

Complejo QRS fragmentado. Utilidad como predictor de riesgo cardiovascular y correlación con trastornos regionales de motilidad y anatomía coronaria

Maximiliano García¹, Verónica Heredia², Mauricio Traversaro¹, Vanina Martínez¹, Raúl Cermesoni³,
Marcelo Guimaraenz⁴, Fernando De Feo⁴, María José Estebanez⁴

Resumen

Introducción. El QRS fragmentado (QRSf) representa un retraso en la conducción ventricular causada por una cicatriz miocárdica y podría asociarse a un mayor riesgo de mortalidad y eventos arrítmicos.

Objetivo. Correlacionar el QRSf con trastornos de motilidad regional y su asociación con el resultado de la cinecoronariografía y obtener el valor clínico del QRSf para identificar población de riesgo en el curso de un síndrome coronario agudo (SCA).

Materiales y métodos. Se evaluaron retrospectivamente pacientes ingresados en nuestra institución con diagnóstico de SCA. Se buscó en el electrocardiograma (ECG) la presencia de QRSf y se lo relacionó con el compromiso de la motilidad parietal por ecocardiograma y con la anatomía coronaria.

Resultados. Se analizaron 116 pacientes, edad promedio de 64,6 años (75%, hombres), el 78,2% correspondió a SCA sin elevación del segmento ST, de los cuales el 36% tuvo QRSf, al igual que el 68% de los que tuvieron elevación del ST. El 47,4% del total de pacientes presentó QRSf. En el 72% de los pacientes con QRSf se observó algún trastorno de motilidad parietal en el ecocardiograma ($p < 0,03$). En el 28% de los casos, se evidenció una correlación entre la región con QRSf en el ECG y la región hipoquinética o aquinética por ecocardiograma. La mortalidad global intrahospitalaria fue del 6,9%; de los cuales el 12,5% mostró QRSf. De los pacientes con enfermedad de más de un vaso, el 74,2% evidenció QRSf ($p < 0,05$), mientras que el 41% presentó enfermedad de tres vasos.

Conclusiones. El QRSf se asoció de manera significativa a la presencia de enfermedad de más de un vaso y *shock* cardiogénico, pero no con la mortalidad. Encontramos una significativa asociación entre la presencia de trastornos regionales de contractilidad y la anatomía coronaria, pudiendo relacionar entre sí datos ecocardiográficos, hemodinámicos e imagenológicos.

Insuf Card 2013;(Vol 8) 1: 2-8

Palabras clave: Complejo QRS fragmentado - Trastornos de motilidad - Enfermedad coronaria - Predictor de riesgo cardiovascular

¹ Médico Residente de Cardiología del Hospital Privado del Sur. Bahía Blanca. Buenos Aires. República Argentina.

² Médica Instructora de Residentes de Cardiología del Hospital Privado del Sur. Bahía Blanca. Buenos Aires. República Argentina.

³ Médico cardiólogo. Jefe del Servicio de Cardiología del Hospital Privado del Sur. Bahía Blanca. Buenos Aires. República Argentina.

⁴ Médico cardiólogo. Servicio de Cardiología del Hospital Privado del Sur. Bahía Blanca. Buenos Aires. República Argentina.

Correspondencia: Dr. Maximiliano García.

Servicio de Cardiología. Hospital Privado del Sur. Las Heras 164. CP: 8000. Bahía Blanca. Buenos Aires. República Argentina.

E-mail: maxig82@hotmail.com

Recibido: 04/11/2012

Aceptado: 24/03/2013

Summary

Fragmented QRS complex Usefulness as a predictor of cardiovascular risk and correlation with motility disorders and coronary anatomy

Introduction. The fragmented QRS (fQRS) represents a ventricular conduction delay caused by a myocardial scar and may be associated with an increased risk of mortality and arrhythmic events.

Objective. The fQRS correlate with regional motility disorders and their association with the outcome of coronary angiography and get fQRS clinical value to identify the population at risk in the course of an acute coronary syndrome (ACS).

Materials and methods. It retrospectively evaluated patients admitted our institution with a diagnosis of ACS. Searched the electrocardiogram (ECG) the presence of fQRS and related it to the commitment of wall motion by echocardiography and coronary anatomy.

