



CIENCIAS BIOMÉDICAS

Artículo original de investigación

Dispersión del QRS para determinar sincronía electromecánica en pacientes sometidos a estimulación cardiaca permanente

Elibet Chávez González ^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-2246-2137>

Raimundo Carmona Puerta ¹ <https://orcid.org/0000-0003-2246-1089>

Fernando Rodríguez González ¹ <https://orcid.org/0000-0002-8135-3902>

Arian Nodarse Concepción ² <https://orcid.org/0000-0003-4993-8449>

¹ Departamento de Electrofisiología invasiva, Cardiocentro Ernesto Guevara, Universidad de Ciencias Médicas. Santa Clara, Cuba

² Departamento de Ecocardiografía, Cardiocentro Ernesto Guevara, Universidad de Ciencias Médicas. Santa Clara, Cuba

*Autor para la correspondencia: elibetcg@infomed.sld.cu, elibetcg@cardiovc.sld.cu

Revisores ^a

Editor

Lisset González Navarro
Academia de Ciencias de Cuba.
La Habana, Cuba

Traductor

Yoañ Karel Acosta González
Academia de Ciencias de Cuba.
La Habana, Cuba

RESUMEN

Introducción: Los estudios para determinar utilidad de la duración y dispersión del QRS en pacientes estimulados desde diferentes sitios cardiacos, son escasos. El objetivo fue demostrar la relación entre sincronía mecánica del corazón evaluada por ecocardiograma con la dispersión del QRS, en pacientes con marcapasos permanente, estimulados desde diferentes sitios cardiacos. **Métodos:** Se estudian 3 grupos. Primer grupo: 82 pacientes sometidos a estimulación en punta de ventrículo derecho; segundo grupo, 27 pacientes con disfunción sistólica secundaria a estimulación en punta de ventrículo derecho llevados a estimulación septal alta. Tercer grupo, 19 pacientes sometidos a terapia de resincronización cardiaca. Se estudian variables electrocardiográficas y ecocardiográficas para hallar sus relaciones en cuanto a sincronía electromecánica. **Resultados:** Primer grupo: La duración y dispersión del QRS mostraron incrementos significativos al correlacionarlas con decrementos de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo en el seguimiento. Segundo grupo: La fracción de eyección se incrementó de $31\% \pm 3,1\%$ a $45\% \pm 12\%$ ($p = 0,0041$) con estimulación septal; esta mostró mejor grado de sincronía mecánica al evaluar por ecocardiografía, con correlación significativa e inversa entre dispersión del QRS y fracción de eyección. Tercer grupo: La correlación lineal entre fracción de eyección y dispersión del QRS a los 6 meses de seguimiento fue significativa ($r = 0,34$ y $p = 0,02$); las mujeres presentaron mayor dispersión del QRS ($48,0\text{ ms} \pm 24,0\text{ ms}$ vs. $37,14\text{ ms} \pm 13,8\text{ ms}$; $p = 0,04$) y mejor respuesta a la resincronización. Como conclusiones, la estimulación en punta de ventrículo derecho constituye un sitio que se relaciona con el deterioro contráctil del corazón; el incremento en la dispersión

^a **N. del E:** En este apartado figuran los nombres de los árbitros que accedieron a revelar su identidad, como expresión de apertura progresiva del proceso de revisión por pares. No aparecen aquellos que optaron por el anonimato.

del QRS constituye una variable electrocardiográfica que puede predecir la disminución de la fracción de eyección. Los pacientes que recibieron estimulación septal mejoraron la sincronía electromecánica, esa mejoría pudiera ser determinada por decrementos de la dispersión del QRS. Por último, en los pacientes resincronizados, el decremento significativo de la dispersión del QRS puede predecir buena respuesta a la resincronización.

Palabras clave: estimulación cardiaca; ecocardiografía; función ventricular izquierda; disincronía ventricular

QRS dispersion to determine electromechanical synchrony in patients undergoing permanent cardiac stimulation

ABSTRACT

Introduction: Studies to determine usefulness of QRS duration and its dispersion in patients undergoing permanent cardiac pacing from different sites are scarce. A objective was to demonstrate the relationship between mechanical synchrony of the heart evaluated by echocardiography with QRS dispersion in patients with cardiac pacing stimulated from different cardiac sites. **Methods:** Three groups were studied. First group: 82 patients submitted to right ventricular apical pacing; second group, 27 patients with systolic dysfunction secondary to right ventricular apical pacing taken to high septal pacing. Third group: 19 patients undergoing cardiac resynchronization therapy. Electrocardiographic and echocardiographic variables were studied to determine if there is electromechanical synchrony relationship. **Results:** First group: QRS duration and its dispersion showed significant increases correlation when decreases left ventricular ejection fraction at follow-up. Second group: Ejection fraction increased from $31\% \pm 3,1\%$ to $45\% \pm 12\%$ ($p = 0,0041$) with septal pacing; this showed a better degree of mechanical synchrony when it was evaluated by echocardiography, with significant and inverse correlation between QRS dispersion and ejection fraction. Third group: Linear correlation between ejection fraction and QRS dispersion at six months of follow-up was significant ($r = 0,34$ and $p = 0,02$); women showed greater QRS dispersion ($48,0 \pm 24,0$ vs. $37,14 \pm 13,8$) ms; $p = 0,04$ and better response to resynchronization. As some conclusions right ventricular apical pacing is related to cardiac contractile deterioration; increased QRS dispersion could be an electrocardiographic variable to predict a decreased left ventricular ejection fraction. Patients underwent septal stimulation improved electromechanical synchrony; decreased QRS dispersion could predict this improvement. Finally, decreased QRS dispersion may predict a good response to resynchronization therapy.

