

## *La cartografía electroanatómica (CARTO) en la ablación de la fibrilación auricular*

Pedro Iturralde Torres,\* Manlio F Márquez Murillo,\* Santiago Nava Townsend,\* Luis Colin Lizalde,\* Jorge Gómez-Flores,\* Jesús Antonio González Hermosillo\*\*

### Resumen

Desde los primeros reportes de la ablación con radiofrecuencia en el tratamiento de la fibrilación auricular (FA) desde hace una década, se han reportado numerosas técnicas, desde la primera ablación lineal para modificar el sustrato de la reentrada en la FA, hasta el aislamiento eléctrico de las venas pulmonares para eliminar los gatillos, o bien el tratamiento híbrido de la ablación circunferencial de las venas pulmonares y el anillo de la válvula mitral para la eliminación de los gatillos y del sustrato de la FA. Describimos en una forma sencilla, el mapeo electroanatómico (CARTO Biosense, Webster) y su uso en pacientes que son sometidos a ablación con catéter de la FA.

**Palabras clave:** Fibrilación auricular. Ablación. Sistema de mapeo electroanatómico.

**Key words:** Atrial fibrillation. Ablation. Electroanatomic mapping system.

### Summary

ELECTROANATOMIC MAPPING SYSTEM (CARTO) TO PERFORM CATHETER ABLATION OF ATRIAL FIBRILLATION

Since the first report of radiofrequency catheter ablation curing atrial fibrillation (AF) nearly a decade ago, numerous techniques have evolved, from linear ablation to modify the reentrant substrate for AF, to electrical isolation of pulmonary vein to eliminate triggers of AF, to hybrid approaches of circumferential ablation around and between the pulmonary veins and mitral valve annulus to modify both the triggers and substrate for AF. We describe the electroanatomic mapping system (CARTO, Biosense Webster) and its use in patients undergoing catheter ablation for AF. (Arch Cardiol Mex 2006; 76: S1 196-199).

### Mapeo electroanatómico en el tratamiento de las arritmias

**E**l sistema electroanatómico CARTO (Biosense Webster., Israel) utiliza un catéter de cartografía integrado con un sensor de localización incorporado en su punta para permitir la adquisición automática y simultánea del electrograma de esa posición y sus coordenadas de localización tridimensional. El sistema de cartografía adquiere la localización del electrodo de la punta del catéter junto con su electrograma local y reconstruye un mapa electroanatómico tridimensional de la cámara cardíaca codificada en color, con información electrofisiológica relevante y en tiempo real.

La presentación de la información eléctrica ligada a la reconstrucción anatómica tridimen-

sional (mapa) puede observarse de diferentes maneras:

#### 1) Mapa de tiempos de activación

De acuerdo a la escala de colores definida, muestra el patrón de activación eléctrica de la cavidad otorgando el color rojo al punto del mapa con activación más precoz respecto de la señal de referencia definida por el usuario, y otorga el color morado al punto con la activación más tardía respecto a la misma referencia.

El mapa de activación indica la dirección de la secuencia de la despolarización. Cuando se trata de un foco automático, el color rojo indica el área de despolarización más temprana y a partir de éste, vira en forma homogénea y excéntrica siguiendo la escala hasta el azul-violeta, que re-

\* Del Departamento de Electrocardiología del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

\*\* Jefe del Departamento de Electrocardiología del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

Correspondencia: Dr. Pedro Iturralde Torres. Departamento de Electrocardiología. Instituto Nacional de Cardiología, "Ignacio Chávez". (INCICH, Juan Badiano Núm. 1. Col. Sección XVI, Tlalpan 14080. México, D.F.).

presenta la región que se despolariza en forma más tardía. En una arritmia por reentrada, la determinación del punto de origen (color rojo) es arbitraria y a partir de éste, la escala de colores sigue una dirección con un vector de despolarización que termina en el azul-violeta adyacente al rojo del inicio. De esta manera queda definida una franja rojo carmín, que identifica el frente y la cola de la onda de despolarización dibujando perfectamente todo el circuito del mecanismo de reentrada.

