

## Reanimación cardiopulmonar con protocolo CSU-ALS

### Cardiopulmonary resuscitation with CSU-ALS protocol

Willebaldo Tenorio-Gutiérrez,<sup>1</sup> Rosalinda Jiménez-Aguilar,<sup>2</sup> Emilio Tenorio-Gutiérrez,<sup>3</sup> Carlos Max Luna-Valdéz<sup>4</sup>

#### Resumen

**ANTECEDENTES:** La incidencia del paro cardíaco posquirúrgico, en pacientes operados del corazón, es de 0.7-8%. El pronóstico de soporte vital avanzado es relativamente bueno en unidades quirúrgicas cardiovasculares, que a partir de 2009 recomienda la *European Association for Cardio Thoracic Surgery* y la *Society of Thoracic Surgeons* en 2017.

**CASO CLÍNICO:** Paciente con diagnóstico de coartación aórtica yuxtaductal, con hipoplasia de arco aórtico, que ingresó a cuidados intensivos pediátricos después de la corrección quirúrgica con interposición de un injerto protésico de Woven Dacron® en el sitio afectado que, a las 72 horas, tuvo un paro cardíaco; se inició el protocolo de soporte vital avanzado en unidades quirúrgicas cardiovasculares que, a diferencia del protocolo universal de soporte vital pediátrico avanzado que recomienda la *American Heart Association* se interrumpen todas las infusiones, incluidos los inotrópicos, no se administran dosis de adrenalina y se interrumpen las compresiones torácicas para permitir la reesternotomía, con ello se evita perder tiempo en compresiones ineficaces.

**CONCLUSIONES:** El protocolo CSU-ALS aporta orientación dirigida, específicamente a pacientes con paro cardíaco posquirúrgico, a diferencia del protocolo PALS, que recomienda la *American Heart Association* de forma estandarizada para todos los pacientes, sobre todo, ante un paro cardíaco no advertido y sin monitorización.

**PALABRAS CLAVE:** Guía de práctica clínica; procedimientos quirúrgicos cardíacos; paro cardíaco; reanimación cardiopulmonar; soporte vital cardíaco avanzado; taponamiento cardíaco.

#### Abstract

**BACKGROUND:** The incidence of post-surgical cardiac arrest, in patients who have undergone heart surgery, is 0.7-8%. The prognosis for advanced life support is relatively good in cardiovascular surgical units, which as of 2009 is recommended by the European Association for Cardio Thoracic Surgery and the Society of Thoracic Surgeons in 2017.

**CLINICAL CASE:** Patient with a diagnosis of yuxtaductal aortic coarctation, with aortic arch hypoplasia, who was admitted to pediatric intensive care after surgical correction with interposition of a prosthetic graft of Woven Dacron® in the affected site that, after 72 hours, went into cardiac arrest; The advanced life support protocol was initiated in cardiovascular surgical units which, unlike the universal advanced pediatric life support protocol recommended by the American Heart Association, interrupts all infusions, including inotropes, does not administer doses of adrenaline, and interrupts chest compressions to allow for re-esterotomy, thus avoiding wasting time on ineffective compressions.

**CONCLUSIONS:** The CSU-ALS protocol provides guidance specifically aimed at patients with post-surgical cardiac arrest, unlike the PALS protocol, which is recommended by the American Heart Association in a standardized way for all patients, especially when faced with undetected, unmonitored cardiac arrest.

**KEYWORDS:** Practice guidelines as topic, cardiac surgical procedures, heart arrest, cardiopulmonary resuscitation, advanced cardiac life support, cardiac tamponade.

<sup>1</sup> Médico adscrito a la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos.

<sup>2</sup> Intensivista pediatra, jefe del servicio de Terapia intensiva pediátrica.

<sup>3</sup> Médico general egresado de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México. Médico residente de Pediatría, Instituto Mexicano del Seguro Social.

<sup>4</sup> Cirujano cardiorrástico pediatra, adscrito al servicio de Cirugía cardiorrástica.

Hospital General Dr. Gaudencio González Garza; Centro Médico Nacional La Raza, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Ciudad de México.

