

Valores bioquímicos selectos en plasma sanguíneo de avestruces de diferentes edades y sexo

Selected biochemical values in blood plasma of ostriches of different age and sex

Jan Bouda*
Gerardo F. Quiroz-Rocha*
Ezequiel Sánchez Ramírez**
Jaime Esquivel Peña**
José Luis Dávalos Flores***

Abstract

Selected biochemical values were determined in venous blood plasma from 45 clinically healthy ostriches (*Struthio camelus*) of different age and sex at an altitude 2 200 m above sea level. Animals were divided by age into 4 groups and the group of adults was divided by sex into 2 subgroups. Group 1 included chickens (n = 10) aged 26.5 d; Group 2 included 70-day-old chickens (n = 10); Group 3 were juvenile birds (n = 8) aged 232.4 d; Group 4 was formed by 10 females and 7 males (n = 17), aged 6 years old. The diet was a mixture composed of chopped alfalfa hay, sorghum and soybean meal, supplemented with vitamins and minerals. Drinking water and diet were provided *ad libitum*. In all blood samples 17 biochemical analytes were determined. Significant ($P < 0.05$) age effect was found in the values for glucose, uric acid, total protein, albumin, globulins, Ca^{2+} , inorganic P, cholesterol, ALT, AST, creatine kinase, alkaline phosphatase and amylase. There was also a significant ($P < 0.05$) sex difference in values for total protein, albumin, globulins, Ca^{2+} , Mg^{2+} and inorganic P. Blood biochemical values determined in this study can be considered reference data for disease diagnosis in ostriches of different ages.

Key words: BIOCHEMICAL VALUES, BLOOD PLASMA, OSTRICH.

Resumen

Se determinaron valores bioquímicos selectos en el plasma de sangre venosa de 45 avestruces (*Struthio camelus*) clínicamente sanos de diferentes edades y sexo a 2 220 msnm. Los animales fueron divididos en cuatro grupos por edad, el grupo de adultos fue subdividido en dos grupos por sexo. El grupo 1 (n = 10) eran pollos de edad promedio de 26.5 d; el grupo 2 (n = 10) incluyó pollos de 70.0 d de edad; el grupo 3 (n = 8) eran aves de 232.4 d; el grupo 4 (n = 17) estuvo formado por diez hembras y siete machos de seis años de edad. La dieta fue una mezcla a base de heno de alfalfa picado, sorgo, harina de soya, con suplemento de vitaminas y minerales y con el agua de bebida se proporcionaron *ad libitum*. En todas las muestras de plasma sanguíneo se determinaron 17 analitos bioquímicos. Entre las diferentes edades de avestruces se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en los valores de glucosa, ácido úrico, proteína total, albúmina, globulinas, Ca^{2+} , P inorgánico, colesterol, ALT, AST, creatina cinasa, fosfatasa alcalina y amilasa. Al comparar hembras y machos adultos se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en los valores de proteína total, albúmina, globulinas, Ca^{2+} , Mg^{2+} , P inorgánico. Los valores bioquímicos determinados en este estudio se pueden considerar como referencia útil para el diagnóstico de enfermedades en esta especie en las diferentes edades.

Palabras clave: VALORES BIOQUÍMICOS, PLASMA SANGUÍNEO, AVESTRUZ.

Recibido el 25 de febrero de 2003 y aceptado el 30 de septiembre de 2003.

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

** Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

*** Secretaría de Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

Introduction

Ostriches have been bred in various countries for meat and hide production. In Mexico this industry is relatively new, having initiated in 1991. In 2000 there were 700 breeders in Mexico, not counting small farm operations.¹ Ostriches used for reproduction and in zoos have good economic value. When breeding, the first two months are critical for species health and survival.²⁻⁴ Newborn and juvenile ostriches frequently succumb to diseases that attack a variety of organs and systems. Knowledge of the biochemical analyte values is important for evaluating general health in these animals, as well as being a useful tool for diagnosis and treatment of disease.

There are different partial reports of the biochemical values in adult ostriches,⁵⁻¹⁰ yet the majority of these were obtained in different housing conditions and particularly at a different altitude from that encountered in Mexico City. Ostrich age must be taken into account when attempting to interpret laboratory results. During the young ostrich's critical period only average biochemical values have been described in animals ranging from one to three months of age,⁶ and these lack any other specifications, such as mean age and body weight. It is important to have adequate reference values for the population upon which studies are being carried out.

The objective of this study was to determine selected biochemical values from the blood plasma of clinically healthy ostriches of different ages and sex that might serve for health control, as well as being reference values for the diagnosis and treatment of disease.

Materials and methods

Blood samples were obtained from 45 ostriches (*Struthio camelus*) of varying age and sex housed in the "Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPA)", at the Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, of the Universidad Nacional Autónoma de México, located at 2 220 m above sea level. The animals were divided in four groups: Group 1 (n = 10) contained chickens aged 26.5 ± 4.1 d and weighing 1.56 ± 0.25 kg; Group 2 (n = 10) contained chickens aged 70 ± 5.4 d and weighing 11.2 ± 2.9 kg; Group 3 (n = 8) contained juvenile birds aged 232.4 ± 8.5 d and weighing 79.1 ± 6.9 kg; Group 4 was made up of ten females weighing 118.2 ± 8.6 kg, and seven males weighing 137.6 ± 12.2 kg, all six years old. Adult females were sampled three weeks prior to the beginning of the mating and laying season. The diet was a mixture composed of chopped alfalfa hay, sorghum and soybean meal, supplemented with vitamins and minerals, considering requirements for all groups by age.^{2,11,12} Diet and drinking water were provided *ad libitum*. All animals were immobilized using physical means and no chemical tranquilizers

