 ± 0.84	5.48 ± 0.35	*	
mmol/L	d	6.82 ^a ± 0.65	3.50 ^b ± 0.89	5.89 ^c ± 1.09		**
Proteínas	a	62.1 ± 12.0	69.4 ± 6.2	66.2 ± 3.7	NS	
g/L	d	63.1 ± 9.7	67.3 ± 6.3	66.0 ± 3.7		NS
Glucosa	a	3.11 ± 0.39	4.23 ± 1.21	4.05 ± 0.64	NS	
mmol/L	d	3.87 ± 1.15 ^a	3.86 ^a ± 0.90	5.16 ^b ± 0.46		*
AST	a	254.4 ± 85.9	299.6 ± 98.6	190.0 ± 18.4	NS	
IU/L	d	245.2 ± 96.6	303.3 ± 87.8	210.0 ± 29.1		NS

AST = aspartate aminotransferase

n = number of animals

a = after work

b = before work

Dabaw = differences in analytes before and after work

Daawvt = differences in analytes after work between Groups 1, 2, 3 with respect to time

a, b, c = superscripts denote significant differences (p < 0.05) between Groups 1, 2, 3.

* = (P < 0.05)

** = (P < 0.01)

NS = no significant (P > 0.05)

Despite the very heavy work of the donkeys, AG was decreased, and therefore, the production of organic acids in the body of animals was not increased. The cause of diminished AG after work was due to an increase in the value of HCO_3^- , and to the effect of hemodilution described by Russell *et al.*¹³ Anion gap includes organic acids, phosphate and sulfate, which are normally present in blood of horses in concentrations of about 14.7 mmol/L.¹⁰ In this study, values of AG before work corresponded to reference ranges in horses.¹⁰ Shifts in blood pH and plasma levels of Na^+ and Cl^- in donkeys during work were similar to those in horses during prolonged low-intensity exercise.^{14,15}

Average values of PCV after work in donkeys were decreased (P < 0.05). This finding supports the hypothesis of water transport from the extravascular into the intravascular space in the donkey.¹⁶ Changes of less magnitude in plasma values of Na^+ , Cl^- , K^+ and Ca^{++} during work in donkeys, compared with horses' ones during prolonged exercise, might be explained by a lesser intensity of sweating. Relatively mild, though significant decreases in plasma concentrations of Na^+ and Cl^- in donkeys after work corresponded to a decrease in PCV. The non significant difference in plasma concentrations of Ca^{++} before and after work of donkeys agrees with results obtained by Rose *et*

significativamente diferentes a aquellos antes del trabajo. Después del trabajo, hubo una tendencia a alcalosis respiratoria y metabólica hipoclorémica, caracterizada por una disminución ligera de la pCO_2 y el Cl^- , acompañada por un aumento de HCO_3^- , EB , TCO_2 y pH. Al parecer los cambios en la pCO_2 después del trabajo de los burros eran el resultado de hiperventilación. La determinación de los valores ácido-base (pH, pCO_2 , HCO_3^- , EB , TCO_2), las concentraciones de electrolitos (Na^+ , K^+ , Cl^-), y AG permite la evaluación de la mayoría de los trastornos ácido-base, incluyendo desórdenes mixtos.¹⁰⁻¹²

A pesar del trabajo muy pesado de los burros disminuyó el AG, ello indica que la producción de ácidos orgánicos no aumentó. La causa de la disminución del AG después del trabajo fue el incremento del HCO_3^- y un efecto de hemodilución descrito por Russell *et al.*¹³ El AG incluye los ácidos orgánicos, fosfatos y sulfatos que están normalmente presentes en la sangre de caballos en concentraciones de aproximadamente 14.7 mmol/L.¹⁰ En el estudio, el valor de AG antes del trabajo corresponde a los rangos de la referencia en caballos.¹⁰ Los cambios en el pH y las concentraciones de Na^+ y Cl^- en los burros durante el trabajo fueron similares a aquellos en los caballos durante ejercicio prolongado de baja intensidad.^{14,15}

