

## Arritmias posquirúrgicas inmediatas tras la corrección de las cardiopatías congénitas

### Early postoperative arrhythmias after correction of congenital heart diseases

Dunia Bárbara Benítez Ramos,<sup>I</sup> Michel Cabrera Ortega,<sup>II</sup> José Manuel Lambert Maresma,<sup>III</sup> Luis Bravo Pérez de Ordaz,<sup>III</sup> Omar Machado Sigler,<sup>III</sup> Alfredo Naranjo Ugalde,<sup>IV</sup> Alexander González Guillén,<sup>IV</sup> Jaqueline Barrial Moreno<sup>V</sup>

<sup>I</sup>Servicio Clínico de Cardiología. Cardiocentro Pediátrico "William Soler". La Habana, Cuba.

<sup>II</sup>Sección de Arritmia y Estimulación Cardíaca. Cardiocentro Pediátrico "William Soler". La Habana, Cuba.

<sup>III</sup>Servicio de Terapia Intensiva. Cardiocentro Pediátrico "William Soler". La Habana, Cuba.

<sup>IV</sup>Servicio de Cirugía Cardiovascular. Cardiocentro Pediátrico "William Soler". La Habana, Cuba.

<sup>V</sup>Servicio de Anestesiología. Cardiocentro Pediátrico "William Soler". La Habana, Cuba.

---

#### RESUMEN

**Introducción:** las arritmias posoperatorias en la corrección de los cardiacos congénitos muestran una incidencia entre 15 a 48 %. Están relacionadas con la técnica quirúrgica empleada, y aumentan la morbilidad y mortalidad durante el posoperatorio inmediato.

**Objetivo:** estimar la incidencia de las arritmias en el posquirúrgico inmediato de las cardiopatías congénitas, así como sus predictores de riesgo.

**Métodos:** se realizó un estudio prospectivo, analítico, observacional, en los pacientes corregidos de cardiopatías congénitas en el Cardiocentro Pediátrico "William Soler". Se analizaron las variables: edad, peso, cardiopatía, escala de riesgo RACHS, tipo de corrección, tiempo de circulación extracorpórea, tiempo de pinzamiento aórtico, uso de hipotermia, índice de inotrópicos y niveles séricos de electrolitos.

**Resultados:** de 1 200 pacientes, 162 casos (13,5 %) presentaron arritmias posquirúrgicas, y son la taquicardia ectópica de la unión (5,4 %) y el bloqueo auriculoventricular (3,9 %) las más frecuentes. Mediante análisis univariable se

identificaron como factores de riesgo la edad  $\leq 12$  meses ( $p= 0,026$ ), los tiempos de circulación extracorpórea ( $p= 0,003$ ) y pinzamiento aórtico ( $p= 0,0001$ ), las intervenciones relacionadas con nodo AV-haz de His ( $p= 0,0001$ ) y escala RACHS  $\geq 2$  ( $p= 0,018$ ). En análisis multivariable, el tiempo de pinzamiento aórtico (*odds ratio*= 8,4;  $p< 0,001$ ) y las intervenciones relacionadas con nodo AV-haz de His (*odds ratio*=10,2;  $p< 0,001$ ), fueron estadísticamente significativas.

**Conclusiones:** las arritmias son frecuentes en el posquirúrgico inmediato de las correcciones de las cardiopatías congénitas. El tiempo de pinzamiento aórtico y las cirugías que comprometen la zona del nodo AV-haz de His, son predictores de riesgo para el desarrollo de los trastornos del ritmo.

**Palabras clave:** arritmias; cardiopatías congénitas; cirugía cardiaca.

---

## ABSTRACT

**Introduction:** postoperative arrhythmias after correction of congenital heart diseases showed an incidence rate of 15 to 48 %. They are related to the surgical technique used and increase the morbidity and mortality during the immediate postoperative period.

**Objective:** to estimate the incidence of arrhythmias in the early postoperative period of congenital heart diseases as well as their risk predictors.

**Methods:** a prospective, observational and analytical study of patients with corrected congenital heart diseases in "William Soler" pediatric cardiocenter. The following variables were analyzed: age, weight, heart disease, RACHS risk scale, type of correction, time of extracorporeal circulation, time of aortic pinching, use of hypothermia, index of inotropics and levels of serum electrolytes.

**Results:** of 1 200 patients, 162 (13.5 %) presented with postoperative arrhythmias and the most frequent ones are junctional ectopic tachycardia (5.4 %) and atrioventricular blocking (3.9 %). By means of the univariate analysis, the identified risk factors were the age of 12 months or younger ( $p= 0.026$ ), time of extracorporeal circulation ( $p= 0.003$ ) and aortic pinch ( $p= 0.0001$ ), surgeries associated to the AV-His bundle node and RACHS risk scale values equal or higher than 2 ( $p= 0.018$ ). In the multivariate analysis, the time of aortic pinch (*odds ratio*= 8.4;  $p< 0.001$ ) and the surgeries related to AV node-His bundle (*odds ratio*= 10.2;  $p< 0.001$ ) were statistically significant.

