

Los sistemas navegadores en la electrofisiología actual

Esteban González Torrecilla

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

Durante años, la fluoroscopia ha sido la única guía de imagen con que ha contado la electrofisiología clínica para la localización de los sustratos arrítmicos y la propia identificación espacial de los electrocatéteres. Las relaciones entre estos últimos, en una imagen fundamentalmente bidimensional, y de ellos con la silueta cardíaca y las estructuras óseas han sido las únicas referencias de imagen para el electrofisiólogo a la hora de interpretar la localización anatómica¹. La situación comenzó a cambiar a finales de la pasada década con la publicación de las primeras aplicaciones clínicas de los llamados sistemas navegadores, que permitían una cartografía computarizada al margen de la guía fluoroscópica. La cartografía electroanatómica mediante el sistema CARTO^{®2} (Biosense, Cordis-Webster), la cartografía sin contacto³ (ENSITE[®]; Endocardial Solutions Inc.), el sistema LocaLisa^{®4} (Medtronic) y el denominado sistema de posicionamiento tridimensional en tiempo real⁵ (RPM[®]; Real-Time Position Management System; Boston Scientific, S.A.) protagonizan en la actualidad los principales desarrollos tecnológicos con aplicabilidad en electrofisiología clínica. Su introducción en nuestro país ha tenido un inicio lento. Baste decir que, en el año 2001, sólo el 26% de los laboratorios españoles disponía de algún sistema navegador, con un uso por lo demás restringido, como sugiere el hecho de que únicamente se utilizaron en 7 de los 182 procedimientos realizados en pacientes con taquicardias auriculares⁶. Sin embargo, un año más tarde, el número de aparatos disponibles en nuestro país se había duplicado⁷. Los primeros 2 sistemas citados han contado con una clara mayor aceptación en los distintos laborato-

rios. Sin duda, el sistema CARTO ha gozado de una mayor difusión: 169 citas en MEDLINE avalan su uso clínico documentado desde 1997, a evidente distancia de las escasas 13 citas sobre el sistema LocaLisa en ese mismo repertorio.

La cartografía electroanatómica con el sistema CARTO permite la adquisición simultánea, punto a punto, de mapas de activación, de propagación y de voltaje endocárdicos en los distintos sustratos arrítmicos, con una construcción cavitaria tridimensional completa. La información electrofisiológica relevante, que identifica áreas de precocidad (mediante mapas de activación), curso de circuitos reentrantes (mapas de propagación) o áreas de cicatriz endocárdica que delimitan istmos tisulares (mapas de voltaje), se nos presenta en un soporte de imagen que facilita la integración anatómica y funcional, sobre todo en cartografías complejas. Su uso se hace prácticamente imprescindible en técnicas como la ablación circunferencial de venas pulmonares, que, de hecho, se define con el sistema CARTO. En los últimos años, nuestra experiencia con este sistema en la ablación de taquicardias ventriculares dirigida al sustrato de éstas y en la ablación de taquicardias auriculares lo ha ido convirtiendo en una herramienta importante en estos procedimientos^{8,9}. Sin embargo, las limitaciones de la cartografía convencional pueden verse reflejadas en el soporte iconográfico aportado por el sistema, sin que sea inusual la necesidad de una ulterior corrección manual de los tiempos de activación de determinados puntos endocárdicos. El hecho de que se trate de una técnica dependiente de un catéter especial, con un sofisticado sensor incluido en su electrodo distal, le confiere un coste no pequeño que podría limitar su uso en laboratorios de menor volumen. Como en el resto de sistemas, su utilidad está poco apoyada en estudios aleatorizados. Por otra parte, estos ensayos no deberían realizarse sobre casos consecutivos no seleccionados¹⁰. Este apoyo cartográfico debería reservarse para los sustratos más complejos, cada vez más frecuentes. De cualquier modo, la experiencia nos dice que esa utilidad «se demuestra andando», esto es, superando una

VÉASE ARTÍCULO EN PÁGS. 737-44

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

razonable curva de aprendizaje que nos habitúe a su uso relativamente cotidiano. La versión CARTO-XP® capacita al sistema para revisar los 8 ciclos previos en la cartografía de cada punto. Por otra parte, el nuevo catéter multielectrodo QuickStar®, mediante sus 26 electrodos y la aplicación del software QuickMap®, permite una rápida construcción cavitaria con unos pocos desplazamientos de éste dentro de la cámara. Son avances de la cartografía electromagnética que esperan el test de una mayor experiencia clínica.

