

Fundamentos Modernos de Cirugía General

**Sebastián Celestino Toledo Toledo
Juan Diego Lanchi Campoverde
Luis David Villacrés Peñafiel
Andy Steven Reinoso Silva
Carlos Alejandro Villamarín Aguirre**

Fundamentos Modernos de Cirugía General

Consejo Editorial

María Claudia Parejo Ortiz, Universidad Cooperativa de Colombia

Paula Andrea Mesa Casalins, Universidad Libre Barranquilla

César Augusto Guzmán, Universidad del Sinú Cartagena

Revisores

Daniela Alejandra Burgos Donoso, Hospital General del Sur de Quito- IESS

María José Toro Paca, Hospital General del Sur de Quito-IESS

Declaración de conflicto de intereses de los autores

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses financieros, personales, académicos o profesionales que puedan haber influido de manera inapropiada en la elaboración, análisis o publicación de este trabajo. Asimismo, confirman que el contenido presentado ha sido desarrollado con criterios de objetividad, transparencia e integridad científica.

Las políticas editoriales de VELSERIS— autoría, conflictos de interés, manejo de correcciones y retractaciones, revisión por pares y conducta editorial — se rigen por las Core Practices publicadas por el Committee on Publication Ethics (COPE), disponibles en publicationethics.org/core-practices.

Publicado por VELSERIS, Manta, Ecuador

ISBN:978-9907-801-56-9 Camara ecuatoriana del libro

<http://doi.org/10.56470/978-9907-801-56-9>

Esta obra se distribuye bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).



Índice de Autores

Sebastián Celestino Toledo Toledo

Médico Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

Magister Salud Pública UNEMI

Médico Residente Hospital Clínica la Fe

Médico General Consultorio Médico La esperanza

Juan Diego Lanchi Campoverde

Médico Universidad de Cuenca

Médico General

Luis David Villacrés Peñafiel

Médico Cirujano Universidad Regional Autónoma de Los Andes

Mgs. Gerencia en instituciones de salud

Mgs . Docencia e investigación superior

Médico Residente Cirugía General (Hospital General Latacunga)

Andy Steven Reinoso Silva

Médico, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

Médico Rural - MSP

Carlos Alejandro Villamarín Aguirre

Médico PUCE (Pontificia Universidad Católica del Ecuador)

MD Privado

Índice

Cirugía Colorrectal en Patología Benigna y Maligna	6
Sebastián Celestino Toledo Toledo	6
Emergencias Quirúrgicas Gastrointestinales	20
Juan Diego Lanchi Campoverde	20
Infecciones Intraabdominales y Sepsis Quirúrgica	33
Luis David Villacrés Peñafiel	33
Trauma Abdominal y Control de Daños	46
Andy Steven Reinoso Silva	46
Cirugía de Precisión en Cirugía General: Inteligencia Artificial, Biomarcadores y Toma de Decisiones Clínicas	60
Carlos Alejandro Villamarín Aguirre	60

Cirugía Colorrectal en Patología Benigna y Maligna

Sebastián Celestino Toledo Toledo

Introducción

La cirugía colorrectal representa uno de los pilares fundamentales dentro del arsenal terapéutico de la cirugía general y del aparato digestivo. El espectro de enfermedades que abarca incluye entidades de altísima prevalencia global, tanto benignas como malignas, requiriendo del cirujano un conocimiento anatómico preciso, un juicio clínico riguroso y una destreza técnica excepcional.

Desde un contexto epidemiológico actual, el **cáncer colorrectal (CCR)** se posiciona como la tercera neoplasia más diagnosticada a nivel mundial y la segunda causa de muerte por cáncer, con una estimación de más de 1.9 millones de nuevos casos anuales [DATO POR CONFIRMAR]. Paralelamente, la patología benigna, liderada por la **enfermedad diverticular** y las **enfermedades inflamatorias intestinales (EII)**, impone una carga significativa sobre los sistemas de salud debido a su tendencia a la cronicidad, complicaciones agudas y requerimiento de intervenciones quirúrgicas de urgencia y electivas.

La relevancia clínica de dominar esta área radica en la evolución exponencial de las estrategias de tratamiento durante las últimas dos décadas. La transición desde abordajes tradicionales abiertos hacia la cirugía mínimamente invasiva (laparoscópica y robótica), sumada a la estandarización de técnicas como la **escisión total del mesorrecto (ETM)**, ha mejorado drásticamente la supervivencia oncológica y la morbilidad postoperatoria.

Los objetivos primordiales de este capítulo son proporcionar una revisión exhaustiva y actualizada de las bases fisiopatológicas, las modalidades de estadificación y diagnóstico, y el manejo quirúrgico

paso a paso de las afecciones colorrectales más representativas. Asimismo, se integrarán los conceptos más modernos de optimización perioperatoria y se discutirán las controversias científicas que moldean la práctica quirúrgica contemporánea.

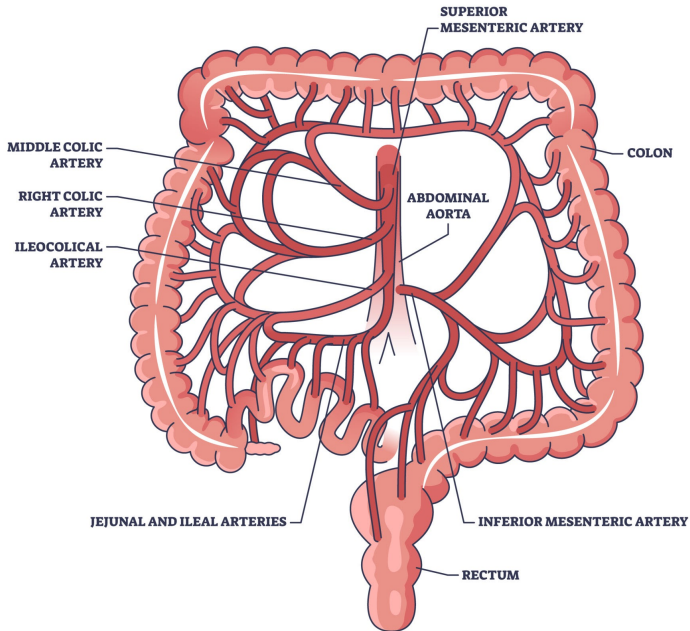
Bases anatómicas y fisiopatológicas

El éxito de cualquier resección colorrectal depende críticamente de la comprensión de la anatomía vascular, linfática y fascial. La irrigación del colon se deriva de dos ejes principales: la **arteria mesentérica superior (AMS)** para el intestino medio (ciego, colon ascendente y dos tercios proximales del colon transverso) y la **arteria mesentérica inferior (AMI)** para el intestino posterior (tercio distal del colon transverso, colon descendente, sigmoides y tercio superior del recto). La comunicación colateral entre ambos sistemas se establece a través de la **arteria marginal de Drummond** y el **arco de Riolan**.

En el contexto oncológico, la fisiopatología de la diseminación tumoral dicta la extensión de la resección. El drenaje linfático sigue invariablemente el trayecto de los vasos nutricios. Por ello, el principio oncológico de la **escisión mesocólica completa (EMC)**, introducido por Hohenberger, exige la ligadura central de los vasos (ligadura vascular alta) y la disección aguda a través de los planos embriológicos (fascia de Toldt), extirpando el colon intacto con su envoltura mesentérica completa.

En el recto, la anatomía fascial es aún más crítica. El recto está envuelto por la fascia visceral (fascia propia), la cual contiene el mesorrecto (grasa y ganglios linfáticos perirrectales). La fascia parietal pélvica recubre las paredes de la pelvis. La disección en el espacio avascular o "plano sagrado" entre estas dos fascias constituye la ETM, técnica que ha reducido las tasas de recurrencia local del cáncer de recto de un 30% a menos del 5%.

MESENTERIC ARTERY



Esquema anatómico detallado de la vascularización colorrectal y los planos fasciales pélvicos. La imagen debe mostrar el colon in situ con sus relaciones vasculares mayores (AMS y AMI) y un corte transversal de la pelvis ilustrando el plano de disección avascular entre la fascia mesorrectal (visceral) y la fascia pélvica parietal para la ETM.

En la patología benigna, como la diverticulitis, la fisiopatología se centra en la herniación de la mucosa y submucosa a través de las *vasa recta* en la pared muscular del colon (sitios de menor resistencia), predominantemente en el sigmoides debido a la ley de Laplace (menor radio, mayor presión intraluminal). La obstrucción del cuello del divertículo por un fecalito genera micro o macroperforación, desencadenando desde una inflamación flemónica localizada hasta peritonitis fecal difusa.

Evaluación clínica y diagnóstica

La evaluación diagnóstica debe ser estructurada, combinando la sospecha clínica con herramientas endoscópicas y radiológicas avanzadas.

