

# La cartografía electroanatómica no fluoroscópica (sistema CARTO) en la ablación de las taquicardias auriculares

Esteban González-Torrecilla, Ángel Arenal, Juan Quiles, Felipe Atienza, Javier Jiménez-Candil, Silvia del Castillo y Jesús Almendral

Sección de Electrofisiología y Arritmias. Servicio de Cardiología. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid. España.

**Introducción y objetivos.** La introducción de los sistemas navegadores ha supuesto un cambio sustancial en la cartografía electrofisiológica cardíaca. Presentamos nuestra experiencia con el uso de la cartografía electroanatómica no fluoroscópica en pacientes con taquicardias auriculares.

**Pacientes y método.** Se incluye a 24 pacientes consecutivos con taquicardias auriculares (10 de ellos con intentos previos de ablación fallidos). En todos los casos se realizó una cartografía auricular electroanatómica mediante el sistema CARTO, que combina información electrofisiológica y espacial y permite la visualización de la activación atrial en una reconstrucción anatómica tridimensional de la aurícula. La cartografía se realizó durante taquicardia (22 pacientes) o en ritmo sinusal (2 pacientes), con abordaje en la aurícula izquierda en 12 pacientes. La ablación se efectuó con un catéter de punta irrigada en 3 pacientes.

**Resultados.** La cartografía tridimensional permitió una clara y rápida distinción entre un mecanismo macrorreentrante (9 pacientes) y un origen focal (15 pacientes). Las aplicaciones de radiofrecuencia se dirigieron hacia el istmo crítico de conducción identificado en las macrorreentradas mediante mapas de voltaje de auriculogramas o hacia el área de mayor precocidad ectópica focal en los mapas de activación. El tratamiento se realizó con éxito en 19 pacientes (79,2%) y se produjo una recurrencia precoz en 2 de ellos. El tiempo de fluoroscopia fue de  $60 \pm 21$  min.

**Conclusiones.** La cartografía electroanatómica con sistema CARTO permitió la visualización tridimensional de la activación auricular, evitando el esfuerzo de integración electrofisiológico y anatómico en estos pacientes con taquicardias auriculares. El apoyo iconográfico que supone podría facilitar el éxito de la ablación con radiofrecuencia en este seleccionado grupo de pacientes.

**Palabras clave:** Aurícula. Taquicardia. Ablación con catéter. Mapeo.

Correspondencia: Dr. E. González Torrecilla.  
Infanta María Teresa, 8, 4.º C. 28016 Madrid. España.  
Correo electrónico: etorrecilla@jet.es

Recibido el 23 de abril de 2003.  
Aceptado para su publicación el 1 de octubre de 2003.

## Non-Fluoroscopic Electroanatomical Mapping (CARTO System) in the Ablation of Atrial Tachycardias

**Introduction and objectives.** The recent introduction of navigation systems has made substantial improvements in cardiac electrophysiological mapping. We present our experience with non-fluoroscopic electroanatomical mapping in patients with atrial tachycardias.

**Patients and method.** We studied 24 consecutive patients with atrial tachycardias (10 of whom had undergone previous radiofrequency ablation which failed). In all patients we performed electroanatomical mapping of the atria with the CARTO system, which combines electrophysiological and spatial information and allows visualization of atrial activation in a three-dimensional anatomical reconstruction of the atrial cavity. Mapping was performed during tachycardia (22 patients) or in sinus rhythm (2 patients), using a left atrial approach in 12 patients. Cooled-tip ablation was performed in 3 patients.

**Results.** Three-dimensional mapping distinguished clearly and rapidly between reentrant (9 patients) and focal mechanisms (15 patients). Radiofrequency catheter ablation was aimed at the critical isthmus of conduction (voltage maps) in patients with macroreentrant tachycardias. For focal tachycardias the catheter was re-navigated within the target area (activation maps) to the earliest focus of ectopic impulses. Acute success was obtained in 19 patients (79.2%), with early recurrence in 2 of them. Fluoroscopy time was 60 (21 min).

**Conclusions.** Visualization of atrial activation in a three-dimensional reconstruction of the atria with the CARTO electroanatomical mapping system facilitated the integration of electrophysiological and anatomical information in patients with atrial tachycardias. This technique is potentially helpful in ensuring successful treatment of the substrate of tachycardia in this selected group of patients.

**Key words:** Atrium. Tachycardia. Catheter ablation. Mapping.

Full English text available at: [www.revespcardiol.org](http://www.revespcardiol.org)

## ABREVIATURAS

RF: radiofrecuencia.  
TA: taquicardias auriculares.

## INTRODUCCIÓN

La ablación con radiofrecuencia (RF) es una opción terapéutica claramente establecida para los pacientes con taquicardias auriculares (TA) refractarias al tratamiento farmacológico<sup>1</sup>. En estos pacientes, que muestran una gran variabilidad anatómica en la localización de los puntos óptimos para realizar la ablación, es de especial importancia la obtención de una cartografía precisa. Hasta el momento, dicha técnica ha consistido en el uso de la fluoroscopia en combinación con el análisis de electrogramas. Sin embargo, la localización fluoroscópica, incluso con técnica biplana, no está exenta de limitaciones, además de la necesaria exposición a radiación ionizante. Esta técnica no permite visualizar las superficies endocárdicas ni localizar de forma precisa la punta del catéter, cuya situación aproximada se determina según su relación con las estructuras adyacentes.

Con la intención de superar estas limitaciones, en los últimos años se ha desarrollado un sistema de cartografía electroanatómica no fluoroscópica basado en un electrocatéter especial. El denominado sistema CARTO (Biosense Ltd., Israel)<sup>2-12</sup> 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. El objetivo del presente estudio es mostrar nuestra experiencia con el uso de este sistema de navegación y cartografía en la ablación de un seleccionado grupo de pacientes consecutivos con TA.

