Artículo original

Respuesta inflamatoria sistémica y resultados clínicos en cirugía cardíaca con circulación extracorpórea: estudio observacional prospectivo

Systemic Inflammatory Response and Clinical Outcomes in Cardiac Surgery with Cardiopulmonary Bypass: A Prospective Observational Study

Alberto Hernández González[1] https://orcid.org/0000-0002-0356-8035
Raúl de Jesús Delgado Serrano[1*] https://orcid.org/0000-0002-6888-4872
Luis Alberto Morales Magón[1] https://orcid.org/0000-0002-1131-3454
Calixto Luaces Fernández[1] https://orcid.org/0000-0001-7404-9489
Roxana Castillo López[1] https://orcid.org/0000-0002-2430-6878
Zuleica del Carmen Gali Navarro[1] https://orcid.org/0000-0003-1053-5095

[1]Hospital Clínico Quirúrgico "Hermanos Ameijeiras", La Habana. Cuba.

*Autor para la correspondencia: raudsmd@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La circulación extracorpórea desencadena una respuesta inflamatoria sistémica que puede precipitar disfunción orgánica y eventos adversos tras la cirugía cardíaca. La caracterización de esta respuesta en cohortes locales es crucial para la estratificación del riesgo.

Objetivo: Exponer la cinética de marcadores inflamatorios y los resultados clínicos en una cohorte prospectiva de cirugía cardíaca con circulación extracorpórea en el Hospital Clínico Quirúrgico "Hermanos Ameijeiras", al contrastar los hallazgos con la literatura internacional.

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES

Métodos: Estudio observacional, prospectivo y unicéntrico en 23 pacientes adultos operados de cirugía cardíaca electiva con circulación extracorpórea. Se recolectaron variables demográficas, comorbilidades, parámetros transquirúrgicos, biomarcadores inflamatorios seriados (interleucina-6, hemograma e índices derivados) y complicaciones posoperatorias.

Resultados: La mediana de interleucina-6 sérica mostró un pico a las 24 horas del posoperatorio de 246,97 pg/ml (IQR 106,73-489,67). Se observaron leucocitosis y neutrofilia significativas con linfopenia relativa, que resultó en una elevación progresiva del índice neutrófilo/linfocito, que alcanzó una mediana de 7,01 (IQR 5,30-10,06) a las 48 horas. Las complicaciones posoperatorias fueron notables: síndrome de bajo gasto cardíaco (17,4 %), *shock* vasopléjico (8,7 %) y una mortalidad global del 21,7 % (5/23). La estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos fue de 2 días (IQR 2-4) y la hospitalaria de 33,5 días (IQR 17-47,25).

Conclusiones: La cirugía cardíaca con circulación extracorpórea en esta cohorte se asocia a una respuesta inflamatoria sistémica de gran intensidad, caracterizada por un pico precoz de IL-6 y una marcada elevación del índice neutrófilo/linfocito. Este perfil se vincula a una morbimortalidad significativa. La monitorización de estos biomarcadores en las primeras 48 horas emerge como una herramienta potencial para la estratificación temprana del riesgo.

Palabras clave: circulación extracorpórea; respuesta inflamatoria sistémica; interleucina-6; índice neutrófilo/linfocito, vasoplejía.

ABSTRACT

Introduction: Cardiopulmonary bypass triggers a systemic inflammatory response that can lead to organ dysfunction and adverse outcomes after cardiac surgery. Characterizing this response in local cohorts is crucial for risk stratification.

Objective: To expose the kinetics of inflammatory markers and clinical outcomes in a prospective cohort of on-pump cardiac surgery in “Hermanos Ameijeiras” hospital, contrasting the findings with international literature.

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES

Methods: A single-center, prospective, observational study was conducted in 23 adult patients undergoing elective on-pump cardiac surgery. Demographic variables, comorbidities, intraoperative parameters, serial inflammatory biomarkers (interleukin-6, complete blood count, and derived indices), and postoperative complications were collected.

Results: The median serum Interleukin-6 peaked at 24 hours post-surgery (246.97 pg/ml; IQR 106.73-489.67). Significant leukocytosis and neutrophilia with relative lymphopenia were observed, resulting in a progressive elevation of the Neutrophil/Lymphocyte Ratio, reaching a median of 7.01 (IQR 5.30-10.06) at 48 hours. Postoperative complications were notable: low cardiac output syndrome (17.4%), vasoplegic shock (8.7 %), and an overall mortality of 21.7 % (5/23). ICU and hospital stays were 2 (IQR 2-4) and 33.5 days (IQR 17-47.25), respectively.