Introducción

Los avestruces han sido criados en diversos países para la producción de carne y piel. En México esta industria es relativamente nueva, pues inició en 1991. En 2000 hubo 700 criadores en la República mexicana sin contar las pequeñas granjas.¹ Los avestruces para pie de cría y de parques zoológicos tienen buen valor económico. Dentro de la crianza, los primeros dos meses de edad son críticos para la salud y supervivencia de la especie.²⁻⁴ Los avestruces recién nacidos y jóvenes son frecuentemente afectados por enfermedades que atacan diferentes órganos y sistemas. El conocimiento de valores de análisis bioquímicos es importante para la evaluación del estado general de salud de los animales, así como el apoyo al diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

En la literatura existen diferentes informes parciales sobre valores bioquímicos en avestruces adultos;⁵⁻¹⁰ sin embargo, la mayoría de ellos fueron obtenidos en condiciones diferentes a las de alojamiento y particularmente de altitud en la ciudad de México. Se debe tomar en cuenta la edad del avestruz sobre la que se quiere realizar la interpretación de los resultados. Para el periodo crítico de las crías, se describen sólo valores bioquímicos promedios de los animales de uno a tres meses de edad,⁶ sin otras especificaciones, como edad media o peso corporal. Es importante contar con valores de referencia adecuados para la población sobre las que se están realizando los estudios.

El objetivo de este trabajo fue determinar valores bioquímicos selectos en plasma sanguíneo de avestruces clínicamente sanos en diferentes edades y sexo que sirvan para control de salud, así como de referencia para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

Material y métodos

Se tomaron muestras de sangre a 45 avestruces (*Struthio camelus*) de diferentes edades y sexo alojados en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPA), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, en la ciudad de México, a 2 220 msnm. Los animales fueron divididos en cuatro grupos. El grupo 1 (n = 10) estaba constituido con pollos de 26.5 ± 4.1 d de edad y 1.56 ± 0.25 kg; el grupo 2 (n = 10) incluyó pollos de 70 ± 5.4 d y 11.2 ± 2.9 kg; el grupo 3 (n = 8) eran aves jóvenes de 232.4 ± 8.5 d y 79.1 ± 6.9 kg; el grupo 4 (n = 17) estuvo formado por diez hembras con 118.2 ± 8.6 kg y por siete machos con 137.6 ± 12.2 kg, ambos de seis años de edad. Las hembras adultas se muestrearon tres semanas antes de iniciar la temporada de apareamiento y postura. La dieta fue a base de heno de alfalfa picada, sorgo, harina de soya, con suplemento de vitaminas y minerales, respetando

Cuadro 1

VALORES DE ANALITOS BIOQUÍMICOS SELECTOS EN AVESTRUCES (n = 10) DE 26 DÍAS

VALUES FOR SELECTED BIOCHEMICAL ANALYTES IN 26-DAY-OLD OSTRICHES (n = 10)

<i>Analyte</i>	<i>Unit</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>95% Confidence Interval</i>	
Glucose	mmol/L	15.2	2.4	12.0	20.0	13.8	16.7
Urea	mmol/L	0.34	0.20	0.10	0.70	0.23	0.46
Creatinine	μmol/L	15.9	7.5	2.5	33.0	11.5	20.4
Uric acid	μmol/L	1106.3	313.2	487.0	1361.0	889.3	1323.4
TP	g/L	34.2	4.0	26.0	40.0	31.8	36.5
Albumin	g/L	16.0	2.0	13.0	19.0	14.8	17.2
Globulins	g/L	18.2	2.4	13.0	22.0	16.7	19.6
Ca ²⁺	mmol/L	2.5	0.2	2.2	2.8	2.4	2.7
Inorganic P	mmol/L	2.1	0.4	1.7	2.9	1.9	2.4
Mg ²⁺	mmol/L	0.7	0.1	0.5	0.9	0.6	0.8
Bilirubin	μmol/L	9.2	5.3	3.7	19.4	5.3	13.1
Cholesterol	mmol/L	11.2	5.2	4.4	22.1	7.6	14.9
ALT	U/L	9.0	4.6	3.0	16.0	6.3	11.8
AST	U/L	426.9	116.5	231.0	549.0	358.9	495.7
CK	U/L	4800.1	876.4	3269	6145	4227.5	5372.7
ALP	U/L	456.7	178.2	115.0	730.0	351.4	562.0
Amylase	U/L	1386.5	540.3	643.0	2050.0	1012.1	1760.9

SD: Standard deviation; TP: Total protein; ALT: Alanine aminotransferase; AST: Aspartate aminotransferase; CK: Creatine kinase; ALP: Alkaline phosphatase.