Results. There were evaluated 116 patients, average age 64.6 years (75% male). The 78.2% corresponded to ACS without ST segment elevation, of which 36% had fQRS, like 68% that had ST elevation. Among the whole of patients, the 47.4% presented fQRS. In 72% of patients showed some kind of parietal motility disorders in echocardiogram ($p < 0.03$). The 28% of remaining cases had demonstrated the correlation between the wall with fQRS in the ECG and the hypokinetic or akinetic area by echocardiogram. The in-hospital global mortality was of 6.9%, of which 12.5% had fQRS. Among the patients with more than one vessel disease, 74.2% showed fQRS ($p < 0.05$) and 41% presented three vessels disease.

Conclusions. The fQRS was associated significantly with the presence of more than one vessel disease and cardiogenic shock, but not with mortality. We found a huge association between the presence of regional contractility disorders and coronary anatomy, making possible the relationship between echocardiographic, hemodynamic and imaging data.

Keywords: Fragmented QRS complex - Motility disorders - Coronary heart disease - Predictor of cardiovascular risk

Resumo

Complexo QRS fragmentado Utilidade como preditor de risco cardiovascular e correlação com distúrbios de motilidade e anatomia coronariana

Introdução. O QRS fragmentado (QRSf) representa um atraso de condução ventricular causada por uma cicatriz do miocárdio e pode estar associada com um risco aumentado de mortalidade e de eventos arrítmicos.

Objetivo. Correlacionar o QRSf com distúrbios de motilidade regionais e sua associação com o resultado da angiografia coronária e obter o valor clínico do QRSf para identificar populações em risco no curso de uma síndrome coronária aguda (SCA).

Materiais e métodos. Foram avaliados retrospectivamente os pacientes internados em nossa instituição com um diagnóstico de SCA. Procurando a presença de QRSf no ECG e relacionado para o compromisso do movimento da parede por meio de ecocardiografia e anatomia coronária.

Resultados. Foram avaliados 116 pacientes, com idade média de 64,6 anos (75% do sexo masculino), O 78,2% corresponderam a SCA sem elevação do segmento ST, dos quais 36% tinham QRSf, como 68% dos que tinham elevação de ST. O 47,4% dos pacientes apresentou QRSf. Em 72% dos pacientes com QRSf apresentavam algum transtorno de movimento da parede no ecocardiograma ($p < 0,03$). Em 28% dos casos foi encontrada uma correlação entre a região com QRSf no ECG e a região hipoquinética ou região acinético pelo ecocardiograma. Mortalidade hospitalar global foi do 6,9%, dos quais 12,5% com QRSf. Dos pacientes com doença de mais de um vaso arterial, o 74,2% apresentaram QRSf ($p < 0,05$), enquanto que o 41% tinham doença de três vasos.

Conclusões. O QRSf significativamente associados com a presença da doença de mais de um vaso arterial e choque cardiogénico, mas não com a mortalidade. Encontramos uma associação significativa entre a presença de distúrbios de contratilidade regional e anatomia coronária, tornando possível a relação entre dados ecocardiográficos, hemodinâmicos e os de imagem.

Palavras-chave: Complexo QRS fragmentado - Distúrbios da motilidade - Doença coronária - Preditor de risco cardiovascular

Introducción

En los últimos años, la búsqueda de nuevos predictores de mal pronóstico en la cardiopatía isquémica ha puesto de manifiesto la presencia del QRS fragmentado (QRSf). Éste, al ser un marcador de despolarización ventricular anormal, podría ser un elemento de utilidad para anticipar una evolución desfavorable en el curso de un síndrome coronario agudo (SCA). El QRSf, evaluado en el electrocardiograma (ECG) de 12 derivaciones, representa un retraso en la conducción ventricular causada por la presencia de una escara o cicatriz miocárdica. Aún sin ser específico de la cardiopatía isquémica¹, con una rápida obtención y sin costo, podría asociarse a un mayor riesgo de mortalidad y eventos arrítmicos en pacientes con enfermedad coronaria, para agregarlo a la ya conocida fracción de eyección (FE), que demostró ser marcador pronóstico².

Realizamos una revisión bibliográfica sobre el QRSf como predictor de mortalidad, arritmia ventricular y muerte súbita cardíaca (MSC) en pacientes con cardiopatía isquémica y no isquémica a propósito de un registro retrospectivo realizado en nuestro hospital.

Objetivos

Correlacionar la presencia de QRSf con trastornos de motilidad regional y su asociación con el resultado de la cinecoronariografía (CCG) y obtener el valor clínico del QRSf para identificar población de riesgo en el curso de un SCA.