Los valores promedio del Ht después del trabajo disminuyeron (P < 0.05). Este hallazgo apoya la hipótesis del transporte de agua del espacio extravascular al

*al.*¹⁷, after endurance rides in horses. Significantly increased plasma levels of inorganic phosphorus in donkeys after 2 and 3 h work are consistent with endurance exercise of horses.^{17,18} These changes are likely to be induced by muscle activity, breakdown of high energy phosphates, and by a release of intracellular phosphorus into plasma. Plasma urea concentrations before and after work in donkeys corresponded to reference ranges, determined by Zinkel *et al.*⁷ In spite of heavy loads and prolonged work in donkeys, no significant increases in plasma AST activities were found in any group. In this study, the relation between weight index and blood analytes (pH, pCO₂, HCO₃⁻, BE, Na⁺, Cl⁻, inorganic P, total proteins) was not found ($r < 0.6$).

Differences in most blood biochemical analytes (except of K⁺, Ca⁺⁺, glucose, AST, and plasma protein) before, and after work in donkeys were significant. All blood biochemical values in donkeys before and after work, except the acid-base values, are consistent with reference values in donkeys established by Zinkel *et al.*⁷ Acid-base values determined in this study were similar to those in horses.¹⁰ Based on this study, its authors assume that working donkeys in Mexico showed a satisfactory compensation to prolonged exercise of 1, 2 and 3 h duration at an altitude of 2000 masl. This suggests that donkeys have become accustomed, and are able to minimize the effect of excessive work.

Acknowledgements

We thank QBP A. Castillo and QFB R. Salcedo for analyses of blood specimens, MVZ G. Tapia for the statistical analysis, Miss S. Herrera, Mrs I. Aguilar for technical assistance, and the owners of the donkeys for allowing us to work with them.

This study was partially funded by the International Donkey Protection Trust (IDPT).

intravascular en el burro.¹⁶ Los cambios de menos magnitud en Na⁺, Cl⁻, K⁺ y Ca²⁺ plasmáticos durante el trabajo en burros comparados con los caballos durante el ejercicio prolongado podrían ser explicados por una menor sudoración. Las disminuciones en las concentraciones de Na⁺ y Cl⁻ en los burros después del trabajo, correspondieron al descenso en el hematócrito. La diferencia no significativa en las concentraciones de Ca²⁺ antes y después del trabajo de los burros coincide con los resultados obtenidos por Rose *et al.*,¹⁷ en los caballos después de cabalgatas prolongados. Los aumentos significativos de P inorgánico en los burros después de dos y tres horas de trabajo son consistentes con el ejercicio prolongado en caballos.^{17,18} Estos cambios probablemente fueron inducidos por la actividad muscular, la utilización de los fosfatos de alta energía y por una liberación del fósforo intracelular hacia el plasma. Las concentraciones de urea antes y después de una y tres horas de trabajo en burros, correspondieron con los rangos de referencia determinados por Zinkel *et al.*⁷ No se encontraron aumentos significativos en los plasmas de valores de AST en ningún grupo, a pesar de las cargas pesadas y del trabajo prolongado en los burros. En este trabajo no se encontró relación ($r < 0.6$) entre el índice de pesos y analitos sanguíneos.

Las diferencias en la mayoría de los analitos bioquímicos de la sangre (excepto de K⁺, Ca²⁺, glucosa, AST y PP) antes y después del trabajo en los burros fueron significativas. Todos los valores bioquímicos sanguíneos en los burros antes y después del trabajo, excepto los valores ácido-base, estaban dentro de los rangos de referencia para burros, establecidos por Zinkel *et al.*⁷ Los valores ácido-base, determinados en este estudio, fueron semejantes a los valores en caballos.¹⁰ Con base en este estudio, se asume que los burros en México mostraron una compensación satisfactoria al ejercicio prolongado de una, dos y tres horas de duración, llevando cargas pesadas a más de 2 000 msnm. Esto último sugiere que los burros se han acondicionado y han podido minimizar el efecto de trabajo excesivo.

