

Duración del QRS como predictor de baja fracción de eyección en el infarto miocárdico con elevación del ST

Dra. Ailed E. Rodríguez Jiménez¹✉, Dr. Hugo Cruz Inerarity¹, Lic. Blanca Valdés Arias², Dr. Guillermo Quintana Cañizares¹ y Dr. Enrique Toledo Rodríguez¹

¹Servicio de Cardiología y ²Departamento de Psicología. Hospital General Universitario Camilo Cienfuegos. Sancti Spíritus, Cuba.

Full English text of this article is also available

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 16 de febrero de 2017

Aceptado: 18 de abril de 2017

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Abreviaturas

dQRS: duración del QRS

FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo

SCACEST: síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST

RESUMEN

Introducción: La duración del QRS es un elemento pronóstico y se ha asociado a una disminución de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo en pacientes con síndrome coronario agudo.

Objetivo: Evaluar la implicación pronóstica de la duración del QRS en la reducción de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo al egreso.

Método: Se realizó un estudio analítico transversal con 347 pacientes con infarto agudo de miocárdico con elevación del segmento ST, ingresados en el Hospital Universitario Camilo Cienfuegos del 1 de enero de 2013 al 31 de diciembre de 2015. Las variables estudiadas fueron: edad, sexo, factores de riesgo cardiovascular clásicos, tensión arterial, estrategia de reperfusión, clase de Killip-Kimbal, filtrado glomerular, duración del QRS y la fracción de eyección del ventrículo izquierdo. Las variables cualitativas se analizaron con el método estadístico Chi cuadrado, las cuantitativas con la *t* de Student y la regresión lineal. Se construyó la curva ROC para la capacidad de discriminación y se realizó un análisis multivariado para determinar la independencia de variables.

Resultados: La duración del QRS tuvo una correlación negativa con la fracción de eyección ($r=-0,267$; $p<0,001$) y una adecuada capacidad de discriminación como predictor de una fracción de eyección inferior a 35% ($c=0,643$).

Conclusiones: La duración del QRS superior a 90 milisegundos se asoció de manera independiente a una fracción de eyección menor de 35% al egreso.

Palabras clave: Duración del QRS, Fracción de eyección del ventrículo izquierdo, Infarto de miocardio con elevación del ST

Versiones On-Line:
Español - Inglés

QRS duration as a predictor of low ejection fraction in the ST-segment elevation myocardial infarction

ABSTRACT

Introduction: The QRS duration is a prognostic element and it has been associated with a decrease in the ejection fraction of the left ventricular in patients with acute coronary syndrome.

Objective: To assess the prognostic implications of the QRS duration in the depression of the left ventricular ejection fraction at discharge.

Method: A cross-sectional study was conducted with 347 patients with ST-segment elevation myocardial infarction, admitted at the Hospital Universitario Camilo

✉ AE Rodríguez Jiménez
Bayamo 151, e/ Frank País y
Silvestre Alonso.
Sancti Spíritus, Cuba. Correo
electrónico: ailedrj@infomed.sld.cu

Cienfuegos from January 1st, 2013 to December 31st, 2015. The variables studied were: age, sex, classical cardiovascular risk factors, blood pressure, reperfusion strategy, Killip-Kimball class, glomerular filtration rate, QRS duration and left ventricular ejection fraction. The qualitative variables were analyzed with the Chi-square statistical method and the quantitative with the *t* of Student and linear regression. The ROC curve was constructed for the discrimination capacity and a multivariate analysis was performed to determine the independence of variables.

Results: The QRS duration was negatively correlated with the ejection fraction ($r = -0.267$; $p < 0.001$) and an adequate discrimination ability as a predictor ejection fraction less than 35% ($c = 0.643$).

Conclusions: The QRS duration greater than 90 milliseconds was independently associated with an ejection fraction lower than 35% at discharge.

Key words: QRS duration, Left ventricular ejection fraction, ST-segment elevation myocardial infarction

INTRODUCCIÓN

El electrocardiograma, por su amplia disponibilidad, su bajo costo y su simplicidad, es una herramienta imprescindible para el diagnóstico y la estratificación pronóstica del síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST (SCACEST). La anchura del QRS es uno de los elementos que se obtienen en el electrocardiograma y ha sido un pilar fundamental para el empleo de la terapia de resincronización cardíaca¹. Se plantea además, que en pacientes con insuficiencia cardíaca, la mayor duración del QRS (dQRS) empeora el pronóstico^{2,3}.

La asociación del QRS y la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) ha sido ampliamente explorada en la insuficiencia cardíaca^{4,5}, no tanto así en la cardiopatía isquémica. La isquemia induce un daño celular que altera las propiedades eléctricas del músculo cardíaco⁶. Fluctuaciones en las concentraciones y las corrientes iónicas, así como los cambios locales en las propiedades de las uniones intercelulares en hendidura (*gab junctions*) pudieran resultar en un enlentecimiento de la conducción y una dispersión de la refractariedad del potencial de acción en las fibras isquémicas⁷, lo cual pudiera prolongar la dQRS.

El objetivo de este estudio ha sido evaluar la implicación pronóstica de la dQRS en la reducción de la FEVI al egreso.

MÉTODO

Se realizó un estudio analítico transversal que incluyó a todos los pacientes ingresados con el diagnóstico de SCACEST tipo I (aterosclerótico) en la Unidad

de Cuidados Intensivos Coronarios (UCIC) del Hospital General Universitario Camilo Cienfuegos de la provincia Sancti Spíritus, Cuba, en el período comprendido del 1 de enero de 2013 al 31 de diciembre de 2015.

Se conformó una muestra no intencionada con todos los casos que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión (n=347).

Criterios de inclusión

Pacientes atendidos en la UCIC con el referido diagnóstico.

Criterios de exclusión

Pacientes con:

- Diagnóstico previo de miocardiopatía dilatada y FEVI basal previa inferior a 35%.
- Bloqueo de rama o ritmo de marcapaso que ensanchara el QRS basal.
- Fibrilación auricular previa al diagnóstico del SCACEST, ya que impide o interfiere la medición de los parámetros electrocardiográficos.
- Pacientes fallecidos antes de la realización del ecocardiograma pre-alta.

Variables

Las variables estudiadas fueron: edad, sexo, factores de riesgo coronario (hipertensión arterial y diabetes mellitus con diagnóstico previo al evento coronario, hábito de fumar, hipercolesterolemia, obesidad), tensión arterial y frecuencia cardíaca al ingreso, estrategia de reperusión, clase de Killip-Kimball, filtrado glomerular, duración del QRS y fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

Se consideró hipercolesterolemia a las cifras de colesterol sérico superior a 6,71 mmol/L, según los

valores de referencia del hospital; la obesidad se tuvo en cuenta en aquellos pacientes con un índice de masa corporal superior a 30 kg/m^2 , y el antecedente de cardiopatía isquémica cuando existía diagnóstico previo al evento coronario.

Se estudiaron además la clase de Killip-Kimbal, y el uso y éxito de la trombólisis (signos clínicos o eléctricos de reperfusión: alivio del dolor, mejoría hemodinámica, regresión del supradesnivel del ST mayor del 50% o aparición de arritmias de reperfusión)⁸. Resulta válido señalar la imposibilidad de utilizar el criterio de enzimático por no tener troponinas disponibles.

Otras variables estudiadas fueron el filtrado glomerular (FG), estimado mediante la fórmula de Cockcroft-Gault⁹ y la FEVI, por el método de Simpson biplano, obtenida del ecocardiograma realizado antes del egreso.

La medición del QRS se realizó de forma manual^{10,11} en las 12 derivaciones del electrocardiograma estandarizado, donde 10 milímetros (mm) equivalen a 1 milivoltio, y la velocidad del papel fue de 25 mm/segundo. El QRS se midió desde la deflexión inicial de la onda hasta su terminación en el punto J, y se tomó el QRS de mayor duración.

