

Duración del QRS y su relación con la mortalidad postoperatoria de la cirugía de revascularización miocárdica

MSc. Dra. Mirtha López Ramírez¹✉, Dr.C. Manuel Nafeh Abi-rezk², Dra. Halley Moya Liriano¹, Dr. Julio A. Gómez Sardiñas¹, Dr.C. Teddy O. Tamargo Barbeito³, Dr. Jesús Valdés Álvarez¹, Dr. Manuel Hernández Ayllón¹, Dr. Noel E. Peña Fernández¹ y Dra. Daymir López Ramírez⁴

¹ Servicio de Cardiología. Hospital Clínico-Quirúrgico Hermanos Ameijeiras. La Habana, Cuba.

² Servicio de Cirugía Cardiovascular. Hospital Clínico-Quirúrgico Hermanos Ameijeiras. La Habana, Cuba.

³ Departamento de Bioestadística. Hospital Clínico-Quirúrgico Hermanos Ameijeiras. La Habana, Cuba.

⁴ Servicio de Cirugía General. Hospital Octavio de la Concepción y la Pedraja. Camagüey, Cuba.

Full English text of this article is also available

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 14 de mayo de 2017

Aceptado: 07 de septiembre de 2017

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Abreviaturas

CRM: cirugía de revascularización miocárdica

ECG: electrocardiograma

IAM: infarto agudo de miocardio

FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo

HTA: hipertensión arterial

Versiones *On-Line*:

Español - Inglés

✉ M López Ramírez

Hospital Hermanos Ameijeiras.

San Lázaro 701, e/ Belascoaín y

Marqués González. Centro Habana

10300. La Habana, Cuba. Correo

electrónico: mirtlr@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: Debido a su disponibilidad, el electrocardiograma –y en éste la duración del intervalo QRS– constituye una herramienta útil para predecir futuros eventos adversos.

Objetivo: Evaluar el papel de la duración del complejo QRS como factor pronóstico para la mortalidad cardiovascular en pacientes tratados mediante cirugía de revascularización miocárdica.

Método: Se realizó una investigación de cohorte prospectiva en el Servicio de Cirugía Cardiovascular del Cardiocentro del Hospital Clínico-Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”, desde marzo de 2012 a junio de 2016. La muestra fue de 340 pacientes. En el análisis estadístico se utilizaron medidas de resumen para variables cuanti y cualitativas, y el análisis multivariado se realizó con la regresión logística dicotómica.

Resultados: La duración del intervalo QRS no se asoció de forma significativa con la mortalidad ($p=0,177$). El índice de probabilidad (*odds ratio*) para la diabetes mellitus fue de 3,228; para las complicaciones, 4,943; y para el infarto de miocardio perioperatorio, 7,016.

Conclusiones: La duración del intervalo QRS presentó una asociación significativa con la mortalidad cardiovascular en el análisis univariado, pero no se pudo demostrar su efecto independiente sobre la muerte cardíaca en pacientes tratados mediante cirugía de revascularización miocárdica al controlar el resto de las variables. El infarto de miocardio perioperatorio, las complicaciones y la diabetes mellitus, resultaron ser los factores de riesgo independientes para la muerte cardiovascular posterior a la cirugía de revascularización miocárdica.

Palabras clave: Cirugía de revascularización miocárdica, Factores pronósticos, Duración del QRS, Mortalidad mediata, Cardiopatía isquémica

QRS duration and its relationship with the postoperative mortality of the coronary artery bypass grafting surgery

ABSTRACT

Introduction: Due to its availability, the electrocardiogram –and in this, the QRS

interval's duration– is a useful tool to predict future adverse events.

Objective: *To assess the role of the QRS complex duration as a prognostic factor for cardiovascular mortality in patients treated by a coronary artery bypass grafting surgery.*

Method: *A prospective cohort research was carried out in the Cardiovascular Surgery Department of the Cardiocentro of the «Hospital Clínico-Quirúrgico Hermanos Ameijeiras», from March 2012 to June 2016. The sample consisted of 340 patients. In the statistical analysis, summary measures were used for quantitative and qualitative variables and the multivariate analysis was performed with dichotomous logistic regression.*

Results: *The duration of the QRS interval was not significantly associated with mortality ($p=0.177$). The odds ratio for diabetes mellitus was 3.228; for complications, 4.943; and for perioperative myocardial infarction, 7.016.*

Conclusions: *The duration of the QRS interval showed a significant association with cardiovascular mortality in the univariate analysis, but its independent effect on cardiac death in patients treated by coronary artery bypass grafting surgery could not be demonstrated when controlling the rest of the variables. The perioperative myocardial infarction, complications and diabetes mellitus were the independent risk factors for cardiovascular death after this type of surgery.*

Key words: *Coronary artery bypass surgery, Prognostic factors, QRS duration, Mediate mortality, Ischemic heart disease*

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se han desarrollado diversos medios diagnósticos y técnicas de imágenes novedosas y útiles para la detección de las enfermedades cardiovasculares y sus complicaciones. Sin embargo, debido a su disponibilidad, el electrocardiograma (ECG) continúa siendo una herramienta útil no sólo para el diagnóstico de las enfermedades cardíacas sino también para predecir futuros eventos adversos. En cada ciclo cardíaco la activación del corazón está determinada por la anatomía y fisiología del músculo cardíaco funcional y el sistema especializado de conducción cardíaca. Las ondas e intervalos que componen el electrocardiograma son la expresión gráfica de este fenómeno, el complejo QRS es producido por la activación de ambos ventrículos¹.

El complejo QRS mide el tiempo total de despolarización ventricular. Se mide desde el comienzo de la onda Q o de la R hasta el final de la onda S (o R' si esta es la última onda). Su valor normal es entre 60 y 100 milisegundos (ms), esto corresponde a un complejo generado tras la activación supraventricular, que alcanza los ventrículos y los despolariza a través de un sistema de conducción (haz de His y sus ramas) que se encuentra íntegro². La prolongación del complejo QRS puede tener diferentes causas y está relacionada con la aparición de eventos adversos que influyen en la mortalidad de causa cardiovascular. El retraso en la conducción intraventricu-

lar, manifestado como una mayor duración del complejo QRS en el ECG de superficie, se ha demostrado de valor pronóstico en pacientes con enfermedad cardíaca estructural. En el caso de infarto agudo de miocardio (IAM), con disfunción ventricular y en la insuficiencia cardíaca crónica, su valor pronóstico se encuentra bien establecido^{2,3}.

Varios estudios han señalado su valor pronóstico en pacientes con enfermedad coronaria estable y fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI) conservada, con miocardiopatía hipertrófica, marcapasos o desfibrilador automático implantable (DAI), e incluso en pacientes sin afección cardíaca estructural en la población general^{4,6}. Una mayor duración del complejo QRS en el electrocardiograma se ha asociado, en varios estudios, con un mayor riesgo de muerte súbita en pacientes con cardiopatía isquémica y con una mayor mortalidad global. Se han realizado investigaciones donde se ha demostrado que la duración del QRS es un predictor independiente de muerte súbita de causa cardiovascular en la población general, al menos en hombres⁷. Además, se ha observado que en aquellos individuos con QRS mayor de 110 ms de duración, el riesgo relativo de muerte súbita cardíaca es mayor, de forma independiente, en comparación con aquellos con duraciones del QRS <96 ms. Un aumento de 10 ms en la duración del QRS es un predictor independiente de muerte súbita cardíaca en pacientes con acortamiento fraccional del ventrículo izquierdo

inferior al medio⁷.

La prolongación del QRS es útil para identificar sujetos con mayor riesgo de muerte a largo plazo. Este hallazgo tiene importantes consecuencias: en primer lugar porque, si bien en los pacientes con cardiopatía estructural el QRS es un predictor independiente de mortalidad, su mayor duración en el ECG preoperatorio es muy frecuente en los pacientes con cardiopatía isquémica avanzada que son tratados mediante cirugía de revascularización miocárdica (CRM); sin embargo, hay pocos datos disponibles sobre su influencia en la evolución a largo plazo una vez que estos pacientes son operados. Segundo, el QRS prolongado puede detectarse fácilmente en un ECG, el cual puede realizarse rápidamente desde el ingreso del paciente para su chequeo preoperatorio y, en tercer lugar, el inicio temprano de medidas para la prevención de complicaciones podría beneficiar a pacientes de alto riesgo de muerte cardíaca a largo plazo, identificados por medio de una mayor duración del intervalo QRS.

