

HISTOLOGÍA Y ULTRAESTRUCTURA COMPARADA DEL CORAZÓN DE UN SAPO Y UN LAGARTO ENDÉMICOS DE CUBA.

Autores:

Yamilka Rodríguez-Gómez¹, Ana-Sanz Ochotorena², Yanet Roque Morales³

Reyna Lara-Martínez⁴, María de Lourdes Segura-Valdéz⁵, Luis Felipe Jiménez-García⁶

¹ Profesora Titular, Departamento de Biología Animal y Humana, Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Cuba ² Profesora Titular, Departamento de Biología Animal y Humana, Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Cuba ³ Estudiante de Diploma, Departamento de Biología Animal y Humana, Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Cuba ⁴ Técnico docente, Departamento de Biología Celular, Facultad de Ciencias, UNAM, México ⁵ Profesora Titular, Departamento de Biología Celular, Facultad de Ciencias, UNAM, México ⁶ Profesor Titular, Departamento de Biología Celular, Facultad de Ciencias, UNAM, México

yami@fbio.uh.cu

Resumen

La anatomía del corazón en los vertebrados más conspicuos está bien abordada en la literatura, sobre todo en anfibios y reptiles. Sin embargo, la estructura del tejido cardíaco no siempre es clara. El objetivo de este trabajo es describir histológica y ultraestructuralmente el músculo cardíaco de dos representantes de la herpetofauna cubana, el sapo *Peltophryne peltocephala* y el lagarto *Anolis porcatus*, con la intención de aportar datos para estudios comparados. Se colectaron tres adultos de cada especie y se obtuvo una muestra de tejido cardíaco. Un fragmento se fijó en paraformaldehído (4%), se incluyó en parafina por la técnica convencional. Los cortes se tiñeron con hematoxilina-eosina para ser observados al microscopio de campo claro. Otro fragmento se fijó en glutaraldehído (2.5 %) y se procesó para microscopía electrónica

de transmisión. Los resultados muestran que el tejido cardiaco en ambas especies, de grupos zoológicos diferentes, tiene algunas características comunes como: presencia de estriaciones transversales, discos intercalares y un núcleo prominente en posición central. Sin embargo, es más elevada la cantidad y la organización de las mitocondrias en el tejido del reptil, lo que pudiera relacionarse con su modo de vida más activo y, en consecuencia un mayor gasto de energía.

Palabras clave: Corazón, ultraestructura, *Peltophryne*, *Anolis*

INTRODUCCIÓN

El corazón es una bomba muscular que impulsa la sangre por un sistema de vasos sanguíneos, de diferente calibre, hacia todos los tejidos del cuerpo. Probablemente, desde el punto de vista filogenético, se formó a partir de un vaso contráctil que formaba parte de la circulación corporal¹.

La anatomía del corazón de los grupos de vertebrados más conspicuos está bien abordada en la literatura científica, sobre todo en los anfibios y reptiles. Se conoce que el corazón de los anfibios anuros que poseen pulmones funcionales para el intercambio gaseoso, está formado por un seno venoso; dos atrios, derecho e izquierdo, divididos por un tabique completo; un único ventrículo y un cono arterioso con una válvula espiral por donde fluye la sangre fuera del órgano. Por su parte, en los reptiles escamosos, el seno venoso está reducido pero continúa siendo la cámara que recibe la sangre. Los atrios están completamente separados y aparecen dos ventrículos separados por un tabique incompleto, por lo cual ocurre mezcla de sangre de ambos lados, derecho e izquierdo. El cono arterioso aparece en etapas primarias del desarrollo embrionario².

Sin embargo, la estructura del tejido cardiaco, con énfasis en la fibra muscular de estos grupos, no siempre es clara³. Su descripción con implicaciones comparativas en vertebrados es un reto para cualquier histólogo. El presente trabajo constituye un paso

en esa dirección, abordando especies cubanas de anfibios (el sapo *Peltophryne peltocephala*) y reptiles (el lagarto *Anolis porcatius*). Por ello el objetivo propuesto es describir histológica y ultraestructuralmente el tejido muscular estriado cardiaco de dos representantes de la herpetofauna cubana con la intención de aportar datos para estudios comparados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron tres ejemplares adultos de las dos especies en estudio: *Peltophryne peltocephala* en áreas de la provincia de Cienfuegos y *Anolis porcatius*, en la provincia de La Habana, Cuba, localidades frecuentes de ambos grupos⁴. Las colectas se realizaron durante el mes de octubre del año 2015. Los especímenes fueron trasladados al laboratorio donde fueron anestesiados y tratados éticamente. Se les extrajo el corazón mediante una incisión en la región torácica.

