

## Cartografía epicárdica

GUY FONTAINE  
Hospital Jean Rostand, París  
ELINA M. VALERO  
RICARDO A. PESCE  
Servicio de Cardiología,  
Hospital Israelita, Buenos Aires

*Se describe el método de cartografía epicárdica. Dos son sus indicaciones fundamentales: la localización del haz de Kent y la determinación del sitio de origen de las taquicardias ventriculares. Se mapea la superficie epicárdica y se construye un esquema que muestra las secuencias de activación, determinándose el punto precoz de activación en el caso del Wolf-Parkinson y White y el sitio de origen en la taquicardia ventricular. Estos hechos facilitan el tratamiento quirúrgico de ambas condiciones patológicas.*

Ciertas arritmias del síndrome de Wolff-Parkinson y White (WPW) y algunas taquicardias ventriculares (TV) constituyen un problema de difícil solución desde el punto de vista clínico. El advenimiento de nuevas drogas, su asociación o el empleo de las mismas en altas dosis y el marcapaseo cardíaco, mejoraron las posibilidades terapéuticas para este tipo de pacientes. Sin embargo existe un grupo, no poco numeroso, refractario a todos estos tratamientos, para el que se han propuesto soluciones quirúrgicas.

La técnica quirúrgica necesita la localización precisa del sitio de origen de la arritmia y/o del recorrido que utiliza en su reentrada. Todo ello ha motivado el desarrollo de la cartografía epicárdica.

Los caminos de la depolarización miocárdica comenzaron a ser estudiados por Lewis en 1915.<sup>1,2</sup> Otros investigadores se sintieron atraídos por el deseo de revelar los mecanismos de la activación mio, epi y endocárdica y su relación con el ECG de superficie.<sup>3,4,5</sup> Establecieron finalmente las teorías actuales de activación epicárdica y parietal.<sup>6,7,8</sup> En 1967, Durrer y colaboradores<sup>9</sup> y Burchell y colaboradores<sup>10</sup> publican los primeros tratamientos quirúrgicos aplicando los conceptos anteriores al síndrome de WPW. Cobb y colaboradores<sup>11</sup> comunican el primer éxito quirúrgico en 1968. Siguió, siete años más tarde, los trabajos de Spurrell y colaboradores<sup>12</sup> y Fontaine y colaboradores<sup>13</sup>, quienes inician una nueva era para el tratamiento quirúrgico de las TV y el síndrome de WPW basados en los estudios de mapeo epicárdico.

La cartografía epicárdica es el registro desde la superficie de los ventrículos de una serie de potenciales bipolares donde se mide la deflexión intrínseca con respecto a un electrodo de referencia. Pone en evidencia los caminos de los frentes de activación.

Dos son sus indicaciones fundamentales: a) la localización del haz de Kent y b) la determinación del punto de origen de la TV.