## 2) Mapa de voltaje

Se aplica una escala de color superimpuesta a la reconstrucción tridimensional para observar los voltajes medidos durante el mapeo en el tejido cardíaco. Esta es una herramienta muy utilizada cuando se tienen zonas de cicatriz amplias que requieren especial atención para definir sus contornos en pacientes (pts) con cicatrices post-incisionales o con infarto de miocardio previos). Permite evaluar la condición del tejido, ya que normalmente el tejido cardíaco normal que es capaz de transmitir el impulso eléctrico, registra voltajes intracardíacos arriba de 1.5 mV (bipolar), y aquellas zonas con voltajes intracardíacos menores a 0.5 mV (bipolar) son zonas que no lo conducen. Cabe mencionar que los mapas de voltaje que pueden ser desplegados por el sistema CARTO incluyen tanto voltajes unipolares como bipolares.

En el mapa de voltaje, la escala de colores se refiere a la amplitud de las señales; el vector rojo corresponde al área de menor voltaje y el violeta, a la de mayor voltaje. En general, el color gris identifica zonas de fibrosis y cicatriz sin señales eléctricas. Cuando sólo se presenta información anatómica, el mapa estructural se muestra también en gris. Cabe destacar que sobre éste se pueden agregar puntos de activación “coloreando” la estructura con esta información, modalidad denominada “remap”

## 3) Mapa de propagación

Esta presentación de la información colectada en el mapa es una animación de la propagación del impulso eléctrico superimpuesta a la reconstrucción tridimensional. Es muy útil para valorar los canales de propagación de la actividad eléctrica. El mapa de propagación es la expresión en movimiento de mapa de activación, lo cual facilita la interpretación de la secuencia de la despolarización. En él se ve la estructura

geométrica de la cámara en estudio en azul y la secuencia del proceso de activación como isocromas de color rojo. Puede ayudar a definir con mayor claridad si la arritmia es debida a un mecanismo de reentrada o un foco automático.

El sistema no fluoroscópico electromagnético CARTO introduce un nuevo concepto para el mapeo y la ablación por radiofrecuencia de las arritmias cardíacas, ya que combina datos electrofisiológicos con información anatómica, cuya integración permite la construcción geométrica de mapas endocárdicos tridimensionales que facilitan la comprensión del mecanismo de las arritmias y su interrelación con diferentes estructuras anatómicas.

## Fibrilación auricular<sup>4-12</sup>

La aplicación del sistema CARTO en la FA (FA) se emplea en: a) ablación de los “gatillos” en las venas pulmonares (VPs), b) aislamientos de las VPs y c) en la compartimentación auricular izquierda (AI).

- a) La ablación de los “gatillos” en las VPs. La anatomía de las VPs se determina mediante un algoritmo computarizado siguiendo el recorrido del catéter de mapeo y ablación con la generación de un mapa anatómico como si se tratara de una cámara cardíaca. Una vez identificados los focos automáticos que actúan como “gatillos” de la FA, se procede a la ablación focal. Cuando es imposible alcanzar el foco, se intenta la ablación del área que lo conectó con la pared auricular mediante un bloqueo parcial de la desembocadura de la VP.
- b) El aislamiento de las VPs consiste en la identificación anatómica de ellas, en particular, de sus desembocaduras, para aplicar pulsos de radiofrecuencia en forma circular alrededor de éstas a la manera de un “cerclaje”. Según la variante anatómica, se realizan lesiones circunferenciales totales o parciales. El aislamiento comprende las VPs con focos “gatillos” aunque algunos protocolos incluyen todas las VPs, independientemente de la presencia o ausencia de esos focos.
- c) La compartimentalización auricular. Implica reconstruir la anatomía auricular y trazar líneas de lesión por radiofrecuencia que imitan el procedimiento quirúrgico del MAZE. El sistema no sólo brinda la información anatómica sino que sirve para monitorizar la continuidad de las lesiones lineales por radiofrecuencia y

evaluar la existencia de bloqueo de la conducción a lo largo de esas líneas de lesión.