**Conclusions:** arrhythmias are common in the early postoperative period after correction of congenital heart diseases. The time of aortic pinch and the surgeries involving the AV-His bundle node area are risk predictors for the development of heart rate disorders.

**Keywords:** arrhythmias; congenital heart diseases; heart surgery.

---

## INTRODUCCIÓN

En el contexto de las cardiopatías congénitas, una arritmia puede reflejar malposición o malformación del nodo sinusal o el nodo auriculoventricular (AV), trastornos hemodinámicos propios de las cardiopatías, enfermedad miocárdica primaria, daño

---

tisular por hipoxia o isquemia, secuelas o residuos posquirúrgicos, o una predisposición genética asociada.<sup>1</sup>

Las arritmias en el periodo del posquirúrgico inmediato están reconocidas como una complicación de la cirugía cardiotorácica, tanto en la población adulta como pediátrica. La incidencia reportada en la literatura de las arritmias en Pediatría es variable, y oscila entre 15 y 48 %.<sup>2-4</sup> Este amplio rango está relacionado con diferencias entre lo que es definido como arritmia en cada una de las series. En muchas de ellas se incluyen variaciones en el ritmo y la frecuencia que no requieren tratamiento, como las extrasístoles supraventriculares o ventriculares aisladas.

De acuerdo con su naturaleza, puede influir negativamente en el curso del posoperatorio de estos pacientes; y más aún, debido a diferentes factores, entre ellos, las frecuencias cardíacas basales más altas en estas circunstancias, y las alteraciones que pueden observarse en el complejo QRS basal debidas a la cirugía, los trastornos del ritmo en esta población pueden ser difíciles de diagnosticar y de tratar.

Con respecto a la patogenia de las arritmias posquirúrgicas, se destacan como factores: los efectos deletéreos de la circulación extracorpórea (CEC), el estímulo adrenérgico resultante de la catecolamina endógena y de los inotrópicos administrados, la presencia de suturas y cicatrices, así como las potenciales alteraciones hemodinámicas residuales no corregidas completamente luego de la cirugía.

Se realiza entonces la siguiente investigación en el Cardiocentro Pediátrico "William Soler", con el planteo las preguntas científicas siguientes:

1. ¿Cuál es la incidencia de arritmias posquirúrgicas en nuestro centro?
2. ¿Qué factores prequirúrgicos, transoperatorios y posquirúrgicos determinan su aparición?
3. ¿Cómo influye la presencia de las arritmias en la evolución posquirúrgica de los pacientes?

Para conducir la investigación se formuló como hipótesis que las arritmias posoperatorias constituyen una complicación frecuente en el posquirúrgico de la corrección de cardiopatías congénitas, y están relacionadas con la técnica correctiva que se utiliza. Los objetivos trazados fueron estimar la incidencia de las arritmias en el posquirúrgico inmediato de las cardiopatías congénitas, así como sus predictores de riesgo.

## MÉTODOS

Se realizó un estudio analítico, observacional y prospectivo, en el periodo comprendido de diciembre de 2008 a diciembre de 2013. La población objeto de estudio fueron los pacientes atendidos en el Cardiocentro Pediátrico "William Soler", corregidos de cardiopatías congénitas, y se tomó como muestra aquellos sometidos a corrección con CEC (n= 162), que cumplieron como criterio de inclusión que se tratara de pacientes corregidos de cardiopatías congénitas, y que en el periodo posquirúrgico inmediato presentaran trastornos del ritmo documentados electrocardiográficamente; y como criterios de exclusión los pacientes que presentaron extrasístoles supraventriculares o ventriculares, enfermos en los que se evidenció bradicardia o pausas sinusales sin compromiso hemodinámico, y aquellos

cuyo desenlace final fue una taquicardia ventricular sin pulso o una fibrilación ventricular.

Todos los pacientes fueron evaluados clínicamente durante el pre, trans y posoperatorio. Durante este último periodo fueron monitoreados de acuerdo con los protocolos establecidos en el servicio de terapia intensiva. Se realizó evaluación electrocardiográfica de doce derivaciones en el momento del trastorno del ritmo, y de manera rutinaria diaria tras el inicio de la arritmia. El manejo terapéutico se aplicó de acuerdo con los protocolos del servicio establecidos. Se evaluaron las variables: edad, peso, cardiopatía, escala de riesgo *The Risk Adjustment for Congenital Heart Surgery* (RACHS), tipo de corrección, tiempo de CEC, tiempo de pinzamiento aórtico, uso de hipotermia, índice de inotrópicos, índice cardiaco, niveles séricos de electrolitos, estadía en la terapia, tiempo de ventilación, presión venosa central, saturación de oxígeno y tensión arterial sistólica y diastólica invasivas.

Para la obtención de la información se elaboró una planilla de datos y un especialista no vinculado con la investigación realizó la recepción cifrada y el procesamiento de la información obtenida, según las condiciones necesarias para un estudio ciego por terceros.

