

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA

“ANATOMÍA CARDÍACA DEL CARPINCHO (*Hydrochoerus hydrochaeris*)”

Por:

Dicia REY RICHARD

José Ignacio BERRO GALLARDO

TESIS DE GRADO presentada como uno
de los requisitos para obtener el título de

Doctor en Ciencias Veterinarias
Orientación: Higiene, Inspección-Control
y Tecnología de los Alimentos de origen
animal

MODALIDAD: Ensayo experimental

MONTEVIDEO
URUGUAY
2017

PÁGINA DE APROBACIÓN

Presidente de Mesa:

.....

Asist. Martin Lima

Segundo Miembro (Tutor):

.....

Prof. Dr. William Pérez

Tercer Miembro:

.....

Prof. Dr. Alejandro Benech

Fecha: 8/6/17

Autores:

.....

José Ignacio BERRO GALLARDO

.....

Dicia REY RICHARD

AGRADECIMIENTOS

- Al Dr. William Pérez por ofrecer los materiales y las instalaciones del Área para realizar la presente tesis.
- A la Dra. Victoria Sorriba por su ayuda con las radiografías.

TABLA DE CONTENIDO	
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE FIGURAS.....	5
RESUMEN.....	6
SUMMARY.....	7
1.INTRODUCCIÓN.....	8
2.OBJETIVOS.....	12
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS PARTICULARES.....	12
3.MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
4.RESULTADOS.....	16
5.DISCUSIÓN.....	41
7. BIBLIOGRAFÍA.....	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Familia de carpinchos de diferentes edades en un establecimiento de Salto, Uruguay.....	Página 11
Figura 2: Familia de carpinchos de diferentes edades nadando en un establecimiento de Salto, Uruguay.....	Página 11
Figura 3: Vista lateral izquierda de un carpincho adulto luego de remoción de la pared costal y del miembro torácico izquierdo.....	Página 18
Figura 4: Radiografía con vista lateral izquierda de un neonato de carpincho.....	Página 19
Figura 5: Cara auricular de corazón de un carpincho adulto.....	Página 20
Figura 6: Cara auricular de un corazón de carpincho neonato.....	Página 22
Figura 7: Cara caudal y atrial del corazón de carpincho neonato.....	Página 24
Figura 8: Vista interior del atrio derecho del corazón de un carpincho adulto, luego de incisión de la aurícula por su borde libre ventral.....	Página 25
Figura 9: Vista proximal de la cara auricular del corazón de un carpincho adulto.....	Página 27
Figura 10: Vista interior del ventrículo derecho de un carpincho adulto.....	Página 28
Figura 11: Vista interior de la pared marginal del ventrículo derecho de un carpincho adulto.....	Página 30
Figura 12: Vista interior de la pared septal y sus formaciones carnosas del ventrículo derecho de un carpincho adulto.....	Página 31
Figura 13: Vista interior del ventrículo izquierdo de un carpincho adulto.....	Página 33
Figura 14: Vista interior del ventrículo izquierdo de un carpincho adulto.....	Página 34
Figura 15: Vista interior del ventrículo izquierdo de un carpincho adulto.....	Página 35
Figura 16: Vista auricular de un corazón de neonato de carpincho con las arterias inyectadas con látex coloreado.....	Página 37
Figura 17: Vista caudal de un corazón de neonato de carpincho con las arterias inyectadas con látex coloreado.....	Página 38
Figura 18: Vista caudal de un corazón de carpincho adulto con las arterias inyectadas con látex coloreado.....	Página 39
Figura 19: Parte distal de ambos ventrículos alrededor del ápex en un corazón de carpincho adulto.....	Página 40

RESUMEN

La información disponible sobre el aparato cardiovascular del carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*) es muy escasa. El objetivo general de la tesis fue describir la anatomía cardíaca de esta especie. Se utilizaron 6 animales adultos y 5 neonatos, libres de patologías del aparato cardiovascular, procedentes de establecimientos y zoológicos de Maldonado. El método de estudio de los animales fue la disección simple o con el uso de microscopio estereoscópico binocular y en dos recién nacidos se realizaron arteriografías de la cavidad torácica. El corazón del carpincho estaba ubicado desde el segundo espacio intercostal hasta la sexta costilla. El ligamento frenicopericárdico unía el pericardio fibroso al esternón y al diafragma. Los surcos y los principales vasos de su superficie estaban muy poco cubiertos por grasa subepicárdica. El tubérculo intervenoso era de escaso desarrollo. En la aurícula derecha se encontraban escasos músculos pectinados. Los músculos papilares derechos presentaban extendidos entre ellos trabéculas septomarginales. Las trabéculas carnosas presentaban un marcado desarrollo sobre la pared marginal del ventrículo derecho y formaban un enrejado tridimensional que delimitaban anfractuosidades profundas con uniones entre ellas que a veces eran pequeñas trabéculas septomarginales. También había trabéculas carnosas sobre la pared septal, que sin embargo era algo más lisa, pero con trabéculas más grandes. Los músculos papilares izquierdos eran dos, situados opuestos uno al otro y sobre la pared septal. Ambos músculos papilares eran simples y emitían cuerdas tendinosas hacia ambas cúspides de la válvula atrioventricular izquierda. Aparte estos músculos también daban inserción a trabéculas septomarginales izquierdas. Este ventrículo presentaba un marcado grado de desarrollo de las trabéculas carnosas, especialmente sobre la pared septal; las mismas eran menos numerosas que a la derecha, pero más desarrolladas y situadas sobre casi toda la extensión del ventrículo. Entre las trabéculas carnosas se extendían pequeñas trabéculas septomarginales izquierdas (*Trabeculae septomarginales sinistrae*). Entre ambos músculos papilares existía una gran trabécula carnosa que ocupaba gran parte de la extensión dorsoventral de la pared septal del ventrículo izquierdo. Desde esa trabécula carnosa, oblicuamente y hacia ventrocaudal se extendía la mayor trabécula septomarginal izquierda que iba hacia la mitad del músculo papilar subatrial. De la parte caudal de este músculo también salían trabéculas septomarginales izquierdas. De ambas arterias coronarias, la arteria coronaria izquierda que surgía del seno coronario izquierdo de la aorta era la más importante, de mayor tamaño y de mayor distribución, encargándose de la irrigación de la mayoría del territorio cardíaco. La rama interventricular paraconal acompañada por la gran vena cardíaca se dirigía por el surco interventricular paraconal y terminaba sobre el borde ventricular derecho anastomosándose con la rama interventricular subsinusal que venía por el surco del mismo nombre. Con otras técnicas, es necesario realizar estudios histológicos, semiológicos y fisiológicos en el corazón de esta especie para entender mejor su anatomía y fisiología.

SUMMARY

Information on the cardiovascular apparatus of the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) is very scarce. The general objective of the thesis was to describe the cardiac anatomy of this species. Six adult animals and five cubs from Maldonado establishments and zoos which were free from cardiovascular disease were used. The method of study of the animals was simple dissection or by stereoscopic binocular microscope. Arteriographies of the thoracic cavity were performed in two cubs. The heart of the capybara was located from the second intercostal space to the sixth rib. The phrenicopericardial ligament connected the fibrous pericardium to the sternum and the diaphragm. The grooves and major vessels on its surface were very little covered by subepicardial fat. The intervenous tubercle was poorly developed. In the right atrium, there were few pectinated muscles. The right papillary muscles had insertions of septomarginal trabeculae. The carnosus trabeculae showed a marked development on the marginal wall of the right ventricle and formed a three-dimensional network that delimited deep amphractions with joints between them that were sometimes small septomarginal trabeculae. There were also carnosus trabeculae on the septal wall, which however was somewhat smoother, but with larger trabeculae. The left papillary muscles were two, located opposite each other and on the septal wall. Both papillary muscles were simple and they sent tendinous cords to both cusps of the left atrioventricular valve. Apart from these muscles, they also gave insertion to the left septomarginal trabeculae. This ventricle presented a marked degree of development of the carnosus trabeculae, especially on the septal wall. They were less numerous than on the right, but they were more developed and located over almost the entire length of the ventricle. Among the carnosus trabeculae there were small left septomarginal trabeculae (*Trabeculae septomarginales sinistrae*). Between both papillary muscles there was a large carnosus trabecula that occupied much of the dorsoventral extension of the septal wall of the left ventricle. From this carnosus trabecula, obliquely and towards ventrocaudal was extended the largest left septomarginal trabecula that went towards the middle of the subatrial papillary muscle. Of both coronary arteries, the left coronary artery that arose from the left coronary sinus of the aorta was the most important, of larger size and greater distribution, taking care of the irrigation of most of the cardiac territory. The paraconal interventricular branch accompanied by the large cardiac vein was directed through the paraconal interventricular groove and terminated on the right ventricular border anastomosing with the subsinusal interventricular branch that came through the groove of the same name. With other techniques, it is necessary to perform histological, semiological and physiological studies in the heart of this species in order to understand its anatomy and physiology.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

El carpincho, capibara o chigüire (*Hydrochoerus hydrochaeris*) es una especie de roedor de la familia de los cávidos. Es el roedor viviente de mayor tamaño y peso del mundo. Habita en manadas en regiones de climas tropicales y templados siempre cerca del agua (Figs. 1 y 2), los que van desde los humedales del este de Panamá y de Sudamérica, al norte y oriente de los Andes, hasta el centro de la Argentina (Mones y Ojasti, 1986).

La especie actual evolucionó en América del Sur durante los últimos 10 millones de años y como dice Ojasti (1973): “A pesar de su antigüedad, es una especie vigorosa, bien adaptada y ampliamente distribuida en gran parte de la América tropical.” Es una especie que se encuentra ampliamente distribuida en las zonas de llanos y humedales de Sudamérica, habitando desde Panamá hasta el sur de la provincia de Buenos Aires.

