

Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Xochimilco
División de Ciencias Biológicas y de la Salud.
Departamento de Producción Agrícola y Animal.
Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Informe final del servicio social

Evaluación de la efectividad del electrocardiograma como monitoreo durante la anestesia en ajolote (*Ambystoma mexicanum*).

Presentador del servicio social:

Cristina Ramírez Altamirano, 2173063013

Asesor:

Dr. Emilio Rendón Franco.

Número de empleado: 34270



Lugar y periodo de realización: Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuernavaca (CIBAC).

Fecha de Inicio: 24/10/2022

Fecha de Conclusión: 24/04/2023

Introducción

Existen más de 7,000 especies de anfibios, y en la actualidad hay una creciente preocupación por la disminución de anfibios en todo el mundo, por lo que algunas especies se mantienen en situaciones de cautiverio (Baitchman y Stetter, 2014; Chai, 2016). En México, el ajolote mexicano (*Ambystoma mexicanum*) es una especie de especial interés ya que es endémico de la Ciudad de México, que de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 se encuentra en peligro de extinción, además de que es muy importante en la investigación por su capacidad de regeneración y por esta causa se mantiene en cautiverio, algunos de ellos, en zoológicos, laboratorios y Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS) (Mena y Servín, 2014), por lo que es relevante para los Médicos Veterinarios Zootecnistas desarrollar nuevos protocolos quirúrgicos para realizar distintos procedimientos de forma exitosa y segura. Ante esta situación se debe evaluar el examen pre anestésico, anestésico-monitorización y post anestésico. Un área de especial interés es la monitorización, ya que, en anfibios es un desafío por la gran diversidad en términos de historia natural, tamaño, anatomía y fisiología, aunado a esto, el equipo de monitoreo tiene falta de validación en estas especies ya que no es lo suficientemente sensible, por lo que la monitorización en anfibios puede ser limitada en comparación con otros vertebrados. A pesar de estas dificultades, existen métodos disponibles como la auscultación, doppler ultrasónico, la electrocardiografía (ECG), oximetría de pulso, capnografía, entre otros, que pueden usarse para medir el estado fisiológico y anestésico en anfibios que se someten a un procedimiento (Mitchell, 2009; Doss *et al.*, 2021). El objetivo del presente estudio es evaluar la efectividad del electrocardiograma y oximetría de pulso como monitoreo anestésico en ajolotes de Xochimilco.

Objetivos generales y específicos

Evaluar la efectividad del electrocardiograma y oximetría de pulso como monitoreo anestésico en ajolotes.

Objetivos específicos

- Seleccionar una cohorte de ajolotes clínicamente sanos.
- Realizar procedimientos anestésicos.
- Monitorear la anestesia mediante electrocardiografía y oximetría de pulso.
- Obtener mediante un análisis estadístico parámetros de oxigenación y latidos por minuto en ajolote mexicano.

Metodología utilizada

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuernavaca (CIBAC).

1.1 Animales

Se seleccionaron 49 ajolotes (*Ambystoma mexicanum*) sanos, adultos de ambos sexos.

1.2. Anestesia

Se utilizó isoflurano como anestésico, a dosis de 0.03ml por gramo de peso vivo, se pesaron para obtener el volumen y estos fueron sumergidos en agua. Los animales se mantuvieron anestesiados por al menos 45 minutos.

1.3. Monitorización

Se llevó a cabo el monitoreo anestésico a través de oximetría de pulso de la marca Vitasign, modelo VE-H100B, el cual se configuró con una sensibilidad alta. Se colocó el sensor en el miembro pélvico izquierdo y se cubrió de la luz para evitar interferencia en la lectura. Se monitoreó durante dos minutos en cada individuo en donde se obtuvo la oxigenación y latidos por minuto (lpm), de cada parámetro se tomó el valor mínimo y máximo. Por otro lado se realizaron mediciones con un electrocardiograma de la marca SHINOVA modelo ECG-10AV, se colocaron las pinzas del electrodo a los animales y se configuró el electrocardiograma en la derivación II con una velocidad de 50 mm/s.

1.4. Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico con los resultados de los registros de oxigenación y latidos por minuto (lpm) en los 49 ajolotes.

Como primera fase se analizó la distribución de los datos. Como segunda fase se realizó lo siguiente:

-Se obtuvieron los valores mínimos de oxigenación de cada uno de los individuos y a estos se les calculó la mediana, cuartiles (Q1 y Q3), y el rango.

-Se obtuvieron los valores máximos de oxigenación de cada uno de los individuos y a estos se les calculó la mediana, cuartiles (Q1 y Q3), y el rango

-Se obtuvieron los valores mínimos de lpm de cada uno de los individuos y a estos se les calculó la mediana, cuartiles (Q1 y Q3), y el rango.

-Se obtuvieron los valores máximos de lpm de cada uno de los individuos y a estos se les calculó la mediana, cuartiles (Q1 y Q3), y el rango.