En Cuba, las enfermedades cardiovasculares son la segunda causa de muerte en la población laboralmente activa, con 22651 defunciones en 2013⁸. La CRM constituye uno de los pilares para el tratamiento de la cardiopatía isquémica y tiene como objetivo mejorar el flujo coronario en regiones irrigadas por arterias con estenosis funcionalmente significativas⁹. De igual manera en el entorno cubano, la CRM es el segundo tipo de cirugía cardíaca más realizada y sus índices de mortalidad para la cirugía electiva oscilan alrededor de 8%^{10,11}.

Los trastornos de conducción intraventricular son frecuentes en los pacientes con cardiopatía isquémica avanzada que necesitan la CRM; por tanto, resulta importante determinar la influencia de esta variable en la mortalidad de estos pacientes. En este contexto, la mayoría de los estudios son relacionados con cambios del QRS en el perioperatorio y postoperatorio. La prolongación del QRS es frecuente en el postoperatorio de CRM, entre 4 y 50%, según las series, lo cual se ha asociado a concentraciones más elevadas de la fracción MB de la creatinquinasa (CK-MB), pero no a otras complicaciones clínicas ni a un peor pronóstico a corto o largo plazo. Un nuevo metaanálisis ha corroborado la ausencia de repercusión clínica a corto y a largo plazos¹². El valor pronóstico de la duración del QRS en el ECG preoperatorio se ha investigado menos y se ha asociado con la aparición de bajo gasto postoperatorio –en presencia de disfunción ventricular sistólica–, parada cardíaca en el postoperatorio inmediato y

eventos adversos a largo plazo. Se ha encontrado que el QRS ancho en el preoperatorio es un predictor independiente de arritmias ventriculares malignas, inducidas por isquemia, posterior a la cirugía, además se asocia a depresión del segmento ST¹³.

Las altas tasas de mortalidad y reingresos que presentan los pacientes con cardiopatía estructural y entre ellos aquellos con una cardiopatía de origen isquémico y QRS prolongado, brindan sustento suficiente para evaluar también la utilidad de este signo electrocardiográfico como posible factor pronóstico de mortalidad mediata en los pacientes tratados mediante CRM.

La prolongación del QRS se debe al retraso de la activación ventricular. La modificación de la secuencia normal de activación provoca asincronía mecánica, con deterioro hemodinámico e insuficiencia mitral. La consecuencia es la disminución de la FEVI, con aumento del riesgo de insuficiencia cardíaca y muerte. Por tanto, la prolongación del QRS puede tomarse como un marcador fácil de analizar para evaluar la disfunción ventricular izquierda. Así, la asociación entre el QRS prolongado y el deterioro de la función ventricular izquierda podría explicar, al menos en parte, la relación existente entre la prolongación del QRS y la mortalidad.

El uso de esta variable en el contexto del seguimiento a largo plazo de los pacientes con cardiopatía isquémica tratados mediante CRM puede constituir un aporte al ser un predictor independiente de mortalidad y ayudar, mediante su fácil determinación, a prevenir esta complicación de la CRM a largo plazo y mejorar sus resultados. Por estas razones, el objetivo de esta investigación ha sido evaluar el papel de la duración del complejo QRS como factor pronóstico para la mortalidad mediata cardiovascular en pacientes tratados mediante CRM.

MÉTODO

Se realizó un estudio de cohorte prospectivo en el Cardiocentro del Hospital Clínico-Quirúrgico Hermanos Ameijeiras, de La Habana, Cuba, desde marzo del año 2012 hasta junio de 2016. El universo, que coincide con la muestra, quedó constituido por los 340 pacientes que fueron diagnosticados con cardiopatía isquémica y que requirieron tratamiento quirúrgico en el servicio de Cirugía Cardiovascular.

Se utilizaron las siguientes variables: edad, sexo, hipertensión arterial, hábito de fumar, dislipidemia, diabetes mellitus, cardiopatía isquémica, infarto

previo, arteriopatía extracardíaca, índice de masa corporal, índice cintura-cadera, síndrome coronario con y sin elevación del segmento ST, filtrado glomerular, triglicéridos, fracción de eyección, duración del complejo QRS, y número de vasos coronarios enfermos.

Variables intraoperatorias: tipo de cirugía (con apoyo, con circulación extracorpórea, con corazón latiendo), y tiempos quirúrgicos.

Variables postoperatorias: número de anastomosis arteriales y venosas, tiempo de extubación, estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos Posquirúrgicos, IAM perioperatorio, y complicaciones.

Todos los pacientes tuvieron un seguimiento clínico en la sala del posquirúrgico y en consulta, a partir de los 30 días de la cirugía y durante 4 años.

Los datos de los pacientes se recolectaron en una planilla previamente confeccionada por los autores y se generó una base de datos en el programa Excel y SPSS versión 20, con el cual se efectuó el procesamiento estadístico. Para las variables cualitativas se utilizaron la frecuencia absoluta y el porcentaje; las variables cuantitativas se expresaron como media \pm desviación típica; y para las variables con distribución normal, la mediana con rango intercuartílico. Para determinar las variables que influyeron en la mortalidad se realizó un análisis de regresión logística, donde se utilizaron como variable dependiente la mortalidad y como variables independientes, aquellas asociadas a ésta o relevantes clínica o quirúrgicamente, además de la duración del QRS.

RESULTADOS

La investigación que se presenta reclutó una muestra de 340 pacientes con CRM, de ellos 45 fallecidos (13,2%) y 295 vivos (86,8 %). La edad en el grupo de los fallecidos fue de $65,1 \pm 8,8$ años. No existieron diferencias significativas en relación a la edad ni el sexo ($p > 0,05$) (**Tabla 1**).

Con respecto a los antecedentes patológicos personales, la diabetes mellitus estuvo presente en el 55,6% de los pacientes fallecidos, mientras que sólo

Tabla 1. Distribución de pacientes según variables demográficas y mortalidad. Hospital Hermanos Ameijeiras. La Habana, Cuba, 2016.

Variables	Total (n=340)	Vivos (n=295)	Fallecidos (n=45)	p
Edad (años)	63,2 \pm 8,8	62,9 \pm 8,8	65,1 \pm 9,1	0,127 ^a
Masculino	262 (77,1)	228 (77,3)	34 (75,6)	0,946 ^b
Femenino	78 (22,9)	67 (22,7)	11 (24,4)	

Los datos expresan n(%) y media \pm desviación estándar.

^aPrueba *t de Student*, ^bPrueba ji cuadrado (χ^2) con corrección.

Tabla 2. Distribución de pacientes según antecedentes y mortalidad.

Variables	Total (n=340)	Vivos (n=295)	Fallecidos (n=45)	p
HTA	276 (81,2)	237 (80,3)	39 (86,7)	0,420 ^a
Diabetes mellitus	126 (37,1)	101 (34,2)	25 (55,6)	0,010^a
Fumador	86 (25,3)	72 (24,4)	14 (31,1)	0,500 ^b
Exfumador	166 (48,8)	144 (48,8)	22 (48,9)	
No fumador	88 (25,9)	79 (26,8)	9 (20,0)	
IM previo	69 (54,1)	34 (11,5)	35 (77,8)	<0,001^a
Arteriopatía extracardíaca	92 (27,1)	74 (25,1)	18 (40,0)	0,055 ^a

Los datos expresan n(%).

^aPrueba ji cuadrado (χ^2) con corrección, ^bPrueba ji cuadrado (χ^2) sin corrección.

Tabla 3. Distribución de pacientes según variables antropométricas y mortalidad.

Variables	Total (n=340)	Vivos (n=295)	Fallecidos (n=45)	p
IMC (kg/m ²)	27,1 \pm 3,8	27,1 \pm 3,8	27,4 \pm 3,7	0,569 ^a
Índice cintura/cadera	1,0/0,1	1,0/0,1	1,0/0,1	0,356 ^b

Los datos expresan media \pm desviación estándar y mediana/rango intercuartílico.

^aPrueba *t de Student*, ^bPrueba U de Mann-Whitney.

se recogió este antecedente en el 34,2% de los egresados vivos, con una diferencia significativa ($p=0,010$) entre los dos grupos estudiados. La presencia de infarto de miocardio previo también influyó significativamente en la mortalidad, 11,5 % de los pacientes vivos contra un 77,8 % de los fallecidos

($p<0,001$). El resto de los antecedentes no tuvieron una asociación significativa con la mortalidad media-ta (**Tabla 2**).