Keywords: cardiac pacing; echocardiography; left ventricular function; ventricular dyssynchrony

INTRODUCCIÓN

La significación clínica de los marcadores de riesgo electrocardiográficos puede ser probada o desaprobada en base a su reproducibilidad y su verdadero vínculo a importantes situaciones o variables clínicas. Los intentos por reforzar su significación clínica son explicados por mecanismos electrofisiológicos, por ejemplo, en artículos científicos que estudian el electrocardiograma (ECG).⁽¹⁾ La dispersión de ondas e intervalos del ECG (Onda P, onda QRS, intervalos QT y JT), han sido ampliamente estudiadas en la literatura como herra-

mienta útil en la predicción de fibrilación atrial (dispersión de la onda P) y arritmias ventriculares asociadas a muerte súbita (intervalo QT y su dispersión). Pero estas variables han sido aceptadas o no en dependencia de los defensores o detractores. Los defensores de estos temas plantean la asociación de ellas a eventos clínicos relacionados; los detractores plantean que estos fenómenos de dispersión ocurren porque el ECG de 12 derivaciones siempre encontrará dispersiones en sus ondas o segmentos, pues es el resultado de vectores en diferentes puntos de la superficie del cuerpo.⁽²⁾

Una simple búsqueda en la Web of Science, muestra artículos relacionados con el intervalo QT medido y su dispersión en diferentes escenarios clínicos, relacionándolo siempre, en todos ellos, con eventos adversos. El intervalo QT es la suma matemática del complejo QRS y el intervalo JT. Durrer *et al.*, en 1970, después que revisaron varios estudios consideraron que el conocimiento de la distribución instantánea de la despolarización (QRS del ECG) es de gran valor para entender lo que sucede con el QRS. ⁽³⁾ Existe una disincronía electromecánica normal, se ha descrito que el registro del QRS aparecía de 0 ms a 15 ms luego del inicio de la activación del VI y que el ápex se despolariza “relativamente tarde” respecto a otras regiones del miocardio. La activación del endocardio del VI se completó de 29 ms a 52 ms (promedio 43 ms), lo que representa sólo el 41 % de la duración del complejo QRS en el ECG de superficie. ⁽⁴⁻⁶⁾

Estos hallazgos determinaron las bases para explicar por qué en unas derivaciones electrocardiográficas el complejo QRS tiene mayor duración que en otras. ^(5,7) Los estudios del intervalo QT comenzaron mucho antes, desde 1920, cuando Bazett describe la fórmula para calcularlo de forma corregida. ⁽⁸⁾ Quizás la relación en el tiempo para Bazett en 1920 y Durrer en 1970, permitió que el intervalo QT fuera más ampliamente estudiado y que en la actualidad cuente con muchos más seguidores que justifican su continuo estudio como variable de riesgo de muerte súbita en diferentes escenarios clínicos ^(9,10) y existan entonces muchas más referencias sobre el intervalo QT, que sobre el complejo QRS. Fue 14 años después que Cassidy *et al.* ⁽¹¹⁾ realizaron un mapa de despolarización endocárdica de VI.

Actualmente ha comenzado a estudiarse la variable dQRS, incluso separando en el intervalo QT la despolarización (QRS) de la repolarización (intervalo JT); Ferrer Orozco L *et al.*, demostraron que los incrementos del intervalo QT en los hipertensos estudiados dependían de los incrementos del QRS y no del JT; ⁽¹²⁾ lo cual, en ese estudio, da mayor implicación a la despolarización que a la repolarización. Chávez González *et al.* demostraron una mayor asociación de arritmias ventriculares malignas en la cardiopatía isquémica aguda a los incrementos de la dQRS que del intervalo y dispersión del QT. ⁽¹³⁾ La morfología de BRIHH ha sido asociada a disincronía y puede ser tomada como variable predictora de respuesta satisfactoria a la terapia de resincronización cardiaca. ⁽¹⁴⁻¹⁷⁾

La estimulación desde punta de ventrículo derecho (VD) genera un BRIHH que dicho bloqueo ocasiona un estrés parietal importante trastornando la contractilidad miocárdica y ocasiona disincronía mecánica. En la década de los ochenta comenzaron a describirse algunos efectos nocivos de la estimulación en el ápex de VD. ⁽¹⁸⁻²¹⁾ El estudio DAVID, demostró

que en pacientes con indicación de desfibrilador implantable y fracción de eyección del VI de 40 % (en ausencia de indicación de estimulación antibradicardia), los asignados aleatoriamente a estimulación DDDR (doble cámara, aurícula y ventrículo derecho) con frecuencia mínima de 70 lpm tuvieron peor evolución clínica (objetivo combinado de muerte u hospitalización por insuficiencia cardíaca) que los asignados a estimulación VVIR (unicameral, solo en punta de VD) con frecuencia mínima de 40 lpm. ⁽²²⁾ Un subestudio del estudio MOST (trabajo que comparó la estimulación DDDR con la VVIR en pacientes con disfunción sinusal) se analizó la relación entre proporción de latidos con estimulación ventricular y hospitalización por insuficiencia cardíaca o aparición de fibrilación auricular. ⁽²³⁾ Se encontró una relación significativa en ambos casos, de forma que, independientemente del modo de estimulación (ya fuera DDDR o VVIR), una proporción elevada de latidos estimulados era un fuerte predictor de deterioro de la función ventricular izquierda. ^(23,24)

La presencia de BRIHH, con depresión de la FEVI, ha convertido al BRIHH en blanco de estudio para la resincronización cardiaca, dentro de estos estudios, ha sido ampliamente investigada la duración y morfología del QRS. ⁽¹⁴⁻¹⁷⁾

Los estudios para determinar, en diferentes condiciones clínicas y terapéuticas, el uso de la variable dispersión del QRS (dQRS) relacionada a esa disincronía electromecánica, no son amplios en el mundo, no encontramos en la literatura revisada referencias al respecto. La dQRS ha sido evaluada en el BRIHH, insuficiencia cardiaca congestiva, resincronización cardiaca, displasia arritmogénica de ventrículo derecho. Sin embargo, en algunas de esas situaciones existen discrepancias en los resultados. ⁽²⁵⁾ Cabe señalar también que no se encontró en la literatura revisada estudios sobre dQRS en el BRIHH inducido por la estimulación cardiaca permanente desde la punta de VD, ni desde la región septal interventricular alta; como tampoco estudios relacionando la variable dQRS con la disincronía o sincronía inter e intraventricular en pacientes que reciben terapia de resincronización cardiaca.