Conclusions: On-pump cardiac surgery in this cohort is associated with a high-intensity systemic inflammatory response, characterized by an early peak in IL-6 and a marked elevation of the NLR. This profile is linked to significant morbidity and mortality. Monitoring these biomarkers in the first 48 hours emerges as a potential tool for early risk stratification.

Keywords: Cardiopulmonary Bypass; Systemic Inflammatory Response; Interleukin-6; Neutrophil/Lymphocyte Ratio; Vasoplegia.

Recibido: 04/05/2026

Aceptado: 18/08/2026

Introducción

La cirugía cardíaca moderna sería inconcebible sin el desarrollo de la circulación extracorpórea (CEC), una tecnología que, al asumir temporalmente la función del corazón y los pulmones, ha permitido la corrección de cardiopatías estructurales y coronarias complejas. Sin embargo, esta proeza técnica conlleva una paradoja

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES

biológica inevitable: el propio sistema diseñado para preservar la vida, durante la exclusión cardiopulmonar activa de manera iatrogénica una Respuesta Inflamatoria Sistémica (RIS) que, en su expresión más severa, puede comprometer la viabilidad de los órganos y, en última instancia, la vida del paciente.[1]

A diferencia de una respuesta inflamatoria fisiológica y autolimitada ante una agresión, la Respuesta inflamatoria Sistémica (RIS) pos-CEC se origina en una tormenta de estímulos aberrantes y simultáneos. La sangre, al contactar con las vastas superficies no endoteliales del circuito (policloruro de vinilo, silicona, polipropileno), desencadena la activación por contacto de la calicreína y el factor XII, lo que converge en la generación de bradicinina y la activación de la coagulación.[2] Paralelamente, la isquemia-reperfusión global, inherente al pinzamiento aórtico y a la administración de cardioplejía, genera un estrés oxidativo masivo que lesiona el endotelio vascular y la membrana celular.[3] A esto se suman la endotoxemia translocada desde un lecho esplácnico hipoperfundido durante el flujo no pulsátil de la CEC, y la lisis celular, debido a la cardiotomía y la aspiración de sangre del campo quirúrgico.[2,3,4] Esta convergencia de señales de peligro (patrones moleculares asociados a daño) activa de forma redundante y sinérgica las cascadas del complemento (especialmente, C3a y C5a), la fibrinólisis y la liberación de citoquinas proinflamatorias como el factor de necrosis tumoral alfa (TNF-α), la interleucina-1 beta (IL-1β), la interleucina-8 (IL-8) y, de manera protagónica, la interleucina-6 (IL-6).[1]

La IL-6 ocupa un lugar central en esta red fisiopatológica por su carácter pleiotrópico y su robusta correlación con los desenlaces clínicos. A diferencia del TNF-α, cuyo pico plasmático resulta efímero y, a menudo, indetectable; la IL-6 actúa como un amplificador de la inflamación y un marcador cuantificable de la magnitud del estrés quirúrgico.[5] Su pico, que ocurre típicamente entre las 6 y 24 horas del posoperatorio, se ha correlacionado de manera directa con la disfunción miocárdica, la vasoplejía refractaria, la lesión renal aguda y el incremento de la mortalidad a corto y largo plazo.[5,6] Desde una perspectiva celular, la respuesta mediada por la IL-6 y otras quimiocinas induce una movilización y activación

(cc) BY-NC Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES

masiva de neutrófilos desde la médula ósea, mientras fenómenos de apoptosis y redistribución linfocitaria conducen a una linfopenia relativa, al configurar un perfil hematológico de neutrofilia con linfopenia. Este desbalance inmune resulta cuantificable a través del índice neutrófilo/linfocito (INL), un biomarcador simple, económico y ampliamente disponible, que ha emergido como predictor independiente de complicaciones posoperatorias.[7,8]

La magnitud de esta respuesta inflamatoria y su impacto clínico presentan una marcada heterogeneidad modulada por factores del paciente (edad, reserva funcional, comorbilidades como diabetes e hipertensión), factores del procedimiento (complejidad y tiempos prolongados de CEC y pinzamiento aórtico) y por el contexto terapéutico disponible.[9]

