

Optimización Perioperatoria en Cirugía Mayor

**Walter Freddy Santander Guamán
Angel Ivan Indio Zambrano
Wellington Paul Luna Verdezoto
Walter Estalin Tambo Tomarema
Kevin Ariel Guillen Vanegas**

OPTIMIZACIÓN PERIOPERATORIA EN CIRUGÍA MAYOR

Quito, Ecuador
Marzo 2025

ISBN: 978-9907-801-33-0

AUTORES

Walter Freddy Santander Guamán

Médico Universidad Católica de Cuenca

Residente Hospital Homero Castanier Crespo MSP

Angel Ivan Indio Zambrano

Médico Universidad Técnica de Manabí

Wellington Paul Luna Verdezoto

Médico General Universidad: Escuela Superior

Politécnica de Chimborazo

Médico Libre Ejercicio de la Profesión

Walter Estalin Tambo Tomarema

Médico Universidad de Guayaquil

Médico General Consulta Particular

Kevin Ariel Guillen Vanegas

Médico Universidad de Guayaquil

Magíster en Seguridad y Salud Ocupacional

Universidad de Especialidades Espíritu Santo

Médico Ocupacional Grupo Corporativo Fajardo

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y LIMITACIÓN DE USO

La información contenida en esta obra tiene un propósito exclusivamente académico y de divulgación científica. No debe, en ningún caso, considerarse un sustituto de la asesoría profesional calificada en contextos de urgencia o emergencia clínica. La responsabilidad del contenido de cada artículo recae exclusivamente en sus respectivos autores.

Toda forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra queda sujeta a autorización previa y expresa de los titulares de los derechos, conforme a lo dispuesto en la normativa vigente.

Editado en Ecuador

ÍNDICE

CIRUGÍA PULMONAR Y REPERCUSIÓN HEMODINÁMICA	6
Walter Freddy Santander Guamán	6
IMAGEN CARDIOVASCULAR AVANZADA APLICADA A LA PLANIFICACIÓN QUIRÚRGICA	25
Angel Ivan Indio Zambrano	25
CIRUGÍA ESOFÁGICA Y SU IMPACTO CARDIOVASCULAR	48
Wellington Paul Luna Verdezoto	48
VASCULITIS Y COMPROMISO CARDIOVASCULAR	69
Walter Estalin Tambo Tomarema	69
CUIDADOS CARDIOVASCULARES EN UCI QUIRÚRGICA	88
Kevin Ariel Guillen Vanegas	88

CAPÍTULO 1

CIRUGÍA PULMONAR Y REPERCUSIÓN HEMODINÁMICA

Walter Freddy Santander Guamán

Definición

La cirugía pulmonar mayor comprende un conjunto de procedimientos quirúrgicos destinados a la resección parcial o total del parénquima pulmonar, incluyendo la segmentectomía, la lobectomía y la neumonectomía. La lobectomía consiste en la extirpación de un lóbulo pulmonar completo junto con sus cadenas linfáticas regionales, mientras que la neumonectomía implica la remoción de un pulmón entero. Estos procedimientos se realizan mediante toracotomía abierta o técnicas mínimamente invasivas como la cirugía torácica video-asistida (VATS) o la cirugía robótica (RATS).

La repercusión hemodinámica de la cirugía pulmonar se refiere al conjunto de alteraciones cardiovasculares que ocurren como consecuencia directa de la resección de parénquima pulmonar, la ligadura de ramas de la arteria pulmonar, la ventilación unipulmonar intraoperatoria y la manipulación mediastínica. Estas alteraciones afectan predominantemente al ventrículo derecho (VD) y a la circulación pulmonar, pudiendo generar disfunción ventricular derecha aguda o crónica, arritmias y complicaciones cardiovasculares perioperatorias que impactan directamente en la morbilidad y mortalidad del paciente quirúrgico torácico.

Anatomía quirúrgica relevante

El conocimiento detallado de la anatomía del hilio pulmonar y sus relaciones con las estructuras cardiovasculares y nerviosas del mediastino es fundamental para la cirugía pulmonar segura. El hilio pulmonar constituye el pedículo vascular y bronquial de cada pulmón, conteniendo la arteria pulmonar, las venas pulmonares superior e inferior, el bronquio principal, vasos bronquiales, vasos linfáticos y nervios.

En el lado izquierdo, la arteria pulmonar izquierda se relaciona íntimamente con el cayado aórtico, pasando por debajo de este antes de dividirse en sus ramas lobares. El nervio laríngeo recurrente izquierdo rodea el cayado aórtico a nivel del ligamento arterioso, lo que lo hace vulnerable durante la disección hiliar izquierda. El nervio vago izquierdo desciende por delante del hilio pulmonar, emitiendo el nervio laríngeo recurrente. El nervio frénico izquierdo transcurre anterior al hilio, sobre el pericardio, siendo una estructura de identificación obligatoria para evitar su lesión durante la linfadenectomía. La aurícula izquierda se sitúa inmediatamente anterior e inferior al hilio, recibiendo las venas pulmonares; su proximidad es crítica durante la ligadura venosa, especialmente en la neumonectomía.

En el lado derecho, la arteria pulmonar derecha pasa por debajo del cayado aórtico y posterior a la vena cava superior antes de dividirse. La vena ácigos se arquea sobre el bronquio principal derecho para drenar en la vena cava superior, constituyendo un reparo anatómico clave. El pericardio se refleja sobre las venas pulmonares derechas, y su apertura puede ser necesaria para obtener margen vascular en tumores centrales.

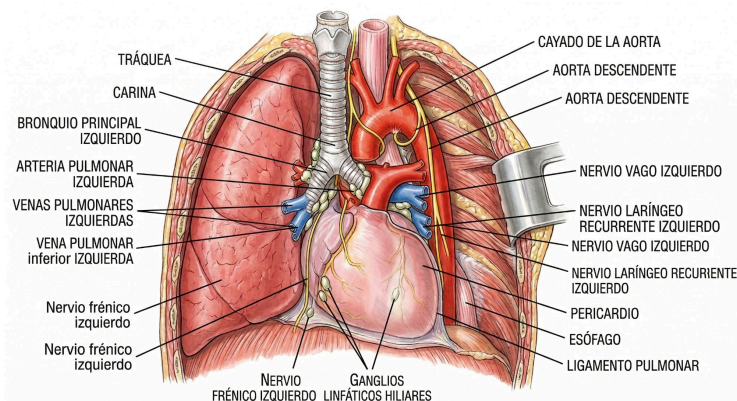


Figura 1. Anatomía quirúrgica del hilio pulmonar izquierdo y sus relaciones con estructuras cardiovasculares y nerviosas del mediastino. Se observan la arteria pulmonar izquierda, venas pulmonares, cayado aórtico, aorta descendente, nervio vago, nervio laríngeo recurrente, nervio frénico, pericardio, esófago, carina, ganglios linfáticos hiliares y ligamento pulmonar. Fuente: Ilustración generada mediante inteligencia artificial (Gemini, Google DeepMind, 2026).

PERLA CLÍNICA: Durante la lobectomía superior izquierda, la arteria pulmonar izquierda se encuentra inmediatamente posterior al tronco de la vena pulmonar superior izquierda. Una tracción excesiva sobre la vena puede producir desgarro de la arteria con hemorragia masiva. La identificación secuencial de vena, arteria y bronquio es imperativa.

Epidemiología

El cáncer de pulmón constituye la principal indicación de cirugía pulmonar mayor a nivel mundial. Según datos de GLOBOCAN 2022, el cáncer de pulmón genera aproximadamente 2,2 a 2,5 millones de casos nuevos anuales y 1,8 millones de muertes al año, representando la primera

causa de muerte por cáncer en el mundo. La incidencia es mayor en hombres (15,2%) que en mujeres (9,4%) del total de neoplasias malignas.

En Ecuador, el cáncer de bronquios y pulmón se ubica entre las diez neoplasias más frecuentes. Según los registros del INEC y SOLCA, el cáncer de pulmón ocupa el tercer lugar como causa de mortalidad oncológica en hombres (después de estómago y próstata) y el cuarto lugar en mujeres (después de mama, estómago y cérvix). Ecuador registró 29.273 casos nuevos de cáncer en 2020 según GLOBOCAN, y el cáncer de pulmón representó una proporción significativa de estos. La mayoría de los pacientes ecuatorianos son diagnosticados en etapas avanzadas y metastásicas, lo que limita las opciones de resección quirúrgica curativa.

Las complicaciones cardiovasculares representan entre el 10% y el 25% de la morbilidad postoperatoria en cirugía torácica mayor. La fibrilación auricular postoperatoria es la arritmia más frecuente, ocurriendo en el 12% al 44% de los pacientes sometidos a neumonectomía y en el 8% al 20% tras lobectomía. La disfunción ventricular derecha postoperatoria, documentada mediante resonancia magnética cardiovascular, persiste hasta al menos tres meses después de la cirugía con una reducción de la fracción de eyección del VD de aproximadamente 50,5% preoperatorio a 44,9% a los dos meses.

Tabla 1. Frecuencia de complicaciones cardiovasculares según tipo de resección pulmonar.

Complicación	Lobectomía	Neumonectomía
--------------	------------	---------------

Fibrilación auricular	8–20%	12–44%
Disfunción del VD (↓FEVD)	Presente (leve-moderada)	Presente (moderada-severa)
Insuficiencia cardíaca aguda	1–3%	3–7%
Infarto perioperatorio	<1%	1–2%
Mortalidad cardiovascular	0,5–1%	3–6%

VD: ventrículo derecho; FEVD: fracción de eyección del ventrículo derecho. Fuente: Elaboración propia basada en múltiples fuentes (referencias 1-4).

Fisiopatología

La repercusión hemodinámica de la cirugía pulmonar resulta de la interacción de múltiples mecanismos fisiopatológicos que operan en fases intraoperatoria y postoperatoria. La comprensión de estos mecanismos es esencial para la optimización perioperatoria del paciente.

Ventilación unipulmonar y vasoconstricción pulmonar hipóxica

Durante la cirugía torácica, la ventilación unipulmonar (VUP) es necesaria para el colapso del pulmón operado y la exposición del campo quirúrgico. La VUP genera un cortocircuito intrapulmonar obligatorio a través del pulmón no ventilado, que puede alcanzar el 20% al 30% del gasto cardíaco. La vasoconstricción pulmonar hipóxica (VPH) es el mecanismo compensatorio fisiológico que redirige el flujo sanguíneo desde las áreas no ventiladas hacia las ventiladas, atenuando la hipoxemia. Sin embargo, los agentes anestésicos

halogenados inhiben parcialmente la VPH de forma dosis-dependiente, lo que puede agravar el shunt y la hipoxemia intraoperatoria.

Aumento de la poscarga del ventrículo derecho

La ligadura quirúrgica de una rama de la arteria pulmonar durante la lobectomía o neumonectomía obliga a redistribuir todo el gasto cardíaco derecho a través del lecho vascular pulmonar remanente. Esto genera un aumento agudo de la poscarga del ventrículo derecho. Estudios recientes con resonancia magnética cardiovascular y análisis de intensidad de onda (wave intensity analysis) han demostrado que, tras la lobectomía, se produce un aumento significativo de la reflexión de onda pulsátil en la arteria pulmonar del lado operado, creando un sitio de reflexión proximal que incrementa la poscarga pulsátil del VD.

En un modelo computacional de resección pulmonar del 50%, la fracción de eyección del VD disminuye en un 12,2%, el volumen telesistólico del VD aumenta un 34%, y la presión sistólica de la arteria pulmonar aumenta un 49,1%. Estos cambios son proporcionalmente mayores en la neumonectomía que en la lobectomía, lo que explica la mayor incidencia de complicaciones cardiovasculares tras la resección pulmonar completa.

Respuesta adaptativa del ventrículo derecho

El ventrículo derecho, adaptado a un circuito de baja presión y alta complianza, responde al aumento agudo de poscarga mediante dos mecanismos secuenciales. Primero, la autorregulación heterométrica (mecanismo de Frank-Starling): el VD se dilata, aumentando su volumen telediastólico para mantener el volumen sistólico mediante el estiramiento miocárdico. Segundo, en un período de minutos, la

autorregulación homeométrica (efecto Anrep): un incremento reflejo de la contractilidad intrínseca del VD mediado por activación simpática, que permite mantener el volumen sistólico sin cambios significativos en el volumen ventricular. Este segundo mecanismo se evidencia por un aumento de la pendiente de la relación presión-volumen telesistólica en los lazos presión-volumen del VD.

Sin embargo, en pacientes con reserva contráctil reducida (cardiopatía preexistente, edad avanzada, hipertensión pulmonar preoperatoria), estos mecanismos compensatorios pueden ser insuficientes, produciéndose un desacoplamiento ventrículo-arterial derecho con caída del gasto cardíaco y desarrollo de shock cardiogénico.

Respuesta inflamatoria y neurohumoral

La cirugía torácica desencadena una respuesta inflamatoria sistémica que incluye la liberación de citoquinas proinflamatorias (IL-6, IL-8, TNF- α), activación del complemento y del sistema de coagulación. Esta respuesta es más intensa en la toracotomía abierta que en la VATS, correlacionándose con un mayor aumento de la resistencia vascular pulmonar y mayor reducción del rendimiento ventricular derecho en el abordaje abierto. La activación simpática perioperatoria, potenciada por el dolor, la hipotermia y la hipovolemia, contribuye a la taquicardia y al aumento de la demanda miocárdica de oxígeno, predisponiendo a isquemia miocárdica y arritmias.

Cuadro clínico

Las manifestaciones cardiovasculares asociadas a la cirugía pulmonar se presentan en el período perioperatorio y pueden clasificarse en agudas (intraoperatorias y postoperatorias inmediatas) y subagudas/crónicas.

Manifestaciones intraoperatorias. Durante la ventilación unipulmonar y la manipulación hiliar pueden presentarse: hipotensión arterial por reducción del retorno venoso y compresión mediastínica, arritmias supraventriculares (especialmente durante la manipulación de las venas pulmonares y la aurícula), bradicardia refleja por estimulación vagal, desaturación arterial por shunt intrapulmonar, y elevación aguda de las presiones de la arteria pulmonar.

Manifestaciones postoperatorias tempranas (0-7 días). La fibrilación auricular postoperatoria es la complicación más frecuente, con un pico de incidencia entre el segundo y el cuarto día postoperatorio. Se manifiesta con palpitaciones, disnea, dolor torácico e inestabilidad hemodinámica en casos severos. La disfunción ventricular derecha se manifiesta como intolerancia al esfuerzo desproporcionada a la pérdida de parénquima, presión venosa central elevada, edema periférico e hipotensión en casos avanzados. El edema pulmonar posneumonectomía es una complicación infrecuente pero potencialmente letal (mortalidad >50%), que se presenta como edema pulmonar no cardiogénico en el pulmón remanente.

Manifestaciones subagudas y crónicas. La disnea persistente y la limitación funcional a los 2-3 meses postoperatorios se correlacionan pobremente con la pérdida de función pulmonar y mejor con el grado de disfunción ventricular derecha. La hipertensión pulmonar crónica por pérdida de lecho vascular es excepcional tras lobectomía, pero puede desarrollarse tras neumonectomía en pacientes con enfermedad vascular pulmonar preexistente o EPOC severo.

Diagnóstico

Evaluación preoperatoria cardiovascular

La evaluación preoperatoria cardiovascular debe ser sistemática y escalonada. El primer paso es la identificación de factores de riesgo cardíaco (cardiopatía isquémica, insuficiencia cardíaca, valvulopatía, arritmias preexistentes) mediante historia clínica y electrocardiograma de 12 derivaciones. La evaluación de la capacidad funcional mediante la estimación de equivalentes metabólicos (METs) es fundamental: una capacidad funcional ≥ 4 METs se asocia a menor riesgo de complicaciones cardiovasculares.

El ecocardiograma transtorácico (ETT) preoperatorio está indicado en pacientes con factores de riesgo cardíaco, disnea inexplicada o hallazgos electrocardiográficos patológicos. Debe evaluarse la función sistólica y diastólica biventricular, la presión sistólica de la arteria pulmonar, la presencia de valvulopatías y la función del VD específicamente. Una fracción de eyección del VD $<40\%$ o una presión sistólica de la arteria pulmonar >40 mmHg ameritan evaluación cardiológica especializada y optimización preoperatoria.

Monitorización intraoperatoria

La monitorización hemodinámica durante la cirugía pulmonar mayor incluye: electrocardiografía continua con análisis del segmento ST, oximetría de pulso, capnografía, presión arterial invasiva (línea arterial radial, preferiblemente del lado no operado), presión venosa central (catéter venoso central yugular o subclavio), y diuresis horaria. El catéter de arteria pulmonar (Swan-Ganz) no se utiliza de rutina, pero se reserva para pacientes con hipertensión pulmonar preoperatoria, disfunción ventricular derecha significativa o neumonectomía con función cardíaca limítrofe. El ecocardiograma transesofágico (ETE) intraoperatorio

proporciona información en tiempo real sobre la función biventricular, el llenado de cavidades y la detección de isquemia miocárdica, siendo una herramienta cada vez más utilizada en cirugía torácica compleja.

PERLA CLÍNICA: *En pacientes con arteritis de Takayasu o enfermedad vascular subclavia, la presión arterial radial puede no ser representativa de la presión aórtica central. Se debe considerar la monitorización femoral o la verificación bilateral de presiones antes de la inducción anestésica.*

Evaluación postoperatoria

La monitorización postoperatoria debe incluir telemetría cardíaca continua durante las primeras 48-72 horas (período de mayor incidencia de fibrilación auricular), evaluación seriada de biomarcadores cardíacos (troponina, péptido natriurético cerebral) en pacientes de alto riesgo, ecocardiograma transtorácico en las primeras 24-48 horas para documentar la función biventricular basal postoperatoria, y gasometría arterial seriada con lactato como indicador de perfusión tisular.

Tabla 2. Parámetros ecocardiográficos clave en la evaluación perioperatoria del paciente de cirugía pulmonar mayor.

Parámetro	Valor normal	Umbral de alarma	Significado clínico
TAPSE	≥17 mm	<15 mm	Disfunción sistólica del VD
FEVD (RM)	45–60%	<40%	Disfunción global del VD

PSAP	15–30 mmHg	>40 mmHg	Hipertensión pulmonar
Onda S' tricuspídea	≥9,5 cm/s	<9,5 cm/s	Disfunción longitudinal del VD
Índice de Tei del VD	<0,40	>0,55	Disfunción global del VD
Diámetro basal del VD	<42 mm	>42 mm	Dilatación del VD

TAPSE: excursión sistólica del plano del anillo tricuspídeo; FEVD: fracción de eyección del ventrículo derecho; RM: resonancia magnética; PSAP: presión sistólica de la arteria pulmonar; VD: ventrículo derecho. Fuente: Elaboración propia basada en guías ESC/ERS y referencias 2-5.

Tratamiento

Optimización preoperatoria

La optimización preoperatoria incluye: cese del tabaquismo al menos cuatro semanas antes de la cirugía, programa de prehabilitación respiratoria y cardiovascular (ejercicio aeróbico supervisado), optimización de la terapia farmacológica en pacientes con cardiopatía preexistente (betabloqueantes, estatinas, antihipertensivos), corrección de la anemia preoperatoria (hemoglobina objetivo ≥ 10 g/dL), y control de arritmias preexistentes. En pacientes con fibrilación auricular crónica, se debe evaluar la necesidad de anticoagulación perioperatoria y establecer un plan de manejo con el equipo de anestesiología y cardiología.

Manejo intraoperatorio

La estrategia ventilatoria protectora durante la ventilación unipulmonar es fundamental: volúmenes corrientes de 4-6 mL/kg de peso ideal, presión positiva al final de la espiración (PEEP) de 5-10 cmH₂O, fracción inspirada de oxígeno titulada para mantener SpO₂ >90%, y presiones meseta <25 cmH₂O.

La fluidoterapia restrictiva es esencial, especialmente en la neumonectomía, donde la sobrecarga hídrica se asocia directamente con el desarrollo de edema pulmonar posneumonectomía. El objetivo es mantener un balance hídrico neutro o ligeramente negativo.

El manejo de la hipotensión intraoperatoria debe distinguir entre sus múltiples causas: hipovolemia (respuesta a fluidos), disfunción del VD por aumento de poscarga (inotrópicos y/o vasodilatadores pulmonares), compresión mediastínica por el cirujano (comunicación con el equipo quirúrgico), y arritmias. La norepinefrina es el vasopresor de primera línea por su efecto vasoconstrictor sistémico con menor impacto sobre la vasculatura pulmonar en comparación con otros vasopresores.