**Recibido:** 28 de diciembre 2019

**Aceptado:** 5 de noviembre 2020

#### Correspondencia

Willebaldo Tenorio-Gutiérrez  
tenoriocardiointensivista@gmail.com

**Este artículo debe citarse como**

Tenorio-Gutiérrez W, Jiménez-Aguilar R, Tenorio-Gutiérrez E, Luna-Valdéz CM. Reanimación cardiopulmonar con protocolo CSU-ALS. Acta Pediatr Mex 2020;

## ANTECEDENTES

Cada año, en Estados Unidos, más de 400,000 pacientes se operan del corazón en uno de los, aproximadamente, 1200 hospitales especializados en cirugía cardíaca.<sup>1,2,3</sup> Se estima que la incidencia de paro cardíaco posoperatorio es de 0.7-8%.<sup>4-8</sup> La estadística que merece especial mención con respecto a estos pacientes es su relativo buen pronóstico.

Se estima que alrededor de la mitad supervive al alta hospitalaria, proporción mucho mayor que la documentada cuando el paro cardíaco sucede en otras circunstancias. La razón de esta mayor supervivencia reside en la alta incidencia de causas reversibles.<sup>9-13</sup>

La fibrilación ventricular es la causa del paro cardíaco en 25 a 50% de los casos. Otras causas frecuentes de paro cardíaco son: taponamiento cardíaco y el sangrado grave, y ambos pueden resolverse rápidamente con la reanimación inmediata y reesternotomía de emergencia, después de una cirugía cardíaca, para mitigar el taponamiento y controlar el sangrado. La inmediata identificación y el tratamiento por el personal de la unidad de cuidados intensivos (UCI) adiestrado en el reconocimiento y atención de estos paros cardíacos mejoran la supervivencia.<sup>9-13</sup>

En 2015, el *European Resuscitation Council* publicó una sección dedicada a la reanimación del paciente con paro cardíaco postcirugía cardíaca.<sup>14</sup> El grupo de trabajo de la *Society of Thoracic Surgeons* proporciona una perspectiva individualizada de la reanimación de pacientes con paro cardíaco postquirúrgico, sin dejar de seguir la metodología indicada por las guías de práctica clínica de la *American Heart Association*.<sup>15</sup>

## CASO CLÍNICO

Paciente masculino, de 15 años, que se ingresó a la unidad de terapia intensiva pediátrica cardiovascular con diagnóstico de coartación aórtica yuxtaductal, dilatación postestenótica e hipoplasia del arco aórtico, luego de colocarle un puente aórtico ascendente-arco descendente y un injerto de Woven Dacrón®.

El padecimiento se inició 6 meses antes del procedimiento quirúrgico, al acudir a consulta médica debido a una infección de vías respiratorias superiores. Durante la toma de los signos vitales se encontró hipertensión arterial sistémica, con una diferencia de más de 25 mmHg en la comparación de extremidades inferiores y superiores. Puesto que se auscultó un soplo cardíaco se decidió enviar al paciente con el cardiólogo, quien estableció el diagnóstico de coartación e hipoplasia de arco aórtico, fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI) 68%, fracción de acortamiento (FAC) 40%, dilatación de cavidades izquierdas, anillo aórtico de 20 mm (z-0.61), arco aórtico izquierdo, aorta (AO) ascendente 30 mm (z+2.54), arco transversal 12.1 mm (z-4.15), arco distal 19.3 mm (z+15.5). Se observó un área de estrechamiento a la altura de la aorta descendente, hasta 2.8 mm (z-10), que generó un gradiente menor de 20 y máximo de 54 mmHg, segmento coartado 10 mm y dilatación postestenótica 17 mm, anillo pulmonar 20 mm (z-1.7), ramas pulmonares confluentes: derecha 10 mm (z-3.2) e izquierda 16 mm (+1.28); se observaron múltiples vasos colaterales.