## PACIENTES Y MÉTODO

Desde enero de 2000 a diciembre de 2002, 24 pacientes con TA han sido estudiados y sometidos a procedimientos de ablación en nuestro laboratorio (8 varones y 16 mujeres; edad media,  $39,3 \pm 22,5$  años). En la tabla 1 se resumen sus características clínicas fundamentales. Debemos destacar que las TA de estos pacientes se habían mostrado refractarias a una media de  $2,2 \pm 1,5$  fármacos antiarrítmicos. Diez de estos pacientes habían sufrido intentos previos de ablación, que fueron fallidos (intervalos, 1-4 estudios); 7 de

TABLA 1. Características clínicas de los pacientes

Paciente	Edad (años)/ sexo	Ablaciones previas	Cardiopatía asociada	Presentación clínica
1	24/V	2	No	Incesante
2	23/M	No	No	Repetitiva
3	37/M	2	No	Paroxística
4	25/M	1	No	Paroxística
5	73/M	No	CI (1 vaso); HVI	Paroxística
6	13/M	Aleteo típico	Fontan en ventrículo único	Incesante
7	42/V	Aleteo típico	CIA tipo <i>ostium secundum</i>	Incesante
8	14/V	2	Taquimiocardiopatía	Incesante
9	40/M	No	No	Incesante
10	30/V	No	No	Repetitiva
11	47/M	No	CIA tipo <i>ostium secundum</i> ; Ebstein	Incesante
12	23/V	3	No	Incesante
13	9/M	1	CIA tipo <i>ostium secundum</i> ; DVPAT	Incesante
14	70/M	2	No	Repetitiva
15	43/M	4	No	Incesante
16	12/M	No	Taquimiocardiopatía	Incesante
17	45/V	1	No	Paroxística
18	21/M	No	No	Paroxística
19	77/V	No	No	Paroxística
20	58/M	No	No	Paroxística
21	19/M	No	Fontan en ventrículo único	Paroxística
22	77/M	No	Prolapso mitral. IM grave	Incesante
23	78/V	2	No	Incesante
24	42/M	No	Valvulopatía mitral reumática	Incesante

CI: cardiopatía isquémica; CIA: comunicación interauricular; DVPAT: drenaje venoso pulmonar anómalo total; HVI: hipertrofia ventricular izquierda; IM: insuficiencia mitral; V: varón; M: mujer.

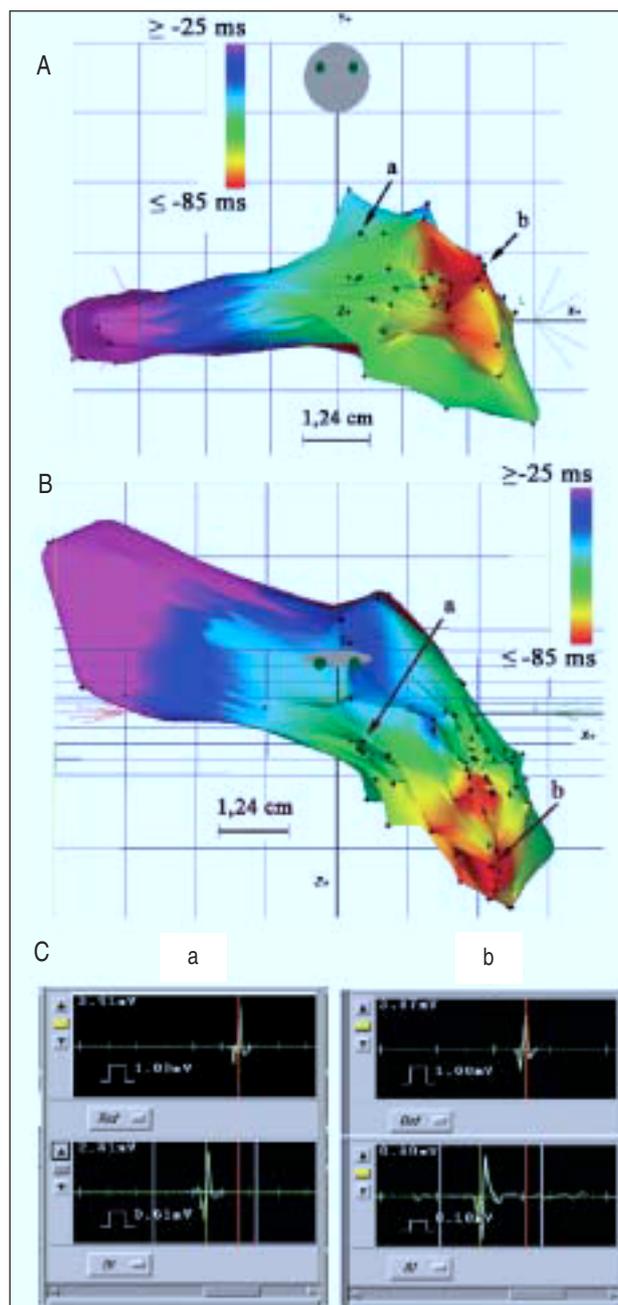
ellos habían sido sometidos a más de un procedimiento previo de ablación. En 3 de estos 10 casos, alguno de los procedimientos anteriores se realizó con apoyo en el sistema CARTO. Describimos los resultados correspondientes al último estudio de cada paciente. En los pacientes con macrorreentradas atriales, este último procedimiento se realizó sobre la recurrencia o la persistencia de la misma taquicardia en cuanto a su patrón electrocardiográfico. En 7 enfermos se habían documentado otras arritmias previas: aleteo auricular común (2 pacientes), disfunción sinusal (2 pacientes), síndrome de Wolff-Parkinson-White (un paciente) y fibrilación auricular previa (2 pacientes). En uno de estos dos últimos casos, el enfermo presentaba episodios aislados de fibrilación auricular paroxística, mientras que en la segunda enferma la taquicardia se desarrolló tras la realización de aplicaciones de RF intraoperatorias sobre su fibrilación auricular crónica de base con ocasión de una cirugía mitral. Se realizó un seguimiento medio de  $17 \pm 13$  meses (límites, 1-36 meses) mediante consulta ambulatoria o contacto telefónico.

