

Patrón de Distribución de las Arterias Coronarias y sus Ramas Ventriculares en el Corazón de Avestruz (*Struthio camelus*)

Distribution Pattern of the Coronary Arteries and Ventricular Branches in the Heart of Ostrich (*Struthio camelus*)

*Helga Henríquez; **Jorge Henríquez & **Enrique Olave

HENRÍQUEZ, H; HENRÍQUEZ, J. & OLAVE, E. Patrón de distribución de las arterias coronarias y sus ramas ventriculares en el corazón de avestruz (*Struthio camelus*). *Int. J. Morphol.*, 30(3):1013-1018, 2012.

RESUMEN: Consideramos importante conocer la irrigación cardíaca del avestruz, debido a la poca investigación realizada; por lo cual se ha hecho un estudio descriptivo del patrón de distribución de las arterias coronarias y sus ramas ventriculares determinando la presencia, origen, longitud y distribución de ellas. Identificamos ramas ventriculares, las anastomosis, tipo de dominancia y realizamos una comparación del corazón del avestruz con mamíferos y humanos. Se estudiaron 50 corazones de avestruz, de la clase African Black, fueron preparados e inyectadas las coronarias con Látex Neopreno, con distinto color, y tratadas en formol al 10% por 10 a 12 días para la disección de las arterias y las ramas ventriculares. Las arterias coronarias del corazón de avestruz se originan en los senos aórticos derecho e izquierdo. La derecha se encuentra en un 98%, con una longitud promedio de 127,1 mm, recorre el surco coronario llegando al interventricular subsinuoso donde origina la rama interventricular subsinuosa en el 92%, además origina la rama del cono en un 98% y ramas ventriculares. La izquierda está presente en el 100%, presenta una longitud promedio de 40,19 mm, las ramas que se originan de ella, son la arteria interventricular paraconal en un 100%, la arteria circunfleja en un 100%, la arteria del cono en el 96%, una rama diagonal presente solo en el 2%, la arteria interventricular subsinuosa presente en un 8%, y además presenta ramas ventriculares. De las anastomosis, en el 6% no se encontró, con una un 42%, con dos un 22% con tres un 30%. La más frecuente es entre la arteria interventricular subsinuosa y la circunfleja presente en un 42,1%, La dominancia derecha, es un 56%, el balance en un 36%, y la dominancia izquierda solo en un 8%. Se observó que la irrigación sanguínea superficial presente en el corazón de avestruz, el tipo de dominancia y la gran cantidad de anastomosis superficiales, se semejan al corazón humano y de mamíferos.

PALABRAS CLAVE: Arterias coronarias; Corazón; Avestruz.

INTRODUCCIÓN

En el siglo II desde que Galeno describió los vasos que irrigan el corazón, en el hombre, estos han sido clásicamente estudiados por diversos autores (Banchi, 1904; Gross, 1921; Crainicianu, 1922; Kugel, 1928; Schlesinger, 1940; Latarjet, 1953; James, 1961; Blunk & Didio, 1971; Didio & Rodríguez, 1983).

Se han realizado diversos estudios sobre la irrigación cardíaca en animales y aves. En mamíferos, podemos citar los realizados por Bull & Martins (2002) en corazón de perro; Martini (1965) trabajó en corazones de caballos, gatos y conejos. Hadziselimovic *et al.* (1974) estudiaron las arterias coronarias en animales domésticos y salvajes como el zorro, jabalí, gato y ardilla. Además, encontramos estudios realizados en corazones de aves como el Kiwi (Adams, 1937), el gallo domestico (Lindsay & Smith, 1965), cora-

zón de avestruz (Bezuidenhout, 1981) y recientemente en gansos y pavos (Aslan *et al.*, 2009).

El propósito de realizar esta investigación es aportar al conocimiento respecto de la arquitectura del corazón de avestruz, en especial conocer la distribución de las arterias coronarias y sus ramas ventriculares, determinando si se presentan anastomosis, observar la dominancia o balance y conocer si la distribución se asemeja al del ser humano.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó un estudio descriptivo y cualitativo, de corte transversal sobre 50 corazones de avestruz, cuya edad

* Escuela de Enfermería, Universidad Santo Tomás, Temuco, Chile.

** Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

Tesis presentada a la Universidad de La Frontera para la obtención de grado académico de Magíster en Ciencias Mención Morfología.

está comprendida entre los 9 y 10 meses, sanos (sin patología aparente), con un peso de 25 kg aproximadamente, obtenidos desde criadero.