Herramientas diagnósticas fundamentales

- **Colonoscopia:** Es el estándar de oro para el diagnóstico de neoplasias y EII. Permite la visualización directa, la toma de biopsias y el tatuaje con tinta china de las lesiones pequeñas para su posterior identificación intraoperatoria. En pacientes con CCR obstructivo, se debe considerar la colonografía por TC o la evaluación postoperatoria del colon remanente.
- **Marcadores tumorales:** El **antígeno carcinoembrionario (CEA)** debe solicitarse en todo paciente con diagnóstico de CCR. Su utilidad principal radica en el pronóstico basal y en el seguimiento postoperatorio continuo para detectar recurrencias tempranas.
- **Tomografía Computarizada (TC):** La TC toraco-abdomino-pélvica con contraste intravenoso es obligatoria para la etapificación sistémica del CCR (búsqueda de metástasis hepáticas o pulmonares) y es la modalidad de elección para clasificar y guiar el manejo de la diverticulitis aguda.
- **Resonancia Magnética (RM) Pélvica:** Es el estudio de elección, obligatorio a nivel internacional, para la estadificación locorregional del cáncer de recto. Permite evaluar con alta precisión la infiltración de la capa muscular (categoría T), la presencia de ganglios sospechosos (categoría N) y, de suma importancia, la relación del tumor con la **fascia mesorrectal (FMR)**. Un margen circunferencial de resección (MCR) pronosticado por $RM \leq 1 \text{ mm}$ es indicación absoluta de terapia neoadyuvante.

Clasificaciones y escalas vigentes

Para estandarizar el manejo oncológico, se emplea la octava edición del manual del *American Joint Committee on Cancer (AJCC)*.

Tabla 1. Clasificación TNM Simplificada para Cáncer Colorrectal (AJCC 8.ª edición)

Estadio	Categoría T (Tumor primario)	Categoría N (Ganglios linfáticos)	Categoría M (Metástasis)	Notas Clínicas Clave
I	T1 (Submucosa) o T2 (Muscularis propia)	N0 (Sin ganglios metastásicos)	M0 (Sin metástasis)	Generalmente manejo quirúrgico exclusivo. Alta tasa de curación.
II	T3 (Subserosa/Grasa perirrectal) o T4 (Peritoneo visceral/Órganos adyacentes)	N0	M0	Considerar quimioterapia adyuvante en Estadio II con factores de alto riesgo (ej. perforación, T4, <12 ganglios resecados).
III	Cualquier T	N1 (1-3 ganglios) o N2 (≥ 4 ganglios)	M0	Indicación clara para terapia sistémica adyuvante tras cirugía curativa.

IV	Cualquier T	Cualquier N	M1 (M1a: 1 órgano; M1b: >1 órgano; M1c: Peritoneo)	Manejo multidisciplinario. Posible resección de primario y oligometástasis (ej. hepáticas).
----	-------------	-------------	--	---

Manejo de la patología colorrectal benigna

Enfermedad Diverticular

El manejo de la diverticulitis aguda depende enteramente del grado de severidad al momento de la presentación, el cual se clasifica mediante la **Clasificación de Hinchey Modificada**.

Tabla 2. Clasificación de Hinchey Modificada y Estrategia de Manejo

Estadio Hinchey	Hallazgos Tomográficos (TC) / Intraoperatorios	Manejo de Primera Línea Recomendado
I	Flemón pericólico (Ia) o absceso pericólico localizado (Ib)	Reposo intestinal, antibióticos (ej. ambulatorio si tolera vía oral). Drenaje percutáneo si absceso > 3-4 cm.
II	Absceso pélvico o retroperitoneal distante	Drenaje percutáneo guiado por TC + antibióticos IV. Cirugía electiva diferida (debatido).

III	Peritonitis purulenta generalizada	Resucitación urgente. Cirugía: Procedimiento de Hartmann o Resección con anastomosis primaria ± ileostomía de protección. El lavado laparoscópico es controversial.
IV	Peritonitis fecal generalizada	Emergencia quirúrgica. Procedimiento de Hartmann (resección sigmoidea, colostomía terminal, cierre del muñón rectal).

Manejo Quirúrgico: La resección sigmoidea laparoscópica electiva tras episodios recurrentes se individualiza actualmente; las guías sugieren basar la decisión en la calidad de vida del paciente más que en el número de episodios. El abordaje incluye la movilización del sigmoidees, ligadura de la AMI (conservando, si es posible, la arteria cólica izquierda en patología benigna) y anastomosis colorrectal en el promontorio sacro inferior, asegurando márgenes distal y proximal libres de hipertrofia muscular y divertículos severos.

Enfermedad Inflamatoria Intestinal (EII)

En la **Colitis Ulcerosa (CU)**, la indicación de cirugía de urgencia incluye el megacolon tóxico refractario, perforación o sangrado masivo. El procedimiento de elección en urgencia es la colectomía subtotal con ileostomía terminal. En el escenario electivo (refractoriedad médica o displasia/cáncer), la **proctocolectomía restauradora con anastomosis reservorio ileoanal (IPAA)** es el procedimiento curativo estándar.

En la **Enfermedad de Crohn (EC)**, la cirugía no es curativa, y el principio rector es la preservación intestinal. Las indicaciones incluyen obstrucción fibroestenótica, fistulas complejas o abscesos refractarios. Las estricturoplastias o las resecciones segmentarias conservadoras son preferidas sobre las resecciones radicales.

5. Manejo quirúrgico de la patología colorrectal maligna

La resección quirúrgica oncológica requiere meticulosidad técnica para lograr márgenes R0 (microscópicamente negativos) y un vaciamiento ganglionar adecuado (mínimo 12 ganglios linfáticos, idealmente mediante EMC).

Hemicolectomía Derecha

Indicada para tumores de ciego, colon ascendente y ángulo hepático.

Técnica Mínimamente Invasiva (Abordaje Medial a Lateral):

1. **Posicionamiento y Neumoperitoneo:** Paciente en decúbito supino, ligera posición de Trendelenburg modificado lateralizado a la izquierda. Se instaura neumoperitoneo (12-15 mmHg).
2. **Identificación vascular:** Se expone el eje de los vasos mesentéricos superiores. Se tracciona el pedículo ileocólico hacia el cenit.
3. **Ligadura vascular alta:** Incisión sobre el peritoneo que recubre los vasos. Se aísla, clipa y secciona la vena y arteria ileocólicas en su origen.
4. **Disección inter-fascial:** Se ingresa al plano embriológico avascular entre el mesocolon derecho y la fascia de Toldt. Se disecciona lateralmente, protegiendo retroperitonealmente el duodeno, la cabeza del páncreas y el uréter derecho.
5. **Movilización del ángulo hepático:** Sección del ligamento gastrocólico y hepatocólico.
6. **Sección intestinal y Anastomosis:** Exteriorización de la pieza a través de una minilaparotomía (Pfannenstiel o periumbilical) y anastomosis extracorpórea ileotransversa (mecánica latero-lateral o manual), o alternativamente, confección de anastomosis intracorpórea total laparoscópica.

Hemicolectomía Izquierda y Resección Sigmoidea

Indicadas para lesiones del colon descendente y sigmoides, respectivamente.

El principio es similar al lado derecho: abordaje medial a lateral. Se inicia con la identificación de la AMI a nivel de la aorta abdominal.

Alerta quirúrgica: Durante la movilización del ángulo esplénico y la tracción de la vena mesentérica inferior (VMI) cerca de su inserción bajo el borde inferior del páncreas (ligamento de Treitz),

una fuerza excesiva puede causar desgarros venosos severos y de difícil control. Se requiere manipulación gentil e instrumentos romos.

Cirugía de Cáncer de Recto

El nivel del tumor dicta el abordaje.

- **Resección Anterior Baja (RAB):** Para tumores del recto superior y medio. Consiste en la ETM preservando el aparato esfinteriano. Tras movilizar el colon izquierdo y el ángulo esplénico para asegurar un injerto libre de tensión, se diseca la pelvis siguiendo el "plano sagrado". Se secciona el recto distal al tumor (margen oncológico distal mínimo de 5 cm para recto superior, y de 1-2 cm para recto inferior post-neoadyuvancia). Se restablece el tránsito mediante una anastomosis colorrectal mecánica con grapadora circular intra-anal. A menudo se requiere una ileostomía en asa de protección para mitigar el impacto clínico de una potencial fuga anastomótica.
- **Resección Abdominoperineal (RAP) o Procedimiento de Miles:** Indicada cuando el tumor invade directamente el complejo esfinteriano (músculo elevador del ano o esfínteres intra/extracorpóreos) o cuando es imposible lograr un margen distal negativo. Implica la escisión permanente del recto, ano y tejido perianal, resultando en una colostomía terminal permanente.