## Estudio electrofisiológico

Tras el consentimiento informado, a cada paciente se le realizó un estudio electrofisiológico en ayunas después de cesar la administración de fármacos al menos por un período correspondiente a 5 vidas medias antes del estudio. Tras realizar una punción en la vena femoral derecha, se colocaron catéteres multipolares convencionales en la aurícula derecha alta, el área del haz de His y, en ocasiones, en el seno coronario y el ápex del ventrículo derecho. En los casos en los que la taquicardia no era incesante se realizó una estimulación auricular programada con la introducción de extraestímulos y/o la estimulación auricular a distintas frecuencias fijas para la inducción de las taquicardias clínicas, con la infusión de isoproterenol cuando fue preciso. Se siguieron los criterios estandarizados, tanto para el diagnóstico de TA como para su caracterización como focal o debida a una reentrada auricular<sup>13,14</sup>. En las TA focales se realizó una valoración inicial de su origen auricular, izquierdo o derecho, mediante criterios de precocidad en relación con un electrograma de referencia atrial o con la onda P del electrocardiograma de superficie. En las TA macrorreentrantes se realizó inicialmente, y de forma paralela a la cartografía electroanatómica, la búsqueda de electrogramas dobles y de una cartografía mediante encarrilamiento que colaborase en la localización del circuito reentrante<sup>15,16</sup>. La cartografía se realizó durante taquicardia (22 pacientes) o en ritmo sinusal (2 pacientes). En los enfermos que requirieron una cartografía auricular izquierda se realizó una punción transeptal (9 pacientes) con aguja de Brockenbrough y vaina de Mullin, o bien pudo atravesarse un foramen oval permeable (3 pacientes). Los registros intracardíacos fueron filtrados entre 30 y 500 Hz y mostrados simultáneamente con 4-6 derivaciones electrocardiográficas a velocidades entre 100 y 200 mm/s en un polígrafo con registros en 12 canales (Midas, Hellige Biomedical, Friburgo, Alemania).

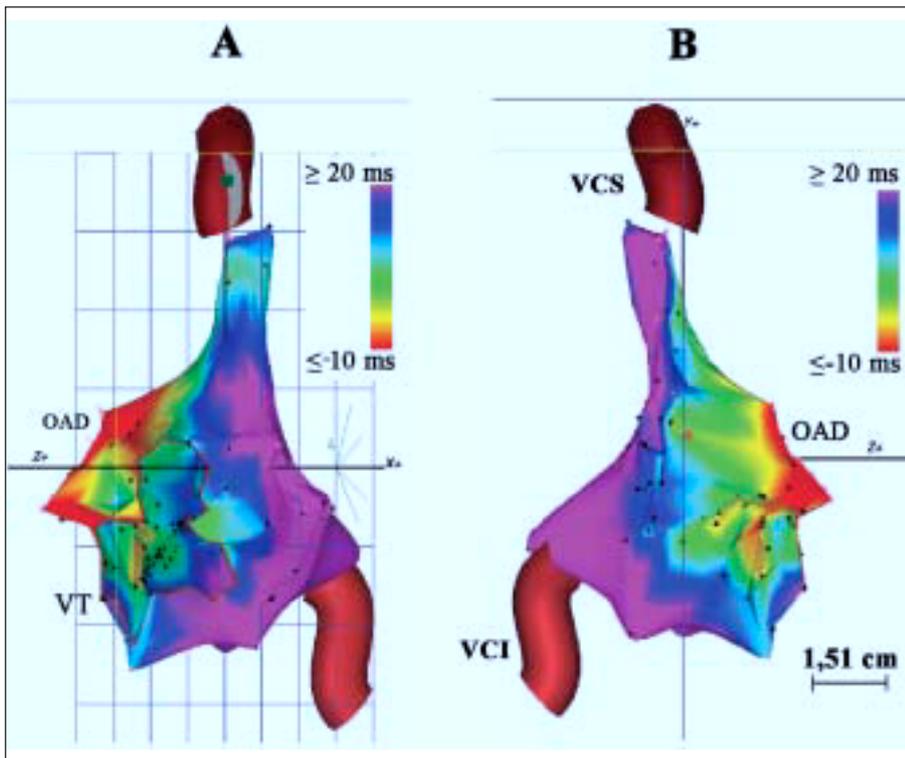
## Cartografía electroanatómica

Las características y el funcionamiento de este sistema navegador se han descrito con detalle previamente<sup>2-4,6</sup>. La resolución de la capacidad de localización del sistema es  $< 1$  mm, tanto en estudios *in vivo* como *in vitro*<sup>3,4</sup>. Este sistema cartográfico implica la selección de un electrograma de referencia en el que definimos el marcador fiduciario (valor máximo de la señal de referencia). Al construir el mapa tridimensional, los tiempos en el punto fiduciario servirán para determinar los tiempos de activación en el catéter de cartografía en relación con los puntos adquiridos. Asimismo, definimos una ventana de interés entendida como el intervalo temporal en relación con el punto fiduciario durante el cual el tiempo de activación local es deter-



