



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS DEL MACACO COLA
DE MUÑÓN (*Macaca arctoides*) DE LAS ISLAS TANAXPILLO Y TOTOGCHILLO,
LAGO DE CATEMACO, VERACRUZ

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

LORENZO GÓMEZ CÁRDENAS

Asesores

MC. MARÍA DE GUADALUPE RAMÍREZ DÍAZ
Dra. CRISTINA ESCALANTE OCHOA
Dr. DOMINGO CANALES ESPINOSA





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A MIS PADRES Y HERMANOS

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Rosa María García Escamilla, Dra. Dulce María Brouss et Hernández, Dra. Araceli Lima Melo, Dra. Guadalupe Ramírez Díaz, y al Dr. Carlos González Rebeles Islas, miembros del jurado, por contribuir a mejorar este trabajo.

A la Dra. Cristina Escalante Ochoa y al Dr. Domingo Canales Espinosa, por las aportaciones a este trabajo.

Al Dr. Javier Hermida, a la MVZ Nadia Sánchez, MVZ Diana Mendoza Manjarrez, al MVZ Cesar Rodríguez Balderas y al personal del Instituto de Neuroetología en Catemaco, Veracruz, por su colaboración en el desarrollo de este trabajo.

A la QFB. Rosalba Salcedo Elisea y a la QBP. Arlette Castillo Mata por el procesamiento de las muestras de bioquímica.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por la formación obtenida.

A la Universidad Veracruzana y al Instituto de Neuroetología, por el apoyo brindado a la realización de este trabajo.

De manera muy especial y con mucho cariño a la Dra. Guadalupe Ramírez Díaz, por todo su apoyo y confianza.

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
MATERIAL Y MÉTODOS	5
RESULTADOS.....	11
DISCUSIÓN	16
CONCLUSIÓN.....	22
LITERATURA CITADA	23
CUADROS.....	26
ANEXO.....	34

RESUMEN

GÓMEZ CÁRDENAS LORENZO. Parámetros hematológicos y bioquímicos del macaco cola de muñón (*Macaca arctoides*) de las islas Tanaxpillo y Totogochillo, Lago de Catemaco, Veracruz (bajo la dirección de: María de Guadalupe Ramírez Díaz, Cristina Escalante Ochoa y Domingo Canales Espinosa).

El presente estudio se realizó en las islas Tanaxpillo y Totogochillo que se encuentran localizadas en el lago de Catemaco, Veracruz. Se muestrearon 13 monos (*Macaca arctoides*), de 17, que viven en las islas mencionadas, dos fueron machos y once fueron hembras, de las cuales dos eran juveniles. La extracción de la muestra se realizó de la vena safena en el triángulo femoral, conservándose en tubos al vacío con anticoagulante EDTA para la determinación de los parámetros hematológicos y en tubos al vacío sin anticoagulante para la determinación de los parámetros bioquímicos. De los resultados obtenidos en el presente trabajo, los principales cambios observados fueron eritrocitosis transitoria, linfopenia y monocitosis (Ht de 0.44, linfocitos $3.94 \times 10^9/L$ y monocitos $1.21 \times 10^9/L$). Se concluye que hay diferencias con los datos existentes para esta misma especie de monos en publicaciones anteriores (cautiverio), ya que los monos del presente trabajo viven y están acostumbrados a las condiciones climáticas y geográficas de las islas del Lago de Catemaco, situación muy distinta a la presentada en publicaciones anteriores. La determinación de los parámetros hematológicos y bioquímicos del macaco cola de muñón (*Macaca arctoides*), en condiciones de semilibertad nos permite comprender de una forma mas amplia y concisa la importancia que tienen los mismos en estas condiciones medio ambientales.

PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS DEL MACACO COLA DE MUÑÓN (*Macaca arctoides*) DE LAS ISLAS TANAXPILLO Y TOTOGOCHILLO, LAGO DE CATEMACO, VERACRUZ.

INTRODUCCIÓN

La información referente a hematología y bioquímica sanguínea provee valores de referencia sobre una especie animal a los cuales se puede acudir en monitoreos de salud o en caso de enfermedad en los miembros de la especie animal referida ¹.

Para el mono rhesus (*Macaca mulatta*) existe suficiente información referente a hematología y bioquímica sanguínea, no así para otras especies del genero, en especial para el macaco cola de muñón ^{1,2}, *Macaca arctoides*, y menos en condiciones de semilibertad, como es el caso de los monos de este estudio que se encuentran dentro de las islas, donde tienen la libertad de interactuar con otros individuos de su misma especie.

Los estudios de hematología y bioquímica sanguínea reportados para el macaco cola de muñón (*Macaca arctoides*) se han realizado principalmente en los Estados Unidos de América en animales en cautiverio durante investigaciones biomédicas, mismos que se han comparado con los resultados de otras especies de este género (*Macaca fascicularis*, *Macaca mulatta*, *Macaca radiata*), mostrando variaciones con respecto al hematócrito, linfocitos y monocitos, los que se encontraban disminuidos; así como en el estudio de bioquímica sanguínea, en

donde la fosfatasa alcalina, albúmina, bilirrubina y bióxido de carbono, se han encontrado elevados ^{3, 4, 5}.

Al ser considerado el macaco cola de muñón un mono más dócil y de fácil manejo, en comparación con *Macaca mulatta* ², se ha difundido su uso como animal de laboratorio, por lo tanto es importante tener en cuenta las alteraciones en los valores hematológicos y en bioquímica sanguínea durante el desarrollo de la investigación. Estos parámetros son una de las mejores y más útiles herramientas para evaluar los efectos que deriven de esta.

El macaco cola de muñón proviene del viejo mundo, se clasifica dentro del orden de los Primates, suborden Antropoidea, familia Cercopithecidae, género *Macaca*, especie *arctoides* ⁶.

Los macacos cola de muñón sujetos de este estudio descienden de monos que originalmente vivían en Tailandia, de donde fueron llevados a Sabana Seca, Puerto Rico, para fines de investigación, permaneciendo en este lugar por un lapso de diez años. Después, los animales fueron trasladados a Nueva York, para posteriormente ser llevados a Catemaco, Veracruz, donde viven actualmente desde 1974, bajo el resguardo de Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana.

Las investigaciones que se realizan con estos monos han sido encaminadas en su mayoría hacia conductas de socialización y de relaciones entre individuos como madre-hijo. Los estudios que se hacen con estos monos en

⁶ Dr. Domingo Canales Espinosa, director del Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana, Noviembre 2003

Catemaco, por parte de la Universidad Veracruzana, se centran en las conductas agonísticas, sexuales y afiliativas.

El anterior estudio referente a valores hematológicos, que se realizó a esta colonia de monos fue en 1995, aplicado a una pequeña muestra de esta población; seis individuos, que se encontraban en condiciones de semilibertad. En lo que se refiere a bioquímica sanguínea nunca se les han realizado estudios ^{7,8}.

El objetivo al efectuar este estudio, es la necesidad de disponer de parámetros hematológicos y bioquímicos para el *Macaca arctoides* en condiciones de semilibertad.

Los parámetros obtenidos en el actual trabajo, se pueden utilizar como una referencia para aquellos animales que se utilizan en la experimentación, colaborando así, en la intención por incrementar la calidad en lo que se refiere a resultados de los trabajos realizados. Esto, en combinación con estudios realizados en *Macaca arctoides*, nos ayudará para poder llegar a obtener parámetros hematológicos y bioquímicos lo más cercano a las condiciones de semilibertad en que estos animales se encuentran, siempre pensando en mejorar la calidad de la investigación realizada en nuestro país.