La literatura internacional ha reportado una asociación entre la intensidad de la RIS y peores resultados, y ha explorado estrategias de atenuación que abarcan desde modificaciones técnicas de la CEC hasta intervenciones farmacológicas (corticosteroides) e, incluso, la remoción mecánica de citoquinas, mediante hemoadsorción con dispositivos como CytoSorb®.[10,11] Sin embargo, los resultados de estos ensayos, como el reciente estudio *Removal of Cytokines During Cardiac Surgery* - Remoción de Citoquinas Durante la Cirugía Cardíaca (RECCAS, por sus siglas en inglés) han sido, a menudo, controvertidos y no han demostrado de forma contundente un impacto en desenlaces clínicos duros.[12]

En entornos de recursos limitados, como el sistema de salud pública de Cuba, se añade una capa adicional de complejidad. Las restricciones en la disponibilidad de biomarcadores avanzados y de terapias de alto costo pueden configurar una realidad clínica distinta a la de los grandes centros de referencia.[13] Existe una brecha significativa en la literatura respecto a la caracterización de la respuesta inflamatoria pos-CEC en América Latina y, específicamente, en Cuba.

Por tanto, el presente estudio tuvo como objetivo fundamental exponer la cinética de los marcadores inflamatorios seriados, con un enfoque especial en la IL-6 y los índices hematológicos derivados, y los resultados clínicos en una cohorte

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES

prospectiva de pacientes sometidos a cirugía cardíaca con CEC en el Hospital Clínico Quirúrgico "Hermanos Ameijeiras".

Métodos

Se realizó un estudio de cohorte observacional, descriptivo, longitudinal y prospectivo en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) del Cardiocentro del Hospital Clínico Quirúrgico "Hermanos Ameijeiras", un centro de referencia terciario en La Habana, Cuba. El período de inclusión abarcó desde el 1 de septiembre de 2023 hasta el 31 de diciembre de 2023.

Se incluyeron todos los pacientes con edad mayor o igual a 18 años, sometidos a cirugía cardíaca electiva con empleo de circulación extracorpórea (CEC), que contaran con información completa en la historia clínica para todas las variables de investigación. Los criterios de exclusión fueron:

- Historia clínica con información incompleta para una o más variables principales
- Cirugía de urgencia o emergencia
- Diagnóstico previo de enfermedad autoinmune sistémica o infección activa en el momento de la cirugía

Se recolectaron variables sociodemográficas (edad, sexo) y antropométricas (índice de masa corporal). Los antecedentes patológicos personales documentados consistieron en la hipertensión arterial sistémica, la diabetes mellitus, la cardiopatía isquémica, la fibrilación auricular, la valvulopatía y la hipertensión pulmonar.

Las variables transquirúrgicas incluyeron el tipo de procedimiento quirúrgico (valvular, revascularización coronaria o combinada), los tiempos de CEC y de pinzamiento aórtico, y el volumen del sangrado transquirúrgico.

(cc) BY-NC Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES

Se realizaron determinaciones analíticas seriadas en tres momentos temporales: basal prequirúrgico (24 horas previas a la cirugía), primer día posquirúrgico (24 horas pos-CEC) y segundo día postquirúrgico (48 horas pos-CEC). Los parámetros medidos incluyeron: hemograma completo con recuento diferencial de leucocitos, neutrófilos, linfocitos y plaquetas; creatinina sérica; y niveles plasmáticos de interleucina-6 (IL-6). A partir de estos datos se calcularon el índice neutrófilo/linfocito (INL) y el índice de inflamación sistémica (IIS = recuento plaquetario × índice neutrófilo/linfocito).

Las variables clínicas de resultado incluyeron: el volumen de sangrado en 24 horas, el balance hidromineral, el tiempo de ventilación mecánica, el índice de Kirby (PaO_2/FiO_2) al ingreso en UCI, las necesidad de fármacos vasoactivos, y la presencia de complicaciones mayores (fibrilación auricular posquirúrgica, síndrome de bajo gasto cardíaco, *shock* vasopléjico, síndrome de distrés respiratorio agudo, infarto agudo de miocardio perioperatorio, necesidad de balón de contrapulsación intraaórtico, intervención coronaria percutánea, terapia continua de reemplazo renal, infección del sitio quirúrgico, reintervención). Los indicadores finales fueron la estadía en UCI, la estadía hospitalaria y la mortalidad intrahospitalaria.

Los datos se recogieron de manera prospectiva mediante una planilla estandarizada y fueron digitalizados en Microsoft Excel 2021. El análisis estadístico se realizó con IBM SPSS Statistics versión 25. Para evaluar la normalidad se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las variables con distribución normal se presentaron como media ± desviación estándar; las de distribución no normal, como mediana y rango intercuartílico (IQR 25 %-75 %). Las variables categóricas se resumieron mediante frecuencias absolutas y porcentajes. Dado el carácter descriptivo del estudio y el tamaño muestral limitado, no se realizaron análisis de estadística inferencial multivariable.