Como puede observarse en la **tabla 3**, tanto en el índice de masa corporal como en el de cintura/cadera no existieron diferencias significativas

Tabla 4. Distribución de pacientes según diagnóstico al ingreso para cirugía y mortalidad.

Variables	Total (n=340)	Vivos (n=295)	Fallecidos (n=45)	p*
SCASEST	173 (50,9)	153 (51,9)	20 (44,4)	0,190
SCACEST	14 (4,1)	10 (3,4)	4 (8,9)	
AEEC	153 (45,0)	132 (44,7)	21 (46,7)	

Los datos expresan n(%).

* Prueba ji cuadrado (χ^2) sin corrección.

AEEC, angina de esfuerzo estable crónica; SCACEST, síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST; SCASEST, síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST.

Tabla 5. Características de los pacientes según mortalidad y variables preoperatorias.

Variables preoperatorias	Total (n=340)	Vivos (n=295)	Fallecidos (n=45)	p
Filtrado glomerular (ml/min/m ²)	77,1/52,2	76,4/53,0	79,4/57,8	0,738 ^a
Colesterol (mmol/l)	4,6/1,6	4,6/1,7	4,6/2,0	0,371 ^a
Triglicéridos (mmol/l)	1,5/1,0	1,5/1,1	1,6/1,0	0,626 ^a
FEVI (%)	62,0/15,0	62,0/13,0	60,0/21,5	0,183 ^a
Ancho QRS (ms)	92,5/22,0	92,0/22,0	100,0/24,5	0,021^b
QRS <100 ms	218 (64,1)	196 (66,4)	22 (48,9)	0,034^b
QRS ≥ 100ms	122(35,9)	99 (33,6)	23 (51,1)	
Número de vasos	4,0/2,0	4,0/2,0	4,0/2,0	0,092 ^a

Los datos expresan mediana/rango intercuartílico y n(%).

^aPrueba U de Mann-Whitney, ^b Prueba ji cuadrado (χ^2) con corrección.

FEVI, fracción de eyección del ventrículo izquierdo; ms, milisegundos.

Tabla 6. Características de los pacientes según variables intraoperatorias y mortalidad.

Variables intraoperatorias	Total (n=340)	Vivos (n=295)	Fallecidos (n=45)	p*
Cirugía con apoyo	14 (4,1)	11 (3,7)	3 (6,6)	0,597
Cirugía con CEC	153 (45,0)	132 (44,7)	21 (46,7)	
Cirugía a corazón latiendo	173 (50,9)	152 (51,5)	21 (46,7)	
Tiempo quirúrgico (horas)	5,5/1,3	5,5/1,3	5,5/2,3	0,732

Los datos expresan n(%) y mediana/rango intercuartílico.

* Prueba U de Mann-Whitney.

CEC, circulación extracorpórea.

Tabla 7. Características de los pacientes según variables postoperatorias y mortalidad.

Variables postoperatorias	Total (n=340)	Vivos (n=295)	Fallecidos (n=45)	p*
Nº de injertos arteriales	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	0,693 ^a
Nº de injertos venosos	1,0/2,0	1,0/2,0	2,0/1,0	0,505 ^a
Tiempo de extubación (horas)	6,3/7,0	6,2/5,0	8,0/14,3	0,062 ^a
Estadía en UCIQ (horas)	51,0/24,8	48,0/24,0	72,0/63,5	0,086 ^a
IAM perioperatorio	48 (14,1)	28 (9,5)	20 (44,4)	<0,001 ^b
Complicaciones	162 (54,9)	162 (54,9)	41(91,1)	<0,001 ^b

Los datos expresan mediana/rango intercuartílico y n(%).

^a Prueba U de Mann-Whitney, ^b Prueba ji cuadrado (χ^2) con corrección.

IAM, infarto agudo de miocardio; UCIQ, Unidad de Cuidados Intensivos Quirúrgicos.

entre el grupo de vivos y el de fallecidos ($p > 0,05$). Tampoco se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) respecto al diagnóstico, al ingreso (**Tabla 4**).

La duración del intervalo QRS se asoció de forma significativa ($p = 0,021$) a mayor mortalidad con una media de 92,0/22,0 ms en los pacientes vivos comparado con 100,0 /24,5 ms en los fallecidos (**Tabla 5**). El QRS es más ancho en aquellos pacientes con mayor mortalidad posterior a la cirugía.

Las variables que se midieron en el período intraoperatorio (**Tabla 6**) no resultaron significativas para la mortalidad. Según muestra la **tabla 7**, el IAM perioperatorio (44,4 vs. 9,5%; $p < 0,001$) y las complicaciones postoperatorias (91,1 vs. 54,9%; $p < 0,001$) se presentaron con mayor frecuencia en los pacientes fallecidos en comparación con los vivos, con diferencias estadísticamente muy significativas. El tiempo de extubación y la estadía en la Unidad de Cuidados Intensivos Quirúrgicos se acercaron a la significación estadística con valores de $p = 0,062$ y $p = 0,086$, respectivamente.

La duración del QRS no se asoció de forma significativa con la mortalidad ($p = 0,177$) cuando se controlaron las posibles variables confusoras que pudieran actuar sobre la muerte (**Tabla 8**). Otras variables, como la diabetes mellitus (OR 3,228), las complicaciones (OR 4,943) y el IAM perioperatorio (OR 7,016) tuvieron una fuerza mayor como predictoras independientes de mortalidad en estos pacientes.

DISCUSIÓN

La mayoría de los estudios plantean que la mayor mortalidad tardía se produjo en los pacientes mayores de 70 años. La mortalidad del grupo estudiado fue menor que la de otras investigaciones, pero coincide con los resultados de Riera *et al.*¹⁴ que encontraron una edad media de 65 años. En este estudio las mujeres tuvieron mayor mortalidad que los hombres, aunque la diferencia no fue significativa, debido a que la revascularización se realiza en mu-

Tabla 8. Resultados del análisis multivariado para el QRS como factor pronóstico de mortalidad.

Variables	OR	IC de 95 %	p
Edad	1,039	0,995-1,085	0,080
Sexo masculino	0,716	0,307- 0,671	0,440
FEVI	0,971	0,943-1,001	0,056
Presencia de diabetes mellitus	3,228	1,514-6,883	0,002
Tipo de RM	1,503	0,720-3,141	0,278
Complicaciones	4,943	1,603-15,243	0,005
IAM perioperatorio	7,016	3,047-16,155	p < 0,001
Soporte (apoyo)	(Variable <i>dummy</i>)		
CEC	0,433	0,097-1,937	0,273
Corazón Latiendo	0,326	0,074-1,445	0,140
QRS >100 ms	1,666	0,795-3,493	0,177

CEC, circulación extracorpórea; FEVI, fracción de eyección del ventrículo izquierdo; IC, intervalo de confianza; IAM infarto agudo de miocardio; OR, *odds ratio*; RM, revascularización miocárdica.

jeros con enfermedad coronaria más severa y avanzada, mayor edad y comorbilidades^{15,16}.

La diabetes mellitus es factor de riesgo para la mortalidad luego de la CRM; de igual manera, el IAM se asocia a una mayor mortalidad debido a una reducción de la FEVI, así como a una elevada predisposición a arritmias cardíacas, resultados de este trabajo que coinciden con la literatura revisada^{17,18}. De igual manera sucede en relación con las variables antropométricas y la mortalidad¹⁹.

Con respecto a la duración del QRS se ha detectado que a medida que esta aumenta hay mayor disincronía, la cual tiene impacto en la función mecánica del ventrículo izquierdo²⁰. Las alteraciones que aumentan la duración del QRS expresan disincronía lo que contribuye a la disminución de la función ventricular y a un trastorno eléctrico que aumenta la dispersión de la refractariedad ventricular y predispone al desarrollo de arritmias ventriculares, dando al ancho del QRS valor pronóstico para predecir mortalidad²¹.

Los resultados de la presente investigación coinciden con los informados por Arribas Leal *et al.*²² que en una serie de 203 pacientes constataron que la duración media del QRS preoperatorio fue de 92,6±19,4 ms. Una mayor duración se asoció a mayor número de vasos coronarios enfermos²². Este estudio muestra de forma univariada que la duración del intervalo QRS en el ECG preoperatorio se asocia a una mayor mortalidad posterior a la CRM, debido a una prevalencia más elevada de desincronización mecánica ventricular, con disminución de la efectividad contráctil, lo que favorece la inestabilidad hemodinámica en el postoperatorio y se relaciona con mayor mortalidad a largo plazo²³.