Los corazones fueron masajeados previamente y lavados con agua corriente. Para una mejor visualización de las arterias coronarias estas fueron previamente cateterizadas a través de sus ostios e inyectadas con Látex Neopreno 650 Dupont, de color rojo para la arteria coronaria derecha, y de color amarillo para la arteria coronaria izquierda, y fijados en formalina al 10% durante 10 días. Posteriormente fueron sometidos a un procedimiento de aclaramiento con peróxido de hidrógeno de 30 volúmenes diluida al 50% por 48 hrs.

Después se realizó una disección macroscópica y además mesoscópica, con el fin de observar lo siguiente: Presencia de las arterias coronarias, origen y número de las ramas arteriales ventriculares, trayecto principal, anastomosis y dominancia o balance de cada una de ellas.

Para medir la longitud de las arterias coronarias se utilizó un hilo de algodón debido que el recorrido de ellas es sinuoso, este valor fue medido con un Caliper Digital Electronic, graduado en centímetros y milímetros, con una lectura mínima de un centésimo de milímetro. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa SSPP 20.

RESULTADOS

En cuanto al origen de los vasos podemos decir que de los 50 corazones estudiados encontramos que ambas arterias coronarias se originan desde el seno aórtico, a excepción de un caso en donde no existe la arteria coronaria derecha.

La arteria coronaria izquierda se originó en los 50 corazones desde la aorta, con un trayecto promedio de 40,2 mm (entre 16,6 y 62,3 mm) (Fig. 1).

Con respecto a las ramas que origina, una rama interventricular paraconal se presentó en todos los corazones, la cual desciende recorriendo el surco interventricular paraconal, originando desde ésta ramas ventriculares variables: 3 ramas (9 casos), 2 ramas (18 casos), 1 rama (20 casos); en 3 casos no existen ramas (Fig. 2).

La rama circunfleja izquierda se encuentra presente en todas las muestras, y su recorrido se extiende por el surco coronario. De ella, se originan ramas ventriculares anteriores y posteriores. Además, en 4 casos, originó una rama interventricular subsinuosa (Fig. 1 y 7). En un caso, una rama diagonal o angular se originó desde el ángulo de separación entre las arterias circunfleja y paraconal, formando una trifurcación de la arteria coronaria izquierda (Fig. 3).



Fig. 1. Cara ventrocraaneal, se aprecia la longitud de la arteria coronaria izquierda (C.I.) con 62.3 mm, con una bifurcación que da origen a las ramas circunfleja (Cx.) e interventricular paraconal (I.Pc.). Además observamos la presencia de las ramas del cono (rc.) de ambas coronarias, formándose una anastomosis intercoronaria.

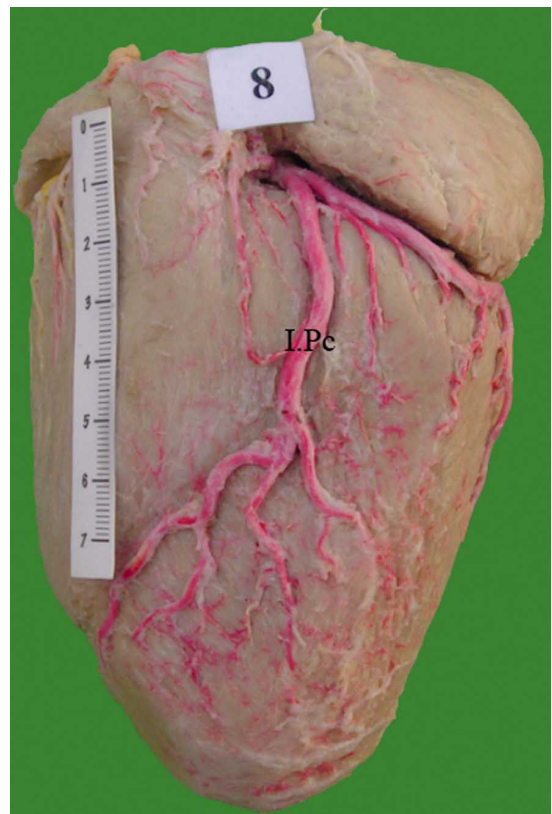


Fig. 2. Cara ventrocraaneal, observamos en este corazón, la formación de la arteria interventricular paraconal (I.Pc.).