El carpincho puede vivir hasta 10 años en cautiverio, los adultos miden aproximadamente 120 cm de longitud, 55 cm de altura y pesan de 40 a 70 kg.

Esta especie, autóctona en Uruguay, sufre en muchos lugares una fuerte presión de caza, pues es una costumbre muy arraigada (en semana de turismo especialmente) sobre todo por el consumo de su carne. El MVOTMA (Dinama) lo ha declarado una especie protegida, cuya caza no está permitida en nuestro país, los permisos de caza que se dan en algunas épocas del año, no permiten la de ésta especie en ninguna época.

Es un roedor, mamífero, herbívoro, y en la década del 1960 su ecología de campo era casi desconocida, desde entonces muchos estudios de campo se han realizado sobre su ecología, comportamiento y biología, en países como Venezuela, Brasil, Argentina y Colombia.

Los capibaras viven en grupos estables (manadas) y sedentarios de un macho, varias hembras, sus jóvenes y algunos machos subordinados, por lo tanto, las manadas están compuestas por individuos de ambos sexos y de todas las edades (Figs. 1 y 2). Estas manadas poseen una jerarquía establecida en los machos (Ojasti, 1973) y el dominante es el que obtiene la mayoría de los apareamientos, aunque los

subordinados obtienen un porcentaje significativo de éstos (Herrera y Macdonald 1989). Ocupan un área que varía entre 5 y 16 ha (Herrera y Macdonald 1989) y durante la época seca se reúnen alrededor de los pocos cuerpos de agua que permanecen formando asociaciones “veraneras” (Ojasti, 1973).

Los carpinchos requieren sitios secos para descansar y alimentarse y cuerpos de agua para bañarse, beber, copular y refugiarse de algunos depredadores (Ojasti 1973, Ojasti y Sosa Burgos 1985). Se encuentran asociados a varios tipos de hábitats cercanos a cuerpos de agua, como selvas húmedas, bosques secos, matorrales y sabanas (Emmons 1997). Las mayores densidades de carpinchos se encuentran en la zona pantanosa del Mato Grosso brasileño y en las sabanas de Colombia y Venezuela (FAO 1985).

Los estudios anatómicos publicados en revistas científicas del carpincho y que se han realizado en diversos órganos, son del aparato digestivo (de Barros Moraes et al., 2005; de Freitas et al., 2008; Vázquez et al., 2012; Watanabe et al., 2013), aparato reproductor (Moreira et al., 1997; Fernández, 2003), aparato locomotor (Bode et al., 2014; Cao et al., 2015) y sistema linfático (Cao et al., 2009; Bode et al., 2011) entre otros.

Anatomía cardíaca en carpinchos

La anatomía cardíaca en general para el profano es similar en todos los animales, no obstante, incluso en los libros de texto se describen muchas diferencias para los animales domésticos (Getty, 1975; Barone, 2011; König y Liebich, 2015) las cuales son importantes y tienen implicancia funcional.

En roedores, por ser el orden que tiene el mayor número de animales y de especies, hay cientos de trabajos publicados sobre la temática, sin embargo, la mayoría se refieren a su irrigación sanguínea. Muchos de estos artículos han sido consultados y algunos seleccionados (ej: Gray, 1945; Durán et al., 1992). Hasta donde sabemos casi no se han realizado estudios anatómicos sobre la anatomía cardíaca del carpincho. Lo único que se ha publicado se refiere a su vascularización arterial (Tenani et al., 2010).



Figura 1: Familia de carpinchos de diferentes edades en un establecimiento de Salto, Uruguay.

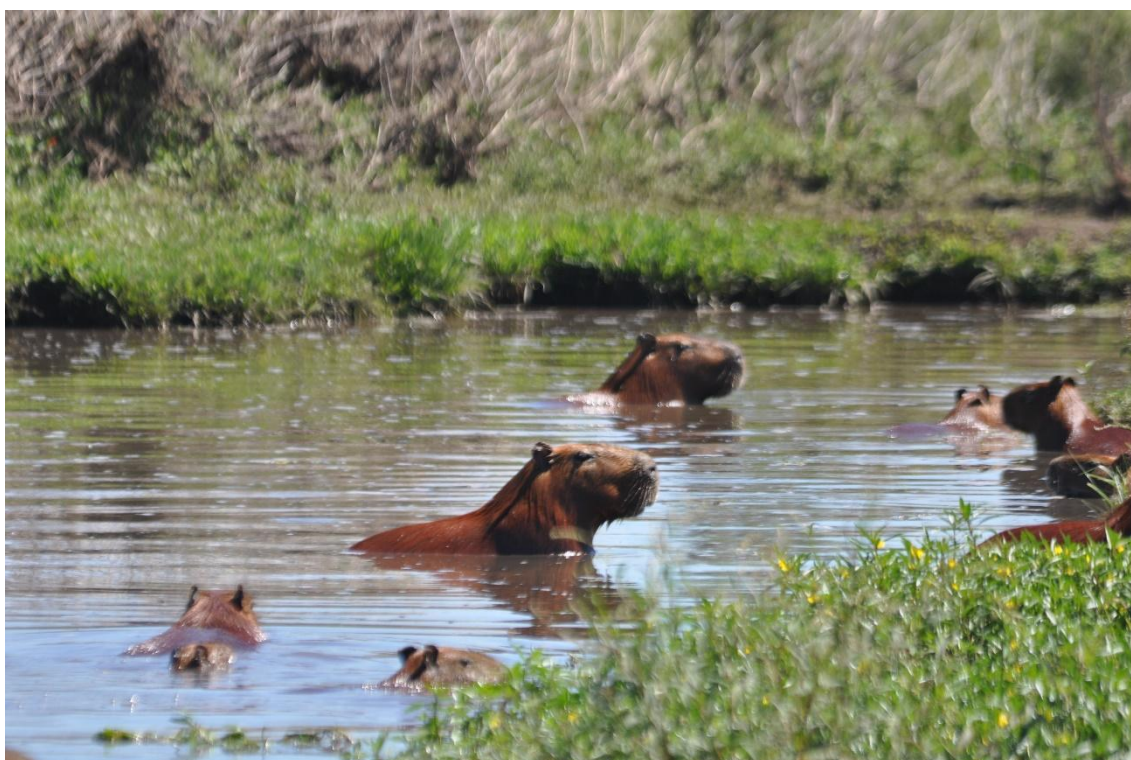


Figura 2: Familia de carpinchos de diferentes edades nadando en un establecimiento de Salto, Uruguay.

El Área de Anatomía ha publicado algunos trabajos en revistas internacionales

relacionados a la anatomía cardíaca en diversas especies (Pérez y Lima, 2006; Lima y col., 2009; Pérez y col., 2008; Pérez y Lima, 2010; Erdoğan y col., 2014).

Por lo tanto, debido a la ausencia de investigaciones sobre la anatomía cardíaca del carpincho y siendo parte de las líneas de investigación del Área de Anatomía, se ha resuelto realizar el presente trabajo de investigación.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

Generar conocimiento de la anatomía cardíaca del carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*)

2.2. Objetivos Particulares:

1. Describir la ubicación topográfica del corazón y describir su pericardio.
2. Describir la distribución de los vasos sanguíneos arteriales y venosos que irrigan al corazón.
3. Describir la conformación exterior e interior del corazón.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

Animales utilizados

El estudio se realizó con animales muertos por causas naturales procedentes de un establecimiento privado, de la Estación de Cría de Fauna Autóctona Cerro Pan de Azúcar (ECFA) y del Zoológico Municipal “Parque Medina” de San Carlos, los tres lugares situados en el Departamento de Maldonado, Uruguay. Se utilizaron 6 animales adultos machos y 5 neonatos que se conservaron congelados a -20° . El peso corporal en los machos adultos fue de $37,1 \pm 7,3$ kg.

Métodos de estudio

El método de estudio de los animales fue la disección simple y con el uso de lupa binocular. Los animales fueron pesados previos a su disección. Para el estudio de los vasos sanguíneos arteriales, en 2 adultos y 2 recién nacidos se inyectó látex coloreado de rojo en la arteria carótida común de un lado del cuello. La repleción del sistema arterial se monitoreó por su aparición en la arteria femoral.

En dos recién nacidos se realizaron arteriografías de la cavidad torácica. La angiografía o arteriografía es una técnica simple y bien conocida, en la cual una radiografía es tomada para visualizar las arterias. Como las arterias tienen la misma radio densidad que los tejidos circundantes, un agente de radio contraste (el cual absorbe los rayos X) es introducido en las arterias para hacer posible la visualización de los vasos. Se inyectó como agente de contraste Iohexol, que se vende bajo los nombres comerciales de Omnipaque y Exypaque. Omnipaque 350 es comúnmente usado en las tomografías computadas para estudios angiográficos. Luego de las

radiografías se inyectó látex coloreado que permitió la visualización de las arterias y la subsecuente disección de las mismas. Esta técnica nosotros ya la habíamos realizado en alpacas, ciervos, conejos, nutrias, delfines y zorrillos con excelentes resultados.

Para los estudios topográficos, previo a la remoción del corazón se retiraron los músculos de las paredes laterales de la cavidad torácica y los músculos intercostales, de forma tal de poder visualizar la ubicación exacta del corazón, disecar los vasos sanguíneos de la cavidad torácica, las relaciones con los pulmones y otros órganos. Los órganos (Corazón, serosas, vasos) se estudiaron in situ antes de ser removidos del animal, centrándose en la topografía, y en la descripción de su irrigación.