La información contenida en la base de datos configurada se procesó con el paquete estadístico SPSS® versión 15, y por el programa Medcalc® versión 12. Para el análisis estadístico de las variables cualitativas se empleó la prueba no paramétrica de chi cuadrado de Pearson. Si la frecuencia esperada fue menor de 5, se utilizó la prueba exacta de Fisher. Después de haber verificado que las variables cuantitativas cumplían la hipótesis de normalidad, se empleó la prueba paramétrica *t de Student*, para evaluar el grado de diferenciación entre las medias calculadas de dos poblaciones o de una población y una muestra independientes; cuando las distribuciones no cumplieron esa condición, el análisis se llevó a cabo con la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. Se realizó análisis de varianza (ANOVA de un factor), ante eventos que involucraron más de dos grupos de variables cuantitativas con distribución simétrica.

Para la determinación de factores de riesgo se construyó un modelo de regresión logística. Fueron considerados de riesgo aquellas variables para las que el estadígrafo de Wald mostró una probabilidad menor de 5 %. Se analizó además el exponencial de los coeficientes ( $\text{Exp}\beta$ ) del modelo como estimadores de la razón de probabilidad u *odds ratio* (OR). Se consideró significativo todo valor de  $p \leq 0,05$  para el estadígrafo asociado a la prueba.

## RESULTADOS

De 1 200 pacientes, 162 casos (13,5 %) presentaron arritmias posquirúrgicas. Como se observa en la tabla 1, la edad en años mostró una media de 3,47 años, con una desviación estándar de 4,91 años. La media del peso de los niños fue de 12 kg, mientras que el tiempo de CEC mostró una media de 176 minutos y el tiempo de pinzamiento aórtico 104 minutos. Se aplicó hipotermia durante el acto quirúrgico a 64 casos. Fueron realizadas correcciones relacionadas con el nodo AV o el haz de His en 133 casos (82,1 %), mientras que en 29 casos (17,9 %) no fueron relacionadas con estas zonas. La media de los electrolitos fue de 146,73 mEq/L para el ión sodio, 4,28 mEq/L para el ión potasio y 1,36 mEq/L para el ión calcio y 0,84 mEq/L para el magnesio; mientras que, el índice de inotrópicos, presentó una media de 6,45.

**Tabla 1.** Características clínicas del grupo de estudio

| Variable                                      | n= 162        |
|-----------------------------------------------|---------------|
| Edad (en años)‡                               | 3,47 (4,91)   |
| Sexo (masculino/femenino)                     | 89/73         |
| Peso (en kg)‡                                 | 12 (6,34)     |
| Tiempo de circulación extracorpórea (en min)‡ | 176 (97,23)   |
| Tiempo de pinzamiento aórtico (en min)‡       | 104 (69,35)   |
| Hipotermia <sup>∞</sup>                       | 64 (39,52)    |
| Corrección quirúrgica <sup>∞</sup>            |               |
| a) Relacionadas con nodo AV-haz de His        | 133 (82,1)    |
| b) No relacionadas con nodo AV-haz de His     | 29 (17,9)     |
| Electrolitos (mmol/L)‡                        |               |
| a) Sodio                                      | 146,73 (3,32) |
| b) Potasio                                    | 4,28 (1,09)   |
| c) Calcio                                     | 1,36 (0,93)   |
| d) Magnesio                                   | 0,84 (0,12)   |
| Índice de inotrópicos (mcg/kg/min)‡           | 6,45 (5,21)   |

‡Media y desviación estándar; <sup>∞</sup>no. y por ciento.

Con respecto al índice de riesgo ajustada RACHS, la tabla 2 muestra que la mayoría de las intervenciones se distribuyeron entre las categorías 2 y 3 de esa escala. La distribución de la incidencia de arritmia, según subtipo reflejado en la tabla 3, pone de manifiesto que las arritmias de mayor incidencia fueron la taquicardia ectópica de la unión (TEU) (5,41 %) y el bloqueo auriculoventricular (BAV) (3,91), y es la taquicardia ventricular la de menos incidencia (0,41).

La tabla 4 muestra la repercusión sobre la hemodinámica y la morbilidad, y se comparan los grupos de casos con taquiarritmias. Se demostró que fue significativamente menor el índice cardiaco ( $p= 0,001$ ) en los casos con TEU. Igual comportamiento mostró la presión arterial sistólica ( $p= 0,021$ ), presión arterial diastólica ( $p= 0,026$ ), así como el tiempo de ventilación ( $p= 0,001$ ) y la estadía en la terapia ( $p= 0,001$ ).