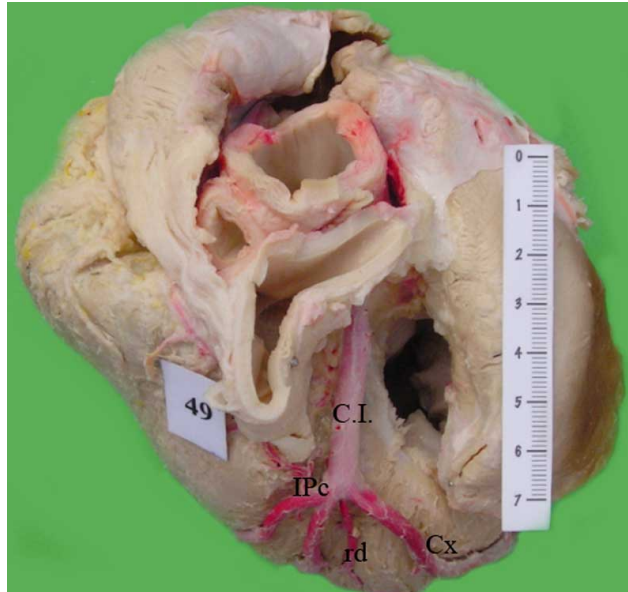


Fig. 3. Base coronaria, se presenta la arteria coronaria izquierda (C.I.) y su trifurcación, formando la arteria circunfleja (Cx.), la arteria interventricular paraconal que se bifurca casi inmediatamente (I.Pc), y la presencia de la rama diagonal (r.d.).

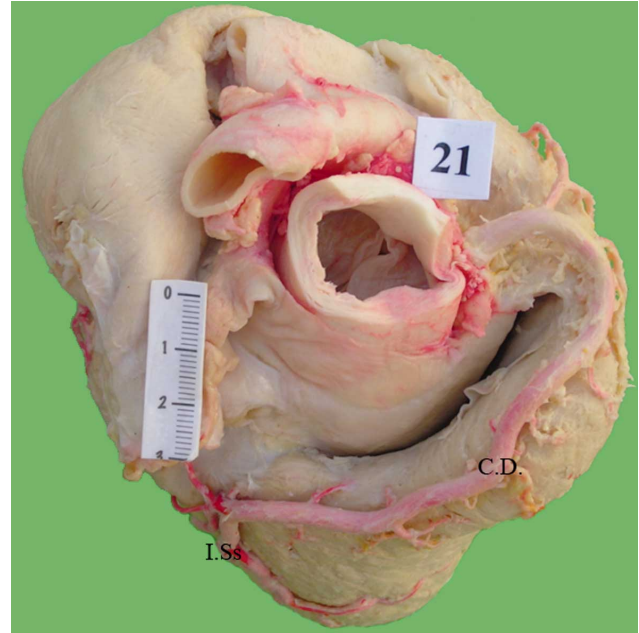


Fig. 4. Base cardíaca, observamos la arteria coronaria derecha (C.D.) donde apreciamos la longitud, de este caso, de 132,98 mm llegando al surco interventricular subsinuoso, en donde da origen a la arteria interventricular subsinuosa (I.Ss.).



Fig. 5. Cara ventrocraneal, caso único, en el cual no existe arteria coronaria derecha. Desde la arteria coronaria izquierda (C.I.) se origina una rama derecha (rd.) que reemplaza a la coronaria derecha y que va a irrigar toda esta zona, originando desde ella una gran cantidad de ramas ventriculares.