Material y métodos

Fueron evaluados retrospectivamente los pacientes ingresados en la Unidad Coronaria del Hospital Privado

Tabla 1. Factores de riesgo coronario	
Edad	64,6 ± 121,2
Sexo, Masculino	75%
Hipertensión arterial	64,70%
Diabetes mellitus	24,80%
Dislipemia	26,70%
Tabaquismo	25,80%
Cardiopatía isquémica	35,40%
Síndrome coronario agudo sin elevación del ST	78,20%
Enfermedad coronaria de 1 Vaso	36,20%
Enfermedad coronaria de 2 Vasos	12,06%
Enfermedad coronaria de 3 Vasos	15,50%
Tronco coronaria izquierda	0,86%
Trastornos de la motilidad	36,20%

de Sur de Bahía Blanca desde el día 1 de Junio de 2011 al 31 de Diciembre de 2011 con diagnóstico de SCA. Se buscó la presencia en el ECG de QRSf y se lo relacionó con el compromiso de la motilidad parietal por ecocardiograma, y con la anatomía coronaria. Se definió QRSf³ a todo complejo QRS menor a 120 mseg con o sin onda Q con la presencia en 2 derivaciones contiguas de una R adicional (R') o una melladura en el nadir de la onda S o más de una onda R' (Figura 1). Se utilizó el programa Epi-Info para el análisis estadístico de datos.

Resultados

Fueron analizados 116 pacientes, edad promedio de 64,6±12,2 años, el 75% eran hombres. Los factores de riesgo más frecuentes fueron: hipertensión arterial (HTA) y dislipemia (Tabla 1). El 78,2% correspondió a SCA sin elevación del segmento ST (SCASEST) de los cuales el 36% tuvo QRSf, al igual que el 68% de los que tuvieron elevación del segmento ST. El 47,4% del total

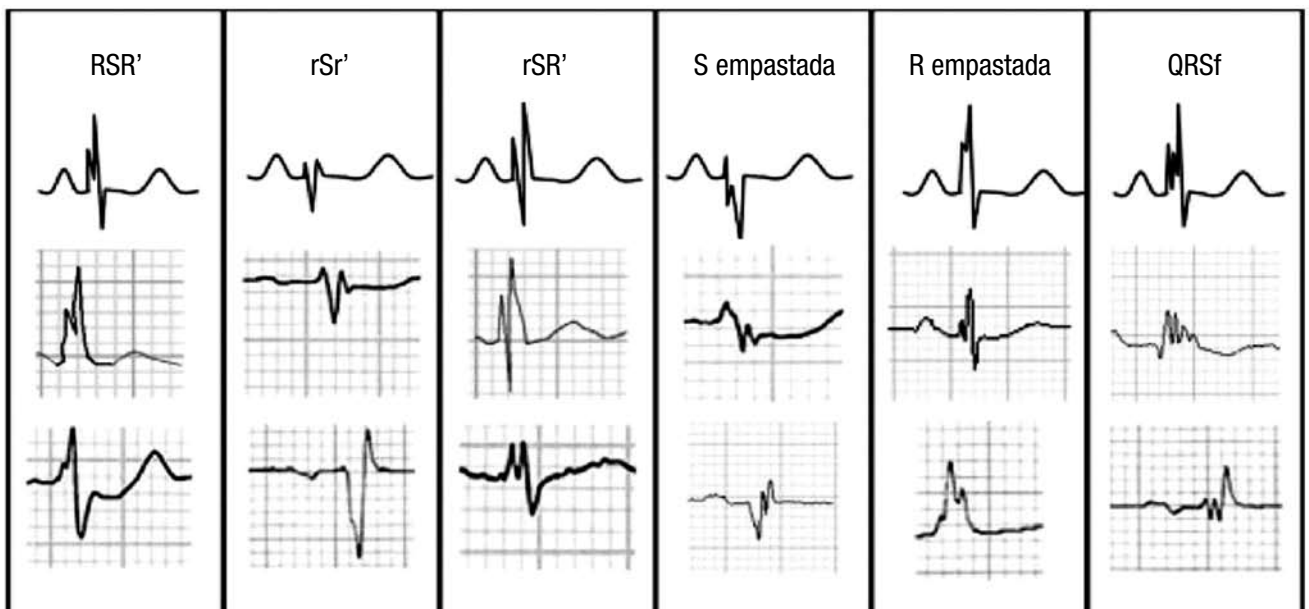


Figura 1. Morfología de QRS fragmentado (QRSf) según definición.

