

## Despolarización y repolarización ventriculares para estratificar riesgo de arritmias ventriculares malignas y muerte súbita

### *Ventricular depolarization and repolarization for stratifying the risk of malignant ventricular arrhythmias and sudden death*

Dra. Margarita Dorantes Sánchez✉

Servicio de Arritmias y Estimulación Eléctrica Cardíaca. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. La Habana, Cuba.

Recibido: 1 de julio de 2018  
Aceptado: 17 de julio de 2018

**Palabras clave:** Complejo QRS, Intervalo QT, Duración del QRS, Arritmia ventricular maligna, Muerte súbita cardíaca, Signos eléctricos premonitorios  
**Key words:** QRS complex, QT interval, QRS duration, Malignant ventricular arrhythmia, Sudden cardiac death, Electrocardiographic risk markers

#### Sr. Editor:

Me permito hacer algunas consideraciones sobre el artículo publicado en la revista CorSalud: Despolarización (complejo QRS) o repolarización ventricular (intervalo QT): ¿quién aporta más al diagnóstico y pronóstico en diferentes escenarios clínicos?<sup>1</sup>

Desde el título puede haber alguna confusión: tal parece que se están confrontando estas dos aristas del problema y no hay por qué enfrentarlas sino emplear ambas para llegar a un mayor acercamiento a la realidad de cada paciente en cuanto a la estratificación de riesgo mediante predictores eléctricos de arritmias ventriculares malignas (AVM) y de muerte súbita (MS). Hay que aunar, no dividir, sumar y no restar, ¿por qué enfrentar un proceso a otro? Además, la repolarización no sólo está representada por el intervalo QT. Si nos valemos de ambos procesos, aun así será difícil dar su verdadera trascendencia a cada signo eléctrico premonitorio, a menos que haya habido un evento previo (AVM o MS recuperada)<sup>1-7</sup>.

La despolarización y la repolarización comparten procesos y fenómenos, tales como la alternancia, la no uniformidad, la heterogeneidad, la dispersión y la remodelación eléctrica<sup>8,9</sup>.

La conducción del impulso eléctrico en las diversas estructuras del sistema cardíaco no es homogé-

nea ni uniforme, aun en condiciones normales y dentro de cierto rango. Todo lo contrario, es heterogénea y no uniforme, desde que se forma el impulso hasta el final del viaje a nivel de las arborizaciones de Purkinje en las paredes ventriculares; esto se observa tanto en la despolarización como en la repolarización. Las características anatómicas, la fisiología y la fisiopatología difieren en las distintas estructuras, nodos sinusal y aurículo-ventricular, aurículas, ventrículos, haz de His, ramas y fascículos. No sólo de una estructura a otra sino en una misma; por ejemplo, a nivel auricular y del nodo aurículo-ventricular existen distintas propiedades electrofisiológicas, velocidad de conducción y capacidad de recuperación en las diversas unidades; a nivel ventricular, zonas subepicárdica, subendocárdica, medio-miocárdica; a nivel de ramas y fascículos, zonas centrales vs. zonas periféricas, con diversas velocidades de conducción y destino más o menos lejano hacia los ventrículos. Por supuesto que ambas cosas, heterogeneidad y no uniformidad, se exacerban en condiciones de enfermedad. Se insiste que, tanto la despolarización como la repolarización no son procesos uniformes ni homogéneos sino todo lo contrario. Las heterogeneidades anatómica y funcional se presentan en diversas estructuras y son la madre de la arritmogenia, junto con la dispersión<sup>8-10</sup>.

Ambos procesos, despolarización y repolariza-

ción, comparten otro fenómeno muy importante, la dispersión (origen de heterogeneidad anatómica o funcional, o ambas, que a su vez lleva a la arritmogénesis) a nivel de cualquier estructura del sistema de conducción del impulso eléctrico. La dispersión espacial y temporal se presenta entre ápex y base, *septum* y paredes libres, ambos ventrículos (circunferencial) y pared miocárdica<sup>8,11</sup>.

Esta propiedad se observa en las aurículas, en el complejo QRS, en los intervalos QT, T<sub>PICO</sub>-T<sub>FINAL</sub>, J-T<sub>PICO</sub>, J-T<sub>FINAL</sub>. Existe dispersión iónica, eléctrica, de períodos refractarios y de duración del potencial de acción<sup>8,11</sup>.

