



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Laboratorio de investigación en Fisiología y Farmacología

Veterinaria

Unidad de Cardiología Veterinaria

TESIS:

DETERMINACIÓN DE VALORES DE REFERENCIA Y

EVALUACIÓN ELECTROCARDIOGRÁFICA DE TRES

DERIVACIONES EN JAGUARES (*Panthera onca*) EX-SITU EN

MÉXICO

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MEDICO VETERINARIO

ZOOTECNISTA

Presenta

PMVZ José Francisco Paredes Palestino 201013192

Directores

Dr Alejandro R Reynoso Palomar

Dr Abel E Villa Mancera

Asesor:

M.C. Enrique Yarto Jaramillo

Fecha finalización:

03/2022

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
RESUMEN	
ANTECEDENTES	2
Sistema cardiovascular	6
Planteamiento del problema	19
Justificación	20
HIPÓTESIS	20
OBJETIVOS	
Objetivo general	20
Objetivos específicos	20
HIPÓTESIS	19
MATERIAL Y MÉTODOS	
Restricción física	21
Dardo a distancia	22
Jaula de compresión, Kennel y Trampas	23
Contención manual	24
Entrenamiento conductual para la inyección	23
Sedación oral	24
Electrocardiografía	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
CONCLUSIONES	33
REFERENCIAS	35

DEDICATORIA

Gracias a todas y cada una de las personas que estuvieron conmigo para el termino de esta tesis, a mi madre quien sin descansar me ha apoyado en cada momento de mi vida sin importar las circunstancias, a mi padre quien a su manera me ha ayudado para terminar mi carrera, a mi hija Isabella quien aunque por un corto tiempo en esta vida siempre me estuvo apoyando para ejercer esta carrera con mucho gusto, a mis maestros, ahora colegas y amigos quienes con sus enseñanzas he aprendido las pros y contras de esta carrera, donde he aprendido como nuestros propios colegas se pueden volver nuestros amigos más cercanos.

Gracias a cada una de las personas que han estado en este camino y en el camino por venir.

RESUMEN

En este estudio se presentan los resultados de electrocardiografía de 22 ejemplares de jaguar (*Panthera onca*) en cautiverio. El objetivo general de este trabajo fue, determinar los valores electrocardiográficos y de referencia. De manera específica, se realizaron: evaluación física general, cardiológica y de otras subespecialidades en jaguares ex-situ; de la misma manera, se realizaron pruebas de gabinete complementarias a las subespecialidades abordadas. Los resultados para todos los ejemplares los valores electrocardiográficos analizados fueron: onda P, Amplitud (mV) y duración (segundos); amplitud y duración del complejo QRS, así como la duración de T y del intervalo QT. En este trabajo, la amplitud media de la onda P (s), onda P (mV) y complejo QRS (s) mostraron ligeras variaciones entre los jaguares; por otro lado, Onda T e intervalo PQ mostraron variaciones, mientras que en el complejo QRS (mV) e intervalo QT mostraron las mayores variaciones entre los animales. Los valores electrocardiográficos propuestos como referencia, sirven como una guía para el monitoreo de jaguares, estos se determinaron de manera sistemática y controlada por tres personas diferentes para disminuir el sesgo por error humano, concluyendo que estos datos pueden ser útiles como referencia para clínicos veterinarios y su diagnóstico electrocardiográfico en jaguares.

ANTECEDENTES

El jaguar (*Panthera onca*) es una especie enlistada en peligro de extinción en México desde 1987 y por ello es una especie prioritaria a conservar (De La Federación, 2002); De hábitos nocturnos, principalmente terrestre y solitario, es una especie muy sigilosa y escurridiza, por lo que es uno de los animales más difíciles de estudiar (Galindo-Leal, 2009), Históricamente, se distribuía desde Arizona y Nuevo México, en el sur de Estados Unidos hasta Argentina (Seymour, 1989). En la actualidad, su distribución en México abarca algunas de las regiones tropicales, subtropicales y templadas de Sonora y el centro de Nuevo León, hasta Chiapas y la península de Yucatán, en ambos casos siguiendo la vertiente del Golfo de México a través de la Sierra Madre Oriental y por la planicie costera del Pacífico (Carrera-Treviño *et al.*, 2016).

El jaguar (Cuadro 1) es el felino de mayor tamaño en América y el tercero en el mundo después del tigre (*Panthera Tigris* y el león *Panthera leo*); el color de la piel varía de amarillo pálido a café rojizo, cambia a blanco en el pecho y en la parte interna de las extremidades (CONANP, 2009); ha sido siempre reconocido como una metáfora de poder y fuerza; tanto, que ha ocupado un lugar prominente en la religión y la mitología de muchas culturas precolombinas (Olmecas, Zapotecas, Toltecas, Aztecas y Mayas, entre otras). Es por ello que este animal está ampliamente representado dentro de la iconografía de Huicholes, Tarascos y Huastecos; pero la naturaleza simbólica del jaguar se perdió con la conquista de los españoles. La pérdida de este respeto por el felino más grande del continente americano, puede haber resultado en acciones de persecución y erradicación durante los últimos tres siglos, culminando en el siglo XX (López González, 2005). El

jaguar (*Panthera onca*) es una especie enlistada en peligro de extinción en México desde 1987 y por ello es una especie prioritaria a conservar (Villordo Galván, 2010).

Cuadro 1. Taxonomía del jaguar

Orde n	Famil ia	Géner o	Espec ie	Nomb res comunes
Carnív ora	Felidae	Panthe ra	onca	Jaguar, yaguar, balam, tigre manchado, pantera, onca, yumka.

Fuente: CONANP & SEMARNAT, 2010

México cuenta con la tecnología y un conocimiento científico sólido para poder salvar al jaguar de la extinción, es por ello que se requieren de objetivos, metas y acciones concretas en el ámbito nacional para poder llevarlo a cabo. Bajo este argumento, es como se plantea la estrategia nacional de conservación del jaguar la cual busca concentrar los esfuerzos realizados por expertos con especialidades tanto en Biología, economía, aspectos sociales y temas relacionados con la ecología y conservación del jaguar, y que colaboran con universidades, organizaciones sociales, el gobierno federal y la iniciativa privada. Se sabe, por ejemplo, que la deforestación y la cacería furtiva, son dos de las amenazas más importantes para el jaguar y que para revertir sus efectos, es necesario realizar una reconversión productiva en aras de que todas las actividades rurales sean sustentables y permitan la permanencia de la especie. En este sentido, es claro que se deben coordinar las

acciones de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) para evitar que se continúen otorgando incentivos anuales a los campesinos destinados a desmontar sus terrenos. la estrategia nacional de conservación del jaguar debe ser el eje rector que dicte las acciones y metas a corto, mediano y largo plazo, así como los mecanismos para realizarlos, con la finalidad de trabajar sistemáticamente y de manera coordinada entre las diferentes dependencias del gobierno como la SEMARNAT, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), la SAGARPA y la Secretaría de Turismo (SECTUR), además de incluir a diferentes actores como la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la sociedad civil, las organizaciones no gubernamentales y las universidades, mediante la asignación de funciones, el desarrollo de una agenda de transversalidad entre dependencias gubernamentales y la asignación de presupuestos que den continuidad a las acciones planteadas, con base en la identificación de soluciones ambientales socialmente aceptables y la propuesta de políticas públicas que permitan tener el marco necesario para instrumentar la estrategia nacional para lograr la conservación del jaguar en México (Ceballos, 2007).