Tabla 2. Relación entre QRSf y sectores con trastornos de motilidad por ecocardiografía		
Anterior	1	2,30%
Anterior extenso	2	4,80%
Anteroseptal	4	9,50%
Apical	4	9,50%
Global	8	19%
Septal	2	4,80%
Inferior	13	31%
Inferodorsal	4	9,50%
Inferolateral	2	4,80%
Inferolaterodorsal	2	4,80%

de pacientes presentó QRSf, siendo la pared inferior la más afectada (31%), (Figura 2). El 46,6% de la población diabética presentó QRSf. En el 72% de los pacientes con QRSf se observó algún trastorno de motilidad parietal en el ecocardiograma ($p < 0,03$), (Figura 3). En el 28% de los casos se evidenció correlación entre la pared con QRSf en el ECG y la región hipoquinética o aquinética por ecocardiograma (Tabla 2). Se halló QRSf en el 57%

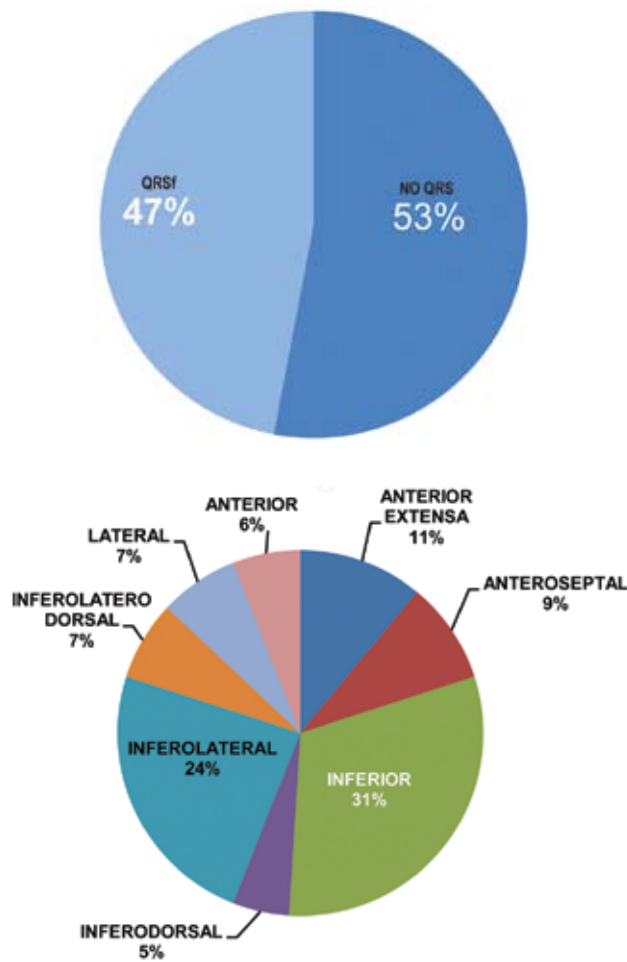


Figura 2. Frecuencia de QRS fragmentado (QRSf) en pacientes con síndrome coronario agudo y las regiones comprometidas según el electrocardiograma.

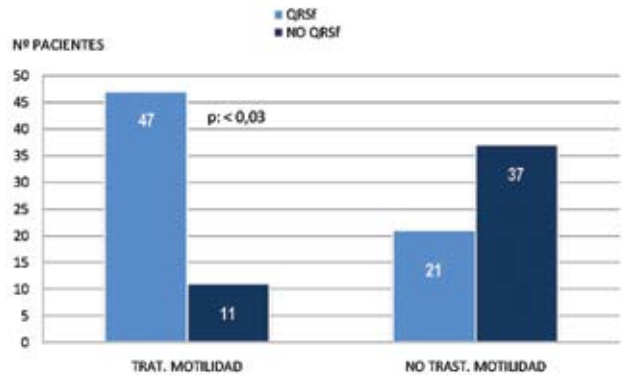


Figura 3. Relación entre QRS fragmentado (QRSf) y los trastornos de la motilidad por ecocardiografía.

de los pacientes que evolucionaron a *shock* cardiogénico y en el 25% de los que presentaron arritmia ventricular compleja. La mortalidad global intrahospitalaria fue del 6,9%; de los cuales el 12,5% mostró QRSf. No hallamos significancia entre estos dos datos. No hubo muertes no cardíacas. De los pacientes con enfermedad de más de un vaso, el 74,2% evidenció QRSf ($p < 0,05$), dentro de los cuales el 41% presentaba enfermedad de tres vasos (Figuras 4 y 5).