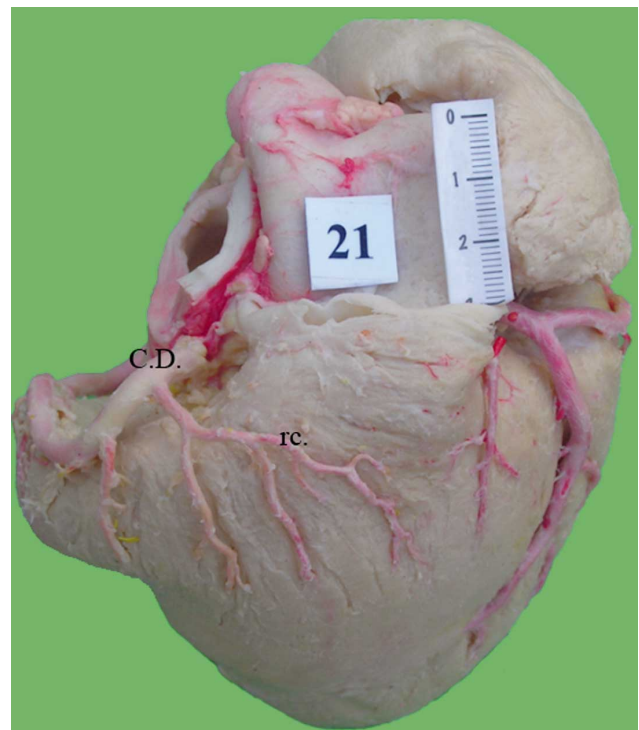


Fig. 6. Cara ventrocraneal, se observa la formación de la rama del cono (r.c.) directamente de la coronaria derecha (C.D.).

La rama del cono que se origina desde la arteria coronaria izquierda, se observó en 38 casos (76%), en 10

casos (20%) esta rama se origina de la arteria paraconal. En 2 casos no se observó (Fig. 1).

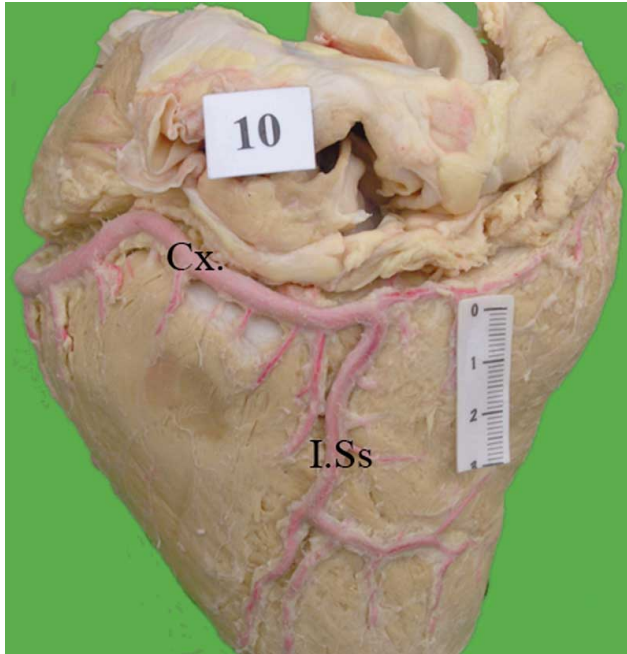


Fig.7. Cara dorsocaudal, se aprecia la llegada de la arteria circunfleja (Cx.) proveniente de la coronaria izquierda, formando por la cara dorsocaudal la arteria interventricular subsinuosa (I.Ss.). Se observa dominancia coronaria izquierda.