HIPÓTESIS

Los parámetros hematológicos y bioquímicos séricos obtenidos en *M. arctoides*, que habitan en las Islas Tanaxpillo y Totogochillo, Lago de Catemaco, Veracruz, en condiciones de semilibertad, se encuentran elevados, respecto a lo que se ha informado en la literatura para este tipo de monos en cautiverio.

OBJETIVOS

- Determinar los parámetros hematológicos de sangre periférica de los monos *M. arctoides*, bajo el efecto de ketamina, en condiciones de semilibertad que habitan en las Islas Tanaxpillo y Totogochillo, Lago de Catemaco, Veracruz, .
- Determinar los parámetros bioquímicos séricos de los monos *M. arctoides*, bajo el efecto de ketamina, en condiciones de semilibertad que habitan en las Islas Tanaxpillo y Totogochillo, Lago de Catemaco, Veracruz.
- Determinar las constantes fisiológicas, de los monos *M. arctoides*, bajo el efecto de ketamina, en condiciones de semilibertad que habitan en las Islas Tanaxpillo y Totogochillo, Lago de Catemaco, Veracruz.
- Comparar estos resultados con los descritos en la literatura para *M. arctoides*.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en las islas Tanaxpillo y Totogochillo que se encuentran situadas en el Lago de Catemaco, Veracruz, el cual es alimentado por el río Quetzalapa. Este lugar se localiza a 18° 25' latitud norte y 95° 07' longitud oeste, a una altitud sobre el nivel del mar de 340 metros. Se encuentra ubicado en la zona sur del Estado y dentro del conjunto montañoso de la Sierra de los Tuxtlas o de San Martín ⁹.

Su clima es cálido-húmedo con una temperatura promedio de 23 C; la precipitación pluvial media anual es de 1900 mm. Esta clasificado como un clima Af, Am (selva y bosque Tropical) ¹⁰.

POBLACIÓN DE ESTUDIO.

Se recolectaron muestras sanguíneas de 13 monos (*Macaca arctoides*), de 17 que son el total de la población, que viven en las islas Tanaxpillo y Totogochillo en un estado de semilibertad. Se trabajó con dos machos adultos, nueve hembras adultas y dos hembras juveniles.

Se consideró juvenil todo aquel animal con una edad alrededor de los dos años de edad y como un animal adulto, aquel que presentaba una edad mayor a los 2 años. La edad se determinó en base a los registros del historial individual (nacimiento y desarrollo conductual) que tiene la Universidad Veracruzana para esta población.

Los animales del presente estudio son alimentados una vez al día con fruta y verdura (manzana, plátano, naranja, papa, calabaza, chayote, tomate), por parte del personal de la Universidad Veracruzana. El agua que beben es del lago.

COLECCIÓN DE MUESTRA CLÍNICA.

A los macacos objeto del estudio, se les extrajo sangre para estudios hematológicos y de bioquímica sanguínea. La recolección de las muestras se realizó en Noviembre de 2003.

Para la colección de las muestras, los animales fueron sedados con ketamina, 15 mg/kg IM⁴ y se les realizó un examen físico para obtener frecuencia cardíaca, respiratoria y temperatura.

La aplicación de la ketamina se hizo por medio de un dardo lanzado con una cerbatana, cuando los monos se encontraban en un lugar en donde se evitara que el animal se golpeará al caer o que estuviera cerca del agua, para así evitar

que se lastimaran al momento de que hiciera efecto el tranquilizante y poder realizar el examen físico, así como la extracción de la sangre sin contratiempo; el peso se estimó de acuerdo a la condición corporal de cada animal, en base a la experiencia del Médico Veterinario de la Universidad Veracruzana a cargo de la colonia. La sangre se extrajo del triángulo femoral utilizando jeringas de 10 ml, con agujas de calibre 21. Se realizaron registros, donde se indicó el sexo, edad y las constantes fisiológicas de cada animal, antes de la toma de la muestra sanguínea. Posterior a la toma de las muestras, los animales fueron identificados con un crayón rojo poniendo una marca sobre la espalda, tras lo cual fueron colocados en jaulas a la sombra para esperar su total recuperación y ser liberados inmediatamente.

Tres mililitros de la muestra se transfirieron a tubos al vacío con etilendiaminotetraacético (EDTA) y otros tres mililitros en tubos al vacío sin anticoagulante, para la posterior determinación de los parámetros hematológicos y bioquímicos, respectivamente. Las muestras obtenidas se mantuvieron en refrigeración hasta su procesamiento.

PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS CLÍNICAS.

HEMATOLOGÍA.

Parte de las muestras de hematología se trabajaron en un laboratorio de la Ciudad de Catemaco, perteneciente a la Universidad Veracruzana. Esto incluyó la determinación de: hematócrito (Ht), proteínas o sólidos totales, fibrinógeno, conteo

de eritrocitos y leucocitos, así como la elaboración del frote sanguíneo correspondiente a cada muestra, para asegurar una buena conservación celular.

La tinción del frote sanguíneo, la realización de la cuenta diferencial de leucocitos y la estimación plaquetaria, se efectuaron en el área de hematología del Departamento de Patología, Laboratorio de Patología Clínica, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma México.

La medición del hematócrito se realizó poniendo la sangre en un tubo capilar, sellándolo con calor y centrifugándolo durante 5 minutos a 12000 g. El hematócrito se midió de forma manual en lectores de hematócrito ^{11, 12, 13}.

La medición de las proteínas plasmáticas se llevó a cabo en un refractómetro tras haber roto el capilar por encima de la capa leucoplaquetaria ^{11, 12, 13}.

La medición del fibrinógeno plasmático se efectuó mediante la desnaturalización de éste a 56 C y se estimó mediante la diferencia entre la lectura dada en el refractómetro de la proteína total y la lectura de la muestra tratada con calor ^{11, 12, 13}.

Se realizó también el conteo de eritrocitos y leucocitos, en ambos casos con pipetas especialmente diseñadas para este fin. Los eritrocitos se diluyeron en la solución de Hayem, la cual es una solución isotónica que destruye las células nucleadas, lo que nos permitió observar solamente a los eritrocitos y así poder realizar un buen conteo. Para realizar el conteo de los leucocitos la sangre se diluyó en la solución de Turk la cual destruye las células anucleadas, permitiéndonos realizar un óptimo conteo. El conteo tanto de los eritrocitos como de los leucocitos, se hizo en un hemocitómetro ^{11, 12, 13}.

BIOQUÍMICA SANGUÍNEA.

Las muestras de sangre sin anticoagulante fueron centrifugadas durante cinco minutos a 1000 g para obtener el suero, el cual se congeló a -20 C , para su posterior análisis en el área de bioquímica del citado Laboratorio de Patología Clínica, utilizando un espectrofotómetro semiautomatizado Cobas Mira S de Roche® y se realizaron las siguientes determinaciones: glucosa, urea, creatinina, colesterol, bilirrubina total (BT), bilirrubina conjugada (BD), alanin amino transferasa (ALT), aspartato amino transferasa (AST), fosfatasa alcalina (FA), amilasa, creatinincinasa (CK), proteínas o sólidos totales, albúmina, calcio, fósforo, triglicéridos y bicarbonato. Se calcularon los siguientes analitos: bilirrubina no conjugada, relación albúmina/globulina (A/G), relación calcio/fósforo (Ca/P), anión gap, globulinas, diferencia de iones fuertes y osmolalidad. El análisis de sodio, cloro y potasio se realizó en un analizador de electrolitos (MEDICA EasyLite PLUS®).

ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Para facilitar el registro y la interpretación de los datos obtenidos se formaron 4 grupos:

- Grupo 1, conformado por los machos (Cuadro I).
- Grupo 2, conformado por las hembras (Cuadro II).
- Grupo 3, conformado por los animales adultos (Cuadro III).
- Grupo 4, conformado por los animales jóvenes (Cuadro IV).

Se realizó una comparación estadística entre los grupos 1 (machos) y 2 (hembras), así como para los grupos 3 (adultos) y 4 (jóvenes). Utilizándose la estadística inferencial por medio de la prueba de *t* de Student, $p < 0.01$.

En relación a lo descrito en la literatura para valores hematológicos y bioquímicos en *Macaca fascicularis*, *Macaca mulatta* y *Macaca radiata* se realizó una comparación observacional con los resultados obtenidos en este estudio.

RESULTADOS

EVALUACIÓN CLÍNICA

Antes de realizar la extracción de la sangre y posterior a la tranquilización de cada animal se efectuó una evaluación clínica, para apreciar de forma general el estado físico de la población, determinándose frecuencia cardiaca (FC), frecuencia respiratoria (FR) y temperatura.

El promedio de las constantes fisiológicas para los animales adultos fue: FC 206 latidos por minuto; FR 53 respiraciones por minuto; temperatura 38.5 C; para los juveniles fue: 263 latidos por minuto de FC, 46 respiraciones por minuto de FR y 39.2 C de temperatura. Se observó un incremento en la frecuencia cardiaca y en la temperatura de los animales juveniles con respecto a los adultos (Cuadro V).

HEMATOLOGÍA

En los parámetros hematológicos del conjunto poblacional estudiado, se observó un hematocrito promedio de 0.44 ± 0.03 L/L; un promedio de eritrocitos de $6.04 \pm 1.08 \times 10^{12}$ /L; una determinación proteica promedio de 91.08 ± 7.24 g/L; un promedio de fibrinógeno de 3.61 ± 1.32 g/L; un conteo de leucocitos promedio de $15.29 \pm 5.69 \times 10^9$ /L; un conteo de neutrófilos segmentados promedio de $9.57 \pm 4.46 \times 10^9$ /L; también se realizó la determinación del volumen globular medio (VGM), linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos, así como la estimación de plaquetas, datos que se refieren en el Cuadro VI.

En la determinación de los parámetros hematológicos no se encontró diferencia significativa ($p > 0.01$) entre el grupo de machos y hembras (grupos 1 y 2, respectivamente); se observó un hematócrito promedio de 0.43 ± 0.07 L/L en machos y de 0.44 ± 0.03 L/L en hembras. En eritrocitos se presentó un promedio de 5.66 ± 0.08 y $6.10 \pm 1.17 \times 10^{12}/L$ en machos y hembras respectivamente. El promedio de las proteínas en machos se encontró en 86.5 ± 7.77 g/L y en hembras fue de 91.90 ± 7.20 g/L. El Fibrinógeno promedio se encontró en 3.5 ± 3.53 g/L en machos y en 3.63 ± 0.92 g/L en hembras. Los leucocitos promedio se encontraron en $21.4 \pm 12.86 \times 10^9/L$ y de $14.17 \pm 3.67 \times 10^9/L$ en machos y hembras respectivamente. Los neutrófilos segmentados en promedio se observaron de $12.7 \pm 10.46 \times 10^9/L$ en machos y en hembras de $9.0 \pm 3.25 \times 10^9/L$, datos que se refieren en los Cuadros I y II (machos y hembras respectivamente).

En la comparación realizada con respecto a la edad de los animales, únicamente se observó diferencia significativa ($p < 0.01$) en el valor promedio de leucocitos y linfocitos, en donde se notó un incremento en los animales adultos. El valor promedio de leucocitos fue de $16.20 \pm 5.73 \times 10^9/L$ en adultos y de $10.25 \pm 0.21 \times 10^9/L$ en juveniles. En los linfocitos el promedio fue de $4.34 \pm 1.43 \times 10^9/L$ en adultos y de $1.7 \pm 0.28 \times 10^9/L$ en juveniles. También se comparó el hematócrito, eritrocitos, VGM, proteínas, fibrinógeno, plaquetas, neutrófilos segmentados, monocitos, eosinófilos y basófilos, en donde no se presento

diferencia significativa $p > 0.01$. Estos parámetros se refieren en los Cuadros III (adultos) y IV (juveniles).

BIOQUÍMICA SANGUÍNEA

En los parámetros bioquímicos del total de los animales, se encontró una determinación de glucosa promedio de 3 ± 1.78 mmol/L; un promedio de urea de 7.67 ± 2.86 mmol/L; creatinina con un promedio de 87.50 ± 25.23 μ mol/L; la bilirrubina total promedio se encontró en 9.08 ± 5.18 μ mol/L; la ALT promedio fue de 14.76 ± 3.37 U/L; el promedio de FA fue de 498.77 ± 214.08 U/L; el promedio de albúmina fue de 34.77 ± 6.77 g/L; el sodio promedio fue de 149.65 ± 4.71 mmol/L; el promedio de cloro fue de 107.17 ± 4.80 mmol/L; el CO₂ promedio fue de 17.38 ± 3.33 mmol/L. También se obtuvieron los siguientes analitos: colesterol, bilirrubina directa, bilirrubina indirecta, AST, CK, proteínas, globulinas, relación A/G, calcio, fósforo, potasio, anion gap, osmolalidad, triglicéridos, amilasa y diferencia de iones fuertes, datos que se refiere en el Cuadro VII.

En lo que respecta al análisis bioquímico, al comparar los grupos 1, machos, (Cuadro VIII) y 2, hembras (Cuadro IX), no se encontró diferencia significativa ($p > 0.01$) en ninguno de los analitos. La glucosa en promedio fue de 2.25 ± 0.70 mmol/L en machos y de 3.09 ± 1.92 mmol/L en hembras; un promedio

de urea de 4.60 ± 1.41 mmol/L en machos y de 8.22 ± 2.72 mmol/L en hembras; creatinina con un promedio de 92.15 ± 58.76 μ mol/L y de 86.66 ± 20.34 μ mol/L, en machos y hembras respectivamente; la bilirrubina total promedio se encontró en 13.65 ± 9.12 μ mol/L en machos y de 8.25 ± 4.35 μ mol/L en hembras; la ALT promedio fue de 14.0 ± 0 U/L y de 14.90 ± 3.67 U/L en machos y hembras respectivamente; el promedio de FA fue de 504 ± 585.48 U/L en machos y de 497.81 ± 143.91 U/L en hembras; el promedio de albúmina fue de 42 ± 2.82 g/L en machos y de 33.45 ± 6.47 U/L en hembras; el sodio promedio fue de 148.3 ± 11.73 mmol/L y de 149.9 ± 3.52 mmol/L, en machos y hembras respectivamente; el promedio de cloro fue de 106.2 ± 10.46 mmol/L en machos y de 107.34 ± 4.06 mmol/L en hembras; el CO₂ promedio fue de 16.5 ± 0.70 mmol/L en machos y en hembras fue de 17.74 ± 3.61 mmol/L. También se obtuvieron los siguientes analitos: colesterol, bilirrubina directa, bilirrubina indirecta, AST, CK, proteínas, globulinas, relación A/G, calcio, fósforo, potasio, anion gap, osmolalidad, triglicéridos, amilasa y diferencia de iones fuertes, datos que se refiere en los Cuadros VIII (machos) y IX (hembras).