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES

Consideraciones éticas

El protocolo de investigación fue aprobado por el Comité de Ética de la Investigación del Hospital Clínico Quirúrgico "Hermanos Ameijeiras". El estudio se condujo en estricta conformidad con los principios éticos de la Declaración de Helsinki.[14] Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de todos los participantes o de sus representantes legales antes de su inclusión en el estudio.

Resultados

Caracterización de la muestra y del acto quirúrgico

Se reclutó una cohorte final de 23 pacientes. La población estudiada se caracteriza por ser de edad avanzada, con una mediana de 64 años (IQR 58-71), y con un claro predominio del sexo masculino (82,6 %). La hipertensión arterial sistémica (69,6 %) y la diabetes mellitus (30,4 %) se entrelazan con las patologías estructurales y coronarias que motivaron la intervención. Más de la mitad de los pacientes (52,2 %) tenían diagnóstico de cardiopatía isquémica, mientras que la valvulopatía, con una prevalencia del 69,6 %, emerge como la comorbilidad cardiológica dominante (tabla 1).

Tabla 1 - Datos prequirúrgicos y transquirúrgicos

Variable	N = 23
Edad, mediana (IQR)	64 (58-71)
Sexo masculino, n (%)	19 (82,6 %)
Sexo femenino, n (%)	4 (17,4 %)
Índice de masa corporal, mediana (IQR)	26 (22,5-28,3)
Hipertensión arterial sistémica, n (%)	16 (69,6 %)
Diabetes mellitus, n (%)	7 (30,4 %)
Cardiopatía isquémica, n (%)	12 (52,2 %)
Fibrilación auricular previa, n (%)	2 (8,7 %)
Valvulopatía, n (%)	16 (69,6 %)

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES

Hipertensión pulmonar, n (%)	2 (8,7 %)
Fracción de eyección del VI, mediana (IQR)	61 (48-71)
Cirugía valvular, n (%)	12 (52,2 %)
Cirugía de revascularización coronaria, n (%)	7 (30,4 %)
Cirugía combinada, n (%)	4 (17,4 %)
Tiempo de CEC (min), mediana (IQR)	135 (107-165)
Tiempo de pinzamiento aórtico (min), mediana (IQR)	97 (80-118)
Volumen de sangrado quirófano (ml), mediana (IQR)	300 (300-450)
Balance hidromineral quirófano (ml), mediana (IQR)	625 (-164-1005)
Volumen de plasma administrado (ml), mediana (IQR)	775 (575-1000)
Volumen de glóbulos administrados (ml), mediana (IQR)	750 (500-750)

Fuente: Base de datos.

La mediana del tiempo de circulación extracorpórea (135 minutos; IQR 107-165) y del tiempo de pinzamiento aórtico (97 minutos; IQR 80-118) supera los umbrales de 90 y 60 minutos, respectivamente, señalados en la literatura como puntos de inflexión para un incremento significativo en el riesgo de complicaciones inflamatorias y disfunción orgánica.[3,4]

Cinética de la respuesta inflamatoria

La cuantificación seriada de los biomarcadores confirmó una activación inflamatoria de magnitud considerable. La IL-6 plasmática partía de una mediana basal prequirúrgica de 19,8 pg/ml (IQR 6,68-73,22) y experimentó una escalada abrupta. A las 24 horas del posoperatorio, la mediana de IL-6 se disparó a 246,97 pg/ml (IQR 106,73-489,67), al representar un incremento superior a 12 veces sobre el valor basal. La amplia dispersión del tercer cuartil revela una heterogeneidad significativa en la respuesta individual, y sugiere la existencia de pacientes "hiperrespondedores" con mayor riesgo de complicaciones (tabla 2).

Paralelamente, el recuento leucocitario total se duplicó a las 24 horas, de una mediana de 6,0 a 13,95 × 10^3/mm^3, impulsado por una neutrofilia significativa (mediana 11,76 × 10^3/mm^3). El recuento de linfocitos mostró una recuperación

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES

lenta, que resultó en una linfopenia relativa que se acentuó hacia las 48 horas (mediana 1,78 ×10³/mm³). El INL escaló de 5,12 a las 24 horas a una mediana de 7,01 (IQR 5,30-10,06) a las 48 horas. El índice de inflamación sistémica (IIS) aumentó de 1 026 a 1 391 en el mismo período (tabla 2).