Uno de los componentes más importantes en el programa de conservación del jaguar (*Panthera onca*) es uniformar los estudios de salud de estos animales. La salud de la fauna se puede ver afectada debido a causas antropogénicas (tales como un aumento en la interacción entre la fauna y la ganadería, animales domésticos y seres humanos) la fragmentación de hábitat, y la contaminación. Actualmente se desconocen las amenazas

específicas a la salud del jaguar. Sin embargo, se cree que las situaciones anteriormente nombradas pueden tener una influencia deletérea en la conservación de esta especie, tanto en la extensión de su distribución geográfica como a largo plazo.

La uniformidad de una metodología de campo, asegura que los estudios de salud sean llevados a cabo consistentemente a lo largo de la distribución geográfica de esta especie. Muchos investigadores, se encuentran capturando e inmovilizando estos animales y la mayoría poseen poco o ningún entrenamiento veterinario, como por ejemplo conocimientos básicos de anestesia, recolección y procesamiento de muestras. Esto sugiere, la necesidad de una normalización de métodos garantizando la seguridad y bienestar de los jaguares, así como el correcto procesamiento de dichas muestras (Deem & Karesh, 2005).

En países donde se han estado realizado estudios en la conservación de jaguar, se ha comenzado a trabajar con aspectos clínicos, sanitarios, reproductivos y genéticos; con relación al estudio de aspectos clínicos en felinos salvajes, podemos aplicar como examen auxiliar el electrocardiograma (ECG) que es un registro gráfico de los impulsos eléctricos producidos por el sistema de conducción y el músculo, durante las diferentes fases del ciclo cardíaco. Las variaciones de impulsos se producen por la despolarización y repolarización de las células musculares individuales y cada parte del ECG da lugar a una gráfica que refleja las funciones fisiológicas del corazón (Rocha, 2009).

En México, no se tienen registros de estudios similares, por lo que este estudio es de suma importancia, para determinar y evaluar la función eléctrica del corazón en jaguares (*Panthera onca*) ex-situ en algunas zonas del País y proponer valores de

referencia, que sirvan de base para la interpretación clínica de la fisiología y fisiopatología cardíacas.

Sistema cardiovascular

El sistema circulatorio está formado por: el corazón, arterias (que conducen la sangre del corazón a los tejidos), venas (que conducen la sangre hacia el corazón) y los capilares (tubos microscópicos de los tejidos, que permiten el intercambio necesario entre la sangre y los tejidos) (Grossman & Sisson, 1982).

Anatomía del Corazón

El corazón es el órgano principal del aparato circulatorio, compuesto por músculo estriado, hueco, que funciona como una bomba de succión y expulsión que aspira hacia las aurículas la sangre que circula por las venas y posteriormente es impulsada a los ventrículos. El corazón está recubierto por tres capas: la que lo envuelve recibe el nombre de pericardio que se aplica a la capa visceral del pericardio seroso, unido firmemente al músculo cardíaco; la parte medial que es el músculo propiamente dicho es el miocardio, y la que lo tapiza en las caras internas de las cavidades cardíacas es el endocardio (Grossman & Sisson, 1982).

1. Pericardio

Es una fuerte membrana que rodea completamente al corazón separándolo de las estructuras y órganos vecinos, su forma es similar a la del corazón, y está compuesto de 2 capas. La capa fibrosa que es relativamente delgada, pero fuerte e inelástica, rodea el

nacimiento de los principales vasos sanguíneos del corazón y está unida a la espina dorsal, al diafragma y a otras partes del cuerpo por medio de ligamentos.

2. Epicardio

La capa serosa, es un saco cerrado, rico en fibras elásticas, rodeado por la capa fibrosa e invaginado por el corazón, es liso, brillante y contiene una pequeña cantidad de líquido seroso claro en la cavidad pericardial, el cual permite que el corazón se mueva al latir, a la vez que permanece unido al cuerpo (Grossman & Sisson, 1982).

3. Miocardio

El tejido muscular del miocardio está compuesto por células fibrosas estriadas, las cuales, a diferencia de las fibras musculares de los músculos voluntarios, se unen a unas a las otras por sus extremidades de manera que forman un todo único (syncitio) para poder tener una acción contráctil simultánea; cada fibra contráctil está formada por fibrillas elementales, dispuestas longitudinalmente, transversal y elicoidal, que tienen la propiedad de acortarse y alargarse (Cunningham & Klein, 2013).

4. Endocardio

Es la membrana endotelial de revestimiento de las cavidades del corazón y el lecho de tejido conectivo subyacente (Blood & Radostits, 1992).

Está compuesto por tres túnicas simples:

Adventicia: Túnica externa.

Media: Túnica Media.

Intima: Túnica Interna.

1.1.1. Ubicación del corazón

Está situado desde el segundo o tercero hasta el quinto o sexto espacio intercostal y se extiende dorsalmente desde el esternón hasta cerca de dos tercios de la distancia hacia la columna vertebral, se localiza esencialmente sobre la parte central del tórax (mediastino), entre los dos pulmones, apoyándose sobre el músculo diafragma y precisamente sobre la parte central fibrosa de este músculo; pero el ápice (extremo puntiagudo libre) se inclina caudalmente, centralmente y hacia la izquierda. El tamaño y forma del corazón varía según el grado de contracción y relajación (sístole y diástole); tiene forma de un cono irregular, unido a su base por los grandes vasos, pero por el otro extremo queda completamente libre; se considera que el corazón cuenta con un vértice, una base, dos superficies y dos bordes. Es una estructura hueca y se encuentra subdividido en cuatro cavidades; dos superiores llamadas aurículas y dos inferiores que se denominan ventrículos. Cada aurícula comunica con el ventrículo que se encuentra por debajo mediante un orificio (orificio auriculoventricular), que está cerrado por una válvula: las cavidades izquierdas no comunican con las derechas en el corazón (Shively, 1993).

1.1.2. Las válvulas cardíacas

Las válvulas cardíacas se encuentran a la salida de las cuatro cavidades que componen al corazón. Están formadas por dos valvas que están fijadas por uno de sus lados, a los anillos fibrosos (de tejido conectivo denso) que rodean los orificios atrioventriculares, aórtico y pulmonar. Las mismas se denominan válvulas auriculoventriculares: mitral o bicúspide (izquierda) y tricúspide (derecha) y sigmoideas: aórtica y pulmonar. Cada válvula está compuesta por tres capas, de las cuales, la central o

fibrosa contiene una extensión del tejido conectivo de los anillos fibrosos. En ambas caras, las valvas se recubren con endotelio que se continúa con el de las cavidades cardíacas. En el caso de las válvulas auriculoventriculares, la capa ventricular se continúa con las cuerdas tendinosas, que son finos cordones fibrosos también revestidos por endotelio. Estas cuerdas se extienden desde el borde libre de las válvulas auriculoventriculares hacia proyecciones musculares de la pared de los ventrículos llamadas músculos papilares. Las valvas son avasculares, excepto en la base, en donde hay vasos sanguíneos y músculo liso. Esto se debe a que son lo suficientemente delgadas como para permitir que los nutrientes y el oxígeno difundan desde la sangre.

1.1.3. Vasos sanguíneos

El sistema vascular sanguíneo se puede subdividir en tres grupos, cada uno con funciones diferentes: Las arterias (sistema de conductos que distribuye la sangre a órganos y tejidos), venas (sistema de conductos que colecta la sangre de los órganos y tejidos para su retorno al corazón) y capilares (sistema que se ocupa de la distribución de la sangre y de la filtración y difusión dentro de órganos y tejidos) (Swenson & Bull, 1999).