Cuadro 2

VALORES DE ANALITOS BIOQUÍMICOS SELECTOS EN AVESTRUCES (n = 10) DE 70 DÍAS

VALUES FOR SELECTED BIOCHEMICAL ANALYTES IN 70-DAY-OLD OSTRICHES (n = 10)

<i>Analyte</i>	<i>Unit</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>95% Confidence Interval</i>	
Glucose	mmol/L	14.3	1.3	13.0	17.0	13.4	15.1
Urea	mmol/L	0.46	0.2	0.30	0.80	0.37	0.55
Creatinine	mol/L	12.9	6.3	3.2	21.8	9.0	16.8
Uric acid	mol/L	774.0	100.1	650.0	850.0	686.2	861.8
TP	g/L	26.8	1.8	24.0	29.0	25.7	27.9
Albumin	g/L	13.9	1.0	13.0	16.0	13.3	14.5
Globulins	g/L	12.9	1.1	11.0	14.0	12.2	13.6
Ca ²⁺	mmol/L	2.4	0.1	2.2	2.5	2.3	2.4
Inorganic P	mmol/L	2.0	0.4	1.5	2.7	1.8	2.3
Mg ²⁺	mmol/L	0.9	0.1	0.8	0.9	0.8	0.9
Bilirubin	mol/L	3.7	1.9	1.3	6.6	2.5	4.9
Cholesterol	mmol/L	2.9	0.9	1.5	4.2	2.3	3.4
ALT	U/L	67.3	14.7	35.0	82.0	58.2	76.4
AST	U/L	397.6	31.0	343.0	446.0	378.4	416.8
CK	U/L	4367.0	549.1	3790	5500	4026.7	4707.3
ALP	U/L	477.2	52.5	410.0	562.0	444.6	509.8
Amylase	U/L	2269.0	760.6	1132	3317	1797.6	2740.4

SD: Standard deviation; TP: Total protein; ALT: Alanine aminotransferase; AST: Aspartate aminotransferase; CK: Creatine kinase; ALP: Alkaline phosphatase.

were used. All animals were in good body condition and none presented any signs of disease.

Sampling in Groups 1 to 3 was carried out from the jugular vein, while Group 4 was sampled from the radial vein. All blood was collected in 5 mL heparinized syringes. Following collection samples were left at room temperature (15 to 20°C) for 10 to 15 min, then placed in a refrigerator and centrifuged within a one hour period for plasma separation. Plasmatic concentrations of glucose, urea, creatinine, uric acid, total proteins (TP), albumin, globulins, Ca^{2+} , inorganic P, Mg^{2+} , total bilirubin, cholesterol, and enzymatic activities of alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), creatine kinase (CK), alkaline phosphatase (ALP) and amylase were determined using a biochemical analyzer.* All analyses were carried out in the Clinical Pathology Laboratory of the Pathology Department of the FMVZ-UNAM.

Statistical analysis

Analyses of variance (ANOVA) for all results employing animal weight as a covariable were carried out, as well as a Tukey test¹³ to determine differences between ages. The sex effect for the blood analytes was evaluated in the adult animals from Group 4. The 95% confidence interval was determined, thus: mean \pm 1.96 (s/vn). Probability values less or equal to 0.05 were considered significant.

Results

The blood plasma biochemical values in ostriches of different ages, as well for different sexes for adult animals, are shown in Tables 1 to 7. Significant ($P < 0.05$) differences were found between different ages of ostriches for plasma values of glucose, uric acid, TP, albumin, globulins, Ca^{2+} , Mg^{2+} , inorganic P, cholesterol, ALT, AST, CK, ALP and amylase. When comparing results from adult females and males, significant ($P < 0.05$) differences were found in values for TP, albumin, globulins, Ca^{2+} and inorganic P. When comparing all the groups and including body weight as a covariable, values for TP and total bilirubin were significant ($P < 0.05$).

Discussion

A total of 17 biochemical analytes were determined in blood plasma for four different groups of ostriches. Even though the majority of these are described in adult animals,^{6,10} there is insufficient proof of the effect of age and sex upon these biochemical values.

In none of the articles consulted was there a reference to the influence of weight on the hematological biochemical values. This study used weight as a covariable, concluding that of the 17 analytes studied the only ones to present differences were TP and total bilirubin.

los requerimientos de los grupos de acuerdo con la edad.^{2,11,12} La dieta y el agua de bebida se proporcionaron *ad libitum*. La inmovilización de los animales en todos los grupos fue por sujeción sin uso de tranquilizantes. Los animales tuvieron buena condición corporal, ninguno presentaba signos clínicos de enfermedad.

Las muestras de sangre en los grupos 1 a 3 se tomaron de la vena yugular, mientras que en el grupo 4 se tomaron de la vena radial en jeringas heparinizadas de 5 mL de volumen. Después de la obtención de la muestra se dejaron a temperatura de habitación (15 a 20°C) durante 10 a 15 min, se colocaron en refrigeración y en un lapso menor a una hora fueron centrifugadas y el plasma separado. Las concentraciones plasmáticas de glucosa, urea, creatinina, ácido úrico, proteínas totales (PT), albúmina, globulinas, Ca^{2+} , fósforo inorgánico (Pi), Mg^{2+} , bilirrubina total, colesterol y las actividades enzimáticas de alanina aminotransferasa (ALT), aspartato-aminotransferasa (AST), creatina-kinasa (CK), fosfatasa alcalina (FA) y amilasa se determinaron en un analizador bioquímico.* Todos los análisis se realizaron en el Laboratorio de Patología Clínica del Departamento de Patología, de la FMVZ-UNAM.

Análisis estadístico

A los resultados se les aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) incluyendo el peso de los animales como covariable y prueba de Tukey¹³ para ver diferencias entre edades. El efecto del sexo a los analitos sanguíneos fue evaluado en los animales adultos del grupo 4. Se determinó el intervalo de confianza al 95% así: Media \pm 1.96 (s/vn). Los valores de probabilidad menores o iguales a 0.05 fueron considerados significativos.