Manejo perioperatorio y complicaciones

Protocolos ERAS (Enhanced Recovery After Surgery)

La implementación de protocolos ERAS es el estándar de cuidado, demostrando reducción en estancia hospitalaria, costos y morbilidad perioperatoria.



Algoritmo de flujo interactivo del Protocolo ERAS en Cirugía Colorrectal. El esquema debe dividir el proceso en: **Preoperatorio** (asesoramiento, sin ayuno prolongado, carga de carbohidratos, optimización de anemia), **Intraoperatorio** (anestesia ahorradora de opioides, normotermia, fluidoterapia restrictiva dirigida por metas, cirugía mínimamente invasiva) y **Postoperatorio** (movilización temprana, inicio de tolerancia oral a las 4 horas, retiro temprano de sondas/drenajes).

- **Preparación mecánica y antibiótica:** Existe consenso en utilizar preparación intestinal mecánica combinada con antibióticos orales el día previo a cirugía electiva para reducir infecciones del sitio quirúrgico.
- **Profilaxis Antimicrobiana y Antitrombótica:**
 - **Antibióticos IV:** Se recomienda la administración de antibióticos sistémicos 60 minutos antes de la incisión. Ejemplo: Cefazolina 2 g IV + Metronidazol 500 mg IV (Nivel de evidencia 1A). En pacientes alérgicos, alternativas como fluoroquinolonas + metronidazol.
 - **Anticoagulación:** Heparina de bajo peso molecular preoperatoria continuada por 28 días postoperatorios en cáncer (Ej. Enoxaparina 40 mg SC/día, Nivel de evidencia 1A).

Complicaciones Postoperatorias

- **Fuga Anastomótica (FA):** Es la complicación más temida (incidencia 3-10%). La etiología suele relacionarse con tensión excesiva, isquemia en la línea de sutura (evaluada

hoy en día mediante angiografía con verde de indocianina) o fallas técnicas. Clínicamente, se presenta al 5°-7° día con taquicardia, fiebre, dolor abdominal, o peritonitis. El diagnóstico se confirma con TC abdominal con contraste hidrosoluble por vía rectal. El manejo de una FA mayor con peritonitis requiere reintervención urgente (desmantelamiento de la anastomosis y estoma terminal).

- **Íleo Paralítico Prolongado:** Prevenido eficazmente mediante el abordaje laparoscópico y los protocolos ERAS.
- **Infección del Sitio Quirúrgico (ISQ):** Disminuida notablemente mediante protectores de herida, profilaxis adecuada y normotermia intraoperatoria.

Nota clínica: La preservación meticulosa de los nervios hipogástricos y del plexo pélvico autónomo durante la ETM es esencial para evitar disfunciones urinarias (retención, incontinencia) y disfunciones sexuales postoperatorias, que merman severamente la calidad de vida del paciente oncológico.

Avances recientes y controversias actuales

La cirugía colorrectal es un campo en constante innovación. Entre los desarrollos más trascendentales de la última década se encuentran:

- **Cirugía Robótica:** Plataformas como el sistema Da Vinci han ganado terreno, especialmente en la cirugía pélvica estrecha (cáncer de recto). Aunque ensayos clínicos prospectivos como el ROLARR no demostraron superioridad oncológica significativa frente a la laparoscopia tradicional, la robótica ofrece ergonomía, visión 3D estable y articulación instrumental que facilita la disección del mesorrecto bajo y reduce teóricamente las tasas de conversión a cirugía abierta.
- **TaTME (Escisión Total del Mesorrecto Transanal):** Esta técnica híbrida permite realizar la ETM combinando un abordaje abdominal laparoscópico ("arriba hacia abajo") con un abordaje endoscópico transanal simultáneo ("abajo hacia arriba"). Ideal para pacientes masculinos con pelvis estrecha, obesos, con tumores voluminosos de tercio inferior. Aunque prometedora, controversias respecto a altas tasas de recurrencia local temprana (patrón multifocal) reportadas en

registros noruegos han exigido una reevaluación estricta y entrenamiento especializado obligatorio.

- **Estrategia "Watch and Wait" (Vigilar y Esperar):** Pionera gracias a los trabajos de la Dra. Angelita Habr-Gama, esta aproximación revolucionaria aplica a pacientes con cáncer de recto que presentan una **Respuesta Clínica Completa (cCR)** tras terapia neoadyuvante (quimiorradioterapia total). En lugar de proceder a una cirugía mutilante, los pacientes son sometidos a un seguimiento intensivo (endoscópico, clínico y por RM), difiriendo la cirugía sólo como rescate en caso de recrescimiento local (regrowth). Esta táctica evita la morbilidad quirúrgica en cerca del 20-30% de los pacientes neoadyuvados.

Puntos clave / Perlas quirúrgicas

- **Principio de Hohenberger (EMC):** En cáncer de colon, la escisión mesocólica completa con ligadura vascular alta central mejora la estadificación nodal y la supervivencia libre de enfermedad.
- **Plano Sagrado de Heald:** El respeto estricto de la fascia mesorrectal intacta durante la ETM es el factor predictivo independiente más potente para evitar la recidiva local del cáncer de recto.
- **Vascularización Crítica:** La evaluación de la perfusión del colon descendente tras la ligadura de la AMI es vital; la fluorescencia con verde de indocianina es una herramienta coadyuvante útil intraoperatoriamente.
- **ERAS es imperativo:** El ayuno prolongado, las sondas nasogástricas profilácticas y los drenajes pélvicos rutinarios están proscritos en la cirugía colorrectal electiva no complicada.
- **Márgenes oncológicos:** En cáncer de recto, un margen distal de 1 cm es oncológicamente seguro post-neoadyuvancia; el margen radial (MCR) debe ser > 1 mm para considerarse curativo.
- **Manejo individualizado en Hinchey III:** La resección primaria con anastomosis (con o sin ileostomía) es una alternativa segura y preferida frente al procedimiento de Hartmann en pacientes clínicamente estables, realizado por cirujanos experimentados.

Conclusiones

La patología colorrectal, al comprender entidades tanto benignas como malignas, representa un desafío de gran envergadura para el cirujano general y especialista. El pilar del éxito terapéutico moderno no descansa exclusivamente en el acto quirúrgico, sino en la perfecta orquestación de un manejo multidisciplinario. El refinamiento de las técnicas de imagen, como la RM pélvica de alta resolución, dicta ahora intervenciones a medida en el cáncer de recto, desde extensas resecciones interesfinterianas hasta estrategias no operatorias de "Watch and Wait".

Por su parte, el advenimiento universal de la cirugía mínimamente invasiva (laparoscópica, robótica y enfoques endoluminales como TaTME) ha redefinido los estándares de recuperación postoperatoria, reduciendo drásticamente la huella del trauma quirúrgico. Esto, sinergizado con la adopción estricta de las directrices de recuperación mejorada (ERAS) a nivel institucional, ha convertido lo que antaño eran procedimientos con elevadísima morbilidad prolongada, en intervenciones con altas tasas de éxito a corto plazo y excelentes desenlaces oncológicos a largo plazo.

En definitiva, la excelencia en la cirugía colorrectal contemporánea exige una adaptación continua al cuerpo de evidencia emergente, priorizando siempre la seguridad clínica y la calidad de vida integral del paciente.

Bibliografía

1. Gustafsson UO, Scott MJ, Hubner M, et al. Guidelines for Perioperative Care in Elective Colorectal Surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society Recommendations: 2018. *World J Surg.* 2019;43(3):659-695. doi:10.1007/s00268-018-4770-3
2. Sartelli M, Weber DG, Kluger Y, et al. 2020 update of the WSES guidelines for the management of acute colonic diverticulitis in the emergency setting. *World J Emerg Surg.* 2020;15(1):32. doi:10.1186/s13017-020-00313-4
3. Hohenberger W, Weber K, Matzel K, Papadopoulos T, Merkel S. Standardized surgery for colonic cancer: complete mesocolic excision and central ligation--technical notes and