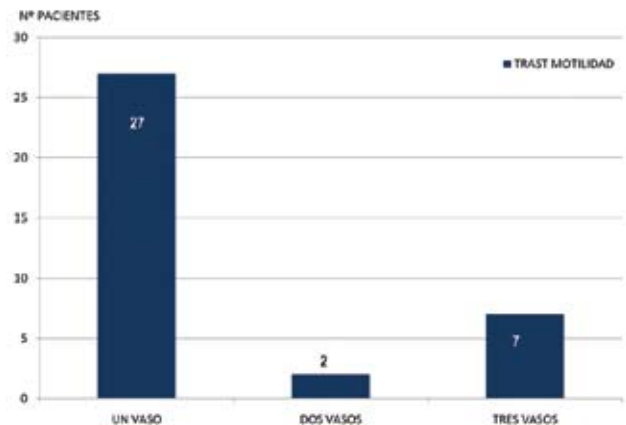


Figura 4. Relación entre los trastornos de la motilidad por ecocardiografía y anatomía coronaria.

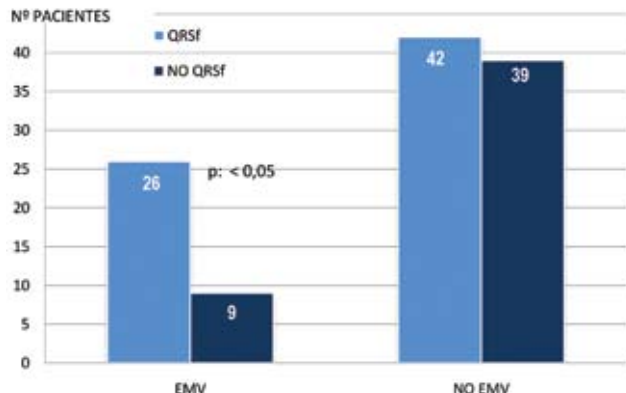


Figura 5. Relación entre el QRS fragmentado (QRSf) y la enfermedad coronaria multivasos (EMV).

Discusión

Los infartos no Q o los infartos agudos de miocardio (IAM) sin elevación del ST tienen signos electrocardiográficos menos precisos que los IAM con onda Q, por lo tanto es más fácil reconocer un IAM previo en este segundo grupo de pacientes que en el primero. El QRSf es un signo electrocardiográfico que se asocia con la presencia de IAM previo. La especificidad para detectar infarto es inferior a la onda Q (89% vs 99%); sin embargo, el QRSf tiene una sensibilidad y un valor predictivo negativo superior. Si se suman ambos signos electrocardiográficos, se obtiene una sensibilidad del 91,4%. Otras repolarizaciones anormales pueden permanecer indefinidamente, como la elevación persistente del segmento ST, la depresión del segmento ST, cambios inespecíficos en el ST-T o inversiones de la onda T⁴.

Das y col. demostraron que el QRSf es un marcador negativo de infarto de miocardio comparado con la presencia de ondas Q mediante la evaluación de la perfusión anormal mediante SPECT, mostrando una alta sensibilidad y alto valor predictivo negativo comparado con la onda Q³. Este estudio demostró que el ECG es una herramienta útil para el diagnóstico de patrones de perfusión regional sugestivos de IAM previo. El QRSf se asoció a un mayor número de anomalías en la perfusión y función ventricular que la onda Q y puede ser el único hallazgo que sugiera un IAM silente.

El QRSf en la ausencia de bloqueo de rama derecha podría representar un IAM previo en pacientes con cardiopatía probable o conocida, ya que tiene una sensibilidad mayor que la onda Q. La especificidad del QRSf es comparable a la de la onda Q en las derivaciones anteriores, pero es menor en las laterales e inferiores⁵.

Para investigar y establecer si la fragmentación del QRS se asociaba a un peor pronóstico, se llevó a cabo un estudio con 998 pacientes portadores de enfermedad coronaria diagnosticada o en sospecha, en los que se comparó la tasa de sucesos de eventos cardíacos y la mortalidad por todas las causas entre aquellos que presentaban QRSf y los que no lo hacían. Los resultados demostraron que después de un seguimiento promedio de 57 meses, la mortalidad debida a todas las causas y por eventos cardíacos fue mayor en el grupo que presentaba el QRSf, demostrando ser un predictor independiente para la aparición de eventos cardíacos futuros, aunque no para la mortalidad debida a todas las causas. El estudio demostró también que no existió diferencia significativa respecto a los eventos cardíacos ni a la mortalidad debida al resto de causas en pacientes con el QRS fragmentado y aquellos con ondas Q patológicas en el ECG⁶.