Después de estudiar la distribución de los vasos sanguíneos en la cavidad torácica, se removió el corazón incidiendo los grandes vasos a nivel de la base, se pesó el órgano aislado del pericardio, luego ambos ventrículos se incidieron paralelamente al surco coronario e interventriculares, y las dos aurículas se incidieron en su borde libre, con el objetivo de estudiar la conformación interior.

Todos los datos correspondientes al animal y las observaciones realizadas durante la disección junto a las medidas básicas fueron registrados en planillas individuales para cada ejemplar, las que fueron digitalizadas en una etapa posterior y archivadas junto a las fotografías.

A medida que se avanzó en las disecciones se tomaron fotografías para su documentación, estudio y discusión. Cada fotografía fue acompañada de un esquema donde se indicó exactamente las estructuras fotografiadas. Luego de descargadas en la computadora se archivaron en carpetas exclusivas para cada animal.

Para la descripción se utilizó la nomenclatura de la versión online de la Nomenclatura Anatómica Veterinaria (International Committee on Veterinary Gross Anatomical

Nomenclature, 2012).

4 RESULTADOS.

Topografía del corazón, pericardio y principales vasos sanguíneos en la cavidad torácica.

El corazón del carpincho estaba situado en el mediastino medio, con una extensión craneocaudal desde el segundo espacio intercostal hasta la sexta costilla (Figs. 3, 4). De ambos lados y especialmente del lado izquierdo, la superficie cubierta por el pulmón era reducida, quedando el órgano mayormente cubierto por el miembro torácico que se desprendía del tronco desde el codo, ubicado frente al quinto espacio intercostal. Estaba rodeado por el pericardio, fibroso y seroso. La capa parietal del pericardio seroso era inseparable del fibroso. La capa visceral o epicardio estaba completamente unida al miocardio. El pericardio fibroso estaba cubierto por la pleura pericárdica. El ligamento frenicopericárdico unía el pericardio fibroso al esternón y al diafragma (Fig. 3).



Figura 3: Vista lateral izquierda de un carpincho adulto luego de remoción de la pared costal y del miembro torácico izquierdo. 1: Cono arterioso (parte dorsal del ventrículo derecho); 2: Aurícula izquierda; 3: Ventrículo derecho; 4: Ventrículo izquierdo; 5: Ápex cordis; 6: Ligamento frenicopericárdico; 7: Parte carnosa periférica del diafragma.

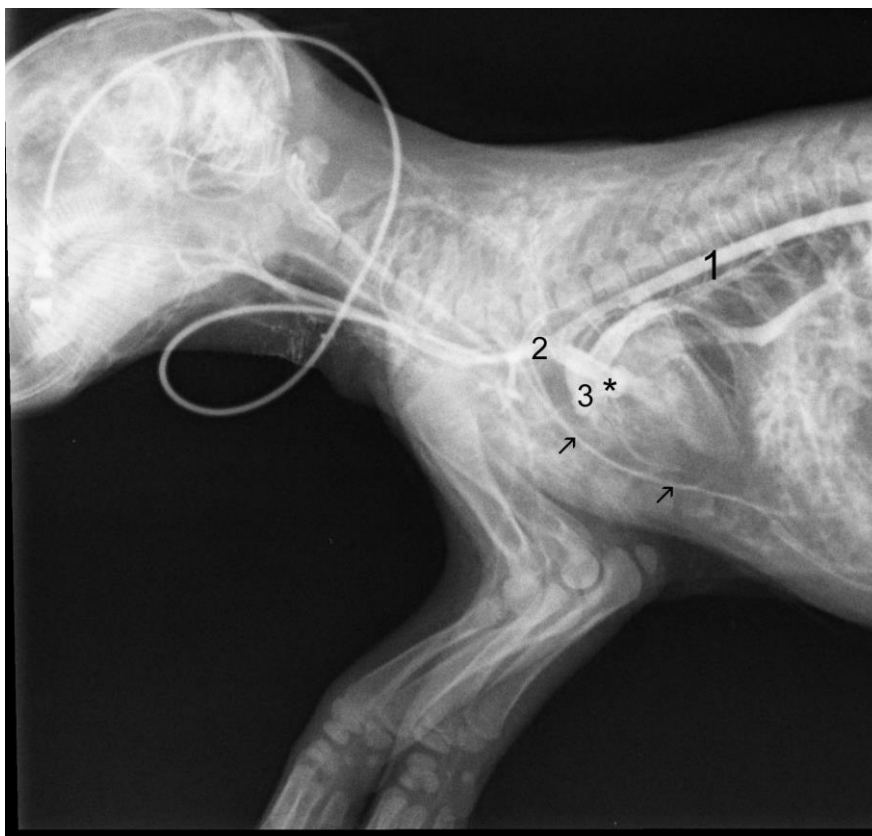


Figura 4. Radiografía con vista lateral izquierda de un neonato de carpincho donde se observa la ubicación del corazón y su disposición oblicua. 1: Aorta; 2: Tronco braquiocefálico; 3: Origen del tronco pulmonar; *: Bulbo de la aorta; Flechas: Arteria torácica interna.

Conformación exterior del corazón

El color era el de los músculos estriados: rojo. Los surcos y los principales vasos de su superficie estaban muy poco cubiertos por grasa subepicárdica (Figs. 5, 6, 7). La consistencia del corazón era firme a nivel de los ventrículos (más a la izquierda); era más blanda y depresible a nivel de los atrios.

Externamente se reconocieron dos caras, dos bordes, una base y un ápex. El corazón presentaba una cara auricular (*Facies auricularis*), izquierda (Figs. 5, 6), y una cara

atrial (*Facies atrialis*), derecha (Fig. 7), reunidas por dos bordes, el borde ventricular derecho (*Margo ventricularis dexter*), craneal, y el borde ventricular izquierdo (*Margo ventricularis sinister*), caudal; la base del corazón (*Basis cordis*) estaba orientada dorso – cranealmente, la punta o ápex (*Apex cordis*), estaba orientada ventro-caudalmente (Figs. 3, 4).

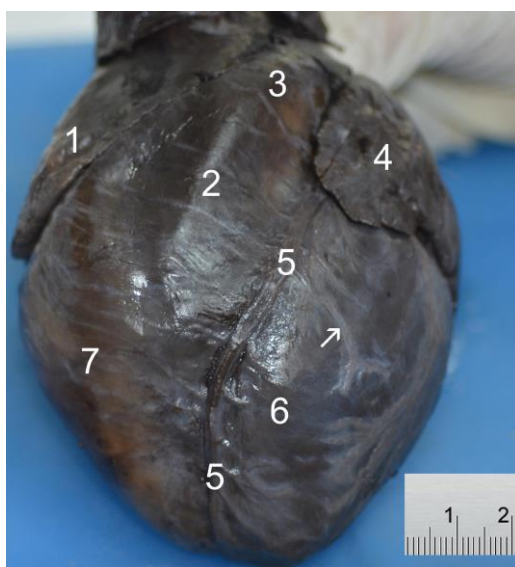


Figura 5: Cara auricular de corazón de un carpincho adulto. 1: Aurícula derecha; 2: Cono arterioso; 3: Tronco pulmonar; 4: Aurícula izquierda; 5: Rama interventricular paraconal en surco del mismo nombre; 6: Ventrículo izquierdo; 7: Ventrículo derecho.

El surco coronario estaba cubierto en su mayoría por las aurículas e interrumpido por la emergencia del tronco pulmonar (Figs. 5,7). El surco coronario dividía atrios de ventrículos. El ventrículo derecho que estaba situado cranealmente era de pared más delgada y más depresible que el ventrículo izquierdo que portaba el ápex (Figs. 5,6, 7).

La cara auricular o izquierda era la cara sobre la que se ven las aurículas (*Auriculae*) y se ubicaba hacia la izquierda y estaba casi totalmente ocupada por la masa

ventricular (Figs. 5, 6). El surco coronario delimitaba dos partes: una parte atrial y una parte ventricular. La parte atrial estaba constituida por las dos aurículas, la aurícula derecha (*Auricula dextra*) era muy poco notoria y se ubicaba cranealmente al tronco pulmonar (*Truncus pulmonalis*), y ocultaba el origen de la arteria coronaria derecha (*A. coronaria dextra*); la aurícula izquierda (*Auricula sinistra*), más vasta, estaba bordeada en su borde craneal por el tronco pulmonar.

El tronco pulmonar surgía del cono arterioso, la parte inicial del tronco pulmonar tenía forma de bulbo (Figs. 5, 9).

La parte ventricular de la cara auricular presentaba un surco interventricular paraconal (*Sulcus interventricularis paraconalis*), que comenzaba caudalmente al origen del tronco pulmonar y se terminaba aproximadamente en la unión de los tercios medio y ventral del ventrículo derecho (*Ventriculus dexter*) (Figs. 5, 6). Este surco separaba dos zonas diferentes, cranealmente una porción de la pared ventricular derecha, depresible, de menor extensión; caudalmente, una parte de la pared ventricular izquierda, mucho más extensa, espesa y firme.