Procesamiento de la información

La información se obtuvo a partir de las historias clínicas ubicadas en el Departamento de Archivo y Estadística de la entidad hospitalaria.

Los datos fueron procesados con el software *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, versión 17.0, instalado en una microcomputadora con sistema operativo Windows 8, y se analizaron de la siguiente manera: las variables cualitativas se expresaron en frecuencias absolutas y relativas, las cuantitativas se expresaron en su media y desviación estándar.

Para comprobar la fortaleza de asociación entre variables cualitativas fue seleccionada la prueba no paramétrica Chi Cuadrado; ante situaciones en que más del 20% de las frecuencias esperadas presentaron valores menores de cinco se utilizó la prueba exacta de Fisher. Para comparar las medias de variables cuantitativas se empleó el estadígrafo *t de Student* para muestras independientes. Para la relación entre la dQRS y la FEVI se empleó la regresión lineal y se calculó su capacidad de discriminación mediante la construcción de la curva operador-receptor (ROC) y el área bajo la curva (índice «C»). Teniendo en cuenta los resultados de la curva ROC, se determinó un punto de corte para dicotomizar las

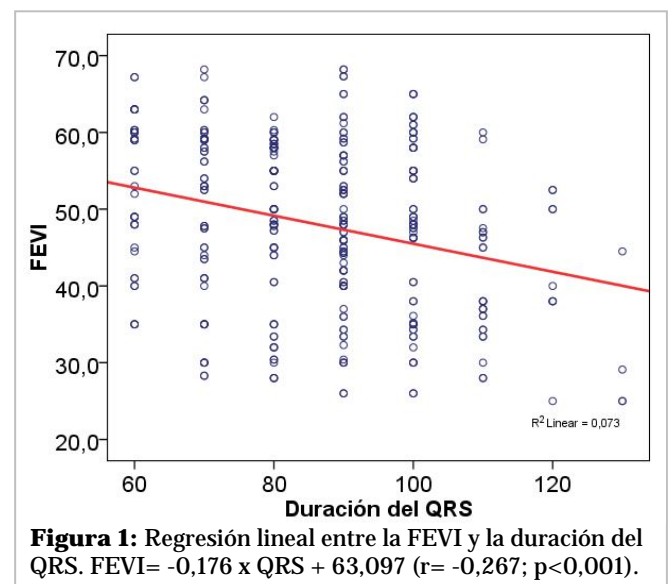
variables continuas e incluirlas en el análisis univariado.

Como contribución relativa a la determinación de la dQRS como factor independiente de predicción de baja FEVI al egreso, se realizó un análisis multivariado con un modelo de regresión logística binaria donde resultó ser la FEVI menor de 35% la variable dependiente (dicotómica). En el análisis multivariado se consideró identificar como factores propensos a la predicción, aquellos aspectos contenidos en las variables para los que el estadígrafo Wald mostró una probabilidad menor a 5% ($p < 0,05$), al ser analizado el exponencial de los coeficientes del modelo exponencial de β ($\text{Exp } \beta$) como estimador de la razón de productos cruzados u *odds ratio* (OR).

El carácter agregado de la recogida de la información contribuyó al mantenimiento de la privacidad de los sujetos implicados en el estudio y los resultados solo han sido utilizados con fines científicos.

RESULTADOS

Se estudiaron un total de 347 pacientes, 211 hombres (60,8%) y 136 mujeres (39,2%) (**Tabla 1**). La media de edad en los pacientes con FEVI mayor de 35% fue de 75,88 años, superior a la de los pacientes con FEVI menor de 35% (68,14). El factor de riesgo más frecuente en la muestra fue la HTA con 252 pacientes (76,2%), también se encontraron diabetes mellitus (25,9%), hábito de fumar (56,5%), hipercolesterolo-



lemia (37,8%) y obesidad (21,9%). La estrategia de reperfusión empleada fue la trombólisis con estrep-toquinasa recombinante cubana, utilizada en el 53% de los pacientes, con un éxito de 11,2%. La disfunción ventricular fue frecuente, con una clase de Killip-Kimbal superior a I en 46,4% de los pacientes. La media de la tensión arterial sistólica fue inferior en

los pacientes con FEVI menor de 35% ($79,08 \pm 35,82$ vs. $124,51 \pm 35,03$ mmHg), al igual que el filtrado glomerular ($47,85 \pm 12,72$ vs. $70,09 \pm 30,05$ ml/min/m²). La letalidad en la muestra estudiada fue de 10,9%.

La **figura 1** muestra, mediante un análisis de regresión lineal, la correlación inversa entre la dQRS y la FEVI, con una significación estadística muy signi-

Tabla 1. Características generales de la población. Hospital Camilo Cienfuegos Sancti Spiritus. Enero 2013-Diciembre 2015.

Variables	FEVI > 35% (n=298)	FEVI < 35% (n=49)	Total
Características demográficas			
Edad	68,14 ± 11,17	75,88 ± 7,34	69,23 ± 11,04
Sexo masculino	185 (53,31)	26 (7,49)	211 (60,8)
Factores de riesgo			
Hipertensión arterial	224 (64,55)	28 (8,07)	252 (72,6)
Diabetes mellitus	60 (17,29)	30 (8,65)	90 (25,9)
Hipercolesterolemia	114 (32,85)	17 (4,90)	131 (37,8)
Obesidad	71 (20,46)	5 (1,44)	76 (21,9)
Hábito de fumar	176 (50,72)	20 (5,76)	196 (56,5)
Cardiopatía isquémica crónica	139 (40,06)	17 (4,90)	156 (45)
Estrategia de reperfusión			
Estreptoquinasa	157 (45,24)	27 (7,78)	184 (53)
Reperfusión exitosa	38 (10,95)	1 (0,29)	39 (11,2)
Tiempo de isquemia (minutos)	225,67 ± 143,78	280,0 ± 168,48	233,64 ± 148,41
Killip-Kimbal			
Clase I	158 (45,5)	28 (8,07)	186 (53,6)
Clase II	48 (13,83)	3 (0,86)	51 (14,7)
Clase III	68 (19,60)	15 (4,32)	83 (23,9)
Clase IV	24 (6,92)	3 (0,86)	27 (7,8)
Variables clínicas y de laboratorio			
Frecuencia cardíaca	83,30 ± 27,89	86,16 ± 24,31	83,7 ± 27,4
Tensión arterial sistólica (mmHg)	124,51 ± 35,03	79,08 ± 35,82	118,09 ± 38,5
Filtrado glomerular (ml/min/m ²)	70,09 ± 30,05	47,85 ± 12,72	66,94 ± 29,28
Variables electrocardiográficas			
Duración del QRS (mseg.)	84,33 ± 15,87	93,39 ± 17,17	85,6 ± 16,34
Estado al egreso			
Vivo	281 (80,98)	28 (8,07)	309 (89,1)

Los datos expresan n (%) y media ± desviación estándar. FEVI, fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

ficativa ($p < 0,001$). El área bajo la curva ROC es el mejor indicador global de la precisión de una prueba diagnóstica o pronóstica, y hace factible expresar su desempeño mediante un número simple. La **figura 2** muestra la curva ROC para la relación de la dQRS con la FEVI menor de 35%, con un índice

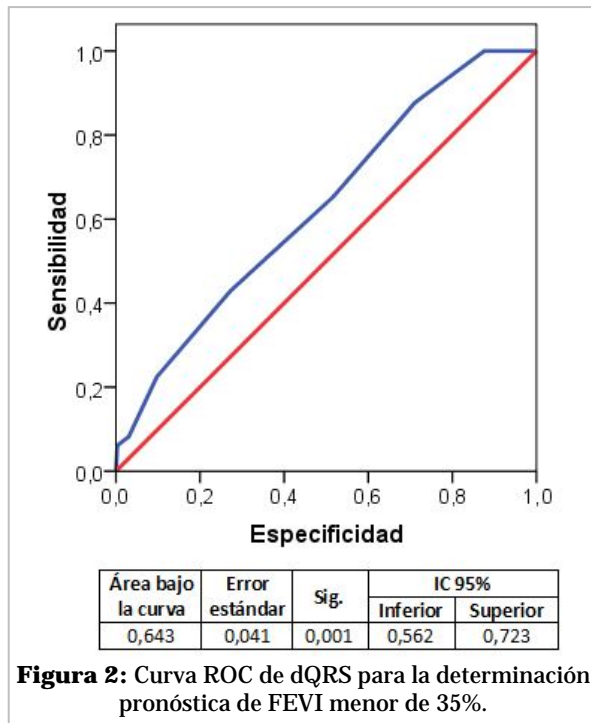


Figura 2: Curva ROC de dQRS para la determinación pronóstica de FEVI menor de 35%.

bajo la curva $c=0,643$ y $p=0,001$.

El punto de corte hallado para incluir la dQRS en el análisis multivariado con mejor sensibilidad y especificidad fue de 90 msec. (**Figura 3**). En el análisis univariado (**Tabla 2**) resultaron como factores de riesgo con significación estadística la edad mayor de 75 años ($p < 0,001$), la diabetes mellitus ($p < 0,001$), la reperfusión no exitosa ($p=0,010$), la clase Killip II, III, IV ($p < 0,001$), la tensión arterial sistólica menor de 100 mmHg ($p < 0,001$), el filtrado glomerular menor de 60 ml/min/m² ($p < 0,001$), y la dQRS > 90 msec. ($p=0,004$).

En el análisis multivariado (**Tabla 3**), la dQRS > 90 msec. resultó ser un predictor independiente de FEVI menor de 35% ($p=0,002$), asociado a la edad

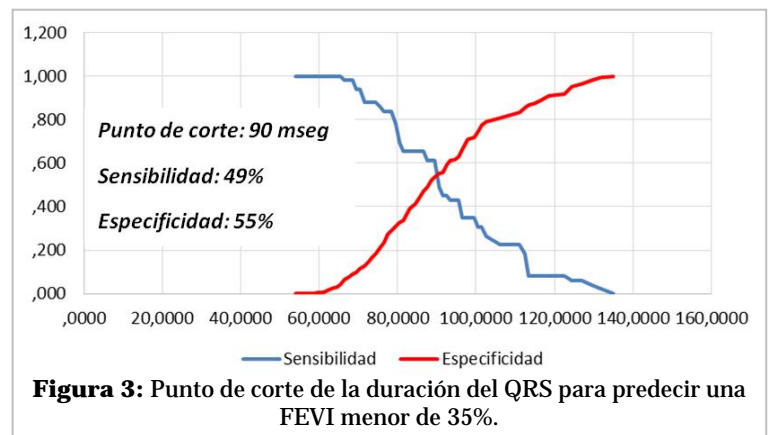


Figura 3: Punto de corte de la duración del QRS para predecir una FEVI menor de 35%.

Tabla 2. Variables predictoras de FEVI < 35% al egreso: Análisis univariado.

Variables	FEVI > 35% (n=298)		FEVI < 35% (n=49)		OR	IC 95%		p
	Nº	%	Nº	%		Inferior	Superior	
Edad mayor de 75 años	76	21,90	32	9,22	5,50	2,89	10,46	<0,001
Hipertensión arterial	224	64,55	28	8,07	0,44	0,24	0,82	0,011
Diabetes mellitus	60	17,29	30	8,65	6,26	3,30	11,89	<0,001
Obesidad	71	20,46	5	1,44	0,36	0,14	0,95	0,022
Hábito de fumar	176	50,72	20	5,76	0,48	0,26	0,88	0,017
Reperfusion no exitosa	260	74,93	48	13,83	7,02	0,94	52,32	0,010
Killip-Kimbal II,III, IV	116	33,43	45	12,97	17,65	6,18	50,38	<0,001
TAS < 100 mmHg	55	15,85	36	10,37	12,24	6,09	24,60	<0,001
FG < 60 ml/min/m ²	149	42,94	44	12,68	8,80	3,40	22,81	<0,001
QRS > 90 msec.	117	33,72	30	8,65	2,44	1,31	4,54	0,004

FEVI, fracción de eyección del ventrículo izquierdo; FG, filtrado glomerular; IC, intervalo de confianza; TAS, tensión arterial sistólica.

Tabla 3. Variables predictoras de FEVI<35% al egreso: Análisis multivariado.

Variables	B	Error estándar	Wald	Significación	Exp(B)	IC 95%	
						Inferior	Superior
Edad mayor de 75 años	0,95	0,44	4,59	0,032	2,58	1,08	6,13
Diabetes mellitus	0,87	0,44	4,03	0,045	2,40	1,02	5,62
Killip-Kimbal II,III, IV	2,87	1,04	7,64	0,006	17,64	2,30	135,02
TAS < 100 mmHg	1,92	0,40	22,82	<0,001	6,85	3,11	15,08
FG < 60 ml/min	-1,34	0,98	1,85	0,174	0,26	0,04	1,80
QRS > 90 mseg.	1,27	0,42	9,20	0,002	3,57	1,57	8,14
Reperusión no exitosa	-0,55	1,27	0,19	0,664	0,58	0,05	6,96
Constante	-4,62	1,20	14,93	<0,001	0,01		

FEVI, fracción de eyección del ventrículo izquierdo; FG, filtrado glomerular; IC, intervalo de confianza; TAS, tensión arterial sistólica.

mayor de 75 años, la diabetes mellitus, la clase de Killip-Kimbal mayor de I (II, III y IV), y la tensión arterial sistólica menor de 100 mmHg.

DISCUSIÓN

La dQRS ha sido asociada a alteraciones en la estructura y la función del ventrículo izquierdo¹². La mayor dQRS posterior a un SCACEST ha sido relacionada con la afectación del sistema de conducción por la extensión de la escara necrótica, lo cual podría predisponer a arritmias ventriculares^{6,13,14}. La FEVI, tras un SCACEST se ha convertido en un predictor de muerte súbita independiente con elevada capacidad predictiva¹⁵, lo cual es tomado en cuenta en nuestro estudio donde se evalúa la capacidad predictiva de la dQRS sobre la FEVI al egreso.

Zou *et al.*¹⁶ en un estudio reciente llevado a cabo en pacientes con miocardiopatía dilatada, demostraron que la normalización de la FEVI con tratamiento medicamentoso estaba en relación con la disminución de la dQRS. Nuestros resultados muestran una correlación negativa de la dQRS con la FEVI al egreso, así como una adecuada capacidad de discriminación de la dQRS para una FEVI inferior a 35%.

En un modelo de predicción de riesgo basado en variables ecocardiográficas, la FEVI resultó ser un predictor independiente en el análisis multivariado (índice de riesgo [*hazard ratio*, *HR*] 1,45; intervalo de confianza [IC] 95%: 1,02-2,08; p=0,040), y el pronóstico resultó ser inversamente proporcional a la FEVI cuando esta fue inferior al 40%¹⁷.

Nuestros resultados coinciden con los de Shah *et*

*al.*⁷, quienes en un estudio llevado a cabo con 536 pacientes con síndrome coronario agudo sin elevación del ST demostraron que un QRS>90 mseg. resultó ser un predictor independiente de enfermedad de tres vasos coronarios y de grave reducción de la FEVI. Por otra parte, Winter *et al.*¹⁸ en un estudio realizado con 132 pacientes con enfermedad arterial coronaria, y una FEVI basal inferior a 30%, no encontraron asociación entre la dQRS y la FEVI. Resulta válido señalar que este estudio no se realizó en pacientes con síndrome coronario agudo e incluyó una FEVI basal inferior al 30%, lo cual difiere con el diseño de nuestro estudio (y, por tanto, con nuestros resultados), ya que los pacientes con FEVI basal inferior al 35% conocida fueron excluidos.

En el análisis multivariado, la dQRS superior a 90 mseg. se asoció como predictor independiente a la FEVI menor del 35% al egreso; y al ser ajustado por la edad, también se asociaron la diabetes mellitus, la clase de Killip-Kimbal y la tensión arterial sistólica (p<0,05), además del filtrado glomerular menor de 60 ml/min/m² y la reperusión no exitosa (p>0,05).

Jiménez-Candil *et al.*¹⁹ en un estudio llevado a cabo en pacientes con síndrome coronario agudo sin elevación del ST encontraron que las variables independientes asociadas a mayor mortalidad intrahospitalaria, fueron el aumento de las tropininas (HR=8,1; IC 95%: 1,04-62,8; p=0,045); la FEVI menor de 40% (HR=12,6; IC 95%: 4,7-34; p<0,001) y la edad mayor de 65 años (HR=2,1; IC 95%: 1,2-3,4; p=0,03). Y en el seguimiento de pacientes tras el alta hospitalaria, la dQRS superior a 90 mseg. resultó ser un predictor independiente de mortalidad cardiovascular (HR=2,4; IC 95%: 1,2-4,8; p=0,009). Por su parte, Nwa-

kile *et al.*²⁰ también encontraron una asociación de la dQRS y la mortalidad por arritmias ventriculares. La dQRS>10 mseg. se asoció con una incidencia de 21,8% de taquicardia ventricular y de 3,2% de fibrilación ventricular comparado con un 10,3% y un 0,9%, respectivamente, en los pacientes con dQRS<110 mseg.

La dQRS ha sido utilizada para evaluar la disincronía mecánica en el empleo de la terapia de resincronización cardíaca²¹. Su utilidad también fue demostrada por Joseph *et al.*⁴ como predictor de muerte por causa cardiovascular, de parada cardíaca recuperada y de hospitalizaciones por insuficiencia cardíaca. Esto último pudiera estar relacionado con los resultados encontrados en nuestro estudio donde se evidencia una correlación negativa entre la dQRS y la FEVI. Otro estudio llevado a cabo en pacientes con SCACEST demostró un incremento de la mortalidad a los 30 días, en pacientes con dQRS>100 mseg., resultado que fue ajustado por la FEVI, la función renal, la hipotensión y la taquicardia²².

CONCLUSIONES

El electrocardiograma continúa siendo una herramienta útil en la estratificación de riesgo del síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST. La dQRS superior a 90 mseg. se asoció de manera independiente a una FEVI menor de 35% tras el egreso. La dQRS y la FEVI presentaron una correlación negativa con significación estadística. La mayor dQRS presentó una adecuada capacidad de discriminación como predictor de una baja FEVI al egreso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Brignole M, Auricchio A, Barón-Esquivias G, Bordachar P, Boriani G, Breithardt OA, *et al.* Guía de práctica clínica de la ESC 2013 sobre estimulación cardíaca y terapia de resincronización cardíaca. *Rev Esp Cardiol.* 2014;67(1):58.e1-e60.
2. Baldasseroni S, Gentile A, Gorini M, Marchionni N, Marini M, Masotti G, *et al.* Intraventricular conduction defects in patients with congestive heart failure: Left but not right bundle branch block is an independent predictor of prognosis. A report from the Italian Network on Congestive Heart Failure (IN-CHF database). *Ital Heart J.* 2003;4(9):607-13.
3. Khan NK, Goode KM, Cleland JG, Rigby AS, Freemantle N, Eastaugh J, *et al.* Prevalence of ECG abnormalities in an international survey of patients with suspected or confirmed heart failure at death or discharge. *Eur J Heart Fail.* 2007;9(5):491-501.
4. Joseph J, Claggett BC, Anand IS, Fleg JL, Huynh T, Desai AS, *et al.* QRS duration is a predictor of adverse outcomes in heart failure with preserved ejection fraction. *JACC: Heart Fail.* 2016;4(6):477-86.
5. Park HS, Kim H, Park JH, Han S, Yoo BS, Shin MS, *et al.* QRS prolongation in the prediction of clinical cardiac events in patients with acute heart failure: Analysis of data from the Korean Acute Heart Failure Registry. *Cardiology.* 2013;125(2):96-103.
6. Zipes DP, Jalife J, Eds. *Cardiac Electrophysiology: From Cell to Bedside.* 6th Ed. Philadelphia: Elsevier-Saunders; 2014.
7. Shah M, Maludum O, Bhalla V, De Venecia TA, Patil S, Curet K, *et al.* QRS duration and left ventricular ejection fraction (LVEF) in non-ST segment elevation myocardial infarction (NSTEMI). *Int J Cardiol.* 2016;221:524-8.
8. Steg G, James SK, Atar D, Badano LP, Blomstrom Lundqvist C, Borger MA, *et al.* Guía de práctica clínica de la ESC para el manejo del infarto agudo de miocardio en pacientes con elevación del segmento ST. *Rev Esp Cardiol.* 2013;66(1):53.e1-e46.
9. Cabrerizo García JL, Zalba Etayo B, Pérez Calvo JI. Valor pronóstico del filtrado glomerular en el síndrome coronario agudo: ¿Índice de Cockcroft o ecuación MDRD? *Med Clin (Barc).* 2010;134(14):624-9.
10. Gadaleta FL, Llois SC, Sinisi VA, Quiles J, Avanzas P, Kaski JC. Prolongación del intervalo QT corregido: Nuevo predictor de riesgo cardiovascular en el síndrome coronario agudo sin elevación del ST. *Rev Esp Cardiol.* 2008;61(6):572-8.
11. 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 14 Ene 2017];7(2):106-16. Disponible en: <http://www.corsalud.sld.cu/sumario/2015/v7n2a15/dispersionqrs.html>
12. Murkofsky RL, Dangas G, Diamond JA, Mehta D,

- Schaffer A, Ambrose JA. A prolonged QRS duration on surface electrocardiogram is a specific indicator of left ventricular dysfunction. *J Am Coll Cardiol.* 1998;32(2):476-82.
13. Tjandrawidjaja MC, Fu Y, Westerhout CM, Wagner GS, Granger CB, Armstrong PW, *et al.* Usefulness of the QRS score as a strong prognostic marker in patients discharged after undergoing primary percutaneous coronary intervention for ST-segment elevation myocardial infarction. *Am J Cardiol.* 2010;106(5):630-4.
 14. Horwich T, Lee SJ, Saxon L. Usefulness of QRS prolongation in predicting risk of inducible monomorphic ventricular tachycardia in patients referred for electrophysiologic studies. *Am J Cardiol.* 2003;92(7):804-9.
 15. Shiga T, Hagiwara N, Ogawa H, Takagi A, Nagashima M, Yamauchi T, *et al.* Sudden cardiac death and left ventricular ejection fraction during long-term follow-up after acute myocardial infarction in the primary percutaneous coronary intervention era: Results from the HIJAMI-II registry. *Heart.* 2009;95(3):216-20.
 16. Zou CH, Zhang J, Zhang YH, Wei BQ, Wu XF, Zhou Q, *et al.* Frequency and predictors of normalization of left ventricular ejection fraction in recent-onset nonischemic cardiomyopathy. *Am J Cardiol.* 2014;113(10):1705-10.
 17. Bedetti G, Gargani L, Sicari R, Gianfaldoni ML, Molinaro S, Picano E. Comparison of prognostic value of echographic [corrected] risk score with the Thrombolysis in Myocardial Infarction (TIMI) and Global Registry in Acute Coronary Events (GRACE) risk scores in acute coronary syndrome. *Am J Cardiol.* 2010;106(12):1709-16.
 18. De Winter O, Van de Veire N, Van Heuverswijn F, Van Pottelberge G, Gillebert TC, De Sutter J. Relationship between QRS duration, left ventricular volumes and prevalence of nonviability in patients with coronary artery disease and severe left ventricular dysfunction. *Eur J Heart Fail.* 2006;8(3):275-7.
 19. Jiménez-Candil J, Cruz González I, Martín F, Pabón P, León V, Hernández J, *et al.* Relationship between QRS duration and prognosis in non-ST-segment elevation acute coronary syndrome. *Int J Cardiol.* 2008;126(2):196-203.
 20. Nwakile C, Purushottam B, Bhalla V, Ukpogon D, Shah M, Yun J, *et al.* Significance of QRS duration in non-ST elevation myocardial infarction. *Int J Cardiol.* 2015;187:146-7.
 21. Poole JE, Singh JP, Birgersdotter-Green U. QRS duration or QRS morphology: What really matters in cardiac resynchronization therapy? *J Am Coll Cardiol.* 2016;67(9):1104-17.
 22. Nwakile C, Purushottam B, Yun J, Bhalla V, Morris DL, Figueredo VM. QRS duration predicts 30 day mortality following ST elevation myocardial infarction. *Int J Cardiol Heart Vasc.* 2014;5:42-4.

QRS duration as a predictor of low ejection fraction in the ST-segment elevation myocardial infarction

Ailed E. Rodríguez Jiménez¹✉, MD; Hugo Cruz Inerarity¹, MD; Blanca Valdés Arias², BS; Guillermo Quintana Cañizares¹, MD, and Enrique Toledo Rodríguez¹, MD

¹Department of Cardiology and ²Department of Psychology. Hospital General Universitario Camilo Cienfuegos. Sancti Spíritus, Cuba.

Este artículo también está disponible en español

ARTICLE INFORMATION

Received: February 16, 2017

Accepted: April 18, 2017

Competing interests

The authors declare no competing interests

Acronyms

LVEF: left ventricular ejection fraction

QRSd: QRS duration

STEACS: ST-segment elevation acute coronary syndrome

ABSTRACT

Introduction: The QRS duration is a prognostic element and it has been associated with a decrease in the left ventricular ejection fraction in patients with acute coronary syndrome.

Objective: To assess the prognostic implications of the QRS duration in the depression of the left ventricular ejection fraction at discharge.

Method: A cross-sectional study was conducted with 347 patients with ST-segment elevation myocardial infarction, admitted at the Hospital Universitario Camilo Cienfuegos from January 1st, 2013 to December 31st, 2015. The variables studied were: age, sex, classical cardiovascular risk factors, blood pressure, reperfusion strategy, Killip-Kimball class, glomerular filtration rate, QRS duration and left ventricular ejection fraction. The qualitative variables were analyzed with the Chi-square statistical method and the quantitative with the t of Student and linear regression. The ROC curve was constructed for the discrimination capacity and a multivariate analysis was performed to determine the independence of variables.

Results: The QRS duration was negatively correlated with the ejection fraction $r = -0.267$; $p < 0.001$) and an adequate discrimination ability as a predictor ejection fraction less than 35% ($c = 0.643$).

Conclusions: The QRS duration greater than 90 milliseconds was independently associated with an ejection fraction lower than 35% at discharge.

Key words: QRS duration, Left ventricular ejection fraction, ST-segment elevation myocardial infarction

On-Line English & Spanish versions

Duración del QRS como predictor de baja fracción de eyección en el infarto miocárdico con elevación del ST

RESUMEN

Introducción: La duración del QRS es un elemento pronóstico y se ha asociado a una disminución de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo en pacientes con síndrome coronario agudo.

Objetivo: Evaluar la implicación pronóstica de la duración del QRS en la reducción de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo al egreso.

Método: Se realizó un estudio analítico transversal con 347 pacientes con infarto agudo de miocárdico con elevación del segmento ST, ingresados en el Hospital Universitario Camilo Cienfuegos del 1 de enero de 2013 al 31 de diciembre de 2015.

✉ AE Rodríguez Jiménez
Bayamo 151, e/ Frank País y
Silvestre Alonso.

Sancti Spíritus, Cuba. E-mail address:
ailedrj@infomed.sld.cu

Las variables estudiadas fueron: edad, sexo, factores de riesgo cardiovascular clásicos, tensión arterial, estrategia de reperfusión, clase de Killip-Kimbal, filtrado glomerular, duración del QRS y la fracción de eyección del ventrículo izquierdo. Las variables cualitativas se analizaron con el método estadístico Chi cuadrado, las cuantitativas con la *t* de Student y la regresión lineal. Se construyó la curva ROC para la capacidad de discriminación y se realizó un análisis multivariado para determinar la independencia de variables.

Resultados: La duración del QRS tuvo una correlación negativa con la fracción de eyección ($r=-0,267$; $p<0,001$) y una adecuada capacidad de discriminación como predictor de una fracción de eyección inferior a 35% ($c=0,643$).

Conclusiones: La duración del QRS superior a 90 milisegundos se asoció de manera independiente a una fracción de eyección menor de 35% al egreso.

Palabras clave: Duración del QRS, Fracción de eyección del ventrículo izquierdo, Infarto de miocardio con elevación del ST

INTRODUCTION

The electrocardiogram, due to its wide availability, low cost and simplicity, is an essential tool for the diagnosis and prognostic stratification of ST-segment elevation acute coronary syndrome (STEACS). The QRS width is one of the elements obtained in the electrocardiogram and has been a fundamental pillar for the use of cardiac resynchronization therapy¹. It is also stated that in patients with heart failure, a longer QRS duration (QRSd) worsens prognosis^{2,3}.

The association between QRS and left ventricular ejection fraction (LVEF) has been widely explored in heart failure^{4,5}, but not so much in ischemic heart disease. Ischemia induces cell damage which alters the electrical properties of the heart muscle⁶. Fluctuations in concentrations and ionic currents, as well as local changes in the properties of gap junctions may cause conduction delay and dispersion of the refractoriness of the action potential in the ischemic fibers⁷, which could prolong the QRSd.

This study aimed at evaluating the prognostic implication of the QRSd in the reduction of LVEF at discharge.

METHOD

A cross-sectional analytical study was conducted, including all the patients admitted with a diagnosis of type I STACS (atherosclerotic) in the Coronary Intensive Care Unit (ICU) at the Hospital Universitario Camilo Cienfuegos of Sancti Spiritus province, Cuba, from January 1st, 2013 to December 31st, 2015.

An unintentional sample was formed with all the cases that met the inclusion and exclusion criteria

($n=347$).

Inclusion criteria

Patients treated at the ICU with the aforementioned diagnosis.

Exclusion criteria

Patients with:

- Previous diagnosis of dilated cardiomyopathy and previous baseline LVEF less than 35%.
- Branch block or pacing rhythm that may broaden the baseline QRS.
- Atrial fibrillation prior to the diagnosis of STEACS, since it prevents or interferes with the measurement of electrocardiographic parameters.
- Patients who died before performing the pre-discharge echocardiogram.

Variables

The variables studied were: age, sex, coronary risk factors (high blood pressure and diabetes mellitus with diagnosis prior to coronary event, smoking, hypercholesterolemia, obesity), blood pressure and heart rate at admission, reperfusion strategy, Killip class-Kimbal, glomerular filtration rate, QRS duration and left ventricular ejection fraction.

Serum cholesterol levels greater than 6.71 mmol/L were considered hypercholesterolemia, according to hospital reference values; Obesity was taken into account in those patients with a body mass index greater than 30 kg/m², and history of ischemic heart disease when there was a diagnosis prior to the coronary event.

We also studied the Killip-Kimbal class and the use and success of thrombolysis (clinical or electrical signs of reperfusion: pain relief, hemodynamic

improvement, regression of ST segment elevation greater than 50% or appearance of reperfusion arrhythmias⁸. It is valid to point out the impossibility of using the enzymatic criterion due to lack of available troponins.

Other variables studied were glomerular filtration rate (GFR), estimated by the Cockcroft-Gault formula⁹ and LVEF, by the Simpson biplane method, obtained from the echocardiogram performed before discharge.

The QRS was manually measured^{10,11} in a standard 12-lead electrocardiogram, where 10 millimeters (mm) equals 1 millivolt, and the paper speed was 25 mm/second. The QRS was measured from the initial deflection of the wave to its termination at point J, and the QRS of longer duration was recorded.

Information processing

The information was obtained from the medical records located in the Archives and Statistics Department of the hospital.

The data were processed with the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) software, version 17.0, installed in a microcomputer with Microsoft Windows 8 operating system, and analyzed as follows: qualitative variables were expressed in absolute and relative frequencies; quantitative data were expressed in their mean and standard deviation.

To check the strength of association between qualitative variables, the non-parametric Chi square test was selected; in situations where more than 20% of the expected frequencies presented values lower than five, Fisher's exact test was used. To compare the means of quantitative variables, the Student's t-statistic was used for independent samples. For the relationship between QRSd and LVEF, linear regression was used and its discrimination capacity was calculated by constructing the Receiver Operator Curve (ROC) and the area under the curve (index «c»). Considering the results of the ROC curve, a cut-off point was determined to dichotomize the continuous variables and include them in the univariate analysis.

LVEF at discharge, a multivariate analysis was performed with a binary logistic regression model where LVEF of less than 35% was the dependent variable (dichotomous). In the multivariate analysis we considered to identify as factors prone to prediction, those aspects contained in the variables for which the Wald statistic showed a probability lower than 5% ($p < 0.05$), when we analyzed the exponential of the coefficients of the exponential model of β (Exp

β) as an estimator for the ratio of cross products or odds ratio (OR).

The aggregate nature of the information collection contributed to keep the privacy of the subjects involved in the study and the results have only been used for scientific purposes.

RESULTS

A total 347 patients were studied, 211 men (60.8%) and 136 women (39.2%) (**Table 1**). The mean age in patients with LVEF greater than 35% was 75.88 years, higher than in patients with LVEF less than 35% (68,14). The most frequent risk factor in the sample was HBP with 252 patients (76.2%), diabetes mellitus (25.9%), smoking habit (56.5%), hypercholesterolemia (37.8%) and obesity (21.9%) were also found. The reperfusion strategy used was thrombolysis with Cuban recombinant streptokinase, used in 53% of patients, with a success of 11.2%. Ventricular dysfunction was frequent, with a Killip-Kimbal class superior to I in 46.4% of patients. The mean systolic blood pressure was lower in patients with LVEF less than 35% (79.08 ± 35.82 vs. 124.51 ± 35.03 mmHg), as was the glomerular filtration rate (47.85 ± 12.72 vs. 70.09 ± 30.05 ml/min/m²). The lethality in the sample was 10,9%.

Figure 1 shows, by means of a linear regression analysis, the inverse correlation between the QRSd and the LVEF, with a very significant statistical signif-

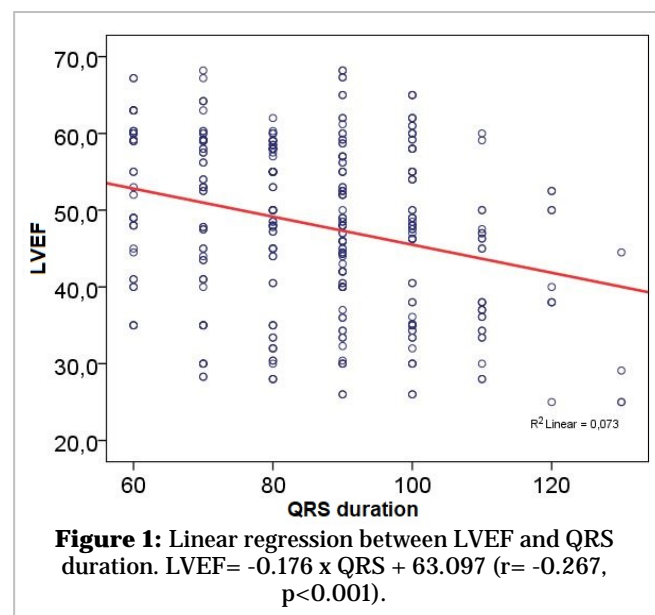


Figure 1: Linear regression between LVEF and QRS duration. $LVEF = -0.176 \times QRS + 63.097$ ($r = -0.267$, $p < 0.001$).

ificance ($p < 0.001$). The area under the ROC curve is the best overall indicator of the accuracy of a diagnostic or prognostic test, and makes it possible to express its performance by a simple number. **Figure 2** shows the ROC curve for the ratio of the QRSd with LVEF less than 35%, with an index under the curve $c=0.643$ and $p=0,001$.

The cut-off point found to include the QRSd in the multivariate analysis with better sensitivity and specificity was 90 msec. (**Figure 3**). In the univariate analysis (**Table 2**) were found as risk factors with statistical significance age older than 75 years ($p < 0.001$), diabetes mellitus ($p < 0.001$), unsuccessful reperfusion ($p=0.010$), Killip class II, III, IV ($p < 0.001$),

Table 1. General characteristics of the population. Hospital "Camilo Cienfuegos" Sancti Spiritus. January 2013-December 2015.

Variables	LVEF > 35% (n=298)	LVEF < 35% (n=49)	Total
Population characteristics			
Age	68.14 ± 11.17	75.88 ± 7.34	69.23 ± 11.04
Male sex	185 (53.31)	26 (7.49)	211 (60.8)
Risk factors			
High blood pressure	224 (64.55)	28 (8.07)	252 (72.6)
Diabetes mellitus	60 (17.29)	30 (8.65)	90 (25.9)
Hypercholesterolemia	114 (32.85)	17 (4.90)	131 (37.8)
Obesity	71 (20.46)	5 (1.44)	76 (21.9)
Smoking habit	176 (50.72)	20 (5.76)	196 (56.5)
Chronic ischemic heart disease	139 (40.06)	17 (4.90)	156 (45)
Reperfusion strategy			
Streptokinase	157 (45.24)	27 (7.78)	184 (53)
Successful reperfusion	38 (10.95)	1 (0.29)	39 (11.2)
ischemic time (minutes)	225.67 ± 143.78	280.0 ± 168.48	233.64 ± 148.41
Killip-Kimbal			
Class I	158 (45.5)	28 (8.07)	186 (53.6)
Class II	48 (13.83)	3 (0.86)	51 (14.7)
Class III	68 (19.60)	15 (4.32)	83 (23.9)
Class IV	24 (6.92)	3 (0.86)	27 (7.8)
Clinical and laboratory variables			
Heart rate	83.30 ± 27.89	86.16 ± 24.31	83.7 ± 27.4
Systolic blood pressure (mmHg)	124.51 ± 35.03	79.08 ± 35.82	118.09 ± 38.5
Glomerular filtration (ml/min/m ²)	70.09 ± 30.05	47.85 ± 12.72	66.94 ± 29.28
Electrocardiographic variables			
QRS duration (mseg.)	84.33 ± 15.87	93.39 ± 17.17	85.6 ± 16.34
State at discharge			
Alive	281 (80.98)	28 (8.07)	309 (89.1)

Data express n (%) and mean ± standard deviation.
LVEF, left ventricular ejection fraction.

systolic blood pressure less than 100 mmHg ($p < 0.001$), glomerular filtration rate less than 60 ml/min/m² ($p < 0.001$), and QRSd > 90 msec. ($p = 0.004$).

