

IMAGEN EN CARDIOLOGÍA

Aspectos eléctricos de la asociación de miocardio inactivable y bloqueos tronculares de grado intermedio

A de Micheli,* A Aranda,* Gustavo A Medrano*

Resumen

Se exponen las manifestaciones electrocardiográficas del miocardio inactivable, septal y parietal, asociado a bloqueos de rama de grado intermedio, es decir con un fenómeno de «salto de onda» parcial. Dicha exposición se realiza con base en estudios experimentales previos y se valida con cotejos electro-anatómicos en casos clínicos. En las investigaciones experimentales previas, se habían registrado asimismo los cambios eléctricos producidos al variar el grado del bloqueo coexistente con el infarto. En el caso de un bloqueo troncular izquierdo de grado intermedio, se observan pequeñas ondas Q en derivaciones unipolares izquierdas correspondientes a la zona del miocardio afectado, en donde se acentúan los signos de lesión subepicárdica o transmural. Cuando coexiste un bloqueo troncular derecho, las modificaciones más importantes son las de las morfologías registradas en las derivaciones epicárdicas y precordiales derechas. Los cambios eléctricos se deben a la orientación espacial de las fuerzas electromotrices de la activación ventricular. Las modificaciones descritas pueden comprenderse de manera satisfactoria a la luz de los conocimientos actuales acerca de los procesos de despolarización y repolarización ventriculares.

Summary

ELECTRICAL MANIFESTATIONS OF DEAD MYOCARDIUM
ASSOCIATED TO PROXIMAL BLOCKS OF INTERMEDIATE
DEGREE

The electrical manifestation of dead myocardium associated to incomplete bundle branch block, i.e., with a limited «jumping wave» phenomenon, are exposed. Our description is based on previous experimental studies and validated by electro-anatomical comparisons. In previous experimental reports, the electrical manifestations of dead myocardium in the presence of varying degrees of associated block have also been described. The main electrocardiographic changes are related to the location and extent of damaged region and to degree of bundle branch block. If a left bundle branch block coexists with dead myocardium, small Q waves are registered in left unipolar leads exploring the damaged area. In these leads, the signs of subepicardial or transmural injury are increased. When a right proximal block coexists, the main changes concern the morphologies registered in the unipolar right epicardial and precordial leads. The electrical changes are due to the spatial orientation of the electromotive forces of ventricular depolarization and repolarization. The electrocardiographic changes described here can be satisfactorily understood in the light of the present knowledge on the ventricular electrical phenomenon.

(Arch Cardiol Mex 2007; 77: 67-73)

Palabras clave: Miocardio inactivable. Bloqueo troncular izquierdo de grado intermedio. Bloqueo troncular derecho de grado intermedio.

Key words: Dead myocardium. Proximal left block of intermediate degree. Proximal right block of intermediate degree.

* Del Instituto Nacional de Cardiología «Ignacio Chávez». México.

Correspondencia: Alfredo de Micheli. Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez (INCICH, Juan Badiano Núm. 1, Col. Sección XVI Tlalpan 14080 México, D.F.)

Recibido: 22 de diciembre de 2006

Aceptado: 08 de enero de 2007

Con anterioridad, hemos estudiado las características de las morfologías de los complejos ventriculares y de la onda de repolarización ventricular en derivaciones unipolares intracavitarias, epicárdicas y precordiales, en diferentes grados de bloqueo troncular izquierdo y derecho.^{1,2} Hemos estudiado asimismo las manifestaciones eléctricas de la zona inactivable miocárdica, septal y parietal, asociada a bloqueos tronculares de grado avanzado.^{3,4} En la presente publicación, se describen las morfologías unipolares observadas en derivaciones unipolares del electrocardiograma convencional, y en algunas suplementarias, cuando coexisten una zona inactivable septal o parietal y un bloqueo troncular de grado intermedio, i. e. con «salto de onda» limitado.

Parece oportuno recordar las manifestaciones eléctricas de dichos bloqueos tronculares.