Ingresó a cuidados intensivos cardiovasculares después de la corrección quirúrgica con interposición de un injerto protésico Woven Dacrón® en el sitio afectado. Cursó las primeras 72 horas con síndrome de bajo gasto postbomba

compensado con apoyo vasopresor y sangrado posquirúrgico en límites permisibles, ameritó terapia transfusional con crioprecipitados y concentrados plaquetarios. A pesar de ello sufrió hipotensión severa de 60-40 mmHg, ausencia de pulso, hipoxemia con  $S_aO_2$  de 30%, palidez y cianosis severa generalizada; ante el paro cardíaco se iniciaron las maniobras de reanimación cardiopulmonar avanzada. Por estar cursando los primeros 3 días posquirúrgicos se inició el protocolo de soporte vital avanzado en unidades quirúrgicas cardiovasculares (CSU-ALS, *Cardiac Surgical Unit-Advanced Life Support*, por sus siglas en inglés) ante asistolia, sin cables del marcapasos.

Se iniciaron las compresiones torácicas comprimiendo un tercio del diámetro anteroposterior torácico sin lograrse tensión arterial sistólica (TAS) de 60 mmHg luego de 5 minutos de resucitación cardiopulmonar; se verificó la adecuada colocación y permeabilidad del tubo endotraqueal con insuflación de bolsa autoinflable, auscultándose de forma simétrica y adecuada en ambos hemitórax, por lo que se volvió a conectar al ventilador mecánico con el consecuente incremento de la fracción inspirada de oxígeno ( $FiO_2$ ) al 100% y se dejó presión positiva al final de la espiración (PEEP) de 0.

Ante la ausencia de alguna causa reversible del paro cardíaco como las H's y T's (hipoxia, hipovolemia, hipoglucemia, acidosis, desequilibrio electrolítico, hipotermia, neumotórax, tromboembolia, tóxicos), se abrió la sonda mediastinal, que se succionó manualmente con una jeringa de 20 mL, sin drenar absolutamente nada; se decidió la reesternotomía, retirar las grapas cutáneas y los cables esternales metálicos; se evidenció un hemopericardio de aproximadamente 1500 mL, que condicionó el taponamiento cardíaco. Se iniciaron las maniobras de masaje

cardíaco directo con las que se consiguió llevar la tensión arterial sistólica a valores mayores de 60 mmHg y, posteriormente, el paciente volvió a la circulación espontánea.

Durante la reanimación cardiopulmonar no se administró ninguna dosis de adrenalina, se pausaron de forma inmediata todas las infusiones de medicamentos, incluyendo los inotrópicos y vasopresores, sedantes, etc.

Las compresiones torácicas hasta la realización de la reesternotomía duraron 5 minutos. La reesternotomía duró 2 minutos y las compresiones directas cardíacas 2 minutos. El tiempo total de la reanimación cardiopulmonar fue de 9 minutos. Posteriormente se reinició la sedación y la analgesia, el apoyo inotrópico y vasopresor e, igualmente, aunque de forma empírica, el tratamiento antibiótico contra grampositivos. Luego de 3 semanas de permanencia en cuidados intensivos se decidió trasladar al paciente al piso de Cardiología, donde permaneció dos semanas y después se dio de alta a su domicilio, en seguimiento por los servicios tratantes, además de rehabilitación.

## DISCUSIÓN

La *American Heart Association* recomienda el protocolo para la reanimación de pacientes pediátricos con paro cardíaco: PALS. El Consejo Europeo de Reanimación (a partir de 2015), la *Society of Thoracic Surgeons* de Estados Unidos (a partir de 2017), con la metodología indicada por las guías de práctica clínica de la *American Heart Association* recomiendan el protocolo CSU-ALS dirigido solo a pacientes operados de corazón en los primeros 10 días postquirúrgicos<sup>16</sup> (y que desgraciadamente es poco aplicado en la vida real, por desconocimiento) con las siguientes diferencias que se reflejan en la supervivencia del paciente. **Cuadro 1**