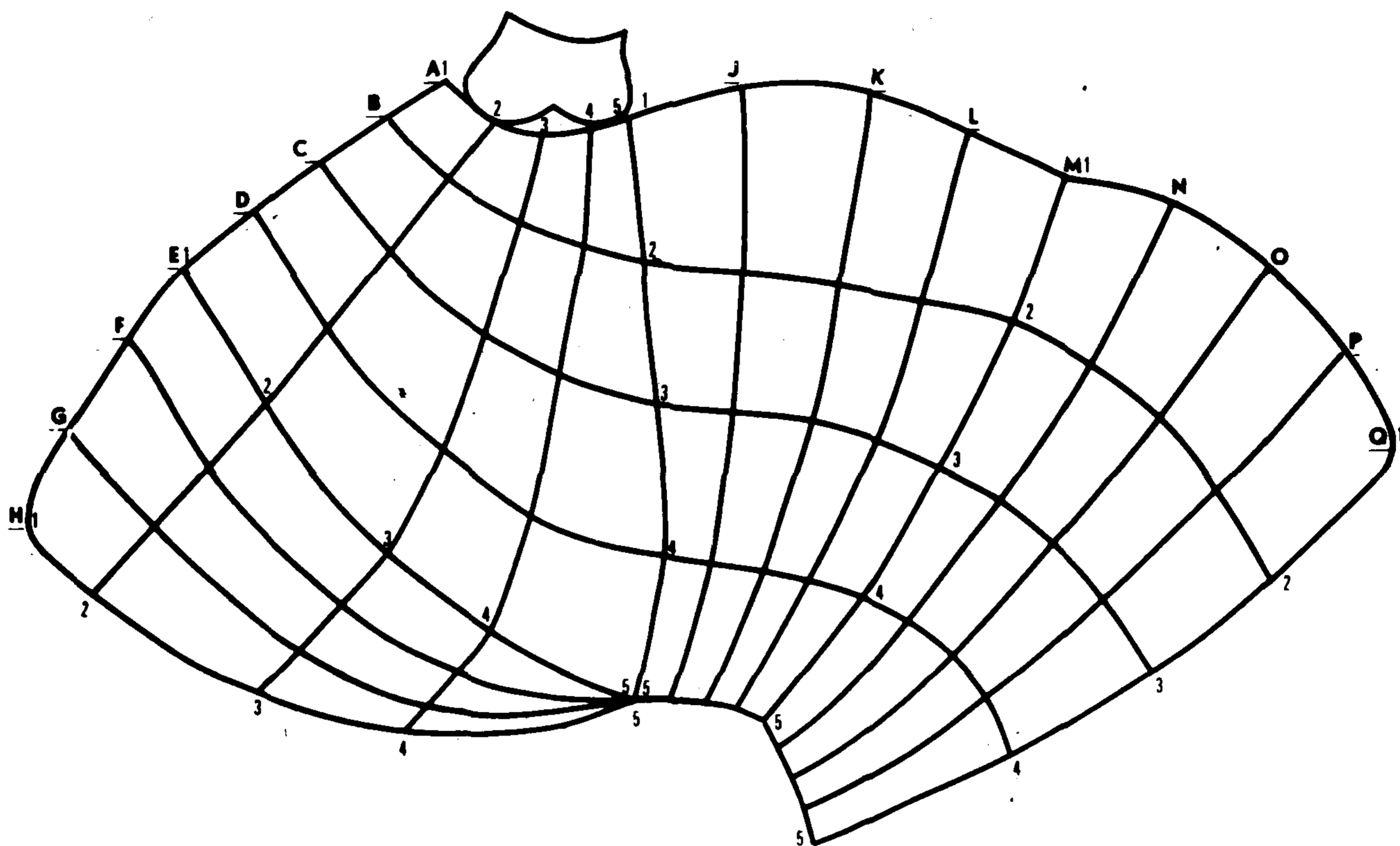


Fig. 1. Esquema que se utiliza para registrar los distintos valores de activación obtenidos durante el mapeo.

Se registran 85 puntos, 40 a la derecha y 45 a la izquierda. Los puntos de medición se determinan por la intersección de líneas paralelas al surco auriculoventricular y otras que desde el mismo convergen hacia el ápex cruzándose en ángulo prácticamente recto. Dichas líneas se trazan con referencia a estructuras anatómicas y están divididas en segmentos de igual longitud, lo que permite utilizar el sistema en corazones de diferentes tamaños. Para su representación gráfica se utiliza una malla en que están representados dichos puntos y el corazón aparece abierto por el surco interventricular posterior. Las líneas horizontales se denominan con números y las verticales con letras. Así cada punto es nominado por una letra y un número (Fig. 1).

Primero se investiga la pared anterolateral del ventrículo derecho (que comprende de A1 a H5) y finalmente el ventrículo izquierdo (desde I1 a Q5).

Se utilizan tres tipos de electrodos: a) electrodos bipolares en forma de anzuelo (para marca-

paseo y electrodo de referencia); b) electrodo explorador (consiste en tres electrodos bipolares con 1 mm de separación); c) electrodo de punción (permite, en base a sus varios dipolos, determinar la activación anormal entre el endocardio y el epicardio).<sup>14</sup>

Los amplificadores, con filtros entre 5 y 100 Hz, deben tener buena ganancia pues ciertas zonas, como el surco interventricular posterior o el ventrículo derecho, así lo requieren por sus bajos potenciales. Muy importante si existen placas de necrosis o displasia del ventrículo derecho.<sup>15</sup>

Las mediciones se efectúan en un osciloscopio con memoria y disparador del tiempo de base. Los complejos que se superponen facilitan la lectura y eliminan las aberrancias y artificios.<sup>16</sup> Después del estudio también pueden registrarse en papel con velocidad de barrido de 50 ó 100 mm por segundo.