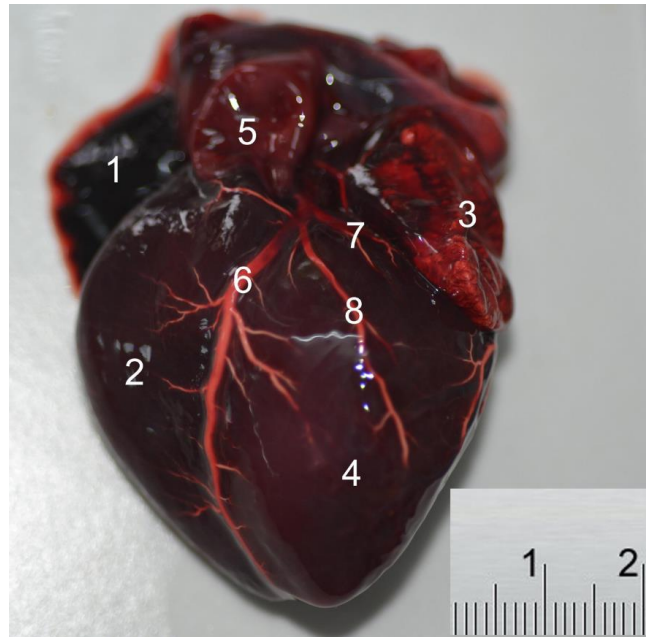


Figura 6: Cara auricular de un corazón de carpincho neonato. 1: Aurícula derecha; 2: Ventrículo derecho; 3: Aurícula izquierda; 4: Ventrículo izquierdo; 5: Tronco pulmonar; 6: Rama interventricular paraconal; 7: Rama circunfleja; 8: Rama de arteria interventricular paraconal.

La cara opuesta a la auricular y que daba hacia la derecha era la cara atrial y era la que mostraba la mayor parte de los atrios y la desembocadura de las grandes venas (Fig. 7). El surco coronario era ancho, profundo y continuo, y delimitaba también una parte atrial y una ventricular.

La parte atrial de la cara atrial estaba dividida en dos partes: el atrio izquierdo (*Atrium sinistrum*): poco extenso, situado caudalmente, recibía las venas pulmonares (*Vv. pulmonales*); el atrio derecho (*Atrium dextrum*): más extenso, se ubicaba cranealmente, recibía la vena cava craneal (*V. cava cranialis*) y la vena cava caudal (*V. cava caudalis*) (Fig. 7).

La parte ventricular presentaba el surco interventricular subsinusal (*Sulcus interventricularis subsinuosus*), que llegaba hasta la vecindad del ápex del corazón.

Así llamado por estar situado bajo el seno coronario (*Sinus coronarius*), él separaba dos partes, cranealmente y predominando parte del ventrículo derecho y caudalmente una porción de la pared ventricular izquierda (Fig. 7).

Las dos caras del corazón se reunían por los bordes del corazón, calificados en función de su pertenencia al corazón derecho o izquierdo. El borde ventricular derecho, craneal, era oblicuo en dirección ventrocaudal (Fig. 3, 4). Su parte dorso-craneal pertenecía a la aurícula derecha y estaba sobremontado por la vena cava craneal. Ventralmente al surco coronario, la mayor parte de su extensión estaba ocupada por el ventrículo derecho. El borde ventricular izquierdo era caudal en el carpincho, más corto que el precedente y oblicuo hacia ventrocraneal.

De forma general ovoide, la base del corazón estaba constituida por la masa atrial, la masa atrial estaba dividida en dos territorios, cranealmente se encontraba el techo del atrio derecho con la desembocadura de las venas cavas, y caudalmente el techo del atrio izquierdo con las venas pulmonares. Los atrios se prolongaban a la izquierda por las aurículas.

El ápex era la punta del cono formada por la masa ventricular y pertenecía al ventrículo izquierdo (Figs. 6, 7).

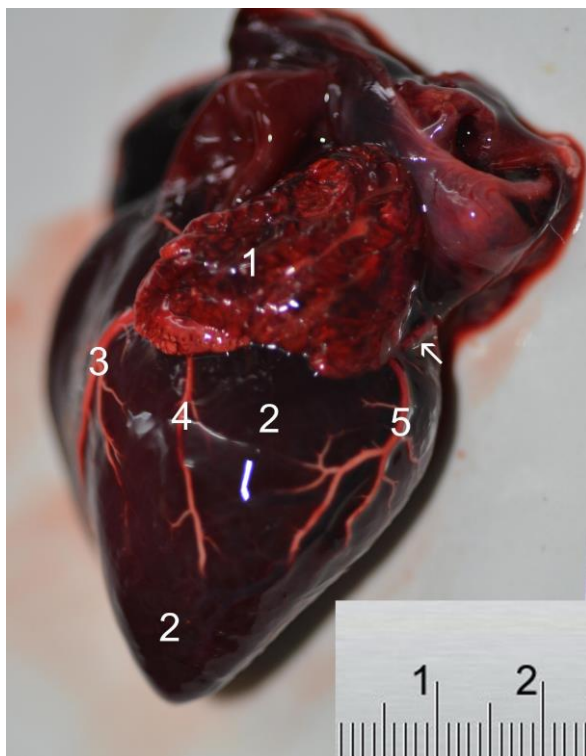


Figura 7: Cara caudal y auricular del corazón de carpincho neonato. 1: Aurícula izquierda; 2: Ventrículo izquierdo; 3: Rama interventricular paraconal; 4: Rama de la arteria interventricular paraconal 5: Rama de la arteria circunfleja.

Conformación interior

Cavidades del corazón derecho

Atrio derecho:

El atrio derecho recibía sangre de ambas venas cavas y del seno coronario, ventralmente tenía comunicación con el ventrículo derecho a través del ostium atrioventricular cerrado por la válvula tricúspide. El tubérculo intervenoso (*Tuberculum intervenosum*) era de escaso desarrollo. En la aurícula derecha se encontraban escasos músculos pectinados que formaban la parte interna de dicha aurícula (Fig. 8).

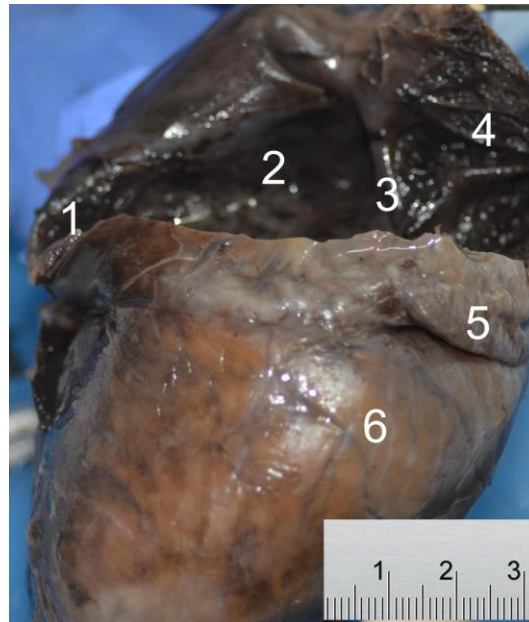


Figura 8: Vista interior del atrio derecho del corazón de un carpincho adulto, luego de incisión de la aurícula por su borde libre ventral. 1: Orificio de la vena cava caudal; 2: Tubérculo intervenoso; 3: Cresta terminal; 4: Músculos pectinados de la aurícula derecha; 5: Aurícula derecha; 6: Ventrículo derecho.

La cavidad del atrio derecho comprendía dos partes netamente diferentes, una lisa, se situaba encima de la entrada del ventrículo derecho y recibía la desembocadura de las venas cavas y de las venas cardíacas, es la porción que correspondía al seno de las venas cavas (*Sinus venarum cavarum*); la otra, constituía un pequeño divertículo en fondo de saco dirigido hacia la izquierda, la aurícula derecha. Estas dos partes estaban separadas por un relieve carnoso, la cresta terminal (*Crista terminalis*) (Fig. 8). Esta fuerte cresta semilunar formaba el borde craneal y derecho del orificio de la vena cava craneal (*Ostium venae cavae cranialis*), situado en el techo del atrio (Fig. 8).

En el seno de las venas cavas se encontraban el orificio de la vena cava craneal (*Ostium venae cavae cranialis*); el orificio de la vena cava caudal (*Ostium venae cavae*

caudalis), y la desembocadura del seno coronario (Fig. 8). La aurícula derecha era un divertículo que giraba hacia la izquierda y en su pared se encontraban los músculos pectinados (*Mm. pectinati*), que eran escasos. El piso del atrio estaba casi enteramente ocupado por el orificio atrioventricular y su válvula.

Ventrículo derecho

Era más craneal que derecho en el carpincho y recibía la sangre venosa del atrio derecho y la expulsaba al tronco pulmonar (Fig.9). Su pared era mucho menos espesa que la del ventrículo izquierdo. Se identificó para este ventrículo una pared marginal, cóncava y delgada; una pared septal, convexa y muy espesa; una punta que no alcanzaba la punta del corazón; una base provista de dos vastos orificios: el orificio atrioventricular derecho y el orificio del tronco pulmonar separados por un relieve situado en el techo del ventrículo: la cresta supraventricular (*Crista supraventricularis*). Esta cresta marcaba el límite entre las dos cámaras del ventrículo, la cámara de entrada o de admisión y la cámara de expulsión de la sangre, que comunicaban ampliamente entre ellas. La cámara de admisión de la sangre, o cámara subatrial, estaba situada a la derecha y cranealmente, inmediatamente bajo el orificio atrioventricular derecho. La cámara de expulsión de la sangre, o cono arterioso (*Conus arteriosus*), estaba colocada más caudalmente y a la izquierda.