Resultados

Los valores bioquímicos en plasma sanguíneo en aves de diferentes edades y diferente sexo en animales adultos determinados en este estudio se describen en los cuadros 1 a 7. Entre las diferentes edades de aves se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en los valores plasmáticos de glucosa, ácido úrico, PT, albúmina, globulinas, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Pi, colesterol, ALT, AST, CK, FA y amilasa. Al comparar los resultados entre hembras y machos adultos, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en los valores de PT, albúmina, globulinas, Ca^{2+} y Pi. Al comparar todos los grupos incluyendo el peso como covariable, los valores de PT y bilirrubina total resultaron significativamente diferentes ($P < 0.05$).

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

Cuadro 3

VALORES DE ANALITOS BIOQUÍMICOS SELECTOS EN AVESTRUCES (n = 8) DE 232 DÍAS

VALUES FOR SELECTED BIOCHEMICAL ANALYTES IN 232-DAY-OLD OSTRICHES (n = 8)

<i>Analyte</i>	<i>Unit</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>95% Confidence Interval</i>	
Glucose	mmol/L	18.2	2.7	14.0	22.0	16.4	20.1
Urea	mmol/L	0.6	0.3	0.4	1.3	0.5	0.8
Creatinine	μmol/L	27.1	7.1	17.2	34.9	22.1	32.1
Uric acid	μmol/L	852.8	146.8	658.0	1057	751.1	954.6
TP	g/L	39.5	5.4	35.0	52.0	35.7	43.2
Albumin	g/L	21.1	1.6	19.0	23.0	19.9	22.3
Globulins	g/L	18.4	5.3	12.0	29.0	14.7	22.0
Ca ²⁺	mmol/L	2.7	0.3	2.3	3.1	2.5	2.9
Inorganic P	mmol/L	1.8	0.1	1.7	2.0	1.7	1.9
Mg ²⁺	mmol/L	0.8	0.2	0.7	1.1	0.9	1.0
Bilirubin	μmol/L	10.6	1.2	9.3	11.6	9.6	11.7
Cholesterol	mmol/L	1.9	0.5	1.1	2.5	1.6	2.3
ALT	U/L	138.2	34.1	83.0	183.0	114.6	161.9
AST	U/L	509.9	121.1	372.0	682.0	425.9	593.7
CK	U/L	3774.2	1042.6	2010	4715	3051.7	4496.7
ALP	U/L	498.7	139.6	353.0	685.0	402.0	595.5
Amylase	U/L	4262.1	806.8	3300	5750	3703.0	4821.2

SD: Standard deviation; TP: Total protein; ALT: Alanine aminotransferase; AST: Aspartate aminotransferase; CK: Creatine kinase; ALP: Alkaline phosphatase.

Cuadro 4

VALORES DE ANALITOS BIOQUÍMICOS SELECTOS EN AVESTRUCES ADULTOS (n = 17)

VALUES FOR SELECTED BIOCHEMICAL ANALYTES IN ADULT OSTRICHES (N = 17)

<i>Analyte</i>	<i>Unit</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>95% Confidence Interval</i>	
Glucose	mmol/L	12.5	1.3	11.0	16.0	11.8	13.1
Urea	mmol/L	0.5	0.1	0.3	0.7	0.42	0.57
Creatinine	μmol/L	21.3	5.4	12.0	32.5	18.5	24.0
Uric acid	μmol/L	590.3	157.6	400.0	924.0	510.5	670.0
TP	g/L	46.0	7.8	32.0	60.0	42.0	49.9
Albumin	g/L	20.7	2.8	15.0	25.0	19.2	22.0
Globulins	g/L	25.3	5.4	15.0	35.0	22.6	28.0
Ca ²⁺	mmol/L	3.5	0.9	2.3	4.6	3.0	3.9
Inorganic P	mmol/L	1.4	0.4	0.6	2.2	1.1	1.6
Mg ²⁺	mmol/L	1.2	0.3	0.8	1.7	1.1	1.4
Bilirubin	μmol/L	7.4	3.7	3.1	14.0	5.5	9.3
Cholesterol	mmol/L	1.7	0.7	0.9	3.1	1.2	1.9
ALT	U/L	44.7	15.8	7.0	75.0	36.8	52.7
AST	U/L	272.0	46.6	185.0	350.0	248.4	295.6
CK	U/L	3074.5	934.7	1955	5400	2584	3564
ALP	U/L	198.7	106.9	48.0	410.0	144.5	252.8
Amylase	U/L	6285.6	4686.7	597	13520	3914	8657

SD: Standard deviation; TP: Total protein; ALT: Alanine aminotransferase; AST: Aspartate aminotransferase; CK: Creatine kinase; ALP: Alkaline phosphatase.