Como la distancia interelectrodo es muy pequeña, el pasaje del frente de activación se

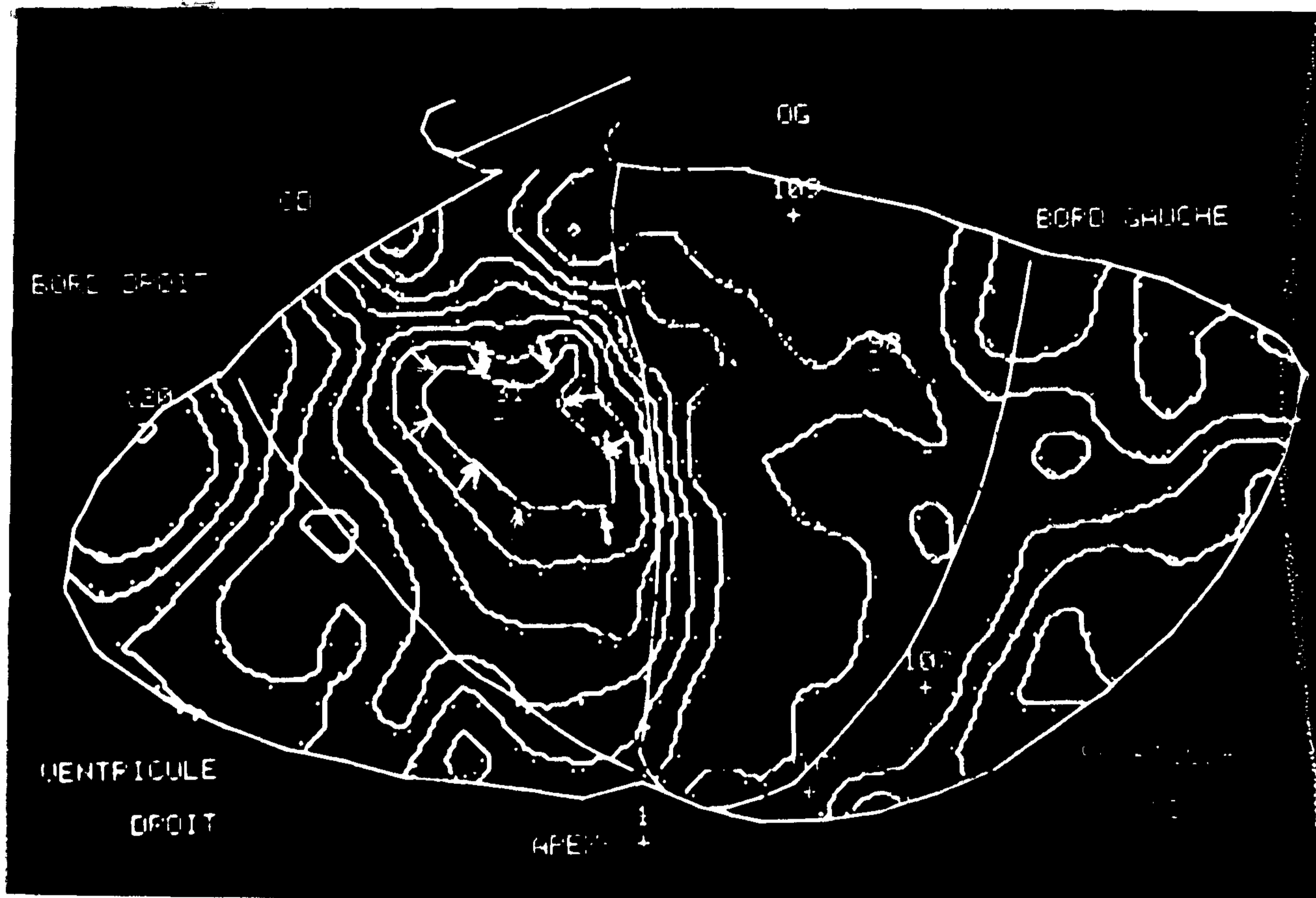


Fig. 2. Activación ventricular en un corazón normal. Las líneas representan puntos isocronos. El punto de origen de la activación ventricular está situado en el medio de la pared libre del ventrículo derecho.

registra con una morfología muy simple, siendo isodifásica, del tipo QRS o isoelectrica según se mueva a  $45^\circ$ , paralela o perpendicular al electrodo explorador.

Cuando el paciente a estudiar está con ritmo sinusal se marcapasea la aurícula a una frecuencia mayor (20 a 30 por ciento) que el ciclo de base y se mide la deflexión intrínseca del punto que se está investigando en relación a la espiga del marcapasos auricular.

El estímulo dispara el osciloscopio pero, como el tiempo de conducción auriculoventricular es relativamente largo con respecto al rango en que deberá hacerse la medición, se hace un ajuste con una demora predeterminada. Esto reduce el error a 5 milisegundos.

Si el paciente presenta una fibrilación auricular, un bloqueo AV completo o una TV espon-

táneas o desencadenadas durante el estudio, las mediciones se relacionan entonces con un electrodo ventricular de referencia, ubicándose en un lugar en que el potencial epicárdico sea estable y grande. Son los potenciales amplificados de este electrodo los que desencadenan el tiempo de base del osciloscopio. Si el potencial explorado cae antes que el de referencia, se los retrasa electrónicamente con un registrador magnético o con una computadora con memoria circulante.<sup>16</sup>

El estudio es realizado por el cirujano que coloca los electrodos en los lugares ya codificados, el médico que opera el osciloscopio y mide los tiempos y una tercera persona que los escribe en el esquema.