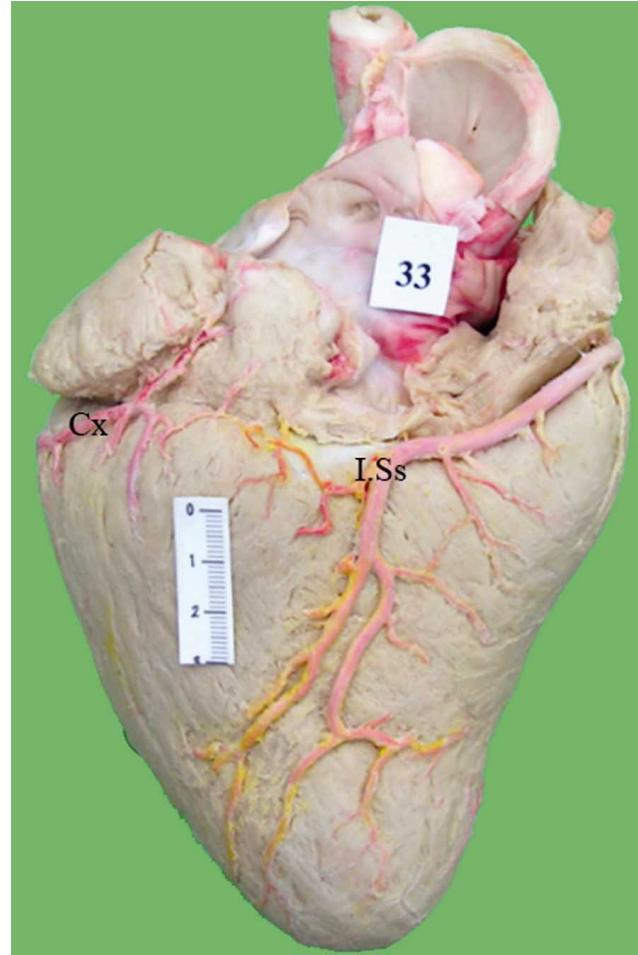


Fig. 8. Cara dorsocaudal, en este corazón encontramos dominancia derecha y la presencia de anastomosis intercoronarias entre la arteria circunfleja izquierda (Cx) con una rama proveniente de la arteria Interventricular subsinuosa (I.Ss.), originada de la coronaria derecha.

La arteria coronaria derecha se originó desde el seno aórtico derecho en 49 casos (Fig. 5), con un trayecto promedio de 127,1 mm (entre 101,5 y 160,5 mm), desde su origen hasta la formación de la rama interventricular subsinuosa (Fig.4). En todos los casos, dió origen a la rama del cono, dirigida hacia el cono arterioso (Fig. 6), y en 46 casos, a la rama interventricular subsinuosa, que desciende hacia el ápex del corazón a través del surco interventricular subsinuoso (Fig.8).

La anastomosis entre las ramas interventricular subsinuosa y circunfleja (42,1%) (Fig. 8) se observó con mayor frecuencia, seguida de la unión entre las ramas interventricular subsinuosa e interventricular paraconal (28,4%), del cono arterioso derecho e izquierdo (21,6%) (Fig. 1), y del cono de la arteria coronaria derecha y la rama interventricular paraconal (6,82%). Además, existieron pequeñas anastomosis homocoronarias ubicadas cerca del ápex del corazón.

Con respecto a la dominancia de las arterias coronarias en la superficie de los ventrículos, en 28 casos fue del lado derecho (Fig. 8) y 4 del izquierdo (Fig. 7); en 18 casos se observó balance.

DISCUSIÓN

En todos los corazones estudiados, encontramos la presencia de 2 arterias coronarias desarrolladas, característico de las aves que poseen una capacidad de vuelo limitado o que no vuelan, a diferencia de las aves voladoras, que presentan más de 2 arterias coronarias (Aslan *et al.*).

Estas arterias se originan en el seno aórtico del lado derecho e izquierdo, y transcurren craneolateral entre la aurícula y la base del tronco pulmonar, hasta dividirse en sus ramas, similar a otras aves (Bezuidenhout, 1984; Lindsay & Smith; Aslan *et al.*).

Adams, Baumel (2001), Lindsay & Smith, y Aslan

et al., describen que en la especie aviar cada arteria coronaria se divide en rama superficial y profunda luego de emerger desde su origen. La mayor parte de la irrigación del corazón de las aves se distribuye al miocardio desde las ramas profundas, por lo que se caracterizan por tener un suministro de sangre a través de estas ramas.

El patrón de distribución de estas arterias en el corazón del avestruz es semejante al de mamíferos (Henríquez *et al.*, 1987), su irrigación es mas superficial que profunda, similar a lo reportado por Bezuidenhout (1984). Al ser el suministro dado por las arterias superficiales, estas tienen un mayor calibre y ambas arterias coronarias originan grandes ramas que se ubican a nivel de los surcos interventricular paraconal y subsinuoso, cursando a través de ellos cubiertas por gran cantidad de grasa y originando una serie de ramas más pequeñas hacia los ventrículos.

Además observamos que la arteria coronaria izquierda origina en todos los casos dos ramas, una interventricular paraconal ubicada en el surco interventricular paraconal y una circunfleja, que se aloja en el surco coronario. En un caso (2%), se observó a nivel de la bifurcación de las ramas interventricular paraconal y circunfleja, el origen de una tercera rama, formando una trifurcación arterial llamada rama diagonal, la cual se ha observado en corazones de cerdo con una frecuencia del 20% (Jordão *et al.*, 1999) y en humanos en 45,3% (Moura Junior *et al.*, 2008), 42,5% (Baptista *et al.*, 1991) y 20% de los casos (Didio & Wakefield, 1975). La literatura relacionada con vascularización de aves, no menciona esta tercera rama, por lo que consideramos que en ninguno de ellos se encontró esta trifurcación en la arteria coronaria izquierda.