**Tabla 2.** Distribución del grupo de estudio según escala de riesgo RACHS

| Variable                       | n=162   |
|--------------------------------|---------|
| RACHS 1 <sup>∞</sup>           | 7 (4,3) |
| a) CIA                         | 5       |
| b) DAPVD                       | 2       |
| RACHS 2 <sup>∞</sup><br>(60,5) | 98      |
| a) CIV                         | 31      |
| b) CIA OP                      | 6       |
| c) CIV + valvulotomía          | 6       |
| d) Tetralogía de Fallot        | 25      |
| e) DATVP                       | 14      |
| f) CIV + CIA                   | 8       |
| g) Estenosis subaórtica        | 8       |
| RACHS 3 <sup>∞</sup><br>(30,9) | 50      |
| a) Valvuloplastia mitral       | 10      |
| b) Canal AV                    | 18      |
| c) CoAo + CIV                  | 7       |
| d) Sustitución valvular mitral | 7       |
| e) Tetralogía deFontan         | 8       |
| RACHS 4 <sup>∞</sup><br>(4,3)  | 7       |
| a) Switch arterial + CIV       | 3       |
| b) Interrupción arco Ao + CIV  | 4       |

Ao: aórtico; CIA: comunicación interauricular; CIA OP: comunicación interauricular *ostium primum*; CIV: comunicación interventricular; CoAo: coartación aórtica; DAPVD: drenaje anómalo parcial de venas pulmonares; DATVP: drenaje anómalo total de venas pulmonares; RACHS: *The Risk Adjustment for Congenital Heart Surgery*.

<sup>∞</sup> No. y por ciento.

**Tabla 3.** Distribución de la incidencia de arritmia posquirúrgica según subtipo

| Variable                             | No. | %    |
|--------------------------------------|-----|------|
| Taquicardia ectópica de la unión     | 65  | 5,41 |
| Bloqueo auriculoventricular          | 47  | 3,91 |
| Taquicardia auricular                | 20  | 1,66 |
| Taquicardia ventricular no sostenida | 10  | 0,83 |
| Disfunción del nodo sinusal          | 9   | 0,75 |
| Taquicardia por reentrada intranodal | 6   | 0,5  |
| Taquicardia ventricular              | 5   | 0,41 |

**Tabla 4.** Repercusión sobre la hemodinámica y morbilidad

| Variable                                                    | TEU<br>(n= 65) | TA<br>(n= 20) | TRIN<br>(n= 6) | TV<br>(n= 5) | p     |
|-------------------------------------------------------------|----------------|---------------|----------------|--------------|-------|
| Índice cardíaco (L/min/m <sup>2</sup> ) <sup>‡</sup>        | 2,1±0,34       | 3,5±0,27      | 3,7±0,61       | 2,1±0,58     | 0,001 |
| Presión arterial sistólica invasiva (en mmHg) <sup>‡</sup>  | 72±5,36        | 85±4,43       | 88±5,05        | 72±3,61      | 0,021 |
| Presión arterial diastólica invasiva (en mmHg) <sup>‡</sup> | 35±6,17        | 46±3,92       | 51±6,26        | 37±4,77      | 0,026 |
| Presión venosa central (en mmHg) <sup>‡</sup>               | 8±1,55         | 10±2,48       | 11±3,03        | 8±0,46       | 0,137 |
| Saturación de oxígeno (%) <sup>‡</sup>                      | 92,14±2,93     | 95,72±7,88    | 97±0,17        | 91±8,47      | 0,280 |
| Tiempo de ventilación (en días) <sup>‡</sup>                | 6±1,91         | 3±0,74        | 2±0,32         | 4±1,58       | 0,001 |
| Estadía (en días) <sup>‡</sup>                              | 8±2,45         | 5±1,09        | 3±1,26         | 7±0,78       | 0,001 |

TA: taquicardia auricular; TEU: taquicardia ectópica de la unión; TRIN: taquicardia por reentrada intranodal; TV: taquicardia ventricular.

<sup>‡</sup>Media y desviación estándar.

La tabla 5 refleja la terapéutica utilizada según tipo de trastorno del ritmo, y fue la amiodarona utilizada en todos los casos de taquiarritmia. La cardioversión eléctrica requirió ser utilizada solo en los sujetos con taquicardia ventricular, mientras que la adenosina fue administrada como fármaco de primera línea en los pacientes con taquicardia por reentrada intranodal. La terapia de sobrestimación, por su parte, se aplicó solo en 21 casos con TEU y se logró respuesta variable. Todos los pacientes con BAV fueron estimulados mediante los electrodos epicárdicos, y 21 de estos requirieron tratamiento con isuprel. Finalmente, a 13 pacientes se les implantó un marcapaso permanente. La totalidad de los casos con disfunción sinusal fueron tratados con isuprel, y dos de ellos requirieron implantación definitiva de marcapasos.