Manejo postoperatorio de complicaciones cardiovasculares

Fibrilación auricular postoperatoria. El tratamiento depende de la estabilidad hemodinámica. En pacientes estables, el control de la frecuencia con betabloqueantes intravenosos (metoprolol 5 mg IV cada 5 minutos hasta 3 dosis) o amiodarona (150 mg IV en 10 minutos, seguido de infusión a 1 mg/min por 6 horas, luego 0,5 mg/min por 18 horas) es la estrategia de primera línea. En pacientes inestables, la cardioversión eléctrica sincronizada (100-200 J bifásica) es el tratamiento inmediato. La anticoagulación se inicia según la puntuación CHA₂DS₂-VASc y el riesgo hemorrágico quirúrgico.

Disfunción ventricular derecha aguda. El manejo incluye: optimización de la precarga (evitar tanto la hipovolemia como la sobrecarga de volumen, guiándose por parámetros dinámicos de respuesta a fluidos), reducción de la poscarga del VD mediante ventilación protectora y

vasodilatadores pulmonares inhalados (óxido nítrico inhalado 20-40 ppm o epoprostenol nebulizado), soporte inotrópico con dobutamina (5-15 $\mu\text{g/kg/min}$) o milrinona (0,375-0,75 $\mu\text{g/kg/min}$), y vasopresores sistémicos (norepinefrina) para mantener la presión de perfusión coronaria del VD.

Edema pulmonar posneumonectomía. La prevención es la piedra angular: restricción hídrica estricta, diuréticos cuando sea apropiado, y evitar la ventilación con presiones excesivas. El tratamiento incluye ventilación mecánica protectora con PEEP, restricción hídrica agresiva, diuréticos de asa, posición semisentada, y en casos refractarios, considerar soporte con oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO).

PERLA CLÍNICA: *Tras la neumonectomía, la velocidad máxima de infusión de líquidos intravenosos no debe exceder los 2 mL/kg/h en las primeras 24 horas. El balance hídrico acumulado en las primeras 24 horas es el mejor predictor de edema pulmonar posneumonectomía. Un balance positivo >20 mL/kg se asocia a riesgo significativamente elevado.*

Algoritmo de manejo

El siguiente algoritmo de flujo resume la evaluación cardiovascular preoperatoria escalonada para el candidato a resección pulmonar mayor. Su objetivo es identificar pacientes de alto riesgo cardiovascular, optimizar su condición preoperatoria y definir el nivel de monitorización intraoperatoria requerido.

Evaluación Cardiovascular Preoperatoria para Resección Pulmonar Mayor

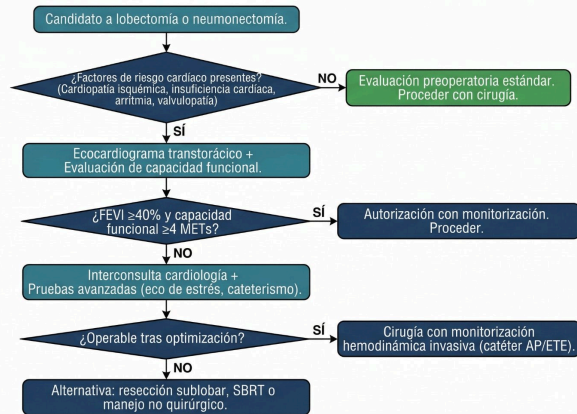


Figura 2. Algoritmo de evaluación cardiovascular preoperatoria para resección pulmonar mayor. La evaluación escalonada permite estratificar el riesgo, optimizar al paciente y definir la estrategia de monitorización intraoperatoria. FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; METs: equivalentes metabólicos; AP: arteria pulmonar; ETE: ecocardiograma transesofágico; SBRT: radioterapia estereotáctica corporal. Fuente: Diagrama generado mediante inteligencia artificial (Gemini, Google DeepMind, 2026).

Pronóstico

El pronóstico cardiovascular tras la cirugía pulmonar mayor depende de la extensión de la resección, la reserva funcional cardiopulmonar preoperatoria y la presencia de complicaciones perioperatorias. La mortalidad operatoria es de aproximadamente 1-3% para la lobectomía y de 3-8% para la neumonectomía, siendo las complicaciones cardiovasculares responsables de aproximadamente un tercio de las muertes postoperatorias.

La disfunción ventricular derecha documentada por resonancia magnética cardiovascular persiste al menos dos

meses tras la lobectomía, con una reducción promedio de la FEVD de 50,5% a 44,9%. Sin embargo, la mayoría de los pacientes compensan adecuadamente esta disfunción mediante mecanismos adaptativos. Los factores de mal pronóstico incluyen: FEVD preoperatoria en el límite inferior, presión sistólica de la arteria pulmonar preoperatoria >35 mmHg, EPOC severo concomitante, cardiopatía isquémica activa, edad >75 años y neumonectomía derecha (que implica mayor pérdida de lecho vascular que la izquierda por la mayor contribución del pulmón derecho al gasto cardíaco total).

La rehabilitación cardiopulmonar postoperatoria estructurada mejora significativamente la capacidad funcional y la calidad de vida a mediano plazo. El seguimiento ecocardiográfico a los 3 y 6 meses permite detectar disfunción ventricular derecha progresiva o hipertensión pulmonar persistente que requieran intervención farmacológica.

Recomendaciones

Tabla 3. Recomendaciones clave para la optimización perioperatoria cardiovascular en cirugía pulmonar mayor.

Fase	Recomendación	Nivel de evidencia
Preoperatoria	ETT en pacientes con factores de riesgo cardíaco o disnea inexplicada	B
Preoperatoria	Cese del tabaquismo ≥ 4 semanas antes de la cirugía	A
Preoperatoria	Prehabilitación cardiovascular y respiratoria	B

Intraoperat oria	Ventilación protectora durante VUP (Vt 4-6 mL/kg, PEEP 5-10 cmH ₂ O)	A
Intraoperat oria	Fluidoterapia restrictiva, especialmente en neumonectomía	B
Intraoperat oria	ETE disponible en neumonectomía y pacientes de alto riesgo	C
Postoperat oria	Telemetría cardíaca continua 48-72 horas	B
Postoperat oria	Movilización temprana (<24 horas)	A
Postoperat oria	ETT de control en las primeras 24-48 horas en pacientes de alto riesgo	C

ETT: ecocardiograma transtorácico; VUP: ventilación unipulmonar; Vt: volumen corriente; PEEP: presión positiva al final de la espiración; ETE: ecocardiograma transesofágico. Nivel de evidencia: A (alto), B (moderado), C (bajo/opinión de expertos). Fuente: Elaboración propia basada en guías ERS/ESTS y referencias 1-12.

Caso clínico integrador

Presentación. Paciente masculino de 62 años, exfumador (índice paquete-año: 40), con antecedentes de hipertensión arterial controlada con enalapril 10 mg/día y EPOC moderado (GOLD B, VEF1 65% del predicho). Se identifica una masa de 3,2 cm en el lóbulo superior derecho en tomografía de tórax de tamizaje. La biopsia percutánea confirma adenocarcinoma pulmonar estadio IB (T2aN0M0). Se programa lobectomía superior derecha por VATS.

Evaluación preoperatoria. El ECG muestra ritmo sinusal con patrón de sobrecarga del VD (onda R en V1, patrón

S1Q3T3). El ecocardiograma revela: FEVI 58%, TAPSE 16 mm (límite inferior), PSAP estimada en 38 mmHg, y dilatación leve del VD (diámetro basal 44 mm). La capacidad funcional estimada es de 4 METs. Se solicita interconsulta a cardiología, que indica ecocardiograma de estrés con dobutamina: negativo para isquemia, con adecuada reserva contráctil. Se autoriza la cirugía con monitorización hemodinámica intensiva.

Evolución intraoperatoria. Se realiza lobectomía superior derecha por VATS con ventilación unipulmonar izquierda durante 180 minutos. A los 90 minutos de VUP se registra elevación transitoria de la PSAP a 52 mmHg con caída de la presión arterial media a 58 mmHg. Se administra efedrina 10 mg IV y se inicia norepinefrina a 0,05 µg/kg/min con respuesta favorable. El balance hídrico intraoperatorio es de +800 mL.

Postoperatorio. El paciente ingresa a la UCI quirúrgica. En las primeras 6 horas presenta taquicardia de 105 lpm y se inicia metoprolol IV. A las 36 horas desarrolla fibrilación auricular con respuesta ventricular rápida (frecuencia ventricular 142 lpm), hemodinámicamente estable. Se inicia amiodarona en infusión con reversión a ritmo sinusal a las 4 horas. El ETT postoperatorio del día 1 muestra: FEVI 55%, TAPSE 13 mm, PSAP 45 mmHg, confirmando disfunción del VD. Se mantiene restricción hídrica estricta y se inicia movilización asistida a las 18 horas. El paciente es dado de alta al séptimo día con seguimiento ecocardiográfico programado a los 3 meses.

Análisis del caso. Este caso ilustra varios conceptos clave del capítulo: (a) la importancia del ETT preoperatorio para detectar disfunción subclínica del VD (TAPSE limítrofe, PSAP

elevada); (b) el aumento de la poscarga del VD durante la VUP con repercusión hemodinámica transitoria; (c) la fibrilación auricular como complicación cardiovascular más frecuente; (d) la documentación ecocardiográfica de disfunción del VD postoperatoria; y (e) la estrategia de manejo escalonado con fluidoterapia restrictiva, monitorización intensiva y movilización temprana.

Bibliografía

1. Shelley BG, McCall PJ, Glass A, Arthur A, Mangion K, Corcoran DS, et al. The right ventricular response to lung resection. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2019;158(2):556-565.e5. doi: 10.1016/j.jtcvs.2019.01.067.
2. Glass A, McCall P, Arthur A, Mangion K, Shelley B. Pulmonary artery wave reflection and right ventricular function after lung resection. *Br J Anaesth*. 2023;130(1):e128-e136. doi: 10.1016/j.bja.2022.07.052.
3. Couture EJ, Nabzdyk CG. Pulmonary hemodynamics and lung surgery: a narrative review. *Curr Chall Thorac Surg*. 2023;5:39. doi: 10.21037/ccts-21-33.
4. McCall PJ, Arthur A, Glass A, Corcoran DS, Kirk A, Macfie A, et al. Perioperative cardiovascular pathophysiology in patients undergoing lung resection surgery: a narrative review. *Br J Anaesth*. 2022;129(4):e113-e121. doi: 10.1016/j.bja.2022.06.035.
5. Giustiniano E, Nisi F, Piccioni F, Gambino F, Aceto R, Lungu R, et al. Right ventricular dysfunction after pulmonary resection. *J Cardiovasc Echogr*. 2023;33(2):76-82. doi: 10.4103/jcecho.jcecho_17_23.
6. Forbes LM, Bull TM, Lahm T, Make BJ, Cornwell WK 3rd. Pulmonary hemodynamics and functional capacity after pulmonary resection. *Chest*. 2023;164(3):736-746. doi: 10.1016/j.chest.2023.04.013.

7. Bray F, Laversanne M, Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2024;74(3):229-263. doi: 10.3322/caac.21834.
8. Sociedad de Lucha Contra el Cáncer del Ecuador (SOLCA). Boletín Epidemiológico: Cáncer de Pulmón 2023. Registro Nacional de Tumores del Ecuador. Disponible en: <http://www.estadisticas.med.ec>
9. Herrán de la Gala D, Vilanova-Busquets JC, García-Sanz L, Jareño-Badenas A, Villalba-Díez S, et al. Hallazgos en imagen del tórax posquirúrgico: lo que el radiólogo debe saber. *Radiología.* 2024;66(5):447-458. doi: 10.1016/j.rx.2023.05.004.
10. Lumb A, Thomas C. Pulmonary surgery. En: Lumb A, Thomas C, eds. *Nunn and Lumb's Applied Respiratory Physiology*. 9th ed. Philadelphia: Elsevier; 2021. p. 445-462.
11. Feller-Kopman DJ, Decamp MM. Interventional and surgical approaches to lung disease. En: Goldman L, Cooney KA, eds. *Goldman-Cecil Medicine*. 27th ed. Philadelphia: Elsevier; 2024. Cap. 87.
12. Dexter EU. Perioperative care of the thoracic surgical patient. En: Selke FW, del Nido PJ, Swanson SJ, eds. *Sabiston and Spencer Surgery of the Chest*. 10th ed. Philadelphia: Elsevier; 2024. Cap. 4.

CAPÍTULO 2

IMAGEN CARDIOVASCULAR AVANZADA APLICADA A LA PLANIFICACIÓN QUIRÚRGICA

Angel Ivan Indio Zambrano

Definición

La imagen cardiovascular avanzada aplicada a la planificación quirúrgica se refiere al uso integrado y complementario de modalidades de diagnóstico por imagen no invasivas y mínimamente invasivas —ecocardiografía transtorácica (ETT) y transesofágica (ETE), tomografía computarizada cardiovascular (angio-TC cardíaca y de aorta), y resonancia magnética cardíaca (RMC)— para la evaluación morfológica, funcional y hemodinámica del sistema cardiovascular en pacientes programados para cirugía mayor no cardíaca. El objetivo es identificar cardiopatías no diagnosticadas, cuantificar la severidad de las lesiones conocidas, estratificar el riesgo cardiovascular perioperatorio y proporcionar información anatómica tridimensional que permita al equipo quirúrgico planificar el abordaje, anticipar complicaciones y optimizar los resultados.

A diferencia de la evaluación preoperatoria cardiovascular convencional —que se limita a la historia clínica, el electrocardiograma y, en algunos casos, un ecocardiograma básico—, la imagen cardiovascular avanzada incorpora técnicas de alta resolución espacial y temporal que permiten la reconstrucción tridimensional de estructuras cardíacas y vasculares, la cuantificación de flujos y volúmenes con

precisión submilimétrica, la caracterización tisular miocárdica y la valoración funcional bajo estrés farmacológico, constituyendo herramientas esenciales en la era de la medicina perioperatoria de precisión.

Anatomía quirúrgica relevante

La planificación quirúrgica basada en imagen requiere una comprensión detallada de la anatomía cardiovascular en corte transversal. A nivel del mediastino medio, un corte axial a la altura del corazón revela la disposición espacial de las cuatro cámaras cardíacas, las válvulas auriculoventriculares (mitral y tricúspide), el tabique interventricular, los grandes vasos (aorta ascendente, tronco de la arteria pulmonar, vena cava superior e inferior) y las estructuras posteriores (esófago, aorta descendente, cuerpo vertebral torácico).

La aurícula derecha ocupa la porción anterior y derecha del corazón, recibiendo la vena cava superior en su porción superoposterior y la vena cava inferior en su porción inferoposterior. La aurícula izquierda se sitúa como la cámara más posterior del corazón, inmediatamente anterior al esófago, lo que fundamenta la utilidad del ecocardiograma transesofágico para su evaluación. El ventrículo izquierdo, de paredes gruesas y forma elíptica, se orienta hacia la izquierda y posterior, con su tracto de salida dirigiendo el flujo hacia la aorta ascendente que se ubica central y ligeramente a la derecha. El tronco de la arteria pulmonar emerge del ventrículo derecho anterior y a la izquierda de la aorta, bifurcándose en las arterias pulmonares derecha e izquierda.

La relación espacial de estos elementos con las estructuras extracardíacas —esternón anteriormente, columna vertebral posteriormente, pulmones lateralmente— determina la ventana acústica ecocardiográfica disponible y condiciona la

selección de la modalidad de imagen más apropiada. En pacientes con hiperinsuflación pulmonar (EPOC), la ventana acústica transtorácica puede ser inadecuada, haciendo necesario el uso de ETE o TC para la evaluación cardiovascular preoperatoria.

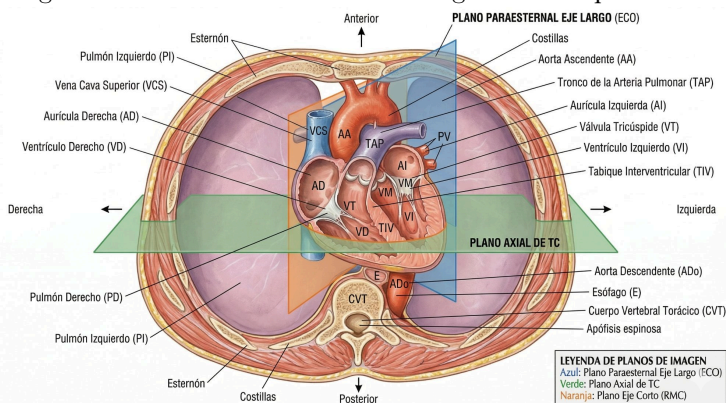
Corte transversal del tórax a nivel del corazón mostrando las estructuras cardiovasculares y los planos de imagen superpuestos. En azul: plano paraesternal eje largo del ecocardiograma (ECO); en verde: plano axial de tomografía computarizada (TC); en naranja: plano eje corto de resonancia magnética cardíaca (RMC). Se identifican las cuatro cámaras cardíacas, válvulas, grandes vasos, esófago, aorta descendente y cuerpo vertebral torácico. Fuente: Ilustración generada mediante inteligencia artificial (Gemini, Google DeepMind, 2026).

Epidemiología

Las complicaciones cardiovasculares constituyen la primera causa de morbilidad perioperatoria en cirugía mayor no cardíaca a nivel mundial. Se estima que anualmente se realizan más de 300 millones de procedimientos quirúrgicos mayores en el mundo, de los cuales entre el 1% y el 5% se complican con eventos cardiovasculares adversos mayores (MACE), incluyendo infarto de miocardio, insuficiencia cardíaca aguda, arritmias clínicamente significativas y muerte cardiovascular. La detección preoperatoria de cardiopatías no diagnosticadas mediante técnicas de imagen avanzada permite la optimización del riesgo y la planificación del nivel de monitorización perioperatorio.

En Ecuador, el acceso a modalidades de imagen cardiovascular avanzada es heterogéneo. Mientras que la ecocardiografía transtorácica está disponible en la mayoría de los hospitales de segundo y tercer nivel, la angio-TC cardíaca con sincronización electrocardiográfica y la resonancia magnética cardíaca se concentran en centros de referencia de Quito, Guayaquil y Cuenca. Según datos del Ministerio de Salud Pública del Ecuador, las enfermedades cardiovasculares representan la primera causa de mortalidad general en el país, con las enfermedades isquémicas del corazón y las

enfermedades cerebrovasculares encabezando las estadísticas. Esta carga de enfermedad cardiovascular se traduce en una prevalencia significativa de cardiopatías no diagnosticadas en la población quirúrgica, lo que refuerza la necesidad de protocolos de evaluación preoperatoria que incorporen imagen cardiovascular avanzada según la disponibilidad



institucional.

La incorporación de la angio-TC coronaria en la evaluación preoperatoria ha demostrado reducir la necesidad de angiografía coronaria invasiva diagnóstica en un 30% a 50% en pacientes de riesgo bajo a intermedio para enfermedad coronaria, con una sensibilidad >95% y un valor predictivo negativo cercano al 99% para la exclusión de enfermedad coronaria obstructiva significativa.

Fisiopatología

La evaluación por imagen cardiovascular avanzada se fundamenta en la fisiopatología de las principales condiciones cardíacas que aumentan el riesgo perioperatorio en cirugía mayor. Comprender los mecanismos fisiopatológicos subyacentes es esencial para interpretar correctamente los hallazgos de imagen y traducirlos en decisiones clínicas.

Enfermedad coronaria y riesgo perioperatorio

El infarto perioperatorio resulta de un desbalance entre la oferta y la demanda miocárdica de oxígeno en el contexto del estrés quirúrgico. Dos mecanismos principales operan: la ruptura de placa aterosclerótica vulnerable (tipo 1) y la isquemia por demanda (tipo 2). La angio-TC coronaria permite no solo detectar estenosis anatómicas, sino también caracterizar la composición de la placa aterosclerótica (placa blanda, calcificada o mixta), identificando las denominadas "placas de alto riesgo" (remodelación positiva, núcleo lipídico de baja atenuación, signo del anillo de servilleta) que predisponen a ruptura durante el estrés perioperatorio. La reserva fraccional de flujo derivada de TC (FFR-CT) añade la valoración funcional de la estenosis, permitiendo distinguir lesiones anatómicamente significativas de aquellas hemodinámicamente relevantes.

Valvulopatías y respuesta hemodinámica al estrés quirúrgico

Las valvulopatías severas (especialmente la estenosis aórtica) representan un riesgo significativo durante la cirugía mayor no cardíaca por la incapacidad del corazón para aumentar el gasto cardíaco en respuesta al estrés. La ecocardiografía permite la cuantificación precisa del área valvular, los gradientes transvalvulares y la función ventricular, mientras que la RMC aporta la cuantificación volumétrica exacta de los volúmenes ventriculares, la fracción de eyección y, mediante realce tardío con gadolinio, la presencia de fibrosis miocárdica que indica daño estructural irreversible. El mapeo T1 nativo y la cuantificación del volumen extracelular mediante RMC permiten además detectar enfermedad miocárdica difusa (amiloidosis, miocarditis, enfermedad de Fabry) que podría pasar desapercibida con otras técnicas.