**Cuadro 1.** Diferencias entre el protocolo PALS y el CSU-ALS pediátrico

PALS	CSU-ALS
<b>Fibrilación ventricular y taquicardia ventricular sin pulso</b>	
Resucitación cardiopulmonar: secuencia de reanimación:	Desfibrilación en el primer minuto
<b>A.</b> Resucitación cardiopulmonar	Tres descargas eléctricas secuenciales antes de la resucitación cardiopulmonar
<b>B.</b> Descarga eléctrica (1 dosis)	Amiodarona
<b>C.</b> Resucitación cardiopulmonar (2 minutos)	Reesternotomía en los primeros 5 minutos
<b>D.</b> Repetir la descarga eléctrica	
<b>Asistolia o bradicardia severa</b>	
Resucitación cardiopulmonar	Considere marcapasos externo
Adrenalina 0.01/mg/kg cada 3 minutos	Marca pasos DDD, máximo voltaje de salida en el primer minuto
	Resucitación cardiopulmonar
	Reesternotomía en los primeros 5 minutos
<b>Actividad eléctrica sin pulso</b>	
*Adrenalina 0.01/mg/kg/dosis cada 3 minutos	*No usar adrenalina
	Desconecte el marcapasos para descartar fibrilación ventricular enmascarada.
	Reesternotomía en los primeros 5 minutos

PALS: Pediatric Advanced Life Support.

**A.** En el protocolo CSU-ALS, cuando varias ondas de monitorización sean compatibles con paro cardiaco, puede omitirse la palpación del pulso. Ya no se analiza durante 10 segundos (como se sugiere en el PALS), perdiendo menos tiempo en el diagnóstico y tratamiento del evento (Clase I, nivel de evidencia C).

**B.** En el CSU-ALS se confirma la eficacia de las compresiones torácicas mirando la onda de presión de pulso. El objetivo es alcanzar una tensión arterial sistólica mayor de 60 mmHg (Clase I, nivel de evidencia C). Si no se alcanza esa cifra, se necesitará la reesternotomía de emergencia en los primeros 5 minutos. Como probable causa se señala al sangrado grave o taponamiento cardiaco, donde las compresiones torácicas no son efectivas para mantener el gasto cardiaco y la perfusión a los órganos vitales hasta que se practican las compresiones cardiacas directas. El PALS no contempla la reesternotomía.

**C.** En pacientes intubados, el CSU-ALS propone desconectar al paciente del ventilador y

emplear la bolsa autoinflable para corroborar la permeabilidad del tubo endotraqueal y el adecuado funcionamiento del ventilador; si no hay algún problema se reconecta el paciente al respirador y se coloca PEEP de 0 (mejorando el retorno venoso) (Clase IIA, nivel de evidencia: C) y la  $FiO_2$ : 100% (Clase I, nivel de evidencia C), teniendo así mejor control de la ventilación y evitando la polipnea, un ritmo irregular y el atrapamiento aéreo que, consecuentemente, afecte el retorno venoso y el gasto cardiaco. En el PALS se desconecta al paciente del ventilador y se asiste con bolsa autoinflable con  $FiO_2$  100%.

**D.** El protocolo CSU-ALS recomienda pausar todas las infusiones, incluido el apoyo inotrópico, para así eliminar errores en la administración de fármacos, preparación, efectos secundarios, etc. (Clase IIA, nivel de evidencia C), punto que no se considera en el protocolo PALS porque este se enfoca a paros cardiacos extrahospitalarios y no considera el error humano en la administración de fármacos en el hospital.

**E.** Las guías de la *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR)* del año 2015 afirman que: “Hasta la fecha, ningún estudio controlado con placebo ha demostrado que la administración de algún agente vasopresor (adrenalina) en alguna etapa del manejo de la fibrilación ventricular, taquicardia ventricular (TV) sin pulso, actividad eléctrica sin pulso (AESP) o asistolia, eleve la tasa de pronóstico neurológico al alta hospitalaria.” Se sigue recomendando su administración con base en estudios que indican aumento en la recuperación de la circulación espontánea y pronóstico neurológico al alta hospitalaria, pero no la supervivencia.<sup>17-20</sup> El riesgo de aplicar adrenalina a pacientes posquirúrgicos cardiacos es la aparición de hipertensión arterial grave y el sangrado en quienes recuperan la circulación espontánea, por lo que NO debe administrarse rutinariamente en el protocolo de reanimación cardiopulmonar en el paciente posoperado de cirugía cardiaca, a diferencia del protocolo PALS en el que de forma rutinaria se administra adrenalina cada 3 minutos hasta que se resuelve el paro cardiaco.<sup>21</sup> (Clase III [perjuicio] nivel de evidencia C.)