**Fig. 1.** Mapa electroanatómico de tiempos de activación del techo de la aurícula izquierda y su orejuela, realizado durante una taquicardia automática focal con origen en la porción superior y mediobasal del apéndice auricular izquierdo. A y B: se muestran 2 imágenes del mismo mapa en proyección anteroposterior y craneal con una ligera angulación posterior, respectivamente. Obsérvese la codificación progresiva hacia el rojo conforme aumenta la precocidad de los puntos cartografiados en relación con el amplio inicio de activación. C: se observan los electrogramas bipolares correspondientes a los puntos a (más alejado del foco) y b (con precocidad máxima) en relación con el electrograma fiduciario o de referencia (en aurícula derecha). Las barras en gris enmarcan la ventana de interés. En el punto a la precocidad fue de  $-58$  ms, frente a  $-94$  ms en el punto b.

minado en el canal de cartografía. Dicho intervalo se estableció 20 ms por debajo del ciclo de la taquicardia. Se usó como referencia un electrograma de aurícula



**Fig. 2.** Mapa electroanatómico de activación realizado durante una taquicardia incesante con origen en la base de orejuela derecha, codificada en rojo al encontrarse allí las mayores precocidades en relación con el electrograma fiduciario situado en cara lateral de la aurícula derecha mediante un catéter de fijación activa. A y B: proyecciones del mapa cavitario en la oblicua anterior izquierda (45°) y lateral derecha, respectivamente. Tras 4 aplicaciones de radiofrecuencia, que obtenían enlentecimientos o supresiones transitorias de la ectopia, se consiguió finalmente su eliminación definitiva (paciente 16). OAD: orejuela de aurícula derecha; VCI: vena cava inferior; VCS: vena cava superior; VT: válvula tricúspide.

derecha o de seno coronario. Cada punto de la cartografía se iba añadiendo al mapa cavitario si alcanzaba los criterios de estabilidad predeterminados, tanto espacial ( $< 2$  mm) como en los tiempos de activación local ( $< 2$  ms). En las TA focales se realizó un mapa de activación que identificó las áreas de máxima precocidad en relación con el electrograma de referencia (figs. 1 y 2). Posteriormente, se realizó una cartografía con alta densidad de puntos de activación centrada en esas zonas, junto con el análisis de electrogramas bipolares y unipolares. Se determinaron las dimensiones máximas ortogonales de esas áreas definidas entre los puntos con mayor precocidad ( $\pm 5$  ms) (figs. 1 y 2). Tras completar el mapa, las aplicaciones de RF se dirigieron a esos puntos de máxima precocidad. En las TA reentrantes se intentaron determinar, en cada caso, las áreas de escara (puntos endocárdicos con voltajes de la señal bipolar  $\leq 0,1$  mV)<sup>8,17</sup> mediante la realización de un mapa de voltaje de la cavidad que nos permitiese identificar istmos de tejido sobre los que realizar las aplicaciones de RF (figs. 3 y 4). La cartografía de voltaje se realizó en ritmo sinusal en 2 pacientes con TA postincisionales que no resultaron inducibles de forma reproducible y sostenida, fijándose una ventana de interés de  $\pm 100$  ms en torno al electrograma atrial sinusal de referencia. En 21 pacientes, la cartografía se realizó mediante un catéter Navistar (7 Fr, Cordis Webster) con una punta de 4 mm (19 pacientes) u 8 mm (2 pacientes). En los 3 enfermos restantes utilizamos un catéter de cartografía electroanatómica con punta irrigada de circuito abierto

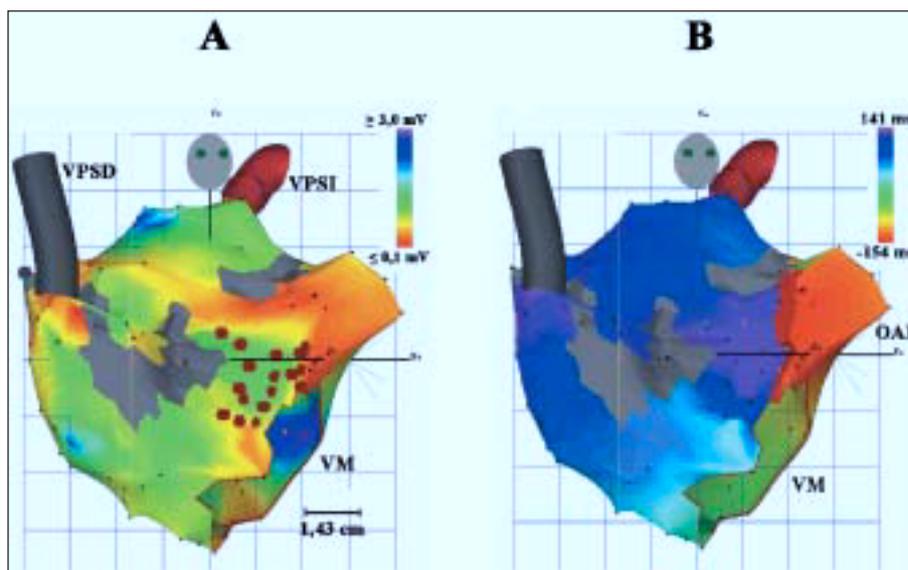
(Navistar-Thermocool) (Cordis Webster, 8 Fr; electrodo distal de 3,5 mm) tras algunos intentos previos de ablación sin éxito (fig. 1). Las aplicaciones de RF se realizaron usando una fuente convencional (Stockert ephuttle) con control de la potencia y la temperatura (límite máximo de 60 °C y 50 W). Se consideró que el procedimiento había concluido con éxito ante la desaparición de la taquicardia tras la ablación sin que se consiguiese su reinducción. Los datos cuantitativos se presentan como media  $\pm 1$  desviación estándar (DE). La comparación de medias se realizó mediante el test de la U de Mann-Whitney. Se consideraron estadísticamente significativos los valores de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