Patología aórtica y planificación de abordaje quirúrgico

La angio-TC de aorta es la modalidad de elección para la evaluación de aneurismas, disecciones, coartación y anomalías del arco aórtico que pueden complicar tanto la cirugía torácica como la abdominal. La reconstrucción tridimensional permite medir con precisión los diámetros aórticos, la extensión de la enfermedad, la relación con los troncos supraaórticos y las arterias viscerales, y planificar la estrategia de canulación en caso de necesidad de circulación extracorpórea. En pacientes con antecedente de cirugía cardíaca previa (reoperaciones), la TC permite identificar la relación del injerto aorto-coronario o de la prótesis valvular con el esternón, reduciendo el riesgo de lesión inadvertida durante la esternotomía.

PERLA CLÍNICA: *En pacientes con estenosis aórtica severa asintomática programados para cirugía mayor no cardíaca electiva, la RMC con realce tardío con gadolinio que demuestre fibrosis miocárdica de reemplazo (patrón no isquémico, mesoparietal) predice un riesgo perioperatorio significativamente mayor e inclina la decisión hacia la corrección valvular previa a la cirugía no cardíaca, incluso en ausencia de síntomas.*

Miocardopatías y caracterización tisular

La RMC es la modalidad de referencia para la caracterización tisular miocárdica. El realce tardío con gadolinio (RTG) identifica áreas de fibrosis de reemplazo: un patrón subendocárdico o transmural indica necrosis isquémica previa; un patrón mesoparietal sugiere miocardopatía dilatada no isquémica; un patrón subepicárdico o parcheado orienta hacia

miocarditis. El mapeo paramétrico (T1 nativo, T2, volumen extracelular) detecta enfermedad difusa no visible con RTG. En el contexto preoperatorio, la detección de fibrosis miocárdica significativa identifica pacientes con reserva contráctil reducida que pueden descompensarse durante el estrés quirúrgico, permitiendo una planificación anestésica y monitorización hemodinámica adecuadas.

Cuadro clínico

La indicación de imagen cardiovascular avanzada preoperatoria surge de la identificación de signos y síntomas que sugieren cardiopatía no diagnosticada o de la necesidad de cuantificar con mayor precisión la severidad de una cardiopatía conocida. Los escenarios clínicos más frecuentes incluyen los siguientes.

Disnea de esfuerzo desproporcionada. En el paciente programado para cirugía mayor, una capacidad funcional <4 METs o una disnea que no se explica por la patología pulmonar conocida debe motivar la evaluación ecocardiográfica para descartar disfunción ventricular sistólica o diastólica, valvulopatía no diagnosticada o hipertensión pulmonar. Si la ventana acústica es subóptima, la RMC ofrece la cuantificación volumétrica de referencia.

Dolor torácico o equivalentes anginosos. En pacientes con probabilidad pretest intermedia de enfermedad coronaria, la angio-TC coronaria es la prueba de primera línea por su alto valor predictivo negativo. Una angio-TC coronaria negativa permite proceder a la cirugía sin necesidad de pruebas invasivas adicionales. La presencia de estenosis $\geq 50\%$ amerita valoración funcional con FFR-CT o prueba de estrés con imagen.

Soplo cardíaco no evaluado. Todo soplo sistólico de nueva detección en un paciente prequirúrgico requiere ecocardiograma para excluir valvulopatía significativa. La estenosis aórtica severa (área valvular $<1 \text{ cm}^2$, gradiente medio $>40 \text{ mmHg}$) es la valvulopatía de mayor riesgo perioperatorio y puede requerir intervención valvular previa a la cirugía no cardíaca electiva.

Patología aórtica conocida o sospechada. Pacientes con síndrome de Marfan, aorta bicúspide, antecedente de disección aórtica o aneurisma aórtico conocido requieren angio-TC de aorta preoperatoria para cuantificar las dimensiones aórticas actuales y evaluar el riesgo de complicación aórtica aguda durante el estrés quirúrgico. Diámetros aórticos $>5,5 \text{ cm}$ en la aorta ascendente o $>6,5 \text{ cm}$ en la aorta descendente constituyen indicación de reparación aórtica previa.

Reoperación cardiotorácica. En pacientes con esternotomía previa, la TC preoperatoria sin contraste (protocolo de reoperación) identifica la relación de las estructuras cardíacas y los injertos vasculares con el esternón, la presencia de adherencias mediastínicas y la posición de prótesis valvulares o parches, información crítica para planificar la esternotomía segura.

Diagnóstico: modalidades de imagen cardiovascular Ecocardiografía transtorácica (ETT)

La ETT es la modalidad de primera línea en la evaluación cardiovascular preoperatoria por su amplia disponibilidad, bajo costo, portabilidad, ausencia de radiación ionizante y capacidad de proporcionar información morfológica y funcional en tiempo real. Evalúa la función sistólica biventricular (fracción de eyección por método de Simpson

biplano, TAPSE, onda S' tisular), la función diastólica (relación E/e', patrón de flujo mitral), la anatomía y función valvular (área valvular, gradientes, regurgitación), la presión sistólica de la arteria pulmonar (estimada por velocidad del jet de regurgitación tricuspídea), la presencia de derrame pericárdico y las alteraciones segmentarias de la contractilidad que sugieren cardiopatía isquémica.

Sus limitaciones incluyen la dependencia de la ventana acústica (hasta el 15-20% de los pacientes tienen ventana subóptima, especialmente aquellos con EPOC, obesidad o deformidades torácicas), la variabilidad interobservador en la cuantificación de la fracción de eyección, y la incapacidad de caracterizar el tejido miocárdico.

Ecocardiografía transesofágica (ETE)

La ETE ofrece imágenes de alta resolución de las estructuras cardíacas posteriores (aurícula izquierda, válvula mitral, aorta torácica, tabique interauricular) al eliminar la interposición de tejido pulmonar y pared torácica. En el contexto perioperatorio, su principal aplicación es intraoperatoria: guía del manejo hemodinámico, detección de isquemia miocárdica regional, evaluación de la función valvular tras la reparación, detección de aire intracardiaco y monitorización del llenado ventricular. En la evaluación preoperatoria, se indica cuando la ETT es subóptima y se requiere cuantificación valvular precisa, evaluación de endocarditis, trombos intracardiacos o evaluación detallada de la válvula mitral previo a reparación.

PERLA CLÍNICA: *El ETE intraoperatorio es una herramienta subutilizada en cirugía mayor no cardíaca. En pacientes de alto riesgo cardiovascular sometidos a cirugía torácica compleja, la colocación de una sonda de ETE al inicio de la anestesia permite: (a) confirmar la función ventricular basal, (b) guiar la fluidoterapia en tiempo real, (c) detectar isquemia miocárdica regional antes de que se manifieste hemodinámicamente, y (d) diagnosticar causas de hipotensión intraoperatoria (hipovolemia vs. disfunción del VD vs. taponamiento).*

Tomografía computarizada cardiovascular (angio-TC)

La angio-TC cardiovascular ha experimentado avances tecnológicos significativos que la han posicionado como una herramienta central en la planificación quirúrgica. Los equipos de TC con detectores de conteo fotónico (PCD-CT) de última generación ofrecen resolución espacial submilimétrica ($<0,2$ mm), menor dosis de radiación y reducción significativa de los artefactos por calcificación coronaria, mejorando la precisión diagnóstica particularmente en pacientes con calcificación extensa donde la TC convencional tenía limitaciones.

Las aplicaciones preoperatorias de la angio-TC cardiovascular incluyen: evaluación de la anatomía coronaria con exclusión no invasiva de enfermedad coronaria obstructiva (sensibilidad $>95\%$, valor predictivo negativo $\sim 99\%$), cuantificación y caracterización de la placa aterosclerótica (identificación de placa de alto riesgo), valoración funcional mediante FFR-CT (sensibilidad 90% , especificidad 72% comparada con FFR invasiva), evaluación de la aorta torácica y abdominal con

reconstrucción 3D para planificación de reparación endovascular o quirúrgica, evaluación de la anatomía cardíaca previa a reoperación (relación de injertos y prótesis con esternón), y planificación de procedimientos valvulares percutáneos (TAVI).

Tabla 1. Comparación de las modalidades de imagen cardiovascular avanzada en la planificación quirúrgica.

Característica	ETT	ETE	Angio-TC	RMC
Resolución espacial	Moderada (1-2 mm)	Alta (<1 mm)	Muy alta (<0,5 mm)	Alta (1-1,5 mm)
Resolución temporal	Excelente (20-40 ms)	Excelente (20-40 ms)	Buena (66-135 ms)	Buena (25-50 ms)
Radiación ionizante	No	No	Sí (1-15 mSv)	No
Contraste yodado	No	No	Sí	Gadolinio (opcional)
Evaluación coronaria	Limitada (indirecta)	Limitada	Excelente	Limitada (investigación)
Función ventricular	Buena	Excelente	Buena	Excelente (referencia)

Caracterización tisular	No	No	Limitada	Excelente (referencia)
Evaluación valvular	Buena	Excelente	Buena (anatómica)	Buena (cuantitativa)
Evaluación aórtica	Limitada	Aorta torácica	Excelente (completa)	Buena
Portabilidad	Sí (portátil)	No	No	No
Costo relativo	Bajo	Moderado	Moderado-alto	Alto
Disponibilidad Ecuador	Alta (nivel II-III)	Moderada (nivel III)	Baja (centros referencia)	Muy baja (centros referencia)

ETT: ecocardiograma transtorácico; ETE: ecocardiograma transesofágico; angio-TC: angiografía por tomografía computarizada; RMC: resonancia magnética cardíaca; mSv: milisieverts. Fuente: Elaboración propia basada en guías ESC 2022 y referencias 1-6.

Resonancia magnética cardíaca (RMC)

La RMC es la modalidad de referencia para la cuantificación de volúmenes ventriculares, masa miocárdica y fracción de eyección biventricular por su excelente reproducibilidad y ausencia de suposiciones geométricas. Su capacidad de caracterización tisular la convierte en una herramienta única e insustituible en ciertos escenarios clínicos preoperatorios.

Las principales aplicaciones de la RMC en la planificación quirúrgica incluyen: cuantificación precisa de la función biventricular cuando la ETT es subóptima o los resultados son discordantes, evaluación de viabilidad miocárdica mediante

realce tardío con gadolinio (la extensión transmural del realce predice la probabilidad de recuperación funcional tras revascularización), detección de miocardiopatías infiltrativas (amiloidosis, sarcoidosis, enfermedad de Fabry) mediante mapeo paramétrico, cuantificación de regurgitación valvular (especialmente útil cuando la ecocardiografía es discordante), evaluación de cardiopatías congénitas complejas en adultos, y evaluación de la aorta torácica sin radiación ionizante (especialmente útil en pacientes jóvenes con síndrome de Marfan que requieren seguimiento seriado).

Las limitaciones de la RMC incluyen su alto costo, baja disponibilidad, contraindicación en portadores de ciertos dispositivos implantables (marcapasos no condicionales, neuroestimuladores), claustrofobia, tiempos de adquisición prolongados (30-60 minutos) y la necesidad de cooperación del paciente con apneas repetidas. La nefrofibrosis sistémica asociada a gadolinio es excepcional con los agentes macrocíclicos actuales, pero la RMC con contraste está contraindicada en pacientes con tasa de filtración glomerular $<30 \text{ mL/min/1,73 m}^2$.

Tratamiento: integración de la imagen en la toma de decisiones

La imagen cardiovascular avanzada no constituye un tratamiento en sí misma, sino una herramienta que guía la toma de decisiones terapéuticas en tres niveles: preoperatorio, intraoperatorio y postoperatorio.

Decisiones preoperatorias guiadas por imagen

Revascularización preoperatoria. La detección de enfermedad coronaria significativa mediante angio-TC coronaria plantea

la pregunta de si la revascularización preoperatoria mejora los resultados. La evidencia actual (estudio CARP y meta-análisis posteriores) indica que la revascularización profiláctica previa a cirugía no cardíaca electiva no mejora los resultados excepto en pacientes con enfermedad de tronco coronario izquierdo o enfermedad trivascular con disfunción ventricular. La imagen orienta esta decisión al cuantificar la extensión y severidad de la enfermedad y la presencia de miocardio en riesgo.

Intervención valvular preoperatoria. En pacientes con estenosis aórtica severa sintomática, la corrección valvular (quirúrgica o percutánea TAVI) está indicada antes de la cirugía no cardíaca electiva. La angio-TC proporciona las medidas del anillo aórtico, la anatomía del tracto de salida del ventrículo izquierdo, la distancia a las coronarias y el acceso vascular femoral para la planificación del TAVI, mientras que la ecocardiografía cuantifica los gradientes y el área valvular.

Reparación aórtica preoperatoria. La angio-TC de aorta con reconstrucción 3D permite la planificación de la reparación endovascular (TEVAR, EVAR) o quirúrgica abierta de

PERLA CLÍNICA: *En pacientes con antecedente de infarto de miocardio y fracción de eyección límite (35-50%) programados para cirugía mayor, la RMC con realce tardío permite diferenciar entre miocardio viable (hipocinético pero sin realce, que puede recuperar función tras revascularización) y miocardio no viable (realce transmural >50% del espesor parietal). Esta distinción tiene implicaciones directas: si hay miocardio viable extenso, la revascularización previa a la cirugía no cardíaca puede mejorar la reserva funcional; si predomina la cicatriz, la revascularización no aportará beneficio y el riesgo quirúrgico debe asumirse con el soporte hemodinámico optimizado.*

aneurismas aórticos que superan los umbrales de indicación quirúrgica. En cirugía torácica, la presencia de un aneurisma de aorta descendente puede modificar el abordaje quirúrgico y requerir reparación aórtica previa o simultánea.

Guía intraoperatoria por imagen

El ETE intraoperatorio es la modalidad de imagen más utilizada durante la cirugía mayor de alto riesgo. Sus aplicaciones incluyen: monitorización continua de la función ventricular y volemia, guía de la administración de fluidos e inotrópicos, detección de complicaciones agudas (isquemia miocárdica regional, rotura de cuerdas tendinosas, perforación septal, taponamiento), evaluación del resultado de reparaciones valvulares, y guía de la canulación para circulación extracorpórea o ECMO. La competencia en ETE perioperatorio básico está siendo incorporada progresivamente en los programas de formación en anestesiología cardiovascular.

Seguimiento postoperatorio por imagen

La imagen cardiovascular postoperatoria permite documentar el estado basal cardiovascular postcirugía, detectar complicaciones (disfunción ventricular, derrame pericárdico, trombosis), y planificar el seguimiento a largo plazo. La ETT es la modalidad de elección para el seguimiento seriado por su reproducibilidad, bajo costo y ausencia de radiación. La RMC se reserva para la cuantificación precisa cuando los hallazgos ecocardiográficos son discordantes o cuando se requiere seguimiento de fibrosis miocárdica. La angio-TC se utiliza en el seguimiento de reparaciones aórticas, evaluación de permeabilidad de injertos coronarios y vigilancia de endoprótesis aórticas.

Algoritmo de manejo

El siguiente algoritmo de flujo presenta un enfoque sistematizado para la selección de la modalidad de imagen cardiovascular más apropiada según el escenario clínico del paciente programado para cirugía mayor no cardíaca. Las tres ramas principales corresponden a las principales indicaciones clínicas: sospecha de valvulopatía o cardiopatía estructural, sospecha de enfermedad coronaria o patología aórtica, y necesidad de evaluación de viabilidad miocárdica o enfermedad infiltrativa. Todas las ramas convergen en un informe integrado de riesgo cardiovascular quirúrgico que se comparte con el equipo Heart Team perioperatorio.

Figura 2. Algoritmo de selección de modalidad de imagen cardiovascular para planificación quirúrgica. ETT: ecocardiograma transtorácico; ETE: ecocardiograma transesofágico; angio-TC: angiografía por tomografía computarizada; RMC: resonancia magnética cardíaca; 3D: tridimensional. Fuente: Diagrama generado mediante inteligencia artificial (Gemini, Google DeepMind, 2026).

Pronóstico

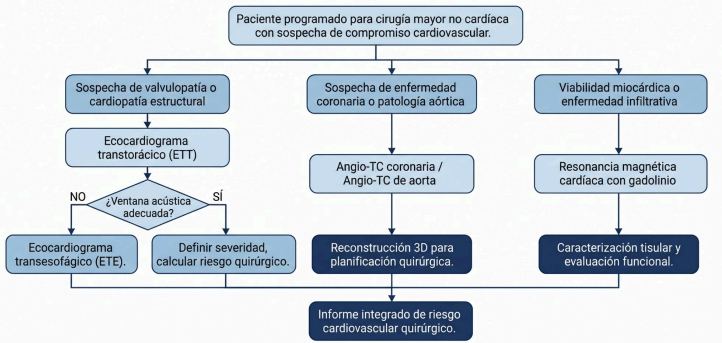
La integración de la imagen cardiovascular avanzada en la evaluación preoperatoria mejora la estratificación pronóstica al identificar pacientes con riesgo cardiovascular no reconocido por la evaluación clínica estándar. Estudios prospectivos han demostrado que la detección preoperatoria de disfunción ventricular subclínica por RMC, enfermedad coronaria no diagnosticada por angio-TC o fibrosis miocárdica por realce tardío con gadolinio se asocian independientemente a mayor incidencia de eventos cardiovasculares adversos mayores postoperatorios.

La angio-TC coronaria preoperatoria negativa (ausencia de estenosis >50%) se asocia a un riesgo de MACE perioperatorio <1%, permitiendo proceder con la cirugía con alto grado de seguridad cardiovascular. En contraste, la

detección de enfermedad trivascular o de tronco coronario izquierdo identifica un subgrupo que se beneficia de revascularización preoperatoria o de un nivel de monitorización perioperatoria intensivo.

En el contexto ecuatoriano, la incorporación progresiva de protocolos de imagen cardiovascular avanzada en los centros quirúrgicos de referencia tiene el potencial de reducir la morbilidad y mortalidad perioperatoria cardiovascular, particularmente en la población quirúrgica de alto riesgo con cardiopatías no diagnosticadas. La formación de equipos multidisciplinarios perioperatorios (Heart Team perioperatorio) que integren cirujanos, anestesiólogos,

Selección de Modalidad de Imagen Cardiovascular para Planificación Quirúrgica.



cardiólogos y radiólogos es esencial para la implementación efectiva de estos protocolos.

Recomendaciones

Tabla 2. Recomendaciones para el uso de imagen cardiovascular avanzada en la planificación quirúrgica.

Indicación	Modalidad recomendada	Alternativa	Nivel
Evaluación función ventricular	ETT (primera línea)	RMC si ETT subóptima	A
Sospecha de enfermedad coronaria (riesgo bajo-intermedio)	Angio-TC coronaria	Prueba de estrés con imagen	A
Cuantificación valvulopatía	ETT + ETE si necesario	RMC para regurgitación discordante	B
Evaluación aórtica prequirúrgica	Angio-TC de aorta con 3D	RMC (sin radiación)	A
Viabilidad miocárdica	RMC con RTG	PET-CT (centros seleccionados)	B
Caracterización tisular miocárdica	RMC (mapeo T1, T2, VEC)	No hay alternativa equivalente	B
Monitorización intraoperatoria (alto riesgo)	ETE intraoperatorio	ETT point-of-care	B

Reoperación cardior torácica	TC sin contraste (protocolo reoperación)	No hay alternativa	C
Planificación TAVI preoperatoria	Angio-TC con protocolo TAVI	No hay alternativa	A

ETT: ecocardiograma transtorácico; ETE: ecocardiograma transesofágico; RMC: resonancia magnética cardíaca; RTG: realce tardío con gadolinio; VEC: volumen extracelular; TAVI: implante valvular aórtico transcáteter; 3D: tridimensional. Nivel de evidencia: A (alto), B (moderado), C (bajo/opinión de expertos). Fuente: Elaboración propia basada en guías ESC 2022, ACC/AHA 2024 y referencias 1-12.

Caso clínico integrador

Presentación. Paciente femenina de 71 años con antecedente de hipertensión arterial, diabetes mellitus tipo 2 y EPOC moderado, programada para resección de tumor de Pancoast del lóbulo superior derecho mediante abordaje combinado (toracotomía posterolateral + resección de pared torácica). En la evaluación preanestésica refiere disnea de esfuerzo progresiva en los últimos 6 meses (actualmente clase funcional III, capacidad estimada <4 METs). Se ausculta soplo sistólico eyectivo grado III/VI en foco aórtico con irradiación a carótidas. El ECG muestra ritmo sinusal con hipertrofia ventricular izquierda.