Basado en la idea anterior de la falta de estos estudios, nos hemos propuesto demostrar la relación entre la dispersión del QRS calculada desde el electrocardiograma con la sincronía o disincronía mecánica del corazón evaluada por ecocardiograma, en pacientes que recibieron estimulación eléctrica permanente desde diferentes sitios cardiacos. Dentro de la investigación se seleccionan 3 grupos de estudio independientes:

- Grupo 1: Selección y estudio de los pacientes estimulados en punta de ventrículo derecho.
- Grupo 2: Selección y estudio de los pacientes con estimulación en punta de ventrículo derecho que evolucionaron a

disfunción contráctil de ventrículo izquierdo y fueron llevados a estimulación en región septal alta o parahisiana.

- Grupo 3: Selección y estudio de los pacientes sometidos a estimulación biventricular (terapia de resincronización cardiaca).

MÉTODOS

Se brinda una descripción y fundamentación de la población de estudio y de la muestra, así como la tecnología utilizada. En los 3 grupos se realizó un estudio descriptivo longitudinal y prospectivo.

Población de estudio

Se seleccionaron los pacientes según los 3 grupos estudiados.

Primer grupo: pacientes estimulados en punta de ventrículo derecho

Se estudiaron 82 pacientes que requirieron implantación de un marcapasos permanente atendidos en el servicio de electrofisiología del cardiocentro Ernesto Guevara de Santa Clara durante el año 2014. Todos recibieron implante del electrodo ventricular en punta de ventrículo derecho.

Criterios de inclusión: Pacientes con indicación de primo implante de marcapasos en cualquier modalidad de estimulación, que antes del implante del dispositivo presentaron una FEVI $\geq 50\%$. Al considerar, que el estudio fue realizado en un solo centro y la muestra puede ser considerada pequeña, pues decidimos incluir 12 pacientes con fibrilación atrial crónica, que no tenían asociada otra cardiopatía (valvular, miocárdica o isquémica) y que en el momento de la decisión del implante la geometría ventricular y la FEVI eran normales.

Criterios de exclusión:

- pacientes con antecedentes de cardiopatía isquémica conocida;
- pacientes que una vez implantado el dispositivo se diagnosticó cardiopatía isquémica;
- pacientes con enfermedad renal crónica, diabetes mellitus y valvulopatía preexistente u otra cardiopatía estructural;
- pacientes con antecedentes de etilismo crónico;
- pacientes con tratamiento quimioterápico y radioterápico previo;
- pacientes con exposición a sustancias cardiotóxicas como metales pesados;
- pacientes con tratamiento con fármacos antirretrovirales;
- pacientes con antecedentes de enfermedades infiltrativas;
- pacientes con implante de un cardiorresincronizador;
- pacientes con cirugías cardíacas correctivas de cardiopatías congénitas o valvulares.

Seguimiento programación de marcapasos: Un mes después del implante (momento del seguimiento en el que no se toman variables de estudio), 3, 6, 12 y 24 meses posteriores al implante. En cada uno de esos seguimientos se tomaron variables para ser estudiadas.

Segundo grupo: pacientes para estimulación en región septal alta.

Segundo grupo: pacientes para estimulación en región septal alta

Muestra de estudio. Criterios de inclusión y salida. De una población de 27 pacientes, la muestra quedó conformada por 24 pacientes tras criterios de inclusión y de salida, 22 varones y 2 mujeres, con rango de edad entre 40 años y 65 años, promedio de 53 años $\pm 5,1$ años, de raza blanca y sin comorbilidades descritas en sus antecedentes personales, con FEVI previa al primoimplante (estimulación en punta de VD, la cual lleva a la disfunción sistólica) del marcapasos de $59,2\% \pm 5,8\%$ y un volumen latido de $115,78\text{ mL} \pm 37,4\text{ mL}$. En estos pacientes se decidió la estimulación paraseptal alta, que cumplieran los siguientes criterios de inclusión y salida.

Criterios de inclusión:

- pacientes con disfunción sistólica secundaria a la estimulación en punta de VD.
- que presenten previo a la estimulación en punta de VD un electrocardiograma con QRS estrecho;
- que presenten previo a la estimulación en punta de VD una fracción de eyección del ventrículo izquierdo conservada;
- que el porcentaje de estimulación tanto en punta de VD como en región paraseptal alta sea $\geq 90\%$.

Criterios de salida:

- personas que abandonan el estudio;
- personas que fallecen;
- desplazamiento del electrodo o aumentos muy exagerados de los umbrales a nivel del septum interventricular alto que obliguen a tomar otra conducta terapéutica en cuanto a los sitios de estimulación.

Al culminar el implante, se programó un voltaje de estimulación en 7 V y frecuencia de 80 latidos por minuto, con el fin de asegurar la estimulación el mayor tiempo posible y garantizar un porcentaje de estimulación $\geq 90\%$.

Seguimiento: Semanal durante 2 meses y mensual hasta los primeros 6 meses del implante. Se les realizó ecocardiograma a los 3 meses y 6 meses.

Tercer grupo: pacientes sometidos a estimulación biventricular (terapia de resincronización cardiaca).

Tercer grupo: pacientes sometidos a estimulación biventricular (terapia de resincronización cardiaca)

Muestra de estudio. Criterios de inclusión y exclusión.

Se realizó el estudio con 19 pacientes, de un total de 23, que recibieron dispositivo para TRC en el Cardiocentro Ernesto Guevara de Santa Clara, Cuba, entre enero de 2010 y junio de 2014. El período mínimo de seguimiento fue de 11 meses.

Criterios de inclusión:

- pacientes con bloqueo de rama izquierda y QRS > 120 ms (milisegundos) y ritmo sinusal;
- FEVI \leq 35 %;
- no evidencias de hipertensión pulmonar, descartada por ecocardiografía;
- arterias coronarias epicárdicas angiográficamente sin lesiones ateroscleróticas;
- no evidencias clínicas al interrogatorio de cardiopatía isquémica;
- electrodo de seno coronario colocado en la vena lateral izquierda;
- clase funcional II-IV según la Asociación del Corazón de Nueva York (NYHA, por sus siglas en inglés), con tratamiento ambulatorio;
- ausencia de respuesta al tratamiento farmacológico óptimo.

