

Resumen

La fibrilación auricular (FA) es a día de hoy una de las arritmias cardíacas más frecuentes en la práctica clínica, cuyos mecanismos electrofisiológicos de inicio y mantenimiento no son completamente entendidos. La caracterización de la actividad eléctrica fibrilatoria llevada a cabo gracias al desarrollo de técnicas de mapeo cardíaco de alta resolución ha propiciado la aparición de teorías que defienden que el proceso fibrilatorio está provocado por ciertas regiones auriculares cuya actividad reentrante de alta frecuencia mantiene la actividad fibrilatoria en el resto del tejido auricular. Estas teorías han sido afirmativamente contrastadas en la práctica clínica, viéndose que el aislamiento eléctrico de estas regiones dominantes del resto de la aurícula permite detener el proceso fibrilatorio y prevenir la aparición de nuevos episodios.

La localización de las regiones auriculares dominantes en pacientes con FA supone a día de hoy un gran reto en el diagnóstico y tratamiento de esta arritmia. Los métodos más utilizados en la práctica clínica están basados en el análisis de la actividad eléctrica cardíaca obtenida mediante catéteres intracavitarios. No obstante, la caracterización de esta arritmia mediante métodos invasivos solo está al alcance para aquellos pacientes ya seleccionados para una terapia de ablación. Con el objetivo de poder detectar y localizar fuentes fibrilatorias con anterioridad al procedimiento quirúrgico, se han desarrollado métodos no invasivos para el estudio de los mapas eléctricos auriculares. Mientras que la cartografía eléctrica de superficie (CES) permite estudiar con gran resolución espacial la actividad eléctrica en la superficie del torso, la electrocardiografía por imagen (ECGI) permite obtener de manera no invasiva la actividad eléctrica cardíaca en la superficie auricular. Dada la relativa novedad tanto de los sistemas no invasivos de diagnóstico como de las teorías sobre el mantenimiento de la FA, ambas tecnologías adolecen de una falta de conocimiento científico sobre los mecanismos físicos y técnicos que sustentan su funcionamiento. Por lo tanto, el objetivo de esta tesis es aumentar dicho conocimiento científicotécnico, así como estudiar la eficacia de estas tecnologías para la identificación y localización de regiones dominantes en pacientes con FA. Para ello se ha hecho uso tanto de registros de pacientes como de modelos matemáticos de la actividad eléctrica auricular.

En primer lugar, ha visto que los sistemas CES permiten identificar rotores auriculares de manera no invasiva mediante el reconocimiento de patrones reentrantes en la señal de fase superficial tras el filtrado en banda estrecha a la frecuencia dominante más alta. Además, la posición de los rotores superficiales está relacionada con la localización auricular de dichos rotores, permitiendo la distinción entre rotores de aurícula derecha o izquierda. Por otra parte, se ha visto que los mapas eléctricos superficiales durante FA sufren un gran suavizado espacial por el efecto del volumen conductor del torso, lo que permite que la actividad eléctrica superficial pueda ser estudiada con un número relativamente reducido de electrodos. Concretamente, se ha visto que 12 electrodos uniformemente distribuidos son suficientes para una correcta identificación de frecuencias dominantes, mientras que son necesarios al menos 32 para una correcta identificación de rotores auriculares.

Por otra parte, también se ha estudiado el efecto del filtrado en banda estrecha sobre la eficacia de la localización de patrones reentrantes. Así, se ha visto que este procedimiento permite aislar la actividad eléctrica reentrante provocada por el rotor, aumentando la tasa de detección tanto para señal obtenida de manera invasiva como para los mapas superficiales. No obstante, el suavizado espacial provocado por la regularización de la ECGI unido a dicho filtrado temporal provoca un gran aumento de la actividad reentrante espúrea que dificulta la detección de patrones reentrantes reales. Sin embargo, se ha visto que los mapas proporcionados por la ECGI sin filtrado temporal permiten la detección correcta de la actividad

reentrante, por lo que el filtrado en banda estrecha debería ser aplicado únicamente para señal intracavitaria o superficial.

Por último, se ha estudiado la estabilidad de los marcadores utilizados en ECGI para detectar regiones dominantes, como son los mapas de frecuencia o la presencia de rotores. Se ha visto que en presencia de alteraciones en las condiciones del problema inverso, como ruido eléctrico o geométrico, estos marcadores son significativamente más estables que la morfología de la propia señal ECGI de la que son extraídos. Además, se ha propuesto una nueva metodología para la reducción del error en la localización espacial de la aurícula basado en la curvatura de la curva L.

Los resultados presentados en esta tesis revelan que los sistemas de CES y ECGI permiten detectar y localizar de manera no invasiva la presencia de rotores de alta frecuencia, responsables del mantenimiento de la FA. Se ha visto que esta detección es unívoca y robusta, y se han estudiado los mecanismos físicos y técnicos que sustentan dicho comportamiento. Estos resultados indican que ambos sistemas no invasivos proporcionan información de gran valor clínico en el tratamiento de la FA, por lo que su uso puede ser de gran ayuda para la selección y planificación de procedimientos de ablación auricular.