1. Bloqueo troncular izquierdo (BRIHH) de grado intermedio

Este trastorno de la conducción ventricular se caracteriza por un retardo no muy acentuado de la conducción del estímulo a través de la rama izquierda del haz de His. Se crean así frentes de excitación que avanzan desde la masa septal derecha hacia la masa septal izquierda atravesando la llamada barrera intra-septal⁵ (Salto de onda^{6,7}). Las fuerzas electromotrices del «salto de onda», y las producidas por la despolarización anómala de la masa septal izquierda, alcanzan un equilibrio eléctrico con las parietales homolaterales. A causa de la activación anómala del tabique interventricular, se inscribe una positividad inicial (onda r) en los complejos registrados en porciones bajas y medias de la cavidad ventricular izquierda.

La activación eléctrica del ventrículo izquierdo se debe en parte a los estímulos que logran bajar por el sistema de conducción izquierdo y, en parte más o menos importante, por los que han efectuado el «salto de onda» y se transmiten de una a otra fibra miocárdica contráctil. La coexistencia de miocardio inactivable septal o parietal puede alterar de manera más o menos importante la relación de fuerzas electromotrices entre la pared libre ventricular izquierda y el tabique interventricular.⁸

A. «Necrosis» de la masa septal izquierda + Bloqueo troncular izquierdo de grado intermedio

En este caso, se reducen la intensidad y la manifestación de las fuerzas electromotrices del «salto de onda» y tiende a establecerse un equilibrio eléctrico entre los frentes de onda originados en las dos masas septales.⁹ Por eso se reducen el voltaje y la duración de las pequeñas ondas Q, que se registran en derivaciones unipolares izquierdas, respecto a los de las ondas Q registradas en presencia de un bloqueo troncular izquierdo de grado avanzado.

B. «Necrosis» de la masa septal derecha

Cuando existe un bloqueo troncular izquierdo de grado intermedio, una «necrosis» de la masa septal derecha baja hace disminuir o desaparecer la manifestación de la despolarización de las regiones afectadas. Este hecho se evidencia en las morfologías registradas en las derivaciones unipolares que las exploran: reducción o desaparición de la manifestación del primer vector septal derecho.

C. «Necrosis» septoparietal izquierda posterolateral

En presencia de una zona de miocardio inactivable posterior y posterolateral de la mitad inferior de la pared libre ventricular izquierda, complicada con BRIHH de grado intermedio, las ondas q y s, en las derivaciones que exploran la región afectada, tienen el mismo significado que en los casos de «necrosis» anterolateral. En efecto, el electrodo explorador registra la fase inicial o la terminal de la negatividad intraventricular izquierda.

Esto depende de la extensión de la zona afectada en el espesor de la pared ventricular. Las fases consideradas corresponden, respectivamente, al equilibrio eléctrico inicial entre las dos masas septales y a la manifestación de las fuerzas terminales de la pared libre ventricular izquierda.

Puede concluirse que los aspectos eléctricos correspondientes a la «necrosis» miocárdica asociada a bloqueo troncular izquierdo de grado intermedio, en comparación con los registros obtenidos en grados semejantes de dicho bloqueo sin infarto, muestran modificaciones electrocardiográficas características. Las más importantes dependen de la localización y la extensión de la zona de mio-

cardio inactivable, así como del grado del bloqueo de rama considerado. Se reflejan, por tanto, en las morfologías unipolares registradas cerca de la región afectada. Ejemplo.

El electrocardiograma de la *Figura 1* corresponde a una mujer de 58 años, hospitalizada en la Unidad Coronaria de nuestro Instituto. Se registró cuatro días antes de su defunción. Muestra un bloqueo troncular izquierdo de grado intermedio (TIDI = 50 mseg en V_5 y 60 mseg en V_6). Coexisten signos de zona miocárdica inactivable, que abarca porciones medias y bajas del tabique interventricular, sobre todo en la masa septal izquierda. En efecto, ha desaparecido la manifestación del primer vector septal derecho, se nota una caída de voltaje de la pequeña onda R de V_3 a V_4 y una marcada reducción de la amplitud de la onda R, con desaparición de su meseta, en V_5 , V_6 y aVL. Se observan asimismo signos de lesión e isquemia difusas: lesión subepicárdica de la mitad inferior del tabique interventricular e isquemia subepicárdica paraseptal anterior izquierda.