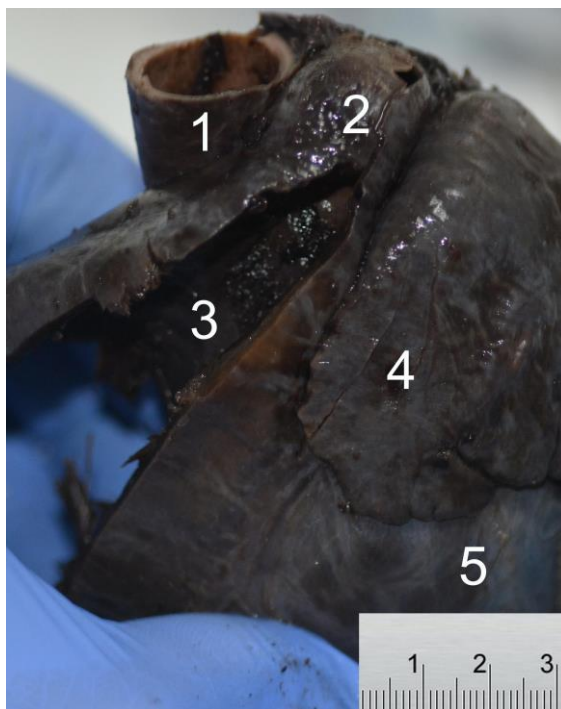


Figura 9. Vista proximal de la cara auricular del corazón de un carpincho adulto. 1: Aorta; 2: Tronco pulmonar; 3: Cono arterioso parte interior; 4: Aurícula izquierda; 5: Ventrículo izquierdo.

Las paredes ventriculares portaban dos tipos de relieves carnosos, los músculos papilares (*Mm. papillares*) y las trabéculas carnosas (*Trabeculae carneae*) (Figs. 10, 11, 12). Los músculos papilares eran conos carnosos que servían de punto de anclaje a las cuerdas tendinosas (*Chordae tendineae*) de las cúspides de la valva atrioventricular derecha (Fig. 10).

Los músculos papilares se subdividían en: gran músculo papilar (*M. papillaris magnus*), siempre preponderante, situado sobre la pared marginal; músculo papilar subarterial (*M. papillaris subarteriosus*), insertado sobre la pared septal bajo el cono arterioso; y los pequeños músculos papilares (*Mm. papillares parvi*), insertados sobre la pared septal (Fig. 10).

Estos músculos papilares presentaban entre ellos a modo de pequeños puentes

conexiones dadas por trabéculas septomarginales. La trabécula septomarginal de mayor desarrollo (*Trabecula septomarginalis dextra*) se extendía entre el músculo papilar subarterioso y el músculo papilar magnus (Fig. 10).



Figura 10: Vista interior del ventrículo derecho de un carpincho adulto. 1: Músculo papilares parvi; 2: Músculo papilar magnus; 3: Cúspide de la válvula tricúspide; 4: Pared marginal del ventrículo derecho; *: Cuerdas tendinosas; Flecha: Trabécula septomarginal derecha.

Las trabéculas carnosas estaban localizadas mayormente en la cámara de admisión de la sangre, sobre todo hacia la punta y hacia los surcos interventriculares y estaban ausentes en el cono arterioso (Figs. 10, 11, 12). Estas trabéculas presentaban un marcado desarrollo sobre la pared marginal del ventrículo derecho y formaban un enrejado tridimensional que delimitaban anfractuosidades profundas con uniones entre ellas que a veces eran pequeñas trabéculas septomarginales (Fig. 11). También había trabéculas carnosas sobre la pared septal, que sin embargo era algo más lisa pero con trabéculas más grandes (Fig. 12).

El orificio atrioventricular derecho estaba provisto de una valva calificada de tricúspide

pues estaba formada de tres cúspides principales: una cúspide parietal (*Cuspidis parietalis*), una cúspide septal (*Cuspidis septalis*) y una cúspide angular (*Cuspidis angularis*) (Fig. 10). Cada cúspide presentaba un borde dorsal adherente, fijado sobre el anillo fibroso del orificio; un borde ventral libre, más o menos recortado en franjas, flotante en la cavidad ventricular y amarrado por las cuerdas tendinosas sobre dos músculos papilares a la vez; dos caras libres y lisas: una cara atrial y una cara ventricular.

El más grande o músculo papilar magnus emitía cuerdas tendinosas a las cúspides septal y angular de la válvula atrioventricular derecha. El músculo papilar subarterioso que era de tamaño intermedio enviaba cuerdas tendinosas mayormente a la cúspide septal de la válvula atrioventricular derecha y también hacia la cúspide parietal de dicha válvula. Los músculos papilares pequeños (*parvi*) enviaban cuerdas tendinosas exclusivamente a la cúspide parietal de la válvula atrioventricular derecha (Fig. 10).



Figura 11: Vista interior de la pared marginal del ventrículo derecho de un carpincho adulto donde se observa una gran cantidad de trabéculas carnosas. *: Pequeñas trabéculas septomarginales derechas.

El orificio del tronco pulmonar, situado a la izquierda del precedente, ocupaba la punta del cono arterioso. Estaba provisto de una valva, la valva del tronco pulmonar (*Valva trunci pulmonalis*) formada de tres válvulas semilunares (*Valvulae semilunares*), a veces aún calificadas de "sigmoideas", y que Winslow ha comparado a tres nidos de paloma reunidos en triángulo o nosotros a un logo de Mercedes Benz. Estas válvulas son llamadas en función de su posición, se distinguía una válvula semilunar derecha (*Valvula semilunaris dextra*), una válvula semilunar izquierda (*Valvula semilunaris sinistra*) y una válvula semilunar intermedia (*Valvula semilunaris intermedia*), craneal.

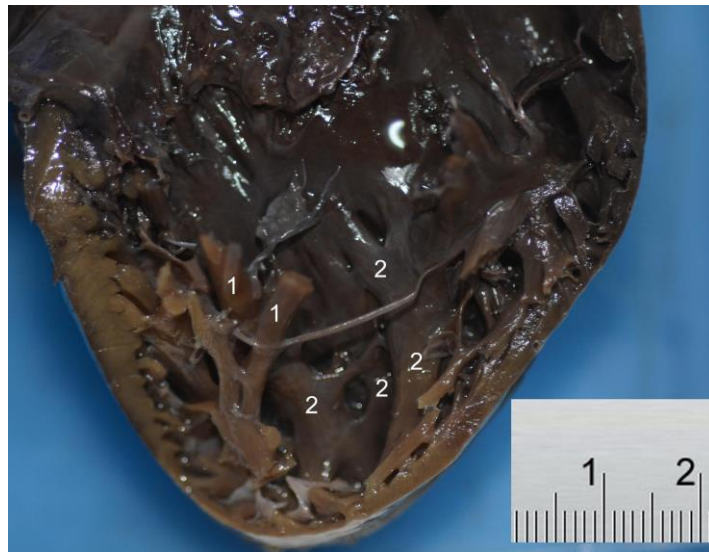


Figura 12: Vista interior de la pared septal y sus formaciones carnosas del ventrículo derecho de un carpincho adulto. 1: Músculos papilares en su parte distal; 2: Trabéculas carnosas.

Cada válvula presentaba, un borde adherente: fijado al margen del tronco pulmonar; un borde libre flotante en el tronco pulmonar; que presentaba en su mitad un espesamiento, el nódulo de la válvula semilunar (*Nodulus valvulae semilunaris*), y de un lado y otro del nódulo, la válvula presentaba una pequeña zona marginal muy adelgazada y transparente, la lúnula (*Luna valvulae semilunaris*), por la cual ella se adosaba a sus vecinas durante el cierre de la valva; una cara ventricular, convexa y libre; una cara arterial, fuertemente cóncava, que concurría a formar con la pared de la arteria una depresión en fondo de saco: el seno del tronco pulmonar (*Sinus trunci pulmonalis*).

Cavidades del corazón izquierdo

Atrio izquierdo

El corazón izquierdo presentaba una conformación muy comparable y más simple que

la del corazón derecho, lo que permite una descripción más rápida.

Menos espacioso que el derecho y provisto de una pared un poco más espesa, el atrio izquierdo recibía la sangre hematosada de las venas pulmonares y la expulsaba por el orificio atrioventricular izquierdo al ventrículo izquierdo. Había menos músculos pectinados en la aurícula izquierda que en la derecha. El piso del atrio estaba casi enteramente ocupado por el orificio atrioventricular izquierdo y su valva.

Ventrículo izquierdo

Este ventrículo recibía la sangre hematosada del atrio izquierdo por el orificio atrioventricular izquierdo, y la expulsaba en la aorta (Fig. 13). Su pared era del triple de espesor de la del ventrículo derecho, su luz era prácticamente circular al corte transversal. Este ventrículo presentaba como el derecho una pared septal; una pared marginal; una punta que formaba el ápex del corazón; una base, provista de dos vastos orificios: el orificio atrioventricular izquierdo y el orificio aórtico (*Ostium aortae*). La cavidad ventricular izquierda estaba incompletamente dividida en dos compartimentos por la cúspide septal de la valva mitral. Se distinguía así una cámara de admisión de sangre, o cámara subatrial, situada bajo el orificio atrioventricular y que se continuaba hasta la punta del corazón; una cámara de expulsión de la sangre, o cámara arterial, que alcanzaba al orificio aórtico. Los relieves carnosos correspondían a las trabéculas carnosas y a los músculos papilares.

Los músculos papilares eran dos, situados opuestos uno al otro y sobre la pared septal, el músculo papilar subatrial (*M. papillaris subatrialis*) situado más caudalmente, y el músculo papilar subauricular (*M. papillaris subauricularis*) situado más hacia craneal (Fig. 13). Ambos músculos papilares eran simples y emitían cuerdas tendinosas hacia ambas cúspides de la válvula atrioventricular izquierda. Aparte estos músculos también daban inserción a trabéculas septomarginales izquierdas.