**F.** En el protocolo CSU-ALS no se inician inmediatamente las compresiones torácicas porque si hay alteraciones del ritmo, por ejemplo: fibrilación ventricular o TV sin pulso, debe diferirse el inicio de las compresiones torácicas hasta 1 minuto, para dar lugar de 1 hasta 3 desfibrilaciones antes de las compresiones torácicas, lo que repercute directamente en la mortalidad y supervivencia del paciente posoperado de cirugía cardiaca (Clase IIA, nivel de evidencia B) al tratar la causa base; a diferencia del protocolo PALS en el que se inician compresiones torácicas y no de forma inicial la terapia eléctrica.

**G.** En el caso de la asistolia pueden diferirse las compresiones torácicas durante 1 minuto

para optimizar el marcapasos (Clase IIA, nivel de evidencia C). A diferencia del PALS, que no contempla su práctica, inicio y programación del marcapasos bicameral como terapia en pacientes en asistolia operados de corazón.

**H.** Las compresiones torácicas después de la cirugía cardiaca se asocian con complicaciones potencialmente mortales, por lo que no se recomiendan en situaciones en las que el tratamiento consista en desfibrilación o estimulación con marcapasos en el primer minuto. El inicio inmediato de las compresiones torácicas solo está indicado cuando hay retraso en la obtención del equipamiento; a diferencia del protocolo PALS en el que se da importancia máxima a las compresiones torácicas y a su inicio inmediato sin individualizar a cada paciente, como los operados del corazón.

## CONCLUSIONES

El protocolo CSU-ALS aporta orientación dirigida, específicamente, a pacientes con paro cardiaco posquirúrgico, a diferencia del protocolo PALS, que recomienda la *American Heart Association* de forma estandarizada para todos los pacientes, sobre todo, ante un paro cardiaco no advertido y sin monitorización.

La medicina basada en la evidencia demuestra que las compresiones torácicas no son efectivas ante un evento de paro cardiaco por taponamiento o hipovolemia extrema; recuerda que el sangrado es una de las principales complicaciones trans y posoperatorias de una cirugía cardiaca, por lo que se indica la reesternotomía en los primeros 5 minutos y efectuar compresiones cardiacas directas.

En el protocolo CSU-ALS no se administran de forma rutinaria dosis de adrenalina porque pue-

den tener un efecto perjudicial al incrementar la poscarga del ventrículo izquierdo de forma súbita y, con ello, empeorar la situación hemodinámica o de perfusión coronaria del paciente; de llegar a utilizarse se recomiendan las dosis menores a las establecidas.

Ante ritmos de colapso desfibrilables también recomienda no retrasar la terapia eléctrica, diferir las compresiones torácicas por 1 minuto para administrar incluso 3 desfibrilaciones en el protocolo CSU-ALS.

El personal de salud que en la unidad de cuidados intensivos cardiovasculares atiende a los pacientes operados de corazón debe estar ampliamente capacitado para la inmediata identificación y tratamiento de eventos de paro cardiaco que permitan mejorar la supervivencia; la mayor parte de las veces las causas son reversibles. La STS de Estados Unidos (a partir de 2017) y la EACTS (a partir de 2009) proponen el protocolo CSU-ALS, que se asume y trata de manera distinta, según las características específicas de cada paciente operado de corazón como el protocolo específico ante un paro cardiaco en los primeros 10 días postquirúrgicos y capacitar al personal auxiliar.

