



Recibido: 18-03-2025
Aceptado: 15-05-2025

Implementación de CALS y entrenamiento basado en simulación en el paciente postoperatorio de cirugía cardíaca: experiencia, evidencia y retos

Implementation of CALS and simulation-based training in the postoperative cardiac surgery patient: experience, evidence, and challenges

Palabras clave:

paro cardíaco postoperatorio, CALS, simulación clínica, cirugía cardíaca, fracaso de rescate.

Keywords:

postoperative cardiac arrest, CALS, simulation-based training, cardiac surgery, failure to rescue.

* Anestesiólogo
Cardiovascular Pediátrico.
Director de REASEL
(Reanimación en
Situaciones Especiales
en Latinoamérica).

ORCID:
0000-0001-5327-0053

† Anestesiólogo
Cardiovascular.
Vicepresidente de CALS
Latinoamérica.

ORCID:
0009-0000-3160-2512

§ Anestesiólogo Pediátrica
Cardiovascular. Adscrita
al Instituto Nacional de
Pediatría y al Centro del
Corazón ABC Kardias.

ORCID:
0000-0002-9793-6942

Correspondencia:

**Dr. Rafael Eduardo
Herrera-Elizalde**
E-mail:
rafaelherreraelizalde@outlook.com



Dr. Rafael Eduardo Herrera-Elizalde,* Dr. Pablo de Jesús Núñez-Trejo,‡

Dra. María del Carmen Molina-Torres§

Citar como: Herrera-Elizalde RE, Núñez-Trejo PJ, Molina-Torres MC. Implementación de CALS y entrenamiento basado en simulación en el paciente postoperatorio de cirugía cardíaca: experiencia, evidencia y retos. Rev Mex Anestesiol. 2025; 48 (3): 193-196. <https://dx.doi.org/10.35366/120428>

RESUMEN. El paro cardíaco en el postoperatorio de cirugía cardíaca demanda un abordaje distinto al Advanced Cardiovascular Life Support (ACLS) convencional, dada la presencia de taponamiento, hemorragia intratorácica o fallas de marcapasos epicárdico. El programa CALS/CSU-ALS propone maniobras específicas, como la triple descarga en fibrilación ventricular/taquicardia ventricular (FV/TV), el uso cauto de adrenalina y la reesternotomía emergente antes de cinco minutos. En este contexto, Simulanest ha demostrado ser un pilar fundamental para la formación, al ofrecer escenarios de simulación de alta fidelidad que potencian las competencias técnicas y la regulación emocional del equipo ante estas crisis. Así, se refuerza la conciencia situacional y la ejecución de protocolos estandarizados. Estudios recientes revelan que la certificación CSU-ALS reduce la mortalidad (FTR-CA) en centros que adoptan este enfoque, gracias a la rápida detección de causas mecánicas y la intervención quirúrgica oportuna. De cara al futuro, la integración de ecocardiografía y soporte circulatorio (ECMO) consolidará aún más la eficacia de CALS en el postoperatorio cardíaco.

ABSTRACT. Cardiac arrest (CA) in the postoperative period after cardiac surgery requires a different approach to conventional Advanced Cardiovascular Life Support (ACLS), given the presence of tamponade, intrathoracic bleeding or epicardial pacemaker failure. The CALS/CSU-ALS program proposes specific maneuvers, such as triple shock in VF/VT, cautious use of adrenaline and emergent resternotomy before five minutes. In this context, Simulanest has proven to be a fundamental pillar for training, offering high-fidelity simulation scenarios that enhance the technical competencies and emotional regulation of the team in the face of these crises. This reinforces situational awareness and the execution of standardized protocols. Recent studies reveal that CSU-ALS certification reduces mortality (FTR-CA) in centers adopting this approach, thanks to rapid detection of mechanical causes and timely surgical intervention. Looking ahead, the integration of echocardiography and circulatory support (ECMO) will further consolidate the efficacy of CALS in the cardiac postoperative period.