- outcome. *Colorectal Dis.* 2009;11(4):354-364. doi:10.1111/j.1463-1318.2008.01735.x
4. van der Pas MH, Haglind E, Cuesta MA, et al. Laparoscopic versus open surgery for rectal cancer (COLOR II): short-term outcomes of a randomised, phase 3 trial. *Lancet Oncol.* 2013;14(3):210-218. doi:10.1016/S1470-2045(13)70016-0
 5. Jayne D, Pigazzi A, Marshall H, et al. Effect of Robotic-Assisted vs Conventional Laparoscopic Surgery on Risk of Conversion to Open Laparotomy Among Patients Undergoing Resection for Rectal Cancer: The ROLARR Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2017;318(16):1569-1580. doi:10.1001/jama.2017.7219
 6. Penna M, Hompes R, Arnold S, et al. Transanal Total Mesorectal Excision: International Registry Results of the First 720 Cases. *Ann Surg.* 2017;266(1):111-117. doi:10.1097/SLA.0000000000001948
 7. Renehan AG, Malcomson L, Emsley R, et al. Watch-and-wait approach versus surgical resection after chemoradiotherapy for patients with rectal cancer (the OnCoRe project): a propensity-score matched cohort analysis. *Lancet Oncol.* 2016;17(2):174-183. doi:10.1016/S1470-2045(15)00467-2
 8. Heald RJ, Husband EM, Ryall RD. The mesorectum in rectal cancer surgery--the clue to pelvic recurrence?. *Br J Surg.* 1982;69(10):613-616. doi:10.1002/bjs.1800691019
 9. National Comprehensive Cancer Network (NCCN). Clinical Practice Guidelines in Oncology: Colon Cancer. Version 2.2021. NCCN.org.
 10. Townsend CM, Beauchamp RD, Evers BM, Mattox KL. Sabiston Textbook of Surgery: The Biological Basis of Modern Surgical Practice. 21st ed. Elsevier; 2021.
 11. Brunickardi FC, Andersen DK, Billiar TR, et al. *Schwartz's Principles of Surgery*. 11th ed. McGraw-Hill Education; 2019.
 12. Habr-Gama A, Perez RO, Nadalin W, et al. Operative versus nonoperative treatment for stage 0 distal rectal cancer following chemoradiation therapy: long-term results. *Ann Surg.* 2004;240(4):711-718. doi:10.1097/01.sla.0000141194.27992.32

Emergencias Quirúrgicas Gastrointestinales

Juan Diego Lanchi Campoverde

Introducción

Las emergencias quirúrgicas gastrointestinales representan uno de los pilares más exigentes y dinámicos dentro del ejercicio de la cirugía general. A nivel epidemiológico, el **abdomen agudo** quirúrgico es la causa de hasta el 25 % de todas las admisiones a los servicios de urgencias a nivel mundial, conllevando una morbilidad sustancial que varía drásticamente dependiendo de la etiología subyacente, la edad del paciente y el tiempo transcurrido hasta la intervención definitiva. Condiciones como la obstrucción intestinal, la perforación de víscera hueca y la isquemia mesentérica requieren un juicio clínico agudo y una toma de decisiones expedita, ya que el pronóstico vital está indisolublemente ligado a la prevención y el manejo del choque séptico.

La relevancia clínica de estas patologías radica en su capacidad compartida de desencadenar el síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SRIS), la sepsis y la falla multiorgánica si no se instituye el **control del foco** (source control) de manera oportuna. En las últimas dos décadas, el paradigma de manejo ha evolucionado de manera fundamental. Se ha transitado de la dogmática laparotomía exploratoria precoz obligatoria hacia estrategias que priorizan la reanimación fisiológica, el abordaje mínimamente invasivo en casos seleccionados y el uso de la **cirugía de control de daños** para aquellos pacientes en extremis.

El objetivo de este capítulo es proveer una revisión sistemática, exhaustiva y basada en la evidencia de las emergencias quirúrgicas gastrointestinales más prevalentes y letales. Se abordarán las bases fisiopatológicas que fundamentan la enfermedad, los algoritmos diagnósticos actuales avalados por consensos internacionales, los

detalles técnicos del manejo quirúrgico abierto y laparoscópico, y las pautas contemporáneas del cuidado perioperatorio crítico, dotando al cirujano en formación de un marco de referencia robusto para la práctica clínica diaria.

Obstrucción Intestinal

La obstrucción del intestino delgado (OID) y del intestino grueso (OIG) constituyen entidades clínicas diferenciadas, pero unidas por el cese del tránsito del contenido luminal. Las adherencias postoperatorias causan aproximadamente el 60-75 % de las OID, mientras que las neoplasias colorrectales malignas son responsables de la mayoría de las OIG.

Bases fisiopatológicas

El bloqueo mecánico desencadena un aumento de la presión intraluminal proximal al sitio de obstrucción, promoviendo el secuestro de líquidos (tercer espacio) debido a la hipersecreción y la alteración en la absorción. Esta hipovolemia progresa rápidamente a la oliguria y el choque. La distensión de la pared intestinal colapsa el drenaje venoso y linfático, conduciendo al edema de la pared, isquemia capilar y, finalmente, necrosis arterial. La **obstrucción de asa cerrada**, donde un segmento intestinal está ocluido en dos puntos (ej. vólvulo o hernia encarcelada), acelera exponencialmente este proceso isquémico, facilitando la translocación bacteriana y la perforación inminente.

Evaluación clínica y diagnóstica

El diagnóstico se basa en la tríada clásica de dolor abdominal cólico, vómitos, distensión y ausencia de expulsión de gases y heces. La tomografía computarizada (TC) de abdomen y pelvis con contraste intravenoso es el estándar de oro (sensibilidad >90 % para OID), permitiendo identificar la etiología, el nivel de la transición de calibre y, críticamente, los signos de estrangulación.

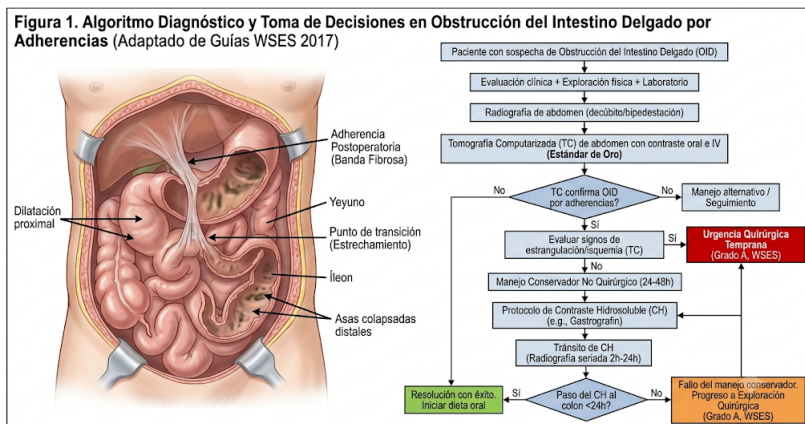


Figura 1. Algoritmo Diagnóstico y Toma de Decisiones en Obstrucción del Intestino Delgado por Adherencias (Adaptado de Guías WSES 2017)

Esquema anatómico y algoritmo de flujo radiológico. Algoritmo de diagnóstico y toma de decisiones en la obstrucción de intestino delgado por adherencias, adaptado de las guías de la World Society of Emergency Surgery (WSES) 2017. Muestra la progresión desde el uso de contraste hidrosoluble hasta la indicación de exploración quirúrgica temprana.

Signos tomográficos predictores de estrangulación o isquemia intestinal.

Hallazgo Tomográfico	Sen sibil idad	Valor Predic tivo	Consideración Clínica
Disminución del realce de la pared (hipoperfusión)	Alta	Alto	Indicación absoluta de exploración
Engrosamiento de la pared (>3 mm)	Mo dera da	Bajo	Inespecífico, requiere correlación
Neumatosis intestinal / Gas portal	Baja	Muy Alto	Signo tardío de necrosis franca

Líquido libre intraperitoneal	Alta	Moderado	Presente en isquemia y peritonitis
Signo del "remolino" (Whirl sign)	Moderada	Alto	Sugestivo de vólvulo / asa cerrada

Manejo quirúrgico paso a paso

En ausencia de signos de estrangulación o peritonitis, la prueba terapéutica con medios de contraste hidrosolubles hiperosmolares (ej. Gastrografin) está indicada, teniendo valor tanto diagnóstico como predictivo (Nivel de Evidencia 1A). Si el medio no alcanza el colon en 24 horas, la cirugía es preoperatoria.

- **Abordaje Laparoscópico:** Indicado en pacientes estables con OID en primera crisis, banda adhesiva simple sospechada o distensión moderada.
 1. Neumoperitoneo seguro (técnica de Hasson o aguja de Veress en el hipocondrio izquierdo).
 2. Exploración sistémica comenzando desde la válvula ileocecal hacia proximal o desde el ligamento de Treitz hacia distal, utilizando pinzas atraumáticas para prevenir iatrogenia (enterotomía).
 3. Identificación del punto de transición y lisis de adherencias (adhesiolisis) con tijeras frías o energía avanzada.
- **Abordaje Abierto:** Para abdómenes hostiles, OIG obstructivas o sospecha de isquemia masiva.
 4. Laparotomía media supra e infraumbilical.
 5. Evacuación de líquido libre (típicamente serosanguinolento si hay sufrimiento de asas) y envío para cultivo.
 6. Evisceración controlada y localización del punto de obstrucción.
 7. Evaluación de la viabilidad intestinal: color, peristalsis, pulsaciones arteriales en las arcadas mesentéricas. Si es dudoso, aplicar compresas tibias y reevaluar en 10-15 minutos o usar verde de indocianina (ICG) bajo fluorescencia.