**Tabla 5.** Terapéutica utilizada según tipo de arritmia

| Terapéutica                                    | TEU       | TRIN     | TV       | TVNS     | TA        | BAV       | ENS      |
|------------------------------------------------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
| Sobreestimulación <sup>∞</sup>                 | 21 (32,3) | -        | -        | -        | -         | -         | -        |
| Amiodarona <sup>∞</sup>                        | 43 (66,2) | 2 (33,3) | 4 (80,0) | 5 (50,0) | 10 (50,0) | -         | -        |
| B bloqueador <sup>∞</sup>                      | -         | -        | -        | 7 (70,0) | 7 (35,0)  | -         | -        |
| Procainamida <sup>∞</sup>                      | 22 (33,8) | -        | 3 (60,0) | 1 (10,0) | 8 (40,0)  | -         | -        |
| Adenosina <sup>∞</sup>                         | -         | 4 (66,7) | -        | -        | -         | -         | -        |
| Cardioversión eléctrica <sup>∞</sup>           | -         | -        | 3 (60,0) | -        | -         | -         | -        |
| Isuprel <sup>∞</sup>                           | -         | -        | -        | -        | -         | 21 (44,7) | 9 (100)  |
| Estimulación epicárdica temporal <sup>∞</sup>  | -         | -        | -        | -        | -         | 47 (100)  | 5 (55,6) |
| Estimulación transvenosa temporal <sup>∞</sup> | -         | -        | -        | -        | -         | 12 (25,5) | -        |
| Estimulación permanente <sup>∞</sup>           | -         | -        | -        | -        | -         | 13 (27,7) | 2 (22,2) |

BAV: bloqueo auriculoventricular; ENS: enfermedad del nodo sinusal; TA: taquicardia auricular; TEU: taquicardia ectópica de la unión; TRIN: taquicardia por reentrada intranodal; TV: taquicardia ventricular; TVNS: taquicardia ventricular no sostenida.

<sup>∞</sup>No. y por ciento.

La tabla 6 presenta la regresión logística para demostrar la asociación de los trastornos del ritmo posquirúrgico, respecto a probables predictores de arritmias. Mediante análisis univariable se identificaron las variables siguientes: edad  $\leq 12$  meses (OR: 0,93; IC 95 % 0,03 a 2,15;  $p=0,026$ ), tiempo de CEC (OR: 2,54; IC 95 % 0,94 a 6,73;  $p=0,003$ ), RACHS  $\geq 2$  (OR: 6,37; IC 95 % 1,38 a 12,64;  $p=0,018$ ), corrección quirúrgica relacionadas con el nodo AV-haz de His (OR: 14,72; IC 95 % 1,38 a 12,64;  $p=0,018$ ), y tiempo de pinzamiento aórtico (OR: 12,96; IC 95 % 3,28 a 15,47;  $p=0,0001$ ). Sin embargo, mediante análisis multivariable solo se identificaron como significativas las variables corrección quirúrgica relacionadas con el nodo AV-haz de His (OR: 10,25; IC 95 % 3,7 a 54,5;  $p<0,001$ , wald 5,073) y el tiempo de pinzamiento aórtico (OR: 8,46; IC 95 % 1,2 a 24,3;  $p<0,001$ ; wald 3,861).

**Tabla 6.** Regresión logística

| Variable                                                                 | OR    | IC 95 %      | Wald    | p         |
|--------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|---------|-----------|
| <b>Análisis univariable</b>                                              |       |              |         |           |
| Edad $\leq 12$ meses                                                     | 0,93  | 0,03 a 2,15  | - 0,641 | 0,026     |
| Tiempo de circulación extracorpórea                                      | 2,54  | 0,94 a 6,73  | 1,705   | 0,003     |
| Corrección quirúrgica relacionada con nodoauriculoventricular-haz de His | 14,72 | 5,37 a 19,06 | 4,903   | 0,0001    |
| Tiempo de pinzamiento aórtico                                            | 12,96 | 3,28 a 15,47 | 4,407   | 0,0001    |
| RACHS $\geq 2$                                                           | 6,37  | 1,38 a 12,64 | 3,874   | 0,018     |
| <b>Análisis multivariable</b>                                            |       |              |         |           |
| Tiempo de pinzamiento aórtico                                            | 8,46  | 1,2 a 24,3   | 3,861   | $< 0,001$ |
| Corrección quirúrgica relacionada con nodoauriculoventricular-haz de His | 10,25 | 3,7 a 54,5   | 5,073   | $< 0,001$ |

## DISCUSIÓN

En el posquirúrgico inmediato de la cirugía cardíaca, los pacientes con cardiopatías congénitas son vulnerables a los trastornos del ritmo. El sustrato arritmogénico para el desencadenamiento de las arritmias encuentra su basamento en la lesión miocárdica directa por incisión quirúrgica, la canulación, la presencia de suturas y parches que afectan el funcionamiento del sistema excito-conductor, sumado a los cambios hemodinámicos por las fluctuaciones de volúmenes y presiones intracavitarias.

Las estadísticas de *Pfammatter*<sup>3</sup> y *Rekawek*<sup>5</sup> demuestran una susceptibilidad en los pacientes de menor edad. Semejante a estas series, la presente casuística identificó a la edad  $\leq 12$  meses como predictor en análisis univariable.

*Jenkins* y otros<sup>6</sup> publicaron una propuesta de evaluación y ajuste de riesgo llamada RACHS, método que es una herramienta de estratificación válida en la población pediátrica.<sup>7</sup> Se escogió esta escala en la investigación por su aplicación sencilla y su alto valor predictivo.