Abreviaturas:

ACLS = Advanced Cardiovascular Life Support
(Soporte Vital Cardiovascular Avanzado)

AESP = actividad eléctrica sin pulso

BLS = Basic Life Support (Soporte Vital Básico)

CALS = Cardiac Advanced Life Support
(Soporte Vital Avanzado Cardíaco)

CSU-ALS = Cardiac Surgical Unit-Advanced Life Support
(Unidad de Cirugía Cardíaca de Soporte Vital Avanzado)

ECMO = oxigenación por membrana extracorpórea

(ExtraCorporeal Membrane Oxygenation)

FTR-CA = failure to rescue after cardiac arrest
(fracaso de rescate después de un paro cardíaco)

FV = fibrilación ventricular

PALS = Pediatric Advanced Life Support
(Soporte Vital Avanzado Pediátrico)

PC = paro cardíaco

TV = taquicardia ventricular



INTRODUCCIÓN

El paro cardíaco (PC) en pacientes postoperatorios de cirugía cardíaca es uno de los escenarios más complejos y críticos en la práctica clínica intrahospitalaria. A diferencia de la reanimación general (ACLS, BLS o PALS), la población con cirugía cardíaca presenta peculiaridades fisiopatológicas –como taponamiento, hemorragia intratorácica, disfunción de marcapasos epicárdico o etiologías reversibles– que demandan un protocolo específico y una respuesta mucho más orientada a lo «mecánico/quirúrgico».

En este contexto, surge el programa CALS (*Cardiac Advanced Life Support*), también denominado CSU-ALS (*Cardiac Surgical-Unit Advanced Life Support*), el cual estandariza el abordaje de la reanimación en el paro cardíaco postoperatorio, sustentado en evidencia y recomendaciones específicas. Sumado a esto, la simulación de alta fidelidad se ha consolidado como una herramienta de entrenamiento esencial, pues reproduce la complejidad del ambiente quirúrgico y la presión emocional de un paro cardíaco real, lo que favorece la adquisición de competencias técnicas y no técnicas.

El objetivo de este documento es describir los pilares del CALS, la importancia de la formación basada en simulación (e.g., Simulanest) y la evidencia reciente que sostiene la utilidad de la certificación CSU-ALS en la reducción de la mortalidad asociada al paro cardíaco postoperatorio. Asimismo, se discuten los retos de implementación y las perspectivas futuras de este enfoque.

RELEVANCIA DE LA REGULACIÓN EMOCIONAL Y LA CONCIENCIA SITUACIONAL

El factor humano en la reanimación postquirúrgica

El momento de un PC en un paciente recién operado del corazón acarrea una carga emocional significativa para el equipo de salud. La sobrecarga cognitiva y el estrés pueden interferir en la priorización de maniobras (verificación del marcapasos, triple descarga, eventual apertura de tórax).

El programa CALS subraya la autorregulación emocional, la cual permite al profesional mantener la calma y la efectividad en la toma de decisiones. A su vez, la conciencia situacional (percibir e interpretar de forma global los signos hemodinámicos y las dinámicas del equipo) resulta fundamental para identificar de inmediato un taponamiento o una hemorragia activa, y proceder a la acción más relevante⁽¹⁾.

La literatura en simulación muestra que, mediante prácticas guiadas y *debriefings*, el equipo desarrolla mayor serenidad y compresión global de la crisis, transformando una reacción caótica inicial en un abordaje sistemático y eficiente.

Pasar de novato a competente: un entrenamiento progresivo

Para enfrentar el paro cardíaco en cirugía cardíaca, no basta el conocimiento teórico; se requiere entrenamiento práctico que exponga al equipo a múltiples escenarios –arrítmicos, mecánicos o combinados– en entornos que reproduzcan la presión real. De esta forma, la persona novata evoluciona a una fase de competencia, donde el manejo de emociones y la conciencia situacional se integran con habilidades clínicas, logrando una respuesta mucho más ágil y efectiva ante la emergencia.

PILARES DE CALS (CSU-ALS) EN CIRUGÍA CARDÍACA

Diferencias clave respecto a ACLS convencional

El CALS (*Cardiac Advanced Life Support*) introduce ajustes sustanciales al protocolo ACLS, enfocados en las particularidades fisiopatológicas del postoperatorio⁽²⁻⁴⁾. Algunos aspectos esenciales son:

Triple descarga secuencial para FV/TV: si el ritmo es fibrilación ventricular (FV) o taquicardia ventricular (TV) sin pulso, se recomiendan hasta tres choques eléctricos consecutivos en el primer minuto, antes de iniciar compresiones externas. Se evita así trauma torácico innecesario y se aprovecha la inmediatez de la desfibrilación.

Marcapaso en asistolia o bradicardia extrema: priorizar la conexión de cables epicárdicos o un marcapaso transcutáneo si la causa del paro es un ritmo severamente lento (o asistolia pura), siempre que el equipo esté disponible en el primer minuto.

Uso cauteloso de adrenalina: en CALS no se recomienda 1 mg de adrenalina de forma rutinaria, pues en un paciente con injertos recientes puede precipitar una crisis hipertensiva y sangrado.