Además, la presencia de complejos ventriculares QRS en D_{III} , y Rs en aVF, hace sos-

pechar la existencia de una zona inactivable posterior del ventrículo izquierdo.⁹ Evidentemente el registro de un círculo torácico completo hubiera aclarado la extensión real de la región afectada.

Hallazgos anatómicos (*Fig. 2*). Se efectuaron cortes transversales del corazón. En las dos primeras rebanadas basales, hay un infarto posterobasal antiguo. Se caracteriza por la coloración blanca y el adelgazamiento de la porción posterior del tabique interventricular y de las paredes posteriores de ambos ventrículos. Existe también una comunicación interventricular postinfarto, a través de la cual se ha pasado un estilete. Las rebanadas media y apical muestran cambios de coloración, con áreas blanquecinas «pálidas», que se localizan en la parte posterior del tabique interventricular y en las caras posterior y lateral del ventrículo izquierdo, por fibrosis transmural.

2. Bloqueo troncular derecho (BRDH) de grado intermedio

En estos casos, por un retardo no muy acentuado del paso del impulso en la rama derecha, el ventrículo homolateral se activa en

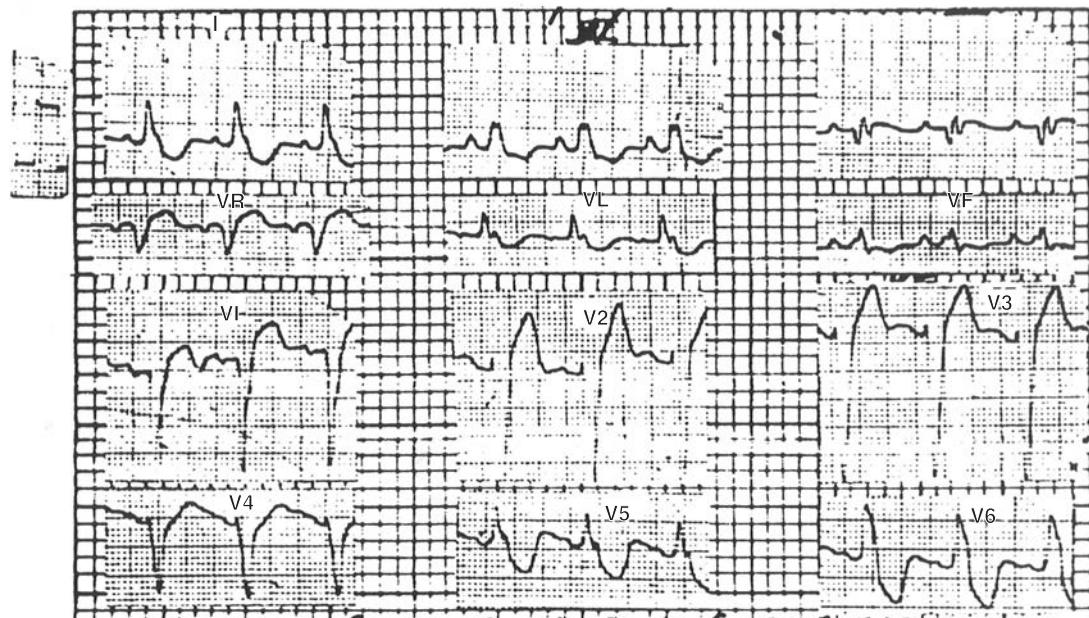


Fig. 1. ECG correspondiente al primer ejemplo aquí presentado. Muestra un bloqueo troncular izquierdo (BRIHH) de grado intermedio. Esto por las características morfológicas y cronológicas de las ondas R en derivaciones izquierdas y de la onda S en derivaciones derechas. Indica también la coexistencia de una zona inactivable antigua, que abarca porciones medias y bajas del tabique interventricular, localizándose en ambas masas septales. Hay signos de isquemia subepicárdica posterolateral izquierda: ondas T negativas, de tipo primario, en D_{II} y aVF.