1.1.4. Arterias

Son vasos gruesos y elásticos que nacen en los ventrículos del corazón y que aportan sangre a los órganos del cuerpo, por ellas circula la sangre a presión debido a la elasticidad de las paredes. Del corazón salen dos arterias:

Arteria pulmonar que sale del ventrículo derecho y lleva la sangre con CO₂ a los pulmones.

Arteria aorta sale del ventrículo izquierdo y se ramifica, de esta última arteria salen otras principales entre las que se encuentran:

- Las carótidas: Aportan sangre oxigenada a la cabeza.
- Subclavias: Aportan sangre oxigenada a los brazos.
- Hepática: Aporta sangre oxigenada al hígado.
- Esplénica: Aporta sangre oxigenada al bazo.
- Mesentéricas: Aportan sangre oxigenada al intestino.
- Renales: Aportan sangre oxigenada a los riñones.
- Ilíacas: Aportan sangre oxigenada a las piernas.

Las arterias están constituidas de tres capas de tejido:

1. La capa externa o adventicia (túnica externa); de tejido conectivo fibroso, que en la parte más profunda presenta algunas fibras elásticas y en algunas arterias hay también fibras musculares lisas.

2. La capa media o muscular (túnica media); compuesta de musculatura lisa y tejido elástico en las arterias de tamaño medio, en los pequeños vasos existe fundamentalmente tejido muscular y en los grandes troncos tejido elástico.

3. La capa interna o íntima (túnica íntima); es una capa de células endoteliales que descansan sobre una membrana elástica (Grossman & Sisson, 1982).

1.1.5. Capilares arteriales

Son vasos sumamente delgados en que se derivan de las arterias y que penetran por todos los órganos del cuerpo, al unirse de nuevo forman las venas. Comprenden una

red de anastomosis de pequeños tubos, cuyas paredes constan de una simple capa de células endoteliales y su membrana basal, sus paredes permiten el paso de oxígeno y nutrientes. El lumen de estos vasos solo permite que transite un eritrocito a la vez.

Estos se subdividen en:

- Capilares continuos: Tanto el endotelio como la membrana basal son continuos, con las células endoteliales conectadas por uniones ocluyentes.
- Capilares fenestrados: Están caracterizados por tener fenestraciones las cuales proveen canales a través de la pared capilar.
- Capilares sinusoides o discontinuos: Presentan grandes espacios y la membrana basal puede faltar parcialmente, permitiendo la extravasación de sustancias (Llanio Navarro & Perdomo González, 2003).

1.1.6. Venas

Son vasos sanguíneos que transportan sangre desde los capilares hacia el corazón, poseen la misma estructura que las arterias, la diferencia anatómica entre estas es que las venas poseen válvulas, estas están constituidas por un doble endotelio con una fina capa de tejido conectivo.

Por su tamaño se pueden clasificar en:

- Vénulas: Estas se subdividen en:
 1. Las vénulas poscapilares reciben la sangre directamente desde los capilares.

2. Las vénulas musculares se ubican a continuación de las poscapilares y como su nombre lo indica, presentan una túnica muscular, muy delgada, formada por una o dos capas de músculo liso.

- Venas medianas: Las venas medianas presentan válvulas para impedir el flujo retrógrado de sangre por acción de la gravedad. Las mismas, están compuestas por una lámina delgada de tejido conectivo cubierta por células endoteliales.

En estos vasos, la túnica adventicia es más gruesa que la túnica media.

- Venas grandes: La túnica media es relativamente delgada, mientras que la más gruesa es la adventicia, que incluso puede contener células musculares lisas (Llanio Navarro & Perdomo González, 2003).

1.2. Actividad eléctrica del corazón

Se le llama sistema de conducción del corazón a las estructuras formadas por células diferentes a la célula miocárdica contráctil cuya función es formar impulsos y regular la conducción de este a todo el corazón. El corazón se contrae y relaja alternadamente con el fin de bombear y recibir la sangre; el ritmo cardiaco es debido al nódulo sinusal, el nódulo atrioventricular, el haz atrioventricular y las fibras de Purkinje (Montoya Alonso & Ynaraja Ramírez, 2007).

1.2.1. Nodo sinusal

El nodo sinusal (NSA): Es una pequeña masa de músculo cardiaco modificado, llamado el “marcapasos” del corazón, localizado en la unión de la vena cava superior y la

aurícula derecha; su función es la de iniciar el impulso que activara a todo el corazón y es la responsable de conducir los impulsos al nodo atrioventricular.

1.2.2. Nodo auriculoventricular

El nodo auriculoventricular (NA-V); Es de menor tamaño y se localiza cerca del seno coronario por detrás del endocardio, es la única vía por la cual el estímulo sinusal pasa normalmente a los ventrículos y en la que normalmente sufre un retardo en su velocidad de conducción para dar tiempo a la contracción auricular.

1.2.3. Haz de His

El haz de His: Es un grupo de fibras especializadas que comienzan en el nódulo A-V y siguen a la parte membranosa del septum interventricular, por debajo del endocardio formando ramas izquierda y derecha formando un plexo subendocárdico de fibras de Purkinje en las paredes libres de los ventrículos y en el septum interventricular.

1.2.4. Características eléctricas del miocardio

- Automaticidad o Cronotropismo

El nódulo es el marcapasos principal del corazón, el cual puede producir sus propios estímulos.

- Excitabilidad o Bathmotropismo.

El músculo cardiaco se activa cuando los estímulos eléctricos transforman el potencial de reposo en potencial de acción.

- Conductividad o Dromotropismo

La activación de una célula muscular origina la activación de las células musculares vecinas.

- Contractibilidad o Inotropismo

Se produce como una respuesta a la corriente eléctrica (Tilley, 1985).

1.3. Actividad mecánica del corazón

La sangre no oxigenada es recogida por el sistema venoso periférico y llevada por la vena cava a la aurícula derecha y cuando esta cámara es llenada, se abre la válvula tricúspide para permitir el llenado del ventrículo derecho el cual envía la sangre por la arteria pulmonar a través de las valvas pulmonares, hasta los pulmones y en concreto a los alvéolos pulmonares en donde se lleva a cabo el recambio gaseoso el cual impregna a la sangre del suficiente O₂ (circulación cardiopulmonar o circulación menor) y regresa ya purificada, por la vena pulmonar hasta la cámara o aurícula izquierda y que una vez llenada, se abre la válvula mitral para que se llene el ventrículo izquierdo el cual por contracción permita la apertura de la válvula aórtica y la sangre es impulsada por el latido cardíaco a través de la aorta la cual se encarga de hacer la distribución hacia toda la economía corporal, para regresar desoxigenada nuevamente al corazón a través de las venas, lo que se conoce como circulación mayor o cardiosistémica.

Movimientos del corazón

El corazón tiene dos movimientos uno de contracción llamado Sístole y otro de dilatación llamado Diástole, pero la sístole y la diástole no se realizan a la vez en todo el corazón, y se distinguen tres tiempos:

1. Sístole auricular: se contraen las aurículas y la sangre pasa a los ventrículos que estaban vacíos.

2. Sístole ventricular: los ventrículos se contraen y la sangre que no puede volver a las aurículas por haberse cerrado las válvulas bicúspide y tricúspide, sale por la arteria pulmonar y aorta. Estas también tienen sus válvulas llamadas válvulas sigmoideas, que evitan el reflujo de la sangre.