Reesternotomía emergente: cuando el paro es refractario y se sospecha taponamiento, hipovolemia severa o complicación mecánica, la apertura del tórax en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) antes de cinco minutos se considera vital, pues las compresiones externas no suelen resolver el problema⁽³⁾.

Impacto en la supervivencia: evidencia

Estudios previos han mostrado mejoras significativas en la supervivencia tras adoptar CALS. Por ejemplo, Dunning y colaboradores⁽²⁾ documentaron reducción en el tiempo para la reesternotomía y mejor «tiempo puerta-masaje interno». Por su parte, revisiones recientes⁽⁵⁾ avalan que la integración

de CALS con un enfoque multidisciplinario y uso de ultrasónico (por ejemplo, ecocardiografía transesofágica) optimiza la toma de decisiones, especialmente para descartar causas mecánicas de paro^(3,6).

LA SIMULACIÓN DE ALTA FIDELIDAD: EJE FORMATIVO

Beneficios y metodología de la simulación

La **simulación de alta fidelidad** recrea con realismo la monitorización y respuesta fisiológica de un paciente crítico postquirúrgico, lo cual facilita que los profesionales:

1. Practiquen la secuencia de reanimación CALS (o CSU-ALS) en su totalidad (revisión de cables epicárdicos, triple descarga, decisión de abrir tórax).
2. Desarrollen roles definidos (líder de código, manejador de vía aérea, administrador de fármacos, cirujano en caso de reabrir tórax, etcétera).
3. Fortalezcan la comunicación y la conciencia de equipo ante la alta presión de un paro.

En centros como Simulanest, se cuenta con maniquíes y tecnología que reflejan signos vitales, alarmas y ritmos reales en tiempo real, además de posibilitar la implementación de diferentes escenarios (FV, TV, actividad eléctrica sin pulso [AESP], asistolia con cables, sangrado súbito). Cada sesión culmina con un *debriefing* estructurado que refuerza las fortalezas y señala las áreas de mejora.

Frecuencia de entrenamiento y cultura de seguridad

Como la incidencia de paro cardíaco postoperatorio es relativamente baja, la repetición constante del entrenamiento en simulación ayuda a que el personal no pierda destrezas. Algunas instituciones proponen «refresh» cada seis o 12 meses. Este refuerzo continuo es crucial para sostener la memoria de los pasos y la coordinación dentro del equipo, algo imprescindible en un evento que requiere intervenciones en segundos.

HALLAZGOS RECIENTES: CERTIFICACIÓN CSU-ALS Y FTR-CA

Failure to rescue after cardiac arrest (FTR-CA)

El concepto *failure to rescue* (FTR) se refiere a la mortalidad de un paciente tras una complicación mayor. En el ámbito de la cirugía cardíaca, el FTR-CA alude específicamente a la muerte que ocurre cuando un paro cardiorrespiratorio no logra revertirse pese a la intervención⁽⁷⁾.

Un análisis multicéntrico reciente⁽⁸⁾ evidenció que los centros con certificación CSU-ALS obtuvieron menores tasas de FTR-CA comparados con centros sin dicha certificación. Este hallazgo subraya la relevancia de establecer protocolos formales, capacitación multidisciplinaria y simulaciones periódicas para elevar la capacidad de «rescatar» pacientes en un evento catastrófico.

Modernización de CALS y rol del anestesiólogo intensivista

Se ha resaltado también la «modernización» de las guías CALS con la incorporación de ultrasonido en tiempo real y la participación del anestesiólogo cardiotorácico intensivista para decidir rápidamente sobre la apertura torácica o la instauración de soporte mecánico como ECMO⁽⁶⁾. Estos componentes refuerzan la respuesta integral ante el paro, favoreciendo la personalización del manejo según la etiología probable (p. ej., tromboembolia pulmonar, falla del ventrículo).

RETOS DE IMPLEMENTACIÓN Y PERSPECTIVAS

Sostenibilidad y logística

Adoptar CALS de forma robusta implica entrenar a todo el personal (cirujanos, anestesiólogos, enfermería, perfusionistas, residentes) en escenarios de crisis. Coordinar agendas e invertir en simuladores de alta fidelidad puede resultar costoso, pero los beneficios en supervivencia y reducción de complicaciones podrían compensar la inversión, tal como señalan reportes de varios centros^(6,8).

Compromiso multidisciplinario e institucional

Para consolidar la cultura de reanimación avanzada en cirugía cardíaca, no basta con la voluntad de un puñado de profesionales. Se requiere el soporte institucional para el armado de protocolos, el respaldo de la dirección y la existencia de un comité de calidad que promueva la revisión continua de casos de paro postquirúrgico.