parte más o menos extensa por vías anómalas. Esto acontece en virtud de los frentes de onda que avanzan desde la masa septal del ventrículo izquierdo respetado hacia la del ventrículo derecho bloqueado, atravesando lentamente la llamada barrera intraseptal. Por consiguiente, parte de los frentes de activación del ventrículo derecho debe transmitirse de fibras miocárdicas contráctiles a fibras específicas o de una a otra fibra contráctil, en las que las uniones celulares ofrecen una resistencia eléctrica elevada. Todos los bloqueos de este grupo se caracterizan por la existencia de un denominador común: un «salto de onda» parcial.⁸

Cuando existe un bloqueo de rama derecha de grado intermedio, se efectúa un «salto de onda» limitado en las porciones bajas del tabique interventricular.¹⁰ Aumenta así el voltaje, y aparece un empastamiento o una muesca, de la positividad inicial del complejo registrado en la punta del ventrículo derecho (rS). El tiempo de inicio de la deflexión intrinsecoide (TIDI) en dicho complejo fluctúa entre 25 y 35 msec, mientras que en las derivaciones transicionales –que exploran la masa septal derecha baja– está comprendido entre 35 y 45 msec.¹¹ El sentido general del proceso de activación del ventrículo derecho no se modifica: se dirige siempre de abajo hacia arriba para terminar en el espolón de Wolf.¹²

Dependiendo de la extensión del sitio del «salto de onda», puede establecerse o no una oposición entre los vectores resultantes de la despolarización y la repolarización septales. Debe tenerse presente que, en estos casos, las fuerzas electromotrices más importantes de la despolarización y la repolarización ventriculares son las que se originan en el tabique interventricular. Por lo tanto, aparecen cambios secundarios de la repolarización ventricular (ondas T invertidas) en las derivaciones que exploran el corazón derecho.

A. «Necrosis» septal + BRDH de grado intermedio

La asociación de un BRDH de grado intermedio con una zona de miocardio inactivable localizado en la masa septal derecha, incrementa la manifestación de las fuerzas electromotrices engendradas en las porciones respetadas de dicha masa.¹⁰ Así, pues, se inscriben complejos ventriculares

de tipo $r < s$ en V_1 y $rsRs'$ en las derivaciones epicárdicas, septales derechas y transicionales.

Si dicho bloqueo está asociado a miocardio inactivable sito en la masa septal izquierda media y baja, se registran complejos ventriculares de tipo qR en V_1 , qRs en V_2 y en las porciones medias y bajas de la cavidad ventricular derecha.

Cuando el bloqueo mencionado coexiste con una zona de miocardio inactivable, que abarca ambas masas septales en la mitad inferior del tabique interventricular, se observa menor manifestación electrocardiográfica de las fuerzas electromotrices correspondientes al «salto de onda» y a la despolarización de la masa septal derecha anteroinferior. Disminuye, por tanto, el voltaje de la onda R' en las derivaciones intraventriculares, epicárdicas y precordiales derechas, así como el voltaje y el empastamiento de la onda R en las derivaciones transicionales que exploran la masa septal derecha anterior baja.

Puede concluirse que, desde el punto de vista electrocardiográfico, las modificaciones más importantes, debidas a la asociación mencionada, corresponden a las morfologías registradas en las derivaciones epicárdicas y precordiales derechas.

Ejemplo.

El ECG de la *Figura 3*, correspondiente a un hombre de 66 años que estuvo hospitalizado en la Unidad Coronaria de nuestro Instituto, se tomó el mismo día de su defunción. Muestra un bloqueo de rama derecha de grado intermedio por empastamiento de la onda R en aVR y de V_1 a V_3 , con un tiempo de inicio de la deflexión intrinsecoide (TIDI) = 70 msec, y de la pequeña onda S en D_1 , V_5 y V_6 . Una zona de miocardio inactivable anteroseptal se reconoce por la presencia de ondas Q , que duran 40 msec, de V_1 a V_3 y en aVL . También hay signos de lesión subepicárdica en las derivaciones que exploran la mitad inferior del tabique interventricular y regiones paraseptales anteriores izquierdas: desnivel positivo, convexo del segmento RS-T de V_1 a V_4 y en aVL . Coexiste isquemia subepicárdica anteroseptal y paraseptal anterior izquierda: onda T negativa, de ramas simétricas, de V_1 a V_3 y en aVL ($Q-T_c = 40$ msec, i. e. $VM + 0.07$ seg

en V_2). No hay datos concernientes a la cara posterior del ventrículo izquierdo porque no se tomó un círculo torácico completo. La necropsia, realizada en el mismo día, reveló lo siguiente (Fig. 4). Se realizaron cor-

tes transversales del corazón y se observaron áreas amarillo-blanquecinas, rodeadas de otras de color rojo-negro. Éstas alternaban en forma irregular y correspondían a un infarto de 9 días de evolución, localizado en:

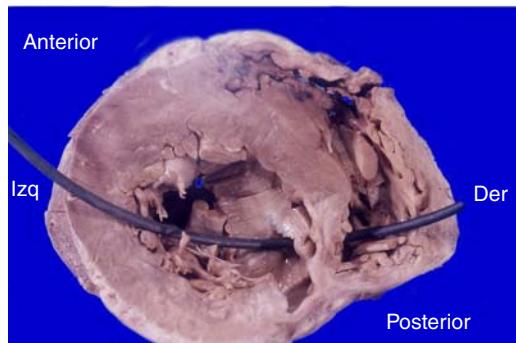


Fig. 2. Hallazgos anatómicos en el mismo caso de la figura 1. Infarto posterolateral basal antiguo, que se extiende hacia porciones septales posteriores y posterolaterales del ventrículo izquierdo.

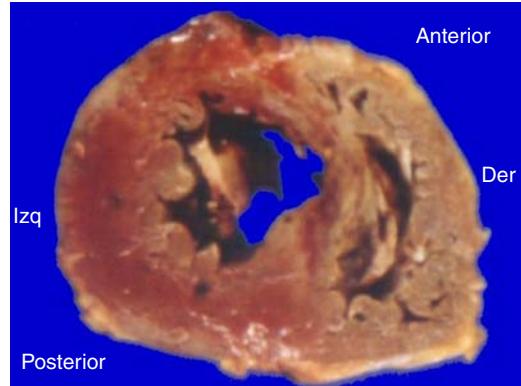


Fig. 4. Hallazgos anatómicos correspondientes al segundo ejemplo. Detectan la existencia de un infarto reciente, de 9 días de evolución, localizado en la cara anterior y lateral del ventrículo izquierdo y en las porciones anterior, media y posterior del tabique interventricular (transmural).

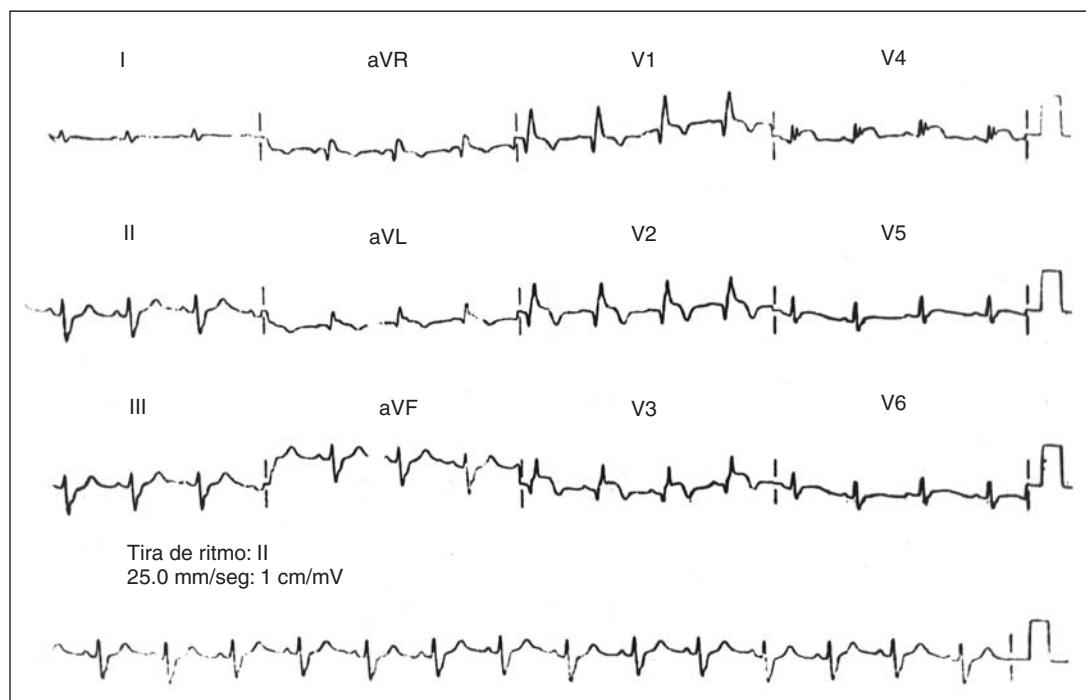


Fig. 3. ECG correspondiente al segundo ejemplo que presentamos. Permite reconocer la presencia de un bloqueo de rama derecha (BRDH) de grado intermedio. Esto por las características morfológicas y cronológicas de los complejos ventriculares en aVR y en las derivaciones precordiales. Revela también la existencia de una zona inactivable anteroseptal por la presencia de ondas Q, de 40 mseg de duración, de V_1 a V_3 y en aVL. Existen asimismo signos de lesión e isquemia subepicárdicas en la mitad inferior del tabique interventricular y en regiones paraseptales anteriores izquierdas. Se trata, por tanto, de un infarto reciente caracterizado por la presencia de lesión.

Cara anterior y lateral del ventrículo izquierdo, tabique interventricular en sus porciones anterior, media y posterior (transmural).

La disección del árbol coronario reveló atherosclerosis grave con placas oclusivas que, en la arteria descendente anterior, ocasionaban una obstrucción calculada en 75% de la luz. Además, en ésta, había un trombo.

Comentario

Los cambios eléctricos que se producen al inicio y en el desarrollo del fenómeno del «salto de onda», cuando existen bloqueos tronculares izquierdos de grado intermedio, permiten reconocer la presencia de miocardio inactivable septal. Esto es: la inscripción de una deflexión negativa inicial (onda Q) del complejo ventricular en D_1 , V_5 , V_6 y, dependiendo de la posición cardíaca, aVF (corazón intermedio o semivertical) y aVL (corazón intermedio o semihorizontal). Además, una ventana eléctrica en el tabique interventricular hace que se registre en alguna derivación transicional, p. ej. V_3 y/o V_4 , la variación de potencial de la masa septal derecha posterior: una muesca en la rama ascendente de la onda S.^{13,3} Dicha muesca debe tener una duración de 40 ms o más.

Por otro lado, si existe una zona inactivable transmural en regiones laterales de la pared libre del ventrículo izquierdo, ésta se comporta como una «ventana eléctrica» (la ventana eléctrica de Wilson). Permite así al electrodo explorador externo, en V_5 y/o V_6 , registrar el complejo intraventricular izquierdo, que es de tipo RS con R empastada a causa del «salto de onda» de la masa septal derecha hacia la izquierda.¹⁴ Esto ocurre también en las derivaciones izquierdas bajas, p.

ej. aVF y la unipolar registrada en el hipocondrio izquierdo, si coexiste una zona inactivable posteroinferior izquierda. Lo mismo acontece cuando hay ritmos de marcapaso o arritmias, originados en el ventrículo derecho.

A su vez, la coexistencia de un BRDHH de grado intermedio con miocardio inactivable ubicado en la masa septal izquierda anteroinferior, se revela por signos electrocardiográficos característicos. Desaparece la manifestación del primer vector septal izquierdo en las derivaciones septales derechas y transicionales. El arranque y la duración aumentada de las fuerzas iniciales de la despolarización ventricular constituyen los datos más directamente relacionados con la reducción del miocardio activable en las regiones anterolaterales de la pared libre ventricular izquierda.

Pero una zona inactivable en la masa septal derecha puede quedar oculta. Es lo que ocurre en ciertas localizaciones septoparietales del miocardio inactivable, en las que se establece un equilibrio eléctrico particular.

Cabe mencionar, por otra parte, que los bloqueos bilaterales, que afectan a los dos sistemas de conducción intraventricular, se asocian habitualmente a una zona inactivable extensa, debida a un episodio isquémico agudo (infarto) o a un proceso degenerativo crónico (miocardiopatía). En ambos casos, una exploración por mapeo eléctrico del tórax o un círculo torácico¹⁵ permite definir la presencia y la localización del miocardio afectado. En fin, parece oportuno hacer hincapié en la gran utilidad práctica, y el bajo costo, de un examen eléctrico integrado, que además puede ser repetido periódicamente en el seguimiento de los enfermos.

Referencias

1. DE MICHELI A, MEDRANO GA, BISTENI A, SODI PALLARES D: *Estudio experimental electro-vectocardiográfico en diferentes grados de bloqueo de rama*. Memorias del IV Congreso Mundial de Cardiología. México. Ed. Galve S.A., 1963; Vol. II: 327 ss.
2. DE MICHELI A, MEDRANO GA, SODI PALLARES D: *Etude électro-vectocardiographique des blocs de branche chez le chien à la lumière du processus d'activation ventriculaire*. Acta Cardiol 1963; 18: 483-514.
3. MEDRANO GA, DE MICHELI A, BISTENI A, SODI PALLARES D: *Estudio experimental de las manifestaciones eléctricas del infarto septal asociado a bloqueo de rama izquierda a la luz del proceso de activación ventricular*. Arch Inst Cardiol Mex 1963; 33: 728 - 752
4. MEDRANO GA, DE MICHELI A, BISTENI A, SODI PALLARES D: *Estudio experimental de las manifestaciones eléctricas del infarto septal asociado a bloqueo de rama derecha a la luz del proceso de activación ventricular*. Arch Inst Cardiol Mex 1964; 34: 151-173.
5. SODI PALLARES D, BISTENI A, MEDRANO GA, GINEFRA P, PORTILLO B, DEL RÍO R: *The «physiological barrier» of the interventricular septum*. IIIrd World Congress of Cardiology. Brussels, 1958. Abstracts of Communications, pp. 33 ss.

6. SODI PALLARES D: *New bases of electrocardiography*. St Louis MO. The C V Mosby Co., 1956: 404.
7. MEDRANO GA, DE MICHELI A, ARANDA A, ITURRALDE P, CHÁVEZ DOMÍNGUEZ R: *An experimental contribution to the concept of «Jumping wave» phenomenon in the interventricular septum*. Arch Cardiol Mex 2002; 72(4): 282-289.
8. DE MICHELI A, MEDRANO GA, BISTENI A, SODI PALLARES D: *Aspectos electro y vectocardiográficos del infarto experimental asociado a bloqueos de rama incompletos*. En: Libro conmemorativo del Centenario de la Academia Nacional de Medicina de México. México, 1964; II: 62-68.
9. DE MICHELI A, MEDRANO GA, SODI PALLARES D: *Bloqueo incompleto de rama izquierda asociado a infarto del miocardio. Estudio experimental electro-vectocardiográfico*. Arch Inst Cardiol Mex 1965; 35: 567-587.
10. DE MICHELI A, MEDRANO GA, SODI PALLARES D: *Bloqueo incompleto de rama derecha asociado a infarto del miocardio. Estudio experimental electro-vec-*
to del miocardio. Estudio experimental electro-vec-
to-tocardiográfico. Arch Inst Cardiol Mex 1965; 35: 733-747.
11. DE MICHELI A, MEDRANO GA, MARTÍNEZ RÍOS MA, GIL M, GUTIÉRREZ FUSTER E, GARCÍA MOREIRA C: *Aspectos electro-vecocardiográficos de las sobre-*
cargas diastólica y mixta del ventrículo derecho. Arch Inst Cardiol Mex 1985; 55: 97-107.
12. MEDRANO GA, DE MICHELI A, HERTAULT J, SODI PALLARES D: *La activación de la cresta supraventricular en el corazón del perro*. Arch Inst Cardiol Mex 1960; 30: 482-506.
13. CABRERA E, FRIEDLAND CH: *La onda de activación ventricular en el bloqueo de rama izquierda con infarto*. Arch Inst Cardiol Mex 1953; 23: 441-460.
14. DE MICHELI A, MEDRANO GA: *Los trastornos de la conducción intraventricular*. Arch Inst Cardiol Mex 1987; 57: 247-258.
15. DE MICHELI A, MEDRANO GA, ITURRALDE P: *El círculo torácico en la exploración eléctrica del corazón*. Arch Inst Cardiol Mex 2000; 70: 187-196.