Cuadro 5

DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENCONTRADAS EN VALORES MEDIOS DE ANALITOS BIOQUÍMICOS
SELECTOS EN AVESTRUCES DE 4 GRUPOS DE DIFERENTES EDADES

SIGNIFICANT DIFFERENCES FOUND IN MEAN VALUES OF SELECTED BIOCHEMICAL ANALYTES IN
OSTRICHES FROM FOUR DIFFERENT AGE GROUPS

<i>Analyte</i>	<i>Unit</i>	<i>26 days</i>	<i>70 days</i>	<i>232 days</i>	<i>Adults</i>
Glucose	mmol/L	15.2 ^b	14.3 ^b	18.2 ^a	12.5 ^c
Urea	mmol/L	0.34 ^a	0.46 ^a	0.60 ^a	0.50 ^a
Creatinine	μmol/L	15.9 ^a	12.9 ^a	27.1 ^a	21.3 ^a
Uric acid	μmol/L	1106.4 ^a	774.0 ^{bc}	852.8 ^b	590.3 ^c
TP	g/L	34.2 ^c	26.8 ^d	39.5 ^b	46.0 ^a
Albumin	g/L	16.0 ^b	13.9 ^b	21.1 ^a	20.7 ^a
Globulins	g/L	18.2 ^b	12.9 ^c	18.4 ^b	25.3 ^a
Ca ²⁺	mmol/L	2.5 ^b	2.4 ^b	2.7 ^b	3.5 ^a
Inorganic P	mmol/L	2.1 ^a	2.0 ^a	1.8 ^a	1.4 ^b
Mg ²⁺	mmol/L	0.7 ^a	0.9 ^a	0.8 ^a	1.2 ^a
Bilirubin	μmol/L	9.2 ^a	3.7 ^a	10.6 ^a	7.4 ^a
Cholesterol	mmol/L	11.2 ^a	2.9 ^b	1.9 ^b	1.7 ^b
ALT	U/L	9.0 ^d	67.3 ^b	138.2 ^a	44.7 ^c
AST	U/L	426.9 ^d	397.6 ^b	509.8 ^a	272.0 ^c
CK	U/L	4800.1 ^a	4367.0 ^a	3774.2 ^{ab}	3074.5 ^b
ALP	U/L	456.7 ^a	477.2 ^a	498.7 ^a	198.7 ^b
Amylase	U/L	1386.5 ^b	2269.0 ^b	4262.1 ^{ab}	6285.6 ^a

TP: Total protein; ALT: Alanine aminotransferase; AST: Aspartate aminotransferase; CK: Creatine kinase; ALP: Alkaline phosphatase.

a,b,c,d: Different superscript in row indicates significant ($P < 0.05$) differences.

An ANOVA for comparing means was carried out using a Tukey test.

Cuadro 6

VALORES DE ANALITOS BIOQUÍMICOS SELECTOS EN AVESTRUCES HEMBRAS ADULTAS (n = 10)

VALUES FOR SELECTED BIOCHEMICAL ANALYTES IN FEMALE ADULT OSTRICHES (N = 10)

<i>Analyte</i>	<i>Unit</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>95% Confidence Interval</i>	
Glucose	mmol/L	12.2	0.8	11.0	13.0	11.7	12.7
Urea	mmol/L	0.47	0.1	0.30	0.70	0.38	0.55
Creatinine	μmol/L	23.74	4.8	17.00	32.50	20.76	26.72
Uric acid	μmol/L	567.1	155.4	400.0	863.0	470.8	663.4
TP	g/L	48.3	7.9	32.0	60.0	43.4	53.2
Albumin	g/L	21.2	2.9	15.0	25.0	19.4	23.0
Globulins	g/L	27.1	5.3	17.0	35.0	23.8	30.4
Ca ²⁺	mmol/L	3.9	0.7	2.4	4.6	3.4	4.4
Inorganic P	mmol/L	1.5	0.3	0.9	1.9	1.3	1.7
Mg ²⁺	mmol/L	1.4	0.2	1.1	1.7	1.2	1.5
Bilirubin	μmol/L	8.1	3.9	3.1	14.0	5.7	10.5
Cholesterol	mmol/L	1.7	0.8	0.9	3.2	1.2	2.2
ALT	U/L	48.5	12.5	35.0	75.0	40.7	56.2
AST	U/L	275.1	53.2	185.0	350.0	242.1	308.1
CK	U/L	2786.3	799.1	1955	4162	2264.3	3308.4
ALP	U/L	200.5	97.6	115.0	398.0	140.0	260.9
Amylase	U/L	7252.9	4801.7	597.0	13520	4276.8	10299.0

SD: Standard deviation; TP: Total protein; ALT: Alanine aminotransferase; AST: Aspartate aminotransferase; CK: Creatine kinase; ALP: Alkaline phosphatase.

Cuadro 7

VALORES DE ANALITOS BIOQUÍMICOS SELECTOS EN AVESTRUCCES MACHOS ADULTOS (n = 7)

VALUES FOR SELECTED BIOCHEMICAL VALUES IN MALE ADULT OSTRICHES (N = 7)

Analyte	Unit	Mean	SD	Min	Max	95% Confidence Interval	
Glucose	mmol/L	13.0	1.4	11	16	11.24	14.75
Urea	mmol/L	0.54	0.15	0.30	0.70	0.39	0.68
Creatinine	μmol/L	16.4	2.7	12.0	19.0	14.0	18.8
Uric acid	μmol/L	636.6	168	508.0	924.0	488.5	784.7
TP	g/L	41.4	5.5	33.0	46.0	36.5	46.2
Albumin	g/L	19.6	2.5	16.0	22.0	17.4	21.8
Globulins	g/L	21.8	3.9	15.0	25.0	18.3	25.3
Ca ²⁺	mmol/L	2.6	0.24	2.3	2.9	2.4	2.8
Inorganic P	mmol/L	1.2	0.29	0.6	2.2	0.6	1.7
Mg ²⁺	mmol/L	0.9	0.09	0.8	1.0	0.9	1.0
Bilirubin	μmol/L	6.1	3.4	3.7	12.0	3.1	9.1
Cholesterol	mmol/L	1.7	0.7	0.9	2.7	1.1	2.4
ALT	U/L	37.2	20.2	7.0	58.0	19.5	54.9
AST	U/L	265.8	33.9	213.0	290.0	236.0	295.6
CK	U/L	3593.2	1019	3000	5400	2699.6	4486.8
ALP	U/L	195.0	62	48.0	410.0	75.5	314.5
Amylase	U/L	4351.0	1256	645	1097	635.2	8066.7