En cuanto a las anastomosis, según la clasificación realizada por Baroldi *et al.* (1956), las uniones del mismo tronco coronario como homocoronario, y las que corresponden a dos troncos coronarios como anastomosis intercoronarias. En el corazón de avestruz encontramos una gran cantidad de anastomosis que se presentan en las arterias superficiales, y su mayor irrigación proviene de estas arterias. De los tipos de anastomosis encontradas, homocoronarias e intercoronarias, las primeras se representaron por ramas pequeñas generalmente ubicadas cercanas al ápex, y las segundas se presentan frecuentemente en ramas de mayor calibre, como la formada entre la rama interventricular subsinuosa y la circunfleja, además de un alto porcentaje entre las ramas interventricular subsinuosa e interventricular paraconal, y las dos ramas originadas en las coronarias para el cono arterioso. Todas estas anastomosis fueron encontradas en ramas superficiales.

Bezuidenhout (1981) al estudiar el corazón de aves-

truz menciona que a nivel de sus arterias coronarias, encontró numerosas anastomosis de tipo homocoronaria e intercoronaria, ubicadas a nivel de los surcos y ápex del corazón, describiendo anastomosis entre las ramas conales, así como a nivel de las ramas circunflejas de ambas arterias coronarias.

En cuanto a la dominancia de las arterias coronarias, se realizó tomando en cuenta el criterio manejado en el método de Schlesinger, en donde se tiene en consideración la intersección entre el surco coronario con el surco interventricular subsinuoso teniendo en cuenta la rama interventricular subsinuosa ya sea que provenga de la arteria coronaria derecha o izquierda.

Encontramos en un mayor porcentaje dominancia del lado derecho (56%), lo que concuerda con lo mencionado por Baumel y Lindsay & Smith, aunque diferimos en la dominancia izquierda y la balanceada, ya que esta última se presentó en mayor porcentaje, 36%, y la izquierda solo un 8%.

En el trabajo realizado por Bezuidenhout (1984) se menciona que ambas arterias están equitativamente bien desarrolladas y que forman una circulación balanceada, no dando mayor detalle al respecto.

HENRÍQUEZ, H; HENRÍQUEZ, J. & OLAVE, E. Distribution pattern of the coronary arteries and ventricular branches in the heart of ostrich (*Struthio camelus*). *Int. J. Morphol.*, 30(3):1013-1018, 2012.

SUMMARY: We consider it important to know the heart of the ostrich irrigation due to the paucity of research, for which there has been a descriptive study of the distribution pattern of the coronary arteries and their branches ventricular determining the presence, origin, length and distribution of these. We identified ventricular branches, anastomoses, type of dominance and perform a comparison of ostrich heart of mammals and humans. Fifty hearts were studied ostrich, African Black class, were prepared and injected the coronary arteries with neoprene, with a different color, and treated in 10% formalin for 10 to 12 days for dissection of the arteries and ventricular branches. Coronary arteries of the heart of ostrich originate in the right and left aortic sinuses. The right is at 98%, with an average length of 127.1 mm, runs reaching the coronary sulcus which originates subsinuoso interventricular septal branch in 92% subsinuoso also causes the cone branch by 98% and branches ventricular. The left is present in 100%, has an average length of 40.19 mm, branches originating from it are the septal artery paraconal 100%, the circumflex artery 100%, the artery of the cone 96%, a diagonal branch present only in 2%, interventricular artery subsinuoso present in 8%, and also presents ventricular branches. Of the anastomosis, at 6% was not found, with 42%, 22% two to three 30%. The most common is between the artery and circumflex interventricular subsinuoso present in 42.1%, right dominance, is 56%, the balance of 36% and left dominance only

by 8%. It was observed that the surface blood supply at the heart of ostrich, the type of dominance and the large number of superficial anastomosis was resembling the human heart and mammals.

KEY WORDS: Coronary artery; Coronary disease; Heart; Ostrich.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams, W. E. Contribution to the anatomy of the aviant heart as seen in the kiwi (*Apterix australis*) and the yellow-crested penguin (*Megadyptes antipodum*). *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 107:417-41, 1937.

Aslan, K.; Kürtül, I.; Özcan, S. & Atalgin, S. The Coronary Circulation of the Heart of the Goose and Turkey Living at High Altitudes and Cold Climate Conditions. *Kafkas. Univ. Vet. Fak. Derg.*, 15(3):375-8, 2009.