Actividades realizadas

Las actividades del proyecto las realicé en el Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuernavaca (CIBAC), en el cual, trabajamos con *Ambystoma mexicanum*, donde participé en el manejo para la anestesia, monitoreo y toma de muestras. Durante la anestesia realizamos pruebas con el electrocardiograma,

desde la forma en cómo conectar el equipo al ajolote de forma que sea lo menos invasivo posible, también probamos con cuántos mV da una correcta lectura.

Posteriormente realizamos el monitoreo anestésico con el oxímetro de pulso, el cual coloqué en la cola del ajolote y posteriormente en el miembro pélvico izquierdo, obteniendo la oxigenación y latidos por minuto.

Participé en la limpieza, alimentación, cuidados de los ajolotes y registros de los datos obtenidos.

Por otra parte, realicé otras actividades en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco en el laboratorio de cirugía experimental, del trimestre Técnicas y Terapéutica Quirúrgicas en prácticas de sutura, lavado y enguantado, así como distintas técnicas quirúrgicas en simuladores y en animales; durante estas me encargué de dar indicaciones a los alumnos y de supervisar las actividades para que fueran llevadas a cabo correctamente.

Metas alcanzadas

Con el presente estudio se obtuvieron dos parámetros fisiológicos: oxigenación y latidos por minuto en ajolotes anestesiados. Para este estudio se evaluaron 49 ajolotes.

Resultados y conclusiones

Se realizó el monitoreo a través de oximetría de pulso (Figura 1), donde se obtuvieron lecturas de oxigenación y latidos por minuto (lpm) de 49 ajolotes, a través del análisis estadístico se determinó que los datos no tienen una distribución normal por lo que se decidió obtener rango (mínimo y máximo), así como mediana y cuartiles (Q1 y Q3) para conocer la tendencia central y la dispersión de los datos, estos descriptores se obtuvieron a su vez para los valores mínimos y máximos registrados dentro de los individuos. Los resultados se describen en los siguientes cuadros (Cuadro 1 y 2).



Figura 1. *Ambystoma mexicanum* monitoreado con oxímetro de pulso.

Latidos por minuto (lpm)				
lpm mínimo				
Límite mínimo	Q1	Mediana	Q3	Límite máximo
33	40	46	57	69
lpm máximo				
Límite mínimo	Q1	Mediana	Q3	Límite máximo
51	64	68	74	97

Cuadro 1. Resultados del valor mínimo y máximo de latidos por minuto.

Oxigenación				
Oxigenación mínimo				
Límite mínimo	Q1	Mediana	Q3	Límite máximo
63	84	95	98	100
Oxigenación máximo				
Límite mínimo	Q1	Mediana	Q3	Límite máximo
75	98	100	100	100

Cuadro 2. Resultados del valor mínimo y máximo de oxigenación.

Mosley y Mosley, 2015 mencionan que hay muy pocos datos de valores de pulsaciones por minuto en anfibios, pero los anfibios en general tienen valores de FC aproximadamente de 50 lpm.

McMillan y Leece, 2011, reportan un caso de cirugía en ajolote mexicano, en el cual durante el monitoreo de frecuencia cardíaca obtuvieron alrededor de 40 a 50 lpm; intentaron medir la oximetría de pulso pero no detectaron pulsaciones confiables ni en las extremidades ni en la cola, por lo que no generaron un rango.

Por otra parte Smith y Stump, 2000 en su estudio mencionan que ante inducción anestésica con isoflurano en *Xenopus laevis*, las frecuencias cardíacas oscilaron entre 27 y 37 lpm en las dos ranas probadas; pero la oximetría de pulso en la extremidad pélvica no dió una lectura.

Goulet *et al.*, 2010 utilizaron Eugenol como anestésico en *Xenopus laevis* y mencionan que durante el monitoreo la frecuencia cardíaca disminuyó de 80 a 50 lpm. En cuanto a la saturación de oxígeno promedio fue de 67% a 93%.

Todos los estudios anteriores demuestran que los lpm en anfibios anestesiados oscilan entre 27 a 50 lpm lo cual coincide con los datos obtenidos en el presente estudio de 46 a 68 lpm.

La oxigenación descrita por Goulet *et al.*, 2010 fue de 67 a 93%, en contraste con los datos del presente estudio de 84 a 100%. Tanto los valores de lpm y oxigenación descritos en otros estudios fueron menores a los obtenidos en este estudio, pero se debe considerar que el presente trabajo se realizó en 49 individuos mientras que en los otros estudios son de uno a dos individuos y solo uno específico en ajolote mexicano por lo que no se tienen referencias específicas en este anfibio.

En cuanto a el electrocardiograma se revisaron diversos artículos, en los cuales, Peters y Mullen (1966) utilizaron equipos de 1 mV= 1.5 cm y con velocidad del papel de 25 mm/s y 50 mm/s en *Caecilia guentheri*. Mullen (1974) utilizó de la misma manera equipos de 1 mV= 1.5 cm y con velocidad del papel de 25 mm/s y 50 mm/s en cuatro anuros *Bufo marinus*, *B. typhonius*, *Eleutherodactylus buergeri* y *Telmatobius montanus*. Los animales antes mencionados contaban con un peso aproximado al de los ajolotes de este estudio. Además de lo anterior se equiparó la sensibilidad del equipo electrocardiográfico de la marca SHINOVA modelo ECG-10AV que va desde 2.5 hasta 40 (mm/mV +/- 2%) y la velocidad del papel que va desde 6.25 hasta 50 mm / s (SHINOVA, 2022), que concordaba con lo establecido. Pese al ajuste de acuerdo a lo previamente descrito para anfibios, el equipo no dió lectura como se muestra en la figura 2. Por lo que no se pudieron obtener las variables electrocardiográficas del ajolote de Xochimilco.