SD: standard deviation; TP: total protein; ALT: alanine aminotransferase; AST: aspartate aminotransferase; CK: creatine kinase; ALP: alkaline phosphatase.

Levy *et al.*⁶ observed an age effect on biochemical values in ostriches in ten of the 21 analytes they studied. In the present study an age effect was determined in 14 of 17 biochemical analytes studied.

Glucose is the main source of energy for all tissues, being derived from the diet and from hepatic gluconeogenesis. The concentration of plasmatic glucose in adult ostriches corresponded with the range of values reported by Verstappen *et al.*¹⁰ and was greater than the value found by Levy *et al.*⁶ Palomeque *et al.*⁷ and Mushi *et al.*⁹ The very low concentration of glucose found by Mushi *et al.*⁹ 7.6 mmol/L, could be explained by the fact that samples were kept at room temperature following sampling for more than one hour. The concentrations of plasma glucose in juvenile animals in the present study were 2 mmol/L greater when compared to values in adult animals, the same difference as was observed in a study by Levy *et al.*⁶

An age effect was not observed for concentrations of urea, creatinine and total bilirubin, with values being similar to those found in prior studies.^{5,6,9} Uric acid is one of the most important end products of nitrogen metabolism in birds,¹⁴ and in this study this value was found to be greater than that found by Levy *et al.*⁶ During renal diseases in birds the concentrations of uric acid, creatinine and urea are seen to increase in blood.¹⁴

Circulating proteins are synthesized predominantly in the liver, though plasma cell production also contributes. The determination of TP and albu-

Discusión

Se determinaron 17 analitos bioquímicos en el plasma sanguíneo de cuatro grupos de diferentes edades de avestruces. Aunque se describe la mayoría de estos analitos en animales adultos,^{6,10} faltan suficientes pruebas sobre el efecto de edad y sexo sobre los valores bioquímicos.

En ninguno de los artículos consultados se hace referencia respecto de la influencia del peso sobre los valores hematológicos o bioquímicos. En este trabajo se utilizó el peso como covariable, encontrando que de los 17 analitos exclusivamente se presentaron diferencias en PT y bilirrubina total.

Levy *et al.*⁶ observaron el efecto de la edad sobre los valores bioquímicos en avestruces en diez de 21 analitos determinados. En el presente trabajo el efecto de edad se presentó en 14 de 17 analitos bioquímicos.

La glucosa es la principal fuente de energía para los tejidos y deriva de la dieta y de la gluconeogénesis hepática. La concentración de glucosa plasmática en avestruces adultos correspondió con el rango de valores determinados por Verstappen *et al.*¹⁰ y fue mayor que los valores determinados por Levy *et al.*⁶ Palomeque *et al.*⁷ y Mushi *et al.*⁹ Especialmente la concentración de glucosa tan baja, 7.6 mmol/L, descrita por Mushi *et al.*⁹ se puede explicar por el mantenimiento de las muestras después de la colección de la sangre a temperatura de laboratorio por más de 1 h. Las concentraciones de glucosa plasmática en el pre-

min are important when one suspects the presence of an intestinal, renal or hepatic pathology, or hemorrhage. Juvenile animals have lower concentrations of globulins since they possess fewer immunoglobulins.^{14,15} In the present study, the plasma concentrations of TP, albumin and globulins were higher in adult animals than in juveniles. The values for TP, albumin and globulins were similar to those from some previous studies,^{5,9,10} but were higher than those obtained by Palomeque *et al.*⁷ and Okotie-Eboh *et al.*⁸ In a study by Levy *et al.*⁶ where albumin and globulin levels were not determined, similar values to those of this study for TP in adult animals were reported. In the present study, lower concentrations of TP, albumin and globulins were observed in 70-day-old animals, said decrease may occur due to rapid growth and an increase in muscle mass, or due to protein deficiency in the diet, but could not be due to catabolism since urea values between groups were not significant and CK and uric acid values were higher in 26-day-old ostriches. The TP plasma concentrations in 70-day-old animals were 40% lower than those of adult animals. There are no prior references concerning TP and albumin in two and a half and three-month-old animals, and it is not right to compare this value with data from one to three-month-old animals described by Levy *et al.*⁶ In the present study, TP values in juvenile animals were lower than those described by Levy *et al.*⁶

The concentrations of Ca^{2+} and Mg^{2+} were higher in adult than in juvenile ostriches, contrary to what was observed for inorganic P, results being similar to those described previously.^{5,6,10} Brown and Jones,¹⁶ when studying the age effect in ostriches on plasma mineral levels, including Ca^{2+} , inorganic P and Mg^{2+} , found significant differences only in the case of Ca^{2+} . These differences in plasma Ca^{2+} corresponded with values obtained in the present study, but not with those reported by Levy *et al.*⁶

Plasma cholesterol in 26-day-old ostriches was higher than in the other groups and this was due to vitelline sac function. Ostriches greater than two months old had a similar cholesterol concentration to that reported previously.^{6,9}

Enzymatic activities of AST, ALP and CK were greater in juvenile than in adult animals, but the contrary was observed for amylase. AST determination is indicated in cases where muscular or hepatic disease is suspected, while CK is indicated when muscular disease is suspected. AST, ALP and CK activities were determined at 37 °C, and in adult animals they corresponded to those reported by Verstappen *et al.*¹⁰ However, they were four times higher than those reported by Levy *et al.*,⁶ since the latter were determined at 25°C.