3. Diástole general: La sangre desoxigenada, proveniente de todo el cuerpo entra a la aurícula derecha y la sangre oxigenada, que viene de los pulmones, llega a la aurícula izquierda. A continuación, la sangre pasa a su ventrículo correspondiente. Al final de esta fase, los ventrículos están llenos hasta un 80% de su capacidad (Montoya Alonso & Ynaraja Ramírez, 2007).

Electrocardiógrafo y electrocardiograma

La electrocardiografía tiene una enorme importancia en Medicina Veterinaria. La información que nos ofrece en relación con la frecuencia cardíaca, ritmo cardíaco, desviación del eje, agrandamiento de las cámaras cardíacas o anomalías de la conducción supone un complemento inestimable en el marco de la cardiología veterinaria (Santamarina PG, 2004).

Desde el punto de vista eléctrico, se considera al cuerpo animal como un cilindro inspeccionable desde tres puntos de vista: frontal, horizontal y sagital. En la práctica, la

exploración electrocardiográfica del corazón se realiza en el plano frontal con las derivaciones estándar y las unipolares de los miembros. El plano horizontal se explora con las derivaciones precordiales, por la derivación o eje que extiende una línea hipotética que conecta dos electrodos en la superficie del cuerpo; los electrodos deben encontrarse equidistantes del dipolo cardíaco para que sus registros queden en la misma escala de medida. Convencionalmente al electrodo negativo se le denomina “de referencia” y al positivo “de registro” o “explorador”. Cuando el dipolo o vector de activación ventricular se dirige hacia el electrodo explorador, se registra un trazo positivo, es decir hacia arriba de la línea basal isoeleétrica. Pero si el vector se aleja del electrodo de registro, se desplaza en sentido opuesto se obtiene el registro de un trazo negativo (hacia debajo de la línea basal isoeleétrica) este hecho enfatiza la necesidad de utilizar múltiples derivaciones, que sean capaces de captar en forma clara los distintos vectores de activación ventricular, de acuerdo con los distintos ángulos que se exploren, para lograr una mejor evaluación de la función del miocardio (López Cedillo *et al.*, 2009).

1.3.1. Electrocardiograma

Un electrocardiograma es una representación gráfica de la función eléctrica del corazón, recogida mediante electrodos cutáneos que captan las diferencias de potencial que se producen en él y que se transmiten a través de los tejidos.

1.3.2. Interpretación clínica del electrocardiograma

El sistema de conducción especializado del corazón está diseñado para generar los impulsos eléctricos, transmitir la actividad eléctrica rápidamente, coordinar los momentos de contracción de los atrios y ventrículos y responder ante las modulaciones del sistema nervios simpático y parasimpático (Santamarina PG, 2004). El ECG está formado por

ondas, intervalos y complejo que se forman por la representación de los eventos eléctricos del corazón en imágenes gráficas y son:

- Onda P: Despolarización auricular causada por la propagación de la actividad eléctrica del nódulo S-A a través de la musculatura auricular.
- Segmento P-R: Retardo nodal
- Complejo QRS: Despolarización ventricular coincide con la propagación del impulso eléctrico sobre el fascículo A-V y sus ramas sobre la musculatura ventricular.
- Intervalo Q-T: Se relaciona con la actividad auricular.
- Segmento ST Y Onda T: Repolarización ventricular.

4. Derivaciones electrocardiográficas y triangulo de Einthoven (Santamarina PG, 2004; Montoya Alonso & Ynaraja Ramírez, 2007).

1.3.3. Derivaciones bipolares I, II, III.

Se obtienen a partir de cuatro cables (solo dos son exploratorios), que se colocan cada uno en una extremidad. De manera que I, II y III describen un triángulo equilátero o triángulo de Einthoven, que está formado por las piernas y los brazos, con el corazón en el centro:

- Derivación I Considera el miembro anterior izquierdo como positivo y al derecho como negativo.
- Derivación II Considera el miembro anterior izquierdo positivo y al miembro anterior derecho negativo.
- Derivación III Considera el miembro anterior izquierdo como positivo y al miembro anterior izquierdo negativo.

La Ley de Einthoven dice que el potencial de II debe ser igual a la suma de los potenciales de I y III, en caso de no cumplirse estaríamos ante una mala colocación de los electrodos.

Derivaciones monopolares aumentadas

Las derivaciones monopolares se localizarían en los vértices de dicho triángulo. Para obtener el registro de estas, los 4 electrodos se colocan de la misma forma que en las bipolares (en esta derivación los cables exploratorios son 3) y seleccionar desde el mando del electrocardiógrafo la derivación deseada:

- Derivación aVR Considera al miembro anterior derecho positivo y a los miembros, anterior izquierdo y posterior izquierdo negativos.
- Derivación aVL Considera al miembro anterior izquierdo positivo y a los miembros, anterior derecho y posterior izquierdo negativos.
- Derivación aVF Considera al miembro posterior izquierdo positivo y a los miembros anteriores izquierdo y derechos negativos.

Se pueden desplazar los ejes de las derivaciones de los miembros al centro del triángulo que forman, obteniendo un sistema de referencia hexaaxial, quedando separado cada eje 30° del contiguo, permitiendo dar una orientación espacial del vector resultante de la actividad eléctrica del corazón.

Cada derivación de los miembros toma un registro desde distinto ángulo; por lo tanto, cada derivación (I, II, III, aVR, aVL y aVF) es un aspecto diferente de la misma actividad cardíaca.

Derivaciones precordiales

Estas derivaciones permiten estudiar al corazón en un plano transversal a la altura de la unión auriculoventricular, en la base del corazón. Para esto se requiera la colocación de 6 electrodos que son la CV5RL, CV6LL, CV6LU y CV10, que corresponden respectivamente con las derivaciones V1, V2, V4, y V10 (V6 en medicina humana).

Para Obtener las derivaciones precordiales, se colocan los cuatro electrodos habituales y un electrodo positivo en cada uno de los siguientes puntos del tórax:

- CV5RL quinto espacio intercostal derecho a nivel paraesternal.
- CV6LL sexto espacio intercostal izquierdo a nivel paraesternal.
- CV6LU sexto espacio intercostal izquierdo a nivel costocentral.
- CV10 sobre el proceso espinoso de la séptima vértebra torácica.

Resultado de una extensa búsqueda de información, únicamente se pudo obtener la tesis de maestría publicada por Rocha en 2009, en donde realizo la determinación de valores electrocardiográfico en félidos salvajes de la amazonia, criados en cautiverio en el estado de Paraná en el que se incluyen las especies jaguar (*Pantera onca*), Ocelote (*leopardus pardali*), Tigrillo (*leopardus wiedii*) y yaguarundi (*herpailurus yaguarondi*) contenidos mediante el uso de ketamina y xilacina. En sus resultados, reporta los valores electrocardiográficos de 9 jaguares obtenidos en decúbito lateral derecho empleando electrodos de pinza en colocación estándar y analizados en la derivación DII.

Planteamiento del problema

Dentro de la estrategia nacional de conservación del jaguar, no se tienen contemplados estudios de medicina preventiva o para la determinación del estado de salud in-situ o ex-situ para un correcto manejo y reintroducción de los mismos, por lo que consideramos que este estudio es importante para aportar información del estado de salud en los jaguares de algunas zonas de México.