Un fragmento del tejido cardiaco de cada ejemplar se fijó en paraformaldehído al 4% (Panreac) en PBS (0.01 M, pH 7.6) y se incluyó en parafina (Paraplast®) por la técnica convencional⁵. Los cortes se tiñeron con hematoxilina-eosina (Merck). Las preparaciones fueron observadas en un microscopio óptico Nikon E800, con cámara digital para el registro fotográfico.

Otro fragmento se fijó en glutaraldehído al 2.5 % (Applichem) y se procesó para microscopía electrónica de transmisión (MET)⁶. Los bloques obtenidos fueron cortados en un ultramicrotomo Leica Ultracut. Se obtuvieron cortes semifinos (200-400 nm) que fueron teñidos con azul de toluidina (Merck) y se observaron en un microscopio de campo claro Axiostar. Los cortes ultrafinos se contrastaron utilizando acetato de uranilo (PolySciences) al 3 % y citrato de plomo (PolySciences) al 0.3 %. Las rejillas contrastadas se observaron en un microscopio electrónico de transmisión JEOL JEM 1010 que opera a 80 kV y se realizó el registro digital de las imágenes en una computadora Pentium 3 acoplada al microscopio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las células que componen el tejido muscular cardíaco en estos individuos, conserva algunas características semejantes al músculo esquelético, aunque se disponen en una red compleja y con ramificaciones⁷. Bajo el microscopio óptico, el músculo cardíaco presenta un patrón de estriaciones transversales similar al del músculo esquelético, aunque con conexiones evidentes entre las fibras adyacentes. También en apariencia, recuerda el músculo cardíaco de mamíferos³.

Estas células musculares cardíacas están unidas por sus extremos mediante especializaciones de unión llamadas discos intercalares³. Con el microscopio electrónico de transmisión el disco intercalar se observa extendido de forma escalonada a través de la fibra. Esta característica exclusiva del músculo cardíaco se ubica a intervalos regulares de la longitud de las fibras. En el músculo cardíaco no se pueden distinguir miofibrillas separadas. En vez de ello, y en cortes transversales, el miocito aparece ocupado por miofilamentos dispersos entre los que se pueden observar organelos citoplásmicos que atraviesan la masa cilíndrica de miofilamentos desde su periferia.

En la zona límite entre las células se pueden distinguir áreas idénticas a los desmosomas, estructuras similares a las uniones en brecha y zonas de mayor tamaño que se parecen a las zónula adherens de los epitelios, aunque muy sinuosa. En estos sitios se distinguen desmosomas, en la musculatura de ambas especies³.

El sarcoplasma es más abundante y las miofibrillas presentan una dirección divergente alrededor del núcleo situado centralmente, rodeando una región axial fusiforme del sarcoplasma en la que existen abundantes organelos e inclusiones. La cantidad de miofibrillas se aprecia más compactada en el músculo del sapo que en el del lagarto lo que pudiera estar relacionado con la intensidad de la contracción.

La presencia de un solo núcleo en posición central condiciona que las fibras contráctiles no puedan ir siempre en paralelo y tengan que separarse al llegar al núcleo. Esta

disposición explica el aspecto irregular de las miofibrillas en el interior de la célula cardíaca³. Es de destacar que en esta zona, en el tejido cardíaco del anfibio se encontraron inclusiones lipídicas, no observadas en el reptil.

Las mitocondrias son muy abundantes y de gran tamaño en el músculo de *A. porcatus*. Se disponen entre las miofibrillas irregulares pero pueden acumularse en los sitios donde no hay miofilamentos, a diferencia de lo descrito para el músculo esquelético⁸. Las crestas mitocondriales son evidentes y bien organizadas. Esto se asemeja a lo descrito para el músculo cardíaco de mamíferos³. Sin embargo, en *P. peltoccephala* no se observó ni la abundancia ni el tamaño que se describe en el reptil. Esto puede estar relacionado con el hecho de que estos animales pueden realizar respiración cutánea, que en ocasiones suministra más dioxígeno a los tejidos que la propia circulación pulmonar.