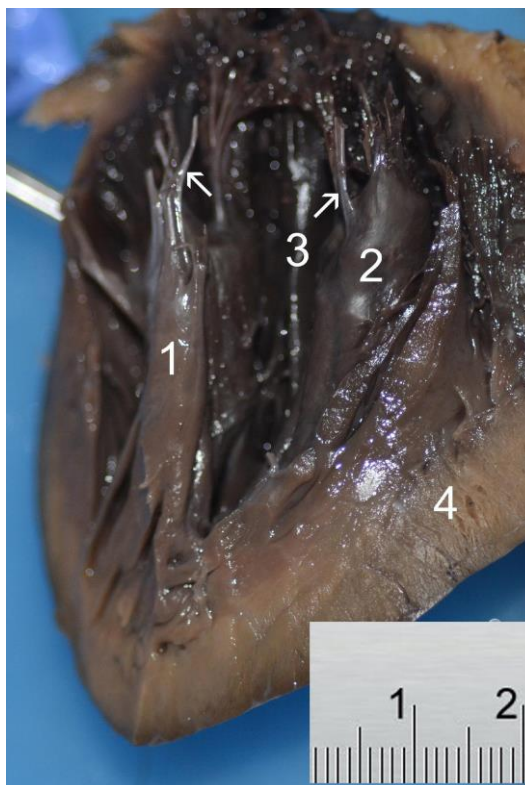


Figura 13: Vista interior del ventrículo izquierdo de un carpincho adulto. 1: Músculo papilar subatrial; 2: Músculo papilar subauricular; 3: Gran trabécula carnosa; 4: Pared del ventrículo izquierdo; Flechas: Cuerdas tendinosas.

Este ventrículo presentaba un marcado grado de desarrollo de las trabéculas carnosas, especialmente sobre la pared septal; las mismas eran menos numerosas que a la derecha, pero más desarrolladas y situadas sobre casi toda la extensión del ventrículo. Entre las trabéculas carnosas se extendían pequeñas trabéculas septomarginales izquierdas (*Trabeculae septomarginales sinistrae*). Entre ambos músculos papilares existía una gran trabécula carnosa que ocupaba gran parte de la extensión dorsoventral de la pared septal del ventrículo izquierdo (Figs.13, 14, 15).

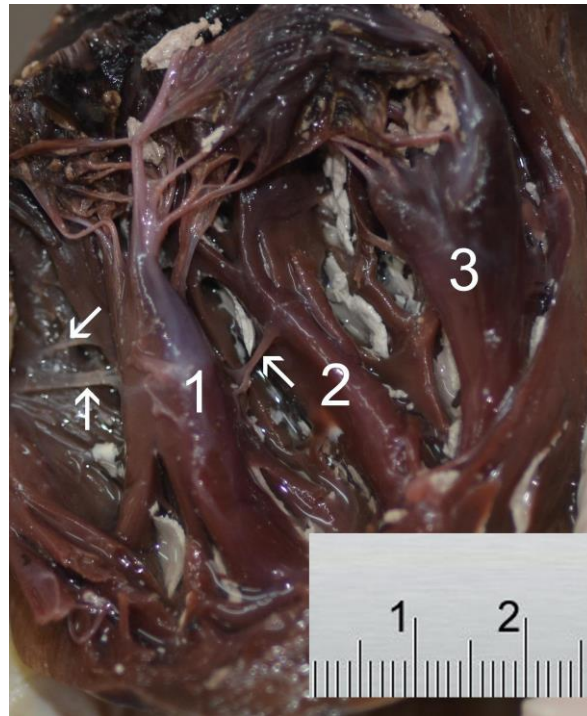


Figura 14: Vista interior del ventrículo izquierdo de un carpincho adulto. 1: Músculo papilar subatrial; 2: Gran trabécula carnosa; 3: Músculo papilar subauricular; Flechas: Trabéculas septomarginales izquierdas.

Desde esa trabécula carnosa, oblicuamente y hacia ventrocaudal se extendía la mayor trabécula septomarginal izquierda que iba hacia la mitad del músculo papilar subatrial (Fig. 14). De la parte caudal de este músculo también salían trabéculas septomarginales izquierdas (Fig. 14).



Figura 15: Vista interior del ventrículo izquierdo de un carpincho adulto luego de remoción de los músculos papilares para observar la gran cantidad de trabéculas carnosas, donde una es predominante (1).

El orificio atrioventricular izquierdo, situado caudalmente al orificio aórtico, estaba provisto de una valva formada por dos cúspides principales, a menudo completadas en su unión por cúspides accesorias: la cúspide septal (*Cuspis septalis*), craneal, muy voluminosa, y la cúspide parietal (*Cuspis parietalis*), caudal.

El orificio aórtico está provisto de la valva aórtica (*Valva aortica*) formada por tres válvulas semilunares: una derecha (*Valvula semilunaris dextra*), una izquierda (*Valvula semilunaris sinistra*), y una septal (*Valvula semilunaris septalis*).

En el esqueleto cardíaco no se encontraron huesos ni cartílagos en el corazón del carpincho.

Irrigación arterial del corazón del carpincho

Las arterias coronarias eran emitidas en el bulbo de la Aorta (en los senos derecho e izquierdo). Ambas arterias coronarias y sus ramas estaban cubiertas por muy escasa grasa subepicárdica en su trayecto por los surcos del corazón (Figs. 16, 17, 18).

De ambas arterias coronarias, la arteria coronaria izquierda que surgía del seno coronario izquierdo de la aorta era la más importante, de mayor tamaño y de mayor distribución, encargándose de la irrigación de la mayoría del territorio cardíaco. Esta arteria corría caudalmente y lateralmente entre el tronco pulmonar y la aurícula izquierda y se bifurcaba en dos ramas, la principal que descendía en el surco interventricular paraconal era la rama interventricular paraconal (Figs. 16, 17, 18) y la otra que se dirigía caudalmente en el seno coronario era la rama circunfleja. La rama circunfleja irrigaba por varias ramas la parte dorsal del ventrículo izquierdo y del atrio izquierdo y se continuaba como la rama interventricular subsinusal en el surco del mismo nombre (Figs. 17, 18).

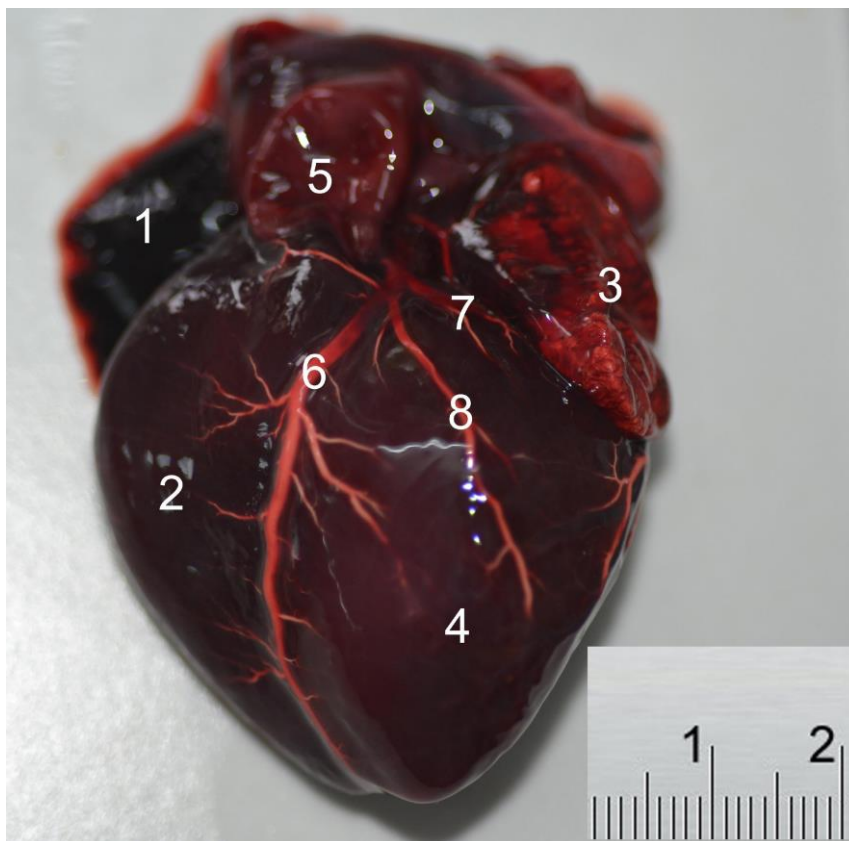


Figura 16: Vista auricular de un corazón de neonato de carpincho con las arterias inyectadas con látex coloreado. 1: Aurícula derecha; 2: Ventrículo derecho; 3: Aurícula izquierda; 4: Ventrículo izquierdo; 5: Tronco pulmonar; 6: Rama interventricular paraconal en surco del mismo nombre; 7: Rama circunfleja; 8: Rama de la arteria interventricular paraconal destinada al ventrículo izquierdo.

La rama interventricular paraconal acompañada por la gran vena cardíaca se dirigía por el surco interventricular paraconal y terminaba sobre el borde ventricular derecho anastomosándose con la rama interventricular subsinusal que venía por el surco del mismo nombre (Fig. 19). En todo este trayecto emitía ramas para ambos ventrículos, siendo una proximal y caudal la de mayor tamaño y a la que denominamos rama intermedia (Figs. 17, 18). Esta rama emitía colaterales mayormente destinadas a la parte caudal del ventrículo izquierdo y se dirigía hacia el borde ventricular izquierdo.