Evaluación por imagen. Se solicita ETT: la ventana acústica es subóptima (paciente con EPOC, hiperinsuflación), pero se logra estimar: FEVI 45-50% (cuantificación imprecisa por mala delimitación endocárdica), velocidad máxima transaórtica 4,2 m/s con gradiente medio de 42 mmHg y área valvular calculada de 0,8 cm² (estenosis aórtica severa), e insuficiencia mitral moderada. Ante la ventana subóptima y la

necesidad de precisión, se solicita RMC: confirma FEVI 43%, masa miocárdica de 142 g/m² (hipertrofia severa), volumen regurgitante mitral de 35 mL/latido, y realce tardío con gadolinio mesoparietal en segmentos basales del tabique interventricular (fibrosis no isquémica por sobrecarga). Adicionalmente, se solicita angio-TC coronaria para excluir enfermedad coronaria previo al manejo valvular: muestra ausencia de estenosis coronaria significativa, pero confirma calcificación aórtica severa con anatomía desfavorable para TAVI (anillo aórtico muy calcificado, ángulo aorto-ventricular >30°).

Decisión del Heart Team perioperatorio. Ante estenosis aórtica severa sintomática con FEVI reducida, fibrosis miocárdica y cirugía torácica mayor planificada, se decide: (a) recambio valvular aórtico quirúrgico previo (TAVI descartado por anatomía desfavorable), (b) esperar recuperación funcional postvalvular (8-12 semanas), (c) reevaluar con RMC la función ventricular y el grado de recuperación, y (d) proceder con la resección del tumor de Pancoast solo si la FEVI supera el 40% y la capacidad funcional alcanza ≥ 4 METs. La paciente fue operada del recambio valvular con éxito. La RMC a las 10 semanas mostró FEVI de 52% con reducción de la masa miocárdica. Se procedió con la resección tumoral sin complicaciones cardiovasculares.

Análisis del caso. Este caso ilustra la integración complementaria de múltiples modalidades de imagen: (a) la ETT como evaluación inicial que detecta la valvulopatía severa y orienta las siguientes pruebas; (b) la RMC como estándar de referencia para la cuantificación ventricular cuando la ETT es subóptima, con el valor agregado de la caracterización tisular (fibrosis que explica la disfunción

contráctil); (c) la angio-TC coronaria para la exclusión no invasiva de enfermedad coronaria y la evaluación de la anatomía aórtica para planificación de TAVI; y (d) la RMC de seguimiento para documentar la recuperación funcional postcorrección valvular antes de proceder con la cirugía oncológica.

PERLA CLÍNICA: *El concepto de "Heart Team perioperatorio" es distinto del Heart Team cardiológico convencional. Incluye al cirujano principal, al anestesiólogo cardiovascular, al cardiólogo y al radiólogo con experiencia en imagen cardíaca. Su función es integrar toda la información de imagen en un informe único de riesgo cardiovascular quirúrgico que oriente el plan perioperatorio completo: preparación preoperatoria, nivel de monitorización, estrategia anestésica y plan de contingencia.*

Bibliografía

1. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, Capodanno D, Barbato E, Funck-Brentano C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. Eur Heart J. 2020;41(3):407-477. doi: 10.1093/eurheartj/ehz425.
2. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, Milojevic M, Baldus S, Bauersachs J, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Eur Heart J. 2022;43(7):561-632. doi: 10.1093/eurheartj/ehab395.
3. Halvorsen S, Mehilli J, Cassese S, Hall TS, Abdelhamid M, Barbato E, et al. 2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-

- cardiac surgery. *Eur Heart J*. 2022;43(39):3826-3924. doi: 10.1093/eurheartj/ehac270.
4. Rajiah PS, Kalisz K, Engel LC, Defined M, Defined S. Impactful cardiac CT and MRI articles from 2023. *Radiology: Cardiothoracic Imaging*. 2024;6(5):e240180. doi: 10.1148/ryct.240180.
5. Defined S, Defined M, Defined L. Pre-procedural planning of coronary revascularization by cardiac computed tomography: an expert consensus document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *EuroIntervention*. 2022;18(3):e216-e233. doi: 10.4244/EIJ-D-21-00881.
6. Defined M, Defined S. Impact of advanced imaging techniques on preoperative planning in cardiac surgery. *J Card Surg*. 2022;37(12):4547-4552. doi: 10.1111/jocs.16966.
7. Defined S, Defined M, Defined L. Computed tomography in infectious endocarditis. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2024;18(2):154-166. doi: 10.1016/j.jcct.2023.12.009.
8. Simon J, Defined M, Defined L. Photon-counting detector CT in coronary artery disease: initial clinical results. *Radiology*. 2023;307(1):e221729. doi: 10.1148/radiol.221729.
9. Defined M, Defined S. The role of computed tomography in pre-procedural planning of cardiovascular surgery and intervention. *Br J Radiol*. 2013;86(1030):20130098. doi: 10.1259/bjr.20130098.
10. McCall PJ, Arthur A, Glass A, Corcoran DS, Kirk A, Macfie A, et al. Perioperative cardiovascular pathophysiology in patients undergoing lung resection surgery: a narrative review. *Br J Anaesth*. 2022;129(4):e113-e121. doi: 10.1016/j.bja.2022.06.035.
11. Defined M, Defined S. Appropriate use criteria for cardiac computed tomography: a report of the American College

- of Cardiology. J Am Coll Cardiol. 2024;83(11):1052-1100. doi: 10.1016/j.jacc.2023.12.007.
- 12.Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Estadísticas de mortalidad general 2023. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>

CAPÍTULO 3

CIRUGÍA ESOFÁGICA Y SU IMPACTO CARDIOVASCULAR

Wellington Paul Luna Verdezoto

Definición

La cirugía esofágica mayor comprende un conjunto de procedimientos quirúrgicos destinados a la resección parcial o total del esófago, siendo la esofagectomía la intervención paradigmática. Las tres técnicas principales son la esofagectomía de Ivor-Lewis (abordaje abdominal y torácico derecho con anastomosis intratorácica), la esofagectomía de McKeown (triple abordaje: abdominal, torácico derecho y cervical con anastomosis cervical) y la esofagectomía transhiatal (abordaje abdominal y cervical sin toracotomía). Actualmente, estas técnicas se realizan tanto por abordaje abierto como por vía mínimamente invasiva (VATS/laparoscopia) o robótica (RAMIE: esofagectomía mínimamente invasiva asistida por robot).

El impacto cardiovascular de la cirugía esofágica resulta de la confluencia de múltiples factores: la proximidad anatómica del esófago con las estructuras cardiovasculares del mediastino, la necesidad de ventilación unipulmonar prolongada, la disección mediastínica extensa con manipulación cardíaca directa, las alteraciones hemodinámicas por cambios posturales intraoperatorios, la respuesta inflamatoria sistémica intensificada por la agresión quirúrgica multicompartimental, y el desafío de mantener la perfusión adecuada del conducto gástrico en el contexto de la restricción hídrica perioperatoria. La esofagectomía es considerada una de las cirugías electivas

con mayor morbilidad, con tasas de complicaciones globales que alcanzan el 59% y mortalidad operatoria del 2-5% en centros de alto volumen.

Anatomía quirúrgica relevante

El esófago torácico transcurre por el mediastino posterior desde el estrecho torácico superior hasta el hiato esofágico del diafragma, manteniendo relaciones anatómicas críticas con las principales estructuras cardiovasculares. En su porción superior, el esófago se sitúa posterior a la tráquea y anterior a la columna vertebral, flanqueado lateralmente por la pleura mediastínica. A nivel del cayado aórtico, el esófago se encuentra inmediatamente posterior y a la derecha de este, mientras que el nervio laríngeo recurrente izquierdo rodea el cayado para ascender en el surco traqueoesofágico.

En su tercio medio, el esófago se relaciona íntimamente con la aurícula izquierda y el pericardio posterior, que se ubican inmediatamente anteriores. Esta relación es tan estrecha que la disección del esófago medio durante la esofagectomía implica trabajar directamente sobre la pared posterior del pericardio, lo que explica la frecuencia de arritmias intraoperatorias por manipulación cardíaca directa. Las venas pulmonares inferiores cruzan la cara anterior del esófago distal para drenar en la aurícula izquierda, constituyendo una estructura de riesgo durante la disección subcarinal.

La aorta torácica descendente discurre inmediatamente a la izquierda del esófago en toda su longitud torácica, compartiendo adventicia en algunos segmentos. El conducto torácico asciende entre el esófago y la aorta, pudiendo ser lesionado durante la linfadenectomía radical con consecuente quilotórax. La vena ácigos se arquea sobre el bronquio principal derecho a nivel de T4-T5, siendo un reparo

anatómico clave y una estructura que frecuentemente debe ligarse durante la esofagectomía de Ivor-Lewis. Los nervios vagos forman el plexo esofágico alrededor del esófago medio e inferior, condensándose en los troncos vagales anterior y posterior antes de atravesar el hiato esofágico; su sección durante la esofagectomía tiene implicaciones sobre la motilidad gástrica y el vaciamiento del conducto gástrico.

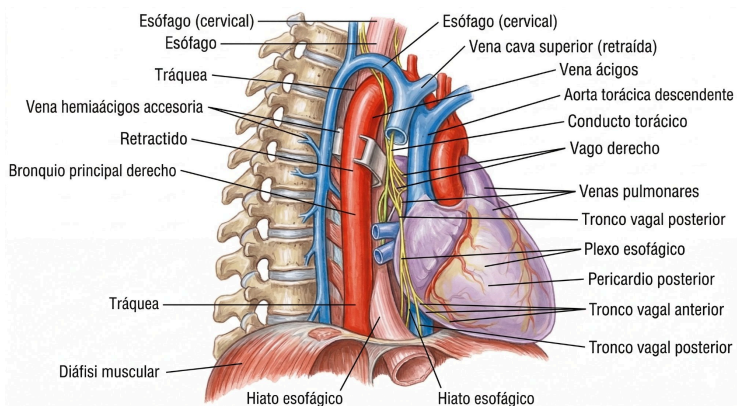


Figura 1. Anatomía quirúrgica del mediastino posterior mostrando las relaciones del esófago con las estructuras cardiovasculares y nerviosas. Vista lateral derecha. Se identifican: esófago en su trayecto cervical y torácico, tráquea, carina, bronquio principal derecho, cayado aórtico, aorta torácica descendente, vena cava superior, vena ácigos, vena hemiaácigos accesoria, conducto torácico, nervio vago derecho, plexo esofágico, troncos vagales anterior y posterior, venas pulmonares, pericardio posterior, diafragma muscular e hiato esofágico. Fuente: Ilustración generada mediante inteligencia artificial (Gemini, Google DeepMind, 2026).

Epidemiología

El cáncer de esófago es la séptima neoplasia más frecuente a nivel mundial y la sexta causa de muerte por cáncer, con aproximadamente 604.000 nuevos casos y 544.000 muertes anuales según GLOBOCAN 2022. Los dos subtipos histológicos principales son el carcinoma epidermoide (84% de los casos globales, predominante en Asia y América del

Sur) y el adenocarcinoma (15%, predominante en Europa y Norteamérica). En Ecuador, el cáncer de esófago representa una proporción menor del total de neoplasias, pero las enfermedades del esófago (incluyendo la enfermedad por reflujo gastroesofágico complicada, el esófago de Barrett y las lesiones esofágicas benignas) constituyen indicaciones adicionales de cirugía esofágica.

Las complicaciones cardiovasculares tras la esofagectomía representan entre el 15% y el 30% de la morbilidad postoperatoria. La fibrilación auricular es la complicación cardiovascular más frecuente, con una incidencia reportada del 15% al 25% en las series contemporáneas, con un pico entre los días 2 y 4 del postoperatorio. El Esophageal Complications Consensus Group (ECCG) reportó una tasa global de complicaciones del 59%, una tasa de fuga anastomótica del 11,4% y una incidencia de necrosis del conducto del 1,3% en un estudio multicéntrico internacional de centros de alto volumen. La mortalidad operatoria oscila entre el 2% y el 5% en centros especializados, pero puede alcanzar el 10-15% en centros de bajo volumen, reforzando la importancia de la centralización de la cirugía esofágica.

Tabla 1. Complicaciones cardiovasculares de la esofagectomía: incidencia y factores de riesgo.

Complicación	Incidencia	Factores de riesgo principales
Fibrilación auricular	15–25%	Edad >65, EPOC, dilatación auricular, esofagectomía abierta
Hipotensión perioperatoria	30–50%	Hipovolemia, VUP prolongada, manipulación mediastínica

Infarto perioperatorio	1–3%	Enfermedad coronaria preexistente, hipotensión sostenida
Insuficiencia cardíaca aguda	2–5%	Disfunción diastólica previa, sobrecarga hídrica
Fuga anastomótica (asociada a hipoperfusión)	4–25%	Vasopresores en dosis altas, hipotensión, balance hídrico restrictivo excesivo
Necrosis del conducto gástrico	1–3%	Hipoperfusión sostenida, vasopresores, diabetes, aterosclerosis

VUP: ventilación unipulmonar; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Fuente: Elaboración propia basada en ECCG y referencias 1-5.

Fisiopatología

El impacto cardiovascular de la cirugía esofágica resulta de la interacción de mecanismos intraoperatorios agudos y de alteraciones postoperatorias que se extienden durante los primeros días tras la intervención.

Manipulación mediastínica y arritmogénesis

La disección del esófago en el mediastino posterior implica la manipulación directa o indirecta de la pared posterior de la aurícula izquierda y del pericardio. Esta manipulación mecánica genera irritación del tejido auricular y del sistema de conducción, predisponiendo a arritmias supraventriculares, predominantemente fibrilación auricular. El mecanismo arritmogénico incluye la inflamación pericárdica focal, la activación del sistema nervioso autónomo (tono vagal alterado por sección de los nervios vagos y estimulación simpática por

dolor y estrés quirúrgico), el desequilibrio electrolítico perioperatorio (hipomagnesemia, hipopotasemia) y la distensión auricular por sobrecarga de volumen. La combinación de estos factores en el período postoperatorio temprano (días 2-4) explica el pico de incidencia de la fibrilación auricular en este intervalo.

Ventilación unipulmonar prolongada y estrés del ventrículo derecho

La esofagectomía de Ivor-Lewis y McKeown requiere ventilación unipulmonar (VUP) durante la fase torácica, que puede extenderse de 2 a 5 horas dependiendo de la complejidad del procedimiento y la extensión de la linfadenectomía. La VUP prolongada genera los mismos mecanismos de sobrecarga del ventrículo derecho descritos en la cirugía pulmonar (aumento de la poscarga pulsátil por vasoconstricción pulmonar hipóxica, cortocircuito intrapulmonar), con el agravante de que en la esofagectomía no se reseca parénquima pulmonar pero sí se produce una respuesta inflamatoria pulmonar significativa por la retracción pulmonar prolongada y el trauma quirúrgico mediastínico.

El dilema hemodinámico: perfusión del conducto vs. restricción hídrica

El desafío central de la hemodinámica perioperatoria en la esofagectomía es el equilibrio entre la restricción hídrica (necesaria para prevenir el edema pulmonar y la congestión del conducto gástrico) y el mantenimiento de una perfusión tisular adecuada (necesaria para la viabilidad del conducto gástrico y la cicatrización anastomótica). El conducto gástrico, creado a partir del estómago tubulizado y ascendido al tórax o al cuello, depende de la arteria gastroepiploica derecha como única fuente de irrigación tras la ligadura de las arterias gástricas cortas, la arteria gástrica izquierda y la arteria

gástrica derecha. La porción más distal del conducto (la punta, donde se realiza la anastomosis) es la zona de mayor vulnerabilidad isquémica.

La hipotensión perioperatoria (presión arterial media <65 mmHg sostenida) y la hipovolemia reducen la perfusión del conducto gástrico, aumentando el riesgo de fuga anastomótica y necrosis del conducto. Sin embargo, la sobrecarga hídrica produce edema del conducto, compromiso de la microcirculación y aumento de la presión tisular, con resultado igualmente deletéreo. Este dilema fundamenta el uso de la fluidoterapia dirigida por objetivos (goal-directed fluid therapy, GDFT) y la monitorización hemodinámica avanzada durante la esofagectomía.

PERLA CLÍNICA: *El ecocardiograma transesofágico (ETE) NO puede utilizarse como herramienta de monitorización intraoperatoria durante la esofagectomía, ya que la sonda interfiere con el campo quirúrgico y el esófago es resecado. La monitorización hemodinámica debe basarse en: línea arterial (análisis de contorno de pulso para variación de presión de pulso/variación de volumen sistólico), catéter venoso central y, en pacientes de alto riesgo, catéter de arteria pulmonar. Los monitores de análisis de contorno de pulso (FloTrac/Vigileo, LiDCO) son los más utilizados en este contexto.*

Respuesta inflamatoria sistémica y lesión miocárdica

La esofagectomía genera una respuesta inflamatoria sistémica particularmente intensa debido a la agresión quirúrgica multicompartimental (abdominal, torácica y, en McKeown,

cervical). La elevación de IL-6, TNF- α y PCR es más pronunciada que en otras cirugías torácicas, correlacionándose con la extensión de la linfadenectomía y la duración de la VUP. Esta respuesta inflamatoria contribuye a la disfunción endotelial, la activación de la cascada de coagulación y la lesión miocárdica subclínica, evidenciada por la elevación postoperatoria de troponina de alta sensibilidad en hasta el 20-30% de los pacientes, incluso en ausencia de enfermedad coronaria conocida. La disfunción diastólica preoperatoria, presente en aproximadamente el 37% de los pacientes sometidos a esofagectomía robótica, se ha identificado como un predictor independiente de complicaciones postoperatorias incluyendo fibrilación auricular, edema pulmonar e insuficiencia cardíaca aguda.

Cuadro clínico

Manifestaciones intraoperatorias. La hipotensión arterial es el hallazgo hemodinámico más frecuente durante la esofagectomía, ocurriendo en el 30-50% de los pacientes. Puede ser gradual (por hipovolemia relativa, VUP, vasodilatación anestésica) o súbita (por compresión cardíaca durante la disección mediastínica, sangrado agudo por lesión de la vena ácigos o ramas aórticas). Las arritmias intraoperatorias, predominantemente extrasístoles auriculares y taquicardia supraventricular, se desencadenan durante la manipulación del esófago medio adyacente a la aurícula izquierda. La desaturación arterial por VUP prolongada puede generar vasoconstricción pulmonar hipóxica intensa con sobrecarga aguda del ventrículo derecho.

Manifestaciones postoperatorias tempranas (0-7 días). La fibrilación auricular postoperatoria es la complicación cardiovascular más frecuente (15-25%), con pico entre los días 2-4. Se manifiesta con palpitaciones, disnea y, en casos con

respuesta ventricular rápida, hipotensión que puede comprometer la perfusión del conducto gástrico. La insuficiencia cardíaca aguda, frecuentemente precipitada por la fibrilación auricular con respuesta ventricular rápida o por la sobrecarga hídrica, se manifiesta como edema pulmonar, hipoxemia y elevación de las presiones de llenado. El infarto perioperatorio (tipo 2, por demanda) ocurre en el 1-3% de los casos, habitualmente en el contexto de hipotensión sostenida o taquicardia prolongada. La fuga anastomótica, aunque primariamente una complicación quirúrgica, tiene un componente cardiovascular crítico: la hipoperfusión del conducto gástrico por hipotensión, vasopresores en dosis altas o ambos contribuye a la isquemia tisular que predispone a la dehiscencia.

Manifestaciones subagudas. La lesión miocárdica subclínica, evidenciada por elevación de troponina de alta sensibilidad sin criterios de infarto clínico, se detecta en el 20-30% de los pacientes en las primeras 72 horas. Esta elevación se asocia a peores resultados a 30 días y a mayor mortalidad a un año, sugiriendo que representa un marcador de estrés cardiovascular acumulado. El derrame pericárdico sintomático es infrecuente (<5%) pero puede presentarse como taponamiento cardíaco en casos excepcionales, especialmente tras disección extensa de la región subcarinal.

Diagnóstico

Evaluación preoperatoria

La evaluación cardiovascular preoperatoria del candidato a esofagectomía debe ser exhaustiva dado el alto riesgo del procedimiento. Los elementos esenciales incluyen: historia clínica dirigida a factores de riesgo cardíaco y capacidad funcional (METs), electrocardiograma de 12 derivaciones, ecocardiograma transtorácico (evaluación de función sistólica

y diastólica biventricular, con especial atención a la disfunción diastólica como predictor independiente de complicaciones), y biomarcadores basales (troponina de alta sensibilidad, péptido natriurético cerebral) en pacientes de alto riesgo. La angio-TC coronaria está indicada en pacientes con probabilidad pretest intermedia-alta de enfermedad coronaria que no han sido evaluados previamente. La prueba de estrés cardiopulmonar (CPET) es la evaluación funcional de referencia para la esofagectomía: un consumo pico de oxígeno (VO_2 pico) <15 mL/kg/min se asocia a un riesgo significativamente aumentado de complicaciones mayores.