Tabla 2 - Comparación de valores analíticos de inflamación sistémica prequirúrgicos y posquirúrgicos

Variable	Prequirúrgico	1er día Posqx (24 h)	2do día Posqx (48 h)
Leucocitos (×10³/mm³)	6,0 (5,2-6,4)	13,95 (12,9-16,0)	13,85 (12,37-15,62)
Neutrófilos (×10³/mm³)	—	11,76 (8,49-13,32)	11,98 (10,71-13,08)
Linfocitos (×10³/mm³)	—	2,56 (1,37-3,01)	1,78 (1,08-2,38)
Plaquetas (×10³/mm³)	185 (176-270)	200 (161-261)	225 (176-253)
Creatinina (µmol/L)	95,7 (81,9-118,1)	101 (74-126)	95 (72,25-131,75)
INL	-	5,12 (3,76-7,00)	7,01 (5,30-10,06)
IIS	-	1.026 (770-1.762)	1.391 (1.0672.156)
Interleucina-6 (pg/ml)	19,8 (6,68-73,22)	246,97 (106,73-489,67)	No medido

Fuente: Base de datos. INL: índice neutrófilo/linfocito; IIS: índice de inflamación sistémica.

Impacto clínico

La alta demanda de soporte hemodinámico farmacológico es el reflejo más directo de la vasoplejía y la disfunción miocárdica inflamatoria. Más de un tercio de los pacientes requirió inotrópicos (34,8 %) y vasodilatadores (34,8 %), y un 21,7 % necesitó vasopresores. La incidencia de *shock* vasopléjico resultó de 8,7 %, con una complicación vinculada directamente con los picos de IL-6 y la generación desregulada de óxido nítrico inducida por la CEC.[15,16] El síndrome de bajo gasto cardíaco se manifestó en el 17,4 % de los pacientes (tabla 3).

La tasa de infarto agudo de miocardio perioperatorio consistió en el 13 %, idéntica a la de reintervención quirúrgica. La necesidad de balón de contrapulsación intraaórtico en el 8,7 % de los casos refleja un grupo de pacientes cuya reserva cardíaca resulta superada por la tormenta inflamatoria (tabla 3).

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES

Estadía y mortalidad

La estancia hospitalaria presentó una mediana de 33,5 días (IQR 17,0-47,25). Un total de 5 pacientes fallecieron en el posoperatorio, y se estableció una tasa de mortalidad intrahospitalaria del 21,7 % (tabla 3).

Tabla 3 - Resultados del posquirúrgico

Variables	N = 23
Volumen de sangrado primer día (ml), mediana (IQR)	490 (260-655)
Balance hidromineral primer día (ml), mediana (IQR)	-268 (-610-976)
Volumen de glóbulos administrados primer día (ml), mediana (IQR)	500 (350-500)
Tiempo de ventilación mecánica (h), mediana (IQR)	6 (3-12)
Índice de Kirby (PaO_2/FiO_2), mediana (IQR)	277 (236-335)
Derrame pleural, n (%)	1 (4,3 %)
Uso de vasodilatadores, n (%)	8 (34,8 %)
Uso de inotrópicos, n (%)	8 (34,8 %)
Uso de vasopresores, n (%)	5 (21,7 %)
IAM perioperatorio, n (%)	3 (13,0 %)
Síndrome de bajo gasto cardíaco, n (%)	4 (17,4 %)
Shock vasopléjico, n (%)	2 (8,7 %)
Balón de contrapulsación intraaórtico, n (%)	2 (8,7 %)
Intervención coronaria percutánea, n (%)	1 (4,3 %)
Terapia continua de reemplazo renal, n (%)	1 (4,3 %)
Infección del sitio quirúrgico, n (%)	1 (4,3 %)
Reintervención, n (%)	3 (13,0 %)
Estadía UCI (días), mediana (IQR)	2 (2-4)
Estadía hospitalaria (días), mediana (IQR)	33,5 (17,0-47,25)
Fallecidos, n (%)	5 (21,7 %)

Fuente: Base de Datos. IAM: infarto agudo de miocardio.

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES

Discusión

El presente estudio proporciona una caracterización detallada de la respuesta inflamatoria sistémica en un contexto clínico singular: la cirugía cardíaca con CEC en un centro de referencia cubano. La convergencia de una cohorte de alto riesgo basal, tiempos de CEC prolongados y una respuesta inflamatoria intensa y precoz configura un fenotipo clínico de extrema gravedad, cuyo desenlace, una mortalidad del 21,7 %, trasciende lo meramente descriptivo para convertirse en un llamado de atención.

