

Artículo original

# Evaluación de la complejidad de la activación miocárdica durante la fibrilación ventricular. Estudio experimental

Luis Such-Miquel<sup>a</sup>, Francisco J. Chorro<sup>b,c</sup>, Juan Guerrero<sup>d</sup>, Isabel Trapero<sup>e</sup>, Laia Brines<sup>f</sup>, Manuel Zarzoso<sup>f</sup>, Germán Parra<sup>f</sup>, Carlos Soler<sup>f</sup>, Irene del Canto<sup>f</sup>, Antonio Alberola<sup>f</sup> y Luis Such<sup>f,\*</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Fisioterapia, Universitat de València, Valencia, España

<sup>b</sup>Departamento de Medicina, Universitat de València, Valencia, España

<sup>c</sup>Servicio de Cardiología, Hospital Clínico Universitario, INCLIVA, Valencia, España

<sup>d</sup>Departamento de Electrónica, Universitat de València, Valencia, España

<sup>e</sup>Departamento de Enfermería, Universitat de València, Valencia, España

<sup>f</sup>Departamento de Fisiología, Universitat de València, Valencia, España

Historia del artículo:

Recibido el 26 de abril de 2012

Aceptado el 31 de agosto de 2012

On-line el 8 de diciembre de 2012

Palabras clave:

Fibrilación ventricular

Electrofisiología

Análisis de Fourier

Cartografía

RESUMEN

**Introducción y objetivos:** Analizar en un modelo experimental las características de la fibrilación ventricular en situaciones con distintos grados de complejidad y establecer la relación existente entre los datos aportados por distintos métodos de análisis de la arritmia.

**Métodos:** En 27 preparaciones de corazón aislado de conejo estudiadas bajo la acción de fármacos (propranolol y KB-R7943) o procedimientos físicos (estiramiento) que causan distintos grados de variación de la complejidad de la activación miocárdica durante la arritmia, se han utilizado técnicas espectrales, morfológicas y cartográficas para procesar los registros obtenidos con multielectrodos epicárdicos.

**Resultados:** La complejidad de la fibrilación ventricular objetivada mediante procedimientos cartográficos se ha relacionado con la frecuencia dominante, la energía normalizada del espectro, el índice de regularidad de las señales, sus coeficientes de variación y el área de las regiones de interés identificadas a partir de estos parámetros. En el análisis multivariable, se han aceptado como variables independientes el área de las regiones de interés relacionadas con la energía espectral y el coeficiente de variación de la energía (índice de complejidad =  $-0,005 \times \text{área de las regiones de la energía espectral} - 2,234 \times \text{coeficiente de variación de la energía} + 1,578$ ;  $p = 0,0001$ ;  $r = 0,68$ ).

**Conclusiones:** Los indicadores espectrales, morfológicos y, de manera independiente, los derivados del análisis de las regiones de interés de la energía normalizada permiten aproximarse de manera fiable a la evaluación de la complejidad de la fibrilación ventricular como una alternativa a los complejos procedimientos cartográficos.

© 2012 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

## Evaluation of the Complexity of Myocardial Activation During Ventricular Fibrillation. An Experimental Study

ABSTRACT

**Introduction and objectives:** An experimental model is used to analyze the characteristics of ventricular fibrillation in situations of variable complexity, establishing relationships among the data produced by different methods for analyzing the arrhythmia.

**Methods:** In 27 isolated rabbit heart preparations studied under the action of drugs (propranolol and KB-R7943) or physical procedures (stretching) that produce different degrees of change in the complexity of myocardial activation during ventricular fibrillation, use was made of spectral, morphological, and mapping techniques to process the recordings obtained with epicardial multielectrodes.

**Results:** The complexity of ventricular fibrillation assessed by mapping techniques was related to the dominant frequency, normalized spectral energy, signal regularity index, and their corresponding coefficients of variation, as well as the area of the regions of interest identified on the basis of these parameters. In the multivariate analysis, we used as independent variables the area of the regions of interest related to the spectral energy and the coefficient of variation of the energy (complexity index =  $-0.005 \times \text{area of the spectral energy regions} - 2.234 \times \text{coefficient of variation of the energy} + 1.578$ ;  $P = 0.0001$ ;  $r = 0.68$ ).

Keywords:

Ventricular fibrillation

Electrophysiology

Fourier analysis

Mapping

\* Autor para correspondencia: Molí 17, 2.º D, 12540 Villarreal, Castellón, España.

Correo electrónico: suchmi@uv.es (L. Such).

**Conclusions:** The spectral and morphological indicators and, independently, those derived from the analysis of normalized energy regions of interest provide a reliable approach to the evaluation of the complexity of ventricular fibrillation as an alternative to complex mapping techniques.

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

© 2012 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

### Abreviaturas

EN: energía normalizada  
 FD: frecuencia dominante  
 FV: fibrilación ventricular  
 ICM: índice de complejidad  
 IR: índice de regularidad  
 RDI: regiones de interés

## INTRODUCCIÓN

La fibrilación ventricular (FV) es una arritmia letal presente en gran parte de los casos de muerte súbita que ocurren con y sin antecedentes de cardiopatías<sup>1</sup>. El tratamiento se basa en la cardioversión eléctrica, cuya eficacia se relaciona, entre otros factores, con las características de la activación miocárdica, que cambian en función del tiempo transcurrido desde el inicio de la arritmia, el deterioro metabólico, los fármacos administrados o el sustrato<sup>2-6</sup>.