Monitorización intraoperatoria

La monitorización hemodinámica durante la esofagectomía requiere: presión arterial invasiva continua (línea arterial radial o braquial), catéter venoso central (para medición de presión venosa central, administración de vasopresores y evaluación de la variación de presión venosa central), monitorización de análisis de contorno de pulso arterial (FloTrac/Vigileo, LiDCO Rapid o equivalente) para cálculo continuo de gasto cardíaco, variación de volumen sistólico (VVS) y variación de presión de pulso (VPP), diuresis horaria, temperatura central, gasometría arterial seriada con lactato, y electrocardiografía continua con análisis del segmento ST. Los protocolos de fluidoterapia dirigida por objetivos (GDFT) utilizan la VVS y la VPP como indicadores dinámicos de respuesta a volumen: una VVS >13 - 15% sugiere hipovolemia y respuesta positiva a fluidos, mientras que una VVS $<10\%$ sugiere euvolemia.

Tabla 2. Objetivos hemodinámicos durante la esofagectomía (protocolo de fluidoterapia dirigida por objetivos).

Parámetro	Objetivo	Acción si fuera del rango
PAM	65–80 mmHg	Vasopresores (norepinefrina) si <65; reducir si >95
VVS	10–13%	Bolo cristaloide 250 mL si >13%; reevaluar si <10%
Índice cardíaco	>2,2 L/min/m ²	Inotrópico (dobutamina) si bajo con euvolemia
Lactato	<2 mmol/L	Optimizar volemia y gasto cardíaco si >2
Diuresis	≥0,5 mL/kg/h	Bolo de volumen si oligurica con VVS >13%
SvcO ₂	>65%	Optimizar Hb, GC y saturación si <65%
Balance hídrico (intraop)	Neutro a +500 mL	Restringir si tendencia a positivo excesivo

PAM: presión arterial media; VVS: variación de volumen sistólico; SvcO₂: saturación venosa central de oxígeno; Hb: hemoglobina; GC: gasto cardíaco. Fuente: Elaboración propia basada en protocolos ERAS para esofagectomía y referencias 3-8.

Evaluación postoperatoria

La monitorización postoperatoria cardiovascular en UCI incluye: telemetría cardíaca continua durante 72-96 horas (mayor duración que en otras cirugías torácicas por el riesgo

elevado y sostenido de fibrilación auricular), troponina de alta sensibilidad seriada en las primeras 48-72 horas (la elevación identifica pacientes con lesión miocárdica subclínica que requieren vigilancia intensificada), ecocardiograma transtorácico en las primeras 24-48 horas si hay inestabilidad hemodinámica o sospecha de disfunción ventricular, y monitorización del balance hídrico estricto con objetivo de balance neutro o ligeramente negativo en los primeros 3 días.

PERLA CLÍNICA: *La acidosis láctica perioperatoria (lactato ≥ 4 mmol/L con acidosis metabólica concurrente) es un marcador específico, aunque no sensible, de complicaciones postoperatorias severas inminentes tras la esofagectomía, incluyendo fuga anastomótica y necrosis del conducto. Un lactato persistentemente elevado >4 mmol/L a las 12 horas postoperatorias debe motivar la reevaluación del conducto gástrico con endoscopia o angio-TC, independientemente de la estabilidad hemodinámica aparente.*

Tratamiento

Optimización preoperatoria

La prehabilitación multimodal para esofagectomía ha demostrado mejorar los resultados postoperatorios. Incluye: programa de ejercicio cardiopulmonar supervisado (4-6 semanas preoperatorias), optimización nutricional (corrección de desnutrición frecuente en pacientes con cáncer esofágico), cese del tabaquismo y consumo de alcohol, y optimización de comorbilidades cardiovasculares (control de hipertensión, diabetes, arritmias). Los programas de prehabilitación virtual han demostrado ser factibles y mejorar la adherencia. Los pacientes con disfunción diastólica grado II o mayor

identificada en el ETT preoperatorio deben ser optimizados por cardiología con control de la frecuencia cardíaca y la presión arterial antes de la cirugía.

Manejo hemodinámico intraoperatorio

El protocolo de fluidoterapia dirigida por objetivos (GDFT) es la estrategia de referencia para el manejo hemodinámico intraoperatorio de la esofagectomía. Los elementos clave incluyen: cristaloideos balanceados como fluido de elección (Ringer lactato o Plasma-Lyte), administración guiada por indicadores dinámicos de respuesta a volumen (VVS, VPP), evitación del exceso hídrico (objetivo de balance intraoperatorio neutro a +500 mL), uso precoz de norepinefrina como vasopresor de primera línea para mantener PAM ≥ 65 mmHg sin depender exclusivamente de volumen, y ventilación protectora durante la VUP (V_t 3-5 mL/kg de peso ideal para ventilación unipulmonar, PEEP 5-8 cmH₂O).

El debate sobre el uso de vasopresores y la perfusión del conducto gástrico merece atención especial. Históricamente, existía preocupación de que la vasoconstricción farmacológica pudiera comprometer la microcirculación del conducto gástrico. Sin embargo, la evidencia reciente ha demostrado que la evitación completa de vasopresores no es beneficiosa y que la hipotensión sostenida (PAM < 65 mmHg) es más perjudicial para la perfusión del conducto que el uso juicioso de norepinefrina a dosis bajas-moderadas. El enfoque actual es mantener la PAM ≥ 65 mmHg combinando fluidoterapia restrictiva con vasopresores titulados, evitando tanto la hipotensión como la sobrecarga hídrica.

Manejo de complicaciones cardiovasculares postoperatorias

Fibrilación auricular postoperatoria. La prevención incluye: repleción de electrolitos (magnesio sérico >2 mg/dL, potasio >4 mEq/L), control del dolor adecuado, movilización temprana y evitación de la sobrecarga hídrica. El manejo farmacológico es similar al descrito en el Capítulo 1: control de frecuencia con betabloqueantes IV o amiodarona. El uso profiláctico de amiodarona perioperatoria está siendo investigado activamente en la esofagectomía mínimamente invasiva. La anticoagulación debe balancearse con el riesgo hemorrágico quirúrgico, especialmente en los primeros 5-7 días postoperatorios.

Hipotensión postoperatoria y perfusión del conducto. La hipotensión en el postoperatorio inmediato debe evaluarse metódicamente: descartar sangrado (drenajes, hematocrito), evaluar respuesta a volumen (VVS si monitorización disponible), descartar arritmia (telemetría), descartar taponamiento o derrame pericárdico (ecocardiograma point-of-care). El objetivo de PAM ≥ 65 mmHg se mantiene en el postoperatorio con uso preferente de norepinefrina. La fenilefrina debe evitarse por su efecto vasoconstrictor puro sin beneficio inotrópico. La dopamina se evita por su perfil arritmogénico.

Algoritmo de manejo

El siguiente algoritmo de flujo resume la evaluación y el manejo cardiovascular perioperatorio del candidato a esofagectomía. Abarca desde la evaluación preoperatoria con estratificación de riesgo, pasando por el plan intraoperatorio de monitorización y fluidoterapia, hasta el manejo postoperatorio en UCI con vigilancia del ritmo, restricción hídrica y movilización temprana.

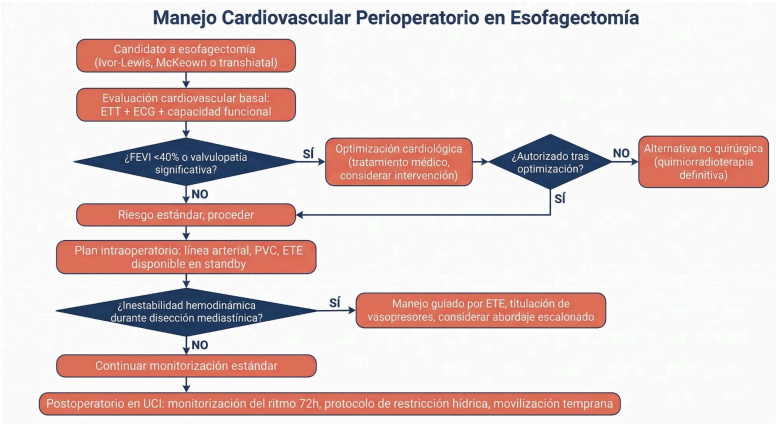
Figura 2. Algoritmo de manejo cardiovascular perioperatorio en esofagectomía. FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; ETT: ecocardiograma transtorácico; ECG: electrocardiograma; PVC: presión venosa central; ETE: ecocardiograma transesofágico; UCI: unidad de cuidados intensivos. Fuente: Diagrama generado mediante inteligencia artificial (Gemini, Google DeepMind, 2026).

Pronóstico

El pronóstico cardiovascular tras la esofagectomía depende de la complejidad del procedimiento, el estado cardiovascular basal del paciente, la presencia de complicaciones perioperatorias y la calidad de los protocolos de manejo hemodinámico implementados. La mortalidad operatoria en centros de alto volumen (>20 esofagectomías/año) se sitúa entre el 2% y el 5%, con las complicaciones cardiovasculares contribuyendo a aproximadamente un cuarto de las muertes postoperatorias.

La fibrilación auricular postoperatoria, aunque generalmente autolimitada (la mayoría revierte a ritmo sinusal en las primeras 24 horas), se asocia a una mayor estancia hospitalaria, mayor incidencia de complicaciones pulmonares y mayor riesgo de fuga anastomótica, probablemente mediado por la hipoperfusión del conducto durante los episodios de respuesta ventricular rápida. La elevación de troponina postoperatoria, incluso sin criterios de infarto clínico, se asocia de forma independiente a mayor mortalidad a 30 días y a un año.

La implementación de protocolos ERAS específicos para esofagectomía, combinados con fluidoterapia dirigida por objetivos, ha demostrado reducir significativamente las complicaciones mayores (incluyendo arritmias e íleo) y mejorar la recuperación postoperatoria. La centralización de la cirugía esofágica en centros de alto volumen con equipos multidisciplinarios experimentados (cirugía torácica,



anestesiología cardiovascular, cuidados intensivos) es el factor pronóstico modificable más importante.

Recomendaciones

Tabla 3. Recomendaciones para el manejo cardiovascular perioperatorio en cirugía esofágica.

Fase	Recomendación	Nivel
Preoperatoria	ETT con evaluación de función diastólica en todos los candidatos	B
Preoperatoria	CPET (VO ₂ pico) como evaluación funcional de referencia	A
Preoperatoria	Prehabilitación multimodal 4-6 semanas	B
Intraoperatoria	Fluidoterapia dirigida por objetivos (GDFT) con monitorización de VVS/VPP	A
Intraoperatoria	Norepinefrina como vasopresor de primera línea; PAM objetivo ≥65 mmHg	B

Intraoperat oria	Ventilación protectora durante VUP (Vt 3-5 mL/kg, PEEP 5-8 cmH ₂ O)	A
Postoperat oria	Telemetría continua 72-96 horas	B
Postoperat oria	Troponina seriada 48-72 horas en pacientes de alto riesgo	B
Postoperat oria	Balance hídrico neutro o negativo los primeros 3 días	B
Postoperat oria	Repleción de Mg ²⁺ >2 mg/dL y K ⁺ >4 mEq/L para prevención de FA	C
Institucion al	Centralización en centros de alto volumen (>20 esofagectomías/año)	A

ETT: ecocardiograma transtorácico; CPET: prueba de esfuerzo cardiopulmonar; GDFT: fluidoterapia dirigida por objetivos; VVS: variación de volumen sistólico; VPP: variación de presión de pulso; PAM: presión arterial media; VUP: ventilación unipulmonar; FA: fibrilación auricular. Nivel de evidencia: A (alto), B (moderado), C (bajo/opinión de expertos). Fuente: Elaboración propia basada en guías ERAS, AHA/ACC 2024 y referencias 1-12.

Caso clínico integrador

Presentación. Paciente masculino de 58 años con adenocarcinoma de la unión esofagogástrica tipo Siewert I, estadio cT3N1M0, tras completar neoadyuvancia con FLOT (5-fluorouracilo, leucovorina, oxaliplatino, docetaxel). Antecedentes: hipertensión arterial controlada con amlodipino 5 mg/día, diabetes mellitus tipo 2 con HbA1c 7,2%, exfumador (30 paquetes-año), IMC 27. Se programa esofagectomía de Ivor-Lewis mínimamente invasiva (VATS + laparoscopia).

Evaluación preoperatoria. Capacidad funcional estimada: 5 METs (puede subir un piso de escaleras sin detenerse). ECG: ritmo sinusal, sin alteraciones significativas. ETT: FEVI 58%, disfunción diastólica grado I (alteración de la relajación), PSAP 28 mmHg, sin valvulopatías significativas, diámetro auricular izquierdo 42 mm (dilatación leve). BNP 89 pg/mL (normal). Troponina basal: indetectable. CPET: VO₂ pico 18,2 mL/kg/min (adecuado para esofagectomía). Se aprueba la cirugía sin necesidad de evaluación cardiológica adicional.

Evolución intraoperatoria. Se realiza esofagectomía de Ivor-Lewis mínimamente invasiva con GDFT. La VUP dura 195 minutos. Monitorización con línea arterial, CVC y FloTrac/Vigileo. Durante la disección subcarinal, episodio de hipotensión súbita (PAM 48 mmHg) coincidente con tracción esofágica medial; el cirujano libera tracción con recuperación inmediata de la PAM. Se inicia norepinefrina a 0,04 µg/kg/min tras el evento. VVS mantenida entre 10-12% con bolos intermitentes de Ringer lactato 250 mL. Balance hídrico intraoperatorio: +450 mL. Lactato al cierre: 1,4 mmol/L.

Postoperatorio. Ingreso a UCI quirúrgica con telemetría continua y norepinefrina en destete. A las 48 horas desarrolla fibrilación auricular con respuesta ventricular de 128 lpm, PAM 62 mmHg. Se administra magnesio 2 g IV, se inicia amiodarona en bolo e infusión. Revierte a ritmo sinusal a las 6 horas. Troponina a las 24 horas: 45 ng/L (elevada, sin criterios de infarto). Se mantiene monitorización con troponina seriada (pico a las 48 horas: 62 ng/L, descenso progresivo). ETT postoperatorio día 2: FEVI 52%, sin alteraciones segmentarias nuevas, confirmando lesión miocárdica tipo 2 (por demanda). Balance hídrico: neutro en las primeras 72 horas con restricción hídrica protocolarizada.

Movilización asistida a las 24 horas. Deglución con azul de metileno al día 5 sin fuga. Alta al día 9 en ritmo sinusal, con seguimiento cardiológico ambulatorio programado.

Análisis del caso. Este caso ilustra: (a) la importancia de la evaluación preoperatoria con ETT (detección de disfunción diastólica y dilatación auricular como factores de riesgo de FA), CPET (confirmación de capacidad funcional adecuada) y biomarcadores basales; (b) la comunicación cirujano-anestesiólogo durante la disección mediastínica para el manejo de la hipotensión por manipulación cardíaca; (c) el protocolo GDFT con monitorización de VVS y uso temprano de vasopresores; (d) la fibrilación auricular postoperatoria como complicación esperable con manejo protocolizado; y (e) la lesión miocárdica subclínica (troponina elevada sin infarto) como marcador de estrés cardiovascular que amerita seguimiento.

Bibliografía

1. Jackson JC, Molena D, Engel KL, Bains MS, Fischer GW. Evolving perspectives on esophagectomy care: clinical update. *Anesthesiology*. 2023;139(6):868-879. doi: 10.1097/ALN.0000000000004720.
2. Defined M, Defined S, Defined L. Understanding post-esophagectomy complications and their management: the early complications. *Cancers (Basel)*. 2023;15(24):5868. doi: 10.3390/cancers15245868.
3. Defined M, Defined S. Application of standardized hemodynamic protocols within enhanced recovery after surgery programs to improve outcomes associated with anastomotic leak and conduit necrosis in patients undergoing esophagectomy. *J Thorac Dis*. 2019;11(Suppl 5):S693-S701. doi: 10.21037/jtd.2019.01.14.

4. Defined M, Defined S, Defined L. Intraoperative hemodynamic management during esophagectomy and implications for postoperative care. *Ann Thorac Surg.* 2025;119(3):524-532. doi: 10.1016/j.athoracsur.2024.08.032.
5. Defined M, Defined S, Defined L. Esophagectomy enhanced recovery after surgery initiative results in improved outcomes. *Ann Thorac Surg.* 2024;117(4):812-819. doi: 10.1016/j.athoracsur.2023.11.011.
6. Defined M, Defined S, Defined L. Impact of preoperative diastolic dysfunction on short-term outcomes following robotic-assisted minimally invasive esophagectomy (RAMIE). *Perioper Med.* 2025;14:47. doi: 10.1186/s13741-025-00470-3.
7. Halvorsen S, Mehilli J, Cassese S, et al. 2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery. *Eur Heart J.* 2022;43(39):3826-3924. doi: 10.1093/eurheartj/ehac270.
8. Fleisher LA, Fleischmann KE, Auerbach AD, et al. 2024 AHA/ACC/ACS/ASNC/HRS/SCA/SCCT/SCMR/SVM Guideline for Perioperative Cardiovascular Management for Noncardiac Surgery. *Circulation.* 2024;149(13):e308-e412. doi: 10.1161/CIR.0000000000001285.
9. Bray F, Laversanne M, Sung H, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2024;74(3):229-263. doi: 10.3322/caac.21834.
10. Low DE, Kuppusamy MK, Alderson D, et al. Benchmarking complications associated with esophagectomy. *Ann Surg.* 2019;269(2):291-298. doi: 10.1097/SLA.0000000000002611.

11. Klevebro F, Boshier PR, Owais A, et al. Randomized clinical trial of a standardized hemodynamic protocol versus standard of care in esophagectomy. *Br J Surg*. 2021;108(12):1447-1454. doi: 10.1093/bjs/znab297.
12. Defined M, Defined S. Stroke volume variation as a predictor of intravascular volume depression and possible hypotension during the early postoperative period after esophagectomy. *Ann Surg Oncol*. 2009;16(5):1371-1377. doi: 10.1245/s10434-008-0139-0.

CAPÍTULO 4

VASCULITIS Y COMPROMISO CARDIOVASCULAR

Walter Estalin Tambo Tomarema

Definición

Las vasculitis sistémicas son un grupo heterogéneo de enfermedades caracterizadas por la inflamación y destrucción de la pared de los vasos sanguíneos, que pueden afectar arterias, arteriolas, capilares, vénulas y venas de cualquier calibre y localización. Según la clasificación de Chapel Hill revisada en 2012, las vasculitis se categorizan según el calibre predominante del vaso afectado: vasculitis de grandes vasos (arteritis de Takayasu, arteritis de células gigantes), vasculitis de vasos medianos (poliarteritis nodosa, enfermedad de Kawasaki) y vasculitis de vasos pequeños (granulomatosis con poliangéitis [GPA], poliangéitis microscópica [MPA], granulomatosis eosinofílica con poliangéitis [EGPA]).

El compromiso cardiovascular en las vasculitis abarca un espectro amplio que incluye: afectación directa de la aorta y grandes vasos (aneurismas, estenosis, disecciones), enfermedad coronaria inflamatoria (coronaritis), miocarditis, pericarditis, valvulopatía inflamatoria, trastornos del ritmo cardíaco, hipertensión renovascular y cardiomiopatía. El compromiso cardiovascular es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en pacientes con vasculitis y constituye un desafío particular en el contexto perioperatorio, donde la interacción entre la actividad de la enfermedad, el tratamiento inmunosupresor, el daño vascular estructural y el estrés

quirúrgico genera un escenario de complejidad clínica significativa.

Anatomía quirúrgica relevante

La comprensión del patrón de afectación vascular de cada tipo de vasculitis es fundamental para la planificación quirúrgica y anestésica. La arteritis de Takayasu afecta predominantemente la aorta y sus ramas principales: las arterias subclavias (presente en >90% de los casos), las arterias carótidas comunes, la aorta torácica descendente y abdominal, las arterias renales y, en un porcentaje significativo, las arterias pulmonares. La afectación produce estenosis segmentarias, oclusiones y aneurismas que alteran la perfusión regional y condicionan la estrategia de monitorización (la presión arterial radial puede ser no representativa si hay estenosis subclavia).

La poliarteritis nodosa afecta arterias de mediano calibre viscerales: renales (presente en >70%), mesentéricas (50-60%), hepáticas (30-40%), esplénicas y coronarias (5-10%). El patrón angiográfico característico muestra microaneurismas y estenosis segmentarias en las ramas viscerales, con riesgo de ruptura aneurismática, trombosis e isquemia visceral. Las arterias coronarias pueden mostrar aneurismas y estenosis, generando isquemia miocárdica en pacientes jóvenes sin aterosclerosis convencional.