Justificación

En fauna silvestre, pocos o nulos son los reportes y publicaciones de informes de casos clínicos y/o investigación cardiovascular, específicamente en felinos y aún más en jaguares, por lo que es importante realizar trabajos como el que se plantea en este documento y en las condiciones en cautiverio en nuestro país, para aportar información que sea de interés y uso, tanto para el Médico Veterinario Zootecnista como para el conservacionista.

Hipótesis

Los valores de la función eléctrica cardíaca obtenidos por electrocardiografía en derivaciones estándar, en jaguares ex – situ en México son similares a los reportados en otros países.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Determinar las características cualitativas y cuantitativas de la función eléctrica cardíaca de jaguares (*Panthera onca*) ex-situ en México y proponer valores de referencia para la especie.

Objetivos específicos:

Analizar cualitativa y cuantitativamente registros electrocardiográficos.

Proponer valores electrocardiográficos de referencia para la especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en 7 centros de conservación del norte, centro y sur de la República Mexicana que en total albergan 22 ejemplares de jaguar, se hicieron solicitudes a encargados, MVZ y dueños para realizar estudios electrocardiográficos, eco cardiográficos, así como estudios complementarios para evaluar su estado de salud; con el objetivo de realizar una propuesta de valores electrocardiográficos de referencia. Como parte de la toma de muestras, se realizó la contención química de cada uno de los ejemplares a cargo de cada centro de conservación y de acuerdo a los propósitos de esta evaluación por los métodos aquí descritos:

Restricción física

Como regla general, los felinos salvajes son dardeados en todo momento desde puntos ciegos en sus recintos o pueden ser atrapados mediante cebos o trampas e inyectarlos a mano. Los animales cautivos en algunos casos pueden ser inyectados empleando poste con jeringa o de manera manual. Los felinos pequeños, individuos dóciles y juveniles, pueden ser restringidos manualmente por inyección, inducción de gas o sujeción (Imagen 1).



Imagen 1. Sujeción de cachorro de jaguar por restricción física para su auscultación cardiovascular.

Dardo a distancia

El dardeo remoto se usa comúnmente en felinos mayores a 20kg (McKenzie & Burroughs, 1993). Se puede usar un rifle, pistola de golpe o cerbatana dependiendo de la distancia, pero la velocidad del dardo debe ser controlada para prevenir traumatismos excesivos y fracturas en los sitios de impacto (Meltzer, 1999). Los sitios de inyección más comunes son las masas musculares de la extremidad posterior y menos comúnmente, los hombros en grandes felinos. El tamaño del dardo limita el volumen del fármaco a inyectar y es generalmente de 3 o 5 ml. Las ventajas del dardo incluyen la administración segura del fármaco para el operador, la reducción del estrés y la capacidad de inmovilizar remotamente a un animal. Las desventajas incluyen, el fracaso de dardos (se pueden necesitar múltiples inyecciones) y las probabilidades de traumatismos en tejidos blandos o fracturas óseas (Imagen 2) (Meltzer, 1999; Nielsen, 1999).



Imagen 2. Inyección en masas musculares de la extremidad posterior

Jaula de compresión, Kennel y Trampas

Las jaulas de empuje, permiten el uso de los palos o postes de inyección o la inyección intramuscular directa (IM). Las ventajas de esta técnica incluyen, menos posibilidades de fracaso o trauma de inyección, ya que la aplicación es directa en la masa muscular, pero las desventajas pueden incluir un aumento del estrés comparado con el lanzamiento (dardo) y el riesgo de lesión (dientes rotos) por mordida de las barras de metal o palo durante la inducción. Las jaulas trampa con cebo son el mejor método de captura para muchos animales pequeños de vida libre (De Wet, 1993; Ferreras *et al.*, 1994; Grassman *et al.*, 2004; Nielsen, 1999). Otros animales cautivos pueden ser inducidos en una jaula pequeña, mientras se mantienen presionados con palos de madera (Meltzer, 1999). La cola y las patas traseras se tiran a través de la barra y el anestésico se puede inyectar por vía Intravenosa (IV) en la vena safena medial (Imagen 3).



Imagen 3. Aplicación de anestésico a través de jaula de compresión

Contención manual

Los animales menores de 16 kg y los juveniles pueden ser anillados o capturados manualmente por manipuladores experimentados, usando guantes o toallas (McKenzie & Burroughs, 1993). La anestesia puede ser inducida por inyección IM directa o inhalación de gas. Las ventajas de la sujeción manual incluyen velocidad y precisión de la inyección, pero el personal debe ser experimentado y cuidadoso para evitar traumatismos de dientes afilados y garras. La experiencia general para el felino puede ser más traumática aunque los efectos secundarios cardiovasculares (arritmogénico e hipotensión) de la inducción de gas pueden ser más graves que si se hubieran dado. Las cámaras de inducción, son una valiosa alternativa para los pacientes pequeños que no toleran la restricción física o la inyección manual.

Entrenamiento conductual para la inyección

Los felinos cautivos pueden ser entrenados para la inyección IM o IV voluntaria. Tigres, guepardos, leones africanos, pumas, leopardos y otras especies han sido entrenados para este procedimiento. Clínicamente, el estrés disminuye, las inducciones son más suaves, son posibles dosificaciones más bajas y el veterinario no es percibido como una amenaza, lo que es ventajoso para revisiones visuales posteriores. El entrenamiento conductual para la inyección, es el método ideal para la inducción y debe ser estimulado en todas las instituciones cautivas. Esto requiere tiempo dedicado por los entrenadores de animales, la coherencia en las rutinas y que los animales estén dispuestos a participar en ellas.

Sedación oral

Aunque la sedación oral ha demostrado ser eficaz en gatos domésticos (especialmente detomidina 0,5 mg / kg y ketamina 10 mg / kg), en los felinos exóticos la

sedación oral se utiliza principalmente como un premedicante para disminuir el estrés de dardeo al animal y no como un único agente de inducción (Grove & Ramsay, 2000; Wetzel & Ramsay, 1998), su administración es poco confiable y su absorción errática hace que sea menos predecible para su uso como un único agente de inducción en los félidos potencialmente peligrosos (West *et al.*, 2014)

Inmediatamente después de que el animal sea dardeado, se debe llevar un control de la respiración, Frecuencia Respiratoria (Fr 8-24 respiraciones/minuto) y frecuencia cardíaca (Fc 70 – 140 latidos/minuto), se debe recoger el dardo (evitar manipular la aguja) y colocarlos en un lugar seguro. Lo mejor es que una persona tome inmediatamente los parámetros fisiológicos, mientras que una segunda esté a cargo del dardo. El sitio del dardo en el animal no debe ser tocado para evitar el contacto con los residuos de drogas y la sangre. Las personas que tendrán contacto con el animal inmovilizado, deben usar guantes de látex durante el procedimiento de inmovilización para evitar la transmisión de enfermedades antropozoonóticas y zoonóticas. El animal debe colocarse en una posición que le permita respirar fácilmente (Deem, 2004).