Agradecimientos

Se agradece a la QBP A. Castillo y la QFB R. Salcedo los análisis de las muestras sanguíneas, a la MVZ G. Tapia por el análisis estadístico, a la PMVZ S. Herrera y a la señora I. Aguilar por el soporte técnico, así como a los dueños de los burros por permitirnos trabajar con éstos. Este estudio fue parcialmente patrocinado por la organización International Donkey Protection Trust.

References

1. Aluja AS de, Lopez F. Donkeys in Mexico. Proceedings of the 1st International Colloquium on Donkeys, Mules and Horses in Tropical Agricultural Development; 1990 September 3-6; Edinburgh (UK). Edinburgh (UK): University of Edinburgh, 1990:1-7.
2. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Estadística del subsector pecuario en los Estados Unidos Mexicanos. México (DF): Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1981.
3. Mueller PJ, Houpt KA. Comparison of the responses of donkeys and ponies to 36 hours water deprivation. Proceedings of the 1st International Colloquium on Donkeys, Mules and Horses in Tropical Agricultural Development; 1990 September 3-6; Edinburgh (UK). Edinburgh (UK): University of Edinburgh, 1990:86-95.
4. Sullivan JD, Mathews NS, Peck KE, Taylor TS. A pilot investigation into altitude adaptation of donkey. Memorias del 3^{er} Coloquio Internacional sobre Equidos de Trabajo. 1998 octubre 5-9; México (DF): México (DF): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 1998:300-310.
5. Crane M. Tratamiento de enfermedades. En: Svendsen ED, editor. Manual profesional del burro. 3^a ed. Sidmouth, Devon (UK): Stowmarket Whittet Books Ltd., 1999:9-12.
6. French J, Patrick VH. Reference values for physiological, haematological and biochemical parameters in domestic donkeys (*Equus asinus*). Equine Vet Educ 1995;7:33-35.
7. Zinkel JG, Mae D, Guzman MP, Farver TB, Humble JA. Reference ranges and the influence of age and sex in hematologic and serum biochemical values in donkeys (*Equus asinus*). Am J Vet Res 1990;51:408-413.
8. Meyer DJ, Harvey JW. Veterinary laboratory medicine. Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1998.
9. SAS Institute. SAS/STAT user's guide. 4th ed. Cary (NC): SAS Institute Inc., 1990.
10. Carlson GP. Fluid, electrolyte, and acid-base balance. In: Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML, editors. Clinical biochemistry of domestic animals. 5th ed. San Diego (CA): Academic Press, 1997:485-516.
11. Autran de Moraes HS. A non-traditional approach to acid-base disorders. In: Di Bartola SP, editor. Fluid therapy in small animal practice. Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1992:297-320.
12. Stewart PA. Modern quantitative acid-base chemistry. Can J Physiol Pharmacol 1983;61:1444-1461.
13. Russell KE, Hansen BD, Stevens JB. Strong ion difference approach to acid-base imbalances with clinical applications. Vet Clin North Am Small Anim Pract 1996;26:1185-1201.
14. Schott HC, Hinchcliff KW. Fluids, electrolytes and bicarbonate. Vet Clin North Am Equine Pract 1993;9:577-603.
15. Geiser DR, Andrews F, Sommerdahl C. Electrolyte and acid-base changes in combined training horses after the cross-country event. Equine Pract 1994;16:20-25.
16. Hutchins B, Hutchins P. The definitive donkey. Denton (Tx): Hee Haw Book Service, 1981.
17. Rose RJ, Purdue RA, Hensley W. Plasma biochemistry alterations in horses during an endurance ride. Equine Vet J 1977;9:122-126.
18. Rose RJ, Hodgson DR, Sampson D, Chan W. Changes in plasma biochemistry in horses competing in a 160 km endurance ride. Austr Vet J 1983;60:101-105.