Baptista, C. A.; Didio, L. J. & Prates, J. C. Types of division of the left coronary artery and the ramus diagonalis of the human heart. *Jpn. Heart. J.*, 32(3):323-35, 1991.

Baroldi, G.; Mantero, O. & Scomazzoni, G. The collaterals of the coronary arteries in normal and pathologic hearts. *Circ. Res.*, 4:223-9, 1956.

Banchi, A. Morfología delle arteriae coronariae cordis. *Arch. Ital. Anat. Embriol.*, 3:87-164, 1904.

Baumel, J. J. *Corazón y vasos sanguíneos de las aves*. In: Getty, R. Anatomía de los animales domésticos. 5ª ed. Vol. 2. Barcelona, Masson S.A., 2001.

Bezuidenhout, A. J. *The anatomy of the heart of the ostrich Struthio camelus (Linn)*. Pretoria. Thesis DVSc, Faculty of Veterinary Science, University of Pretoria, 1981.

Bezuidenhout, A. J. The coronary circulation of the heart of the ostrich (*Struthio camelus*). *J. Anat.*, 138(3):385-97, 1984.

Blunk, J. & Didio, L. J. A. Types of coronary circulation in human heart. "Types of balance" and "predominance" of the human coronary arteries. *Ohio. States Med. J.*, 67(7):596-607, 1971.

Bull, M. L. & Martins, M. R. F. B. Study of the arterial coronary circulation in the dog. *Rev. Chil. Anat.* 20(2):117-23, 2002.

Crainicianu, A. Anatomische Studien über die Koronararterien und experimentelle Untersuchungen über ihre Durchgängigkeit. *Virchows. Arch. Path. Anat.*, 238:1-75, 1922.

Didio, L. J. A. & Rodriguez, H. Cardiac segments in the human heart. *Anat. Clin.*, 5:115-24, 1983.

Didio, L. J. A. & Wakefield, T. Coronary arterial predominance or

balance on the surface of the human cardiac ventricles. *Anat. Anz.*, 137:147-58, 1975.

Gross, L. *The blood supply to the heart*. New York, Paul B. Hoeber, 1921.

Hadziselimovic, H.; Secerov, D. & Gmaz-Nikulin, E. Comparative anatomical investigations on coronary arteries in wild and domestic animals. *Acta Anat. (Basel)*, 90(1):16-35, 1974.

Henríquez, J.; Olave, E.; Matamala, F. & Escobar, J. Disposición de las ramas arteriales ventriculares en corazones de individuos chilenos. *An. Anat. Nor.*, 5:67-72, 1987.

James, T. *Anatomy of the coronary arteries*. New York, Paul B. Hoeber, 1961.

Jordão, M. T.; Bertolini, G. S. M. M.; Areas Júnior, J. H dos S. & Barbato de Prates, N. E. V. Anatomic study of the diagonal arteries in hearts of pigs. *Rev. Chil. Anat.*, 17(1):75-9, 1999.

Kugel, M. A. Anatomical studies on the coronary arteries and their branches. *Am. Hearth. J.*, 3:260-70, 1928.

Latarjet, M. Les branches ventriculaires des arteries coronaires du coeur. *Compte. Rendus. Ass. Anat.*, 216-22, 1953.

Lindsay, F. E. F. & Smith, H. J. Coronary arteries of Gallus domesticus. *Am. J. Anat.*, 116:301-14, 1965.

Martini, E. La vascolarizzazione arteriosa del cuore di alcuni Mammiferi domestici. *Arch. Ital. Anat. Embriol.*, 70(4): 351-80, 1965.

Moura Junior, P. C.; Vieira, T. H. M.; Vieira, S. R. C.; Sobreiro, D.; Ruiz, S. R. C.; Wafae, G. C.; Da Silva, N. C. & Wafae, N. Estudo anatómico das artérias coronárias de suínos Landrace. *Pesq. Vet. Bras.*, 28(2):103-7, 2008.

Schlesinger, M. J. Significant variations in the anatomic pattern of the coronary vessels. *Blood Heart Circ.*, 13:61-72, 1940.

Dirección para correspondencia:

Dr. Jorge Henríquez Pino
Facultad de Medicina
Universidad de La Frontera
Casilla 54-D
Temuco – Chile

Email: jhenri@ufro.cl

Recibido : 05-06-2012

Aceptado: 27-07-2012