### Experiencia en el Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez"

Desde octubre del 2004 a diciembre del 2005, 52 pts han sido estudiados con mapeo electroanatómico con el sistema CARTO y sometidos a procedimiento terapéutico con energía de radiofrecuencia por taquiarritmias auriculares y ventriculares. Debemos destacar que las taquicardias de estos pts se habían mostrado refractarias a una media de  $2.8 \pm 1.6$  fármacos antiarrítmicos, en la gran mayoría los pts habían sufrido intentos previos de ablación que fueron fallidos o con recurrencias.

Presentamos los resultados iniciales con el uso del CARTO en el tratamiento de la FA. En 6 pts se habían documentado episodios de FA 3 en forma paroxística y en otros 3 casos FA permanente, a quienes se realizó ablación con radiofrecuencia con los siguientes criterios de selección:

1. Evidencia de FA paroxística o permanente muy sintomática.
2. Refractaria a cuando menos dos antiarrítmicos.
3. Tamaño de la AI menor de 45 mm
4. Sin presencia de trombos intraauriculares.
5. Idealmente con evidencia de ser inducida por extrasístoles auriculares originadas de las VPs.
6. En casos de FA permanente con duración mayor de 6 meses, resistente a cardioversión eléctrica o farmacológica.

La edad promedio fue de  $47.6 \pm 7$  años, la mayoría del sexo masculino 5 casos, una sola mujer, 3 casos correspondieron a FA paroxística y 3 casos a FA persistente, 4 pts tenían corazón estructuralmente sano, uno con cardiopatía hipertensiva y otro con cardiopatía hipertrófica obstructiva. El diámetro de la AI promedio fue de  $35.7 \pm 2.6$  mm por ecocardiografía. Se realizó resonancia magnética nuclear para valorar la anatomía de la aurícula izquierda y de las VPs así como el diámetro de los ostium.

Mediante estudio electrofisiológico convencional se realizaron tres punciones femorales derechas, se colocaron 2 introductores 7F (para seno coronario y catéter de mapeo electroanatómico) y una 8 F para la introducción de la vaina de Mullins. Otra punción venosa fue femoral iz-

quierda con introductor 10 F para la sonda del eco-intracardíaco.

El abordaje fue transeptal, a través de un foramen oval permeable o por punción transeptal. Inmediatamente después de la punción transeptal se administró un bolo de heparina de 5,000 us e infusión a través de vaina de Mullins a 10 cc/h con control de tiempo de coagulación activada cada hora. Para el mapeo electroanatómico CARTO, se avanzó el catéter de ablación Navistar (Cordis, Biosense-Webster, EUA), realizamos 5 mapas, uno para la configuración de la AI y cuatro para cada una de las VPs superiores e inferiores, derechas e izquierdas, realizamos ablación con radiofrecuencia utilizando  $50^\circ$  de temperatura durante 30 segundos en la región periostial de cada vena pulmonar. En dos casos se realizó simultáneamente el abordaje electrofisiológico, utilizando un catéter Lasso y en los últimos dos casos se realizó ablación con radiofrecuencia en zonas que presentaban electrogramas fragmentados complejos durante la FA y también se realizó ablación del istmo cavo tricuspídeo, para tratamiento del flutter auricular.