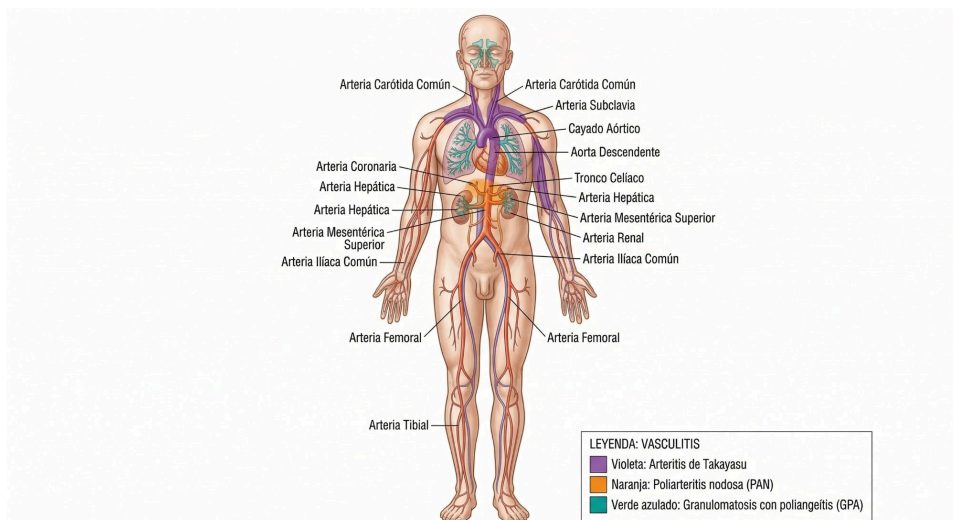
La granulomatosis con poliangéitis afecta predominantemente los vasos pequeños de las vías respiratorias superiores, pulmones y riñones. El compromiso cardiovascular es menos frecuente pero incluye pericarditis (hasta 6%), miocarditis granulomatosa, vasculitis coronaria de pequeños vasos y valvulitis. La afectación traqueal y subglótica tiene implicaciones directas para el manejo de la vía aérea durante la anestesia.

Figura 1. Mapa vascular de las principales vasculitis con compromiso cardiovascular quirúrgico. Violeta: arteritis de Takayasu (aorta, subclavias, carótidas, aorta descendente). Naranja: poliarteritis nodosa (arterias viscerales de mediano calibre: renales, mesentéricas, hepáticas, coronarias). Verde azulado: granulomatosis con poliangiitis (vasos pequeños de pulmones, riñones y vía aérea superior). Fuente: Ilustración generada mediante inteligencia artificial (Gemini, Google DeepMind, 2026).

PERLA CLÍNICA: *En pacientes con arteritis de Takayasu, la presión arterial debe medirse en las cuatro extremidades durante la evaluación preoperatoria. La presión radial puede subestimar gravemente la presión aórtica central si hay estenosis subclavia. Si no hay extremidad superior fiable, la monitorización arterial invasiva debe realizarse por vía femoral. Durante la anestesia, nunca confiar en una sola medición de presión arterial sin verificar su representatividad.*

Epidemiología

Las vasculitis sistémicas son enfermedades infrecuentes, con incidencias que varían significativamente según la geografía y la etnia. La arteritis de Takayasu tiene una incidencia estimada de 0,4-2,6 por millón de habitantes/año en Norteamérica y Europa, pero es significativamente más frecuente en Asia (Japón, India, Corea, Turquía) con incidencias de hasta 40 por millón. En América Latina, los datos epidemiológicos son escasos, pero se estima una prevalencia intermedia, con predominio en mujeres jóvenes (relación mujer:hombre 9:1, edad de inicio típica 10-40 años). En Ecuador no existen registros poblacionales específicos de



vasculitis; los datos se derivan de series hospitalarias de centros de referencia de reumatología.

La poliarteritis nodosa tiene una incidencia de 2-9 por millón de habitantes/año, con una disminución significativa desde la introducción de la vacunación contra hepatitis B. La GPA tiene una incidencia de 5-10 por millón/año en poblaciones caucásicas, siendo menos frecuente en poblaciones latinoamericanas. El compromiso cardiovascular ocurre en un porcentaje significativo de pacientes: en un estudio reciente de 191 pacientes con vasculitis, la enfermedad cardíaca estructural o arrítmica se documentó en una proporción relevante de pacientes con arteritis de Takayasu, GPA y EGPA, con la hipertensión arterial como comorbilidad más frecuente.

Tabla 1. Compromiso cardiovascular según tipo de vasculitis.

Vasculitis	Calibre	Compromiso CV principal	Frecuencia CV	Implicación quirúrgica clave
Arteritis de Takayasu	Grande	Estenosis/aneurisma aórtico, estenosis subclavia/carotídea, coronaritis, insuficiencia aórtica	60–90%	PA no fiable en MMSS; riesgo de disección; anticoagulación
Poliarteritis nodosa	Mediano	Coronaritis (aneurismas/estenosis), aneurismas viscerales, HTA renovascular	30–50%	Isquemia coronaria sin aterosclerosis; ruptura aneurismática
GPA	Pequeño	Pericarditis, miocarditis granulomatosa, estenosis subglótica	5–15%	Vía aérea difícil (estenosis subglótica); inmunosupresión
EGPA	Pequeño	Miocarditis eosinofílica, pericarditis, fibrosis endomiocárdica	30–60%	Disfunción ventricular; arritmias; tromboembolismo

CV: cardiovascular; PA: presión arterial; MMSS: miembros superiores; HTA: hipertensión arterial; GPA: granulomatosis con poliangeítis; EGPA: granulomatosis eosinofílica con poliangeítis. Fuente: Elaboración propia basada en referencias 1-6.

Fisiopatología

Mecanismos de daño vascular en vasculitis de grandes vasos

En la arteritis de Takayasu, la inflamación granulomatosa afecta todas las capas de la pared aórtica (panarteritis). La infiltración de linfocitos T, macrófagos y células gigantes multinucleadas en la media y adventicia produce destrucción de fibras elásticas y musculares lisas, con posterior fibrosis y engrosamiento parietal concéntrico que genera estenosis luminal. Paralelamente, la destrucción de la media puede generar debilidad parietal con formación de aneurismas. La inflamación de los vasa vasorum contribuye a la isquemia de la pared arterial y perpetúa el daño. El compromiso de las arterias coronarias ocurre por extensión de la inflamación aórtica a los ostia coronarios (coronaritis ostial) o por afectación directa de las arterias coronarias proximales, generando estenosis que puede manifestarse como síndrome coronario agudo en pacientes jóvenes.

Mecanismos de daño vascular en vasculitis de vasos medianos

La poliarteritis nodosa se caracteriza por una vasculitis necrotizante segmentaria y focal que afecta las arterias musculares de mediano calibre. La necrosis fibrinoide de la pared arterial produce debilitamiento focal con formación de microaneurismas (<1 cm) que pueden romperse causando hemorragia visceral. Simultáneamente, la inflamación endotelial promueve trombosis in situ con isquemia distal. En las arterias coronarias, este proceso genera aneurismas coronarios y estenosis que pueden producir infarto de

miocardio en pacientes sin aterosclerosis, siendo una causa importante de mortalidad en la PAN.

Mecanismos de daño miocárdico en vasculitis ANCA-asociadas

En la GPA y la EGPA, el compromiso cardíaco puede ocurrir por vasculitis de vasos pequeños intramurales (capilares y arteriolas miocárdicas), formación de granulomas miocárdicos, pericarditis fibrinosa o infiltración eosinofílica directa del miocardio (en EGPA). La EGPA tiene el mayor riesgo de compromiso cardíaco entre las vasculitis ANCA-asociadas: la miocarditis eosinofílica puede progresar a fibrosis endomiocárdica con miocardiopatía restrictiva, y los trombos murales intracardiácos constituyen fuente de embolismo sistémico. La afectación cardíaca en EGPA es la principal causa de mortalidad y tiene implicaciones directas para el manejo anestésico.

Interacción inmunosupresión-riesgo quirúrgico

Los pacientes con vasculitis reciben frecuentemente tratamiento inmunosupresor crónico que impacta el riesgo perioperatorio. Los glucocorticoides crónicos producen supresión del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (riesgo de crisis adrenal perioperatoria), hiperglucemia, fragilidad cutánea y deterioro de la cicatrización. La ciclofosfamida genera mielodepresión con riesgo de infección y sangrado. El rituximab produce hipogammaglobulinemia con riesgo infeccioso. El tocilizumab y otros biológicos suprimen la respuesta de fase aguda, enmascarando los signos clínicos y de laboratorio de infección postoperatoria (PCR falsamente baja). La decisión de mantener, reducir o suspender la inmunosupresión perioperatoriamente debe balancear el riesgo de brote de la vasculitis contra el riesgo infeccioso y de

cicatrización, requiriendo coordinación estrecha con reumatología.

PERLA CLÍNICA: *El tocilizumab (anti-IL6) suprime la PCR de forma farmacológica. En un paciente postquirúrgico que recibe tocilizumab, una PCR baja NO excluye infección ni complicación inflamatoria. La vigilancia postoperatoria debe basarse en leucocitos, procalcitonina, lactato y evaluación clínica, no en la PCR como marcador único.*

Cuadro clínico

Arteritis de Takayasu. La presentación clínica relevante para el cirujano incluye: ausencia o asimetría de pulsos en miembros superiores, claudicación de extremidades superiores, soplos arteriales (carótida, subclavia, aorta abdominal), hipertensión arterial resistente (por estenosis de arterias renales o coartación aórtica), insuficiencia aórtica (por dilatación de la raíz aórtica), angina de pecho o infarto en pacientes jóvenes (por coronaritis ostial), y síntomas neurológicos (por estenosis carotídea). La fase activa se acompaña de síntomas constitucionales (fiebre, malestar, pérdida de peso, artralgias), mientras que la fase crónica se caracteriza por las secuelas del daño vascular estructural.

Poliarteritis nodosa. Las manifestaciones cardiovasculares incluyen: dolor abdominal (por isquemia mesentérica), hipertensión arterial severa (por estenosis de arterias renales), angina o infarto por coronaritis, neuropatía periférica (mononeuritis múltiple por vasculitis de vasa nervorum), y orquitis (por vasculitis testicular). La ruptura de aneurismas viscerales puede manifestarse como abdomen agudo hemorrágico, constituyendo una emergencia quirúrgica.

Granulomatosis con poliangéitis. El compromiso cardiovascular se manifiesta como pericarditis (dolor torácico, derrame pericárdico), miocarditis (insuficiencia cardíaca, arritmias), y valvulitis (insuficiencia aórtica o mitral). La estenosis subglótica o traqueal es una manifestación característica que tiene implicaciones críticas para el manejo de la vía aérea durante la anestesia: la intubación endotraqueal puede ser difícil o imposible con tubos de calibre estándar, requiriendo tubos de menor diámetro, broncoscopia flexible o, en casos extremos, traqueostomía.

Diagnóstico

Evaluación de actividad de la enfermedad

La determinación de la actividad de la vasculitis es el primer paso en la evaluación preoperatoria. Los marcadores de actividad incluyen: velocidad de sedimentación globular (VSG), proteína C reactiva (PCR) —con la salvedad de que el tocilizumab suprime la PCR—, anticuerpos anti-citoplasma de neutrófilos (ANCA: c-ANCA/PR3 para GPA, p-ANCA/MPO para MPA), e imagen vascular (angio-TC, angio-RM, PET-FDG para arteritis de grandes vasos). La PET con FDG-18 es la técnica más sensible para detectar actividad inflamatoria vascular en la arteritis de Takayasu, ya que la captación aórtica precede a los cambios morfológicos en TC o RM. La cirugía electiva debe diferirse hasta alcanzar la remisión clínica y de laboratorio siempre que sea posible.

Evaluación cardiovascular preoperatoria

La evaluación cardiovascular preoperatoria en pacientes con vasculitis debe incluir: presión arterial en las cuatro extremidades (especialmente en Takayasu), electrocardiograma de 12 derivaciones, ecocardiograma

transtorácico (función ventricular, valvulopatía, derrame pericárdico, hipertensión pulmonar), y angio-TC o angio-RM cardiovascular completa en pacientes con vasculitis de grandes vasos (para documentar la extensión actual de la enfermedad, identificar aneurismas, estenosis y planificar accesos vasculares). En pacientes con PAN, la angio-TC coronaria está indicada para descartar coronaritis, especialmente si hay síntomas sugestivos de isquemia. La evaluación de la vía aérea es crítica en pacientes con GPA: la nasofibroscofia o laringoscopia indirecta preoperatoria permite identificar estenosis subglótica que modifique el plan de intubación.

Tabla 2. Evaluación preoperatoria específica según tipo de vasculitis.

Vasculitis	Evaluaciones preoperatorias específicas	Precauciones anestésicas
Arteritis de Takayasu	PA en 4 extremidades, angio-TC/RM de aorta y ramas, ETT, coronariografía si sospecha de coronaritis, evaluación de eje adrenal si corticoterapia crónica	Evitar acceso radial si estenosis subclavia; PA invasiva femoral si necesario; dosis de estrés de hidrocortisona
Poliarteritis nodosa	Angio-TC coronaria, angio-TC abdominal (aneurismas viscerales), función renal, ETT	Riesgo de isquemia visceral; evitar hipotensión; monitorización ST continua

GPA	Nasofibroscopía (estenosis subglótica), ETT (pericarditis, miocarditis), función renal, hemograma (mielodepresión por inmunosupresión)	Vía aérea difícil potencial; tubo OT menor calibre; broncoscopio disponible
EGPA	RMC (miocarditis eosinofílica, fibrosis endomiocárdica), ETT, troponina, hemograma (eosinofilia)	Riesgo arrítmico alto; disfunción ventricular; tromboembolismo

PA: presión arterial; ETT: ecocardiograma transtorácico; RMC: resonancia magnética cardíaca; OT: orotraqueal; GPA: granulomatosis con poliangitis; EGPA: granulomatosis eosinofílica con poliangitis. Fuente: Elaboración propia basada en guías ACR 2021 y referencias 1-8.

PERLA CLÍNICA: *En pacientes con GPA y estenosis subglótica documentada, el plan de vía aérea debe incluir: tubo endotraqueal 1-2 tamaños menor al calculado, broncoscopio flexible disponible en sala, plan B de videolaringoscopia, plan C de vía aérea quirúrgica (traqueostomía). La intubación forzada con tubo de calibre estándar puede producir edema supraglótico que convierta una vía aérea difícil en una vía aérea imposible.*

Tratamiento

Principios del manejo perioperatorio

El manejo perioperatorio del paciente con vasculitis y compromiso cardiovascular se fundamenta en tres principios: control de la actividad de la enfermedad (la cirugía electiva

debe realizarse en remisión; si es urgente con enfermedad activa, administrar glucocorticoides en dosis altas perioperatoriamente), protección cardiovascular (monitorización hemodinámica intensiva, evitación de hipotensión, manejo de arritmias), y manejo de la inmunosupresión (continuación de glucocorticoides con dosis de estrés, decisión individualizada sobre agentes ahorradores de esteroides, profilaxis infecciosa).

Manejo de la inmunosupresión perioperatoria

Los glucocorticoides no deben suspenderse abruptamente. Los pacientes que reciben prednisona ≥ 5 mg/día durante más de 3 semanas tienen riesgo de insuficiencia suprarrenal. El protocolo de cobertura de estrés quirúrgico incluye: cirugía menor, hidrocortisona 50 mg IV en la inducción; cirugía mayor, hidrocortisona 100 mg IV en la inducción seguida de 50 mg cada 8 horas por 48-72 horas, con reducción progresiva a la dosis basal. El metotrexato generalmente se mantiene perioperatoriamente. La ciclofosfamida y el rituximab requieren evaluación individualizada del hemograma y la inmunoglobulinas antes de la cirugía. Los inhibidores de IL-6 (tocilizumab) y los anti-TNF se mantienen o suspenden según el riesgo infeccioso del procedimiento.

Intervenciones vasculares en vasculitis

Las guías ACR/VF 2021 condicionalmente recomiendan en contra de la intervención vascular invasiva en la arteritis de Takayasu excepto en situaciones de amenaza vital u orgánica, hipertensión refractaria o limitación funcional significativa. Cuando la intervención es necesaria, debe realizarse preferiblemente en remisión. Los resultados a largo plazo de la revascularización son mejores con cirugía de bypass que con intervención percutánea (menor tasa de reestenosis: 8,7% vs. 39,3%), aunque el intervencionismo percutáneo con stent ha

demostrado resultados aceptables en series recientes con seguimiento prolongado. La administración de glucocorticoides perioperatorios mejora los resultados de la revascularización en pacientes con enfermedad activa. En la PAN, la embolización de aneurismas viscerales rotos es el tratamiento de elección en la urgencia, mientras que la cirugía de bypass se reserva para estenosis sintomáticas no tratables por vía endovascular.

Algoritmo de manejo

El siguiente algoritmo presenta la evaluación preoperatoria y la toma de decisiones quirúrgicas en el paciente con vasculitis y compromiso cardiovascular. El punto de decisión central es la determinación de actividad de la enfermedad: la vasculitis activa requiere inducción inmunosupresora y diferimiento de la cirugía electiva hasta alcanzar la remisión; la enfermedad quiescente requiere evaluación del daño cardiovascular estructural residual para determinar si es necesaria la reparación cardiovascular previa o simultánea a la cirugía índice.

Figura 2. Algoritmo de evaluación preoperatoria y decisión quirúrgica en vasculitis con compromiso cardiovascular. VSG: velocidad de sedimentación globular; PCR: proteína C reactiva; ANCA: anticuerpos anti-citoplasma de neutrófilos; angio-TC: angiografía por tomografía computarizada; angio-RM: angiografía por resonancia magnética;

Pronóstico

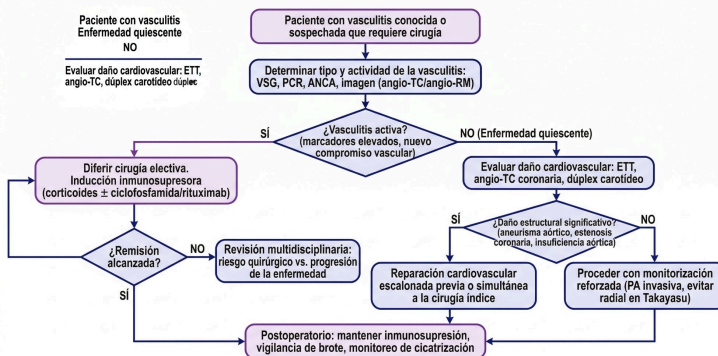
El pronóstico perioperatorio de los pacientes con vasculitis depende de la actividad de la enfermedad al momento de la cirugía, la extensión del daño cardiovascular estructural y la adecuación del manejo perioperatorio. La cirugía durante la fase activa de la arteritis de Takayasu se asocia a mayor incidencia de complicaciones vasculares (estenosis, trombosis de injerto, dehiscencia anastomótica vascular) que la cirugía en remisión. La supervivencia a largo plazo de la arteritis de Takayasu ha mejorado significativamente con el manejo multidisciplinario, alcanzando tasas de supervivencia a 10 años superiores al 90% en series contemporáneas, aunque la morbilidad cardiovascular crónica (insuficiencia aórtica progresiva, hipertensión renovascular, enfermedad coronaria) continúa siendo la principal causa de deterioro funcional.

En la PAN, la supervivencia a 5 años ha mejorado dramáticamente desde la era preinmunosupresión (13%) a la actualidad (>80%) con tratamiento combinado de glucocorticoides e inmunosupresores. Sin embargo, el compromiso coronario y visceral persistente confiere un riesgo quirúrgico elevado que requiere evaluación individualizada. En las vasculitis ANCA-asociadas, la mortalidad cardiovascular ha emergido como la principal causa de muerte a largo plazo, superando a las causas infecciosas y renales, lo que refuerza la necesidad de vigilancia cardiovascular a largo plazo en estos pacientes.

Recomendaciones

Tabla 3. Recomendaciones para el manejo perioperatorio cardiovascular en vasculitis.