El trabajo original de Abello et al¹¹ constituye una aportación interesante acerca del uso de uno de estos sistemas navegadores, que han tenido una escasa presencia en nuestra Revista. Los autores analizan sus resultados en la ablación mediante radiofrecuencia de taquicardias ventriculares sostenidas en una serie inicial de 32 pacientes con cardiopatía estructural. Comparan sus resultados entre un primer grupo de 10 casos apoyados en el sistema Localisa y un segundo grupo control de 22 enfermos en los que el procedimiento se realizó de forma convencional. En una serie reducida, no sorprende la ausencia de diferencias significativas entre ambos grupos en cuanto al nivel de eficacia del procedimiento de ablación (en torno al 70%). En su experiencia, el sistema navegador les permitió una reubicación precisa del catéter en puntos endocárdicos relevantes del circuito reentrante. Esta precisión también ha sido confirmada por otros investigadores, lo que ha aportado una fiabilidad en la recolocación del catéter en cualquier punto de interés con un margen de error de 2 mm. Sin embargo, los autores no obtienen una esperable reducción del tiempo de fluoroscopia con el uso del sistema navegador en este estudio fundamentalmente descriptivo. De este modo, al tratarse de su experiencia preliminar con la técnica, no consiguen poner de relieve lo que ha sido una de las aportaciones de esta tecnología de localización de catéteres. El sistema permite el control de la posición de hasta 10 electrodos en una imagen biplano simultánea. Sin embargo, la ausencia de una construcción cavitaria tridimensional se pone de manifiesto en las 2 imágenes presentadas, señalando una de las principales limitaciones del sistema. Por otro lado, la independencia del navegador en relación con el tipo de catéteres usados en el procedimiento abarata de manera considerable su coste y generaliza su disponibilidad a la mayoría de los laboratorios. Probablemente, esto último explica que en 2002 fuese el sistema con más amplia difusión en nuestro país y a poca distancia del sistema CARTO⁷. En cualquier caso, el predominio de otras tecnologías arroja sombras sobre futuros desarrollos de este navegador ideado por Fred Wittkampf en el Hospital Universitario de Utrecht. La falta de una orientadora construcción cavitaria de este sencillo sistema se soluciona con el nuevo *kit* de electrodos de superficie EnSite NavX®, capaz de una reconstrucción tridimensional de la cámara en tiempo real. A partir de la señal

emitida por 3 pares de electrodos de superficie, permite la visualización de hasta 8 catéteres de cualquier tipo y 64 electrodos en un espacio 3D. Asimismo, el sistema es capaz de presentar en pantalla de forma simultánea imágenes de tomografía computarizada como correlato anatómico.

Aunque la reconstrucción electroanatómica mediante sistema CARTO, en su desarrollo actual, es un avance muy significativo, como en todos los sistemas secuenciales, su resolución está muy limitada al tiempo disponible para adquirir datos puntuales endocárdicos. Por tanto, su uso para cartografiar durante la taquicardia se encuentra muy restringido en casos de arritmias hemodinámicamente inestables o no sostenidas. Es evidente que un sistema de cartografía ideal debería recolectar datos simultáneos a partir de la totalidad de la cámara cardíaca, que dieran lugar a mapas de alta resolución sobre los que se mostrase la posición del catéter. Los desarrollos tecnológicos de cartografía sin contacto (EnSite 3000®; Endocardial Solutions Inc.) son un intento de obtener este apoyo cartográfico. El sistema implica la introducción de una sonda multielectrodo dentro de la cámara cardíaca deseada. A través de métodos matemáticos basados en la solución inversa a partir de la segunda fórmula de Green³, se «reconstruyen» los electrogramas endocárdicos en más de 3.000 puntos generados desde la sonda sobre el endocardio virtual. Se construyen así secuencias de activación latido a latido de la cámara cardíaca completa. La precisión de esta reconstrucción de electrogramas disminuye a partir de cierta distancia entre la sonda y el endocardio. Más experiencia con la técnica servirá para precisar la resolución espacial de ésta en corazones enfermos. En el futuro próximo, el modo Ensite Array® permitirá realizar cartografías de un único latido, incorporándose en el mismo sistema que el comentado Ensite NavX. Finalmente, el sistema RPM aporta una interesante y rápida construcción cavitaria basada en los ultrasonidos. Permite la creación en tiempo real de un modelo anatómico tridimensional de una o varias cámaras por medio de 11 transductores de ultrasonidos ubicados en los 3 catéteres que conforman el sistema de referencia. Sobre este modelo anatómico es capaz de construir un mapa isocrono de activaciones y un mapa de voltajes. La experiencia clínica documentada con este sistema es, en la actualidad, escasa.