El interés de analizar las características de la activación durante la FV y su complejidad es doble. Por una parte, hay interés clínico, ya que puede ayudar a predecir la dificultad para revertir la arritmia y la recuperación de la mecánica cardíaca<sup>7,8</sup>. Por otra, este tipo de análisis experimental permite describir los efectos de diversos factores sobre los mecanismos de inicio, perpetuación y cese de la FV<sup>9-16</sup>.

Entre las aproximaciones al análisis de la activación miocárdica durante la FV, se encuentran las basadas en registros obtenidos con derivaciones electrocardiográficas o con técnicas cartográficas utilizando multielectrodos o sistemas ópticos<sup>7,8,11,17</sup>. Sin embargo, la información disponible sobre la relación existente entre los parámetros obtenidos es escasa.

El objetivo del presente trabajo es analizar, en un modelo experimental, las características de la FV en situaciones con distintos grados de complejidad y establecer, mediante análisis multivariable, la relación existente entre los datos aportados por distintos métodos de análisis de las señales fibrilatorias. Se parte de la hipótesis de que es posible establecer indicadores del grado de complejidad de la activación miocárdica durante la FV distintos de los proporcionados por los complejos procedimientos cartográficos convencionales y de que, por lo tanto, pueden ayudarnos a cuantificar las modificaciones espontáneas o inducidas por fármacos u otras manipulaciones de la FV y caracterizar así la arritmia. La disponibilidad de estos indicadores permitiría utilizar los más adecuados o los menos complejos en función de las características experimentales o de la metodología disponible.

Para ello, se ha utilizado un modelo de corazón aislado y perfundido de conejo sometido a diversas situaciones (estiramiento miocárdico y fármacos) que en estudios previos han mostrado distintos grados de modificación de la complejidad de la activación miocárdica durante la FV<sup>16,18</sup>. Los registros se han obtenido con un electrodo múltiple epicárdico que han permitido procesar la información utilizando procedimientos basados en el análisis espectral y morfológico de las señales junto con técnicas cartográficas.

## MÉTODOS

### Preparación experimental

Los experimentos se realizaron siguiendo el Real Decreto 1201/2005, de 10 de octubre, sobre utilización de animales. La metodología aplicada ha sido descrita en estudios previos<sup>16,18</sup>. Se utilizaron preparaciones aisladas y perfundidas de conejo ( $n = 27$ ) según la técnica de Langendorff, en las que se obtuvieron registros epicárdicos unipolares situados en la zona media de la pared libre del ventrículo izquierdo con un multielectrodo compuesto por 121 electrodos unipolares de acero inoxidable (diámetro, 0,125 mm; distancia entre electrodos, 1 mm) dispuesto en una distribución cuadrangular de  $11 \times 11$  electrodos cubriendo una superficie de  $1 \text{ cm}^2$  (pared anterolateral).

Los registros se efectuaron utilizando el sistema de cartografía de la actividad epicárdica cardíaca MAPTECH<sup>®</sup> (Waalre, Países Bajos), que consiste en un sistema multicanal provisto de amplificación con una ganancia de 100 a 300, filtro de banda entre 1 y 400 y multiplexación con una frecuencia de muestreo de cada canal de 1 kHz. Una vez estabilizada la preparación, se indujo la FV mediante estimulación a frecuencias crecientes de 4 a 20 Hz. La perfusión coronaria se mantuvo durante la arritmia. En una de las series, se indujo un estiramiento local de la pared libre del ventrículo izquierdo siguiendo la metodología previa<sup>16,18</sup>.

### Serie experimentales

Los registros de FV se obtuvieron en cuatro situaciones: *a*) en preparaciones no sometidas a modificaciones ( $n = 9$ ); *b*) en estas mismas preparaciones durante la aplicación de estiramiento agudo en la pared libre del ventrículo izquierdo<sup>16,18</sup>; *c*) durante la perfusión de propranolol ( $1 \mu\text{M}$ ) ( $n = 9$ )<sup>16,19-21</sup>, y *d*) durante la perfusión del inhibidor del intercambiador de sodio y calcio KB-R7943<sup>22-25</sup> ( $1 \mu\text{M}$ ) ( $n = 9$ )<sup>16</sup>.

Los registros de FV obtenidos sin introducir modificaciones (controles) o bajo los efectos del propranolol o el KB-R7943 se obtuvieron en situación estable a los 5 min de inducir la arritmia. Los correspondientes al estiramiento miocárdico se obtuvieron a los 3 min de iniciar el estiramiento, que se aplicó una vez transcurridos 5 min desde la inducción de la arritmia en la serie control (fig. 1). Se eligió esta ventana temporal porque corresponde al momento de máximo efecto del estiramiento en el patrón de activación durante la FV<sup>16,18</sup>. Las concentraciones de KB-R7943 y propranolol se encuentran en el rango de las utilizadas para analizar sus efectos<sup>16,20,22-25</sup>.

### Procesado de las señales y parámetros analizados

Se procesaron segmentos de 4.096 muestras (frecuencia de muestreo, 1 kHz). Se analizó la regularidad morfológica de la señal y sus características en el dominio de la frecuencia, estas mediante la obtención del espectro de frecuencias mediante el periodograma de Welch<sup>26</sup>. Se identificó la frecuencia dominante del espectro (FD), y la energía normalizada (EN) definida como la energía espectral en una ventana centrada en  $FD \pm 1 \text{ Hz}$ , y normalizada por la energía espectral en la banda de interés (5-35 Hz).

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/3014045>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/3014045>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)