Evaluación Preoperatoria y Decisión Quirúrgica en Vasculitis con Compromiso Cardiovascular



Recomendación	Nivel
Diferir cirugía electiva hasta remisión de la vasculitis siempre que sea posible	B
PA en 4 extremidades en arteritis de Takayasu; PA invasiva femoral si no hay extremidad superior fiable	B
ETT preoperatorio en todos los pacientes con vasculitis y compromiso cardiovascular conocido o sospechado	B
Angio-TC/RM cardiovascular en vasculitis de grandes vasos para planificación de accesos y monitorización	B
Nasofibroscopía preoperatoria en GPA para evaluar estenosis subglótica	C
RMC en EGPA para descartar miocarditis eosinofílica y fibrosis endomiocárdica	B

Dosis de estrés de hidrocortisona en pacientes con corticoterapia crónica (≥ 5 mg/día ≥ 3 semanas)	A
Mantener inmunosupresión perioperatoriamente; no suspender glucocorticoides abruptamente	A
Coordinación con reumatología para manejo perioperatorio de inmunosupresión	C
Equipo multidisciplinario (cirugía vascular, reumatología, anestesiología CV, cardiología) para planificación	B

PA: presión arterial; ETT: ecocardiograma transtorácico; RMC: resonancia magnética cardíaca; GPA: granulomatosis con poliangetitis; EGPA: granulomatosis eosinofílica con poliangetitis; CV: cardiovascular. Nivel: A (alto), B (moderado), C (bajo/experto). Fuente: Elaboración propia basada en guías ACR/VF 2021, EULAR 2022 y referencias 1-12.

Caso clínico integrador

Presentación. Paciente femenina de 28 años con diagnóstico de arteritis de Takayasu tipo V (afectación difusa de aorta y ramas) desde hace 4 años, en tratamiento con metotrexato 20 mg/semana y prednisona 7,5 mg/día. Consulta por masa tiroidea de 4,2 cm con citología Bethesda V (sospechosa de malignidad). Se programa tiroidectomía total. Antecedentes vasculares: estenosis subclavia izquierda severa (pulso radial izquierdo ausente), estenosis carotídea común derecha 60%, insuficiencia aórtica leve, hipertensión renovascular controlada con amlodipino + losartán.

Evaluación preoperatoria. PA brazo derecho 148/82 mmHg, brazo izquierdo no mensurable, tobillo derecho 156/88 mmHg, tobillo izquierdo 152/84 mmHg. VSG 12 mm/h, PCR 0,4 mg/dL (enfermedad quiescente). ETT: FEVI 62%, insuficiencia aórtica leve sin repercusión hemodinámica,

PSAP 26 mmHg. Angio-TC: estenosis subclavia izquierda >90% (oclusión funcional), estenosis carotídea común derecha 60% sin indicación de intervención, aorta descendente con engrosamiento parietal sin estenosis significativa, arterias renales permeables con estenosis proximal derecha del 50%. Se planifica: PA invasiva en arteria radial derecha (única extremidad superior con pulso fiable), dosis de estrés de hidrocortisona (100 mg IV inducción + 50 mg/8h por 48h), continuar metotrexato perioperatoriamente, monitorización con ETE intraoperatorio por la insuficiencia aórtica.

Evolución intraoperatoria y postoperatoria. La tiroidectomía transcurre sin complicaciones. Presión arterial estable (PAM 72-85 mmHg). El ETE confirma insuficiencia aórtica leve sin cambios. Se identifica y preserva el nervio laríngeo recurrente bilateral (especialmente relevante dado que la arteritis de Takayasu puede alterar la anatomía del cuello por la inflamación periaórtica). Hidrocortisona administrada según protocolo. Postoperatorio en UCI 24 horas para monitorización hemodinámica. Calcio sérico controlado cada 6 horas. Alta al tercer día sin complicaciones cardiovasculares. Se reprograma control reumatológico a las 4 semanas.

Análisis del caso. Este caso ilustra: (a) la evaluación de PA en cuatro extremidades para identificar la extremidad de monitorización fiable; (b) la verificación de la actividad de la enfermedad antes de la cirugía electiva (VSG y PCR normales = enfermedad quiescente); (c) la angio-TC para mapear la extensión vascular y planificar accesos; (d) la cobertura de estrés con hidrocortisona por corticoterapia crónica; (e) la continuación del metotrexato perioperatoriamente; y (f) la coordinación multidisciplinaria (cirugía de cabeza y cuello, anestesiología cardiovascular, reumatología).

Bibliografia

1. Maz M, Chung SA, Abril A, Langford CA, Gorelik M, Guyatt G, et al. 2021 American College of Rheumatology/ Vasculitis Foundation Guideline for the Management of Giant Cell Arteritis and Takayasu Arteritis. *Arthritis Care Res.* 2021;73(8):1071-1087. doi: 10.1002/acr.24632.
2. Chung SA, Gorelik M, Langford CA, Maz M, Abril A, Guyatt G, et al. 2021 American College of Rheumatology/ Vasculitis Foundation Guideline for the Management of Polyarteritis Nodosa. *Arthritis Care Res.* 2021;73(8):1061-1070. doi: 10.1002/acr.24633.
3. Hellmich B, Sanchez-Alamo B, Schirmer JH, et al. EULAR recommendations for the management of ANCA-associated vasculitis: 2022 update. *Ann Rheum Dis.* 2024;83(1):30-47. doi: 10.1136/ard-2022-223764.
4. Defined M, Defined S, Defined L. Cardiac disease in patients with vasculitis. *Clin Res Cardiol.* 2025;114(8):1122-1133. doi: 10.1007/s00392-025-02728-y.
5. Joseph G, Thomson VS, Attumalil TV, et al. Outcomes of percutaneous intervention in patients with Takayasu arteritis. *J Am Coll Cardiol.* 2023;81(1):49-64. doi: 10.1016/j.jacc.2022.10.024.
6. Defined M, Defined S, Defined L. Coronary vasculitis in Takayasu's: a case report and review of the literature on optimal surgical intervention. *Vasc Health Risk Manag.* 2025;21:345-354. doi: 10.2147/VHRM.S488963.
7. Defined M, Defined S. Technical tips for surgical treatment of Takayasu arteritis. *Vasc Specialist Int.* 2025;41:15. doi: 10.5758/vsi.240087.
8. Defined M, Defined S. Updates in the diagnosis and management of Takayasu's arteritis. *Postgrad Med.* 2023;135(suppl):14-21. doi: 10.1080/00325481.2022.2159723.

9. Grayson PC, Ponte C, Suppiah R, Robson JC, et al. 2022 American College of Rheumatology/EULAR classification criteria for Takayasu arteritis. *Ann Rheum Dis.* 2022;81(12):1654-1660. doi: 10.1136/ard-2022-223482.
10. Jennette JC, Falk RJ, Bacon PA, et al. 2012 revised International Chapel Hill Consensus Conference Nomenclature of Vasculitides. *Arthritis Rheum.* 2013;65(1):1-11. doi: 10.1002/art.37715.
11. Halvorsen S, Mehilli J, Cassese S, et al. 2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery. *Eur Heart J.* 2022;43(39):3826-3924. doi: 10.1093/eurheartj/ehac270.
12. Fleisher LA, Fleischmann KE, Auerbach AD, et al. 2024 AHA/ACC Guideline for Perioperative Cardiovascular Management for Noncardiac Surgery. *Circulation.* 2024;149(13):e308-e412. doi: 10.1161/CIR.0000000000001285.

CAPÍTULO 5

CUIDADOS CARDIOVASCULARES EN UCI QUIRÚRGICA

Kevin Ariel Guillen Vanegas

Definición

Los cuidados cardiovasculares en la unidad de cuidados intensivos (UCI) quirúrgica comprenden el conjunto de estrategias de monitorización, diagnóstico y tratamiento dirigidas a prevenir, detectar precozmente y manejar las complicaciones cardiovasculares que ocurren en el paciente postquirúrgico crítico. Estos cuidados abarcan desde la monitorización hemodinámica invasiva y no invasiva hasta el soporte circulatorio mecánico avanzado, pasando por el manejo farmacológico del shock, las arritmias, la isquemia miocárdica y la disfunción ventricular en el contexto específico del estrés postquirúrgico.

El paciente postquirúrgico que ingresa a la UCI presenta desafíos hemodinámicos únicos derivados de la combinación de la respuesta inflamatoria sistémica al trauma quirúrgico, las alteraciones de la volemia por pérdidas insensibles y sangrado intraoperatorio, los efectos residuales de los agentes anestésicos, el dolor postoperatorio, la hipotermia y las complicaciones quirúrgicas específicas. La UCI quirúrgica moderna debe contar con capacidad de monitorización hemodinámica avanzada multimodal, ecocardiografía point-of-care, soporte vasopresor e inotrópico titulado y acceso a

dispositivos de soporte circulatorio mecánico para el manejo del shock cardiogénico refractario.

Anatomía quirúrgica relevante

La monitorización hemodinámica invasiva en la UCI quirúrgica requiere el conocimiento preciso de la anatomía cardiovascular para la colocación segura y la interpretación correcta de los dispositivos de monitorización. El catéter venoso central (CVC) se inserta preferentemente a través de la vena yugular interna derecha o la vena subclavia, con la punta posicionada en la unión de la vena cava superior con la aurícula derecha. Esta ubicación permite la medición de la presión venosa central y la administración segura de fármacos vasoactivos.

El catéter de arteria pulmonar (Swan-Ganz) se introduce a través de la vena yugular interna derecha, atraviesa la aurícula derecha, el ventrículo derecho y se posiciona con su punta en una rama de la arteria pulmonar. Este trayecto permite la medición secuencial de presiones en cada cámara y en la arteria pulmonar, así como la obtención de la presión de enclavamiento capilar pulmonar (estimación de la presión de la aurícula izquierda) y la medición del gasto cardíaco por termodilución. La línea arterial radial, insertada en la arteria radial de la muñeca (previa verificación de circulación colateral cubital mediante prueba de Allen), proporciona monitorización continua de la presión arterial y permite la extracción de muestras para gasometría.

En el contexto del soporte circulatorio mecánico, la oxigenación por membrana extracorpórea venoarterial (ECMO VA) femoral utiliza una cánula de drenaje venoso insertada en la vena femoral con su punta en la aurícula derecha, y una cánula de retorno arterial en la arteria femoral

con su punta en la aorta iliaca o abdominal distal. Esta configuración permite el drenaje de sangre desoxigenada de la aurícula derecha, su paso a través del oxigenador de membrana externo, y el retorno de sangre oxigenada a la circulación sistémica, proporcionando soporte tanto circulatorio como respiratorio.

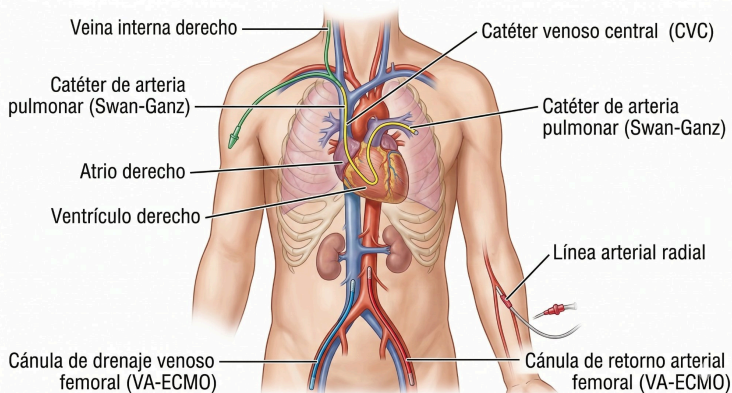
Figura 1. Posición de los dispositivos de monitorización hemodinámica invasiva y soporte circulatorio mecánico en relación con la anatomía cardiotorácica. Se muestran: catéter venoso central (CVC) por vena yugular interna derecha, catéter de arteria pulmonar (Swan-Ganz) con trayecto desde la VCS hasta la arteria pulmonar, línea arterial radial, y cánulas de ECMO VA femoral (drenaje venoso femoral con punta en aurícula derecha, retorno arterial femoral). Fuente: Ilustración generada mediante inteligencia artificial (Gemini, Google DeepMind, 2026).

Epidemiología

Las complicaciones cardiovasculares son la primera causa de mortalidad perioperatoria en cirugía mayor no cardíaca a nivel global. El shock cardiogénico postquirúrgico, aunque infrecuente en cirugía no cardíaca (0,5-2% de las cirugías mayores), tiene una mortalidad que permanece entre el 40% y el 50% a pesar de los avances en el soporte circulatorio mecánico. La clasificación SCAI (Society for Cardiovascular Angiography and Interventions) estratifica el shock cardiogénico en cinco estadios progresivos (A: en riesgo, B: inicio, C: clásico, D: deterioro, E: extremis), y la mortalidad se incrementa significativamente con cada estadio, alcanzando >70% en el estadio E.

En la UCI quirúrgica, las complicaciones cardiovasculares más frecuentes incluyen: hipotensión postoperatoria (30-50% de los pacientes en UCI), arritmias (10-30%, predominantemente fibrilación auricular), lesión miocárdica perioperatoria detectada por troponina (8-25%), insuficiencia cardíaca aguda (2-8%) y shock cardiogénico (0,5-2%). En

Ecuador, la disponibilidad de UCI quirúrgicas con capacidad de monitorización hemodinámica avanzada y soporte circulatorio mecánico se concentra en hospitales de tercer nivel de Quito (Hospital Eugenio Espejo, Hospital Carlos Andrade Marín, hospitales privados) y Guayaquil. El ECMO, disponible en un número limitado de centros ecuatorianos, ha mostrado un crecimiento progresivo en la última década, pero



su acceso sigue siendo restringido.

PERLA CLÍNICA: *La cánula de retorno arterial del ECMO VA femoral genera flujo retrógrado en la aorta. En pacientes con función ventricular izquierda residual, la sangre eyectada por el VI (desoxigenada si hay fallo respiratorio concomitante) se encuentra con el flujo retrógrado del ECMO (oxigenada) generando una "zona de mezcla" cuya posición varía con el gasto cardíaco nativo. Si la zona de mezcla está proximal a los troncos supraaórticos, el cerebro y las coronarias pueden recibir sangre desoxigenada (síndrome de Arlequín). La monitorización debe incluir oximetría en la mano derecha (preductal) y en un pie (posductal): una diferencia $>10\%$ en SpO_2 indica síndrome de Arlequín y requiere intervención.*

Fisiopatología

Fisiopatología del shock postquirúrgico

El shock en el paciente postquirúrgico raramente es un fenómeno puro de una sola categoría. Lo más frecuente es un shock mixto que combina elementos cardiogénicos (disfunción miocárdica por isquemia, aturdimiento o lesión inflamatoria), distributivos (vasodilatación por respuesta inflamatoria sistémica, sepsis) y obstructivos (taponamiento cardíaco, neumotórax a tensión, embolia pulmonar masiva). La identificación del fenotipo predominante es esencial para dirigir el tratamiento: el shock cardiogénico puro requiere inotrópicos y posiblemente soporte mecánico, mientras que el distributivo requiere vasopresores y control de la fuente infecciosa.

La espiral fisiopatológica del shock cardiogénico involucra: caída del gasto cardíaco → hipotensión → reducción de la presión de perfusión coronaria → isquemia miocárdica → mayor disfunción ventricular → mayor caída del gasto cardíaco. Simultáneamente, la hipoperfusión periférica genera acidosis metabólica, disfunción endotelial y activación de la cascada inflamatoria, produciendo vasodilatación paradójica que agrava la hipotensión (transición a shock mixto cardiogénico-distributivo). La interrupción temprana de esta espiral mediante soporte inotrópico, vasopresor y, en casos refractarios, soporte circulatorio mecánico, es el objetivo central del tratamiento.

Disfunción ventricular derecha en la UCI quirúrgica

La disfunción del ventrículo derecho (VD) es una causa frecuente y frecuentemente subestimada de inestabilidad hemodinámica en la UCI quirúrgica. Tras cirugía torácica (lobectomía, neumonectomía, esofagectomía), la poscarga del VD está aumentada por la pérdida de lecho vascular

pulmonar, la ventilación mecánica con presión positiva, la hipoxia y la acidosis. En la cirugía abdominal mayor, el aumento de la presión intraabdominal y la ventilación mecánica prolongada contribuyen a la sobrecarga del VD. El VD, con su pared delgada y alta complianza, tolera mal los aumentos agudos de poscarga, respondiendo con dilatación, disminución del volumen sistólico y desplazamiento del tabique interventricular hacia la izquierda (interdependencia ventricular), que compromete además el llenado del ventrículo izquierdo.

Arritmias en el postoperatorio

La fibrilación auricular postoperatoria (FAPO) es la arritmia más frecuente en la UCI quirúrgica, con una incidencia que varía del 5% tras cirugía abdominal mayor al 15-25% tras esofagectomía y hasta el 44% tras neumonectomía. Su fisiopatología es multifactorial: inflamación perioperatoria, activación simpática (dolor, hipovolemia, anemia), desequilibrio electrolítico (hipomagnesemia, hipopotasemia), distensión auricular por sobrecarga de volumen, y manipulación quirúrgica directa del pericardio o la aurícula. La FAPO se asocia a mayor estancia en UCI, mayor riesgo de tromboembolismo, mayor incidencia de complicaciones pulmonares y mayor mortalidad perioperatoria.

Lesión miocárdica perioperatoria

La lesión miocárdica tras cirugía no cardíaca (MINS: Myocardial Injury after Noncardiac Surgery) se define como la elevación de troponina de alta sensibilidad por encima del percentil 99 en las primeras 72 horas postoperatorias, atribuida a isquemia, sin necesidad de cumplir criterios completos de infarto de miocardio. MINS ocurre en el 8-25% de los pacientes quirúrgicos de alto riesgo y se asocia de forma independiente a mortalidad a 30 días (OR 3-4). La mayoría de

los episodios de MINS son asintomáticos (>90% no presentan dolor torácico), lo que subraya la necesidad de vigilancia activa con troponina seriada en pacientes de alto riesgo en la UCI quirúrgica.

PERLA CLÍNICA: *La mayoría de los infartos perioperatorios (tipo 2) son silentes. Un paciente postquirúrgico en UCI con hipotensión persistente, taquicardia sin explicación o elevación inexplicada de lactato debe tener una troponina de alta sensibilidad solicitada inmediatamente, independientemente de la ausencia de dolor torácico. La detección temprana de MINS permite intervenciones que reducen la mortalidad: optimización hemodinámica, inicio de aspirina y estatinas, y evaluación cardiológica.*

Cuadro clínico

Shock cardiogénico postquirúrgico. Se presenta con hipotensión arterial (PAS <90 mmHg o necesidad de vasopresores), signos de bajo gasto cardíaco (extremidades frías, llenado capilar lento >3 segundos, piel moteada, alteración del sensorio), y evidencia de presiones de llenado elevadas (ingurgitación yugular, edema pulmonar, hepatomegalia). Los signos de laboratorio incluyen: lactato >2 mmol/L (indicador de hipoperfusión tisular), SvcO₂ <65% (indicador de extracción aumentada de oxígeno por bajo gasto), oliguria (<0,5 mL/kg/h), elevación de troponina y acidosis metabólica. La clasificación SCAI permite estratificar la severidad en tiempo real y guiar la escalada terapéutica.

Disfunción ventricular derecha aguda. Se manifiesta como hipotensión con presión venosa central elevada, signos de congestión derecha (ingurgitación yugular, hepatomegalia, edema periférico) sin congestión pulmonar (radiografía de tórax limpia, presión de enclavamiento normal o baja). El ecocardiograma muestra dilatación del VD con TAPSE <15 mm, movimiento paradójico del tabique interventricular

("signo D" en eje corto) y, en el catéter de arteria pulmonar, elevación de presiones derechas con gasto cardíaco bajo.

Taponamiento cardíaco postquirúrgico. Se presenta con la tríada de Beck (hipotensión, ingurgitación yugular, ruidos cardíacos apagados), aunque en el paciente ventilado y sedado, la presentación puede ser atípica: hipotensión refractaria a volumen y vasopresores, igualación de presiones diastólicas en el catéter de AP ($PVC \approx$ presión diastólica de AP $\approx$ presión de enclavamiento), y pulso paradójico. El ecocardiograma confirma el derrame pericárdico con colapso diastólico de la aurícula derecha. Tras cirugía cardíaca, el taponamiento localizado (hematoma organizado) puede no ser visible en ETT y requerir ETE para el diagnóstico.

Diagnóstico

Ecocardiografía point-of-care en UCI

La ecocardiografía point-of-care (POCUS cardíaco) se ha convertido en una herramienta esencial en la UCI quirúrgica moderna. El protocolo FOCUS (Focused Cardiac Ultrasound) permite en menos de 5 minutos responder a las preguntas clínicas urgentes: ¿Hay derrame pericárdico con signos de taponamiento? ¿Está el ventrículo izquierdo hipocinético? ¿Está el ventrículo derecho dilatado? ¿Hay dilatación de la vena cava inferior (sugere de sobrecarga) o colapso inspiratorio (sugere de hipovolemia)? Este protocolo debe ser dominado por todo intensivista y anestesiólogo que trabaje en UCI quirúrgica.

Para la evaluación hemodinámica avanzada, el ecocardiograma completo (ETT o ETE) proporciona: cuantificación de la función biventricular (FEVI por Simpson, TAPSE, onda S' tricuspídea), estimación de presiones de llenado (E/e' , presión de la aurícula derecha), cuantificación de la PSAP, evaluación de valvulopatías agudas (insuficiencia

mitral isquémica, endocarditis), y guía en tiempo real de la resucitación con volumen (variabilidad de la VCI, integral velocidad-tiempo del tracto de salida del VI).