Pietrasik y col. evaluaron la presencia de QRSf junto con onda Q como predictores de recurrencia de eventos cardíacos (MSC, IAM no fatal y angina inestable) en 350 pacientes con un primer IAM tipo Q. Resulta interesante la observación de que a los 2 meses, las ondas Q persistieron en sólo el 79% de los pacientes, mostrando que éstas pueden retrogradar e incluso desaparecer luego de un IAM. Sin embargo, independientemente de la presencia

de onda Q, el QRSf se encontró en el 53% del total. La desaparición de la onda Q fue asociada con peor pronóstico. Concluyeron que la presencia de QRSf independientemente de la onda Q no se asoció con un incremento de eventos después de un IAM. Sin embargo, sí se observó un aumento del riesgo de eventos en aquellos en los que había desaparecido la onda Q y tenían QRSf⁷.

Siguiendo con sus investigaciones sobre el tema, Das y col. buscaron la presencia de QRSf como predictor de mortalidad en pacientes con SCA. Para ello evaluaron 896 pacientes, 441 con IAM (de los cuales 337 eran IAM sin elevación de ST) y 445 con angina inestable. QRSf se encontró en el 51% del primer grupo y en el 3,7% del segundo grupo. La sensibilidad del QRSf para IAM con elevación del ST y para IAM sin elevación del ST fue del 55% y 50%, respectivamente. La especificidad fue del 96%. Concluyeron que la presencia de QRSf fue un predictor independiente de mortalidad en pacientes con SCA durante el seguimiento de 34 ± 16 meses⁸.

Michael y Das postularon la teoría de que el QRSf podría representar un signo electrocardiográfico de infarto reciente. Para ello compararon: ECG de 200 pacientes con IAM con 100 ECG de pacientes sin IAM, ni obstrucción en las arterias coronarias. La presencia de QRSf se encontró en el 65% de todos los pacientes con IAM (el 58,7% en los sin ST y el 70% en los con ST). En cambio, la presencia de onda Q se halló en el 27,5% de todos los pacientes, siendo el 23,3% en los sin ST y el 40% en los con ST. Concluyeron que el QRSf es altamente específico y moderadamente sensible como signo de SCA reciente. La incidencia de QRSf es significativamente más alta que la onda Q y es el único signo de IAM sin ST⁹.

A diferencia de la onda Q, la presencia de QRSf durante las primeras 48 horas del SCA se ha asociado como un predictor de mortalidad al alta, en este tipo de pacientes¹⁰.

Además de la cardiopatía isquémica, otros investigadores han tratado de encontrar en el QRSf un predictor de arritmias y MSC en pacientes con cardiodesfibrilador implantable (CDI). Refaat y col. han propuesto el uso del QRSf como estratificador de riesgo de arritmias y MSC en pacientes post IAM con deterioro severo de la FE y, de esta manera, para sumar elementos en la selección de pacientes que requerirán un CDI. Para ello, analizaron 911 pacientes con insuficiencia cardíaca (IC) con FE promedio de $21 \pm 6\%$ de los cuales 471 presentaban QRSf. Demostraron que la presencia de QRSf en más de un territorio se asoció significativamente a choques del CDI, aunque no hallaron diferencias significativas en la mortalidad. Concluyeron que el QRSf es un método sencillo para complementar la estratificación de riesgo de arritmias ventriculares en pacientes con deterioro severo de la FE¹¹.

En un interesante estudio se trató de determinar la relación entre QRSf, arritmias ventriculares y mortalidad sobre 361 con miocardiopatía isquémica y no isquémica en pacientes portadores de CDI como prevención primaria o secundaria. Los períodos libres de choque con el CDI o terapias antitaquicardias fueron significativamente menores en pacientes con QRSf, tanto en miocardiopatía

isquémica como no isquémica. Sin embargo, no hallaron diferencias significativas en la mortalidad. Concluyeron que la presencia de QRSf se asoció con un significativo decremento del período libre de eventos arrítmicos en ambos grupos de pacientes portadores de CDI, aunque no se predijo mortalidad¹².