Los mapas pueden realizarse en forma manual o por computadora, ya que las líneas isocronas

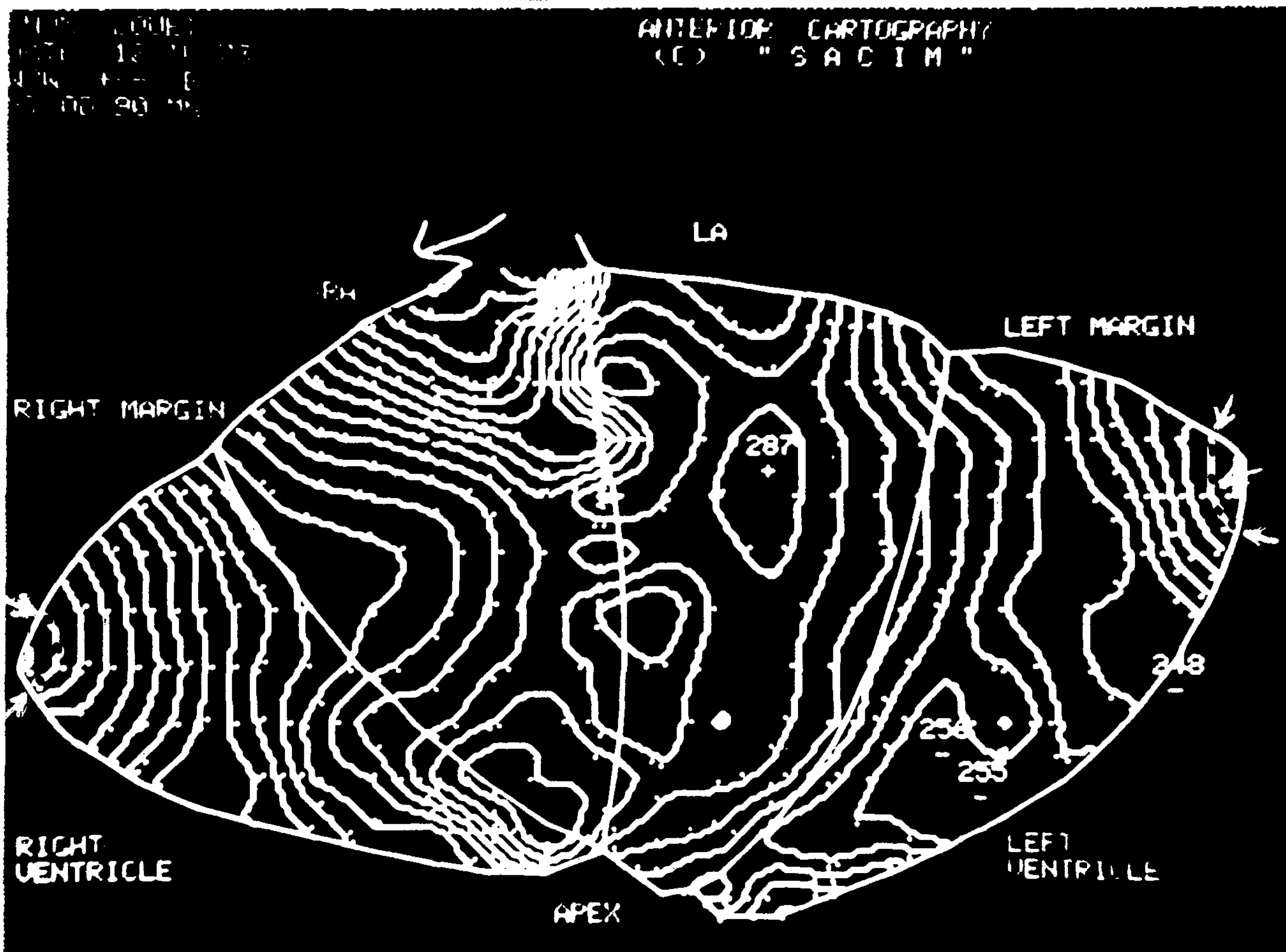


Fig. 3. Síndrome de WPW. Preexcitación posteroinferior localizada a nivel de la cruz del corazón. Las flechas indican las zonas de activación más precoz.

son una función lógica. Los tiempos y los puntos entran a una terminal y el mapa se visualiza en pocos minutos.