### Localización de los sustratos de las taquicardias mediante cartografía electroanatómica

Se registró una media de  $137 \pm 75$  puntos de cartografía mediante el sistema CARTO (límites, 50-327 puntos). Las TA fueron consideradas focales en 15 pacientes, mientras que en los nueve restantes se identificó un comportamiento reentrante que tuvo carácter postincisional en 5 pacientes. Las taquicardias focales tuvieron una localización izquierda en 9 casos (fig. 1), derecha en 3 pacientes (fig. 2) y septal en los 3 casos restantes (tabla 2). Se registraron 3 macrorreentradas izquierdas (fig. 3) y una reentrada en torno a la *crista terminalis* en su porción inferior. Las 5 taquicardias

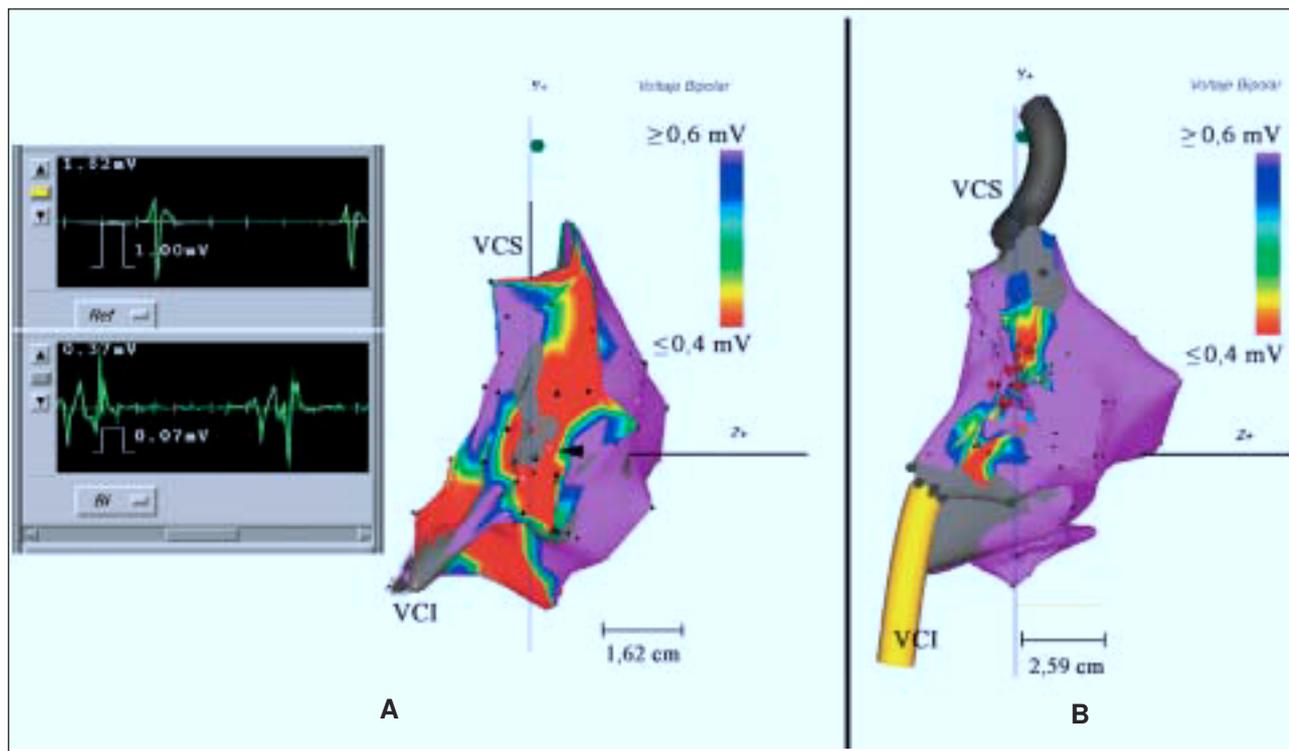
**Fig. 3.** A: mapa de voltaje de los electrogramas bipolares en la aurícula izquierda en proyección oblicua anterior derecha, en un paciente con una macrorreentrada desarrollada alrededor del anillo mitral. La cartografía mediante encarrilamiento desde el seno coronario proximal, medio y distal sugirió el citado circuito reentrante. En colores gris y rojo se identifican las áreas de cicatriz endocárdica (voltaje bipolar < 0,10 mV). Se delimitó un istmo de tejido entre el anillo mitral superior y zonas de escara, donde se realizaron las aplicaciones de radiofrecuencia (puntos en rojo) que eliminaron la taquiarritmia. B: mapa de activación correspondiente en proyección oblicua anterior derecha; la franja en color rojo oscuro delimita el punto de encuentro de los tiempos de activación más precoces (en rojo) y más tardíos (en violeta) de la citada macrorreentrada. OAI: orejuela de aurícula izquierda; VM: válvula mitral; VPSD: vena pulmonar superior derecha; VPSI: vena pulmonar superior izquierda.