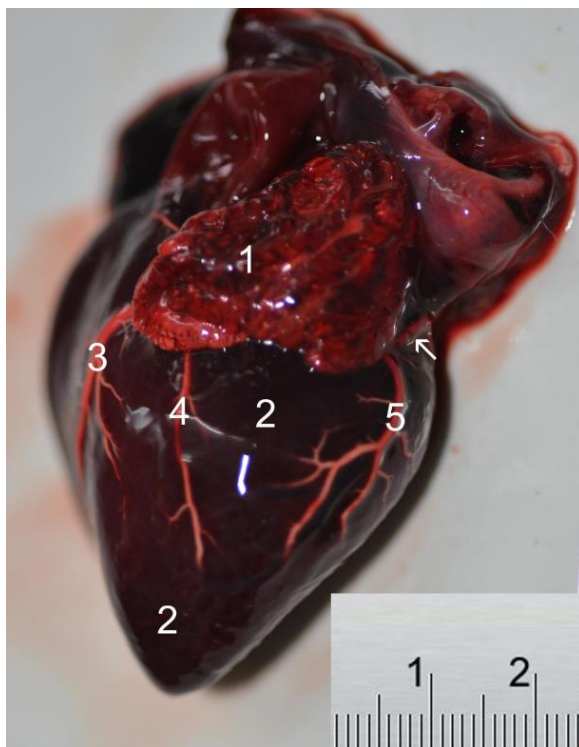


Figura 17: Vista caudal de un corazón de neonato de carpincho con las arterias inyectadas con látex coloreado. 1: Aurícula izquierda; 2: Ventrículo izquierdo; 3: Rama interventricular paraconal; 4: Rama intermedia de la arteria interventricular paraconal destinada al ventrículo izquierdo (8 en figura 16); 5: Rama interventricular subsinusal; Flecha: Arteria coronaria derecha.

La rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda transitaba caudalmente por el surco coronario y superaba al borde ventricular izquierdo donde no llegaba a unirse con la arteria coronaria derecha, y luego continuaba como la rama interventricular subsinusal.

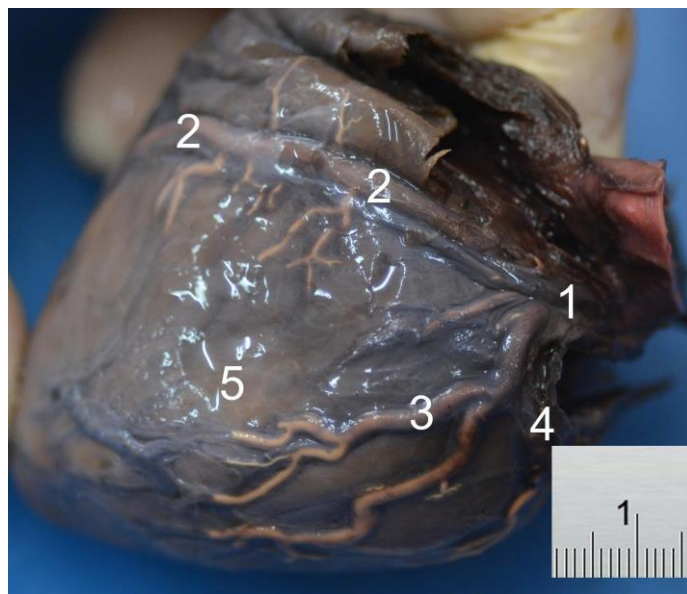


Figura 18: Vista caudal de un corazón de carpincho adulto con las arterias inyectadas con látex coloreado. 1: Arteria coronaria izquierda; 2: Rama interventricular paraconal; 3: Rama intermedia de la arteria interventricular paraconal destinada al ventrículo izquierdo; 4: Rama interventricular subsinusal; 5: Ventrículo izquierdo.

La arteria coronaria derecha que se originaba en el seno coronario derecho de la aorta, era mucho más pequeña y de menor distribución que su contraparte izquierda, la misma corría cranealmente entre el tronco pulmonar y la aurícula derecha y luego ventralmente y caudalmente en el surco coronario derecho, pero nunca alcanzaba el surco interventricular subsinusal (Fig. 17). En este trayecto emitía ramas ascendentes hacia el atrio derecho y ramas descendentes hacia el ventrículo derecho que se dirigían hacia el borde ventricular derecho.

La rama interventricular subsinusal era rama directa de la arteria coronaria izquierda continuando a la rama circunfleja, transitaba por el surco interventricular subsinusal donde iba acompañada por la vena cardíaca media (Figs. 17, 18, 19). En las proximidades del ápex giraba hacia craneal e irrigaba la parte distal del ventrículo derecho. La rama interventricular subsinusal se terminaba uniéndose con la

interventricular paraconal, ambas ramas de la arteria coronaria izquierda, por lo cual se formaba un círculo arterial completo (Fig. 19).

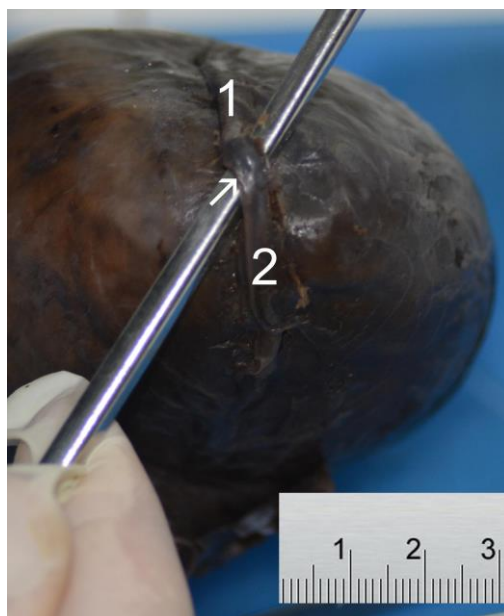


Figura 19. Parte distal de ambos ventrículos alrededor del ápex en un corazón de carpincho adulto. 1: Rama interventricular paraconal; 2: Rama interventricular subsinusal; Flecha: Anastomosis de ambas arterias anteriores.

En suma, el atrio derecho estaba irrigado por la arteria coronaria derecha y el atrio izquierdo por la rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda. A su vez el ventrículo izquierdo estaba irrigado por las ramas circunfleja e interventricular paraconal de la arteria coronaria izquierda y por la rama interventricular subsinusal de la arteria coronaria izquierda (Figs. 17, 18). El ventrículo derecho estaba irrigado por la arteria coronaria derecha, por la rama interventricular subsinusal y por la rama interventricular paraconal, ambas procedentes de la arteria coronaria izquierda (Figs. 17, 18, 19).

Es de destacar la presencia de grandes anastomosis y continuidades entre las ramas de la arteria coronaria izquierda.

Drenaje venoso del corazón del carpincho

Las dos venas principales que se observaron superficialmente que se encargaban de la mayor parte del drenaje venoso del corazón son la vena cardíaca media (*Venae cordis media*) y la gran vena cardíaca (*Venae cordis magna*). La gran vena cardíaca se originaba desde el borde ventricular derecho y ascendía en el surco ventricular paraconal, acompañando a la rama arterial interventricular paraconal. Luego corría caudalmente en el surco coronario junto a la arteria circunfleja, y luego cranealmente para desembocar en el seno coronario. La vena cardíaca media era de menor longitud que la gran vena cardíaca, se originaba cerca del ápex del corazón y ascendía en el surco interventricular subsinusal caudalmente a la rama arterial interventricular subsinusal (Fig. 18) y terminaba desembocando en el surco coronario. El seno coronario se localizaba en el atrio derecho ventralmente al orificio de la vena cava caudal.

5 DISCUSIÓN

En esta tesis se describen los aspectos macroscópicos más relevantes de la anatomía cardíaca del carpincho. Los hallazgos más sobresalientes de la conformación exterior lo constituyen su disposición muy oblicua, la escasa cantidad de grasa subepicárdica y la unión al diafragma con el ligamento frenicopericárdico. Los hallazgos más relevantes pertenecían a la anatomía interna del corazón. Nakatani y col. (1988) describió numerosas fenestraciones o poros circulares presentes en el pericardio de la rata, hámster y ratón. Los poros pericárdicos eran más numerosos en el ratón. Por lo general tenían menos de 50 μm de diámetro y conectan directamente las cavidades pericárdica y pleural e indirectamente conectan las cavidades pleurales derecha e izquierda; la cavidad pericárdica en los roedores no es independiente, sino que se comunica con las cavidades pleurales adyacentes. Posiblemente la situación sea similar en el capibara.

A nivel del corazón derecho, a nivel atrial tenemos que el tubérculo intervenoso era de escaso desarrollo y que en la aurícula derecha se encontraban escasos músculos pectinados. A nivel del ventrículo derecho los músculos papilares presentaban entre ellos trabéculas septomarginales. Las trabéculas carnosas presentaban un marcado desarrollo sobre la pared marginal del ventrículo derecho, pero también había trabéculas carnosas sobre la pared septal, que sin embargo era algo más lisa, pero con trabéculas más grandes. La trabécula septomarginal del ventrículo derecho era poco diferente a la de los ungulados domésticos, en los que se ha estudiado en detalle (Truex y Warshaw, 1942; Depreux et al., 1976).