Aparte de la experimentada guía fluoroscópica y de la ecocardiografía intracardíaca, los sistemas navegadores se constituyen en la primera técnica de imagen cardíaca en el laboratorio de electrofisiología que incorpora información eléctrica relevante. Aunque la reducción del tiempo de exploración radiológica proporcionada por estos desarrollos tecnológicos podría parecer evidente, no se consigue optimizar sin una disciplina que nos habitúe a limitar al máximo el uso de la fluoroscopia. Por otra parte, una sólida formación

arritmológica es, sin duda, el mejor aliado para un uso rentable y fiable de esos sistemas. Sin embargo, ninguno de ellos ayuda a «navegar» por las lagunas de esta necesaria formación previa. En la comunidad cardiológica, no falta quien ha visto en el electrofisiólogo a un colega bien dotado de imaginación. Con todo, parece claro que este esfuerzo de imaginación y de integración anatómica tridimensional de la información eléctrica del sustrato anatómico queda muy aligerado, y gana en precisión, con el apoyo de los sistemas navegadores. Constituyen un claro valor añadido que abre puertas a una electrofisiología más avanzada. Sean, pues, bienvenidos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Farré J, Anderson RH, Cabrera JA, Sánchez-Quintana D, Rubio JM, Romero J, et al. Fluoroscopic cardiac anatomy for catheter ablation of tachycardia. *PACE* 2002;25:76-94.
2. Gepstein L, Hayam G, Ben-Haim SA. A novel method for nonfluoroscopic catheter-based electroanatomical mapping of the heart. In vitro and in vivo accuracy results. *Circulation* 1997;95:1611-22.
3. Schilling R, Peters NS, Kadish A, Davies DW. Noncontact endocardial mapping. En: Shenasa M, Borggreffe M, Breithardt G, editors. *Cardiac mapping*. 2nd ed. Elmsford: Blackwell Futura Division, 2003; p. 59-102.
4. Wittkamp FH, Wever EF, Derksen R, Wilde AA, Romanna H, Hauer RN, et al. LocaLisa: new technique for real-time 3-dimensional localization of regular intracardiac electrodes. *Circulation* 1999;99:1312-7.
5. Schreieck J, Ndrepepa G, Zrenner B, Schneider MA, Weyerbrock S, Dong J, et al. Radiofrequency ablation of cardiac arrhythmias using a three-dimensional real-time position management and mapping system. *Pacing Clin Electrophysiol* 2002;25:1699-707.
6. 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. *Rev Esp Cardiol* 2002;55:1273-85.
7. Álvarez López M, Rodríguez Font E. Registro Español de Ablación con Catéter. II Informe Oficial de la Sección de Electrofisiología y Arritmias de la Sociedad Española de Cardiología (2002). *Rev Esp Cardiol* 2003;56:1093-104.
8. Arenal A, González-Torrecilla E, Ortiz M, Villacastín J, Fernández-Portales J, Souza E, et al. Ablation of electrograms with isolated, delayed component as treatment of unmappable monomorphic ventricular tachycardias in patients with structural heart disease. *J Am Coll Cardiol* 2003;41:81-92.
9. González-Torrecilla E, Arenal A, Quiles J, Atienza F, Jiménez-Candil J, Del Castillo S, et al. La cartografía electroanatómica (Sistema CARTO) en la ablación de las taquicardias auriculares. *Rev Esp Cardiol* 2004;57:37-44.
10. Sporton SC, Earley MJ, Nathan AW, Schilling RJ. Electroanatomic versus fluoroscopic mapping for catheter ablation procedures: a prospective randomized study. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2004;15:310-5.
11. Abello MS, Merino JL, Peinado R, Gnoatto M, Arias MA, González Vasserot M, et al. Ablación de taquicardias ventriculares guiada mediante sistema LocaLisa en pacientes con cardiopatía estructural. *Rev Esp Cardiol* 2004;57:737-44.