Levy *et al.*⁶ mention that there is little sex effect on the blood plasma biochemical values in ostriches. When comparing the biochemical values for adult females and males in the present study, significant differences were found for TP, albumin, globulins,

presente estudio en animales jóvenes fueron 2 mmol/L mayores en comparación con los valores en animales adultos y la misma diferencia se observó en el trabajo de Levy *et al.*⁶

En las concentraciones de urea, creatinina y bilirrubina total no se presentó el efecto de edad y fueron semejantes a los valores de literatura.^{5,6,9} El ácido úrico es uno de los más importantes productos finales del metabolismo del nitrógeno en aves¹⁴ y en el presente estudio fue más alto, en comparación con lo descrito por Levy *et al.*⁶ En enfermedades renales de aves se incrementan las concentraciones sanguíneas de ácido úrico, creatinina y urea.¹⁴

Las proteínas circulantes se sintetizan de forma predominante en el hígado, aunque también contribuyen en su producción las células plasmáticas. La determinación de PT y albúmina es importante cuando se sospecha un proceso patológico intestinal, renal, hepático o una hemorragia. Los animales jóvenes tienen concentraciones más bajas de globulinas debido a la escasa cantidad de inmunoglobulinas que poseen.^{14,15} En este trabajo las concentraciones de PT, albúmina y globulinas plasmáticas fueron más altas en animales adultos que en animales jóvenes. Los valores de PT, albúmina y globulinas correspondieron con las referencias de literatura,^{5,9,10} pero fueron más altos en comparación con los obtenidos por Palomeque *et al.*⁷ y Okotie-Eboh *et al.*⁸ En el estudio de Levy *et al.*⁶ no se determinaron albúmina y globulinas, sólo PT y ésta en animales adultos fue semejante a los valores del presente estudio. En este trabajo se observaron concentraciones más bajas de PT, albúmina y globulinas en animales de 70 d de edad y este descenso es posible por el crecimiento rápido y aumento de masa muscular o por deficiencia de proteínas en el alimento pero no por catabolismo, porque en los valores de urea entre grupos no hubo diferencias significativas y los valores de CK y de ácido úrico fueron más altos en aves de 26 d de edad. Las concentraciones plasmáticas de PT en animales de 70 d fueron 40% menores que en animales adultos. No existen referencias de literatura sobre PT y albúmina para animales de 2.5 a 3 meses y no es correcto comparar este valor con los datos en animales de uno a tres meses de edad descritos por Levy *et al.*⁶ En el presente estudio los valores de PT en animales jóvenes fueron menores en comparación con los datos de Levy *et al.*⁶

Las concentraciones de Ca^{2+} y Mg^{2+} fueron más altas en aves de 26 días que en animales jóvenes, lo contrario sucedió con el Pi y estos resultados fueron semejantes a las referencias de literatura.^{5,6,10} Brown y Jones¹⁶ estudiaron en aves de 26 días el efecto de la edad sobre minerales plasmáticos de Ca^{2+} , Pi, Mg^{2+} y encontraron diferencias significativas sólo en la concentración de Ca^{2+} . Estas diferencias en Ca^{2+} plasmático correspondieron con valores obtenidos en el presente estudio, pero no con los referidos por Levy *et al.*⁶

El colesterol plasmático en aves de 26 d fue

Ca²⁺, Mg²⁺ and inorganic P. The increased levels of calcium and plasmatic proteins in female ostriches is similar to that observed in other birds prior to ovulation. This hypercalcemia is produced by an increment in the calcium that is attached to proteins, a consequence of the effect of estrogens that serve to induce the transport of yolk proteins and calcium to the ovary.¹⁴

Levy *et al.*⁶ did not find significant differences between biochemical values for females and males because the majority (83%) of the animals studied were immature, ranging in age from one to nine months; only 17% were between 12 and 73 months of age. In studies by Mushi *et al.*⁹ and Verstappen *et al.*¹⁰ biochemical values were determined for adult ostriches of both sexes between 24 and 36 months of age, but they do not describe the percentage relationship between males and females.

Plasma concentrations of TP, albumin, globulins, Ca²⁺, Mg²⁺ and amylase activity were higher in adult animals, while glucose, inorganic P, AST, ALP, CK and cholesterol had a tendency to decrease with age. It is important to consider ostrich age when using reference values for disease diagnosis.

Acknowledgements

The authors would like to thank R. Salcedo E. and A. Castillo M. for blood sample analyses. This study was financed by the UNAM, PAPIIT project number IN225198, and by the Centro de Enseñanza, Investigación y Extension en Produccion Avicola, at the FMVZ-UNAM.