Al realizar la comparación entre los individuos del grupo 3, adultos (Cuadro X) y 4, juveniles (Cuadro XI), se encontró diferencia significativa ($p < 0.01$) en: globulinas y fósforo, los cuales se encontraban aumentados en los animales jóvenes. El promedio de globulinas fue de 48.18 ± 9.38 g/L para adultos y de 63.5 ± 0.70 g/L en juveniles. El fósforo promedio fue de 1.56 ± 0.35 mmol/L en adultos y de 2.135 ± 0.007 mmol/L en juveniles. En lo referente a glucosa, urea, creatinina,

colesterol, bilirrubinas, ALT, AST, FA, CK, proteínas, calcio, sodio, cloro, potasio, CO₂, anion gap, osmolalidad, triglicéridos, amilasa y diferencia de iones fuertes no hubo diferencia significativa ($p>0.01$). Parámetros que se refieren en los cuadros X y XI.

DISCUSIÓN

Al evaluar las constantes fisiológicas del macaco cola de muñón (*Macaca arctoides*), se observó que la frecuencia cardiaca presenta una ligera diferencia en comparación a lo informado por Verlangieri, 1985, el cual la describe entre 110 a 200 latidos por minuto para animales de la misma especie. En el estudio de Mergold, 1995, en un grupo de 6 animales de la misma población a la que hacemos mención en este estudio, también se presentaron ligeras diferencias en las constantes fisiológicas. En frecuencia cardiaca informó un rango de 188 a 240 latidos por minuto, una frecuencia respiratoria entre 44 a 100 respiraciones por minuto y una temperatura de 38.5 a 40.7 C. Las diferencias encontradas con el estudio realizado por Verlangieri, 1985 se pueden asociar a que se realizó en un laboratorio con los animales en cautiverio y en condiciones controladas, por lo que los monos estaban acostumbrados al manejo diario, lo que reduce el estrés durante el muestreo. En cuanto a los cambios encontrados en el estudio de Mergold, 1995, se relacionan a que la población utilizada era pequeña, por lo que al tener un manejo mas controlado y por menor tiempo, se disminuyo la tensión de los animales.

En este estudio al comparar los grupos 3 y 4 (adultos y juveniles respectivamente), se observó un incremento de los leucocitos y linfocitos en los animales adultos, lo que se puede asociar a estrés agudo, el cual es mediado por la epinefrina, como lo informa Willard, 2000, en perros.

· Al comparar los valores hematológicos de machos y hembras con otros estudios llevados a cabo en monos de la misma especie, se observaron diversos contrastes.

En algunos casos la comparación se realizó con todos los animales, excepto donde se indica. En lo referente a los valores de neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos, la comparación se realizó con cifras relativas (porcentaje).

Los datos obtenidos en este estudio se compararon con los informados por Mergold 1995, el cual utilizó una población total de seis individuos (2 machos, 2 hembras y 2 juveniles), los cuales fueron tranquilizados. En este caso en particular, la comparación de neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos se realizó con cifras absolutas.

En los machos de este estudio al igual que en las hembras y en los juveniles se presentó un incremento del hematócrito; en estos dos últimos se observó un aumento de eritrocitos. En los machos se presentó leucocitosis y neutrofilia; en las hembras monocitosis y en los juveniles una disminución de linfocitos en comparación con lo informado por Mergold, 1995. En comparación con el estudio de Verlangieri, 1985, el cual utilizó 7 machos tranquilizados, se encontró un incremento de Ht y monocitos. El incremento del Ht y eritrocitos se relacionan a eritrocitosis transitoria, por contracción esplénica secundaria a estrés; la leucocitosis por neutrofilia se relaciona a redistribución leucocitaria, un fenómeno similar al que describe Meyer, 2000. La monocitosis y la linfopenia

presente se relaciona a estrés por efecto de esteroides endógenos, dado que los animales no están acostumbrados al manejo ¹⁴.

En las hembras no tranquilizadas del estudio de Oser, 1970 se observó mayor cantidad de linfocitos al compararlo con las hembras de este estudio. Este hallazgo es similar a lo que informa Willard, 2000, el cual menciona linfopenia por efecto esteroideal.

Al comparar con el estudio de Vondruska, 1970 en animales no tranquilizados, se presentó un incremento de monocitos en machos y hembras; en estas ultimas también se observó un aumento del Ht y disminución de linfocitos, esto se puede relacionar a que los animales de Vondruska se encontraban en cautiverio y estaban acostumbrados al contacto humano, por lo que no favoreció la eritrocitosis transitoria y el estrés.

Las siguientes comparaciones se hicieron entre diferentes especies de monos, en distintos estudios.

Los animales de este estudio al ser comparados con el trabajo de Verlangieri, 1985 en *Macaca fascicularis*, con 33 machos tranquilizados, se observó un incremento del Ht, VGM y monocitos, estas diferencias ocurren dado que los animales de este estudio se encontraban en semilibertad y no están acostumbrados al manejo, lo que favoreció un cuadro de estrés.

En el total de los animales de este estudio, se observó menor cantidad de linfocitos, al comparar con el de Vondruska, 1970, en *Macaca mulatta*, no tranquilizados; mientras que en el de Vogin, 1971, con hembras de la misma

especie también se observa disminución de la misma línea celular. Estos cambios se relacionan a la liberación de esteroides endógenos, lo que favorece la linfopenia ¹⁴.

Vondruska, 1970, informó cambios en eosinófilos en *Macaca arctoides* con respecto a *Macaca mulatta*, ya que observó eosinofilia, a pesar de que los animales no sufrían infecciones parasitarias, situación que no se presentó en este estudio. El mismo autor ha informado que el Ht del *Macaca arctoides* es semejante al de *Macaca mulatta*, como se observó en este trabajo.

En 1971, en un estudio realizado por Vogin, con *Macaca fascicularis*, donde utilizó 14 machos no tranquilizados, informó más linfocitos y una disminución de monocitos, en comparación con el presente estudio. Los cambios observados se relacionan al estrés durante el manejo de los animales, lo que favoreció una linfopenia y monocitosis.

Dado que no se presentó diferencia en los leucocitos de los animales tranquilizados, en comparación con los no tranquilizados, como se observó en este estudio, se puede sugerir que la ketamina no tiene un efecto directo sobre estas células, a pesar de que se ha informado que altera algunos parámetros sanguíneos ^{4, 15}, tal como el número de leucocitos, proteína total, albúmina y calcio, los cuales disminuyen después de su aplicación; también se ha observado un incremento transitorio del nivel de glucosa dentro de los primeros 10 minutos después de su administración ¹⁵.

Cabe resaltar que el estrés altera de manera significativa las constantes fisiológicas, algunos resultados del hemograma y del estudio bioquímico. El estrés

se divide en agudo y crónico. En el estrés agudo se favorece la liberación de catecolaminas, mismas que ocasionan esplenotomía, con el respectivo incremento del hematocrito y eritrocitos, así como neutrofilia por redistribución con linfocitosis. En el estrés crónico la liberación de catecolaminas favorece la síntesis de cortisol, lo que provoca una neutrofilia, esta se presenta por disminución en la movilización de estas células hacia los tejidos, por incremento en la liberación de médula ósea, así como por disminución del pool marginal. También favorece la linfopenia, misma que se presenta por efecto linfotóxico, además por redistribución de estas células en los tejidos. Se debe tener presente que el cortisol en algunas especies también causa monocitosis, ya que favorece la movilización de estas células de los sitios de almacén (médula ósea) a circulación, este efecto se da principalmente en perros y humanos ¹¹. El medio ambiente de semilibertad en el que se encontraban los animales de este estudio, pudo favorecer que se presentara el leucograma de estrés. Dentro de los factores que ocasionan esta situación tenemos al clima al que los animales deben adaptarse; también se puede presentar durante la competencia por la alimentación y esto aunado a la captura durante la toma de las muestras, provoca la liberación de sustancias químicas en el organismo, como la epinefrina y los corticosteroides.