La alternancia de las propiedades eléctricas también es compartida por la despolarización y la repolarización: duración del potencial de acción, velocidad de conducción, concentraciones del calcio intracelular, y fenómenos espaciales y temporales (empastamientos y duración del QRS cambiantes). Hechos que se observan en el QRS, en la onda T, en los distintos intervalos, en el segmento ST y en otros accidentes eléctricos, tanto en un proceso como en el otro<sup>7</sup>.

Veamos otras situaciones en que se conectan la despolarización y la repolarización. El coseno total R/T es un marcador vectocardiográfico que refleja la dispersión espacial entre la despolarización y la repolarización, y predice la MS en el infarto miocárdico, la fibrilación y la taquicardia ventriculares; resulta de promediar el ángulo de vectores del QRS mediante la reconstrucción del electrocardiograma<sup>12</sup>.

Otro ejemplo es el síndrome de Brugada donde existen hipótesis invocadas en su fisiopatología, algunas ligadas a la despolarización y otras a la repolarización. Se han propuesto varias explicaciones fisiopatológicas de la elevación del ST en este síndrome; trastornos de la repolarización por un posible aumento de la dispersión transmural de la repolarización del ventrículo derecho o más específicamente de su tracto de salida y trastorno de la despolarización, hipótesis basada en la evidencia de un retraso en la activación del subepicardio del ventrículo derecho o de su tracto de salida (potenciales tardíos, fraccionamientos). De nuevo hay conexión entre ambos fenómenos<sup>13</sup>.

Los signos eléctricos premonitorios de AVM y de MS son variados, numerosos, esquivos, de difícil interpretación (a menos que haya habido algún evento fatal en cuyo caso no hay discusión) y no se les puede dar valor absoluto, ni tampoco despreciarlos u olvidarlos, a la hora de estratificar riesgo de AVM o de MS como debut o como recidiva. Además, algu-

nos pueden ir desde la normalidad e intrascendencia hasta representar problemas graves. Es fácil establecer un pronóstico y adoptar una conducta terapéutica cuando haya sucedido la hecatombe, pero en quienes no se ha presentado aún, puede aplicarse el riesgo por grupos pero es muy difícil, y con frecuencia imposible, la estratificación de un individuo en particular<sup>5-7,14,15</sup>.

Veamos cuántos signos se relacionan con la despolarización y cuántos con la repolarización, y entenderemos que ninguna puede menospreciarse (**Recuadro 1**)<sup>5-7,15,16</sup>. Además, en la torsión de pun-

**Recuadro 1.** Signos eléctricos que se relacionan con los procesos de despolarización y repolarización.

Con la despolarización
- Bloqueos de rama
- Intervalo de la extrasístole ventricular (VEQSI)
- Muecas del QRS
- Voltaje mayor o menor del QRS
- QRS alto y estrecho
- Duración del QRS
- Disincronía interventricular
- R prominente en aVR
- Transición retrasada en precordiales
- Deflexión intrinsecoide prolongada
- Alternancia en los distintos elementos de la despolarización
- Coseno total R/T
- Distorsión terminal y fragmentación del QRS
- Conducción en zigzag y espigas del QRS sin bloqueo
Con la repolarización
- Dispersión de los intervalos QT, J-T <sub>PICO</sub> , J-T <sub>FINAL</sub> , T <sub>PICO</sub> -T <sub>FINAL</sub>
- Alternancia de la onda T y el segmento ST
- QT paradójico y atontado
- Ondas T, T1T2, TU, J, épsilon
- Potenciales tardíos
- Memoria eléctrica
- Intervalo T <sub>PICO</sub> -T <sub>FINAL</sub>
- Discordancia TU
- TU gigante
- Gradiente espacial de Wilson
- T postextrasistólica
- Signos de Brugada, y de QT corto y largo
- T bimodal, de menor voltaje, de base ancha

tas también existen signos eléctricos premonitorios de su presentación relacionados con estos dos procesos (**Recuadro 2**)<sup>17</sup>.