Una respuesta inflamatoria de magnitud confirmada y cuantificada

Nuestro hallazgo de un pico de IL-6 a las 24 horas de 246,97 pg/ml es consistente con el paradigma de que la CEC resulta un potente inductor de inflamación. Al contrastarlo con la evidencia reciente, el ensayo clínico RECCAS, que investigó la hemoadsorción intraoperatoria en pacientes de alto riesgo (> 65 años), reportó niveles medios de IL-6 al ingreso en UCI de 214,4 ± 328,8 pg/ml en el grupo control.[12] Aunque los valores medianos son comparables, la extrema variabilidad interindividual consiste en un fenómeno crítico que justifica la búsqueda de biomarcadores predictivos preoperatorios.[9]

La relevancia del INL como marcador de riesgo, confirmada en nuestra cohorte (mediana de 7,01 a las 48 h), se alinea con un cuerpo de evidencia creciente. Un metaanálisis reciente de 32 estudios y más de 20 000 pacientes demostró una asociación significativa entre un INL elevado y la incidencia de fibrilación auricular posoperatoria, con una precisión diagnóstica moderada (AUC 0,713).[7] Asimismo, un estudio reciente demostró que un IIS preoperatorio elevado resulta un predictor independiente de ventilación mecánica prolongada tras cirugía cardíaca.[17]

Contrastando los resultados

La discusión sobre la mortalidad observada (21,7 %) exige honestidad frente a la literatura internacional. Un estudio peruano de más de 500 pacientes mostró una

(cc) BY-NC Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES

mortalidad global del 5,6 %, y uno mexicano en pacientes de alto riesgo la situó en un 8,57 %.[18,19] Esta discrepancia puede explicarse por varios factores.

En esta cohorte que no fue estratificada con herramientas pronósticas estándar como el EuroSCORE II. Un metaanálisis contemporáneo sobre la validación del EuroSCORE II en América Latina arrojó un rendimiento variable y una tendencia a la subestimación del riesgo en poblaciones locales.[20] Esto sugiere que el riesgo basal de los pacientes podría ser intrínsecamente mayor que el de las cohortes europeas. Adicionalmente, los tiempos quirúrgicos prolongados generan una respuesta IL-6 masiva que promueve vasoplejía, bajo gasto cardíaco y disfunción multiorgánica. La ausencia de terapias avanzadas como la hemoadsorción con CytoSorb®, que, aunque controvertida, podría tener un papel en subgrupos hiperrespondedores, limita las opciones terapéuticas.[12,21]

Implicaciones clínicas

Este estudio tiene implicaciones clínicas pragmáticas para entornos con recursos limitados. En primer lugar, defiende la adopción universal y seriada del INL como biomarcador de bajo costo para la estratificación temprana del riesgo. Un INL > 7 a las 48 horas podría activar un protocolo de vigilancia hemodinámica intensificada y justificar la administración precoz de vasopresores de segunda línea como la vasopresina.

En segundo lugar, la medición de IL-6 a las 24 horas, cuando está disponible, podría guiar decisiones en pacientes con INL en zona de riesgo intermedio. Finalmente, nuestros resultados justifican la necesidad de evaluar un paquete de medidas de atenuación inflamatoria: reducción de los tiempos de CEC como estándar de calidad institucional, uso liberal de la ultrafiltración modificada y aplicación de un programa de Recuperación Mejorada después de la cirugía cardíaca (ERAS Cardiac) adaptado al entorno local.[22]

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES

Limitaciones

La principal limitación del estudio es su naturaleza unicéntrica y el pequeño tamaño muestral, lo que impide análisis multivariables para identificar predictores independientes de mortalidad y limita la generalización externa de los hallazgos. El diseño puramente descriptivo no permite establecer causalidad. La ausencia de escalas de riesgo quirúrgico validadas (EuroSCORE II o STS) impide ajustar los resultados por el riesgo basal individual. Finalmente, la falta de un panel más amplio de biomarcadores (proteína C reactiva, procalcitonina) (PCR, procalcitonina) y de seguimiento por largo plazo que restringe la comprensión completa del espectro inflamatorio.

En conclusión, la cirugía cardíaca con circulación extracorpórea en esta cohorte de alto riesgo se asocia a una respuesta inflamatoria sistémica de gran intensidad, documentada por un pico de IL-6 a las 24 horas y una marcada elevación del índice neutrófilo/linfocito que sobrepasa los umbrales pronósticos descritos en la literatura. Esta respuesta se asocia a una incidencia preocupante de complicaciones mayores, particularmente vasoplejía y bajo gasto cardíaco, y a una mortalidad intrahospitalaria del 21,7 %, significativamente superior a la reportada en centros internacionales.