Con respecto al síndrome de Brugada, Morita y col.¹³ analizaron, en un estudio, a 115 pacientes portadores de la enfermedad y resucitados de una fibrilación ventricular (FV), a 28 con síncope y a 74 asintomáticos. El QRSf se observó en el 43% de los pacientes (85% de los que tuvieron FV, 50% de los que tuvieron síncope y 34% en los asintomáticos). En el seguimiento realizado a 43±25 meses, el 58% de los pacientes con QRSf presentaron recurrencia de síncope o FV. Concluyeron que en pacientes con síndrome de Brugada, la presencia de QRSf representa un sustrato para la aparición de FV y un predictor de alto riesgo para síncope¹³.

En cuanto a la relación entre QRSf e IC, se evaluó en un estudio retrospectivo la presencia de QRSf en miocardiopatía dilatada no isquémica. De los 458 pacientes analizados, el 18% presentaron QRSf, encontrando una significativa relación inversamente proporcional con la FE, pero no así con la mortalidad¹⁴.

En otro estudio retrospectivo sobre 598 pacientes con disfunción ventricular (FE<40%) se demostró que el QRSf es un predictor independiente de mortalidad, al igual que la edad, la clase funcional y la FE¹⁵.

Poco se ha escrito con respecto al QRSf y su relación con la ecocardiografía. En el año 2011, se publicó en *Circulation*¹⁶ un trabajo que demostró que la presencia de QRSf en pacientes con enfermedad coronaria presentaba disfunción ventricular subclínica medida por eco 2D con *strain* circunferencial.

También, se ha tratado de buscar la presencia de QRSf en otras patologías cardíacas menos frecuentes. Un estudio japonés analizó, retrospectivamente, 227 pacientes con sarcoidosis sin manifestaciones cardíacas (como bloqueo aurículo-ventricular [BAV], taquicardia ventricular [TV] o disfunción sistólica). Estudiaron el riesgo de desarrollar patología cardíaca, encontrando un QRSf en el 8% de los pacientes. En un seguimiento a 6,3±3,7 años, 4 pacientes desarrollaron BAV; 4 pacientes, TV, y 3, disfunción sistólica. Un análisis multivariado de los datos reveló que la presencia de QRSf se asoció con un aumento del riesgo de eventos cardíacos, pudiendo representar un estadio temprano de afectación cardíaca en pacientes con diagnóstico de sarcoidosis¹⁷.

Park y col. hallaron asociación entre la presencia de QRSf con la extensión de la fibrosis y disfunción del ventrículo derecho a través de la resonancia magnética nuclear con gadolinio en adultos reparados de tetralogía de Fallot¹⁸.

Conclusiones

Si bien el QRSf es fácilmente obtenible, antes de incorporarlo a la práctica diaria, se necesitaría mayor conoci-

miento de este hallazgo electrocardiográfico¹⁹. En nuestra experiencia, el QRSf se asoció de manera significativa a la presencia de enfermedad de más de un vaso, no habiendo encontrado bibliografía que traten este punto en particular. También hallamos significativa relación con la presencia de *shock* cardiogénico. Encontramos una significativa asociación con la presencia de trastornos regionales de contractilidad y la anatomía coronaria, pudiendo relacionar entre sí datos ecocardiográficos, hemodinámicos e imagenológicos. La fragmentación del QRS podría utilizarse como predictor pronóstico de mortalidad en el curso de un SCA, teniendo en cuenta que la enfermedad multivasos y el *shock* cardiogénico son importantes predictores a corto y largo plazo.

Conflicto de intereses

Los autores no tienen que reportar ningún conflicto de interés.

Recursos financieros

No hubo apoyo financiero para este trabajo.