Las cardiopatías congénitas más frecuentes de la casuística fueron la comunicación interventricular (CIV), entre las no cianóticas; y la tetralogía de Fallot, entre las cianóticas. Ellas son las de mayor incidencia en el Cardiocentro Pediátrico "William Soler", lo que concuerda con la literatura revisada.<sup>7-10</sup> La mayor complejidad quirúrgica y la presencia de defectos residuales constituyen factores a tener en cuenta en la génesis de los trastornos del ritmo posquirúrgico. Se han observado incidencias del 30 % en el cierre de la CIV, 35 % en la tetralogía de Fallot y 47 % en la reparación de los defectos tipo canal AV, con un predominio de las bradiarritmias.<sup>2,3,11,12</sup> De acuerdo con el análisis univariable de la presente casuística, una puntuación de RACHS  $\geq 2$  constituye un predictor de riesgo. Comportamiento similar demostró *Rekawek*,<sup>5</sup> al obtener la mayor incidencia de arritmias en los sujetos con acceso quirúrgico complejo, según la escala de riesgo *Aristotle Basic Score*.

En el estudio de *Valsangiacomo* y otros<sup>2</sup> se reportó a la bradicardia sinusal, el bloqueo AV y la taquicardia sinusal, como los de mayor incidencia. Sin embargo, es de señalar las diferencias en relación con los criterios de selección de esta investigación, en

comparación con los de la presente casuística. Otros estudios han señalado a la TEU como la arritmia posquirúrgica más frecuente, con una incidencia entre 1-10,5 %, <sup>4,5,13-15</sup> tal como demuestran los resultados de la actual serie.

Varias investigaciones han estudiado los factores asociados a la aparición de la TEU. <sup>13,15-17</sup> Una serie reportó a la hipomagnesemia como el principal factor relacionado con esta taquiarritmia. <sup>15</sup> La hipomagnesia causa, a nivel intracelular, una depleción de los niveles de potasio con aumento de las concentraciones de calcio, lo que incrementa las propiedades de excitabilidad del miocardio; <sup>18</sup> sin embargo, tal como reflejan los resultados de la presente casuística, otras series describen la aparición de la TEU en sujetos con niveles séricos de magnesio adecuados. <sup>12,19</sup>

Otros investigadores reportan una alta incidencia en sujetos corregidos de tetralogía de Fallot, y postulan como factor al trauma directo en zonas parahisianas o las lesiones hemorrágicas en el haz de His, producto de la tracción de las estructuras cercanas al haz de His. <sup>13,19,20</sup> *Delaney* y otros <sup>4</sup> describieron el predominio de la TEU en los sujetos operados de defectos septales tipo canal, y en el cierre del CIV asociado a la transposición de grandes vasos; en ambas patologías se aplicaron técnicas quirúrgicas que comprometían las zonas parahisianas. De acuerdo con el modelo de regresión logística construido en la presente serie, la cirugía correctiva relacionada con el nodo AV-haz de His se identificó como factor predictivo de arritmias posquirúrgicas. Este resultado apoya la hipótesis sobre el factor anatómico como uno de los mayores determinantes de las arritmias posoperatorias, en especial la TEU y el BAV. La manipulación directa y estiramiento no intencionado de las estructuras cercanas al sistema de conducción eléctrica, ocasiona el daño miocárdico necesario que aumenta la excitabilidad y el automatismo de estas estructuras. De hecho, se han descrito en autopsias de pacientes fallecidos con TEU, zonas hemorrágicas que involucran al nodo AV. <sup>21,22</sup> La lesión directa del sistema excito-conductor por parches, suturas, o durante la canulación de venas cavas, predispone al desarrollo de las diferentes bradiarritmias. <sup>1,8,23</sup>

Los tiempos prolongados de CEC y pinzamiento aórtico han sido reportados como factores en diferentes estudios. <sup>3,16,17,19,24</sup> El resultado del análisis multivariable coincide con ellos, al identificar al tiempo de pinzamiento aórtico como elemento proclive a la predicción de desarrollo de arritmias posquirúrgicas.

Aunque la CEC puede proporcionar un gasto cardíaco normal, los efectos dañinos de la CEC están presentes, inherentes a un estado no fisiológico de las funciones cardiopulmonares. Las sustancias proinflamatorias liberadas durante la CEC tienen asiento en el corazón y vasos sanguíneos, en especial, en la microvasculatura, lo que afecta la función cardíaca y el riego sanguíneo tisular. <sup>25</sup> A esto se suma el aumento de la inestabilidad hemodinámica, resultante de la activación sistémica del complemento con liberación de citoquinas como la IL-6. <sup>25,26</sup> En pacientes pediátricos el aumento de las catecolaminas durante la CEC es mucho mayor que en los adultos, y con ello, se mantienen normales la resistencia vascular y la presión arterial. <sup>27</sup> Este hecho aumenta la susceptibilidad en aquellos sujetos que requieren apoyo inotrópico, pues drogas como la dopamina, por su efecto catecolaminérgico, han potenciado la aparición de los trastornos del ritmo. <sup>14</sup> Tiempos de pinzamiento aórtico superiores a los 90 minutos se han relacionado con alteraciones de la perfusión miocárdica, daño tisular y predisposición a las taquiarritmias, en especial la TEU. <sup>15,17,19</sup> En aras de estimar el daño miocárdico producido por la isquemia durante periodos prolongados de pinzamiento aórtico, se han determinado los niveles séricos de enzimas cardíacas. <sup>3,28,29</sup> La elevación de los marcadores enzimáticos creatina quinasa MB, troponina I y troponina T, se han relacionado con la aparición de taquiarritmias en el posquirúrgico inmediato. <sup>3,28,29</sup>

El incremento de la morbilidad y la mortalidad en los sujetos con arritmias posoperatorias ha sido descrito en varias series.<sup>5,13,14,30,31</sup> En la presente casuística se demuestra el deterioro hemodinámico, y la prolongación de la ventilación mecánica en los individuos con TEU.