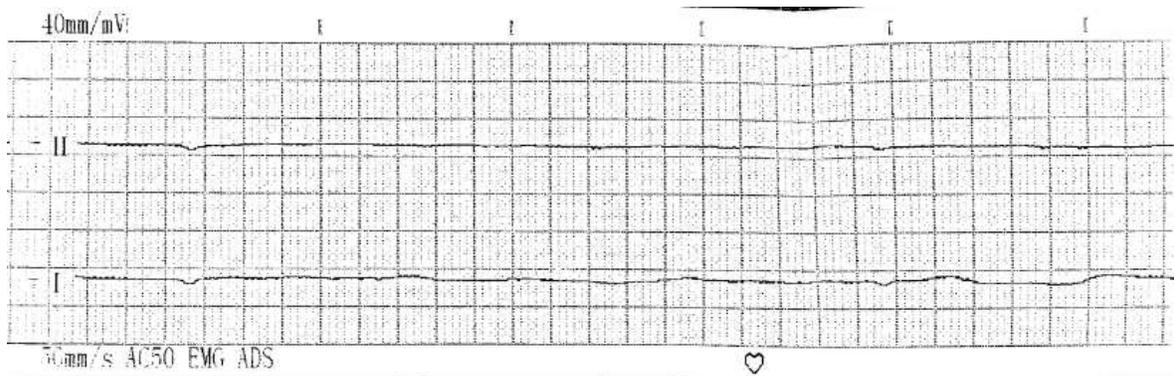


Figura 2. Impresión de registro de lectura en derivación II, con 40 mm/mV y 50 mm/s en ajolote mexicano.

El presente trabajo reporta por primera vez los valores de oxigenación y latidos por minuto para la especie *Ambystoma mexicanum*, mismo que puede servir para sentar las bases del monitoreo anestésico de los ajolotes.

Recomendaciones

Realizar más investigaciones probando el electrocardiograma en ajolotes, probando con equipos de diferentes marcas que tengan mayor sensibilidad a la utilizada en este trabajo.

Realizar más estudios midiendo la oxigenación y lpm para tener mayor número de datos y poder establecer un parámetro normal en ajolotes durante la anestesia, ya que es un campo poco investigado pero que en la actualidad cada vez puede ser más común en la clínica diaria.

Referencias bibliográficas

Baitchman, E., y Stetter, M. (2014). Amphibians. En G, West., D, Heard., y N, Caulkett (Eds.), *Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia* (pp. 303-311). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118792919>

Chai, N. (2016). Surgery in Amphibians. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 19(1), 77–95.

Doss, G., Mans, C., y Sladky, K. (2021). Analgesia, Anesthesia, and Monitoring. En J, Graham., G, Doss., y H, Beaufrère (Eds.), *Exotic Animal Emergency and Critical Care Medicine* (pp. 746–757). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119149262>

Goulet, F., Hélie, P., y Vachon, P. (2010). Eugenol Anesthesia in African Clawed Frogs (*Xenopus laevis*) of Different Body Weights. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 49(4), 460–463

McMillan, W., y Leece, A. (2011). Immersion and branchial/transcutaneous irrigation anaesthesia with alfaxalone in a Mexican axolotl. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 38(6), 619–623.

Mena, H., y Servín, E. (2014). Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*). Recuperado de: http://www.ibiologia.unam.mx/barra/publicaciones/manual_axolotes.pdf

Mitchell, M. (2009). Anesthetic Considerations for Amphibians. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 18(1), 40–49.

Mosley, I., y Mosley, A. (2015). Comparative Anesthesia and Analgesia of Reptiles, Amphibians, and Fishes. En K, Grimm., L, Lamont., W, Tranquilli., S, Greene., y S, Robertson (Eds.) *Veterinary Anesthesia and Analgesia* (pp. 784–799). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119421375>

Mullen, K. (1974). Electrocardiographic characteristics of four anuran amphibia. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 49(4), 647–654.

NOM-059-SEMARNAT-2010. (2010). Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Recuperado de: https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf

Peters, A., y Mullen, K. (1966). Electrocardiography in *Caecilia guentheri* (Peters). *Physiological Zoology*, 39(3), 193–201.

SHINOVA. (2022). Shinova salud animal. Recuperado de: <http://www.shinova.es/product/detailp/1-Channel-Animal-ECG-ECG-10AV>

Smith, J., y Stump, K. (2000). Isoflurane Anesthesia in the African Clawed Frog (*Xenopus laevis*). *American Association for Laboratory Animal Science*, 39(6), 39-42