También fue posible la determinación de un punto de corte al observarse, en el presente estudio, que la duración del QRS mayor de 100 ms presentaba una asociación significativa con la mortalidad mediata. Este resultó ser más bajo que los informados en la literatura revisada, donde se plantea que es a partir de 110 ms que el QRS prolongado suele ser un predictor de muerte súbita, aunque el valor normal de este intervalo es hasta 100 ms. Esto podría explicarse porque estas investigaciones se han realizado en pacientes con insuficiencia cardíaca y FEVI baja, donde se ha medido el QRS como predictor de muerte súbita en otro contexto; en tanto, los pacientes de la presente investigación tenían una media de la FEVI normal.

Un estudio realizado por Gasparini *et al.*² muestra cómo la tasa de mortalidad cardíaca se incrementa

por cada 10 ms, lo que aumenta la duración del QRS, y se hace mucho mayor en pacientes en el extremo superior de duración del QRS. O sea, pequeñas variaciones en la duración del QRS, conllevan un significativo aumento en la mortalidad cardíaca (de 16% por cada 10 ms). La mortalidad después de un IAM perioperatorio se encuentra en el rango entre 3,5-25%²⁴. Este IAM y las complicaciones inmediatas en la CRM tienen una relación directa con la mortalidad²⁵.

Los pacientes diabéticos sufren con mayor frecuencia complicaciones, por lo que tienen un peor pronóstico posterior a la cirugía²⁶. El QRS, a pesar de que la muestra fue con pacientes con una FEVI conservada, no se asoció de forma independiente con la mortalidad, probablemente por el tamaño de la muestra y también porque existen otros factores que actúan con más fuerza como predictores independientes de desenlace fatal. Es probable que el ensanchamiento del QRS se asocie a un mayor número de complicaciones o a una mayor inestabilidad hemodinámica por IAM perioperatorio en la CRM, de ahí que sean estas variables codependientes; sin embargo, la mayor duración de este intervalo por sí solo en esta investigación no se pudo demostrar que fuera un factor predictor independiente de mortalidad en la CRM, aunque también pudiera estar relacionado con el hallazgo de un punto de corte más bajo que el descrito en la literatura, por las características de los pacientes de este estudio. No obstante, en otras investigaciones se ha descrito que la mayor duración del QRS en el preoperatorio de la CRM se ha asociado con la aparición de un bajo gasto postoperatorio en presencia de disfunción ventricular sistólica, parada cardíaca en el postoperatorio inmediato y eventos adversos a largo plazo, los que se relacionan con una mayor mortalidad²⁷.

Los resultados de esta investigación no restan valor a la medición del QRS para aportar información pronóstica aunque los actuales modelos de riesgo para mortalidad, EuroSCORE y Parsonnet, no incluyen ninguna variable electrocardiográfica.

Serán necesarios nuevos estudios sobre poblaciones más amplias para definir el papel pronóstico de esta variable posterior a la CRM.

CONCLUSIONES

La duración del intervalo QRS presentó una asociación significativa con la mortalidad cardiovascular

en el análisis univariado, pero no se pudo demostrar su efecto independiente sobre la muerte cardíaca en pacientes tratados mediante cirugía de revascularización miocárdica al controlar el resto de las variables.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abboud S, Berenfield O, Sadeh D. Simulation of high-resolution QRS complex using a ventricular model with a fractal conduction system. Effects of ischemia on high-frequency QRS potentials. *Circ Res*. 1991;68(6):1751-60.
2. Gasparini M, Leclercq C, Yu CM, Auricchio A, Steinberg JS, Lamp B, et al. Absolute survival after cardiac resynchronization therapy according to baseline QRS duration: a multinational 10-year experience: data from the Multicenter International CRT Study. *Am Heart J*. 2014;167(2):203-9.
3. Iuliano S, Fisher SG, Karasik PE, Fletcher RD, Singh SN. QRS duration and mortality in patients with congestive heart failure. *Am Heart J*. 2002; 143(6):1085-91.
4. Triola B, Olson MB, Reis SE, Rautaharju P, Merz CN, Kelsey SF, et al. Electrocardiographic predictors of cardiovascular outcome in women. The National Heart, Lung, and Blood Institute-Sponsored Women's Ischemia Syndrome Evaluation (WISE) study. *J Am Coll Cardiol*. 2005;46(1):51-6.
5. Elhendy A, Hammill SC, Mahoney DW, Pellikka PA. Relation of QRS duration on the surface 12-lead electrocardiogram with mortality in patients with known or suspected coronary artery disease. *Am J Cardiol*. 2005;96(8):1082-8.
6. Bongioanni S, Bianchi F, Migliardi A, Gnani R, Pron PG, Casetta M, et al. Relation of QRS duration to mortality in a community-based cohort with hypertrophic cardiomyopathy. *Am J Cardiol*. 2007;100(3):503-6.
7. Kurl S, Makikallio TH, Rautaharju P, Kiviniemi V, Laukkanen JA. Duration of QRS complex in resting electrocardiogram is a predictor of sudden cardiac death in men. *Circulation*. 2012;125(21): 2588-94.
8. Ministerio de Salud Pública. Anuario Estadístico de Salud 2013. La Habana: Dirección Nacional de Registros Médicos y Estadísticas de Salud; 2014.
9. Park DW, Seung KB, Kim YH, Lee JY, Kim WJ, Kang SJ, et al. Long-term safety and efficacy of stenting versus coronary artery bypass grafting for unprotected left main coronary artery disease: 5-year results from the MAIN-COMPARE (Revascularization for Unprotected Left Main Coronary Artery Stenosis: Comparison of Percutaneous Coronary Angioplasty Versus Surgical Revascularization) registry. *J Am Coll Cardiol*. 2010;56(2): 117-24.
10. Rodríguez Silva H, Galego Pimentel D, Negrín Villavicencio JA. Grupos multidisciplinares. Impacto de los resultados obtenidos en la asistencia, docencia e investigaciones. La Habana: Boletín Científico [Internet]; 2009 [citado 18 Abr 2017]. Disponible en: <http://files.sld.cu/boletincnscs/files/2009/07/respub2009dr-rodriguezsilva.pdf>
11. Vázquez FJ, Juffé A, Pita S, Tarrío R, Cuenca J, Herrera JM, et al. Valor de 6 escalas de riesgo para predecir mortalidad en la cirugía coronaria sin circulación extracorpórea. *An Cir Card Cir Vasc*. 2005;11(3):129-35.
12. Kumbhani DJ, Sharma GV, Khuri SF, Kirdar JA. Fascicular conduction disturbances after coronary artery bypass surgery: a review with a meta-analysis of their long-term significance. *J Card Surg*. 2006;21(4):428-34.
13. Acil T, Türköz R, Acil M, Sezgin AT, Baltali M, Gülcan O, et al. Value of prolonged QRS duration as a predictor of low cardiac output syndrome in patients with impaired left ventricular systolic function who undergo isolated coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol*. 2006;98(10):1357-62.
14. Riera M, Herrero J, Ibáñez J, Campillo C, Améza-ga R, Sáez de Ibarra JI, et al. Supervivencia a medio plazo de los pacientes operados en cirugía cardíaca mayor. *Rev Esp Cardiol*. 2011;64(6):463-9.
15. Vidal-Pérez R, Otero-Raviña F, Gómez Vázquez JL, Santos Rodríguez JA, De Frutos De Marcos C, González-Juanatey JR. Cardiopatía isquémica en la mujer. Datos del estudio CIBAR. *Rev Esp Cardiol*. 2012;65(11):1056-8.
16. Haddad N, Bittar E, de Marchi AF, Kantorowitz CS, Ayoub AC, Fonseca ML, et al. Hospital costs of coronary artery bypass grafting on elective coronary patients. *Arq Bras Cardiol*. 2007;88(4): 418-23.
17. Navia D, Vrancic M, Piccinini F, Benzadón M, Thierer J, Dorsa A, et al. Cirugía coronaria sin circulación extracorpórea con puentes arteriales múltiples en pacientes diabéticos: Resultados tempranos y alejados. *Rev Argent Cardiol*. 2013; 81(6):505-12.
18. Panza JA, Velazquez EJ, She L, Smith PK, Nicolau