No siempre es necesario realizar todo el mapeo y menos aun cuando el paciente presenta una arritmia que es mal tolerada. En estos casos basta con demostrar la anormalidad del punto de más temprana activación, ya se trate de un síndrome de WPW o una TV. Es necesario destacar que los mapeos completos permiten una mejor correlación con el ECG de superficie.<sup>17</sup>

#### Cartografía normal

El origen de la activación ventricular se produce sobre la pared del ventrículo derecho en la re-

gión paraseptal anterior; lugar de implante del pilar anterior de la tricúspide. Luego se activa el epicardio ventricular en forma simultánea en la región paraseptal anterior y posterior, desde donde la activación se irradia a la masa ventricular en forma de ondas concéntricas, siendo el último en activarse el surco auriculoventricular<sup>18,19</sup> (Fig. 2).

#### Cartografía en el síndrome WPW

La cartografía epicárdica muestra la activación anormal naciendo del surco atrioventricular que se propaga al epicardio ventricular sincrónicamente con la inscripción de la onda delta periférica, activación luego fusionada con la

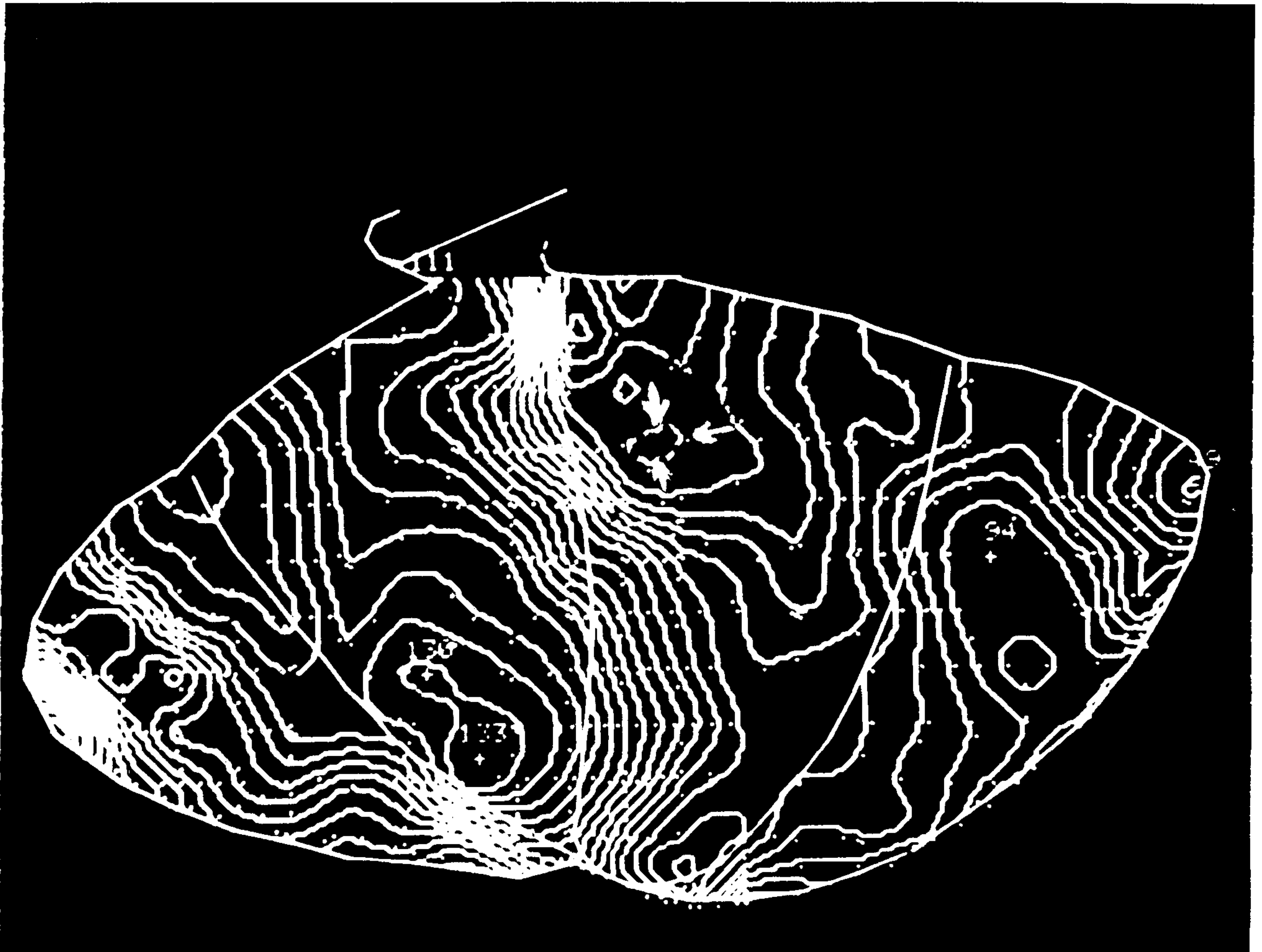


Fig. 4. Taquicardia ventricular que ocurre en el margen de un infarto anteroseptal. Las flechas indican el lugar de origen situado en la región paraseptal anterior izquierda.