Referencias bibliográficas

1. Das MK, Zipes DP. Fragmented QRS: a predictor of mortality and sudden cardiac death. *Heart Rhythm* 2009;6(3): S8-S14.
2. Das MK, Zipes DP. Role of the fragmented QRS complexes on a routine 12-lead ECG in predicting mortality and sudden cardiac death. *Rev. Argent. Cardiol* 2010; 78: 5-10.
3. Das MK, Khan B, Jacob S, Kumar A, Mahenthiran J. Significance of a Fragmented QRS Complex Versus a Q Wave in Patients With Coronary Artery Disease. *Circulation* 2006;113: 2495-2501.
4. Michael MA, Masry HE, Khan BR, Das MK. Electrocardiographic Signs of Remote Myocardial Infarction. *Prog Cardiovasc Dis* 2007; 50(3):198-208.
5. Tape TG. Interpreting Diagnostic Tests. University of Nebraska Medical Center. <http://gim.unmc.edu/dxtests/>.
6. Das MK, Saha C, El Masry H, Peng J, Dandamudi G, Mahenthiran J, McHenry P, Zipes DP. Fragmented QRS on a 12-lead ECG: a predictor of mortality and cardiac events in patients with coronary artery disease. *Heart Rhythm* 2007; 4(11): 1385-1392.
7. Pietrasik G, Goldenberg I, Zdzienicka J, Moss AJ, Zareba W. Prognostic Significance of Fragmented QRS Complex for Predicting the Risk of Recurrent Cardiac Events in Patients With Q-Wave Myocardial Infarction. *American Journal of Cardiology* 2007;100(4):583-586.
8. Das MK, Michael MA, Suradi H, Peng J, Sinha A, Shen C, Mahenthiran J, Kovacs RJ. Usefulness of Fragmented QRS on a 12-Lead Electrocardiogram in Acute Coronary Syndrome for Predicting Mortality. *American Journal of Cardiology* 2009; 104(12):1631-1637.
9. Michael MA, Das MK. Fragmented QRS on a 12-lead ECG is a Sign of Acute or Recent Myocardial Infarction. *Circulation* 2006;114:II 512.
10. Das MK, Michael MA, Suradi H. Fragmented QRS Complex on 12-lead ECG Developed During the First 48 Hours after Acute Myocardial Infarction Predicts Mortality. *Circulation* 2008;118:S 1059.
11. Refaat MM, Benhayon D, Batal O, Purohit A, Halder I, Mehdi

- H, Gutmann R, El Masry H, Bloom HL, Dudley SC, Ellinor PT, Shalaby AA, Weiss R, McNamara DM, Saba S, London B. Fragmented Wide QRS on a 12-Lead Electrocardiogram Increases the Risk of Ventricular Arrhythmias in Patients with Severe Systolic Dysfunction. *Circulation* 2011; 124: A15244 (Abstract).
12. Das MK, Maskoun W, Shen C, Michael MA, Suradi H, Desai M, Subbarao R, Bhakta D. Fragmented QRS on twelve-lead electrocardiogram predicts arrhythmic events in patients with ischemic and nonischemic cardiomyopathy. *Heart Rhythm* 2010;7(1):74-80.
 13. Morita H, Kusano KF, Miura D, Nagase S, Nakamura K, Morita ST, Ohe T, Zipes DP, Wu J. Fragmented QRS as a Marker of Conduction Abnormality and a Predictor of Prognosis of Brugada Syndrome. *Circulation* 2008;118:1697-1704.
 14. Vanga SR, Koerber S, DiBiase L, Verma A, Bommana S, Swarup V, Natale A, Dawn B. Fragmented QRS Complexes in Non-Ischemic Dilated Cardiomyopathy Patients and Long Term Prognosis. *Circulation* 2010;122:A20836 (Abstract).
 15. Kalra V, Konakondla P, Clary JM, Das MK. Fragmented QRS predicts mortality in patients with systolic heart failure. *JACC* 2010;55(10s1):A1.E8-A1.
 16. Yan G, Wang M, Zhi G, Yiu KH, Lau CP, Lee SW, Siu CW, Tse HF. Subclinical Left Ventricular Dysfunction Revealed by Circumferential 2D Strain Imaging in Coronary Artery Disease Patients with ECG Fragmented QRS Complex. *Circulation* 2011; 124: A15016 (Abstract).
 17. Nagao S, Watanabe H, Kodama M, Tanaka J, Suzuki E, Narita I, Aizawa Y. Fragmented QRS Complexes, Conduction Disorder, and ST Segment Abnormality on Twelve-Lead Electrocardiography Predict Severe Cardiac Manifestation in Sarcoidosis. *Circulation* 2011; 124: A9485 (Abstract).
 18. Park SJ, On YK, Soo Kim JS, Park SW, Yang JH, Jun TG, Kang S, Lee HJ, Choe YH, Huh J. Relation of Fragmented QRS Complex to Right Ventricular Fibrosis Detected by Late Gadolinium Enhancement Cardiac Magnetic Resonance in Adults With Repaired Tetralogy of Fallot. *Am J Cardiol* 2012;109:110-115.
 19. León CA. Predicción de la muerte súbita cardíaca post infarto ¿Tenemos otros métodos para predecir la muerte súbita cardíaca post infarto agudo de miocardio, además de la fracción de eyección? *Insuf Card* 2011;6(3):144-150.