En lo referente al estudio bioquímico, se observó que al comparar juveniles con adultos de este estudio, se encontró mayor cantidad de globulinas y fósforo en los animales jóvenes. En el primer caso, esto se puede asociar a que en los animales jóvenes es común encontrar mayor cantidad de globulinas, dado que se encuentran expuestos a gran cantidad de antígenos; con respecto al segundo caso, el incremento de fósforo se informa en animales en crecimiento ¹⁶.

En este estudio se observó menor cantidad de calcio, en comparación con Vondruska, 1970, en *Macaca arctoides* no tranquilizados. El incremento de calcio observado en el experimento de Vondruska se puede relacionar a que al ser animales en cautiverio cabe la posibilidad de que se encontraban con un mejor tipo de alimentación y con suplementación. Aunque es importante resaltar que la ketamina favorece la disminución de calcio y que este puede ser otro factor por el cual se observa menor cantidad de este analito en los animales del presente estudio ¹⁷.

Verlangieri.1985, informa que en *Macaca arctoides* la fosfatasa alcalina, albúmina y bilirrubina total se encuentran elevadas, con respecto a los parámetros obtenidos para el *Macaca fascicularis*, y no así para triglicéridos y fósforo los que se encuentran disminuidos. En este estudio no se observó diferencia en estos analitos, es factible que las muestras séricas trabajadas por Verlangieri hayan presentado algún grado de hemólisis, lo que favoreció que se aumentaran los analitos anteriores. La disminución de triglicéridos y fósforo se puede relacionar a disminución en el aporte ¹⁷.

Altshuler, 1971, informó que el bióxido de carbono se encontraba ligeramente aumentado en comparación con otros monos, esto lo relacionó a que el macaco cola de muñón es más dócil durante el muestreo, por lo que se agita menos, evitándose así la hiperventilación y no se favorece la disminución de los niveles de bióxido de carbono. En el presente trabajo no se observaron cambios de este analito, debido a que los animales se encontraban estresados, lo que favoreció la hiperventilación.

CONCLUSIÓN

Los parámetros hematológicos y bioquímicos determinados en este trabajo presentaron diferencias en relación a lo informado por otros autores. Los principales cambios observados en los monos del presente estudio fueron el incremento del hematócrito (eritrocitosis transitoria) y de los monocitos (monocitosis); esto coincidió con lo planteado en la hipótesis, no así la disminución de linfocitos (linfopenia). Estos hallazgos se asociaron a estrés.

Las alteraciones encontradas, además de ser relacionadas al manejo y manipulación que sufrieron los animales por parte del equipo de trabajo, se vinculan al medio ambiente donde se desarrollan y viven los monos, ya que este lugar es completamente diferente al de los estudios anteriores. Esto es desde el clima y la alimentación, hasta su condición de semilibertad, ya que todo esto los expone a diferentes factores los cuales, en comparación con un laboratorio, no se pueden controlar.

LITERATURA CITADA

1. Vogin EE, Oser F. Comparative blood values in several species of nonhuman primates. *Laboratory Animal Science* 1971, 21: 937-941.
2. Oser F, Lang RE, Vogin EE. Blood values in stumptailed macaques (*Macaca arctoides*) under laboratory conditions. *Laboratory Animal Care* 1970, 20: 462-466.
3. Vondruska FJ. Certain hematologic and blood chemical values in adult stumptailed macaques (*Macaca arctoides*). *Laboratory Animal Care* 1970, 20: 97-100.
4. Verlangieri JA, DePriest CJ, Kapeghian CJ. Normal serum biochemical, hematological, and EKG parameters in anesthetized adult male *Macaca fascicularis* and *Macaca arctoides*. *Laboratory Animal Science* 1985, 35:63-66.
5. Altshuler LH, Stowell ER, Lowe TR. Normal serum biochemical values of *Macaca arctoides*, *Macaca fascicularis*, and *Macaca radiata*. *Laboratory Animal Science* 1971, 21: 916-926.
6. Hill Osman WC. Primates. Comparative Anatomy and Taxonomy. Tomo VII, Cynopithecinae. Edinburg at the University Press. USA 1974.
7. Mergold VG. Evaluación de biometrías hemáticas en un grupo de macacos cola de muñón (*Macaca arctoides*), clínicamente sanos en la isla de Totogochillo de la laguna de Catemaco, Veracruz. México 1995 (Trabajo Final Escrito de la Práctica Profesional Supervisada FMVZ-UNAM).

8. Estrada A. Introducción General. Estudios primatólogicos en México 1993. 1:1-5.
9. INEGI. Análisis estadístico del Estado de Veracruz. Gobierno de Veracruz-INEGI. México, 1994.
10. García, E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México, 1987.
11. Willard, MD, *et al.* Small Animal Clinical Diagnosis by Laboratory Methods. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders Co., 2000.
12. Meyer, DJ, Harvey, JW. El Laboratorio en Medicina Veterinaria. Interpretación y Diagnóstico. 2da ed. Buenos Aires, Argentina: Intermédica, 2000.
13. Benjamín, M. Manual de Patología Clínica en Veterinaria. México: Limusa, 1991.
14. Calvert CA, Cornelius LM. Corticosteroid hormones: Endogenous regulation and the effects of exogenous administration. Symposium on the use and misuse of steroids. Veterinary Medicine 1990, 810-823.
15. Yoshida T, Suzuki K, Shimizu T, Cho F, Honjo S. The effects of ketamine anesthesia on hematological and serum biochemical values in female cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). Jikken Dobutsu. 1986 Oct; 35(4):455-61.
16. Macintire DK. Disorders of potassium, phosphorus, and magnesium in critical illness. Continuing Education 1997, 19: 41-48.
17. Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. Clinical biochemistry of domestic animals. 5th Edition. USA: Academic Press, 1997.

18. Jain NC. Essentials of veterinary hematology. USA: Lea & Febiger, 1993.
19. Davidson MG, Else RW, Lumsden JH. Manual of small animal clinical pathology. UK: British Small Animal Veterinary Association, 1998.

CUADRO I. PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DEL MACACO COLA DE MUÑÓN (*Macaca arctoides*), MACHOS, DE LAS ISLAS TANAXPILLO Y TOTOGOCHILLO, LAGO DE CATEMACO VERACRUZ.

ANALITO	UNIDADES	PROMEDIO	DESV EST	RANGO
Hematócrito	L/L	0.43	0.007	0.43 – 0:44
Eritrocitos	$\times 10^{12}/L$	5.66	0.08	5.60 – 5.72
VGM	fL	76.87	2.40	75.17 – 78.57
Proteínas	g/L	86.5	7.77	81 – 92
Fibrinógeno	g/L	3.5	3.53	1 – 6
Plaquetas	$\times 10^9/L$	452.5	45.96	420 – 485
Leucocitos	$\times 10^9/L$	21.4	12.86	12.3 – 30.5
Neutrófilos segmentados	$\times 10^9/L$	12.7	10.46	5.3 – 20.1
Linfocitos	$\times 10^9/L$	6.15	1.06	5.4 – 6.9
Monocitos	$\times 10^9/L$	1.8	1.27	0.9 – 2.7
Eosinófilos	$\times 10^9/L$	0.4	0.14	0.3 – 0.5
Basófilos	$\times 10^9/L$	0.1	0.14	0 – 0.2

n=2

CUADRO II. PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DEL MACACO COLA DE MUÑÓN (*Macaca arctoides*), HEMBRAS, DE LAS ISLAS TANAXPILLO Y TOTOGOCHILLO, LAGO DE CATEMACO VERACRUZ.