- JC, Favalaro RR, *et al.* Extent of coronary and myocardial disease and benefit from surgical revascularization in patients with ischemic left ventricular dysfunction. *J Am Coll Cardiol.* 2014;64(6):553-61.
19. Moulton MJ, Creswell LL, Mackey ME, Cox JL, Rosenbloom M. Obesity is not a risk factor for significant adverse outcomes after cardiac surgery. *Circulation.* 1996;94(9 Supl):II87-92.
20. Clark AL, Goode K, Cleland JG. The prevalence and incidence of left bundle branch block in ambulant patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2008;10(7):696-702.
21. Yan GH, Wang M, Yiu KH, Lau CP, Zhi G, Lee SW, *et al.* Subclinical left ventricular dysfunction revealed by circumferential 2D strain imaging in patients with coronary artery disease and fragmented QRS complex. *Heart Rhythm.* 2012;9(6):928-35.
22. Arribas Leal JM, Pascual-Figal DA, Ahumada Vidal M, Marín Ortuño F, Gutiérrez García F, García-Puente del Corral J, *et al.* Duración del QRS y deterioro hemodinámico precoz tras cirugía de revascularización coronaria. *Rev Esp Cardiol.* 2009;62(6):652-9.
23. Shenkman HJ, Pampati V, Khandelwal AK, McKinnon J, Nori D, Kaatz S, *et al.* Congestive heart failure and QRS duration: Establishing prognosis study. *Chest.* 2002;122(2):528-34.
24. Nishiwaki N, Kawano Y, Sakai M, Furukawa K. Experience of perioperative myocardial infarction with graft patency following coronary artery bypass graft surgery. *Nihon Geka Hokan.* 1990;59(2):153-60.
25. Siregar S, Groenwold RH, de Mol BA, Speekenbrink RG, Versteegh MI, Brandon Bravo Bruinsma GJ, *et al.* Evaluation of cardiac surgery mortality rates: 30-day mortality or longer follow-up? *Eur J Cardiothorac Surg.* 2013;44(5):875-83.
26. Verma S, Farkouh ME, Yanagawa B, Fitchett DH, Ahsan MR, Ruel M, *et al.* Comparison of coronary artery bypass surgery and percutaneous coronary intervention in patients with diabetes: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2013;1(4):317-28.
27. Biffi M, Bertini M, Boriani G, Martignani C, Branzi A. Heart failure after myocardial revascularization: Risk markers. *Int J Cardiol.* 2005;105(1):11-4.

QRS duration and its relationship with the postoperative mortality of the coronary artery bypass grafting surgery

Mirtha López Ramírez¹✉, MD, MSc; Manuel Nafeh Abi-rezk², MD, PhD; Halley Moya Liriano¹, MD; Julio A. Gómez Sardiñas¹, MD; Teddy O. Tamargo Barbeito³, MD, PhD; Jesús Valdés Álvarez¹, MD; Manuel Hernández Ayllón¹, MD; Noel E. Peña Fernández¹, MD; and Daymir López Ramírez⁴, MD

¹ Department of Cardiology. Hospital Clínico-Quirúrgico Hermanos Ameijeiras. Havana, Cuba.

² Department of Cardiac Surgery. Hospital Clínico-Quirúrgico Hermanos Ameijeiras. Havana, Cuba.

³ Department of Biostatistics. Hospital Clínico-Quirúrgico Hermanos Ameijeiras. Havana, Cuba.

⁴ Department of General Surgery. Hospital Octavio de la Concepción y la Pedraja. Camagüey, Cuba.

Este artículo también está disponible en español

ARTICLE INFORMATION

Received: May 14, 2017

Accepted: September 07, 2017

Competing interests

The authors declare no competing interests

Acronyms

AMI: acute myocardial infarction

CABG: coronary artery bypass grafting

ECG: electrocardiogram

HBP: high blood pressure

LVEF: left ventricular ejection fraction

On-Line English & Spanish versions

ABSTRACT

Introduction: Due to its availability, the electrocardiogram –and in this, the QRS interval's duration– is a useful tool to predict future adverse events.

Objective: To assess the role of the QRS complex duration as a prognostic factor for cardiovascular mortality in patients treated by a coronary artery bypass grafting surgery.

Method: A prospective cohort research was carried out in the Cardiovascular Surgery Department of the Cardiocentro of the «Hospital Clínico-Quirúrgico Hermanos Ameijeiras», from March 2012 to June 2016. The sample consisted of 340 patients. In the statistical analysis, summary measures were used for quantitative and qualitative variables and the multivariate analysis was performed with dichotomous logistic regression.

Results: The duration of the QRS interval was not significantly associated with mortality ($p=0.177$). The odds ratio for diabetes mellitus was 3.228; for complications, 4.943; and for perioperative myocardial infarction, 7.016.

Conclusions: The duration of the QRS interval showed a significant association with cardiovascular mortality in the univariate analysis, but its independent effect on cardiac death in patients treated by coronary artery bypass grafting surgery could not be demonstrated when controlling the rest of the variables. The perioperative myocardial infarction, complications and diabetes mellitus were the independent risk factors for cardiovascular death after this type of surgery.

Key words: Coronary artery bypass surgery, Prognostic factors, QRS duration, Mediate mortality, Ischemic heart disease

Duración del QRS y su relación con la mortalidad postoperatoria de la cirugía de revascularización miocárdica

RESUMEN

Introducción: Debido a su disponibilidad, el electrocardiograma –y en éste la duración del intervalo QRS– constituye una herramienta útil para predecir futuros eventos adversos.

✉ M López Ramírez
Hospital Hermanos Ameijeiras.
San Lázaro 701, e/ Belascoaín y
Marqués González. Centro Habana
10300. La Habana, Cuba. E-mail
address: mirtlr@infomed.sld.cu

Objetivo: Evaluar el papel de la duración del complejo QRS como factor pronóstico para la mortalidad cardiovascular en pacientes tratados mediante cirugía de revascularización miocárdica.

Método: Se realizó una investigación de cohorte prospectiva en el Servicio de Cirugía Cardiovascular del Cardiocentro del Hospital Clínico-Quirúrgico "Hermanos Ameijeiras", desde marzo de 2012 a junio de 2016. La muestra fue de 340 pacientes. En el análisis estadístico se utilizaron medidas de resumen para variables cuanti y cualitativas, y el análisis multivariado se realizó con la regresión logística dicotómica.

Resultados: La duración del intervalo QRS no se asoció de forma significativa con la mortalidad ($p=0,177$). El índice de probabilidad (odds ratio) para la diabetes mellitus fue de 3,228; para las complicaciones, 4,943; y para el infarto de miocardio perioperatorio, 7,016.

Conclusiones: La duración del intervalo QRS presentó una asociación significativa con la mortalidad cardiovascular en el análisis univariado, pero no se pudo demostrar su efecto independiente sobre la muerte cardíaca en pacientes tratados mediante cirugía de revascularización miocárdica al controlar el resto de las variables. El infarto de miocardio perioperatorio, las complicaciones y la diabetes mellitus, resultaron ser los factores de riesgo independientes para la muerte cardiovascular posterior a la cirugía de revascularización miocárdica.

Palabras clave: Cirugía de revascularización miocárdica, Factores pronósticos, Duración del QRS, Mortalidad mediata, Cardiopatía isquémica

INTRODUCTION

At present, many newer diagnostic and imaging techniques have been developed to assess cardiovascular disease and related complications as well. To this end, electrocardiogram (ECG) remains a very practical technique not only for the diagnosis of heart disease but also for prediction of future adverse events as ECG is relatively available. In each cardiac cycle, ventricular activation is determined by the anatomy and physiology of the heart muscle and the conduction system. An ECG graphically expresses this process through spikes and dips called waves. The QRS complex represents the depolarization (activation) of both ventricles¹.

The QRS complex measures the time from the beginning to the end of ventricular activation. It is measured from the beginning of the Q or R wave to the end of the S wave (or R' if this is the last wave). QRS complex lasts no more than 60 and 100 milliseconds (ms). This corresponds to the complex generated after supraventricular activation which reaches the ventricles and depolarizes them through the entirely intact conduction system (bundle of His and bundle branches)². QRS prolongation may have a number of causes and is associated with adverse events that influence cardiac mortality. Prolongation of the QRS due to intraventricular conduction delay has been shown to have prognostic value in patients

with structural heart disease. In the case of acute myocardial infarction (AMI), with ventricular dysfunction, and chronic heart failure, the prognostic value of QRS has been well established^{2,3}.