del sistema nodohisiano. El mapeo permite localizar el polo ventricular del haz anómalo mostrando el punto de más temprana activación. Este hecho puede acentuarse marcapaseando la aurícula del mismo lado. Si el paciente presenta durante el estudio fibrilación auricular bien tolerada, las mediciones se hacen con referencia ventricular. Si la arritmia es mal tolerada se pueden realizar, previo al mapeo, choque eléctrico y/o drogas.

Cuando durante el estudio existe una taquicardia ortodrómica por ritmo recíproco, los complejos ventriculares no muestran preexcitación, ya que el impulso baja por la vía normal y retorna a la aurícula por el haz anómalo. En

este caso la localización del mismo se hace por mapeo auricular. En las situaciones en que durante el estudio no existe preexcitación se marcapasean los ventrículos buscando el punto más precoz de activación auricular.

Existe buena correlación entre el ECG de superficie y la cartografía epicárdica, con respecto a la orientación vectorial del haz anómalo, cuando el miocardio es normal. En presencia de hipertrofia ventricular esta buena correlación se pierde, pues la hipertrofia puede modificar profundamente la orientación de los vectores.<sup>20</sup>

Cuando se diagnostica un haz anómalo septal deberá mapearse cuidadosamente el seno coronario (conducción ventriculoauricular) antes

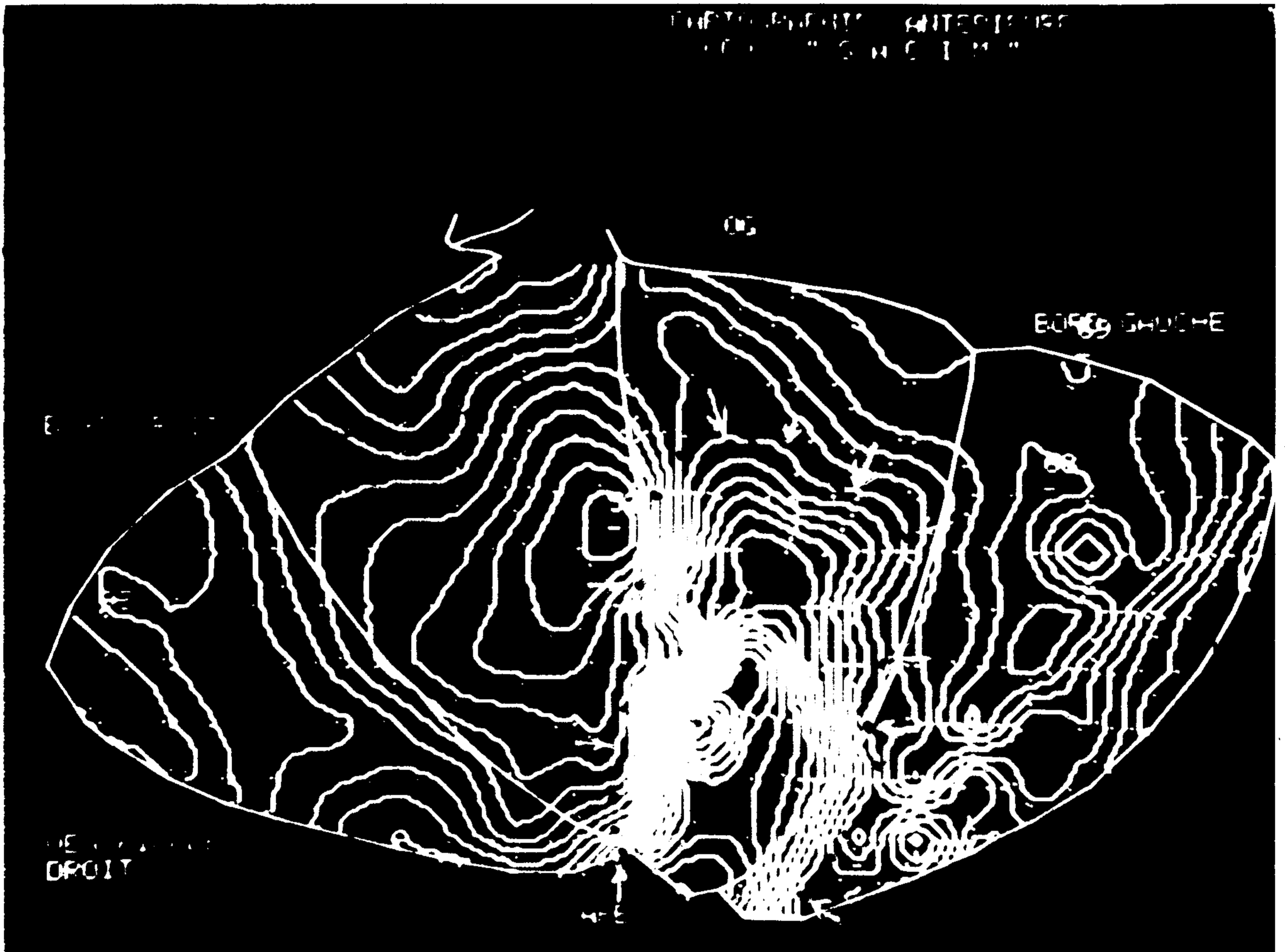


Fig. 5. Cartografía en un caso de infarto de miocardio durante el ritmo sinusal. Se observa el enlentecimiento de la activación en la cara anterior del ventrículo izquierdo cerca de la punta. Las flechas indican la zona de enlentecimiento anormal.

de la operación, ya que durante el acto quirúrgico puede lesionarse el haz de His.<sup>21</sup> Además debe estudiarse la actividad ventriculoauricular retrógrada por mapeo auricular en la zona del anillo tricuspídeo, determinándose el punto más precoz de la activación<sup>22</sup> (Fig. 3).

#### *Cartografía de la taquicardia ventricular*

De ser posible el paciente debe ser estudiado durante el acceso y en ritmo sinusal. Esto es importante desde el punto de vista terapéutico, pues puede demostrar la existencia de potenciales tardíos. Estos se inscriben como deflecciones luego del QRS o como potenciales fraccionados

que modifiquen la línea isoeletrica correspondiendo a demoras localizadas que pueden favorecer la reentrada.

A partir de los potenciales más demorados observados en cada punto del mapeo se puede limitar la zona anormal, lo que permite al cirujano ubicarse correctamente (Fig. 4).

La activación ventricular en las zonas isquémicas puede manifestarse por un aumento de la densidad de las líneas isocronas que expresan la lentitud del frente de activación<sup>23, 24, 25</sup> (Fig. 5).

Si se desencadena una TV se busca el sitio de origen de la misma. Las zonas de conducción

lenta son a menudo las mismas que las observadas en el ritmo sinusal pero, a veces durante la TV pueden revelarse trastornos de conducción que no se observan en el ritmo sinusal.<sup>26</sup>

Es posible que los complejos ventriculares en el ECG periférico tengan diferente morfología en uno y otro acceso y esto puede deberse a las maniobras quirúrgicas o bien a que el impulso recorre distintos caminos dentro de la zona isquémica y emerge de ella en diferentes puntos.<sup>26</sup>

La cartografía epicárdica, como su nombre lo indica, no explora más que el epicardio, pero existe un número de TV que tienen origen en el septum. Se está desarrollando una técnica de cartografía del septum que permitirá incorporarlas al grupo de las que son pasibles de tratamiento quirúrgico.<sup>27</sup>

Las arritmias por reentrada refractarias al tratamiento medicamentoso tienen en la cirugía una nueva posibilidad terapéutica. La cartografía epicárdica brinda los elementos necesarios para que ella pueda realizarse sobre bases seguras y racionales.