En las primeras horas del posquirúrgico inmediato existen varios factores que afectan el gasto cardiaco: la función sistólica y diastólica está comprometida por el edema y el aturdimiento miocárdico, la precarga es reducida secundaria a la hipovolemia y la hemodilución, la poscarga se afecta por la elevación de las resistencias vasculares sistémicas, y existen cambios bruscos volumétricos y de presión intracavitarios.<sup>25,26</sup> Por lo tanto, el gasto cardiaco depende, en mayor medida, de la frecuencia cardiaca que del volumen sistólico. Durante una taquicardia se acorta el tiempo de llenado ventricular, así como de perfusión coronaria, lo cual desencadena una cascada de eventos que comprometen el gasto cardiaco. La TEU se asocia, además, a disincronía AV, y se relaciona con mayor compromiso de la función cardiaca, y por ende, aumento de la morbilidad, estadía hospitalaria y mortalidad. Las estrategias terapéuticas aplicadas de acuerdo con el tipo específico de trastorno del ritmo, coinciden con lo reportado en la literatura médica internacional,<sup>1-5,19,20,23,32</sup> y se logra el control adecuado de todas las arritmias. Cabe destacar la ausencia de fallecidos por arritmias posquirúrgicas u otras causas en el grupo que conformó la investigación.

Se concluye que las arritmias son frecuentes en el posquirúrgico inmediato de las correcciones de las cardiopatías congénitas; y la TEU y el BAV, son las de mayor incidencia. El tiempo de pinzamiento aórtico, así como las cirugías que comprometen la zona del nodo AV-haz de His, son predictores de riesgo para el desarrollo de los trastornos del ritmo.

## **Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en la realización del estudio.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Kimberly A, Holst KA, Said SM, Nelson TJ, Cannon BC, Dearani JA. Interventional and surgical management of congenital heart disease: specific focus on valvular disease and cardiac arrhythmias. *Circ Res.* 2017;120:1027-44.
2. Valsangiacomo E, Schmid ER, Schupbach RW, Schmidlin D, Molinari L, Waldvogel K, et al. Early postoperative arrhythmias after cardiac surgery in children. *Ann Thorac Surg.* 2002;74:792-6.
3. Pfammatter JP, Bachmann DCG, Bendicht PW, Pavlovic M, Berdat P, Carrel T, et al. Early postoperative arrhythmias after open heart procedures in children with congenital heart disease. *Pediatr Crit Care Med.* 2001;2:217-24.

4. Delaney J, Moltedo J, Dziura JD, Kopf GS, Snyder CC. Early postoperative arrhythmias after pediatric cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006;3:1296-300.
5. Rekawek J, Kansy A, Miszczak-Knecht M, Manowska M, Bieganowska K, Brzezinska-Paszke M, et al. Risk factors for cardiac arrhythmias in children with congenital heart disease after surgical intervention in the early postoperative period. *J Thorac Cardiovasc Sur.* 2007;133:900-4.
6. Jenkins KJ, Gauvreau K, Newburger JW, Spray TL, Moller JH, Lezzoni LI. Consensus-based method for risk adjustment for surgery for congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2002;123:110-8.
7. Shanmugam G, Clark LL, Burton HJ, Warren AE, O'Blenes SB, Friesen CLH. Improving and standardizing capture of pediatric cardiac surgical complications. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;144:570-6.
8. Kairy P, Van Hare GF, Balaji S, Berul CI, Cecchin F, Cohen MI. PACES/HRS expert consensus statement on the recognition and management of arrhythmias in adult congenital heart disease. *Heart Rhythm.* 2014;11:102-65.
9. Koyak Z, Achterbergh RC, de Groot JR, Berger F, Koolbergen DR, Bouma BJ, et al. Postoperative arrhythmias in adults with congenital heart disease: incidence and risk factors. *Int J Cardiol.* 2013;169:139-44.
10. Hayward RM, Tseng ZH. Arrhythmias in complex congenital heart disease. *Card Electrophysiol Clin.* 2014;1:623-34.
11. St Louis JD, Jodhka U, Jacobs JP, He X, Hill KD, Pasquali S, et al. Contemporary outcomes of complete atrioventricular septal defect repair: analysis of the Society of Thoracic Surgeons Congenital Heart Surgery database. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;148:2526-31.
12. Villafañe J, Feinstein JA, Jenkins KJ, Vincent RN, Walsh EP, Dubin AM, et al. Hot topics in tetralogy of Fallot. *Am Coll Cardiol.* 2013;62:2155-66.
13. Dodge-Khatami A, Miller OI, Andreson RH, Goldman AP, Gil-Jaurena JM, Elliott M, et al. Surgical substrates of postoperative junctional ectopic tachycardia in congenital heart defects. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2002;123:624-30.
14. Walsh EP, Saul JP, Sholler GF, Triedman JK, Jonas RA, Mayer JE, et al. Evaluation of a staged treatment protocol for rapid automatic junctional tachycardia after operation for congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol.* 1997;29:1046-53.
15. Batra AS, Chun DS, Johnson TR, Maldonado EM, Kashyap BA, Lindbade CL, et al. A prospective analysis of the incidence and risk factors associated with junctional ectopic tachycardia following surgery for congenital heart disease. *Pediatr Cardiol.* 2006;27:51-5.