In the multivariate analysis (**Table 3**), QRSd > 90 msec. was found to be an independent predictor of LVEF less than 35% ($p = 0.002$), associated with age

older than 75 years, diabetes mellitus, Killip-Kimbal class higher than I (II, III, and IV), and stress systolic blood pressure less than 100 mmHg.

DISCUSSION

The QRSd has been associated with alterations in the structure and function of the left ventricle¹². A greater QRSd after STEACS has been related to involvement of the conduction system due to the extension of the necrotic eschar, which could predispose to ventricular arrhythmias^{6,13,14}. LVEF, after STEACS, has become a predictor of sudden independent death with high predictive capacity¹⁵, which

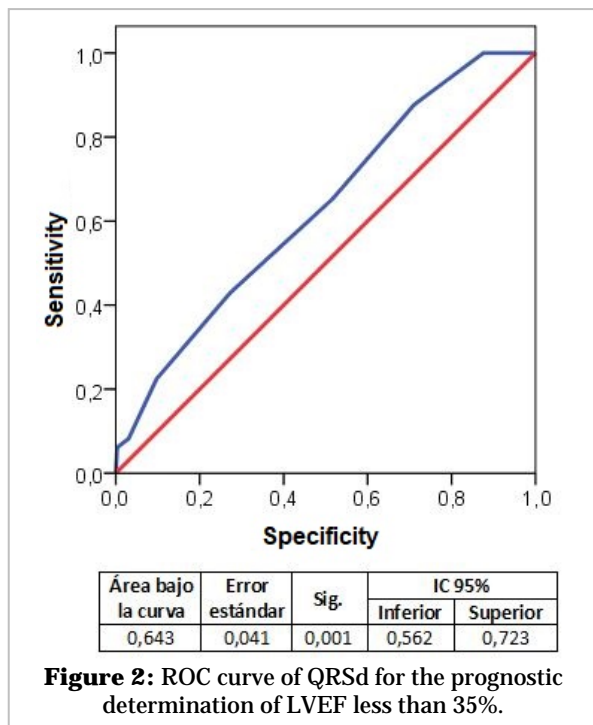


Figure 2: ROC curve of QRSd for the prognostic determination of LVEF less than 35%.

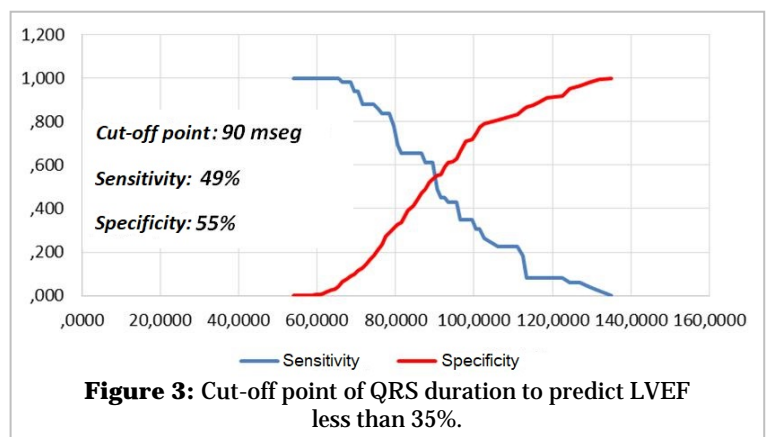


Figure 3: Cut-off point of QRS duration to predict LVEF less than 35%.

Table 2. Predictive variables of LVEF <35% at discharge: Univariate analysis.

Variables	LVEF > 35% (n=298)		LVEF < 35% (n=49)		OR	CI 95%		p
	Nº	%	Nº	%		Inferior	Superior	
Age older than 75 years	76	21.90	32	9.22	5.50	2.89	10.46	<0.001
High blood pressure	224	64.55	28	8.07	0.44	0.24	0.82	0.011
Diabetes mellitus	60	17.29	30	8.65	6.26	3.30	11.89	<0.001
Obesity	71	20.46	5	1.44	0.36	0.14	0.95	0.022
Smoking habit	176	50.72	20	5.76	0.48	0.26	0.88	0.017
Unsuccessful reperfusion	260	74.93	48	13.83	7.02	0.94	52.32	0.010
Killip-Kimbal II, III, IV	116	33.43	45	12.97	17.65	6.18	50.38	<0.001
SBP < 100 mmHg	55	15.85	36	10.37	12.24	6.09	24.60	<0.001
GFR < 60 ml/min/m ²	149	42.94	44	12.68	8.80	3.40	22.81	<0.001
QRS > 90 msec.	117	33.72	30	8.65	2.44	1.31	4.54	0.004

LVEF, left ventricular ejection fraction; GFR, glomerular filtration rate; CI, confidence interval; SBP, systolic blood pressure.

Table 3. Predictive variables for LVEF <35% at discharge: Multivariate analysis.

Variables	B	Standard error	Wald	Significance	Exp(B)	CI 95%	
						Inferior	Superior
Age older than 75 years	0.95	0.44	4.59	0.032	2.58	1.08	6.13
Diabetes mellitus	0.87	0.44	4.03	0.045	2.40	1.02	5.62
Killip-Kimbal II, III, IV	2.87	1.04	7.64	0.006	17.64	2.30	135.02
SBP < 100 mmHg	1.92	0.40	22.82	<0.001	6.85	3.11	15.08
GFR < 60 ml/min	-1.34	0.98	1.85	0.174	0.26	0.04	1.80
QRS > 90 mseg.	1.27	0.42	9.20	0.002	3.57	1.57	8.14
Unsuccessful reperfusion	-0.55	1.27	0.19	0.664	0.58	0.05	6.96
Constant	-4.62	1.20	14.93	<0.001	0.01		

LVEF, left ventricular ejection fraction; GFR, glomerular filtration rate; CI, confidence interval; SBP, systolic blood pressure.

is taken into account in our study where the predictive capacity of the QRSd on LVEF at discharge is evaluated.

A recent study by Zou et al.¹⁶ carried out in patients with dilated cardiomyopathy, showed that the normalization of LVEF with drug treatment was related to a decrease in QRSd. Our results show a negative correlation of the QRSd with the LVEF at discharge, as well as an adequate discrimination capacity of the QRSd for a LVEF less than 35%.

In a risk prediction model based on echocardiographic variables, LVEF was an independent predictor in the multivariate analysis (hazard ratio, [HR] 1.45, confidence interval [CI] 95%: 1.02-2.08; $p=0.040$), and the prognosis was inversely proportional to the LVEF when was less than 40%¹⁷.

Our results coincide with those of Shah et al.⁷, who in a study carried out with 536 patients with acute coronary syndrome without ST elevation showed that a QRSd>90 msec. turned out to be an independent predictor for three-vessel coronary disease and of serious reduction in LVEF. On the other hand, Winter et al.¹⁸ in a study conducted with 132 patients with coronary artery disease, and a baseline LVEF less than 30%, found no association between QRSd and LVEF. It is worth noting that this study was not performed in patients with acute coronary syndrome and included a baseline LVEF of less than 30%, which differs from our study design (and, therefore, with our results), since patients with known baseline LVEF less than 35% were excluded.

In the multivariate analysis, the QRSd exceeds 90 msec. LVEF less than 35% at discharge was associat-

ed as an independent predictor; and when adjusted for age, diabetes mellitus, Killip-Kimbal class and systolic blood pressure ($p<0.05$) were also associated, besides glomerular filtration rate of less than 60 ml/min/m² and unsuccessful reperfusion ($p>0.05$).