**TABLA 2. Características electrofisiológicas de los pacientes**

Paciente	Mecanismo de la taquicardia	Longitud de ciclo (ms)	Localización del sustrato	Puntos de cartografía	Aplicaciones de RF	Catéter
1	Focal	310	Septal derecha	117	10	Navistar, 4 mm
2	Focal	360	Anillo mitral superior	67	3	Navistar, 4 mm
3	Focal	290	Inferoparaseptal izquierda	133	7	Navistar, 4 mm
4	Focal	500	Cara superior de OAI	70	8	Navistar, 4 mm
5	Focal	310	Superoparaseptal izquierda	197	8	Navistar, 4 mm
6	Reentrante	340	Anterior derecha	210	4	Navistar, 4 mm
7	Reentrante	280	Anterior derecha	179	6	Navistar, 4 mm
8	Focal	360	Vertiente atrial anterior del anillo tricúspide	101	20	Navistar-Thermocool, 3,5 mm
9	Reentrante	330	Reentrada alrededor del anillo mitral	153	20	Navistar, 4 mm
10	Focal	300	Posterior izquierda	82	7	Navistar, 4 mm
11	Reentrante	360	Anterior derecha	111	11	Navistar, 4 mm
12	Focal	250	Cara superior de OAI distal	155	18	Navistar-Thermocool, 3,5 mm
13	Reentrante	260	Anterior derecha	137	6	Navistar, 4 mm
14	Focal	300	Cara posterosuperior de AI (próximo a VPSI)	286	30	Navistar, 4 mm
15	Focal	500	Cara posterosuperior de AI (próximo a VPSI)	73	19	Navistar-Thermocool 3,5 mm
16	Focal	270	Base de orejuela derecha	154	4	Navistar, 4 mm
17	Focal	480	Vertiente atrial superoanterior del anillo tricúspide	60	10	Navistar, 8 mm
18	Focal	400	AI posterosuperior (entre OAI y ostio de VPSI)	50	1	Navistar, 4 mm
19	Reentrante	350	<i>Crista terminalis</i> inferior	115	11	Navistar, 4 mm
20	Focal	280	Adyacente al ostio de VPSD	121	27	Navistar, 4 mm
21	Reentrante	313	Anteroinferior de AD	209	17	Navistar, 8 mm
22	Focal	370	Cara posteroinferior de AD	76	1	Navistar, 4mm
23	Reentrante	440	Cara posterior de AI	90	13	Navistar, 4 mm
24	Reentrante	280	Reentrada alrededor del anillo mitral	327	44	Navistar, 4 mm

AD: aurícula derecha; AI: aurícula izquierda; OAI: orejuela auricular izquierda; VPSD: vena pulmonar superior derecha; VPSI: vena pulmonar superior izquierda; RF: radiofrecuencia.



**Fig. 4.** Mapas de voltaje de los electrogramas bipolares de aurícula derecha en proyección lateral derecha en un paciente con taquicardia auricular postincisional. Las áreas en gris señalan las superficies endocárdicas cicatrizales, mientras que en rojo se indican las zonas con los voltajes  $\leq 0,4$  mV. A. Mapa realizado en taquicardia. Se define un istmo de endocardio, donde se realizaron las aplicaciones de radiofrecuencia que interrumpieron la taquicardia (punta de flecha). A lo largo del área codificada en rojo se identificaron los dobles electrogramas que se reproducen a la izquierda (abajo) en relación con el electrograma de referencia (arriba) B. Mapa realizado en ritmo sinusal. Los puntos en color rojo señalan las aplicaciones de radiofrecuencia en el istmo definido en pared libre posterolateral de aurícula derecha. VCI: vena cava inferior; VCS: vena cava superior.

reentrantes incisionales tuvieron una localización lateral derecha (fig. 4). El tiempo medio de fluoroscopia fue de  $60 \pm 21$  min (rango, 30-95 min).

### Resultados de la ablación por radiofrecuencia

Los procedimientos de ablación finalizaron con éxito en 19 pacientes (79,2%): en los 10 con taquicardias focales (66,7%) y en los nueve con macrorreentradas auriculares. La media de aplicaciones de RF fue de  $12,6 \pm 11,2$  (rango, 1-49). En uno de los pacientes (paciente 1), portador de un marcapasos DDDR por una disfunción sinusal asociada, la ablación del foco medioseptal derecho se siguió de un inmediato bloqueo auriculoventricular. En dos de los fracasos observados en las taquicardias ectópicas se optó por la ablación quirúrgica. En uno de ellos se realizó una extirpación del ápex de la orejuela izquierda, que resultó en la eliminación definitiva de la TA (fig. 1). En el otro paciente con un foco extenso próximo al anillo tricúspide anterior, la ablación con RF epicárdica en esa zona fue igualmente ineficaz. Durante el seguimiento se observó una recurrencia de TA ectópica al mes del procedimiento. Asimismo, se registró una recurrencia al mes y medio de la ablación en un paciente con taquicardia

reentrante. Otros 2 pacientes se encuentran en fibrilación auricular crónica.

Se observó una tendencia hacia una mayor extensión del área de máxima precocidad ( $\pm 5$  ms) del foco atrial en los casos en los que la taquicardia persistió tras la ablación. El área del foco estimada en los 5 pacientes con TA focales fallidas fue de  $392 \pm 210$  mm<sup>2</sup>, frente a  $240 \pm 148$  mm<sup>2</sup> en los casos que concluyeron con éxito ( $p = 0,083$ ). Por otra parte, la anchura de los istmos del tejido donde se realizaron las aplicaciones de RF en las taquicardias reentrantes osciló entre 5,2 y 21,3 mm.