16. Peretto G, Durante A, Limite LR, Cianflone D. Postoperative arrhythmias after cardiac surgery: incidence, risk factors, and therapeutic management. *Cardiology Research and Practice*. 2014. doi:10.1155/2014/615987.
17. Cools E, Missant C. Junctional ectopic tachycardia after congenital heart surgery. *Acta Anaesth Belg*. 2014;65:1-8.
18. Dorman BH, Sade RM, Burnette JS, Wiles HB, Pinosky ML, Reeves ST, et al. Magnesium supplementation in the prevention of arrhythmias in pediatric patients undergoing surgery for congenital heart defects. *Am Heart J*. 2002;139:522-8.
19. Imamura M, Dossey AM, Garcia X, Shinkawa T, Jaquiss RDB. Prophylactic amiodarone reduces junctional ectopic tachycardia after tetralogy of Fallot repair. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012;143:152-6.
20. Leriger M, Naguib A, Gallantowicz M, Tobias JD. Dexmedetomidine controls junctional ectopic tachycardia during tetralogy of Fallot repair in an infant. *Ann Card Anaesth*. 2012;15:224-8.
21. Till JA, Ho SY, Rowland E. Histopathological findings in three children with His bundle tachycardia occurring subsequent to cardiac surgery. *Eur Heart J*. 1992;13:709-12.
22. Anderson RH, Ho SY. The morphologic substrate for pediatric arrhythmias. *Cardiol Young*. 1991;1:159-76.
23. Gupta P, Jines P, Gossett JM, Maurille M, Hanley FL, Reddy VM, et al. Predictors for use of temporary epicardial pacing wires after Pediatric cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012;144:557-62.
24. Mildh L, Hiipala A, Rautiainen P, Pettilä V, Sairanen H, Hänninen JM. Junctional ectopic tachycardia after surgery for congenital heart disease: incidence, risk factors and outcome. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2010;76:1-6.
25. Mena F, Ilobet G. Bombas de circulación extracorpórea. En: Gomar C, Pomar JL, Mata MT, editores. *Fisiopatología y técnicas de circulación extracorpórea*. Barcelona: AEP; 2003. p. 227-36.
26. Tschaut RJ, Latz S. Circulación extracorpórea en neonatos e infantes. En: Tschaut RJ, Leon Wyss J, García E. *Circulación extracorpórea en teoría y práctica*. Berlin: Pabst Science Publishers; 2003. p. 24-40.
27. Mavroudis C, Deal B, Backer CL, Stewart RD. Operative techniques in association with arrhythmia surgery in patients with congenital heart disease. *World Journal for Pediatric and Congenital Heart Surgery*. 2013;4:85-97.
28. Jakobsen O, Naesheim T, Aas KN, Sorlie D, Steensrud T. Adenosine instead of supranormal potassium in cardioplegia: it is safe, efficient, and reduces the incidence of postoperative atrial fibrillation. A randomized clinical trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013;145:812-8.

29. Pavione MA, Carmona F, de Castro M, Carlotti APCP. Late remote ischemic preconditioning in children undergoing cardiopulmonary bypass: a randomized controlled trial. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;144:178-83.
30. Shamszad P, Cabrera AG, Kim JJ, Moffett BS, Graves DE, Heinle JS, et al. Perioperative atrial tachycardia is associated with increased mortality in infants undergoing cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;144:396-401.
31. Jacobs ML, O'Brien SM, Jacobs JP, Mavroudis C, Lacour-Gayet F, Pasquali S, et al. An empirically based tool for analyzing morbidity associated with operations for congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;145:1046-57.
32. Bar-Cohen Y, Silka MJ. Management of postoperative arrhythmias in pediatric patients. *Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine.* 2012;14:443-54.

Recibido: 16 de marzo de 2017.

Aprobado: 1º de junio de 2017.

*Dunia Bárbara Benítez Ramos.* Cardiocentro Pediátrico "William Soler". Calle San Francisco y Perla, reparto Altahabana, municipio Boyeros. La Habana, Cuba. Correo electrónico: letyleon@infomed.sld.cu