Se argumenta que el perfil inflamatorio de la cohorte, desencadenado por tiempos quirúrgicos prolongados y no suficientemente modulados por la ausencia de tecnologías avanzadas, resulta un mediador causal en la cadena de eventos que conduce a este desenlace adverso. La monitorización del INL emerge como una herramienta factible y de alto valor para la estratificación temprana del riesgo en entornos con recursos limitados. Estos estudios prospectivos más amplios, con ajuste multivariable y la incorporación de escalas de riesgo validadas localmente, son necesarios para establecer umbrales pronósticos robustos y evaluar estrategias de atenuación inflamatoria.

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES

Referencias bibliográficas

1. Day J, Taylor K. The Systemic Inflammatory Response Syndrome and Cardiopulmonary Bypass. Int J Surg. 2005;3(2):129-40. DOI: https//doi.org/10.1016/j.ijsu.2005.04.002

2. Paparella D, Yau T, Young E. Cardiopulmonary Bypass Induced Inflammation: Pathophysiology and Treatment. An update. Eur. J Cardiothorac. Surg. 2002;21(2):232-44. DOI: https//doi.org/10.1016/s1010-7940(01)01099-5

3. Laffey J, Boylan J, Cheng D. The Systemic Inflammatory Response to Cardiac Surgery: Implications for the Anesthesiologist. Anesthesiology. 2002;97(1):215-52. DOI: https//doi.org/10.1097/00000542-200207000-00030

4. Wan S, LeClerc J, Vincent J. Inflammatory Response to Cardiopulmonary Bypass: Mechanisms Involved and Possible Therapeutic Strategies. Chest. 1997;112(3):676-92. DOI: https//doi.org/10.1378/chest.112.3.676.

5. Zhang G, Iwase H, Li Q, Yamamoto T, Jagdale A, Ezzelarab M, *et al*. The Role of Interleukin-6 (IL-6) In the Systemic Inflammatory Response in Xenograft Recipients and in Pig Kidney Xenograft Failure. Front Immunol. 2021;12:788949. DOI: https//doi.org/10.3389/fimmu.2021.788949

6. Ho K, Tan J. Benefits and Risks of Corticosteroid Prophylaxis in Adult Cardiac Surgery: A Dose-Response Meta-Analysis. Circulation. 2009;119(14):1853-66. DOI: https//doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.835140

7. Awad M, Ali A, Mazroua M, Ali K, Awad R, Mohamed T, *et al.* Updated Evidence on Peri-Operative Neutrophil-To-Lymphocyte Ratio in Cardiac Surgery: A Dual Analysis of Prognostic and Diagnostic Value for Post-Operative Atrial Fibrillation. Heart Rhythm. 2025;5271(25)02929-7. DOI: https//doi.org/10.1016/j.hrthm.2025.09.036

8. Gibson P, Cuthbertson B, Croal B, Rae D, El-Shafei H, Gibson G, *et al.* Usefulness of neutrophil/lymphocyte ratio as predictor of new-onset atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting. Am J Cardiol. 2010;105(2):186-91. DOI: https//doi.org/10.1016/j.amjcard.2009.09.007

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES

9. Sanders J, Voskuijlen S, Dijksman L, van Boven W, Vonk A, Klautz R, *et al*. Preoperative Blood Cell Count Indices and Postoperative Risk in On-Pump Cardiac Surgery. J Cardiothorac Surg. 2024;19(1):528. DOI: https//doi.org/10.1186/s13019-024-02785-4

10. Martínez-Rueda A, Méndez-García L, Balderas-Palacios M, Ponce-Martínez L, León-Pedroza J, Villalobos-Guitiérrez M, *et al*. Strategies to Attenuate Maladaptive Inflammatory Response Associated with Cardiopulmonary Bypass. Front Surg. 2024;11:1224068. DOI: https//doi.org/10.3389/fsurg.2024.1224068

11. Ho K, Tan J. The Use of Corticosteroids in Cardiac Surgery: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Anesth Analg. 2009;109(2):352-73. DOI: https//doi.org/10.1213/ane.0b013e3181a82a84