ANALITO	UNIDADES	PROMEDIO	DESV EST	RANGO
Hematócrito	L/L	0.44	0.03	0.40 – 0.50
Eritrocitos	$\times 10^{12}/L$	6.10	1.17	4.45 – 8.24
VGM	fL	74.31	13.21	57.89 – 96.62
Proteínas	g/L	91.90	7.20	82 – 106
Fibrinógeno	g/L	3.63	0.92	3 – 6
Plaquetas	$\times 10^9/L$	382.27	82.01	265 – 475
Leucocitos	$\times 10^9/L$	14.17	3.67	10.1 – 20.2
Neutrófilos segmentados	$\times 10^9/L$	9	3.25	6 – 13.5
Linfocitos	$\times 10^9/L$	3.54	1.40	1.5 – 6.2
Monocitos	$\times 10^9/L$	1.11	0.40	0.5 – 1.6
Eosinófilos	$\times 10^9/L$	0.45	0.37	0 – 0.9
Basófilos	$\times 10^9/L$	0.07	0.07	0 – 0.2

n=11

CUADRO III. PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DEL MACACO COLA DE MUÑÓN (*Macaca arctoides*), ADULTOS, DE LAS ISLAS TANAXPILLO Y TOTOGOCHILLO, LAGO DE CATEMACO VERACRUZ.

ANALITO	UNIDADES	PROMEDIO	DESV EST	RANGO
Hematócrito	L/L	0.43	0.02	0.40 – 0.48
Eritrocitos	$\times 10^{12}/L$	5.77	0.9	4.45 – 7.6
VGM	fL	77.07	11.65	57.89 – 96.62
Proteínas	g/L	89.27	5.88	81 – 96
Fibrinógeno	g/L	3.36	1.20	1 – 6
Plaquetas	$\times 10^9/L$	391.81	81.46	265 – 485
Leucocitos	$\times 10^9/L$	16.20	5.73	10.9 – 30.5
Neutrófilos segmentados	$\times 10^9/L$	9.92	4.77	5.3 – 20.1
Linfocitos	$\times 10^9/L$	4.34	1.43	2.5 – 6.9
Monocitos	$\times 10^9/L$	1.26	0.59	0.7 – 2.7
Eosinófilos	$\times 10^9/L$	0.52	0.31	0 – 0.9
Basófilos	$\times 10^9/L$	0.09	0.08	0 – 0.2

n=11

CUADRO IV. PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DEL MACACO COLA DE MUÑÓN (*Macaca arctoides*), JUVENILES, DE LAS ISLAS TANAXPILLO Y TOTOGOCHILLO, LAGO DE CATEMACO VERACRUZ.

ANALITO	UNIDADES	PROMEDIO	DESV EST	RANGO
Hematócrito	L/L	0.46	0.05	0.42 – 0.50
Eritrocitos	$\times 10^{12}/L$	7.47	1.08	6.7 – 8.24
VGM	fL	61.68	1.41	60.67 – 62.68
Proteínas	g/L	101	7.07	96 – 106
Fibrinógeno	g/L	5	1.41	4 – 6
Plaquetas	$\times 10^9/L$	400	106.06	325 – 475
Leucocitos	$\times 10^9/L$	10.25	0.21	10.1 – 10.4
Neutrófilos segmentados	$\times 10^9/L$	7.6	1.13	6.8 – 8.4
Linfocitos	$\times 10^9/L$	1.7	0.28	1.5 – 1.9
Monocitos	$\times 10^9/L$	0.95	0.63	0.5 – 1.4
Eosinófilos	$\times 10^9/L$	0	0	0 – 0
Basófilos	$\times 10^9/L$	0	0	0 – 0

n=2

CUADRO V. CONSTANTES FISIOLÓGICAS DEL MACACO COLA DE MUÑÓN (*Macaca arctoides*) DE LAS ISLAS TANAXPILLO Y TOTOGOCHILLO, LAGO DE CATEMACO VERACRUZ.

	Frecuencia Cardíaca (lat/min)	Frecuencia Respiratoria(resp/min)	Temperatura (Centígrados)
Adulto macho	204	52	39.2
Adulto macho	188	68	38.7
Adulto hembra	104	90	39.7
Adulto hembra	248	52	38.7
Adulto hembra	192	48	39.1
Adulto hembra	204	36	39.2
Adulto hembra	216	36	39.6
Adulto hembra	208	64	37.9
Adulto hembra	284	52	38.9
Adulto hembra	284	52	38.9
Adulto hembra	138	36	34.2
Juvenil hembra	288	52	38.9
Juvenil hembra	238	40	39.5

n=13

CUADRO VI. PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DEL MACACO COLA DE MUÑÓN (*Macaca arctoides*) DE LAS ISLAS TANAXPILLO Y TOTOGOCHILLO, LAGO DE CATEMACO VERACRUZ.

ANALITO	UNIDADES	PROMEDIO	DESV EST	RANGO
Hematócrito	L/L	0.44	0.03	0.40 – 0.50
Eritrocitos	$\times 10^{12}/L$	6.04	1.08	4.45 – 8.24
VGM	fL	74.70	12.11	57.89 – 96.62
Proteínas	g/L	91.08	7.24	81 - 106
Fibrinógeno	g/L	3.61	1.32	1 - 6
Plaquetas	$\times 10^9/L$	393.08	80.48	265 - 485
Leucocitos	$\times 10^9/L$	15.29	5.69	10.1 – 30.5
Neutrófilos segmentados	$\times 10^9/L$	9.57	4.46	5.3 – 20.1
Linfocitos	$\times 10^9/L$	3.94	1.65	1.5 – 6.9
Monocitos	$\times 10^9/L$	1.21	0.58	0.5 – 2.7
Eosinófilos	$\times 10^9/L$	0.45	0.34	0 – 0.9
Basófilos	$\times 10^9/L$	0.08	0.08	0 – 0.2

n=13

DESV EST: DESVIACIÓN ESTÁNDAR

CUADRO VII. PARÁMETROS BIOQUÍMICOS DEL MACACO COLA DE MUÑÓN (*Macaca arctoides*) DE LAS ISLAS TANAXPILLO Y TOTOGOCHILLO, LAGO DE CATEMACO VERACRUZ.