8. Resección del segmento necrótico y anastomosis primaria manual o mecánica, salvo en casos de inestabilidad hemodinámica que requieran cirugía de control de daños (cierre temporal del abdomen).

Perforación Gastrointestinal y Peritonitis Secundaria

La rotura de una víscera hueca genera peritonitis, que inicialmente puede ser química (en el caso del jugo gástrico estéril) y progresa rápidamente a peritonitis bacteriana. Las etiologías dominantes incluyen la úlcera péptica perforada y la **diverticulitis colónica aguda** complicada.

Bases fisiopatológicas

La disrupción anatómica derrama el microbioma entérico en la cavidad peritoneal estéril. La interacción entre los lipopolisacáridos bacterianos y los macrófagos peritoneales induce la liberación masiva de citoquinas (TNF-alfa, IL-1, IL-6). La peritonitis secundaria requiere inexorablemente de la intervención mecánica para eliminar el tejido necrótico, cerrar el defecto y lavar los contaminantes.

Evaluación clínica y diagnóstica

El paciente suele presentar dolor súbito y difuso, resistencia muscular (abdomen en tabla) y signos de choque. La presencia de **neumoperitoneo** subdiafragmático en la radiografía de tórax de pie es un hallazgo patognomónico clásico (presente en 75 % de úlceras perforadas), pero la TC de abdomen es el estándar para planificar la cirugía, localizar el origen topográfico de la colección y descartar diagnósticos diferenciales.

[FIGURA 2] Imagen tomográfica y correlación intraoperatoria.

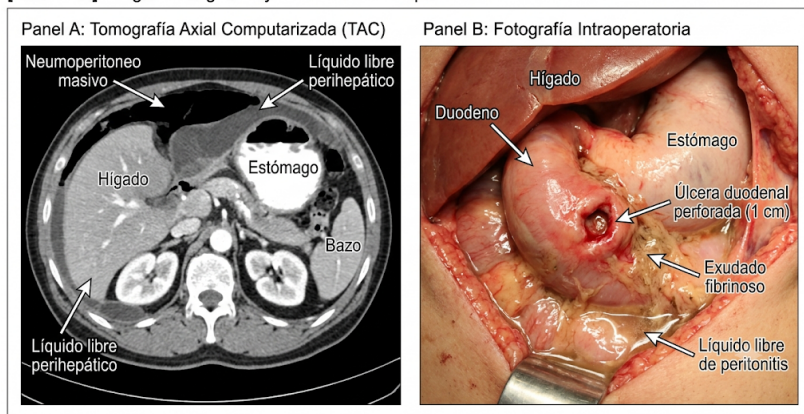


Imagen tomográfica y correlación intraoperatoria. Panel doble: A) Tomografía axial computarizada de abdomen demostrando aire extraluminal masivo y líquido libre perihepático. B) Fotografía intraoperatoria evidenciando úlcera duodenal perforada en la cara anterior del bulbo (aproximadamente 1 cm de diámetro) con exudado fibrinoso circundante. Fuente: Archivo propio / Elaboración sugerida.

Tabla 2: Clasificación de Hinchey Modificada (Diverticulitis) y Manejo Recomendado (Guías WSES 2020)

Estadio	Descripción Clínica/ Radiológica	Manejo Recomendado (Evidencia 1A/1B)
I	Absceso pericólico localizado (<4 cm)	Antibioticoterapia, manejo conservador.
II	Absceso pélvico o retroperitoneal	Drenaje percutáneo guiado por TC + Antibióticos.

III	Peritonitis purulenta generalizada	Resección primaria con anastomosis (con o sin estoma de protección) o Procedimiento de Hartmann.
IV	Peritonitis fecal generalizada	Procedimiento de Hartmann o Resección con anastomosis primaria y estoma (en pacientes estables).

Estrategias de manejo quirúrgico

La reanimación preoperatoria temprana con fluidoterapia cristalóide, vasopresores si es necesario, y la administración de antibióticos de amplio espectro en la primera hora (ej. Piperacilina-tazobactam 4.5 g IV cada 6 horas; o Ceftriaxona 2 g IV al día + Metronidazol 500 mg IV cada 8 horas, *Nivel de Evidencia 1B*) son vitales.

- **Úlcera péptica perforada:**

El parche de Graham (omento-plastia) por vía laparoscópica es el estándar actual.

9. Lavado peritoneal exhaustivo.

10. Identificación del defecto (frecuentemente en la primera porción duodenal, cara anterior).

11. Cierre primario del defecto con sutura absorbible 3-0 o 2-0.

12. Interposición de un pedículo de epiplón mayor vascularizado sobre la sutura, anudando los hilos sobre el epiplón sin tensión excesiva.

13. Erradicación posoperatoria de *Helicobacter pylori*.

- **Diverticulitis perforada (Hinchey III / IV):**

El manejo histórico estándar ha sido el procedimiento de Hartmann. Sin embargo, en pacientes hemodinámicamente estables, la resección con anastomosis primaria está ganando terreno.

14. Movilización del colon sigmoidees y colon descendente mediante la incisión de la línea blanca de Toldt.

15. Identificación y preservación del uréter izquierdo.

16. Sección proximal en tejido sano y maleable (sin inflamación). Sección distal obligatoria a nivel del recto superior (donde convergen las tenias) para reducir la tasa de recurrencia.

17. **Procedimiento de Hartmann:** Cierre del muñón rectal (engrapadora lineal o sutura) y maduración de colostomía terminal en la fosa ilíaca izquierda.
18. **Anastomosis primaria:** Creación de anastomosis colorrectal termino-terminal (circular mecánica) con o sin ileostomía en asa de derivación.

Isquemia Mesentérica Aguda

La isquemia mesentérica aguda (IMA) es una catástrofe vascular caracterizada por la interrupción brusca del flujo sanguíneo a las vísceras intraabdominales. La mortalidad global se mantiene alarmantemente alta, rondando el 50-70 %.

Fisiopatología y clasificación

La etiología dicta la fisiopatología. La embolia arterial mesentérica superior (EAMS) (frecuentemente por fibrilación auricular) impacta distal al origen de la arteria mesentérica superior (AMS), respetando típicamente el yeyuno proximal y el colon. La trombosis arterial (TAMS) ocurre en pacientes con placa aterosclerótica preexistente, obstruyendo el ostium vascular y causando infarto pancolónico y de la totalidad del intestino delgado. La trombosis venosa mesentérica y la isquemia no oclusiva (NOMI, secundaria a estados de bajo gasto cardíaco prolongado) completan el espectro. El intestino posee una tolerancia isquémica limitada a 4-6 horas antes del daño mucoso irreversible, seguido de infarto transmural y perforación.

Evaluación clínica y diagnóstica

El síntoma cardinal es el "dolor desproporcionado" a los hallazgos del examen físico. Inicialmente, el paciente se retuerce de dolor con un abdomen relativamente blando a la palpación profunda.

El diagnóstico de elección irrefutable es la **Angiotomografía computarizada trifásica** (sensibilidad >95%), que detecta el defecto de llenado arterial o venoso, o evalúa signos parietales isquémicos como la ausencia de captación de contraste. El lactato sérico elevado es un marcador tardío y de pobre pronóstico; no debe esperarse para indicar exploración quirúrgica.

Manejo quirúrgico y endovascular

El abordaje multidisciplinario (cirujano general, radiólogo intervencionista, intensivista) es esencial.

- **Abordaje endovascular:** Recomendado para EAMS y TAMS en pacientes *sin* peritonitis florida. Incluye trombectomía por aspiración mecánica, trombolisis dirigida por catéter, o colocación de stent percutáneo en la AMS proximal (Evidencia grado 1C, guías WSES).
- **Abordaje quirúrgico abierto:**
 1. Laparotomía exploratoria amplia.
 2. Evaluación sistémica de la viabilidad intestinal.
 3. Exposición de la AMS en la raíz del mesenterio, retrayendo el colon transversal cefálicamente y desplazando el intestino delgado a la derecha.
 4. Arteriotomía longitudinal o transversal y embolectomía con catéter de Fogarty (N° 3 o 4) para la EAMS. Cierre con parche venoso o bovino para evitar estenosis. En TAMS, puede requerirse un bypass retrógrado ilio-mesentérico.
 5. Infusión de papaverina o nitroglicerina para controlar el vasoespaso reflejo.
 6. Resección de intestino francamente necrosado *sin* anastomosis primaria; se dejan los cabos engrapados para un manejo de control de daños.
 7. Cierre temporal del abdomen con sistema de presión negativa (ej. dispositivo ABThera o sistema de Barker).
 8. Operación programada de *Second Look* en 24-48 horas.

Manejo Perioperatorio y Cirugía de Control de Daños

El fracaso en estabilizar hemodinámicamente a un paciente en la mesa de operaciones precipitó la adopción de la **cirugía de control de daños (CCD)** en la cirugía general de urgencia no traumática. Esta filosofía aborda la tríada letal (hipotermia, coagulopatía, acidosis) dividiendo el acto quirúrgico en fases fisiológicamente asimilables.