Por todo lo dicho, pienso que no hay que establecer competencia entre la despolarización y la repolarización ventricular como signos eléctricos premonitorios de riesgo de AVM y de MS, con el objeto de estratificar el riesgo de estos eventos. Deben aunarse ambos procesos para acercarnos a la realidad por grupos (con mayor acierto) y por individuos (mucho más difícil e incluso a veces imposible).

He invitado directamente al Dr. Elibet Chávez, compañero y amigo, quien ha trabajado estos temas desde hace tiempo, a exponer sus puntos de vista, que serán muy bien recibidos.

**Recuadro 2.** Signos eléctricos premonitorios de torsión de puntas relacionados con la despolarización y la repolarización.

**Con la despolarización**

- Mayor duración del QRS en el primer latido de la torsión
- Menor ángulo del QRS
- Posdespolarizaciones tempranas como desencadenantes
- Ascenso lento del QRS de la extrasístole ventricular
- Fragmentación del QRS

**Con la repolarización**

- TU anormal
- U prominente
- Alternancia del intervalo QT y de la onda T (en duración, configuración, polaridad y amplitud)
- Aumento del intervalo QT y del  $T_{PICO-T_{FINAL}}$
- Inicio de la arritmia con TU gigante

**BIBLIOGRAFÍA**

1. Chávez González E. Despolarización (complejo QRS) o repolarización ventricular (intervalo QT): ¿quién aporta más al diagnóstico y pronóstico en distintos escenarios clínicos? CorSalud [Internet] 2018[citado 30 Jun 2018];10(1):1-3. Disponible en: <http://www.revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/289/623>
2. Chávez-González E, Moreno-Martínez FL. QRS dispersion is better than QRS duration for predicting response to cardiac resynchronization therapy. Hellenic J Cardiol. 2016;57(5):366-7.
3. Chávez-González E, Alonso Herrera A, Carmona

Puerta R, Pérez Cabrera D, Ramos Ramírez RR, Gómez Paima W, *et al.* Dispersión del QRS como índice de disincronía en el bloqueo de rama izquierda y de sincronía tras la terapia de resincronización cardíaca, una variable de respuesta exitosa. CorSalud [Internet]. 2015 [citado 4 Jul 2018];7:106-16. Disponible en: <http://www.revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/28/73>

4. Chávez-González E, Rodríguez Jiménez AE, Moreno-Martínez FL. Duración y dispersión del QRS para predecir arritmias ventriculares en las fases iniciales del infarto agudo de miocardio. Med Intensiva. 2017;41(6):347-55.
5. Alemán AA, Dorantes M, Castro J, González L, Coto Y, Rodríguez MA. Arritmias ventriculares malignas en pacientes con cardiodesfibrilador implantable: signos eléctricos predictores de recidivas. CorSalud [Internet] 2014 [citado 3 Jul 2018]; 6(1):63-9. Disponible en: <http://www.revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/180/410>
6. Alemán AA, Dorantes M. Marcadores electrocardiográficos de arritmias ventriculares malignas. Rev Cubana Cardiol Cir Cardiovasc [Internet]. 2012 [citado 30 Jun 2018];18(2):66-71. Disponible en: <http://www.revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/198/235>
7. Dorantes M. Signos eléctricos premonitorios de riesgo: ¿cuál es el mejor? Controversia no terminada, en impetuoso crecimiento. CorSalud [Internet]. 2010 [citado 9 Jul 2018];2(1):55-61. Disponible en: <http://www.corsalud.sld.cu/sumario/2010/v2n1a10/signos.htm>
8. Coronel R, Wilms-Schopman FJ, Opthof T, Janse MJ. Dispersion of repolarization and arrhythmogenesis. Heart Rhythm. 2009;6(4):537-43.
9. Kentta TV, Nearing BD, Porthan K, Tikkanen JT, Viitasalo M, Nieminen MS, *et al.* Prediction of sudden cardiac death with automated high-throughput analysis of heterogeneity in standard resting 12-lead electrocardiograms. Heart Rhythm. 2016; 13(3):713-20.
10. Verrier RL, Huikuri H. Tracking interlead heterogeneity of R-and T-wave morphology to disclose latent risk for sudden cardiac death. Heart Rhythm. 2017;14(10):1466-75.
11. Yamaguchi M, Shimizu M, Ino H, Terai H, Uchiyama K, Oe K, *et al.* T wave peak-to-end interval and QT dispersion in acquired long QT syndrome: A