Previo ayuno y una vez inmovilizados los ejemplares, empleando el protocolo anestésico que utiliza rutinariamente cada centro, se realizaron: Examen físico general, examen cardiovascular, registros de presión arterial indirecta por esfigmomanometría o pletismografía en la base de la cola, registro electrocardiográfico de tres derivaciones con electrodos tipo pinza en colocación estándar, previa aplicación de gel conductor entre el electrodo y la piel; todo lo anterior, permitió determinar por un lado, los valores fisiológicos, como función cardíaca, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, presión arterial, tiempo de llenado capilar, etc., y por otro lado la detección de alteraciones

cardíacas adquiridas o congénitas y del análisis de valores registrados, hacer una propuesta de valores de referencia para ésta especie.

El manejo de los animales se realizó conforme al “Manual del programa de salud del jaguar” (WCD 2016) para asegurar que se recopilen los mismos datos en cada inmovilización.

El animal debe ser puesto en una posición en la que pueda respirar fácilmente, preferiblemente en recumbencia lateral (acostado de lado). La cabeza y el cuello deben de ponerse en una posición que permita que el aire pase a través de la boca. La cavidad oral debe ser mantenida en una posición inferior a la del cuello de forma que si hay sialorrea ésta corra fuera del ocico y no hacia la tráquea.

Una vez que el animal esté anestesiado y puesto en la posición adecuada, se deben proteger los ojos. Se aplicará un gel oftálmico en ambo, para prevenir que éstos se deshidraten (durante algunas anestias los ojos permanecen abiertos) por la ausencia del reflejo palpebral; adicionalmente, se colocará una toalla de material no abrasivo sobre los ojos, para protegerlos del sol y del polvo. Tapando los ojos también se minimiza cualquier estímulo visual que puede ser contraproducente durante una anestesia. En el sitio donde el dardo penetró la piel, se aplicará un antiséptico como betadine (solución de yodo) tópico y un matagusano o repelente de moscas.

Registro de presión arterial

La medición de la presión arterial (PA), se puede realizar por métodos directos e indirectos. Los métodos directos como el cateterismo, son más exactas aunque son invasivas y por tanto de alto riesgo y costo. Los métodos indirectos se estiman, valiéndose de aparatos, como el esfigomanómetro.

Los lugares más comunes realizar la toma de PA son:

Base de la cola (arteria coccígea), miembro anterior (cefálica), miembro posterior (safena), otro punto importante, es que el ancho del manguito a utilizar, debe ser de aproximadamente el 40% de la longitud del miembro o cola donde se coloca, ya que un manguito muy ancho subestima la PA y uno muy angosto la sobrestimara, estudios recientes indican que sería más conveniente que el ancho del manguito fuese del 30% (Belerenian, 2001).

Electrocardiografía

La electrocardiografía tiene una enorme importancia en Medicina Veterinaria. La información que nos ofrece en relación con la frecuencia cardíaca, ritmo cardíaco, desviación del eje, agrandamiento de las cámaras cardíacas o anormalidades de la conducción supone un complemento inestimable en el marco de la cardiología veterinaria(Santamarina PG, 2004).

Desde el punto de vista eléctrico, se considera al cuerpo animal como un cilindro inspeccionable desde tres puntos de vista: frontal, horizontal y sagital. En la práctica, la exploración electrocardiográfica del corazón se realiza en el plano frontal con las derivaciones estándar y las unipolares de los miembros. El plano horizontal se explora con las derivaciones precordiales, por la derivación o eje que extiende una línea hipotética que conecta dos electrodos en la superficie del cuerpo; los electrodos deben encontrarse equidistantes al dipolo cardíaco para que sus registros queden en la misma escala de medida. Convencionalmente al electrodo negativo se le denomina “de referencia” y al positivo “de registro” o “explorador”. Cuando el dipolo o vector de activación ventricular se dirige hacia el electrodo explorador, se registra un trazo positivo, es decir hacia arriba de la línea basal isoelectrica. Pero si el vector se aleja del electrodo de registro, se desplaza en

sentido opuesto y se obtiene el registro de un trazo negativo (hacia abajo de la línea basal isoeléctrica) este hecho, enfatiza la necesidad de utilizar múltiples derivaciones, que sean capaces de captar en forma clara los distintos vectores de activación ventricular, de acuerdo con los distintos ángulos que se exploren, para lograr una mejor evaluación de la función del miocardio(López Cedillo *et al.*, 2009).

La valoración de los registros se efectuó de manera cualitativa en cuanto a su morfología de ondas, intervalos, complejo y cuantitativa por medición de los mismo en valoración de duración segundos y amplitud en mili Volts (mV).

Las mediciones se hicieron por 3 observadores diferentes, con la finalidad de reducir el error por operador y además se usaron las medias más los coeficientes de intervalo.

Los ejemplares se dividieron en dos grupos según el análisis cualitativo de los electrocardiogramas; Grupo 1 ejemplares que no presentaron alteración alguna y nacidos en cautiverio y el Grupo 2 de ejemplares enfermos, nacidos y mantenidos en cautiverio en los que se presentó alguna alteración.

Para fines del presente trabajo, se consideraron únicamente los animales del grupo 1 y se realizó el análisis cuantitativo del registro electrocardiográfico en la derivación II. Los valores obtenidos fueron estadísticamente evaluados usando un análisis descriptivo, calculando la media y la desviación estándar utilizando el programa estadístico IBM SPSS 20 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Con los resultados obtenidos, se proponen valores de referencia para la especie en México.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El electrocardiograma provee información relevante sobre la actividad eléctrica y remodela miento cardiaco. Sin embargo, parámetros anormales sugieren, pero no identifican enfermedades cardiacas estructurales. El electrocardiograma es una herramienta útil para el diagnóstico principalmente de arritmias y puede proporcionar información sobre el estado del miocardio debido a las deflexiones e intervalos registrados, los cuales son frecuentemente alterados por factores patológicos o fisiológicos (Larsson *et al.*, 2012). El electrocardiograma es útil en el diagnóstico de alteraciones en la conducción cardiaca y agrandamiento de la cámara cardíaca (Omóbòwálé *et al.*, 2017). El electrocardiograma permite obtener información crítica sobre la función electrofisiológica cardiaca, especialmente el efecto de drogas experimentales en estudios toxicológicos sobre varios parámetros como es la conducción, despolarización y repolarización, los cuales no pueden ser medidos por otros métodos (Hanton & Rabemampianina, 2006).

Reportes sobre el uso de electrocardiografía en animales silvestre son limitados y están relacionados con una evaluación asociada con la utilización de anestesia. Los procedimientos diagnósticos y terapéuticos, transporte y translocación de la mayoría de especies silvestre son posibles utilizando contención química. Por lo tanto, son importantes para monitorear el sistema cardiovascular con el objetivo de minimizar o mitigar el riesgo asociado con la anestesia (Larsson *et al.*, 2008).

Varias combinaciones de drogas han sido utilizadas para la inmovilización de felinos y la elección de drogas está influenciada por factores como la disponibilidad, experiencia en su uso, combinaciones y costo de las drogas, tamaño y especie de los felinos, duración y propósito del procedimiento, así como estado de salud del animal (Gunkel & Lafortune, 2007). Varios de los procedimientos clínicos que se llevan a cabo en

animales exóticos con mínimas restricciones requieren utilizar agentes anestésicos, por seguridad de los profesionales y los animales de zoológico (Vesal & Tabatabaei, 2007). La anestesia disociativa de ketamina combinada con el agonista α -2 adrenoreceptor de xilacina es ampliamente utilizada en leones y tigres (Larsson *et al.*, 2008). El efecto cardiovascular depresivo de la xilacina es ampliamente conocido; mientras que la ketamina tiene propiedades cardio-estimulantes. El efecto estimulante de la ketamina sobre el sistema cardiovascular puede ser prevenido o disminuido por el uso de agonista α -2, debido a la reducción de la actividad simpática (Larsson *et al.*, 2008).