Los hallazgos más relevantes que reportamos para el corazón izquierdo del carpincho eran a nivel ventricular. Los músculos papilares izquierdos eran dos, simples, emitían

cuerdas tendinosas hacia ambas cúspides de la válvula atrioventricular izquierda y permitían inserción a trabéculas septomarginales izquierdas. Entre las trabéculas carnosas se extendían pequeñas trabéculas septomarginales izquierdas (*Trabeculae septomarginales sinistrae*). Entre ambos músculos papilares existía una gran trabécula carnosa que ocupaba gran parte de la extensión dorsoventral de la pared septal del ventrículo izquierdo. Desde esa trabécula carnosa, oblicuamente y hacia ventrocaudal se extendía la mayor trabécula septomarginal izquierda que iba hacia la mitad del músculo papilar subatrial. De la parte caudal de este músculo también salían trabéculas septomarginales izquierdas. En el ventrículo izquierdo del carpincho se encontraron trabéculas septomarginales de menor tamaño, estas bandas se han denominado *Trabeculae septomarginales sinistrae* en la NAV (2012) y ha sido descritas por varios autores (Truex y Warshaw, 1942; Ghoshal, 1975; Gerlis et al., 1984). Un número excesivo, anormal de estas bandas se ha asociado con descompensación cardíaca en gatos (Liu et al., 1982). De acuerdo con Truex y Warshaw (1942) contienen haces de fibras de la rama izquierda del haz auriculoventricular.

El ventrículo izquierdo del carpincho presentaba un marcado grado de desarrollo de las trabéculas carnosas, especialmente sobre la pared septal; las mismas eran menos numerosas que a la derecha, pero más desarrolladas y situadas sobre casi toda la extensión del ventrículo.

La disposición topográfica de los ostium atrioventricular y arteriales, así como la constitución de las válvulas cardíacas fue similar a las descripciones hechas para los animales domésticos (Barone, 2011; NAV 2012).

Diferente a lo reportado para el camello y rumiantes domésticos en el esqueleto

cardíaco (Ghonimi, 2014 b; Barone, 2011) no encontramos hueso cardíaco en los carpinchos estudiados.

En el carpincho ambas arterias coronarias, la arteria coronaria izquierda que surgía del seno coronario izquierdo de la aorta era la más importante, de mayor tamaño y de mayor distribución, encargándose de la irrigación de la mayoría del territorio cardíaco. La rama interventricular paraconal acompañada por la gran vena cardíaca se dirigía por el surco interventricular paraconal y terminaba sobre el borde ventricular derecho anastomosándose con la rama interventricular subsinusal que venía por el surco del mismo nombre. La circulación arterial coronaria del carpincho corresponde al tipo de circulación izquierda, dado que la rama interventricular subsinusal era emitida por la arteria coronaria izquierda. Los rumiantes domésticos y otras especies como el corzo son de tipo izquierdo, donde la rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda da origen a la arteria interventricular subsinusal (Barone, 2011; Frąckowiak y col., 2007). Nuestros resultados coinciden en parte con los de Tenani y col. (2010). Estos autores que utilizaron 30 corazones reportaron que la arteria coronaria derecha no estaba presente en poco más del 3% de los animales y que la rama intermedia que en nuestros animales procedía de la rama interventricular paraconal, en ellos surgió de la rama circunfleja en el 56 % de los corazones. Igual que para nuestro caso siempre fue predominante la arteria coronaria izquierda. Para el puerco espín también se demostró que su circulación arterial coronaria era del tipo izquierdo (Atalar y col., 2003) y para el ratón (Yoldas y col., 2010). Incluso Ozdemir y col (2008) publicaron que la arteria coronaria derecha no existe en la chinchilla (*Chinchilla lanígera*).

En lo que respecta al drenaje venoso del corazón hay un consenso general respecto a los nombres y distribución de las venas del corazón en varios animales domésticos

(Ghoshal, 1981 a y b; Habel,1989; Constantinescu, 2001). La vena cardiaca media ocupa el surco subsinusal interventricular y es así que se une al seno coronario se abre directo al atrio derecho. La gran vena cardiaca ocupa el surco paraconal interventricular y corre en el surco coronario hasta que se le une a la vena izquierda ácidos para formar el seno coronario el cual se abre en el atrio derecho ventralmente a la apertura de la vena cava caudal.

En conclusión, la mayoría de las diferencias del corazón del carpincho estaban en su conformación interior, pero sin embargo eran sutiles. Es de destacar la oblicuidad del órgano, la ausencia de hueso cardíaco, la disposición de los músculos papilares y trabéculas septomarginales en ambos ventrículos y sobre todo la continuidad o anastomosis entre las ramas arteriales interventriculares subsinusal y paraconal. Con otras técnicas, es necesario realizar estudios histológicos, semiológicos y fisiológicos en el corazón de esta especie para entender mejor su anatomía y fisiología.

Referencias bibliográficas

1. Atalar Ö, Yılmaz S, Burma, O. (2003). Investigation of coronary arteries in the porcupine (*Hystrix cristata*) by latex injection and angiography. *Ann. Anat.*, 185: 373-376.
2. Barone R (2011) Anatomie comparée des mammifères domestiques, Angiologie. Paris, Vigot, V. 5, 904 p.
3. Bode, F. F., Cao, J. A., Resoagli, J. M., Millán, S. G. (2011). Lymphocenters of the pelvic limb of capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*, Linnaeus 1766). *Revista Veterinaria*, 22: 72-73.
4. Cao, J. A., Bode, F. F., Resoagli, J. M., Millán, S. G., Resoagli, E. H. (2009). Head and neck lymphocenters of capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Revista Veterinaria*, 20: 135-137.
5. Depreux R, Mestdagh H, Houcke M (1976) Comparative morphology of the septomarginal trabecula in the terrestrial mammals. *Anat Anz*, 139: 24-35.
6. Durán, A. C., Sans-Coma, V., Arqué, J. M., Cardo, M., Fernández, B., Franco, D. (1992) Blood Supply to the Interventricular Septum of the Heart in Rodents with Intramyocardial Coronary Arteries. *Acta Zool*; 73: 223–229.
7. Emmons HL (1997) Neotropical Rainforest Mammals. A Field Guide. Chicago, University of Chicago, 307 p.
8. Erdoğan S, Lima M, Pérez W (2014) Inner ventricular structures and valves of the heart in white rhinoceros (*Ceratotherium simum*). *Anat Sci Int*, 89: 46-52.
9. Getty R (1975) Sisson and Grossman's Anatomy of the Domestic Animals.

Philadelphia: W B. Saunders Company, 2 V.

10. Ghonimi W, Abuel-Atta AA, Bareedy MH, Balah A (2014) Left Ventricles of the Mature Camel Heart (*Camelus dromedaries*) with Special References to the Structure and Distribution of the Purkinje Cardiomyocytes: Microanatomy. *J Cytol Histol*; 2014
11. Ghoshal NG (1981): The Venous Drainage of the Domestic Animals. Philadelphia, WB Saunders, 84 p.
12. Grant RT, Regnier M (1926) The comparative anatomy of the cardiac coronary vessels. *Heart* 13: 285-317
13. König HE, Liebich HG (2015) Anatomie der Haussäugetiere. Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis. 6a. ed. Stuttgart, Schattauer, 790 p.
14. Lima M, Méndez V, Pérez W (2009) Anatomía Macroscópica del Corazón en el Canguro Gris Occidental (*Macropus fuliginosus*). *Int J Morphol*; 27: 1099-1104.
15. Liu S, Fox PR, Tilley LP (1982) Excessive moderator bands in the left ventricle of 21 cats. *J Am Vet Med Assoc*; 180: 1215-1219.
16. Mones A., Ojasti J. (1986). *Hydrochoerus hydrochaeris*. Mammalian Species. 264: 1-7.
17. Nakatani T, Shinohara H, Fukuo Y, Morisawa S, & Matsuda T. (1988). Pericardium of rodents: pores connect the pericardial and pleural cavities. *The Anat Rec*; 220: 132-137.
18. Nomina Anatomica Veterinaria (2012) International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (I.C.V.G.A.N.) Revised 5th ed. Disponible en: http://www.wava-amav.org/Downloads/nav_2012.pdf. Fecha de consulta: 19 de mayo de 2017.

19. Ojasti J. (1973). Estudio biológico del chigüire o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuaria. FONAIAP. Caracas, Editorial Sucre, 275 p.
20. Ojasti J, Burgos S. (1985). Density regulation in populations of capybara. *Acta Zool Fenn.* 173:81-83.
21. Ozdemir V, Çevik-Demirkan A, Turkmenoglu I. (2008). The right coronary artery is absent in the chinchilla (*Chinchilla lanigera*). *Anat Histol Embryol*; 37: 114-117.
22. Ozbag D, Gumusalan, Demirant A (2005) The comparative investigation of morphology of papillary muscles of left ventricle in different species. *Int J Clin Prac*; 59: 529-536.
23. Pérez W, Erdoğan S (2014) Arterial thoracic vascularization in some deer species: Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*), Brown brocket deer (*Mazama gouazoubira*) and Axis deer (*Axis axis*). *Anat Histol Embryol*; 43: 490-494.
24. Pérez W, Lima M (2006) Cardiac anatomy of the *Pontoporia blainvillei*. *Int J Morphol*; 24: 351-357.
25. Pérez W, Katz H, Lima M (2008) Gross heart anatomy of *Arctocephalus australis* (Zimmerman, 1783). *Anat Sci Int*; 83: 6-10.
26. Pérez W, Lima, M (2010) Distribución de las arterias coronarias en el rinoceronte blanco (*Ceratotherium simum*). *Int J Morphol*; 28: 811-814.
27. Tenani, S. C., de Melo, A. P. F., Rodrigues, R. F. (2010). Study of the arterial vascularization in capibara hearts (*Hydrochaeris hydrochaeris*-Carleton, MD 1984). *Braz J Vet Res An Sci*; 47: 204-208.

28. Truex RC, Warshaw LJ (1942) The incidence and size of the moderator band in man and mammals. *Anat Rec*; 82: 361-372.
29. Yoldas A, Ozmen E., Ozdemir V. (2010). Macroscopic description of the coronary arteries in Swiss albino mice (*Mus musculus*). *J S Afr Vet Assoc*; 81: 247-252.