Exclusión:

- TRC con fibrilación atrial crónica y cardiopatía isquémica demostrada: 1
- Muerte por descompensación cardíaca: 1
- Electrodo del VI no ubicado en la vena lateral: 2

Seguimiento: A la semana, 1 mes, 3 meses y 6 meses después de implantado el dispositivo.

Recogida de los datos

Para la recogida de datos se tuvo en consideración la aprobación con el consentimiento informado de cada paciente implicado a participar en la investigación, así como la aprobación por parte de los comités de ética de las instituciones implicadas en el estudio. Se cumplió con los requisitos de estudios en humanos aprobados en el acuerdo de Helsinki. ⁽²⁶⁾

Variables del estudio. Variables utilizadas en los 3 grupos de estudios

Variables electrocardiográficas: A todos los pacientes se les realizó ECG de superficie de 12 derivaciones, con un equipo Nyhom Kodem, estandarizando para una velocidad del papel milimetrado de 25 mm/sec y 10 mm de altura se consideró 1 milivolt (mv).

Variable anchura máxima del QRS: El QRS fue medido manualmente por 2 observadores, con velocidad de registro del ECG: 25 mm por segundo; amplitud: 10 mm por mV. Se consideró QRS desde el inicio de la onda q o R hasta el punto J en el inicio del segmento ST.

- Anchura máxima del QRS: duración máxima del complejo QRS, en las 12 derivaciones del ECG.
- Anchura mínima del QRS: duración mínima del complejo QRS, en las 12 derivaciones del ECG.
- Dispersión del QRS (dQRS): diferencia entre el mayor y el menor valor del QRS medido en el ECG de 12 derivaciones.

Variables ecocardiográficas: Para obtener las imágenes ecocardiográficas, se utilizó un equipo Aloka 5000, con un transductor de 3,5 Mhz, que fue colocado en el tórax, comenzando por el área paraesternal.

- Variable fracción de eyección del VI (FEVI).

Conceptualización: Según parámetro de la función sistólica obtenido mediante el método de Simpson modificado. ⁽²⁶⁾

Diámetro telediastólico del VI.

Diámetro telesistólico del VI.

Disincronía intraventricular: Retraso del septo de pared posterior: en modo M y eje largo paraesternal, perpendicular a los segmentos basales, se mide desde el pico de la contracción sistólica del septum hasta el de la pared posterior. Se consideró asincronía un valor \geq 60 ms ⁽²⁷⁾ por ecocardiograma en la vista de 4 cámaras apical.

Disincronía interventricular: Retraso mecánico interventricular: diferencias entre los periodos eyectivos de ambos ventrículos; se mide desde el inicio del QRS hasta el inicio del espectro de flujo de tracto de salida del VI y del ventrículo derecho (VD). Se consideró asincronía interventricular un retraso aortopulmonar \geq 40 ms ⁽²⁷⁾ por ecocardiograma.

Otras variables de estudio según grupo correspondiente. Otras variables utilizadas en el primer grupo

Variable Indicación de estimulación cardíaca:

- Conceptualización: según indicación de estimulación cardíaca.
- Clasificación: cualitativa nominal politómica.
- Escala de medición:
- Disfunción sinusal;
- trastornos de la conducción AV;
- hipersensibilidad del seno carotideo;
- Otras.
- Indicadores: Número absoluto y porcentaje.

Variable Modo de estimulación cardíaca:

- Conceptualización: Según forma de estimulación cardíaca.
- Clasificación: Cualitativa nominal dicotómica.
- Escala de medición:
- Secuencial.
- No secuencial.
- Indicadores: Número absoluto y porcentaje.

Variable Frecuencia de estimulación:

- Conceptualización: Según la proporción de actividad ventricular sensada sobre la estimulada.
- Clasificación: Cuantitativa continua.
- Escala de medición:
 - Menos de un 30 %.
 - De un 31 a un 60 %.
 - De un 61 a un 90 %.
 - Más de un 90 %.
- Indicadores: Número absoluto y porcentaje.

Otras variables utilizadas en el segundo grupo

- Están recogidas todas dentro de acápite: Variables utilizadas en los 3 grupos de estudios.

Otras variables del tercer grupo de estudio

Selección de pacientes respondedores y no respondedores: Se consideraron respondedores aquellos pacientes con decremento mayor de 15 % del volumen telesistólico del VI, un incremento de 5 % de la FEVI y mejoría de la clase funcional comprobado con la caminata de los 6 minutos. Los pacientes que no alcanzaron los valores mencionados se consideraron no respondedores.

Técnicas para el análisis de la información

El análisis estadístico, se realizó en paquete estadístico statistical package for social sciences (SPSS) versión 17.0 para Windows. Se comprobó la distribución normal de la muestra de cada grupo de estudio, se obtuvo $p > 0,05$ para la prueba Shapiro-Wilk, lo que nos permitió realizar otras pruebas paramétricas.

Se crearon tablas de distribución de frecuencias con valores absolutos y relativos. Se determinó la media en las variables que lo requerían, así como la desviación estándar como medida de variabilidad; para la comparación de las medias se empleó el estadígrafo t-de Student con nivel de significación estadística si $p \leq 0,05$. Desde el punto de vista inferencial se aplicó la prueba no paramétrica chi cuadrado (X^2) para asociación entre variables con igual nivel de significación. Se realizaron correlaciones lineales (test de Spearman).