### DISCUSIÓN

Nuestra experiencia en esta seleccionada serie de pacientes con TA muestra un porcentaje de éxito próximo al 80%. Recientemente, el Registro Español informó de una tasa de éxito del 73,1% correspondiente a los procedimientos llevados a cabo durante el año 2001<sup>18</sup>. Resulta más destacable el 100% de éxito en la ablación de las macrorreentradas frente al 46% del citado Registro y al 66% de la extensa serie de Triedman et al<sup>19</sup>. En este contexto, debe sorprendernos la excelente tasa de éxito referida por Ouyang et al<sup>11</sup> en una

muestra amplia de macrorreentradas izquierdas, con un 87% de ablaciones eficaces, frente al 21% de la experiencia reciente en nuestro país<sup>18</sup>. En cualquier caso, nuestra serie presenta una muestra de pacientes claramente seleccionada. Por una parte, en el 42% de los casos existían intentos previos de ablación sin éxito. Por otro lado, las taquicardias tenían una localización auricular izquierda en el 54,2% de los pacientes, en contraste con lo que ocurre en diversas series previas, con un claro predominio de TA derechas<sup>18,20</sup>. Con todo, no se ha demostrado con claridad que la localización del sustrato influya significativamente en el éxito de la ablación<sup>18,20</sup>, lo que podría deberse a la menor representación de las localizaciones izquierdas en los estudios. De cualquier forma, en alguna serie de taquicardias focales, la localización derecha fue el único predictor significativo de éxito de la ablación<sup>21</sup>. Cuatro de nuestros cinco fracasos durante el procedimiento tuvieron una ubicación izquierda, en localizaciones septales o próximas al septo, o en la orejuela izquierda. Nuestro único fracaso en la aurícula derecha también estuvo localizado en áreas de la pared trabeculada, próxima a la base de la orejuela<sup>20</sup>. En nuestra serie hemos observado que las taquicardias ectópicas tienden hacia una extensión mayor del área de máxima precocidad en los casos refractarios a la ablación, lo que puede sugerir un carácter menos «puntual» y más extenso de dichos focos, o un agrupamiento estrecho de focos múltiples. Estas áreas de actividad precoz también pueden ser un simple reflejo cartográfico de nuestra lejanía al foco ectópico, quizá por su posible localización epicárdica, o ser la consecuencia de la implantación de dicho foco sobre una vía de conducción atrial rápida. De cualquier modo, no podemos descartar que las propias limitaciones de la técnica y la obtención de una cartografía de activación subóptima contribuyan a una mayor extensión del área de precocidad de carácter espurio. En cualquier caso, relacionamos su extensión con la necesidad de efectuar múltiples aplicaciones de RF para la eliminación completa del foco.

### El sistema CARTO en las taquicardias auriculares

Los focos activos de las TA ectópicas pueden asentarse en cualquier punto de ambas aurículas y en ambos lados del septo interatrial. Por ello, en estos casos parece idóneo un sistema cartográfico tridimensional que aporte el suficiente soporte iconográfico al delinear la superficie endocárdica atrial, con información eléctrica relevante que delimite las áreas con actividad más precoz. El esfuerzo integrador de la información electrofisiológica y anatómica por parte del operador, en estudios con frecuencia prolongados, se ve claramente disminuido con el sistema navegador. Por otra parte, las imprecisiones de la fluoroscopia en la deli-

mitación de las superficies endocárdicas se solventan en parte con este sistema. En el caso de las TA reentrantes, el sistema CARTO se reveló especialmente útil al permitir la definición gráfica de istmos de tejido entre zonas de escara, o entre ellas y los límites anatómicos, mediante mapas de voltaje que identificaban los tractos endocárdicos donde realizar las aplicaciones<sup>10</sup>. Sin duda, y siempre que fue posible, la cartografía por encarrilamiento de la taquicardia fue de gran ayuda en la valoración de la implicación de estos istmos en el sostenimiento de la reentrada. Se ha sugerido que la alta tasa de recurrencia de las taquicardias de los pacientes con macrorreentradas derechas postincisionales podría deberse a una incompleta identificación de todos los posibles circuitos reentrantes, que se facilitarían con la ayuda de la cartografía electroanatómica<sup>10</sup>. No es posible sentar un peso de evidencia fuera de la experiencia observacional sobre un sistema diagnóstico en una entidad infrecuente, en la que un ensayo aleatorizado en paralelo con la cartografía convencional resultaría difícil de llevar a cabo. No obstante, análisis retrospectivos de un único centro muestran que la cartografía electroanatómica fue un predictor positivo de éxito a largo plazo en la ablación de circuitos reentrantes intraatriales<sup>19</sup>. Por otra parte, la mayoría de los 10 pacientes con procedimientos previos fue remitida desde otros centros, por lo que desconocemos los detalles sobre dichos intentos, como el número de aplicaciones realizadas. Un número claramente más elevado de estas aplicaciones en esos procedimientos, frente al último intento con sistema navegador, nos hubiera podido sugerir de forma indirecta la utilidad de dicho sistema. Sin embargo, 7 de estos 10 pacientes fueron sometidos a más de un intento previo de ablación fallida, por lo que el número acumulado de aplicaciones debió ser, probablemente, elevado.

Aparte del no despreciable incremento de coste del procedimiento, no podemos negar que el uso de este sistema navegador consume tiempo sin conllevar una reducción de los tiempos de exploración, al menos en estos casos no rutinarios<sup>10,19</sup>. Más aún, su empleo eficaz requiere una curva de aprendizaje y, según la experiencia de algunos<sup>19</sup>, prolongó paradójicamente los tiempos de exploración. Estos tiempos de procedimiento podrían acortarse aplicando estrategias abreviadas con pocos puntos de cartografía, más dirigidas al foco arritmogénico que a la construcción cavitaria completa<sup>12</sup>, o mediante posteriores desarrollos del sistema.