12. Hohn A, Malewicz N, Zahn P, Grüßer L, Schäfer S, Zarbock A, *et al*. Removal of Cytokines During Cardiac Surgery (RECCAS): A Randomised Controlled Trial. Crit Care. 2024;28(1):406. DOI: https//doi.org/10.1186/s13054-024-05175-9

13. Aguero-Martínez M. Protocolos de recuperación mejorada en cirugía cardiaca: aspectos esenciales de la evaluación y el apoyo nutricional perioperatorio. Rev. Cub. Anest. Rean. 2019 [acceso 09/05/2024];18(2). Disponible en: https://revanestesia.sld.cu/index.php/anestRean/article/view/496

14. WMA declaration of Helsinki-ethical principles for medical research involving human participants. Wma.net [acceso 29/03/2025]. Disponible en: https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki/

15. Khan G, Rashid P, Ahmed T. Understanding the Pathophysiology of Vasoplegia Following Cardiopulmonary Bypass: A Comprehensive Narrative Review. Cardiovasc J. 2024;16(2):92-7. DOI: https//doi.org/10.3329/cardio.v16i2.75079.

16. Datt V, Wadhhwa R, Sharma V, Vaishnav M, Sahu S. Vasoplegic syndrome after cardiovascular surgery: a review of pathophysiology and outcome-oriented therapeutic management. J Card Surg. 2021;36(10):3749-60. DOI: https//doi.org/10.1111/jocs.15775.

17. Liu Q, Zhou Y, Cao X, Wang W, Pan C, YichenXu, *et al.* The Impact of Systemic Inflammation Index on Prolonged Mechanical Ventilation After Cardiac Surgery: A

(cc) BY-NC Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES

Retrospective Study. J Cardiothorac Surg. 2025;20(1):293. DOI: https//doi.org/10.1186/s13019-025-03514-7

18. Silva-Tejada H, Sisniegas-Razón J, Martínez-Ninanqui F, Díaz-Chávez Z, Ríos-Ortega J. Morbimortalidad perioperatoria de las cirugías cardíacas en el Instituto Nacional Cardiovascular, Lima, Perú, 2023. Arch Peru Cardiol Cir Cardiovasc. 2025;6(1):36-43. DOI: https//doi.org/10.47487/apcyccv.v6i1.446

19. Castañeda-Orduña E, Trejo-Arteaga A, Cerón-Díaz U. Factores de riesgo asociados a mortalidad en pacientes sometidos a cirugía cardiaca. Med. crít. (Col. Mex. Med. Crít.) 2023 [acceso 19/07/2024];37(7):552-58. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-89092023000700552&lng=es.

20. Cerda-Núnez C, Yánez-Lillo J, Seguel E, Guinez-Molinos S. Rendimiento de EuroSCORE II en Latinoamérica: una revisión sistemática. Rev Med Chil. 2022 Apr;150(4):424-30. DOI: https//doi.org/10.4067/S0034-98872022000400424

21. Diab M, Lehmann T, Bothe W, Fouquet O, Sündermann S, Eichler L, *et al*. Cytokine Hemoadsorption During Cardiac Surgery Versus Standard Surgical Care for Infective Endocarditis (REMOVE): Results from a Multicenter Randomized Controlled Trial. Circulation. 2024;150(13):1017-28. DOI: https//doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.123.066547

22. Grant M, Crisafi C, Álvarez A, Arora R, Böning A, Bryson G, *et al.* Perioperative Care in Cardiac Surgery: A Joint Consensus Statement by the Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) Cardiac Society, ERAS International Society, And the Society of Thoracic Surgeons (STS). Ann Thorac Surg. 2024;117(4):669-85. DOI: https//doi.org/10.1016/j.athoracsur.2023.12.007

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES

Conceptualización: Alberto Hernández González, Raúl de Jesús Delgado Serrano y Zuleica del Carmen Gali Navarro.

Curación de datos: Raúl de Jesús Delgado Serrano y Alberto Hernández González.

Análisis formal: Zuleica del Carmen Gali Navarro, Luis Alberto Morales Magón y Roxana Castillo López.

Investigación: Zuleica del Carmen Gali Navarro, Luis Alberto Morales Magón y Calixto Luaces Fernández.

Metodología: Raúl de Jesús Delgado Serrano, Zuleica del Carmen Gali Navarro y Roxana Castillo López.

Supervisión: Zuleica del Carmen Gali Navarro.

Validación: Alberto Hernández González.

Redacción-revisión y edición: Alberto Hernández González y Raúl de Jesús Delgado Serrano.

Redacción del borrador original: Alberto Hernández González y Raúl de Jesús Delgado Serrano.

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES