

El entrecruzamiento de las bandeletas: una propuesta anatómica para la activación “axial” y “radial” del corazón

Intertwining Myocardial Bands: an Anatomy-based Proposal for “Axial” and “Radial” Activation of the Heart

JOSÉ J. CUENCA CASTILLO^{FEBTCS, 1}

Desde el punto de vista biofísico, la alta eficiencia del corazón como bomba solo puede explicarse mediante una anatomía compleja. Sin embargo, la descripción anatómica de Torrent Guasp (1) como una estructura conformada por una banda muscular, que comienza en la inserción de la arteria pulmonar y termina a nivel de la aorta, formando una doble hélice que limita los ventrículos, ha sido interpretada por muchos investigadores como una “conveniencia fisiológica” (2) ante la dificultad de objetivar dicha banda por disección directa o instrumental. En la línea de confirmación anatómica del modelo están las interesantes imágenes por resonancia magnética del “tensor de difusión del corazón”, que caracteriza al tejido y nos permiten conocer la arquitectura de las fibras. (3)

El artículo publicado en la *Revista Argentina de Cardiología* por Trainini y colaboradores (4) podemos encuadrarlo en el grupo de trabajos realizados por algunos investigadores que intentan aportar “evidencias funcionales”, que serían consecuencia obligada de la existencia anatómica de la banda muscular. Cosín Aguilar, (2) utilizando la soniometría en un modelo experimental en cerdos con tórax abierto, ha podido confirmar la cadencia, establecida por Torrent Guasp, con que la onda de contracción recorrería la banda. Sin embargo, una de las mayores dudas, e incluso contradicciones, acerca de la teoría del funcionamiento del corazón de Torrent Guasp son los mapas de activación eléctrica del corazón. (5) El propio autor en su publicación de 1998 expresaba: (6) “*El presente artículo, cuyo objetivo es explicar el mecanismo por el cual el corazón lleva a cabo mediante su actividad contráctil la disminución (causa de la expulsión de sangre) y dilatación (causa de la succión de sangre) de ambas cavidades ventriculares, requiere una nueva interpretación del modo en el que tiene lugar la difusión de los estímulos a lo largo y ancho de los ventrículos. Sería, por tanto, conveniente, a fin de validar lo referido en la exposición de tal nueva concepción de la mecánica*

cardíaca, emprender antes un estudio experimental exclusivamente encaminado a demostrar la realidad de aquella nueva interpretación sobre la difusión de los estímulos...” Torrent Guasp puso en duda la distribución “radial endoepicárdica” del estímulo eléctrico del corazón, establecida por Lewis en la primera mitad del siglo xx, para decantarse, apoyado en diversos trabajos experimentales que detalla en la publicación, por una distribución “axial” del estímulo, a lo largo de la banda muscular, con una activación miocárdica subepicárdica más precoz, excepto en la cara anterior del ventrículo izquierdo. (6)

En este contexto se hace especialmente relevante el trabajo de Trainini y colaboradores, por intentar relacionar la secuencia de activación eléctrica del corazón, medida por mapeo endoepicárdico secuencial con sistema de navegación y mapeo Carto, con la secuencia de contracción miocárdica, que permita sustentar tres aspectos clave de la fisiología cardíaca: la torsión ventricular, el efecto de succión activa en la fase isovolumétrica diastólica y el significado del volumen telesistólico. El diseño de este estudio en corazones de pacientes que van a ser sometidos a una ablación por vía anómala aporta igualmente una enorme singularidad frente a evidencias previas. No proporcionan los investigadores información sobre la variabilidad de los resultados obtenidos en los cinco estudios electrofisiológicos, si es prácticamente coincidente en todos ellos, o si la secuencia de activación eléctrica del corazón, expresada en los resultados, es la suma de los datos obtenidos entre todos los pacientes. En los resultados, este trabajo aporta las siguientes evidencias electrofisiológicas respecto de la activación del ventrículo izquierdo:

- Inicio de la despolarización en el *septum* interventricular.
- Propagación por el tabique interventricular hacia el ápex (“axial”), que se hace simultánea hacia el epicardio (“radial”) a partir de un punto.

REV ARGENT CARDIOL 2015;83:390-391. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v83.i5.7124>

VÉASE CONTENIDO RELACIONADO: Rev Argent Cardiol 2015;83:420-428. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v83.i5.6732>

Dirección para separatas: Dr. José J. Cuenca Castillo - Servicio de Cirugía Cardíaca. Complejo Hospitalario Universitario A Coruña (CHUAC). Servicio Galego de Saude. As Xubias nº 64. 15006 A Coruña, España - e-mail: jose.joaquin.cuenca.castillo@sergas.es

^{FEBTCS} Fellow of the European Board of Thoracic and Cardiovascular Surgery

¹ Presidente de la Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular (SECTCV)

Jefe del Servicio de Cirugía Cardíaca - Complejo Hospitalario Universitario A Coruña (CHUAC), España

- La activación epicárdica se dirige en dos sentidos contrapuestos hacia el ápex y hacia la base del ventrículo, alcanzando en fase tardía la porción subaórtica.

Estos resultados demuestran un recorrido del estímulo diferente del descrito por Torrent Guasp y Buckberg (7) en 2001 y evidencian su distribución tanto “axial” como “radial”, acercándose a los postulados de Lewis. Con este mapa de activación podría explicarse adecuadamente la contracción contrapuesta (“torsión”) de la base y el ápex, y el efecto de succión activa, para el llenado ventricular, por efecto de la contracción basal final, que provocaría alargamiento y destorsión ventricular. A partir de aquí, y como los propios autores reconocen en las limitaciones del estudio, “*se hacen interpretaciones anatómicas o hemodinámicas con un estudio electrofisiológico, sin disecciones morfológicas ni mediciones de presiones, volúmenes o dimensiones, lo que podría hacer a la discusión algo especulativa*”. Compartimos, a título personal, el modelo fisiológico de corazón de tres tiempos, planteado en el trabajo, al intercalar la succión, como período diferencial, a la sístole y la diástole, al existir contracción miocárdica pero con alargamiento del corazón y sin efecto de eyección. En nuestra opinión, como grupo quirúrgico activo en cirugías de restauración ventricular para el tratamiento de la insuficiencia cardíaca, (8) la disposición oblicua y entrelazada de las fibras miocárdicas es un hecho anatómico imprescindible para la “torsión” ventricular. El incremento del volumen ventricular y la horizontalización de sus fibras hacen menos eficiente la torsión, llegando a transformarse en un simple acortamiento. Nos resulta igualmente atractivo el modelo anatómico propuesto por Trainini y colaboradores, que modifica ligeramente el de Torrent Guasp, y que obliga a admitir la existencia de un punto anatómico denominado “entrecruzamiento de las bandeletas”, a partir del cual se generaría la activación “radial” endoepicárdica. Este punto, de gran importancia fisiológica, solo ha podido ser asimilado a las “fibras aberrantes” de la disección de la banda muscular de Torrent Guasp.

Nos situamos, pues, ante una fisiología miocárdica prácticamente aceptada, con dos aspectos críticos como son la “torsión” y la “succión activa por contracción”, bastante bien correlacionados con la activación eléctrica “axial” y “radial” del corazón, y con un modelo anatómico, que si bien creemos que está basado en la “banda muscular” de Torrent Guasp, las dificultades técnicas de su disección permiten puntos de discusión e incertidumbre, a los que sin duda el presente trabajo de Trainini y colaboradores aporta una elegante propuesta.

Declaración de conflicto de intereses

El autor declara que no posee conflicto de intereses.

(Véanse formularios de conflicto de intereses de los autores en la web/ Material suplementario).

BIBLIOGRAFÍA

1. Torrent Guasp F. [Macroscopic structure of the ventricular myocardium]. *Rev Esp Cardiol* 1980;33:265-87.
2. Cosín Aguilar J, Hernández Martínez A. [The band arrangement of myocardial fibres determines cardiac morphology and function]. *Rev Esp Cardiol* 2013;66:768-70. <http://doi.org/f2fm4g>
3. Poveda F, Gila D, Martí E, Andaluz A, Ballester M, Carreras F. [Helical structure of the cardiac ventricular anatomy assessed by diffusion tensor magnetic resonance imaging with multiresolution tractography]. *Rev Esp Cardiol* 2013;66:782-90. <http://doi.org/f2fnsn>
4. Trainini JC, Elencwajg B, López Cabanillas N, Herreros J, Lago N, Lowenstein J. Propagación eléctrica en los mecanismos de torsión y succión en un corazón de tres tiempos. *Rev Argent Cardiol* 2015;83:420-428.
5. Coghlan C, Hoffman J. Leonardo da Vinci's flights of the mind must continue: cardiac architecture and the fundamental relation of form and function revisited. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006;29:S4-17. <http://doi.org/bpnpfm>
6. Torrent Guasp F. [Structure and function of the heart]. *Rev Esp Cardiol* 1998;51:91-102. <http://doi.org/6tj>
7. Buckberg GD, Coghlan HC, Torrent Guasp F. The structure and function of the helical heart and its buttress wrapping (V). Anatomic and physiologic considerations in the healthy and failing heart. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2001;132:358-85. <http://doi.org/6tk>
8. Cuenca J, Sieira J, Barge-Caballero E, Paniagua-Martin MJ, Marzoa-Rivas R, Pérez-Alvarez L, et al. Long term survival in patients with heart failure after surgical ventricular restoration. *Eur J Heart Fail* 2014;16(suppl 2):258-9.