n=13

ANALITO	UNIDADES	PROMEDIO	DESV EST	RANGO
Glucosa	mmol/L	3	1.78	1 – 8
Urea	mmol/L	7.67	2.86	3.6 – 13.3
Creatinina	μmol/L	87.50	25.23	50.6 – 133.7
Colesterol	mmol/L	3.37	0.82	2.09 – 4.71
Bilirrubina Total	μmol/L	9.08	5.18	5.1 – 20.2
Bilirrubina Directa	μmol/L	6.75	5.14	2.3 – 18.6
Bilirrubina Indirecta	μmol/L	2.33	0.65	1.5 – 3.4
ALT	U/L	14.76	3.37	9 – 22
AST	U/L	60.69	17.63	37 – 91
FA	U/L	498.77	214.08	90 - 918
CK	U/L	251.92	145.56	58 - 575
Proteínas	g/L	86	5.55	78 – 96
Albúmina	g/L	34.77	6.77	27 – 49
Globulinas	g/L	50.53	10.32	30 – 64
A/G	-	0.72	0.29	0.44 – 1.44
Ca	mmol/L	2.43	0.12	2.15 – 2.65
P	mmol/L	1.65	0.38	1.16 – 2.18
Na	mmol/L	149.65	4.71	140 – 156.6
K	mmol/L	4.28	0.70	3.5 – 5.66
Cl	mmol/L	107.17	4.80	98.8 – 114.1
CO ₂	mmol/L	17.38	3.33	10 – 22
Anion gap	mmol/L	29.33	3.25	24.43 - 36
Osmolalidad	mOsm/Kg	298.03	9.06	275 – 308.87
Triglicéridos	mmol/L	1.01	0.27	0.65 – 1.53
Amilasa	U/L	89.76	60.28	26 – 268
Diferencia de Iones Fuertes	mmol/L	42.48	2.28	38 – 41.1

ESTA TESIS NO SALE
 DE LA BIBLIOTECA

CUADRO VIII. PARÁMETROS BIOQUÍMICOS DEL MACACO COLA DE MUÑÓN (*Macaca arctoides*), MACHOS, DE LAS ISLAS TANAXPILLO Y TOTOGOCHILLO, LAGO DE CATEMACO VERACRUZ.

n=2

ANALITO	UNIDADES	PROMEDIO	DESV EST	RANGO
Glucosa	mmol/L	2.5	0.70	2 – 3
Urea	mmol/L	4.6	1.41	3.6 – 5.6
Creatinina	μmol/L	92.15	58.76	50.6 – 133.7
Colesterol	mmol/L	3.49	1.71	2.28 – 4.71
Bilirrubina Total	μmol/L	13.65	9.12	7.2 – 20.1
Bilirrubina Directa	μmol/L	11.9	9.47	5.2 – 18.6
Bilirrubina Indirecta	μmol/L	1.75	0.35	1.5 – 2
ALT	U/L	14	0	14 – 14
AST	U/L	54	18.38	41 – 67
FA	U/L	504	585.48	90 – 918
CK	U/L	223	206.47	77 – 369
Proteínas	g/L	85.5	9.19	79 – 92
Albúmina	g/L	42	2.82	40 – 44
Globulinas	g/L	39	12.72	30 – 48
A/G	-	0.97	0.07	0.92 – 1.03
Ca	mmol/L	2.46	0.12	2.38 – 2.55
P	mmol/L	1.7	0.32	1.47 – 1.93
Na	mmol/L	148.3	11.73	140 – 156.6
K	mmol/L	3.75	0.36	3.5 – 4.01
Cl	mmol/L	106.2	10.46	98.8 – 113.6
CO ₂	mmol/L	16.5	0.70	16 – 17
Anion gap	mmol/L	29.35	2.34	27.7 – 31.01
Osmolalidad	mOsm/Kg	291.93	23.95	275 – 308.87
Triglicéridos	mmol/L	0.77	0.16	0.65 – 0.89
Amilasa	U/L	81.5	19.09	68 – 95
Diferencia de Iones Fuertes	mmol/L	42.1	1.27	41.2 – 43

CUADRO IX. PARÁMETROS BIOQUÍMICOS DEL MACACO COLA DE MUÑÓN (*Macaca arctoides*), HEMBRAS, DE LAS ISLAS TANAXPILLO Y TOTOGOCHILLO, LAGO DE CATEMACO VERACRUZ.

n=11

ANALITO	UNIDADES	PROMEDIO	DESV EST	RANGO
Glucosa	mmol/L	3.09	1.92	1 – 8
Urea	mmol/L	8.22	2.72	5.7 – 13.3
Creatinina	μmol/L	86.66	20.34	62.1 – 129.8
Colesterol	mmol/L	3.35	0.72	2.09 – 4.66
Bilirrubina Total	μmol/L	8.25	4.35	5.1 – 20.2
Bilirrubina Directa	μmol/L	5.81	4.06	2.3 – 16.8
Bilirrubina Indirecta	μmol/L	2.43	0.65	1.6 – 3.4
ALT	U/L	14.90	3.67	9 – 22
AST	U/L	61.90	18.13	37 – 91
FA	U/L	497.81	143.91	261 – 711
CK	U/L	257.18	144.79	58 – 575
Proteínas	g/L	86.09	5.33	78 – 96
Albúmina	g/L	33.45	6.47	27 – 49
Globulinas	g/L	52.63	8.95	34 – 64
A/G	-	0.67	0.29	0.44 – 1.44
Ca	mmol/L	2.42	0.12	2.15 – 2.65
P	mmol/L	1.64	0.41	1.16 – 2.18
Na	mmol/L	149.9	3.52	144.2 – 156.3
K	mmol/L	4.37	0.72	3.53 – 5.66
Cl	mmol/L	107.34	4.06	102.6 – 114.1
CO ₂	mmol/L	17.54	3.61	10 – 22
Anion gap	mmol/L	29.32	3.48	24.43 – 36
Osmolalidad	mOsm/Kg	299.13	5.69	286.71 – 308.01
Triglicéridos	mmol/L	1.06	0.27	0.71 – 1.53
Amilasa	U/L	91.27	65.63	26 – 268
Diferencia de Iones Fuertes	mmol/L	42.55	2.46	38 – 47.1

CUADRO X. PARÁMETROS BIOQUÍMICOS DEL MACACO COLA DE MUÑÓN (*Macaca arctoides*), ADULTOS, DE LAS ISLAS TANAXPILLO Y TOTOGOCHILLO, LAGO DE CATEMACO VERACRUZ.

n=11

ANALITO	UNIDADES	PROMEDIO	DESV EST	RANGO
Glucosa	mmol/L	3.18	1.88	1 – 8
Urea	mmol/L	7.09	2.57	3.6 – 13.3
Creatinina	μmol/L	86.19	27.40	50.6 – 133.7
Colesterol	mmol/L	3.25	0.80	2.09 – 4.71
Bilirrubina Total	μmol/L	8.3	4.31	5.1 – 20.1
Bilirrubina Directa	μmol/L	6.14	4.48	2.3 – 18.6
Bilirrubina Indirecta	μmol/L	2.15	0.53	1.5 – 3.2
ALT	U/L	14.45	3.58	9 – 22
AST	U/L	57	15.99	37 – 87
FA	U/L	474.45	223.52	90 – 918
CK	U/L	262.27	153.31	58 – 575
Proteínas	g/L	84.54	4.59	78 – 92
Albúmina	g/L	35.54	7.03	27 – 49
Globulinas	g/L	48.18	9.38	30 – 60
A/G	-	0.76	0.29	0.5 – 1.44
Ca	mmol/L	2.42	0.12	2.15 – 2.65
P	mmol/L	1.56	0.35	1.16 – 2.18
Na	mmol/L	149.6	5.02	140 – 156.6
K	mmol/L	4.20	0.60	3.5 – 5.39
Cl	mmol/L	107.56	5.15	98.8 – 114.1
CO ₂	mmol/L	17.09	3.53	10 – 22
Anion gap	mmol/L	29.11	3.33	24.43 – 36
Osmolalidad	mOsm/Kg	297.52	9.75	275 – 308.87
Triglicéridos	mmol/L	0.95	0.23	0.65 – 1.42
Amilasa	U/L	98.18	61.59	40 – 268
Diferencia de Iones Fuertes	mmol/L	42.03	1.97	38 – 45.2