Several studies have reported the prognostic value of QRS duration in patients with stable coronary artery disease and preserved left ventricular ejection fraction (LVEF), hypertrophic cardiomyopathy, pacemaker or implantable cardioverter defibrillator (ICD), and even in patients without structural heart disease in the general population^{4,6}. A longer QRS complex on electrocardiogram has been associated, in many studies, with an increased risk of sudden death in patients with ischemic cardiomyopathy and with higher overall mortality. Previous studies have demonstrated that QRS duration is an independent predictor of sudden death of cardiovascular causes in the general population, at least in men⁷. Furthermore, it has been observed that patients with QRSd > 110 ms have a greater risk for sudden cardiac death compared with patients with QRSd < 96 ms. A 10 ms increase in QRS duration is an independent predictor of sudden death in patients with LV fractional shortening below the median value⁷.

Prolonged QRS duration helps to identify subjects with higher long-term mortality. This finding has potential consequences: firstly, although QRS is an independent predictor of mortality in patients with structural heart disease, QRS prolongation on pre-

operative ECG usually occurs in patients with advanced ischemic cardiomyopathy undergoing coronary artery bypass grafting (CABG) surgery. However, limited data are available about effects on long-term outcome once they have undergone (CABG) surgery. Secondly, prolonged QRS can be easily detected on a previous, rapid ECG examination at admission for preoperative check-up and, thirdly, early measures to prevent complications could benefit patients at higher risk for long-term cardiac death, identified by prolonged QRS duration.

In Cuba, cardiovascular diseases are the second leading cause of death among the working population. They accounted for 22,651 deaths in 2013⁸. Coronary artery bypass grafting (CABG) is one of the standard treatments for ischemic cardiomyopathy, typically aiming at improving coronary flow in regions irrigated by arteries with functionally significant stenoses⁹. Likewise, in Cuba, CABG is the second most commonly performed cardiac surgery so far; exhibiting mortality rates of nearly 8% for an elective surgery^{10,11}.

Conduction disturbances are common in patients with advanced ischemic cardiomyopathy who require CABG. Hence it is extremely important to estimate the influence of this variable on the mortality of these patients. In this connection, most studies are related to perioperative/postoperative changes in the QRS. Prolonged QRS often occurs during postoperative CABG surgery (between 4 and 50%, depending on the series) which has been associated with higher creatine kinase (MB fraction) elevations, but not to other clinical complications or short/long-term prognosis. A new meta-analysis has corroborated the absence of short/long-term clinical consequences¹². The QRS prolongation as a prognostic value on the preoperative ECG has been less studied and has been associated with post-operative low cardiac output (in the presence of systolic ventricular dysfunction), cardiac arrest in the immediate postoperative period, and long-term adverse events. Wide preoperative QRS has been shown to be an independent predictor of postoperative, ischemia-related malignant ventricular arrhythmias, and besides, to be associated with ST¹³ segment depression¹³.

High mortality and re-admission rates in patients with structural heart disease, including those with long-term ischemic cardiomyopathy and prolonged QRS, provide sufficient ground for assessing the usefulness of QRS ECG-trace as a possible prognostic factor for mortality in patients treated with CABG.

A prolonged QRS duration is a specific indicator of delayed ventricular activation. Changes in the normal ventricular activation cause mechanical asynchrony along with hemodynamic disorders and mitral regurgitation. This results in decreased LVEF with an increased risk of heart failure and death. Consequently, prolonged QRS duration may be an easy-to-use marker to assess left ventricular dysfunction. Thus, the association between prolonged QRS and left ventricular impairment may partly explain the association between QRS prolongation and mortality.

Using this variable throughout long-term follow-up in patients who underwent CABG may be an independent predictor of mortality and provide effective prevention for long-term CABG complications, which may help to improve outcome. Therefore, our research aims to assess the significance of QRS complex duration as a prognostic factor for intermediate cardiac mortality in patients treated with CABG.

METHOD

A prospective cohort study was conducted at the "Cardiocentro" in the Hermanos Ameijeiras Clinical-Surgical Hospital, in Havana, Cuba, from March 2012 to June 2016. The population, which coincided with the sample, included 340 patients diagnosed with ischemic cardiomyopathy who needed surgical treatment in the Department of Cardiac Surgery.

The following variables were used: age, sex, high blood pressure, smoking, dyslipidemia, diabetes mellitus, ischemic cardiomyopathy, previous infarction, peripheral artery disease, body mass index, waist-hip ratio, coronary syndrome with and without ST-segment elevation, glomerular filtration, triglycerides, LVEF, duration of the QRS complex, and number of diseased vessels.

Intraoperative variables: type of intervention (whether using support, or cardiopulmonary bypass, or beating-heart), and surgical times.

Postoperative variables: number of arterial and venous anastomoses, extubation time, post-surgical Intensive Care Unit length of stay, perioperative AMI and complications.

All patients were followed up in the postoperative room and during out-patient consultation, starting 30 days after surgery and continuing on for 4

years.

The data of the patients were collected in a pre-defined manuscript (made up by the authors) and all statistical analyses were performed using Excel and SPSS version 20 program database

We used absolute frequency and percentage to assess qualitative variables. Quantitative variables were expressed as mean \pm standard deviation and we utilized median and interquartile range for variables with normal distribution. Logistic regression analyses were performed to detect variables that influenced mortality. Mortality was used as a dependent variable and associated variables or surgically/clinically relevant were used as independent variables, as well as QRS duration.

RESULTS

The research recruited a sample of 340 patients with CABG, 45 of them deceased (13.2%) and 295 alive (86.8%). The age in the deceased group was 65.1 ± 8.8 years. There were no significant differences concerning age or sex ($p > 0.05$) (**Table 1**).

Regarding their pathological profile, 55.6% of the deceased patients had diabetes, while this antecedent was collected only in 34.2% of those discharged alive, with significant difference ($p = 0.010$) between the two groups studied. The presence of previous myocardial infarction significantly influenced mortality, 11.5% of the patients alive vs. 77.8% of the deceased ($p < 0.001$). The rest of the antecedents had no significant association with intermediate mortality

(**Table 2**).

There were no significant differences between the alive and deceased groups in both body mass index and waist-hip ratio ($p > 0.05$) as depicted in **table 3**. Neither significant differences were found ($p > 0.05$) concerning diagnosis at admission (**Table 4**).

The duration of the QRS interval was significantly associated ($p = 0.021$) with higher mortality with a mean 92.0/22.0 ms in the live patients compared to 100.0/24.5 ms in the deceased patients (**Table 5**). Wider QRS is seen in patients with higher mortality after surgery.

Table 1. Patient distribution according to demographic variables and mortality. Hermanos Ameijeiras Hospital. Havana, Cuba, 2016.

Variables	Total (n=340)	Alive (n=295)	Deceased (n=45)	p
Age (years)	63.2 \pm 8.8	62.9 \pm 8.8	65.1 \pm 9.1	0.127 ^a
Male	262 (77.1)	228 (77.3)	34 (75.6)	0.946 ^b
Female	78 (22.9)	67 (22.7)	11 (24.4)	

Data express n (%) and mean \pm standard deviation.

^aStudent t test, ^bChi square test (χ^2) with correction.

Table 2. Distribution of patients according to antecedents and mortality.

Variables	Total (n=340)	Alive (n=295)	Deceased (n=45)	p
HBP	276 (81.2)	237 (80.3)	39 (86.7)	0.420 ^a
Diabetes mellitus	126 (37.1)	101 (34.2)	25 (55.6)	0.010 ^a
Current smoker	86 (25.3)	72 (24.4)	14 (31.1)	0.500 ^b
Previous smoker	166 (48.8)	144 (48.8)	22 (48.9)	
Never smoker	88 (25.9)	79 (26.8)	9 (20.0)	<0.001 ^a
Previous AMI	69 (54.1)	34 (11.5)	35 (77.8)	
Peripheral artery disease	92 (27.1)	74 (25.1)	18 (40.0)	0.055 ^a

Data express n(%).

^aChi-square test (χ^2) with correction, ^bChi-square test (χ^2) without correction.

Table 3. Distribution of patients according to anthropometric variables and mortality.