Las indicaciones clásicas de CCD en sepsis intraabdominal incluyen inestabilidad hemodinámica profunda (necesidad de altas dosis de soporte vasoactivo, e.g., Norepinefrina > 0.1 mcg/kg/min, *Nivel de Evidencia 1A*), coagulopatía manifiesta e incapacidad para cerrar físicamente el abdomen debido a la distensión severa y edema visceral.

- **Fase 1 (Rescate inicial):** Reconocimiento temprano de la depleción fisiológica.
- **Fase 2 (Quirófano):** Intervención truncada; control mecánico del sangrado (empaquetamiento) y de la contaminación fecal (resección intestinal rápida dejando cabos ciegos). Uso de cierre abdominal temporal mediante terapia de heridas con presión negativa (NPWT) para prevenir el síndrome compartimental abdominal y facilitar el control del exudado.
- **Fase 3 (UCI):** Reanimación fisiológica continua. Corrección de la temperatura corporal, del déficit de base y administración guiada de productos sanguíneos y fluidos, preferiblemente bajo monitoreo viscoelástico y hemodinámico dinámico.
- **Fase 4 (Re-intervención):** Retorno al quirófano (24 a 72 horas postoperatorias) para remoción de empaquetamientos, reconstrucción anatómica (anastomosis) y cierre fascial definitivo, si el paciente ha restaurado su homeostasis.

Por su parte, la implementación de los protocolos **ERAS** (Enhanced Recovery After Surgery) en el escenario de emergencias (e-ERAS), aunque desafiante, prioriza la nutrición temprana, el destete precoz de sondas nasogástricas, el manejo multimodal de la analgesia (minimizando los opioides para recuperar la motilidad intestinal) y la profilaxis temprana de trombosis venosa profunda.

6. Avances Recientes y Controversias Actuales

1. **Lavado laparoscópico vs. Resección en Diverticulitis (Hinchey III):** La evidencia derivada de ensayos aleatorizados como el SCANDIV demostró que el lavado laparoscópico no es superior y puede tener mayores tasas de colecciones secundarias y necesidad de reintervenciones tempranas comparado con la resección quirúrgica directa. Por consiguiente, las guías clínicas han relegado el lavado

laparoscópico a pacientes altamente seleccionados o protocolos de investigación.

2. **Abordaje *Step-Up* (Escalonado):** El manejo invasivo mínimo está ganando predominancia, donde condiciones históricamente tratadas con cirugía temprana abierta (como abscesos intraperitoneales extensos) ahora se controlan primero con radiología intervencionista, reservando el quirófano para fallos terapéuticos.
3. **Fluorescencia con Verde de Indocianina (ICG):** El uso intraoperatorio de ICG, excitado con luz infrarroja cercana, se ha estandarizado progresivamente como herramienta intraoperatoria in vivo, proporcionando un mapa microvascular objetivo y en tiempo real para confirmar la vitalidad de cabos anastomóticos, disminuyendo la incidencia de filtraciones isquémicas.

Puntos Clave / Perlas Quirúrgicas

- 1. El retraso en la cirugía de más de 6-12 horas en isquemia o perforación aumenta exponencialmente la mortalidad; "el tiempo es intestino".
- 2. En la OID, la ausencia de expulsión de gases y la TC con transición de calibre e hipoperfusión parietal dictan la indicación de laparotomía urgente, sin esperar al uso de contrastes hidrosolubles.
- 3. El lavado exhaustivo de la cavidad abdominal post-perforación disminuye la carga bacteriana local, siendo la resección temprana del foco séptico indispensable para frenar el Síndrome de Respuesta Inflamatoria Sistémica.
- 4. La resección intestinal con anastomosis primaria en diverticulitis de colon izquierdo perforada (Hinchey III) se considera segura si el paciente está hemodinámicamente estable; el procedimiento de Hartmann se reserva para pacientes críticamente inestables y estadios Hinchey IV.
- 5. La cirugía de control de daños no traumática y el abdomen abierto con dispositivos de presión negativa previenen el Síndrome Compartimental Abdominal y salvan vidas en el estado de agotamiento fisiológico profundo.

Conclusiones

El abordaje quirúrgico de las emergencias gastrointestinales ha experimentado una metamorfosis en las décadas recientes. El principio del "foco controlado" sigue siendo irrefutable, pero los medios por los cuales el cirujano moderno lo consigue han evolucionado hacia intervenciones fisiológicamente adaptativas. La implementación de los enfoques endovasculares primarios en la isquemia mesentérica aguda, la consolidación de la resección en la diverticulitis supurativa, el estándar laparoscópico generalizado para el parche de omento en úlceras duodenales perforadas y la adopción racional de la cirugía de control de daños han contribuido de manera conjunta a mitigar las tasas de mortalidad y morbilidad catastróficas.

El cirujano general contemporáneo debe navegar estas patologías combinando destrezas técnicas abiertas y mínimamente invasivas con un agudo discernimiento de la medicina de cuidados críticos, tomando decisiones inmediatas sobre la viabilidad del tejido, la idoneidad de las anastomosis y el momento óptimo de la reconstrucción. Las emergencias abdominales son un territorio donde la técnica debe doblegarse siempre ante el estado fisiológico; la perfección anatómica intraoperatoria es secundaria a la restauración de la supervivencia hemodinámica del paciente. El trabajo en equipo de cirujanos, intensivistas y radiólogos forma hoy la base ineludible del éxito en estas situaciones extremas.

Bibliografía

1. Ten Broek RPG, Krielen P, Di Saverio S, et al. Bologna guidelines for diagnosis and management of adhesive small bowel obstruction (ASBO): 2017 update of the evidence-based guidelines from the world society of emergency surgery ASBO working group. *World J Emerg Surg.* 2018;13:24. doi:10.1186/s13017-018-0185-2. PMID: 29946347.
2. Sartelli M, Weber DG, Kluger Y, et al. 2020 update of the WSES guidelines for the management of acute colonic diverticulitis in the emergency setting. *World J Emerg Surg.* 2020;15(1):32. doi:10.1186/s13017-020-00313-4. PMID: 32381121.
3. Tarasconi A, Coccolini F, Biffl WL, et al. Perforated and bleeding peptic ulcer: WSES guidelines. *World J Emerg*

- Surg.* 2020;15(1):3. doi:10.1186/s13017-019-0283-9. PMID: 31921329.
4. Bala M, Kashuk J, Moore EE, et al. Acute mesenteric ischemia: guidelines of the World Society of Emergency Surgery. *World J Emerg Surg.* 2017;12:38. doi:10.1186/s13017-017-0150-5. PMID: 28794797.
 5. Coccolini F, Roberts D, Ansaloni L, et al. The open abdomen in trauma and non-trauma patients: WSES guidelines. *World J Emerg Surg.* 2018;13:7. doi:10.1186/s13017-018-0167-4. PMID: 29434652.
 6. Peden CJ, Aggarwal G, Aitken RJ, et al. Guidelines for Perioperative Care for Emergency Laparotomy Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society Recommendations: Part 1—Preoperative: Diagnosis, Rapid Assessment and Optimization. *World J Surg.* 2021;45(5):1272-1290. doi:10.1007/s00268-021-05994-9. PMID: 33575838.
 7. Schultz JK, Yaqub S, Wallon C, et al. Laparoscopic Lavage vs Primary Resection for Acute Perforated Diverticulitis: The SCANDIV Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2015;314(13):1364-1375. doi:10.1001/jama.2015.12076. PMID: 26436833.
 8. Tilsed JV, Casamassima A, Kurihara H, et al. ESTES guidelines: acute mesenteric ischaemia. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2016;42(2):253-270. doi:10.1007/s00068-016-0634-0. PMID: 26820988.
 9. Flum DR, Davidson GH, Monsell SE, et al. A Randomized Trial Comparing Antibiotics with Appendectomy for Appendicitis. *N Engl J Med.* 2020;383(20):1907-1919. doi:10.1056/NEJMoa2014320. PMID: 33022135.
 10. Townsend CM, Beauchamp RD, Evers BM, Mattox KL. Sabiston Textbook of Surgery: The Biological Basis of Modern Surgical Practice. 21st ed. Elsevier; 2021.
 11. Brunickardi F, Andersen DK, Billiar TR, et al. *Schwartz's Principles of Surgery.* 11th ed. McGraw-Hill; 2019.

Infecciones Intraabdominales y Sepsis Quirúrgica

Luis David Villacrés Peñafiel

Introducción

Las infecciones intraabdominales (IIA) y la sepsis quirúrgica derivada de estas representan uno de los desafíos más complejos e intimidantes en la práctica de la cirugía general. Epidemiológicamente, las IIA son la segunda causa más frecuente de sepsis en las unidades de cuidados intensivos (UCI) a nivel mundial y constituyen una indicación primordial para la intervención quirúrgica de urgencia. La morbilidad asociada es sustancial; mientras que las infecciones localizadas no complicadas tienen una mortalidad inferior al 5 %, las infecciones intraabdominales complicadas (IIAc) que evolucionan hacia el **choque séptico** alcanzan tasas de letalidad que oscilan entre el 30 % y el 50 %, dependiendo críticamente de la edad del paciente, las comorbilidades subyacentes y la prontitud del tratamiento.

La relevancia clínica de esta entidad radica en su naturaleza sistémica y evolutiva. En 2016, el consenso Sepsis-3 redefinió la sepsis no como una simple infección con respuesta inflamatoria (SIRS), sino como una disfunción orgánica potencialmente mortal causada por una respuesta desregulada del huésped a la infección. Esta conceptualización transformó el paradigma quirúrgico: el cirujano ya no solo repara un defecto anatómico, sino que interviene en un colapso fisiológico profundo. El manejo moderno ha transitado de un enfoque exclusivamente anatómico a uno fisiológico multidisciplinario, donde la reanimación inicial, la terapia antimicrobiana temprana y empírica, y el **control del foco (source control)** quirúrgico expedito tienen exactamente el mismo peso terapéutico.

El objetivo de este capítulo es proveer una revisión sistemática y basada en la evidencia de las bases fisiopatológicas de las IIA, los algoritmos diagnósticos actuales avalados por consensos

internacionales como la World Society of Emergency Surgery (WSES) y la Surviving Sepsis Campaign (SSC), los detalles técnicos y estratégicos del manejo quirúrgico, y las pautas contemporáneas de la terapia antimicrobiana. Se dotará al cirujano de herramientas para discernir cuándo aplicar abordajes mínimamente invasivos, cuándo recurrir a laparotomías definitivas y cuándo la fisiología dicta replegarse hacia la cirugía de control de daños.

Bases fisiopatológicas de la infección intraabdominal y sepsis

La cavidad peritoneal es un espacio virtual recubierto por una membrana serosa que, en condiciones homeostáticas, contiene menos de 50 mL de líquido estéril. La patogénesis de la IIA inicia inexorablemente con la disrupción de la barrera mucosa gastrointestinal o del tracto biliar/genitourinario, permitiendo la inoculación de microorganismos en este espacio.

El peritoneo y la respuesta inmune local

Tras la perforación visceral (ej. apendicitis perforada, úlcera péptica rota, dehiscencia anastomótica), el microbioma entérico inunda el peritoneo. Los macrófagos residentes y las células mesoteliales detectan los **patrones moleculares asociados a patógenos (PAMPs)**, como el lipopolisacárido (LPS) de bacterias gramnegativas y el peptidoglicano de grampositivas, a través de los **receptores tipo Toll (TLR)**. Esta unión activa vías de señalización intracelular, principalmente el factor nuclear kappa B (NF- κ B), desencadenando una tormenta de citocinas proinflamatorias tempranas, destacando el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), la interleucina-1 (IL-1) y la interleucina-6 (IL-6).

Localmente, estas citocinas inducen hiperemia, aumento drástico de la permeabilidad capilar y exudación de plasma rico en fibrinógeno. La cascada de coagulación se activa mientras la fibrinólisis se inhibe, formando depósitos de fibrina que intentan secuestrar mecánicamente las bacterias, un proceso que resulta en la formación de abscesos (un intento fisiológico de limitar la peritonitis difusa). Sin embargo, este mismo secuestro fibrinoso impide la penetración óptima de los antibióticos sistémicos, haciendo mandatorio el drenaje mecánico.

Disfunción multiorgánica y microcirculatoria

Cuando la inoculación bacteriana es masiva o el huésped es incapaz de contenerla, la respuesta inflamatoria se vuelve sistémica (sepsis). La disfunción del endotelio vascular sistémico provoca una fuga capilar generalizada ("tercer espacio"), conduciendo a una hipovolemia severa. Simultáneamente, el óxido nítrico endotelial induce vasodilatación arterial refractaria.

A nivel microcirculatorio, se produce un cortocircuito (shunting) capilar y la formación de microtrombos diseminados, bloqueando la entrega de oxígeno a los tejidos. Las células, privadas de oxígeno, cambian al metabolismo anaeróbico, generando **ácido láctico**. La hipoxia tisular profunda, la acidosis metabólica y la coagulopatía de consumo precipitan el fallo secuencial de órganos: síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), lesión renal aguda (LRA) y colapso cardiovascular.

Clasificación y evaluación clínica

La heterogeneidad clínica de las IIA obliga a clasificarlas para estandarizar su manejo y predecir los patógenos involucrados.

Estratificación del riesgo

Las IIA se dividen fundamentalmente según su extensión anatómica y su entorno de adquisición:

- **IIA No Complicadas:** La infección está contenida en el órgano de origen (ej. colecistitis aguda catarral, apendicitis flemonosa). No hay peritonitis generalizada.
- **IIA Complicadas (IIAc):** El proceso se extiende más allá del órgano fuente, causando peritonitis localizada (absceso) o difusa. Requieren intervención para el control del foco.

Tabla 1: Diferenciación de Infecciones Intraabdominales por Entorno de Adquisición.

Característica	Adquirida en la Comunidad (IIA-AC)	Asociada a la Atención de la Salud (IIA-AS)
Definición	Presente al ingreso o en las primeras 48h de hospitalización.	Aparece >48h del ingreso, o postoperatoria (ej. fuga anastomótica).
Microflora Típica	<i>E. coli</i> , <i>Klebsiella</i> spp., <i>Bacteroides fragilis</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> .	<i>P. aeruginosa</i> , <i>Acinetobacter</i> , Enterobacterias productoras de BLEE, SAMR, <i>Candida</i> spp.
Riesgo de Fracaso	Bajo a moderado, dependiendo de comorbilidades.	Alto, secundario a resistencia bacteriana y fragilidad del huésped.
Terapia Empírica	Cefalosporinas de 3ra gen + Metronidazol, o Ertapenem.	Carbapenémicos (Meropenem), Piperacilina/Tazobactam.

Evaluación clínica y escalas pronósticas

El diagnóstico clínico se sustenta en el dolor abdominal agudo, que en estadios iniciales puede ser visceral (vago, mal localizado) y evoluciona a somático (agudo, localizado) con signos de irritación peritoneal: resistencia muscular, rigidez ("abdomen en tabla") y dolor a la descompresión (signo de Blumberg).

Para evaluar la severidad sistémica, el uso del Score **SOFA (Sequential Organ Failure Assessment)** ha reemplazado a los antiguos criterios SIRS. Un incremento ≥ 2 puntos sobre el valor basal de SOFA refleja una mortalidad aproximada del 10 % y define clínicamente a la sepsis. El **qSOFA** (frecuencia respiratoria ≥ 22 rpm, alteración mental, presión sistólica ≤ 100 mmHg) es una

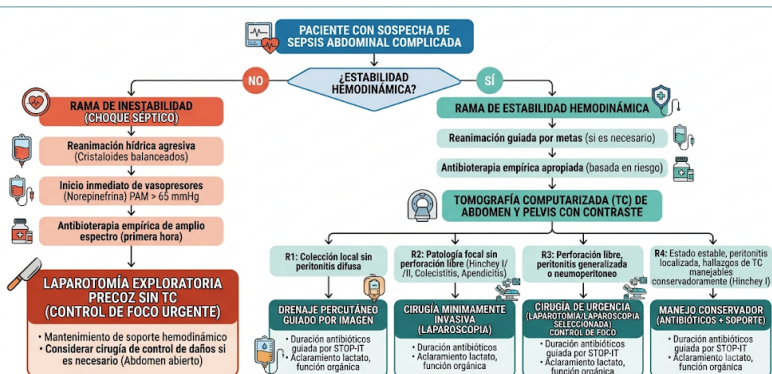
herramienta de cribado rápido en emergencias para identificar pacientes con alto riesgo de deterioro inminente.

Alerta quirúrgica: La hipotensión que no revierte tras la reanimación inicial con fluidos (requiriendo vasopresores para mantener una PAM ≥ 65 mmHg) acompañada de un lactato sérico > 2 mmol/L define el estado de **Choque Séptico**. En este escenario, la intervención quirúrgica y antimicrobiana no debe retrasarse por estudios de imagen prolongados.

Evaluación diagnóstica e imagenología

El laboratorio inicial debe incluir biometría hemática (la leucopenia es un signo ominoso de agotamiento medular), química sanguínea, perfil de coagulación y marcadores de hipoperfusión. El **lactato sérico** es el biomarcador pronóstico más valioso; su aclaramiento (disminución del 20 % en las primeras 2-4 horas) guía la efectividad de la reanimación. Biomarcadores como la Procalcitonina (PCT) son útiles para monitorizar la resolución de la sepsis, pero no para tomar la decisión quirúrgica inicial.