CUADRO XI. PARÁMETROS BIOQUÍMICOS DEL MACACO COLA DE MUÑÓN (*Macaca arctoides*), JUVENILES, DE LAS ISLAS TANAXPILLO Y TOTOGOCHILLO, LAGO DE CATEMACO VERACRUZ.

n=2

ANALITO	UNIDADES	PROMEDIO	DESV EST	RANGO
Glucosa	mmol/L	2	0	2 – 2
Urea	mmol/L	10.85	2.89	8.8 – 12.9
Creatinina	μmol/L	94.75	3.18	92.5 – 97
Colesterol	mmol/L	4.01	0.91	3.37 – 4.66
Bilirrubina Total	μmol/L	13.4	9.61	6.6 – 20.2
Bilirrubina Directa	μmol/L	10.1	9.47	3.4 – 16.8
Bilirrubina Indirecta	μmol/L	3.3	0.14	3.2 – 3.4
ALT	U/L	16.5	0.70	16 – 17
AST	U/L	81	14.14	71 – 91
FA	U/L	632.5	89.80	569 – 696
CK	U/L	195	107.48	119 – 271
Proteínas	g/L	94	2.82	92 – 96
Albúmina	g/L	30.5	3.53	28 – 33
Globulinas	g/L	63.5	0.70	63 – 64
A/G	-	0.48	0.05	0.44 – 0.52
Ca	mmol/L	2.46	0.07	2.41 – 2.52
P	mmol/L	2.135	0.007	2.13 – 2.14
Na	mmol/L	149.95	3.74	147.3 – 152.6
K	mmol/L	4.7	1.35	3.74 – 5.66
Cl	mmol/L	105	0.70	104.5 – 105.5
CO ₂	mmol/L	19	1.41	18 – 20
Anion gap	mmol/L	30.5	3.53	28 – 33
Osmolalidad	mOsm/Kg	300.81	3.98	298 – 303.63
Triglicéridos	mmol/L	1.38	0.20	1.24 – 1.53
Amilasa	U/L	43.5	27.74	26 – 61
Diferencia de Iones Fuertes	mmol/L	44.95	3.04	42.8 – 47.1

ANEXO

IMPORTANCIA DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO EN PRIMATES.

HEMOGRAMA

La línea roja ayuda a descartar en los animales cuadros de anemia y eritrocitosis. En primates la anemia macrocítica normocrómica sugiere deficiencia de vitamina B12 y/o ácido fólico.

La línea blanca evalúa inflamación: aguda y crónica. Se sabe que la inflamación aguda se caracteriza por desviación a la izquierda, mientras que la inflamación crónica presenta desviación a la izquierda y monocitosis. Esta línea celular también nos ayuda a determinar si el animal se encuentra sometido a estrés. El leucograma de estrés agudo se caracteriza por neutrofilia y linfocitosis, mientras el de estrés crónico se caracteriza por neutrofilia y linfopenia; en ocasiones monocitosis y eosinopenia ^{11, 12, 18}.

BIOQUÍMICA SANGUÍNEA.

EVALUACIÓN HEPÁTICA

Para la evaluación hepática se utilizan pruebas de estructura y función. Las pruebas de estructura mas importantes son las de alanin amino transferasa (ALT), aspartato amino transferasa (AST) y fosfatasa alcalina (FA).

La ALT se encuentra en el citoplasma del hepatocito y se libera cuando hay daño o alteración de la membrana.

La AST se localiza en diferentes tejidos, como músculo esquelético e hígado. Esta enzima se utiliza en la evaluación hepática cuando la creatinincinasa (CK) esta en rangos de referencia e indica un daño severo al hepatocito.

La FA es una enzima que se localiza principalmente en hepatocito y hueso. Su actividad se incrementa en colestasis y en animales en crecimiento.

Dentro de las pruebas de función hepática se encuentran la albúmina, colesterol, urea y bilirrubina.

La concentración de albúmina depende de una producción hepática adecuada y una buena nutrición. En insuficiencia hepática es común observar hipoalbuminemia.

La insuficiencia hepática favorece la hipocolesterolemia, ya que el hígado interviene de manera directa en la síntesis del colesterol. En colestasis es común encontrar hipercolesterolemia ya que el colesterol es usado en la síntesis de ácidos biliares.

La urea se forma en el hígado como el producto principal del catabolismo proteico y se elimina por riñón. En insuficiencia hepática se presenta una disminución de la urea.

La bilirrubina en el organismo se encuentra como bilirrubina no conjugada y conjugada. La bilirrubina no conjugada aumenta en crisis hemolíticas, mientras que la bilirrubina conjugada se ve incrementada en colestasis; cuando se presenta

una elevación de ambas en igual proporción se puede relacionar a insuficiencia hepática ^{17, 11, 19}.

EVALUACIÓN MUSCULAR

Dentro de las enzimas utilizadas en la evaluación muscular se encuentran la creatinincinasa (CK) y aspartato amino transferasa (AST). La mayor actividad de estas enzimas se concentra en el músculo esquelético.

El daño celular, con la subsecuente salida de las enzimas, es la causa más común de su incremento en el plasma.

El incremento de CK puede presentarse por ejercicio excesivo del animal, durante la aplicación de medicamentos intramusculares y por lesión marcada del músculo ^{17, 11, 19}.

EVALUACIÓN RENAL

Para la evaluación de la función renal se utilizan principalmente la urea y creatinina. Otros analitos utilizados en esta evaluación son, albúmina y fósforo.

La urea se incrementa cuando la perfusión renal no es adecuada, cuando hay consumo excesivo de proteína en la dieta y en hemorragia gastrointestinal.

La creatinina es formada durante el metabolismo muscular y se elimina por riñón. Es mas especifica que la urea para evaluar la función renal dado que no se incrementa por otros factores, excepto por daño renal.

· En animales con daño renal es común observar hipoalbuminemia, por pérdida de esta proteína en el orina.

El fósforo se elimina por vía renal, por lo que una disminución en la perfusión renal favorece la hiperfosfatemia ^{17, 11, 19}.

EVALUACIÓN DE OTROS ANALITOS

En plasma sanguíneo el calcio (Ca^{+}) se encuentra en tres formas: ionizado o libre (50%), unido a la albúmina (45%) y unido a aniones (5%). La forma activa fisiológicamente es el Ca^{+} ionizado. Algunos factores pueden modificar la concentración de Ca^{+} serico, como la hipoalbuminemia que favorece una hipocalcemia y no así la hiperalbuminemia que favorece lo contrario. También se ha observado que la acidosis metabólica promueve un incremento de la forma ionizada, donde la alcalosis tiene un efecto opuesto.

El sodio es filtrado por el glomérulo y se reabsorbe en el túbulo proximal y distal. La hipernatremia se puede presentar por hemoconcentración y por exceso en el consumo de sodio. La hiponatremia se presenta por pérdida gastrointestinal, insuficiencia renal y polidipsia.

Potasio, la hipocaliemia se presenta por pérdida gastrointestinal, principalmente durante la diarrea, en alcalosis metabólica y muy rara vez por disminución en el consumo. La hipercaliemia es común por hemoconcentración, en acidosis metabólica, hemólisis, etc.

El cloro es un anion extracelular que se encuentra en alta concentración. La hipocloremia frecuentemente se presenta por pérdida gastrointestinal (vómito) y por polidipsia. La hipercloremia se asocia a hemoconcentración y a un exceso en el consumo.

La glucosa se ve influenciada por diversos factores, por ejemplo, en estados de estrés es común observar hiperglucemia; en cambio la leucocitosis puede favorecer una hipoglucemia ^{17, 11, 19}.