En este estudio, los animales que no presentaron alteraciones en su estado de salud tanto general como cardiológica se agruparon en el grupo 1, el cual fue conformado con 15 ejemplares. Los resultados para todos los ejemplares de los valores electrocardiográficos analizados son mostrados en el Cuadro 2, los valores que se consideraron fueron: onda P, Amplitud (mV) y duración (segundos); amplitud y duración del complejo QRS, así como la duración de T y del intervalo QT.

Es intrínsecamente difícil establecer parámetros cardiovasculares normales de animales salvajes debido a que deben ser contenidos químicamente o ser manipulados de forma segura. Si la sedación no es utilizada, virtualmente todos ellos estarían estresados. Esto puede conducir a una estimulación simpática. En contraste, se esperan efectos estimulantes o depresores sobre el sistema cardiovascular de las drogas utilizadas para la inmovilización química (Larsson *et al.*, 2008).

Cuadro 2. Descripción de valores individuales registrados del ECG de jaguares
(*Panthera onca*).

Onda P		Complejo QRS		Polaridad onda T (%)	Intervalo PQ	Intervalo QTc (s)
Duración (s)	Amplitud (mV)	Duración (s)	Amplitud (mV)			
0.216	124	.108	049	0.264	.315	843
0.216	253	.105	798	0.244	.385	442
0.06	104	.049	838	0.104	.187	396
0.117	153	.068	88	0.209	.125	943
0.051	076	.088	484	0.19	.11	498
0.134	171	.144	288	0.181	.18	039
0.092	138	.084	629	0.213	.156	419
0.096	085	.052	47	0.2	.167	018
0.151	158	.116	222	0.186	.186	191

	0	0.	0	0.		0	13.
0	.086	124	.056	642	0.068	.147	338
	0	0.	0	0.		0	20.
1	.111	055	.071	646	0.102	.149	692
	0	0.	0	0.		0	10.
2	.061	123	.061	439	0.119	.133	784
	0	0.	0	0.		0	12.
3	.072	102	.076	32	0.072	.133	778
	0	0.	0	1.		0	37.
4	.146	152	.08	009	0.191	.187	531
	0	0.	0	0.		0	22.
5	.119	155	.049	636	0.148	.17	425

(s) = segundos; (mV) = milivolts

En el cuadro 3, se muestra la media y desviación estándar de los valores obtenidos en este estudio, así mismo se comparan estos valores con los observados por diferentes autores. En este trabajo, la amplitud media de la onda P (s), onda P (mV) y complejo QRS (s) mostraron ligeras variaciones entre los jaguares; por otro lado, Onda T e intervalo PQ mostraron variaciones, mientras que en el complejo QRS (mV) e intervalo QT mostraron las mayores variaciones entre los animales. Los valores observados para la amplitud media de la onda P (s), onda P (mV), complejo QRS (s) podrían no ser consideradas clínicamente relevantes. La duración de la onda P (s) para los valores de la media y desviación estándar de los jaguares fueron diferentes a los reportados en gato leopardo (*Panthera Leopardus*), león (*Panthera Leo*) y tigre (*Panthera Tigris*). Por otro lado, los valores de la onda P (mV) en jaguares fueron similares a los observados en gato leopardo. Además, el complejo QRS (s) fue similar a los reportados en gato leopardo. Por último, los valores observados en este estudio para jaguares fueron similares a los reportados en león. En general, la variabilidad en la onda (forma y amplitud) del electrocardiograma puede ser atribuida a varios factores como a la anatomía topográfica del corazón dentro del tórax, posición del corazón en relación a las extremidades, y mecanismos de los ventrículos (Ahmed *et al.*, 2016).

Cuadro 3. Comparación de media y desviación estándar de diferentes variables analizadas del ECG de felinos

	Jaguar <i>(Panthera onca)</i>	Gato <i>leopardo (Leopardus tigrinus)*</i>	León <i>(Panthera leo)^o</i>	Tigre <i>(Panthera tigris)^{oo}</i>
variable	n=15	n=33	n=27	n=13
V				
Onda P (s)	0.11±0.04	0.05±0.07	0.06±0.01	0.05±0.01
Onda P (mV)	0.13±0.04	0.13±0.05	0.09±0.04	0.09±0.03
Complejo QRS (s)	0.08±0.02	0.05±0.01	0.07±0.01	0.17±0.04
Complejo QRS (mV)	0.74±0.30	-	-	-
Onda T	0.14±0.06	-	-	-
Intervalo PQ	0.17±0.06	0.10±0.08	0.18±0.14	0.05±0.01
Intervalo QT	25.92±19.58	-	0.31±0.02	0.26±0.03

(s) = segundos; (mV) = milivolts. ^o(Oda *et al.*, 2009); ^{oo}(Larsson *et al.*, 2008)

CONCLUSIONES

Los valores electrocardiográficos propuestos sirven como una guía para el monitoreo de jaguares, estos se determinaron de manera sistemática y controlada por tres personas diferentes para disminuir el sesgo por error humano, concluyendo que estos datos pueden ser útiles como referencia para clínicos veterinarios para el diagnóstico de

parámetros anormales electrocardiográficos en jaguares. Es necesario continuar con estudios que incluyan más especímenes y la combinación de otras drogas para construir una base de datos sobre electrocardiografía en jaguares.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte del proyecto registrado y con financiamiento externo (PRODEP-CA298/2016 y VIEP BUAP 0114/2017), denominado “Caracterización del estado de salud de los jaguares (*Panthera onca*) ex situ en México”, cuyo grupo multidisciplinario que realizó estos estudios, está conformado por diversos especialistas que, en participación conjunta, abordaron el estudio del estado de salud de los ejemplares, de manera integral y que además, fue capaz de generar conocimiento publicable para la comunidad científica y estudiantes de licenciaturas como Médicos Veterinarios Zootecnistas, Biología e Ingenieros Agro Zootecnistas.

REFERENCIAS

Ahmed, J. A., Nashiruddullah, N. and Konwar, D. (2016). The Surface Electrocardiogram in Unanesthetized Adult Domestic Cats (*Felis catus*). *Journal of Animal Research*, **6**, 809.

Belerenian, G. C., Camacho, A. A., & Mucha, C. J. (2001). *Afecciones cardiovasculares en pequeños animales*, Inter-Médica.

Blood, D. C. and Radostits, O. M. (1992). *Medicina veterinaria: libro de texto de las enfermedades del ganado vacuno, ovino, porcino, caprino y equino*.

Carrera-Treviño, R., Cavazos, J. J., Briones-Salas, M. and Lira-Torres, I. (2016). Registro actual del jaguar *Panthera onca* (Carnivora: Felidae) en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey, Nuevo León, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, **87**, 270-275.

Ceballos, G., Chávez, C., List, R., & Zarza, H. (2007). Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas. *Conservación y manejo del jaguar en México*, 225.

CONANP and , S. (2010). Ficha de identificación. In *Ficha de identificación México*.

CONANP, T. (2009). Programa de Manejo Integral de Fuego Reserva de la Biosfera El Ocote. *Chiapas, México*.

Cunningham, J. and Klein, B. (2013). *Fisiología veterinaria* Quinta edición. Barcelona: Elsevier.