- new index for arrhythmogenicity. Clin Sci (Lond). 2003;105(6):671-6.
12. Tse G, Gong M, Wong CW, Chan C, Georgopoulos S, Chan YS, *et al*. Total cosine R-to-T for predicting ventricular arrhythmic and mortality outcomes: A systematic review and meta-analysis. Ann Noninvasive Electrocardiol [Internet]. 2017 [citado 7 Jul 2018];23(2):e12495. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/anec.12495>
  13. Martini B, Martini N, Dorantes Sánchez M, Márquez MF, Zhang L, Fontaine G, *et al*. Pistas de una enfermedad orgánica subyacente en el síndrome de Brugada. Arch Cardiol Mex. 2017;87(1):49-60.
  14. Kardys I, Kors JA, van der Meer IM, Hofman A, van der Kuip DA, Wittteman JC. Spatial QRS-T angle predicts cardiac death in a general population. Eur Heart J. 2003;24(14):1357-64.
  15. Dorantes M. Bloqueo de rama izquierda. Rev Cubana Cardiol Cir Cardiovasc [Internet]. 2013 [citado 7 Jul 2018]; 19(1):50-4. Disponible en: <http://www.revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/354/325>
  16. Shamim W, Yousufuddin M, Cicoria M, Gibson DG, Coats AJ, Henein MY. Incremental changes in QRS duration in serial ECGs over time identify high risk elderly patients with heart failure. Heart. 2002;88(1):47-51.
  17. Kirchhof P, Franz M, Bardai A, Wilde A. Giant T-U waves precede torsades de pointes in long QT syndrome: A systematic electrocardiographic analysis in patients with acquired and congenital QT prolongation. J Am Coll Cardiol. 2009;54(2):143-9.

## Despolarización y repolarización ventriculares para estratificar riesgo de arritmias ventriculares malignas y muerte súbita. Respuesta

### *Ventricular depolarization and repolarization for stratifying the risk of malignant ventricular arrhythmias and sudden death. Reply*

Dr. C. Elibet Chávez González✉

Servicio de Estimulación Cardíaca y Electrofisiología, Cardiocentro Ernesto Che Guevara. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

Recibido: 21 de julio de 2018  
Aceptado: 2 de agosto de 2018

**Palabras clave:** Complejo QRS, Intervalo QT, Duración del QRS, Arritmia ventricular maligna, Muerte súbita cardíaca, Signos eléctricos premonitorios  
**Key words:** QRS complex, QT interval, QRS duration, Malignant ventricular arrhythmia, Sudden cardiac death, Electrocardiographic risk markers

#### **Sr. Editor:**

Ante todo deseo agradecer la invitación de la estimada profesora Margarita Dorantes<sup>1</sup>, pues más que una confrontación son puntos de vistas y aclaraciones a los lectores de nuestra revista. El título del editorial “Despolarización (complejo QRS) o repolarización ventricular (intervalo QT): ¿quién aporta más al diagnóstico y pronóstico en diferentes escenarios clínicos?”<sup>2</sup> no menciona lo que, como investigador, he venido realizando; a pesar de cargar con la responsabilidad del título, éste menciona lo que han hecho investigadores en el mundo en la búsqueda de diferentes signos eléctricos en diversos

escenarios clínicos. Varios de ellos han dividido la repolarización y la despolarización, o por lo menos han estudiado una u otra por separado, por ejemplo en el síndrome de Brugada y la cardiopatía isquémica<sup>3-9</sup>.

En esta última, hemos encontrado que tanto la despolarización como la repolarización han demostrado ser predictores de arritmias ventriculares malignas (AVM). Esos resultados, publicados en Medicina Intensiva de España<sup>10</sup>, presentaron mayor sensibilidad y especificidad para la dispersión del QRS (dQRS) sobre la del intervalo QT; sin embargo, estudiamos ambos procesos (despolarización y repolarización), sin tener la intención de darle más valor a