Proyecciones futuras

Se vislumbra un mayor uso del ultrasonido crítico, de la monitorización hemodinámica avanzada y de programas de ECMO de emergencia para casos de paro refractario. También se espera que el modelo de certificación CSU-ALS se extienda a centros de distinto tamaño y volumen de cirugías, con el fin de uniformar la calidad de la respuesta ante estas urgencias⁽⁸⁾.

CONCLUSIONES

La implementación de un protocolo específico como CALS (CSU-ALS) para el paro cardíaco postoperatorio de cirugía cardíaca, complementada con entrenamiento regular en simulación de alta fidelidad, constituye una estrategia fundamental para mejorar la sobrevida y reducir la mortalidad ligada a eventos catastróficos (FTR-CA) (*Figuras 1 y 2*).

Las maniobras diferenciadas (triple descarga secuencial en ritmos desfibrilables, uso prudente de adrenalina, priorizar conexión de marcapasos en asistolia o bradicardia extrema, apertura temprana del tórax antes de cinco minutos si se sospecha taponamiento o sangrado) respaldan la efectividad de CALS. Asimismo, la regulación emocional y la conciencia situacional adquiridas mediante la simulación incrementan la coordinación y la eficiencia del equipo durante la crisis.

La certificación CSU-ALS ha mostrado, en estudios recientes, asociarse con menores tasas de fracaso en el rescate (FTR-CA). Incluso en instituciones con menor volumen quirúrgico, estandarizar el protocolo y practicarlo regularmente se traduce en una mejor toma de decisiones y un equipo más seguro ante la peor de las contingencias⁽⁹⁾. A futuro, la integración de tecnologías como ECMO, el ultrasonido *point-of-care* y la participación activa del anestesiólogo intensivista cardioto-



Figura 1: Simulación clínica en alta fidelidad durante la implementación del protocolo CALS/CSU-ALS. Se muestra la ejecución coordinada de roles y se refuerza la conciencia situacional del equipo.

CALS = Cardiac Advanced Life Support (Soporte Vital Avanzado Cardíaco), CSU-ALS = Cardiac Surgical Unit-Advanced Life Support (Unidad de Cirugía Cardíaca de Soporte Vital Avanzado).



Figura 2: Escenario simulado listo para la aplicación del protocolo CALS, equipado con tecnología avanzada para recrear condiciones realistas del paciente en paro cardíaco postoperatorio.

CALS = Cardiac Advanced Life Support (Soporte Vital Avanzado Cardíaco).

rágico apuntalan aún más la relevancia de un entrenamiento avanzado y multidisciplinario.

REFERENCIAS

1. Lott C, Truhlár A, Alfonzo A, Barelli A, González-Salvado V, Hinkelbein J, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation*. 2021;161:152-219.
2. Dunning J, Nandi J, Ariffin S, Jerstice J, Danitsch D, Levine A. The Cardiac Surgery Advanced Life Support Course (CALS): delivering significant improvements in emergency cardiothoracic care. *Ann Thorac Surg*. 2006;81:1767-1772.
3. Society of Thoracic Surgeons Task Force on Resuscitation After Cardiac Surgery. The Society of Thoracic Surgeons expert consensus for the resuscitation of patients who arrest after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*. 2017;103:1005-1020.
4. Ley SJ. Standards for resuscitation after cardiac surgery. *Crit Care Nurse*. 2015;35:30-37.
5. Carpenter M. Resuscitation after successful resuscitation in cardiac surgery patients. *Resuscitation*. 2023;8:1-8.
6. Gu Y, Panda K, Spelde A, Jelly CA, Crowley J, Gutsche J, et al. Modernization of cardiac advanced life support: role and value of cardiothoracic anesthesiologist intensivist in post-cardiac surgery arrest resuscitation. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2024;38:3005-3017.
7. LaPar DJ, Ghanta RK, Kern JA, Crosby IK, Rich JB, Speir AM, et al. Hospital variation in mortality from cardiac arrest after cardiac surgery: an opportunity for improvement? *Ann Thorac Surg*. 2014;98:534-539; discussion 539-540.
8. Weber MP, Strobel RJ, Norman AV, Karedy A, Young A, Young S, et al. Cardiac Surgical Unit-Advanced Life Support-certified centers are associated with improved failure to rescue after cardiac arrest: A propensity score-matched analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2024;S0022-5223(24)00698-6. doi: 10.1016/j.jtcvs.2024.08.014.
9. Yadava OP, Levine AJ. CSU-ALS protocol for cardiac arrest (interview). *Indian J Thorac Cardiovasc Surg*. 2021;37:471-472.