Referencias

1. Olarte DM. La carne de avestruz, alternativa alimenticia para el país. Boletín Universidad Nacional Autónoma de México 2000: 459.
2. Jensen JM, Johnson JH, Weiner ST. Nutrition. In: Jensen JM, Johnson JH, Weiner ST, editors. Husbandry and medical management of ostriches, emus and rheas. College Station: Wildlife and Exotic Animal TeleConsultants, 1992: 23-30.
3. Shane SM. Infectious diseases and parasites of ratites. Vet Clin North Am Small Anim Pract 1998; 14:455-483.
4. Moho OJ. Crianza y manejo de polluelos. El Avestruz y su entorno 2000; 1:8-14.
5. Van Heerden J, Dauth J, Jarvis MJF, Keffen RH, Denny JEF, Dreyer MJ, *et al.* Blood chemical and electrolyte concentrations in the ostrich (*Struthio camelus*). J S Afr Vet Assoc 1985; 56:75-79.
6. Levy A, Perelman B, Warner T, Van Grevenbroek M, Van Creveld C, Yagil R. Reference blood chemical values in ostriches. Am J Vet Res 1989; 50: 1548-1550.
7. Palomeque J, Pinto D, Viscor G. Haematologic and

cinco veces más alto en comparación con los otros grupos y esto fue debido a la función del saco vitelino. Los avestruces mayores de dos meses tuvieron una concentración de colesterol semejante a referencias de literatura.^{6,9}

Las actividades enzimáticas de AST, FA y CK fueron mayores en animales jóvenes que en adultos; lo contrario se presentó la actividad de amilasa. La determinación de AST está indicada cuando se sospechan enfermedades musculares o hepáticas, mientras CK en enfermedades musculares. Las actividades de AST, FA y CK se determinaron a 37°C, en animales adultos correspondieron con los descritos por Verstappen *et al.*¹⁰ y son cuatro veces más altos en comparación con los valores de Levy *et al.*⁶ porque aquellos fueron determinados a 25°C.

Levy *et al.*⁶ mencionan que la diferencia de sexo en avestruces tuvo poca influencia sobre valores bioquímicos en el plasma sanguíneo. Al comparar valores bioquímicos en hembras y machos adultos en el presente trabajo, se encontraron diferencias significativas en PT, albúmina, globulinas, Ca²⁺, Mg²⁺ y Pi. El aumento en el calcio y proteínas plasmáticas en hembras de avestruz es semejante a otras aves antes de la ovulación. Esta hipercalcemia es producida por incremento del calcio unido a las proteínas debido al efecto de los estrógenos, que inducen el transporte de las proteínas de la yema y calcio al ovario.¹⁴

No se observaron diferencias significativas en valores bioquímicos entre hembras y machos en el estudio de Levy *et al.*⁶ porque la mayoría (83%) eran inmaduros, tenían de uno a nueve meses; sólo 17% tenían entre 12 a 72 meses de edad. En los trabajos de Mushi *et al.*⁹ y de Verstappen *et al.*¹⁰ se determinaron valores bioquímicos en avestruces adultos de ambos sexos con edades de 24 a 36 meses y no describen la relación porcentual entre machos y hembras.

Las concentraciones plasmáticas de PT, albúmina, globulinas, Ca²⁺, Mg²⁺ y actividad de amilasa fueron más altas en animales adultos, mientras la glucosa, Pi, AST, FA, CK y colesterol tuvieron tendencia a descender con la edad. Es importante que se considere la edad de los avestruces cuando se utilizan valores de referencia para el diagnóstico de enfermedades.

Agradecimientos

Agradecemos a R. Salcedo E. y A. Castillo M. los análisis de las muestras sanguíneas. Este trabajo fue financiado por la UNAM, proyecto PAPIIT IN225198, y por el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, de la FMVZ-UNAM.

- blood chemistry values of the Masai ostrich (*Struthio camelus*). J Wildl Dis 1991; 27:34-40.
8. Okotie-Eboh G, Bailey CA, Hicks KD, Kubena LF. Reference serum biochemical values for emus and ostriches. Am J Vet Res 1992; 53:1765-1768.

9. Mushi EZ, Binta MG, Chabo RG, Isa JFG, Modisa L. Serum biochemical values of farmed ostrich (*Struthio camelus*) in Botswana. Onderstepoort J Vet Res 1998; 65:189-193.
10. Verstappen FALM, Lumeij JT, Bronneberg RGG. Plasma chemistry reference values in ostriches. J Wildl Dis 2002; 38:154-159.
11. Gandini GC, Borroughs REJ, Ebedes H. Preliminary investigation into the nutrition of ostrich chicks (*Struthio camelus*) under intensive conditions. J S Afr Vet Assoc 1986; 57:39-42.
12. Degen AA, Kam M, Rosenstrauch A, Plavnik L. Growth rate, total body water volume, dry-matter intake and water consumption of domesticated ostriches (*Struthio camelus*). Anim Prod 1991; 52: 225-232.
13. Steel RGD, Torrie JH. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1980.
14. Lumeij JT. Avian clinical biochemistry. In: Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML, editors. Clinical biochemistry of domestic animals. 5th ed. San Diego (Ca): Academic Press, 1997: 857-883.
15. Meyer DJ, Harvey JW. Veterinary laboratory medicine. Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1998.
16. Brown CR, Jones GE. Some blood chemical, electrolyte and mineral values from young ostriches. J S Afr Vet Assoc 1996; 67:111-114.