Variables	Total (n=340)	Alive (n=295)	Deceased (n=45)	p
BMI (kg/m ²)	27.1 \pm 3.8	27.1 \pm 3.8	27.4 \pm 3.7	0.569 ^a
Waist/hip index	1.0/0.1	1.0/0.1	1.0/0.1	0.356 ^b

Data express mean \pm standard deviation and median/interquartile range.

^aStudent t test, ^bMann-Whitney U test.

The variables in the intraoperative period (**Table 6**) were not significant for mortality. As shown in **table 7**, perioperative AMI (44.4% vs. 9.5%, $p < 0.001$) and postoperative complications (91.1% vs. 54.9%, $p < 0.001$) were more frequent in deceased, compared

to patients alive, with statistically significant differences. The extubation time and the Intensive Care Unit stay were close to statistical significance with values $p = 0.062$ and $p = 0.086$, respectively.

QRS duration was not significantly associated

Table 4. Distribution of patients according to diagnosis at admission for surgery and mortality.

Variables	Total (n=340)	Alive (n=295)	Deceased (n=45)	p*
STE-ACS	173 (50.9)	153 (51.9)	20 (44.4)	0.190
NSTE-ACS	14 (4.1)	10 (3.4)	4 (8.9)	
AEEC	153 (45.0)	132 (44.7)	21 (46.7)	

Data express n(%).

* Chi square test (χ^2) without correction.

NSTE-ACS, non-ST-segment elevation acute coronary syndrome; STE-ACS, ST-segment elevation acute coronary syndrome.

Table 5. Characteristics of patients according to mortality and preoperative variables.

Preoperative variables	Total (n=340)	Alive (n=295)	Deceased (n=45)	p
Glomerular filtration rate (ml/min/m ²)	77.1/52.2	76.4/53.0	79.4/57.8	0.738 ^a
Cholesterol (mmol/l)	4.6/1.6	4.6/1.7	4.6/2.0	0.371 ^a
Triglycerides (mmol/l)	1.5/1.0	1.5/1.1	1.6/1.0	0.626 ^a
LVEF (%)	62.0/15.0	62.0/13.0	60.0/21.5	0.183 ^a
QRS width (ms)	92.5/22.0	92.0/22.0	100.0/24.5	0.021^b
QRS < 100ms	218 (64.1)	196 (66.4)	22 (48.9)	0.034^b
QRS ≥ 100ms	122(35.9)	99 (33.6)	23 (51.1)	
Number of vessels	4.0/2.0	4.0/2.0	4.0/2.0	0.092 ^a

Data express median/interquartile range and n(%).

^aMann-Whitney U test, ^bChi-square test (χ^2) with correction.

LVEF, left ventricular ejection fraction; ms, milliseconds.

Table 6. Characteristics of patients according to intraoperative variables and mortality.

Intraoperative variables	Total (n=340)	Alive (n=295)	Deceased (n=45)	p*
Surgery with support	14 (4.1)	11 (3.7)	3 (6.6)	0.597
Surgery with CPB	153 (45.0)	132 (44.7)	21 (46.7)	
Beating-heart surgery	173 (50.9)	152 (51.5)	21 (46.7)	
Surgical time (hours)	5.5/1.3	5.5/1.3	5.5/2.3	0.732

Data express n(%) and median/interquartile range.

* Mann-Whitney U test.

CPB, cardiopulmonary bypass.

Table 7. Characteristics of patients according to postoperative variables and mortality.

Postoperative variables	Total (n=340)	Alive (n=295)	Deceased (n=45)	p*
Nº of coronary grafts	1.0/1.0	1.0/1.0	1.0/1.0	0.693 ^a
Nº of venous grafts	1.0/2.0	1.0/2.0	2.0/1.0	0.505 ^a
Extubation time (hours)	6.3/7.0	6.2/5.0	8.0/14.3	0.062 ^a
Stay in ICU (hours)	51.0/24.8	48.0/24.0	72.0/63.5	0.086 ^a
Perioperative AMI	48 (14.1)	28 (9.5)	20 (44.4)	<0.001 ^b
Complications	162 (54.9)	162 (54.9)	41(91.1)	<0.001 ^b

Data express median/interquartile range and n(%).

^aMann-Whitney U test, ^bChi square test (χ^2) with correction
AMI, acute myocardial infarction; ICU, Intensive Care Unit.

with mortality (p=0.177) when controlling the possible confounding variables that may influence on death (**Table 8**). Other variables, such as diabetes mellitus (OR 3.228), complications (OR 4.943) and perioperative AMI (OR 7.016) were very strong independent predictors of mortality in these patients.

DISCUSSION

Most studies have suggested that, the highest late mortality occurred in patients older than 70 years. Mortality was lower in the group of patients studied than that of other researches, but it coincides with the results of Riera *et al.*¹⁴ who found an average age of 65 years. In this study, mortality was higher in women than men, yet the difference was not significant, as CABG is performed in women with more severe and advanced coronary artery disease, older age and comorbidities^{15,16}.

Diabetes mellitus is a risk factor for post-CABG mortality. Likewise, AMI is associated with a higher mortality due to reduced ejection fraction, as well as a high predisposition to cardiac arrhythmias. These findings are consistent with the literature reviewed^{17,18}. The same happens in relation to the anthropometric variables and mortality¹⁹.

As reported in prior studies, QRS prolongation correlates with greater dyssynchrony, which in turn, causes deterioration in left ventricular function²⁰. Changes that prolong

QRS duration express asynchrony, contributing to the decrease in ventricular function and to an electrical disturbance that increases dispersion of ventricular repolarization and predisposes to ventricular arrhythmias, giving the QRS width a prognostic value to predict mortality²¹.

The results of our investigation coincide with those by Arribas Leal *et al.*²² who, in a series of 203 patients, found that average preoperative QRS duration was 92.6±19.4 ms. Prolonged duration was associated with a greater number of diseased coronary

Table 8. Results of multivariate analysis for QRS as a prognostic factor for mortality.

Variables	OR	CI 95%	p
Age	1.039	0.995-1.085	0.080
Male sex	0.716	0.307- 0.671	0.440
LVEF	0.971	0.943-1.001	0.056
Presence of diabetes mellitus	3.228	1.514-6.883	0.002
Type of CABG	1.503	0.720-3.141	0.278
Complications	4.943	1.603-15.243	0.005
Perioperative AMI	7.016	3.047-16.155	p<0.001
Support	(Dummy variable)		
CPB	0.433	0.097-1.937	0.273
Beating-heart surgery	0.326	0.074-1.445	0.140
QRS > 100 ms	1.666	0.795-3.493	0.177

AMI, acute myocardial infarction; CABG, coronary artery bypass grafting; CI, confidence interval; CPB, cardiopulmonary bypass; LVEF, left ventricular ejection fraction; OR, odds ratio.

vessels²². This study shows in a univariate way that the duration of the QRS interval in preoperative ECG is associated with higher mortality after CABG surgery, due to higher prevalence of mechanical ventricular desynchronization, with a decrease in normal ventricular contraction, which favors hemodynamic disorders in the postoperative period and is associated with greater long-term mortality²³.

It was also possible to identify the cut-off point by observing that a QRS duration lower than 100 ms had a significant association with intermediate mortality. This was lower than those reported in the literature reviewed, where it is stated that prolonged QRS from 110 ms is usually a predictor of sudden death. Although the normal value of this interval is up to 100 ms. This may be explained by the fact that these investigations were conducted in patients with heart failure and low LVEF. So, QRS was measured as a predictor of sudden death in a different context. But the patients of our investigation had an average normal LVEF.

A study carried out by Gasparini *et al.*² shows how cardiac death rate increases every 10 ms, which increases QRS duration, and becomes much longer in patients in the peak of the QRS duration. That is, small variations in QRS duration, lead to significant increase in cardiac mortality (16% for every 10 ms). Mortality after perioperative AMI ranges between 3.5-25%²⁴. This AMI and immediate CABG complications are directly related with mortality²⁵.

Diabetic patients suffer complications more frequently, so they have a worse prognosis after surgery²⁶. The QRS, although the sample consisted of patients with preserved LVEF, was not independently associated with mortality, probably because of the sample size and also because there are other factors that are stronger independent predictors of fatal outcome. It is likely that, widening of the QRS is associated with a greater number of complications or hemodynamic disorders due to perioperative AMI in the CABG. Hence, these variables are co-dependent. However, in this investigation, the longest duration of this interval as such could not be demonstrated to be an independent predictor of mortality in the CABG. Although it could also be related to the finding of a lower cut-off point than that described in literature, due to the characteristics of the patients in this study. However, other studies have reported that longer QRS duration in the preoperative period for CABG has been associated with lower postoperative outcomes in the presence of systolic ventricular

dysfunction, cardiac arrest in the immediate postoperative period and long-term adverse events. Those related to higher mortality²⁷.