### CONCLUSIONES

La cartografía electroanatómica con sistema CARTO permitió la visualización tridimensional de la activación auricular derecha e izquierda, reduciendo el esfuerzo de integración electrofisiológico y anatómico en esta serie de pacientes con TA. El objetivo y el di-

seño del estudio son puramente descriptivos y no permiten extraer conclusiones sobre la utilidad del sistema. Con todo, el apoyo iconográfico que aporta el sistema navegador podría facilitar la ablación con RF en este seleccionado grupo de pacientes. Según nuestra experiencia, los resultados fueron alentadores y el procedimiento se realizó con éxito en casi un 80% de los enfermos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Almendral J, Marín E, Medina O, Peinado R, Pérez L, Ruiz R, et al. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en arritmias cardíacas. *Rev Esp Cardiol* 2001;54:307-67.
- Ben-Haim SA, Osadchy D, Schuster I, Gepstein L, Hayam G, Josephson ME. Nonfluoroscopic, in vivo navigation and mapping technology. *Nat Med* 1996;2:1393-5.
- Gepstein L, Hayam G, Ben-Haim SA. A novel method for non-fluoroscopic catheter-based electroanatomical mapping of the heart: in vitro and in vivo accuracy results. *Circulation* 1997;95:1611-22.
- Gepstein L, Evans SJ. Electroanatomical mapping of the heart: basic concepts and implications for the treatment of cardiac arrhythmias. *Pacing Clin Electrophysiol* 1998;21:1268-78.
- Marchlinski F, Callans D, Gottlieb C, Rodríguez E, Coyne R, Kleinman D. Magnetic electroanatomical mapping for ablation of focal atrial tachycardias. *Pacing Clin Electrophysiol* 1998;21:1621-35.
- Ben-Haim SA. Catheter navigation in modern electrophysiology. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2000;11:1193-5.
- Sokoloski MC, Pennington JC III, Winton GJ, Marchlinski FE. Use of multisite electroanatomic mapping to facilitate ablation of intra-atrial reentry following the Mustard procedure. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2000;11:927-30.
- Love BA, Collins KK, Walsh EP, Triedman JK. Electroanatomic characterization of conduction barriers in sinus/atrially paced rhythm and association with intra-atrial reentrant tachycardia circuits following congenital heart disease surgery. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2001;12:17-25.
- Reithmann C, Hoffmann E, Dorwarth U, Remp T, Steinbeck G. Electroanatomical mapping for visualization of atrial activation in patients with incisional atrial tachycardias. *Eur Heart J* 2001;22:237-46.
- Nakagawa H, Shah N, Matsudaira K, Overholt E, Chandrasekaran K, Beckman KJ, et al. Characterization of reentrant circuit in macroreentrant right atrial tachycardia after surgical repair of congenital heart disease: isolated channels between scars allow «focal» ablation. *Circulation* 2001;103:699-709.
- Ouyang F, Ernst S, Vogtmann T, Goya M, Volkmer M, Schaumann A, et al. Characterization of reentrant circuits in left atrial macroreentrant tachycardia. Critical isthmus block can prevent atrial tachycardia recurrence. *Circulation* 2002;105:1934-42.
- Wetzel U, Hindricks G, Schirdewahn P, Dorszewski A, Fleck A, Heinke F, et al. A stepwise mapping approach for localization and ablation of ectopic right, left, and septal atrial foci using electroanatomic mapping. *Eur Heart J* 2002;23:1387-93.
- Chen SA, Chiang CE, Yang CJ, Cheng CC, Wu TJ, Wang SP, et al. Sustained atrial tachycardia in adult patients. Electrophysiological characteristics, pharmacological response, possible mechanisms and effects of radiofrequency ablation. *Circulation* 1994;90:1262-78.
- Saoudi N, Cosio F, Waldo A, Chen SA, Iesaka Y, Lesh M, et al. Classification of atrial flutter and regular atrial tachycardia according to electrophysiologic mechanism and anatomic bases. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2001;12:855-66.
- Triedman JK, Alexander ME, Berul CI, Bevilacqua LM, Walsh EP. Electroanatomic mapping of entrained and exit zones in patients with repaired congenital heart disease and intra-atrial reentrant tachycardia. *Circulation* 2001;103:2060-5.
- Morton JB, Sanders P, Deen V, Vohra JK, Kalman JM. Sensitivity and specificity of concealed entrainment for the identification of a critical isthmus in the atrium: relationship to rate, anatomic location and antidromic penetration. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:896-906.
- De Groot NMS, Kuijper AFM, Blom NA, Bootsma M, Schaliq MJ. Three-dimensional distribution of bipolar atrial electrograms voltages in patients with congenital heart disease. *PACE* 2001;24:1334-42.
- Álvarez M, Merino JL. Registro español de ablación con catéter. I informe oficial de la Sección de Electrofisiología y Arritmias de la Sociedad Española de Cardiología (año 2001). *Rev Esp Cardiol* 2002;55:1273-9.
- Triedman JK, Alexander ME, Love BA, Collins KK, Berul CI, Bevilacqua LM, et al. Influence of patient factors and ablative technologies on outcomes of radiofrequency ablation of intra-atrial re-entrant tachycardia in patients with congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:1827-35.
- Anguera I, Brugada J, Roba M, Mont L, Aguinaga L, Geelen P, et al. Outcomes after radiofrequency catheter ablation of atrial tachycardia. *Am J Cardiol* 2001;87:886-90.
- Chen SA, Tai CT, Chiang CE, Ding YA, Chang MS. Focal atrial tachycardia: reanalysis of the clinical and electrophysiological characteristics and prediction of successful radiofrequency ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1998;4:355-65.