Ética

El protocolo de estudio fue aceptado por el comité de ética de la Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara y el Cardiocentro Ernesto Guevara de la misma provincia, y cumplió los requisitos de estudios en humanos aprobados en el acuerdo de Helsinki. (27)

RESULTADOS

Primer grupo de estudio: pacientes estimulados en punta de ventrículo derecho

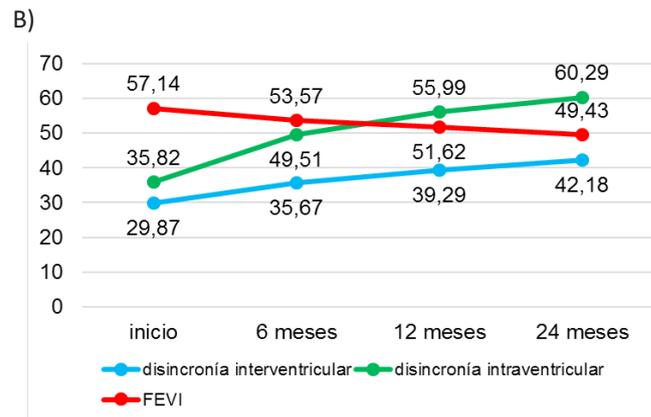
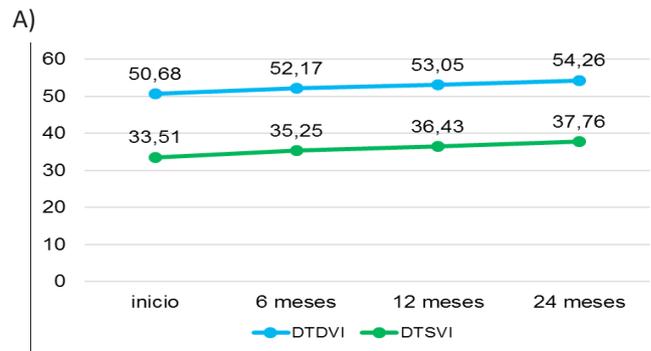


Fig. 1. Tendencias grupales de las medias de las variables ecocardiográficas en los diferentes momentos del estudio. Obsérvese como se incrementan los diámetros telediastólicos y telesistólicos del VI durante el paso del tiempo en el seguimiento. En la figura 1B) obsérvese la caída de la FEVI. Fuente: Modelo de recogida de datos.

En la tabla 1 la dQRS (variable dependiente) mostró coeficientes de correlación significativos, $p \leq 0,05$ al compararlo con la disincronía intraventricular e interventricular y la frecuencia de estimulación y como variable independiente al compararlo con el DTDVI. La FEVI decrece a medida que se incrementa el porcentaje de estimulación y la dQRS.

Segundo grupo de estudio. Pacientes para estimulación en región septal alta

Existe diferencias significativas al comparar la duración $178,12 \pm 14,31$ vs. $103,17 \pm 3,43$ ($p < 0,001$) y dispersión del QRS $45,07 \pm 4,83$ vs. $33,15 \pm 2,14$ ($p < 0,001$), mientras los pacientes recibían la estimulación en punta de VD comparado con el momento que recibieron la estimulación septal como nuevo sitio de estimulación ventricular. Tabla 2.

Las variables ecocardiográficas (tabla 3) mostraron diferencias significativas. Tras 2 años de estimulación en pun-

Tabla 1. Correlaciones entre variables relacionadas con la estimulación cardíaca y ecocardiográficas en los momentos inicial y final del estudio. A) correlaciones directamente proporcionales

y (dependiente)	x (independiente)	t	p	coeficiente
Dispersión del QRS	Disincronía interventricular	2,496	0,015	0,454
Dispersión del QRS	Disincronía intraventricular	3,301	0,001	0,446
Dispersión del QRS	Frecuencia de estimulación	3,013	0,003	0,467
DTDVI	Dispersión qrs	2,064	0,042	0,380
FEVI	Frecuencia de estimulación	12,605	0,000	-0,589
FEVI	Dispersión del qrs	-2,451	0,016	-0,606

Leyenda: DTDVI: diámetro tele diastólico del ventrículo izquierdo; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

ta de VD, se constató una FEVI media de $31 \% \pm 3,1 \%$ vs. $45 \% \pm 12 \%$, a los 6 meses postestimulación septal, $p = 0,041$. El volumen latido hallado fue de $70,18 \text{ mL} \pm 34,11 \text{ mL}$ durante estimulación en punta de VD con disfunción sistólica comprobada, luego ascendió a $99,65 \text{ mL} \pm 35,26 \text{ mL}$ a los 6 meses de seguimiento, tras estimulación septal, $p = 0,004$. Los volúmenes telediastólicos en disfunción sistólica fueron $203 \text{ mm}^3 \pm 74 \text{ mm}^3$ y decrecieron a los 6 meses de estimulación septal hasta $171 \text{ mm}^3 \pm 68 \text{ mm}^3$, $p = 0,032$. Los volúmenes telesistólicos disminuyeron desde $151 \pm 67 \text{ mm}^3$ (estimulación en ápex) hasta $120 \pm 53 \text{ mm}^3$ (tras 6 meses de estimulación septal), $p = 0,006$. El retraso septum pared posterior del VI, $138 \text{ ms} \pm 12,5 \text{ ms}$ vs. $62 \text{ ms} \pm 9,05 \text{ ms}$, $p = 0,000$, y el retraso mecánico interventricular $49 \text{ ms} \pm 2,59 \text{ ms}$ vs. $29 \text{ ms} \pm 2,15 \text{ ms}$, $p = 0,000$.

Tercer grupo de estudio: Pacientes sometidos a estimulación biventricular (terapia de resincronización cardíaca)

Pacientes sometidos a estimulación biventricular (terapia de resincronización cardíaca).

La dQRS, (tabla 4) con BRIHH, mostró un valor superior en los respondedores de sexo femenino comparado con los masculinos ($40,0 \text{ ms} \pm 28,0 \text{ ms}$ vs. $48,0 \text{ ms} \pm 24,0 \text{ ms}$); sin embargo, no mostró diferencias significativas ($p > 0,05$).

DISCUSIÓN

La evidencia de este estudio muestra el efecto deletéreo de la estimulación del ápex de VD, aun así, es la localización más utilizada en nuestros centros donde se implantan marcapasos, ^(28,29) de ahí la necesidad de estudiar las características y modificaciones en el seguimiento de estos pacientes y la necesidad del entrenamiento al personal para utilizar sitios alternativos de estimulación como la región septal alta o parahisiana.

El estudio PACE (Pace to Avoid Cardiac Enlargement), ⁽³⁰⁾ multicéntrico, doble-ciego y aleatorizado fue diseñado para determinar si la estimulación biventricular (BiV) era superior a la estimulación en el ápex del VD para prevenir cambios adversos en la función y remodelado del VI, ellos incluyeron pacientes con $FE \geq 45 \%$ con indicación de marcapasos por

Tabla 2. Distribución de media y desviación estándar de la duración máxima y dispersión del QRS

Variables	Estimulación en		p
	Punta de VD	Paraseptal alta	
Duración máxima QRS	$178,12 \pm 14,31$	$103,17 \pm 3,43$	< 0,001
dQRS	$45,07 \pm 4,83$	$33,15 \pm 2,14$	< 0,001

Tabla 3. Distribución de las variables ecocardiográficas de los pacientes al momento del implante y 6 meses de seguimiento de la estimulación paraseptal alta*

Variables	Momentos de la estimulación paraseptal alta		p
	Al momento del Implante	A los 6 meses de seguimiento	
VTDVI	203 mm ³ ± 74 mm ³	171 mm ³ ± 68 mm ³	0,032
VTSVI	151 mm ³ ± 67 mm ³	120 mm ³ ± 53 mm ³	0,006
FEVI (Media ± DE)	31 % ± 3,1 %	45 % ± 12 %	0,041
Retraso septum pared posterior del VI	138 ms ± 12,5 ms	62 ms ± 9,05 ms	0,000
Retraso mecánico interventricular	49 ms ± 2,59 ms	29 ms ± 2,15 ms	0,000

* El estudio ecocardiográfico antes del implante del electrodo en región paraseptal alta, se realiza con estimulación en punta de VD, con BRIHH en el ECG. Leyenda: DE: desviación estándar, FEVI: fracción de eyección de ventrículo izquierdo, VTDVI: volumen telediastólico del ventrículo izquierdo, VTSVI: volumen telesistólico del ventrículo izquierdo.

bloqueo AV de alto grado o disfunción nodo sinusal. A todos los pacientes les implantaron un marcapasos auricular y biventricular, con capacidad de ser programada la estimulación ventricular bien en ápex de ventrículo derecho o biventricular. Tras el implante del dispositivo, luego de 2 días, se estratificaron a los pacientes según presentasen o no disfunción diastólica. En cada grupo fueron aleatorizados a recibir estimulación en ápex de VD o BiV (1:1). En los pacientes evaluables a los 12 meses, el grupo con estimulación en ápex de VD (n = 88) vs. estimulación BiV (n = 89) tuvo una FEVI media significativamente menor (54,8 % ± 9,1 % vs 62,2 % ± 7 % p < 0,001); a los 12 meses, 8 pacientes del grupo con estimulación en ápex de ventrículo derecho (9 %) vs. 1 paciente del grupo otro grupo (1 %) tuvieron una FEVI < 45 % (p = 0,02). El efecto deletéreo de la estimulación en ápex de VD ocurrió en am-

bos grupos preespecificados, incluyendo pacientes con y sin disfunción diastólica previa, estos datos concuerdan en gran medida con el presente estudio. CM Yu, y otros ⁽³¹⁾ obtuvieron en su estudio también, una caída de la FEVI en los pacientes con estimulación en ápex de VD. P Vijayaraman et al ⁽³²⁾ en su revisión mencionan los efectos deletéreos de la estimulación en ápex de VD y el curso actual de las investigaciones en la búsqueda de una conducción eléctrica cardíaca fisiológica, durante la estimulación, que no deteriore la función del ventrículo izquierdo, mencionando a utilidad que demuestra la estimulación en His o para Hisiana.

El Protect-Pace study ⁽³³⁾ mencionó las dificultades técnicas al implantar el electrodo en la región septal; sin embargo, The SEPTAL Study ⁽³⁴⁾ hizo mención a la factibilidad a la hora del implante del electrodo de fijación activa en la región septal

Tabla 4. Distribución de la media para la dispersión del QRS previo e inmediatamente después de la implantación, según la respuesta a la TRC

Respuesta	Sexo		Dispersión del QRS			
			Con BRIHH	Post-TRC		
	N°	%	χ ± DE	χ ± DE		
Respondedores	Femenino	7	36,8	48,0 ± 24,0	24,0 ± 8,9	
	Masculino	8	42,1	40,0 ± 28,0	28,0 ± 10,9	
No respondedores	Femenino	0	0	-	-	
	Masculino	4	21,0	30,0 ± 14,1	30,0 ± 14,1	
Ambos (Total)	Femenino	7	36,8	48,0 ± 24,0	24,0 ± 8,9	
	Masculino	12	63,1	37,14 ± 13,8	28,57 ± 10,6	

χ, media; DE, desviación estándar; p > 0,05 para todas las comparaciones de media entre respondedores y no respondedores; p = 0,000 para comparaciones de media de dQRS antes y después de la TRC en los respondedores; P = 0,04 para comparaciones de dQRS antes de la TRC (con BRIHH) por sexo en los respondedores.

al usar las vistas radiológicas y la comprobación de un ECG más angosto, según criterios del electrofisiólogo durante el implante. Ortega *et al.* ⁽³⁵⁾ refirieron que, a pesar de que el QRS de la estimulación septal parahisiana es más ancho, ello no implicaba cambios significativos en el tiempo de la despolarización de la pared libre posterobasal del VI, lo cual mejoraba la sincronía por una despolarización y contracción similares a la fisiológica.

Se propone denominar a la dQRS: índice de disincronía eléctrica del VI en presencia de bloqueo de rama izquierda. Los resultados preliminares que se exponen demuestran la existencia de mayor dQRS en pacientes con los QRS más anchos en presencia de BRIHH y se ha comprobado la existencia de mayor disincronía eléctrica en pacientes con QRS > 150 ms ⁽³⁶⁻³⁸⁾ aspecto este muy bien señalado por Varma ⁽³⁹⁾ en 2009, al demostrar retrasos en la activación del ventrículo izquierdo. Además, la regresión de la dQRS, es mayor en los que responden favorablemente a la TRC, lo que puede estar asociado al restablecimiento de la sincronía eléctrica y tendría que demostrarse desde el punto de vista electrofisiológico. Se observó además que las derivaciones más anchas fueron DI y a VL, resultados no mostrados en este artículo, que serán objeto de posterior publicación.

Conclusiones

La estimulación en punta de ventrículo derecho constituye un sitio que se relaciona con el deterioro contráctil del corazón; el incremento en la dispersión del QRS constituye una variable electrocardiográfica que puede predecir la disminución de la fracción de eyección. Los pacientes que recibieron estimulación septal mejoraron la sincronía electromecánica, esa mejoría pudiera ser determinada por decrementos de la dispersión del QRS y está relacionada con la secuencia más fisiológica de la conducción post estimulación. Por último, en los pacientes resincronizados, el decremento significativo de la dispersión del QRS puede predecir buena respuesta a la resincronización. Las mujeres, quizás relacionado a diferencias hormonales o electrofisiológicas no descritas, presentan mayores dispersiones del QRS que al de forma biventricular, tienen mayor respuesta a la terapia de resincronización cardiaca.

En los 3 grupos estudiados, la dispersión del QRS demostró estar relacionada con la sincronía o disincronía electromecánica, de forma tal, que el electrocardiograma puede ser una herramienta útil para predecir la aparición de disincronía electromecánica en la estimulación eléctrica cardiaca permanente cuando la dQRS se incrementa o la mejoría de la sincronía cuando se logran QRS más estrechos y disminuye además la dQRS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Smith WM, Riddell F, Madon M, Gleva MJ. Comparison of diagnostic value using a small, single channel, P-wave centric sternal ECG monitoring patch with a standard 3-lead Holter system over 24 hours. *Am Heart J.* 2017;185:67-73. PMID: 28267477, Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ahj.2016.11.006>
2. Coumel P, Maison-Blanche P, Badilini F. Dispersion of Ventricular Repolarization: reality? Illusion? Significance? *Circulation.* 1998; 97(25):2491-3. PMID: 9657466
3. Durrer D, van Dam RT, Freud GE, Janse MJ, Meijler FL, Arzbaecher RC. Total excitation of the isolated human heart. *Circulation* 1970;41:899-912.
4. Wiener BM. *et al.* Epicardial activation in patients with artery coronary disease: effects of regional contractions abnormalities. *Circulation*, 2014;65(1):154-60. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1161/01.CIR.65.1.154>
5. Cassidy DM, *et al.* Endocardial mapping in humans in sinus rhythm with normal left ventricles: activation patterns and characteristics of electrogram. *Circulation*, 1984, 70(1), 37-42.
6. Windham CR *et al.* Epicardial activation of the intact human heart without conduction defect. *Circulation*, 1979,59(1),161-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1161/01.CIR.59.1.161>
7. Nicolas Derval PB, *et al.* Impact of pacing site on QRS duration and its relationships to hemodynamic response in cardiac resynchronization therapy in cardiac heart failure. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*, 2014,25(9):1012-20. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/jce.12464>
8. Bazett HC. An analysis of the time-relations of electrocardiograms. *Heart.* 1920;7: 353-70.
9. Rodríguez González F, Chávez González E, Machín Cabrera WJ, Reyes Hernández LM, González Ferrer V. Arritmias ventriculares y nuevo síndrome coronario agudo en pacientes con infarto y dispersión del intervalo QT prolongado. *CorSalud [Internet].*2013;5:101-7. [citado 14 Ene 2016]. Disponible en: <http://www.corsalud.sld.cu/sumario/2013/v5n1a13/sca-qt largo.html>
10. Rodríguez F, Chávez E, Machín WJ, Alonso A, González V. Increased QT interval dispersion in diagnosis of acute coronary syndrome with atypical symptoms and EKG. *MEDICC Review.*2014;16:42-6.
11. Orozco Ferrer L, Orozco Martínez Y, Medina Morales JI, Orozco Pérez de Prado BI, Orozco Pérez de Prado CM, Hernández Maldonado RM. Electrocardiographic modifications in hypertensive patient without associated diseases. *Rev Cubana de Investigaciones Biomédicas.* 2019;38(1). Disponible en: <http://www.revi-biomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/172>
12. Chávez González E, *et al.* Duración y dispersión del QRS para predecir arritmias ventriculares en las fases iniciales del infarto agudo de miocardio. *Med Intensiva.* 2017;41(6):347-55. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medin.2016.09.008>
13. Patel C, Burke JF, Patel H, Gupta P, Kowey PR, Antzelevitch C, *et al.* Is there a significant trans-mural gradient in repolarization time in the intact heart? Cellular basis of the T wave: A century of controversy. *CircArrhythmElectrophysiol.* 2009;2(1):80-8.
14. Bleeker GB, Schalij MJ, Molhoek SG, *et al.* Relationship between QRS duration and left ventricular dyssynchrony in patients with end-stage heart failure. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology.* 2004;15(5):544-9.

15. Sipahi TP, Carrigan DY, Rowland BS, Stambler, and Fang JC, Impact of QRS duration on clinical event reduction with cardiac resynchronization therapy: meta-analysis of randomized controlled trials. *Archives of Internal Medicine*. 2011;171(16):1454-62.
16. Zareba W, Klein H, Cygankiewicz I, et al. Effectiveness of cardiac resynchronization therapy by QRS morphology in the multicenter automatic defibrillator implantation trial-cardiac resynchronization therapy (MADIT-CRT). *Circulation*. 2011;123(10):1061-72.
17. Sipahi JC, Chou M, Hyden DY, Rowland DI, Simon and Fang JC. Effect of QRS morphology on clinical event reduction with cardiac resynchronization therapy: meta-analysis of randomized controlled trials." *The American Heart Journal*. 2012;163(2):260.e3-267.e3:2012.
18. Van Oosterhout MF, Prinzen FW, Arts T, Schreuder JJ, Vanagt WY, Cleutjens JP, et al. Asynchronous electrical activation induces asymmetrical hypertrophy of the left ventricular wall. *Circulation* 1998;98:588-95.
19. Adomian GE, Beazell J. Myofibrillar disarray produced in normal hearts by chronic electrical pacing. *Am Heart J* 1986;112:79-83.
20. Lee MA, Dae MW, Langberg JJ, Griffin JC, Chin MC, Finkbeiner WE, et al. Effects of long-term right ventricular apical pacing on left ventricular perfusion, innervation, function and histology. *J Am CollCardiol* 1994;24:225-32.
21. Tse HF, Lau CP. Long-term effect of right ventricular pacing on myocardial perfusion and function. *J Am CollCardiol* 1997;29:744-9.
22. Wilkoff BL, Cook JR, Epstein AE, Greene HL, Hallstrom AP, Hsia H, et al. Dual-chamber pacing or ventricular backup pacing in patients with an implantable defibrillator: the Dual Chamber and VVI Implantable Defibrillator (DAVID) Trial. *JAMA*. 2002;288:3115-23.
23. Sweeney MO, Hellkamp AS, Ellenbogen KA, Greenspon AJ, Freedman RA, Lee KL, et al. Adverse effect of ventricular pacing on heart failure and atrial fibrillation among patients with normal baseline QRS duration in a clinical trial of pacemaker therapy for sinus node dysfunction. *Circulation* 2003;107:2932-7.
24. Nielsen JC, Kristensen L, Andersen HR, Mortensen PT, Pedersen OL, Pedersen AK. A randomized comparison of atrial and dual chamber pacing in 177 consecutive patients with sick sinus syndrome: echocardiographic and clinical outcome. *J Am CollCardiol* 2003;42:614-23.
25. Donoiu I, Târtea GC, Chávez González E. Is there a utility for QRS dispersion in clinical practice? *J Mind Med Sci*. 2017;4(2):132-41. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22543/7674.42.P132141>
26. Armstrong WF, Ryan T. Feigenbaum' Echocardiography; 2010; seventh edition; chapter 18, 1043-90.
27. World Medical Association Declaration of Helsinki ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA* 2001;284:3043-5.
28. Casola Crespo R, Casola Crespo E, Ramírez Lana LJ, Miranda Frago AE, Casola García SM, Casola Barreto EP, et al. Registro de implante de marcapasos: treceaños de experiencia. *Rev. Arch Med Camagüey*. 2016;20(2):135-44.
29. Romero García AR, Domínguez Pérez RJ, Fernández Chelala FI, Santos Hernández AM, Padrosa Santos D, Arias Salazar WV, et al. Variables Clínico Epidemiológicas de la Implantación de Marcapasos Cardíacos en el Hospital Lenin. Holguín, Cuba. 2014;5(1):202-10. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5031/v5i1.RIA10250>
30. Chan J, Fang F, Zhang Q, Fung J, Razali O, Azlan H, et al. Biventricular pacing is superior to right ventricular pacing in bradycardia patients with preserved systolic function: 2-year results of the PACE trial. *Eur Heart J*. 2011; 32:2533-40.
31. Yu C, Chan J, Zhang Q, Omar R, Yip G, Hussin A, et al. Biventricular pacing in patients with bradycardia and normal ejection fraction. *N Engl J Med*. 2009;361:2123-34.
32. Vijayaraman P, Bordachar P, Ellenbogen KA. The Continued Search for Physiological Pacing Where Are We Now? *JACC*. 2017;69(25):3099-114.
33. Kaye GC, Linker NJ, Marwick H, et al. Effect of right ventricular pacing lead site on left ventricular function in patients with high-grade auriculoventricular block: Results of the ProtectPace study. *EurHeart J*. 2015;36:856-62.
34. Mabo P, Defaye P, Mouton E, et al. randomized study of defibrillator lead implantations in the right ventricular mid-septum versus the apex: The SEPTAL Study. *J CardiovascElectrophysiol*. 2012;23:853-60.
35. Ortega DF, Segura E, Barja L, et al. Estimulación septal parahisiana. Análisis de indicaciones y seguimiento. *Rev ArgentCardiol*. 2007;75 Supl 1:153.
36. Brignole M, Auricchio A, Barón-Esquivias G, Bordachar P, Boriani G, Breithardt OA, et al. Guía de práctica clínica de la ESC2013 sobre estimulación cardíaca y terapia de resincronización cardíaca. *Rev EspCardiol*. 2014;67:58.e1-e60.
37. Varma N, Manne M, Nguyen D, He J, Niebauer M, Tchou P. Probability and magnitude of response to cardiac resynchronization therapy according to QRS duration and gender in nonischemic cardiomyopathy and LBBB. *Heart Rhythm*. 2014;11:1139-47.
38. Loring Z, Caños DA, Selzman K, Herz ND, Silverman H, MaCurdy TE, et al. Left bundlebranch block predicts better survival in women than men receiving cardiac resynchronization therapy: long-term follow-up of 145,000 patients. *JACC Heart Fail*. 2013;1:237-44.
39. Varma N. Left ventricular conduction delays and relation to QRS configuration in patients with left ventricular dysfunction. *Am J Cardiol*. 2009;103:1578-85.

Recibido: 03/06/2022

Aprobado: 15/09/2022

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses entre ellos, ni con la investigación presentada.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Elibet Chávez González.

Curación de datos: Elibet Chávez González, Raimundo Carmona Puerta.

Análisis formal: Elibet Chávez González, Raimundo Carmona Puerta, Fernando Rodríguez González

Investigación: Elibet Chávez González, Raimundo Carmona Puerta, Fernando Rodríguez González, Arian Nodarse Concepción.

Metodología: Elibet Chávez González, Raimundo Carmona Puerta.

Administración del proyecto: Elibet Chávez González,

Supervisión: Elibet Chávez González

Visualización: Elibet Chávez González, Raimundo Carmona Puerta, Fernando Rodríguez González, Arian Nodarse Concepción.

Redacción-borrador original: Elibet Chávez González
Redacción-revisión y edición: Elibet Chávez González, Raimundo Carmona Puerta, Fernando Rodríguez González

Financiamiento

No se utilizó financiamiento específico para realizar la investigación presentada.

Cómo citar este artículo

Chávez González E, Carmona Puerta R, Rodríguez González F, Nodarse Concepción A. Dispersión del QRS para determinar sincronía electromecánica en pacientes sometidos a estimulación cardíaca permanente. An Acad Cienc Cuba [internet] 2023 [citado en día, mes y

año];13(2):e1309. Disponible en: <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/1309>

El artículo se difunde en acceso abierto según los términos de una licencia Creative Commons de Atribución/Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0), que le atribuye la libertad de copiar, compartir, distribuir, exhibir o implementar sin permiso, salvo con las siguientes condiciones: reconocer a sus autores (atribución), indicar los cambios que haya realizado y no usar el material con fines comerciales (no comercial).

© Los autores, 2023.