De La Federación, D. O. (2002). Norma oficial mexicana NOM-059-ECOL-2001. *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, 6.

De Wet, T. (1993). Physical capture of carnivores. In *Capture, care, accommodation and transportation of wild African animal* pp. 255-262. Wildlife Decision Support Services and the South African, Pretoria.

Deem, S. L. (2004). Capture and immobilization of free-living jaguars (*Panthera onca*). *Hemoglobin*, 23, 166.

Deem, S. L. and Karesh, W. (2005). Manual del programa de salud del jaguar. Wildlife Conservation Society.

Ferreras, P., Aldama, J. J., Beltran, J. F. and Delibes, M. (1994). Immobilization of the endangered Iberian lynx with xylazine-and ketamine-hydrochloride. *Journal of Wildlife Diseases* 30 (1), 65-68.

Galindo-Leal, C. (2009). *Panthera onca*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.

Grassman, J., , L. I., Austin, S. C., Tewes, M. E. and Silvy, N. J. (2004). *Comparative immobilization of wild felids in Thailand.*, *Journal of Wildlife Diseases*.

Grossman, S. Y. and Sisson, S. (1982). Anatomía de los animales domésticos. ED.

Grove, D. M. and Ramsay, E. C. (2000). Sedative and physiologic effects of orally administered α 2-adrenoceptor agonists and ketamine in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 216, 1929-1932.

Gunkel, C. and Lafortune, M. (2007). Felids. *Zoo animal and wildlife immobilization and anesthesia*, 443-457.

Hanton, G. and Rabemampianina, Y. (2006). The electrocardiogram of the Beagle dog: reference values and effect of sex, genetic strain, body position and heart rate. *Laboratory animals*, **40**, 123-136.

Larsson, M. H. M., Coelho, F. M., Oliveira, V. M., Yamaki, F. L., Pereira, G. G., Soares, E. C., Fedullo, J. D. L., Pereira, R. C. and Ito, F. H. (2008). Electrocardiographic parameters of captive lions (*Panthera leo*) and tigers (*Panthera tigris*) immobilized with ketamine plus xylazine. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, **39**, 314-319.

Larsson, M. H. M. A., Pellegrino, A., Oliveira, V. M. C., Prada, C. S., Fedullo, J. D. L. and Junior, C. E. L. (2012). Electrocardiographic parameters of captive tufted capuchins (*Cebus apella*) under chemical immobilization. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, **43**, 715-718.

López Cedillo, M. A., Gómez Villalobos, J. and Reynoso Palomar, A. R. (2009). *Determinación de parámetros de función cardiovascular en rata (WISTAR KYOTO), gato, perro, caballo y gallo*, FMVZ BUAP, PUEBLA, MÉXICO.

López González, C. A. (2005). EL jaguar en México. *Especies*, 10 -16.

Llanio Navarro, R. and Perdomo González, G. (2003). Propedéutica clínica y semiología médica. Editorial Ciencias Médicas.

McKenzie, A. A. and Burroughs, R. E. J. (1993). Chemical capture of carnivores. The capture and care manual. *Wildlife Decision Support Services, Pretoria*, 224-254.

Meltzer, D. G. A. (1999). Medical management of a cheetah breeding facility in South Africa. In *Zoo and Wild Animal Medicine: Current Therapy 4* pp. 415-435. WB Saunders, Philadelphia.

Montoya Alonso, J. A. and Ynaraja Ramírez, E. (2007). *Manual práctico de electrocardiografía en pequeños animales.*

Nielsen, L. (1999). *Chemical immobilization of Wild and Exotic Animals.*, State University Press, Iowa.

Oda, S. G., Yamato, R. J., Fedullo, J. D., Leomil Neto, M. and Larsson, M. H. (2009). Standardization of some electrocardiographic parameters of captive leopard cats (*Leopardus tigrinus*). *J Zoo Wildl Med*, **40**, 414-420. doi: 10.1638/2007-0023.1.

Omóbòwálé, T., Otuh, P., Adejumobi, O., Abiola, J., Adebisi, T., Ogunro, B. and Adeogun, A. (2017). Electrocardiographic and Blood Pressure Measurements in Captive African Lions (*Panthera leo*) Immobilized with Xylazine-Ketamine Combination. *Nigerian Journal of Physiological Sciences*, **32**, 85-90.

Rocha, V. M. D. (2009). *Parâmetros eletrocardiográficos de felídeos selvagens da Amazônia (Panthera onca, Leopardus pardalis, Leopardus wiedii, Herpailurus yagouaroundi) criados em cativeiro no estado do Pará, tranquilizados com ketamina e cloridrato de xilazina.*, BELÉM, BRAZIL.

Santamarina PG, T. A., Suárez, LuisaRM (2004). Principios básicos en electrocardiografía veterinaria (I): fundamentos. *Consulta de Difusión Veterinaria*, 51.

Seymour, K. L. (1989). *Panthera onca*. *Mammalian species*, 340, 341- 349.

Shively, B. K. (1993). Transesophageal echocardiography in endocarditis. *Cardiology clinics*, **11**, 437-446.

Swenson, J. D. and Bull, D. A. (1999). Intraoperative diagnosis and treatment of pleural effusion based on transesophageal echocardiographic findings. *Anesthesia & Analgesia*, **89**, 309-310.

Tilley, L. P. (1985). *Essentials of canine and feline electrocardiography: interpretation and treatment*, Lea & Febiger.

Vesal, N. and Tabatabaei, N. A. (2007). Immobilization and anesthesia of African Lion (*Panthera leo*) 5 cases.

Villordo Galván, J. A. (2010). The jaguar (*Panthera onca*) in San Luis Potosí, México. *The Southwestern Naturalist*, 394 - 402.

West, G., Heard, D. J. and Caulkett, N. (2014). *Zoo animal and wildlife immobilization and anesthesia*, John Wiley & Sons.

Wetzel, R. and Ramsay, E. (1998). Comparison of four regimens for intraoral administration of medication to induce sedation in cats prior to euthanasia. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, **213**, 243-245.

ANEXOS

Hoja de examen físico cardiovascular

FICHA DE EXAMEN CLINICO CARDIOVASCULAR:

PROPIETARIO: _____

TELEFONO: _____

NOMBRE _____ ESPECIE _____ RAZA _____

_____ SEXO _____ EDAD _____ HABITAT _____

PESO _____

FECHA _____

ANTECEDENTES NO PATOLÓGICOS:

Inmunización

_____ Dieta

Ingesta agua

_____ Micción

Actividad física

Antecedentes Patológicos (Hereditarios y No Hereditarios)

Padecimiento actual:

MOTIVO CONSULTA

EXPLORACIÓN FÍSICA:

Peso _____ F.C. _____ F.R. _____ T° _____

PASa _____ PASp _____

SÍNTOMAS:

Disnea _____

Dolor _____

Fatiga _____

Palpitaciones _____

Síncope-Lipotimias

SIGNOS:

Estado general

Perdida/ganancia peso

Exploración área precordial: Ruidos cardíacos, presencia de soplos

Pulsos arteriales: intensidad, amplitud, simetría, soplos

Coloración de mucosas y tegumentos (Cianosis central y/o periférica)

Llenado cap.

Ascitis/edema

Perfusión distal

MEDICACIONES

ESTUDIOS DE LABORATORIO Y GABINETE:

Electrocardiograma: Registro de la Derivada DII

Estudios Radiográficos-otros.

PRUEBAS DE LABORATORIO