The results of this investigation do not detract QRS measurement to provide prognostic information, although the current risk models for mortality, EuroSCORE and Parsonnet, do not include any electrocardiographic variable.

Further study on broader populations is needed to define the prognostic role of this variable after CABG.

CONCLUSIONS

The duration of the QRS interval showed significant association with cardiovascular mortality in the univariate analysis, but its independent effect on cardiac death in patients treated with coronary artery bypass grafting surgery could not be demonstrated when controlling the rest of the variables.

REFERENCES

1. Abboud S, Berenfield O, Sadeh D. Simulation of high-resolution QRS complex using a ventricular model with a fractal conduction system. Effects of ischemia on high-frequency QRS potentials. *Circ Res.* 1991;68(6):1751-60.
2. Gasparini M, Leclercq C, Yu CM, Auricchio A, Steinberg JS, Lamp B, *et al.* Absolute survival after cardiac resynchronization therapy according to baseline QRS duration: a multinational 10-year experience: data from the Multicenter International CRT Study. *Am Heart J.* 2014;167(2):203-9.
3. Iuliano S, Fisher SG, Karasik PE, Fletcher RD, Singh SN. QRS duration and mortality in patients with congestive heart failure. *Am Heart J.* 2002; 143(6):1085-91.
4. Triola B, Olson MB, Reis SE, Rautaharju P, Merz CN, Kelsey SF, *et al.* Electrocardiographic predictors of cardiovascular outcome in women. The National Heart, Lung, and Blood Institute-Sponsored Women's Ischemia Syndrome Evaluation (WISE) study. *J Am Coll Cardiol.* 2005;46(1):51-6.
5. Elhendy A, Hammill SC, Mahoney DW, Pellikka PA. Relation of QRS duration on the surface 12-

- lead electrocardiogram with mortality in patients with known or suspected coronary artery disease. *Am J Cardiol.* 2005;96(8):1082-8.
6. Bongioanni S, Bianchi F, Migliardi A, Gnani R, Pron PG, Casetta M, *et al.* Relation of QRS duration to mortality in a community-based cohort with hypertrophic cardiomyopathy. *Am J Cardiol.* 2007;100(3):503-6.
 7. Kurl S, Makikallio TH, Rautaharju P, Kiviniemi V, Laukkanen JA. Duration of QRS complex in resting electrocardiogram is a predictor of sudden cardiac death in men. *Circulation.* 2012;125(21):2588-94.
 8. Ministerio de Salud Pública. Anuario Estadístico de Salud 2013. La Habana: Dirección Nacional de Registros Médicos y Estadísticas de Salud; 2014.
 9. Park DW, Seung KB, Kim YH, Lee JY, Kim WJ, Kang SJ, *et al.* Long-term safety and efficacy of stenting versus coronary artery bypass grafting for unprotected left main coronary artery disease: 5-year results from the MAIN-COMPARE (Revascularization for Unprotected Left Main Coronary Artery Stenosis: Comparison of Percutaneous Coronary Angioplasty Versus Surgical Revascularization) registry. *J Am Coll Cardiol.* 2010;56(2):117-24.
 10. Rodríguez Silva H, Galego Pimentel D, Negrín Villavicencio JA. Grupos multidisciplinares. Impacto de los resultados obtenidos en la asistencia, docencia e investigaciones. La Habana: Boletín Científico [Internet]; 2009 [citado 18 Abr 2017]. Disponible en: <http://files.sld.cu/boletincnscs/files/2009/07/respub2009dr-rodriguezsilva.pdf>
 11. Vázquez FJ, Juffé A, Pita S, Tarrío R, Cuenca J, Herrera JM, *et al.* Valor de 6 escalas de riesgo para predecir mortalidad en la cirugía coronaria sin circulación extracorpórea. *An Cir Card Cir Vasc.* 2005;11(3):129-35.
 12. Kumbhani DJ, Sharma GV, Khuri SF, Kirdar JA. Fascicular conduction disturbances after coronary artery bypass surgery: a review with a meta-analysis of their long-term significance. *J Card Surg.* 2006;21(4):428-34.
 13. Acil T, Türköz R, Acil M, Sezgin AT, Baltali M, Gülcan O, *et al.* Value of prolonged QRS duration as a predictor of low cardiac output syndrome in patients with impaired left ventricular systolic function who undergo isolated coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol.* 2006;98(10):1357-62.
 14. Riera M, Herrero J, Ibáñez J, Campillo C, Améza-ga R, Sáez de Ibarra JI, *et al.* Supervivencia a medio plazo de los pacientes operados en cirugía cardiaca mayor. *Rev Esp Cardiol.* 2011;64(6):463-9.
 15. Vidal-Pérez R, Otero-Raviña F, Gómez Vázquez JL, Santos Rodríguez JA, De Frutos De Marcos C, González-Juanatey JR. Cardiopatía isquémica en la mujer. Datos del estudio CIBAR. *Rev Esp Cardiol.* 2012;65(11):1056-8.
 16. Haddad N, Bittar E, de Marchi AF, Kantorowitz CS, Ayoub AC, Fonseca ML, *et al.* Hospital costs of coronary artery bypass grafting on elective coronary patients. *Arq Bras Cardiol.* 2007;88(4):418-23.
 17. Navia D, Vrancic M, Piccinini F, Benzadón M, Thierer J, Dorsa A, *et al.* Cirugía coronaria sin circulación extracorpórea con puentes arteriales múltiples en pacientes diabéticos: Resultados tempranos y alejados. *Rev Argent Cardiol.* 2013;81(6):505-12.
 18. Panza JA, Velazquez EJ, She L, Smith PK, Nicolau JC, Favalaro RR, *et al.* Extent of coronary and myocardial disease and benefit from surgical revascularization in patients with ischemic left ventricular dysfunction. *J Am Coll Cardiol.* 2014;64(6):553-61.
 19. Moulton MJ, Creswell LL, Mackey ME, Cox JL, Rosenbloom M. Obesity is not a risk factor for significant adverse outcomes after cardiac surgery. *Circulation.* 1996;94(9 Supl):II87-92.
 20. Clark AL, Goode K, Cleland JG. The prevalence and incidence of left bundle branch block in ambulant patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2008;10(7):696-702.
 21. Yan GH, Wang M, Yiu KH, Lau CP, Zhi G, Lee SW, *et al.* Subclinical left ventricular dysfunction revealed by circumferential 2D strain imaging in patients with coronary artery disease and fragmented QRS complex. *Heart Rhythm.* 2012;9(6):928-35.
 22. Arribas Leal JM, Pascual-Figal DA, Ahumada Vidal M, Marín Ortuño F, Gutiérrez García F, García-Puente del Corral J, *et al.* Duración del QRS y deterioro hemodinámico precoz tras cirugía de revascularización coronaria. *Rev Esp Cardiol.* 2009;62(6):652-9.
 23. Shenkman HJ, Pampati V, Khandelwal AK, McKinnon J, Nori D, Kaatz S, *et al.* Congestive heart failure and QRS duration: Establishing prognosis study. *Chest.* 2002;122(2):528-34.
 24. Nishiwaki N, Kawano Y, Sakai M, Furukawa K. Experience of perioperative myocardial infarction with graft patency following coronary artery bypass graft surgery. *Nihon Geka Hokan.* 1990;

- 59(2):153-60.
25. Siregar S, Groenwold RH, de Mol BA, Speekenbrink RG, Versteegh MI, Brandon Bravo Bruinsma GJ, *et al.* Evaluation of cardiac surgery mortality rates: 30-day mortality or longer follow-up? *Eur J Cardiothorac Surg.* 2013;44(5):875-83.
26. Verma S, Farkouh ME, Yanagawa B, Fitchett DH, Ahsan MR, Ruel M, *et al.* Comparison of coronary artery bypass surgery and percutaneous coronary intervention in patients with diabetes: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2013;1(4):317-28.
27. Biffi M, Bertini M, Boriani G, Martignani C, Branzi A. Heart failure after myocardial revascularization: Risk markers. *Int J Cardiol.* 2005;105(1):11-4.