Catéter de arteria pulmonar

El catéter de arteria pulmonar (Swan-Ganz) proporciona la evaluación hemodinámica más completa disponible: presiones derechas (PVC, presión de AP, presión de enclavamiento), gasto cardíaco (por termodilución continua o intermitente), resistencias vasculares sistémica y pulmonar, y saturación venosa mixta de oxígeno (SvO₂). Su uso ha sido debatido en décadas recientes, pero mantiene indicaciones claras en la UCI quirúrgica: shock cardiogénico con necesidad de titulación fina del soporte farmacológico y mecánico, fallo del VD (diferenciación de presiones derechas e izquierdas), hipertensión pulmonar severa, y guía de la terapia con ECMO. La clasificación hemodinámica del shock según el perfil presión-gasto (cuatro cuadrantes: "mojado/seco" × "frío/caliente") orienta la estrategia terapéutica.

Tabla 1. Perfiles hemodinámicos del shock y su manejo en la UCI quirúrgica.

Perfil	PVC/PECP	IC	RV S	Fenotipo	Tratamiento principal
Caliente y húmedo	↑↑	Normal / ↓	↓↓	Distributivo (sepsis)	Vasopresores (norepinefrina), antibióticos, control de fuente

Frío y húmedo	↑↑	↓↓	↑↑	Cardiogénico clásico	Inotrópicos (dobutamina/milrinona), considerar SCM
Frío y seco	↓/ Normal	↓↓	↑↑	Hipovolémico / cardiogénico con depleción	Volumen cauteloso + inotrópico
Caliente y seco	↓	Normal	↓	Vasodilatación sin congestión	Vasopresores de baja dosis

PVC: presión venosa central; PECP: presión de enclavamiento capilar pulmonar; IC: índice cardíaco; RVS: resistencia vascular sistémica; SCM: soporte circulatorio mecánico. Fuente: Elaboración propia basada en clasificación Forrester y referencias 1-5.

Biomarcadores en la UCI quirúrgica

La vigilancia con biomarcadores en la UCI quirúrgica incluye: troponina de alta sensibilidad (seriada cada 8-12 horas durante 48-72 horas en pacientes de alto riesgo para detección de MINS), péptido natriurético cerebral o NT-proBNP (evaluación de congestión y estrés parietal ventricular), lactato arterial seriado (indicador de perfusión tisular global; la tendencia es más informativa que el valor aislado), y procalcitonina (diferenciación entre respuesta inflamatoria quirúrgica estéril y sepsis, útil cuando la PCR pierde especificidad en el postoperatorio).

PERLA CLÍNICA: *El lactato arterial es el biomarcador más importante de la UCI quirúrgica. Un lactato >2 mmol/L que no aclara en las primeras 6-8 horas postoperatorias, o que asciende después de un descenso inicial, debe desencadenar una evaluación sistemática: ¿hay hipoperfusión (bajo gasto, hipotensión)? ¿hay una causa quirúrgica (sangrado, isquemia mesentérica, fuga anastomótica)? ¿hay sepsis? No atribuir un lactato elevado a "estrés quirúrgico" sin descartar estas causas tratables.*

Tratamiento

Soporte farmacológico vasopresor e inotrópico

La selección del fármaco vasoactivo debe basarse en el fenotipo hemodinámico del shock. La norepinefrina es el vasopresor de primera línea en la mayoría de los escenarios por su efecto α_1 -agonista predominante (vasoconstricción) con efecto β_1 moderado (inotrópico leve), a dosis de 0,05-1 $\mu\text{g/kg/min}$. La dobutamina (2-20 $\mu\text{g/kg/min}$) es el inotrópico de primera línea para el shock cardiogénico con bajo gasto y congestión, actuando como agonista β_1 (inotrópico positivo) y β_2 (vasodilatador leve). La milrinona (0,375-0,75 $\mu\text{g/kg/min}$) es un inhibidor de la fosfodiesterasa III que combina inotropismo con vasodilatación pulmonar y sistémica, siendo particularmente útil en la disfunción del VD con hipertensión pulmonar. La vasopresina (0,01-0,04 U/min) se utiliza como vasopresor de segunda línea en el shock distributivo refractario a norepinefrina.

Tabla 2. Fármacos vasoactivos en la UCI quirúrgica: mecanismo, indicación y dosis.

Fármaco	Mecanismo	Indicación principal	Dosis habitual	Precauciones
---------	-----------	----------------------	----------------	--------------

Norepinefrina	$\alpha 1 > \beta 1$	Vasopresor 1ª línea	0,05–1 $\mu\text{g/kg/}$	Isquemia digital a dosis
Dobutamina	$\beta 1 > \beta 2$	Inotrópico 1ª línea	2–20 $\mu\text{g/kg/min}$	Taquicardia, arritmias,
Milrinona	Inhib. PDE-	Fallo del VD con	0,375–0,75 $\mu\text{g/}$	Hipotensión; ajustar en
Vasopresina	V1 (vascul	Vasopresor 2ª línea	0,01–0,04 U/min	Isquemia mesentérica/
Epinefrina	$\alpha 1 + \beta 1 +$	Shock refractario,	0,01–0,5 $\mu\text{g/kg/}$	Taquiarritmias
Levosimendina	Sensibiliz.	Fallo cardíaco	0,1–0,2 $\mu\text{g/kg/}$	Hipotensión; vida media

PDE-III: fosfodiesterasa III; VD: ventrículo derecho; PCR: paro cardiorrespiratorio. Fuente: Elaboración propia basada en guías ESC y ACC 2024, referencias 1-8.

Manejo de la disfunción ventricular derecha

El tratamiento de la disfunción aguda del VD en la UCI quirúrgica sigue un enfoque escalonado: optimización de la precarga (evitar tanto la hipovolemia como la sobrecarga; en el fallo del VD, los bolos de volumen deben ser cautelosos — 250 mL— con reevaluación después de cada bolo, ya que la sobrecarga dilata el VD y empeora la interdependencia ventricular), reducción de la poscarga del VD (ventilación protectora con PEEP mínima efectiva, corrección de hipoxia, hipercapnia y acidosis; vasodilatadores pulmonares inhalados: óxido nítrico inhalado 20-40 ppm o epoprostenol nebulizado 50 μg cada 4-6 horas), soporte inotrópico (milrinona preferida por su efecto vasodilatador pulmonar; dobutamina como alternativa), mantenimiento de la presión de perfusión coronaria del VD (norepinefrina para mantener PAM >65

mmHg, ya que la perfusión del VD depende de la presión aórtica), y soporte mecánico en casos refractarios (ECMO VA o dispositivo de asistencia ventricular derecho percutáneo tipo Impella RP o TandemHeart ProtekDuo).

Soporte circulatorio mecánico

El soporte circulatorio mecánico (SCM) se indica en el shock cardiogénico refractario al tratamiento farmacológico máximo (SCAI estadio D-E). Los dispositivos disponibles incluyen, en orden de escalamiento: balón de contrapulsación intraaórtico (BIAC), que mejora la perfusión coronaria y reduce la poscarga del VI pero con soporte hemodinámico limitado ($\sim 0,5$ L/min); microaxial pump (Impella CP/5.5), que descarga activamente el VI y proporciona flujo anterógrado de 3,5-5,5 L/min; y ECMO VA, que proporciona soporte circulatorio y respiratorio completo (hasta 6-7 L/min de flujo) pero no descarga el VI (puede requerir venteo izquierdo complementario con BIAC o Impella para evitar la distensión ventricular izquierda).

La selección del dispositivo depende del tipo de fallo (izquierdo, derecho o biventricular), la necesidad de soporte oxigenatorio, la disponibilidad institucional y la experiencia del equipo. La implementación de equipos de shock (Shock Teams) multidisciplinarios ha demostrado mejorar los resultados en el shock cardiogénico al estandarizar los protocolos de escalamiento, la selección de dispositivos y los criterios de decanulación.

Algoritmo de manejo

El siguiente algoritmo presenta el manejo escalonado del shock cardiogénico postquirúrgico en la UCI. El primer punto de decisión es la identificación de causas quirúrgicamente corregibles (taponamiento, sangrado, complicación mecánica), que requieren reexploración emergente. El shock sin causa quirúrgica se maneja con soporte farmacológico (vasopresores + inotrópicos), con evaluación de respuesta a las 2-4 horas. El shock refractario se escala a soporte circulatorio mecánico según disponibilidad institucional.

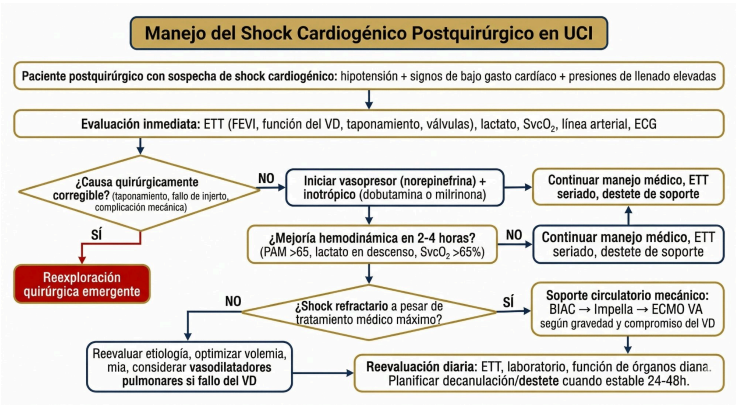


Figura 2. Algoritmo de manejo del shock cardiogénico postquirúrgico en UCI. ETT: ecocardiograma transtorácico; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; VD: ventrículo derecho; PAM: presión arterial media; SvcO₂: saturación venosa central de oxígeno; BIAC: balón de contrapulsación intraaórtico; ECMO VA: oxigenación por membrana extracorpórea venoarterial. Fuente: Diagrama generado mediante inteligencia artificial (Gemini, Google DeepMind, 2026).

PERLA CLÍNICA: En Ecuador, el acceso a Impella es inexistente y el ECMO es limitado a pocos centros. Por tanto, el BIAC y la optimización farmacológica máxima constituyen los pilares disponibles del SCM. La prioridad debe ser la detección precoz del deterioro hemodinámico y la escalada terapéutica temprana antes de alcanzar el estadio SCAI E (extremis), donde la mortalidad supera el 70% independientemente del soporte aplicado. La ventana de intervención óptima es el estadio SCAI C-D.

Pronóstico

El pronóstico del shock cardiogénico postquirúrgico depende de la etiología, la rapidez de instauración del tratamiento, el número de órganos en fallo y la respuesta al soporte inicial. La mortalidad global del shock cardiogénico permanece en torno al 40-50% a 30 días, con variaciones significativas según el estadio SCAI: estadio B ~10%, estadio C ~30%, estadio D ~50%, estadio E >70%. La implementación de Shock Teams y protocolos estandarizados de escalamiento ha demostrado reducir la mortalidad en un 20-30% en centros que los han adoptado.

Los factores pronósticos negativos en la UCI quirúrgica incluyen: edad >75 años, shock mixto (cardiogénico-distributivo), fallo biventricular, lactato >8 mmol/L al ingreso, necesidad de tres o más vasopresores, fallo multiorgánico (Score SOFA >12), y retraso en la escalada a soporte circulatorio mecánico cuando está indicado. La vigilancia seriada con la clasificación SCAI cada 12-24 horas permite identificar la trayectoria del paciente (mejoría vs. deterioro) y guiar las decisiones de escalada o desescalada.

La recuperación cardiovascular tras el shock cardiogénico postquirúrgico es posible en una proporción significativa de pacientes si el soporte se instaura tempranamente: en la serie ECMO-CS, aproximadamente el 40% de los pacientes con shock cardiogénico y ECMO VA fueron decanulados exitosamente con recuperación de la función ventricular. El seguimiento cardiológico a largo plazo es esencial en todos los supervivientes de shock cardiogénico, con reevaluación ecocardiográfica a los 3 y 6 meses.

Recomendaciones

Tabla 3. Recomendaciones para los cuidados cardiovasculares en la UCI quirúrgica.

Recomendación	Nivel
Ecocardiografía POCUS/FOCUS disponible en toda UCI quirúrgica; competencia obligatoria del intensivista	A
Troponina de alta sensibilidad seriada (c/8-12h × 48-72h) en todos los pacientes de alto riesgo cardiovascular	B
Lactato arterial seriado como marcador primario de perfusión tisular; evaluar tendencia cada 2-4 horas	A
Norepinefrina como vasopresor de primera línea en la UCI quirúrgica	A
Catéter de arteria pulmonar en shock cardiogénico con necesidad de titulación fina o fallo del VD	B
Milrinona preferida sobre dobutamina en disfunción aguda del VD con hipertensión pulmonar	B
Óxido nítrico inhalado o epoprostenol nebulizado para reducción selectiva de poscarga del VD	B
Escalada temprana a soporte circulatorio mecánico (SCAI C-D) antes de alcanzar estadio E	B
Shock Team multidisciplinario con protocolos estandarizados de escalamiento	B

Clasificación SCAI seriada cada 12-24h para monitorizar trayectoria del shock	C
Oximetría bilateral (mano derecha + pie) en pacientes con ECMO VA para detección de síndrome de Arlequín	C

POCUS: point-of-care ultrasound; VD: ventrículo derecho; SCAI: Society for Cardiovascular Angiography and Interventions; ECMO VA: oxigenación por membrana extracorpórea venoarterial. Nivel: A (alto), B (moderado), C (bajo/experto). Fuente: Elaboración propia basada en guías ACC 2025, SCAI, ESC y referencias 1-12.

Caso clínico integrador

Presentación. Paciente masculino de 68 años con antecedentes de cardiopatía isquémica crónica (IAM inferior hace 5 años, stent en arteria coronaria derecha), FEVI preoperatoria 42%, diabetes mellitus tipo 2, EPOC moderado. Sometido a gastrectomía total por adenocarcinoma gástrico con linfadenectomía D2. La cirugía transcurre sin complicaciones, con duración de 4,5 horas, sangrado estimado de 600 mL y balance hídrico intraoperatorio de +1.200 mL. Ingresa a UCI quirúrgica con norepinefrina a 0,06 µg/kg/min.

Evolución en UCI (primeras 12 horas). A las 6 horas del ingreso, el paciente presenta deterioro hemodinámico progresivo: PAM 55 mmHg a pesar de norepinefrina a 0,2 µg/kg/min, taquicardia sinusal de 118 lpm, oliguria (diuresis 15 mL/h), lactato en ascenso (2,4 → 4,1 → 6,8 mmol/L en 6 horas), SvcO₂ 48%. No hay sangrado activo por drenajes. Se realiza POCUS cardíaco urgente: FEVI estimada 25-30% (nueva disfunción sistólica severa vs. preoperatoria de 42%), akinesia de la pared inferior y posterolateral, VD levemente dilatado pero sin signos de fallo derecho predominante, VCI distendida sin colapso inspiratorio, sin derrame pericárdico.

Diagnóstico y manejo. Se solicita troponina de alta sensibilidad urgente: 3.450 ng/L (elevación masiva). ECG: elevación de ST en cara inferior (DII, DIII, aVF) con depresión recíproca en DI y aVL. Diagnóstico: infarto perioperatorio tipo 1 (probable trombosis del stent de la coronaria derecha) con shock cardiogénico SCAI estadio C. Se inicia dobutamina a 10 $\mu\text{g/kg/min}$ con mejoría parcial del IC ($1,8 \rightarrow 2,3 \text{ L/min/m}^2$). Se coloca catéter de arteria pulmonar: PVC 18 mmHg, PAP 42/22 mmHg, PECP 24 mmHg, GC 3,2 L/min (IC $1,7 \text{ L/min/m}^2$), RVS $1.800 \text{ dyn} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}^{-5}$ — perfil "frío y húmedo," confirmando shock cardiogénico clásico. Se activa protocolo de código infarto: el paciente es trasladado a sala de hemodinamia donde se confirma trombosis del stent y se realiza angioplastia exitosa con nuevo stent farmacoactivo.

Postoperatorio. El paciente retorna a UCI con norepinefrina y dobutamina en destete progresivo. A las 24 horas: PAM 72 mmHg con norepinefrina a $0,04 \mu\text{g/kg/min}$, lactato $2,1 \text{ mmol/L}$ en descenso, SvcO_2 62%, diuresis recuperada a $0,8 \text{ mL/kg/h}$. ETT a las 48 horas: FEVI 35% (recuperación parcial respecto al nadir de 25-30%), akinesia residual inferior. Se suspenden vasopresores al día 3. Se inicia aspirina, ticagrelor, estatinas y betabloqueante a baja dosis. Alta de UCI al día 5, alta hospitalaria al día 14 con seguimiento cardiológico y oncológico programado.

Análisis del caso. Este caso ilustra: (a) la vulnerabilidad del paciente con cardiopatía isquémica crónica al estrés quirúrgico (trombosis de stent por estado protrombótico postquirúrgico); (b) la importancia del POCUS cardíaco como primera evaluación ante el deterioro hemodinámico (detección de nueva disfunción sistólica en minutos); (c) la troponina como herramienta diagnóstica esencial que reveló

MINS de alto riesgo; (d) el catéter de AP para la caracterización hemodinámica precisa que guió la selección farmacológica; (e) la clasificación SCAI para la estadificación del shock y la activación de protocolos; y (f) la necesidad de coordinación UCI-hemodinamia para el manejo del infarto perioperatorio tipo 1, una emergencia cardiovascular en el paciente quirúrgico.

Bibliografía

1. Naidu SS, Baran DA, Jentzer JC, et al. SCAI SHOCK Stage Classification Expert Consensus Update. *J Am Coll Cardiol.* 2022;79(9):933-946. doi: 10.1016/j.jacc.2022.01.018.
2. Defined M, Defined S, Defined L. 2025 Concise Clinical Guidance: ACC Expert Consensus Statement on the Evaluation and Management of Cardiogenic Shock. *J Am Coll Cardiol.* 2025;85(16):1590-1618. doi: 10.1016/j.jacc.2025.02.018.
3. Defined M, Defined S, Defined L. Management of cardiogenic shock: a narrative review. *Ann Intensive Care.* 2024;14(1):45. doi: 10.1186/s13613-024-01260-y.
4. Defined M, Defined S, Defined L. Management of cardiogenic shock: state-of-the-art. *Intensive Care Med.* 2024;50(11):1834-1851. doi: 10.1007/s00134-024-07618-x.
5. Defined M, Defined S, Defined L. The management of cardiogenic shock from diagnosis to devices. *CHEST Crit Care.* 2024;2(2):100063. doi: 10.1016/j.chstcc.2024.100063.
6. Defined M, Defined S, Defined L. Clinical review of cardiogenic shock after acute myocardial infarction. *Circ J.* 2025;89(1):1-14. doi: 10.1253/circj.CJ-24-0705.
7. Defined M, Defined S, Defined L. Temporary mechanical circulatory support after cardiac surgery. *J Cardiothorac*

- Vasc Anesth. 2024;38(10):2241-2258. doi: 10.1053/jjvca.2024.06.025.
8. Defined M, Defined S, Defined L. Management of post-cardiotomy shock. US Cardiol Rev. 2024;18:e11. doi: 10.15420/usc.2023.14.
 9. Defined M, Defined S, Defined L. ICU management of cardiogenic shock before mechanical support. Curr Opin Crit Care. 2024;30(4):362-370. doi: 10.1097/MCC.0000000000001182.
 10. Thiele H, Zeymer U, Akin I, et al. Extracorporeal life support in infarct-related cardiogenic shock. N Engl J Med. 2023;389(14):1286-1297. doi: 10.1056/NEJMoa2307227.
 11. Moller JE, Engstrom T, Jensen LO, et al. Microaxial flow pump or standard care in infarct-related cardiogenic shock. N Engl J Med. 2024;390(15):1382-1393. doi: 10.1056/NEJMoa2312572.
 12. Halvorsen S, Mehilli J, Cassese S, et al. 2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery. Eur Heart J. 2022;43(39):3826-3924. doi: 10.1093/eurheartj/ehac270.

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y LIMITACIÓN DE USO

La información contenida en esta obra tiene un propósito exclusivamente académico y de divulgación científica. No debe, en ningún caso, considerarse un sustituto de la asesoría profesional calificada en contextos de urgencia o emergencia clínica. Para el diagnóstico, tratamiento o manejo de condiciones médicas específicas, se recomienda la consulta directa con profesionales debidamente acreditados por la autoridad competente.

La responsabilidad del contenido de cada artículo recae exclusivamente en sus respectivos autores.

ISBN: **978-9907-801-33-0**

Velseris Quito, Ecuador

Marzo 2025

Editado en Ecuador

Toda forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra queda sujeta a autorización previa y expresa de los titulares de los derechos, conforme a lo dispuesto en la normativa vigente.