#### BIBLIOGRAFIA

- Lewis T: The spread of the excitatory process in the toads's ventricle. *J Physiol* 49: 36, 1915.
- Lewis T: Mechanism and graphic of the heart beat. Shaw Ed. London, 1925.
- Parker PS, McLeod AG, Alexander J: The excitatory process observed in the exposed human heart. *Am Heart J* 15: 720, 1930.
- Brusca A, Magri G: Direct epicardial electrocardiography from the exposed human heart in cases of right bundle branch block. *Acta Cardiol* 11: 274, 1956.
- Puech P: L'activité électrique auriculaire normale et pathologique. Masson Ed. Paris, 1956.
- Durrer D: Electrical aspects of human cardiac activity: a clinical physiological approach to excitation and stimulation. *Cardiovasc Res* 2: 1, 1968.
- Durrer D, Formijne P, Van Dam R, Buller J, Van Lier A, Meyler F: Electrocardiogram in normal and some abnormal conditions. *Am Heart J* 61: 303, 1961.
- Durrer D, Roos D, Buller J: Spread of excitation in canine and human heart. In Taccardi & Marchetti: *Electrophysiology of the heart*. Ed Pergamon Press. Oxford, 1965.
- Durrer D, Roos JP: Epicardial excitation of the ventricles in a patient with WPW syndrome (Type B). *Circulation* 35: 15, 1967.
- Burchell HB, Frye RL, Anderson MW, Mc Goon DC: Atrioventricular and ventriculoatrial excitation in WPW syndrome type B: temporary ablation at surgery. *Circulation* 36: 663, 1967.
- Coob FR, Blumenschein SD, Sealy WC, Boineau JP, Wagner GS, Wallace AG: Successful surgical interruption of the bundle of Kent in a patient with Wolff-Parkinson-White syndrome. *Circulation* 38: 1018, 1968.
- Spurrell RAJ, Yates AK, Thornburn CW, Sowton GE, Deuchar DC: Surgical treatment of ventricular tachycardia after epicardial mapping studies. *Br Heart J* 37: 115, 1975.
- Fontaine G, Guiraudon G, Frank R, Gerbaux A, Cousteau JP, Barillon A, Gay J, Cabrol C, Facquet J: La cartographie epicardique et le traitement chirurgical par simple ventriculotomie de certaines tachycardies ventriculaires rebelles par reentree. *Arch Mal Coeur* 68: 113, 1975.
- Durrer D, Van Der Tweel LH: Spread of activation in the left ventricular wall of the dog. *Am Heart J* 46: 683, 1953.
- Fontaine G, Guiraudon G, Frank R, Wedel J, Grosogeat Y, Cabrol C, Facquet J: Stimulation studies and epicardial mapping in ventricular tachycardia: study of mechanisms and selection for surgery. In *Reentrant arrhythmias*. Kulbertus Ed MTP Pub. Lancaster, 1977.
- Fontaine G, Guiraudon G, Frank R, Coutte R, Dragodanne C, Grosogeat Y, Cabrol C: Nouvelles techniques de réalisation des cartographies epicardiques. *Coeur* 6: 115, 1975.
- Fontaine G, Guiraudon G, Frank R, Vedel J, Coutte R, Dragodanne C, Phan-Thuc H, Facquet J: Cartographies epicardiques dans 4 cas de tachycardie ventriculaire par reentree apres infarctus du myocarde. II-Etude des troubles de conduction intra-ventriculaires. *Arch Mal Coeur*, 1976.
- Fontaine G, Frank R, Bonnet M, Cabrol C, Guiraudon G: Methode d'étude experimentale et cliniques des syndromes de Wolff-Parkinson-White et d'ischemie myocardique par cartographie de la depolarisation ventriculaire epicardique. *Coeur et Med Int* 12: 105, 1973.
- Durrer D, Van Dam RTh, Freud GE, Janse MJ, Meijler FL, Arzbaecher RC: Total excitation of the isolated human heart. *Circulation* 41: 899, 1970.
- Frank R: Apport des investigations endocavitaires et des cartographies epicardiques dans l'étude des syndromes de preexcitation ventriculaire. These pour le Doctorat en Médecine. Paris, 1974.
- Wellens HJJ, Schuilenburg RM, Durrer D: Electrical stimulation of the heart in patients with WPW syndrome type A. *Circulation* 43: 99, 1971.
- Gallagher JJ, Sealy WC, Wallace AG, Kasell J: Correlation between catheter electrophysiologic studies and findings on mapping of ventricular excitation in the WPW syndrome. In Wellens HJJ, Lie KI, Janse MJ: *The conduction system of the heart*. Ed Stenfert Droese BV Pub. Leiden, 1976.
- Daniel TM, Boineau JP, Sabiston DC: Comparison of human ventricular activation with a canine model in chronic myocardial infarction. *Circulation* 44: 74, 1971.
- Durrer D, Van Lier AAW, Buller J: Epicardial and intramural excitation in chronic myocardial infarction. *Am Heart J* 68: 765, 1964.
- Frank R, Haiat R, Fontaine G, Grosogeat Y, Guiraudon G: Ventricular epicardial mapping in a case of left ventricular conduction disturbances due to an old myocardial infarction. In Karger S: *Recent advances in ventricular conduction*. Basel Pub 14: 87, 1975.
- Fontaine G, Guiraudon G, Frank R, Vedel J, Coutte R, Dragodanne C, Phan-Thuc H, Grosogeat Y: Cartographies epicardiques dans 4 cas de tachycardie ventriculaire par reentree apres infarctus du myocarde. I-Origine de la tachycardie et attitude chirurgicale. *Arch Mal Coeur* 11: 1099, 1976.
- Fontaine G: Comunicación personal, 1980.