CONCLUSIONES

El músculo estriado cardíaco del sapo *Peltophryne peltoccephala* y del lagarto *Anolis porcatus* presentan características similares al de mamíferos en cuanto a la disposición de las células musculares, las miofibrillas y presencia de discos intercalares entre los extremos celulares. Sin embargo, difieren en la cantidad de miofibrillas más compactas y la presencia de inclusiones lipídicas cerca del núcleo, en el anfibio y la abundancia de mitocondrias en el reptil.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kardong KV. Vertebrates. Comparative anatomy, function, evolution. Estados Unidos: McGraw-Hill Education, 7ma. Edición; 2015. p. 473-489
2. Gilbert SF. Developmental Biology (Ninth Edition, Sinauer Ass. Publishers); 2010. p. 303-314
3. Paniagua P. Citología e histología vegetal y animal. España: McGraw-Hill Interamericana. 4ta. Edición; 2007. p. 661-668

4. Rodríguez-Gómez A. Anfibios. En: H González, L Rodríguez, A Rodríguez, C Mancina, I Ramos, editores. Libro rojo de los vertebrados de Cuba. Cuba: Editorial Academia; 2012. p. 12-25
5. Aguilar M, Coutiño B y Salinas P. Manual de técnicas histológicas e histoquímicas. Facultad de Ciencias. UNAM. México; 1996
6. Vázquez-Nin GH y Echevarría OM. Introducción a la Microscopía Aplicada a las Ciencias Biológicas México, D.F. (UNAM): Fondo de Cultura Económica; 2000
7. Cifuentes F, Vergara J, Hidalgo C. Sodium/calcium exchange in amphibian skeletal muscle fibers and isolated transverse tubules. Am J Physiol Cell Physiol. 2000; 279: C89–C97
8. Jensen B, van den Berg G, van den Doel R, Oostra R-J, Wang T, et al. Development of the Hearts of Lizards and Snakes and Perspectives to Cardiac Evolution. 2013; PLoS ONE 8(6): e63651. doi:10.1371/journal.pone.0063651

ANEXOS



Figura 1: Corte transversal de músculo cardíaco del ventrículo del sapo *Peltophryne peltoccephala*. H-E

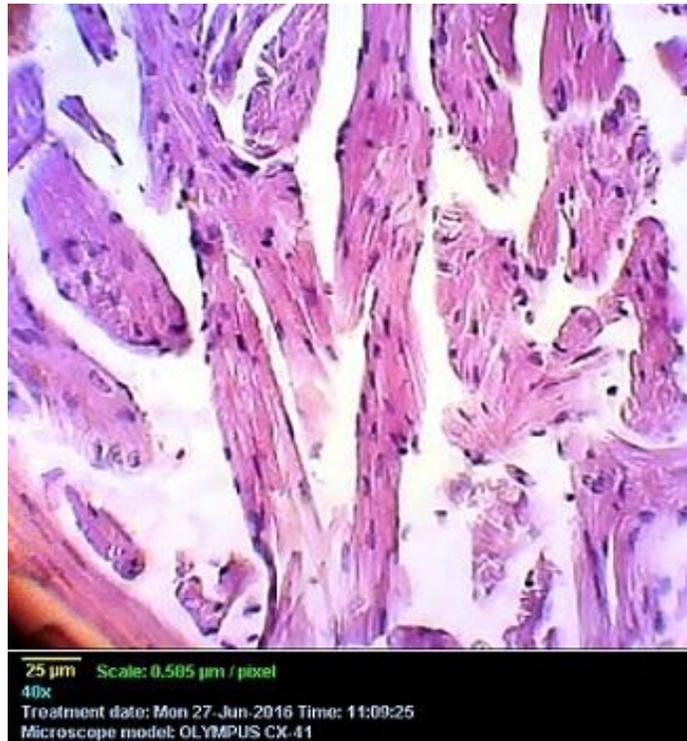


Figura 2: Corte transversal de músculo cardíaco del ventrículo del lagarto *Anolis porcatius*. H-E

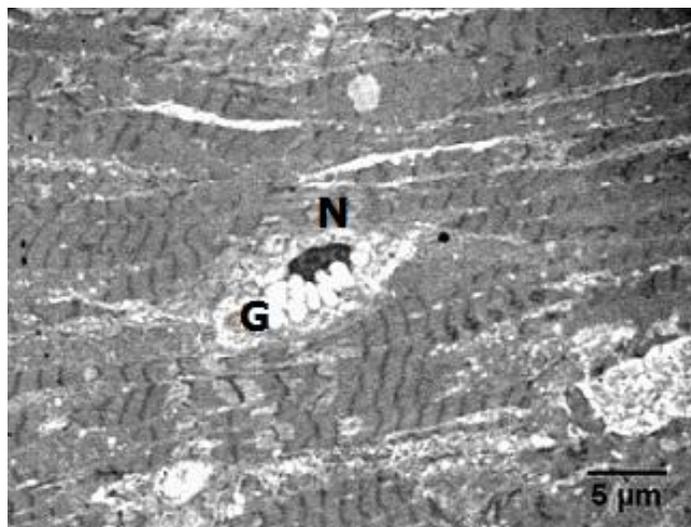


Figura 3. Micrografía electrónica de parte de una célula muscular cardíaca en corte longitudinal del sapo *Peltophryne peltocéphala*. El patrón estriado transversalmente del material contráctil es semejante al del músculo esquelético. Note la presencia del núcleo central (N) y de inclusiones lipídicas (G).

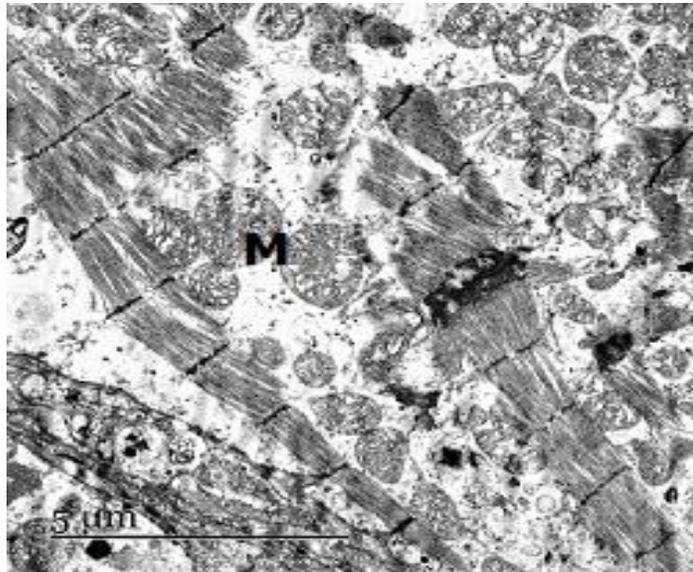


Figura 4. Micrografía electrónica de parte de una célula muscular cardíaca en corte longitudinal del lagarto *Anolis porcatu*. Se distingue la disposición de las miofibrillas y la abundancia y ubicación de las mitocondrias (M).

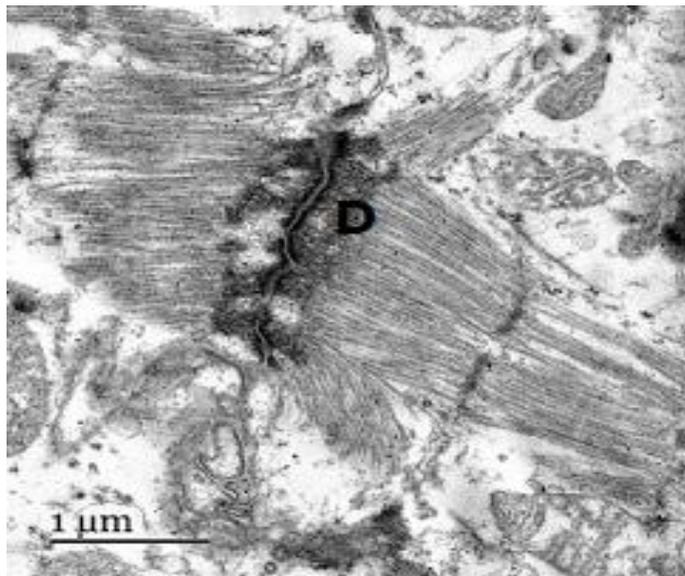


Figura 5. Micrografía electrónica de un segmento transversal de un disco intercalar (D) en una célula muscular cardíaca del lagarto *Anolis porcatu*. Entre los lugares de inserción de las miofibrillas existen desmosomas típicos.