## REFERENCIAS

- Jacobs JP, et al. Successful linking of the Society of Thoracic Surgeons adult cardiac surgery database to Centers for Medicare and Medicaid Services Medicare data. *Ann Thoracic Surg.* 2010; 90: 1150-56. doi. 10.1016/j.athoracsur.2010.05.042
- Roger VL, et al. Heart disease and stroke statistics -2012 update: a report from the American Heart Association. *Circulation* 2012; 125: e2-e220. doi. 10.1161/CIR.0b013e31823ac046
- Giotra S, et al. The impact of hospital cardiac specialization on outcomes after coronary artery bypass graft surgery: analysis of medicare claims data. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes.* 2010; 3:607-614. doi. 10.1161/CIRCOUTCOMES.110.943282
- Lapar DJ, et al. Hospital variation in mortality from cardiac arrest after cardiac surgery: An opportunity for improvement? *Ann Thorac Surg.* 2014; 98: 2: 534-540. doi. 10.1016/j.athoracsur.2014.03.030
- Mackay JH, et al. Six-year prospective audit of chest reopening after cardiac arrest. *Ar J Cardiothorac Surg* 2002; 22:421-25. doi. 10.1016/s1010-7940(02)00294-4
- Birdi I, et al. Emergency reinstatement of cardiopulmonary bypass following cardiac surgery: outcome justifies the cost. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000; 17: 743-46. doi. 10.1016/s1010-7940(00)00453-x
- El-Banayosy A, et al. Cardiopulmonary resuscitation after cardiac surgery: a two-year study. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1998; 12: 390-92. doi.10.1016/s1053-0770(98)90189-6
- Pottle A, et al.. Survival to discharge following open chest cardiac compression (OCCC). A 4-year retrospective audit in a cardiothoracic specialist centre-Royal Brompton and Harefield NHS. Trust, United Kingdom. *Resuscitation* 2002; 52:269-72. doi. 10.1016/s0300-9572(01)00479-8
- Anthi A, et al. Unexpected cardiac arrest after cardiac surgery: incidence, predisposing causes, and outcome of open chest cardiopulmonary resuscitation. *Chest* 1998; 113:15-19. doi. 10.1378/chest.113.1.15
- Charalambous CP, et al. Chest reexploration in the intensive care unit after cardiac surgery: a safe alternative to returning to the operating theater. *Ann Thorac Surg.* 2006; 81:191-194. doi. 10.1016/j.athoracsur.2005.06.024
- Wahba A, et al. Outcome of cardiopulmonary resuscitation following open heart surgery. *Scand Cardiovasc J.* 1997; 31:147-149. doi. 10.3109/14017439709058084
- Kaiser GC, et al. Reoperation in the intensive care unit. *Ann Thorac Surg* 1990; 49: 903-8. doi. 10.1016/0003-4975(90)90863-2
- Maccaroni MF, et al. Managing Cardiac Arrest after Cardiac Surgery: The impact of a five year evolving re sternotomy policy and review of the literature. *Analgesia and Current research: Current research* 2013. SI, 1-7. doi. http://dx.doi.org/10.4172/2324-903X.S1-008
- Truhlar A, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 4. Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation* 2015; 95:148-201. doi. 10.1016/j.resuscitation.2015.07.017
- Maconochie I, et al. Pediatric Life Support: 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Circulation* 2020; 142; S140-S184. doi. 10.1161/CIR.0000000000000894.
- Dunning J, et al. Curso de Soporte Vital Avanzado en Cirugía Cardiaca. CSU-ALS (Cardiac Surgery Advanced Life Support). 3ª ed. 2017; 6-74.
- Lin S, et al. Adrenaline foro ut-of-hospital cardiac arrest resuscitation: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Resuscitation* 2014; 85:732-40. doi. 10.1016/j.resuscitation.2014.03.008

18. Olasveengen TM, et al. Intravenous drug administration during out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial. *JAMA* 2009; 302:2222-29. doi. 10.1001/jama.2009.1729.
19. Jacobs IG, et al. Effect of adrenaline on survival in out-of-hospital cardiac arrest: A randomized double-blind placebo-controlled trial. *Resuscitation* 2011; 82:1138-1143. doi. 10.1016/j.resuscitation.2011.06.029
20. Patanwala AE, et al. Effect of epinephrine on survival after cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Minerva Anesthesiol* 2014; 80:831-843.
21. Webb ST. Caution in the administration of adrenaline in cardiac arrest following cardiac surgery. *Resuscitation* 2008; 78:101. doi. 10.1016/j.resuscitation.2008.03.001