ST elevation, found that the independent variables associated with higher in-hospital mortality were the increase in troponins (HR=8.1, 95% CI: 1.04-62.8, $p=0.045$); LVEF less than 40% (HR=12.6, 95% CI: 4.7-34, $p<0.001$) and age over 65 years (HR=2.1, 95% CI: 1.2-3.4, $p=0.03$). And in the follow-up of patients after hospital discharge, the QRSd greater than 90 msec. turned out to be an independent predictor for cardiovascular mortality (HR=2.4, 95% CI: 1.2-4.8, $p=0.009$). On the other hand, Nwakile et al.²⁰ also found an association of QRSd and mortality due to ventricular arrhythmias. The QRSd>10 msec. was associated with an incidence of 21.8% of ventricular tachycardia and 3.2% of ventricular fibrillation compared with 10.3% and 0.9%, respectively, in patients with QRSd<110 msec.

The QRSd has been used to evaluate mechanical dyssynchrony in the use of cardiac resynchronization therapy²¹. Its usefulness was also demonstrated by Joseph et al.⁴ as a predictor of death due to cardiovascular causes, recovered cardiac arrest and hospitalizations due to heart failure. The latter could be related to the results found in our study where there is a negative correlation between the QRSd and LVEF. Another study carried out in patients with STEACS demonstrated an increase in mortality at 30 days, in patients with QRSd>100 msec, a result that was adjusted by LVEF, renal function, hypotension

and tachycardia²².

CONCLUSIONS

The electrocardiogram continues to be a useful tool for risk stratification of ST-segment elevation acute coronary syndrome. The QRSd greater than 90 msec. was independently associated with an ejection fraction lower than 35% at discharge. QRSd and LVEF presented a negative correlation with statistical significance. The highest QRSd presented an adequate discrimination capacity as a predictor of low LVEF at discharge.

REFERENCES

1. Brignole M, Auricchio A, Barón-Esquivias G, Bordachar P, Boriani G, Breithardt OA, *et al.* Guía de práctica clínica de la ESC 2013 sobre estimulación cardiaca y terapia de resincronización cardiaca. *Rev Esp Cardiol.* 2014;67(1):58.e1-e60.
2. Baldasseroni S, Gentile A, Gorini M, Marchionni N, Marini M, Masotti G, *et al.* Intraventricular conduction defects in patients with congestive heart failure: Left but not right bundle branch block is an independent predictor of prognosis. A report from the Italian Network on Congestive Heart Failure (IN-CHF database). *Ital Heart J.* 2003;4(9):607-13.
3. Khan NK, Goode KM, Cleland JG, Rigby AS, Freemantle N, Eastaugh J, *et al.* Prevalence of ECG abnormalities in an international survey of patients with suspected or confirmed heart failure at death or discharge. *Eur J Heart Fail.* 2007;9(5):491-501.
4. Joseph J, Claggett BC, Anand IS, Fleg JL, Huynh T, Desai AS, *et al.* QRS duration is a predictor of adverse outcomes in heart failure with preserved ejection fraction. *JACC: Heart Fail.* 2016;4(6):477-86.
5. Park HS, Kim H, Park JH, Han S, Yoo BS, Shin MS, *et al.* QRS prolongation in the prediction of clinical cardiac events in patients with acute heart failure: Analysis of data from the Korean Acute Heart Failure Registry. *Cardiology.* 2013;125(2):96-103.
6. Zipes DP, Jalife J, Eds. *Cardiac Electrophysiology: From Cell to Bedside.* 6th Ed. Philadelphia: Elsevier-Saunders; 2014.
7. Shah M, Maludum O, Bhalla V, De Venecia TA, Patil S, Curet K, *et al.* QRS duration and left ventricular ejection fraction (LVEF) in non-ST segment elevation myocardial infarction (NSTEMI). *Int J Cardiol.* 2016;221:524-8.
8. Steg G, James SK, Atar D, Badano LP, Blomstrom Lundqvist C, Borger MA, *et al.* Guía de práctica clínica de la ESC para el manejo del infarto agudo de miocardio en pacientes con elevación del segmento ST. *Rev Esp Cardiol.* 2013;66(1):53.e1-e46.
9. Cabrerizo García JL, Zalba Etayo B, Pérez Calvo JI. Valor pronóstico del filtrado glomerular en el síndrome coronario agudo: ¿Índice de Cockcroft o ecuación MDRD? *Med Clin (Barc).* 2010;134(14):624-9.
10. Gadaleta FL, Llois SC, Sinisi VA, Quiles J, Avanzas P, Kaski JC. Prolongación del intervalo QT corregido: Nuevo predictor de riesgo cardiovascular en el síndrome coronario agudo sin elevación del ST. *Rev Esp Cardiol.* 2008;61(6):572-8.
11. 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 14 Ene 2017];7(2):106-16. Disponible en: <http://www.corsalud.sld.cu/sumario/2015/v7n2a15/dispersionqrs.html>
12. Murkofsky RL, Dangas G, Diamond JA, Mehta D, Schaffer A, Ambrose JA. A prolonged QRS duration on surface electrocardiogram is a specific indicator of left ventricular dysfunction. *J Am Coll Cardiol.* 1998;32(2):476-82.
13. Tjandrawidjaja MC, Fu Y, Westerhout CM, Wagner GS, Granger CB, Armstrong PW, *et al.* Usefulness of the QRS score as a strong prognostic marker in patients discharged after undergoing primary percutaneous coronary intervention for ST-segment elevation myocardial infarction. *Am J Cardiol.* 2010;106(5):630-4.
14. Horwich T, Lee SJ, Saxon L. Usefulness of QRS prolongation in predicting risk of inducible monomorphic ventricular tachycardia in patients referred for electrophysiologic studies. *Am J Cardiol.* 2003;92(7):804-9.
15. Shiga T, Hagiwara N, Ogawa H, Takagi A, Nagashima M, Yamauchi T, *et al.* Sudden cardiac death and left ventricular ejection fraction during long-term follow-up after acute myocardial infarction in the primary percutaneous coronary interven-

- tion era: Results from the HIJAMI-II registry. *Heart*. 2009;95(3):216-20.
16. Zou CH, Zhang J, Zhang YH, Wei BQ, Wu XF, Zhou Q, *et al*. Frequency and predictors of normalization of left ventricular ejection fraction in recent-onset nonischemic cardiomyopathy. *Am J Cardiol*. 2014;113(10):1705-10.
 17. Bedetti G, Gargani L, Sicari R, Gianfaldoni ML, Molinaro S, Picano E. Comparison of prognostic value of echographic [corrected] risk score with the Thrombolysis in Myocardial Infarction (TIMI) and Global Registry in Acute Coronary Events (GRACE) risk scores in acute coronary syndrome. *Am J Cardiol*. 2010;106(12):1709-16.
 18. De Winter O, Van de Veire N, Van Heuverswijn F, Van Pottelberge G, Gillebert TC, De Sutter J. Relationship between QRS duration, left ventricular volumes and prevalence of nonviability in patients with coronary artery disease and severe left ventricular dysfunction. *Eur J Heart Fail*. 2006;8(3):275-7.
 19. Jiménez-Candil J, Cruz González I, Martín F, Pabón P, León V, Hernández J, *et al*. Relationship between QRS duration and prognosis in non-ST-segment elevation acute coronary syndrome. *Int J Cardiol*. 2008;126(2):196-203.
 20. Nwakile C, Purushottam B, Bhalla V, Ukpong D, Shah M, Yun J, *et al*. Significance of QRS duration in non-ST elevation myocardial infarction. *Int J Cardiol*. 2015;187:146-7.
 21. Poole JE, Singh JP, Birgersdotter-Green U. QRS duration or QRS morphology: What really matters in cardiac resynchronization therapy? *J Am Coll Cardiol*. 2016;67(9):1104-17.
 22. Nwakile C, Purushottam B, Yun J, Bhalla V, Morris DL, Figueredo VM. QRS duration predicts 30 day mortality following ST elevation myocardial infarction. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2014;5:42-4.