**Resultados:** En tres pts mediante el mapeo CARTO se logró identificar y eliminar la presencia de actividad anormal, dos de una vena pulmonar superior izquierda y una de la vena pulmonar superior derecha logrando suprimir la inducción de la FA. En los otros 3 pts se realizó ablación circunferencial con radiofrecuencia de las cuatro VPs, en forma secuencial, por periodos de 30 segundos, controlada por temperatura que no superó los  $50^\circ\text{C}$ , tratando de completar las líneas de ablación lo mejor posible, sólo un pte revirtió a ritmo sinusal durante la ablación, en dos pts realizamos cardioversión eléctrica al final del procedimiento, uno permaneció en ritmo sinusal y otro presentó nuevamente FA. En total se logró éxito con el procedimiento en 5/6 pts con FA. No hubo ninguna complicación durante el procedimiento con un tiempo de aproximadamente  $4 \pm 2$  horas en total.

Se concluye que el sistema CARTO parece ser un método muy útil para el tratamiento de la FA paroxística y permanente. Que es un método laborioso que requiere de una curva de aprendizaje larga. Según nuestra experiencia inicial, los resultados son alentadores y el procedimiento se realizó con éxito en casi un 80% de casos de FA.

## Referencias

1. GEPSTEIN L, HAYMAN G, BEN-HAIM S: *A Novel Method for Nonfluoroscopic Electromechanical Mapping of the Heart*. Circulation, 1997; 96: 3672-3680.
2. Biosense Webster Carto, *EP Navigation System User Manual*. Inc., Aug 2003.
3. SHPUN S, GEPSTEIN L, HAYMAN G, BEN-HAIM S: *Guidance of Radiofrequency Endocardial Ablation With Real-time Three-dimensional Magnetic Navigation System*. Circulation 1997; 96: 2016-2021.
4. JAIS P, HAISSAGUERRE M, SHAH DC, HOCINI M, MACLE I, CHOI KJ, ET AL: *A focal source of atrial fibrillation treated by discrete radiofrequency ablation*. Circulation 1997; 95 (3): 572.
5. HAISSAGUERRE M, SHAH DC, JAIS P, TAKAHASHI A, HOCINI M, QUINIOU G, ET AL: *Mapping-guided ablation of pulmonary veins to cure atrial fibrillation*. Am J Cardiol 2000; 86(supl 1): K9.
6. KUCK KH, ERNST S, CAPPATO R, ET AL: *Nonfluoroscopic endocardial catheter mapping of atrial fibrillation*. J Cardiovasc Electrophysiol 1998; 9(8): 557-563.
7. PAPPONE C, ORETO G, LAMBERTI F, ET AL: *Catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation using a 3D mapping system*. Circulation 1999; 14(11): 1203.
8. PAPPONE C, ORETO G, ROSANIO S, VICEDOMINI G, TOCCHI M, GUGLIOTTA F, ET AL: *Atrial electroanatomic remodeling after circumferential radiofrequency pulmonary vein ablation: efficacy of an anatomic approach in a large cohort of patients with atrial fibrillation*. Circulation 2001; 104(21): 2539-2544.
9. PAPPONE C, SANTINELLI V: *Pulmonary vein isolation by circumferential radiofrequency lesions in atrial fibrillation. From substrate to clinical outcome*. Ann 1<sup>st</sup> Super Sanita 2001; 37(3): 401-407.
10. GEPSTEIN L, WOLF T, HAYAM G, BEN-HAIM SA: *Accurate linear radiofrequency lesions guided by a nonfluoroscopic electroanatomic mapping method during atrial fibrillation*. Pacing Clin Electrophysiol 2001; 24(11): 1672-1678.
11. SCHWEIKERT RA, PEREZ LA, KANAGARATNAM L, TOMASSONI G, BEHEIRY S, BASH D, ET AL: *A simple method of mapping atrial premature depolarizations triggering atrial fibrillation*. Pacing Clin Electrophysiology 2001; 24(1): 22-27.
12. DURU F, HINDRICKS G, KOTTKAMP H: *Atypical left atrial flutter after intraoperative radiofrequency ablation of chronic atrial fibrillation: a successful ablation using three-dimensional electroanatomic mapping*. J Cardiovascular Electrophysiol 2001; 12(5): 602-605.