La **Tomografía Computarizada (TC) de abdomen y pelvis con contraste intravenoso** es el patrón de oro imagenológico (sensibilidad > 90 %). Permite localizar con precisión el foco (apéndice, divertículo, dehiscencia), cuantificar el líquido libre, detectar neumoperitoneo extraluminal y planificar el abordaje quirúrgico o el drenaje percutáneo. La radiografía simple de abdomen ha quedado obsoleta, salvo para la rápida detección de neumoperitoneo masivo en pacientes inestables.



Algoritmo de manejo en sepsis abdominal. Diagrama de flujo que ilustra la estratificación inicial del paciente: si hay inestabilidad hemodinámica profunda (Choque) -> Laparotomía exploratoria precoz sin TC. Si hay estabilidad -> TC de abdomen para decisión entre drenaje percutáneo, cirugía laparoscópica o manejo conservador.

Manejo quirúrgico y control del foco

El concepto de **control del foco (source control)** es el eje central e innegociable de la IIAC. Consiste en la erradicación del reservorio infeccioso, el control de la contaminación en curso y la restauración de la anatomía.

Principios fundamentales del control del foco

El control del foco se asienta en cuatro pilares de intervención:

1. **Drenaje:** Evacuación de colecciones purulentas o hematomas infectados.
2. **Desbridamiento:** Escisión de tejido necrótico (ej. necrosectomía pancreática, resección de isquemia mesentérica).
3. **Remoción/Cierre:** Extirpación del órgano fuente (apendicectomía, colecistectomía) o cierre primario de una perforación (parche de Graham para úlceras).
4. **Derivación/Diversión:** Exteriorización del tránsito intestinal (colostomía o ileostomía) cuando la viabilidad tisular o el estado sistémico del paciente contraindican una anastomosis.

Abordaje quirúrgico: Abierto vs. Laparoscópico

La cirugía mínimamente invasiva (laparoscopia) es el estándar actual para focos infecciosos en pacientes fisiológicamente estables. Ofrece la ventaja de un menor trauma parietal, reducción de infecciones del sitio quirúrgico, menor íleo postoperatorio y estancias hospitalarias acortadas. Se aplica rutinariamente en apendicitis complicada, colecistitis gangrenosa y reparación de úlceras pépticas perforadas.

No obstante, la **laparotomía abierta** sigue siendo obligatoria en presencia de: choque séptico profundo que no tolera el neumoperitoneo (la presión intraabdominal agrava el retorno venoso y disminuye el gasto cardíaco), distensión masiva de asas intestinales, peritonitis fecaloidea difusa severa y en pacientes con cirugías abdominales múltiples previas con adherencias densas.

Tabla 2: Estrategias de control del foco según etiología y estado del paciente.

Patología / Escenario	Abordaje de Elección (Paciente Estable)	Abordaje en Paciente Inestable (Choque Séptico)
Diverticulitis Perforada (Hinche y III/IV)	Resección sigmoidea con anastomosis primaria e ileostomía de protección.	Procedimiento de Hartmann (Resección sigmoidea + Colostomía terminal abierta).
Úlcera Péptica Perforada	Parche de Graham laparoscópico + lavado.	Parche de Graham abierto + cirugía de control de daños si hay inestabilidad profunda.

Absceso Intraabdominal > 4 cm	Drenaje percutáneo guiado por TC o US.	Drenaje percutáneo (reservar cirugía para fallos o peritonitis difusa asociada).
Fuga Anastomótica Postoperatoria	Re-exploración, desmontaje de anastomosis, lavado y estoma.	Laparotomía urgente, control rápido de fuga, exteriorización y abdomen abierto.

Cirugía de control de daños y abdomen abierto

Cuando un paciente con IIAC desarrolla la "tríada letal" de coagulopatía, hipotermia (< 35 °C) y acidosis metabólica severa (pH < 7.2), los intentos de realizar reconstrucciones anatómicas definitivas resultan mortales. En este escenario extremo se instituye la **cirugía de control de daños (CCD)**.

En la fase de quirófano de la CCD, la cirugía se limita a 60-90 minutos máximos:

1. Control de hemorragias mediante empaquetamiento (packing).
2. Control de contaminación: resección rápida de intestino perforado o isquémico *sin* realizar anastomosis, dejando los cabos cerrados con grapadoras lineales o ligaduras.
3. Lavado peritoneal profuso.
4. Cierre temporal del abdomen (Laparostomía o Abdomen Abierto).

Para el abdomen abierto, es mandatorio el uso de sistemas de **Terapia de Presión Negativa (TPN)** abdominal (ej. sistema ABThera o sistema de Barker modificado). Estos dispositivos evitan la retracción de la aponeurosis, extraen activamente el líquido rico en citocinas, reducen el edema visceral y previenen el temido Síndrome Compartimental Abdominal. Tras 24-48 horas de reanimación intensiva en la UCI para restaurar la fisiología, el paciente retorna a quirófano (Second Look) para la anastomosis definitiva y el cierre fascial.

Nota clínica: La evidencia actual desaconseja categóricamente la realización de anastomosis intestinales primarias en pacientes con requerimientos crecientes de vasopresores o acidosis láctica persistente, debido a una tasa prohibitiva de dehiscencia por hipoperfusión tisular.

Manejo perioperatorio y terapia antimicrobiana

La sobrevida en la sepsis intraabdominal se define en las primeras 6 horas de manejo perioperatorio, guiado por los preceptos de la *Surviving Sepsis Campaign*.

Reanimación hemodinámica temprana

Ante hipotensión o lactato > 4 mmol/L, se debe iniciar la infusión de cristaloides balanceados (ej. Ringer Lactato o Plasmalyte) a dosis de **30 mL/kg en las primeras 3 horas** (Evidencia Fuerte). Los cristaloides balanceados son preferidos sobre la solución salina al 0.9 % para evitar la acidosis hiperclorémica, que exacerba la injuria renal y altera la respuesta vasopresora. Si la presión arterial media (PAM) no alcanza los 65 mmHg tras la carga de líquidos, se debe iniciar soporte vasopresor inmediatamente, siendo la **Norepinefrina** (0.01 - 3 mcg/kg/min) el agente de primera línea, seguida de Vasopresina si se requiere terapia adyuvante.

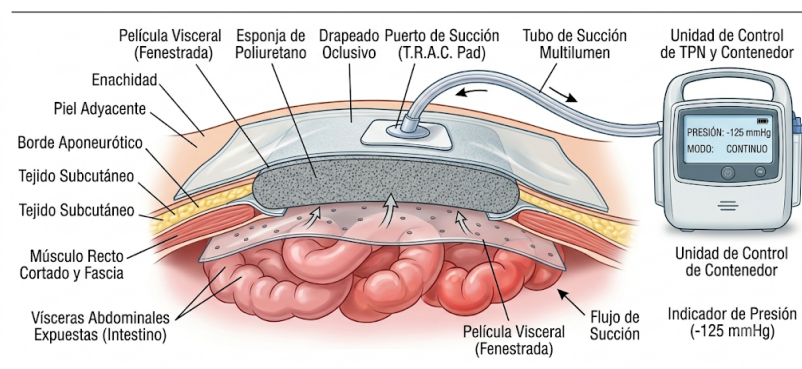
Selección y duración de la terapia antimicrobiana

Los antimicrobianos intravenosos deben administrarse dentro de la primera hora del reconocimiento de la sepsis o choque séptico. La terapia debe ser empírica y de amplio espectro, orientada por la ecología local (Tabla 1).

El paradigma STOP-IT: Históricamente, los antibióticos en IIAC se administraban hasta la resolución de la fiebre y leucocitosis (a menudo 10 a 14 días). En 2015, el estudio aleatorizado multicéntrico *STOP-IT (Study to Optimize Peritoneal Infection Therapy)* transformó la práctica mundial. Demostró fehacientemente que, en pacientes con un control quirúrgico del foco adecuado, limitar la antibioticoterapia a un curso fijo de **4 días (96 horas)** produce exactamente los mismos resultados en cura clínica y tasas de complicaciones que prolongar los antibióticos hasta la resolución de los signos vitales, mitigando sustancialmente el riesgo de infecciones por *Clostridioides difficile* y el desarrollo de cepas multirresistentes.

Avances recientes y controversias actuales

- 1. Lavado Peritoneal Continuo Postoperatorio:** Antiguamente recomendado, hoy está fuertemente desaconsejado por las guías internacionales. Diluye los opsonizadores y macrófagos locales, retrasa el cierre de la pared abdominal y aumenta las tasas de fistulas enterocutáneas sin mejorar la sobrevida. Se prefiere un lavado quirúrgico único y exhaustivo durante la cirugía inicial.
- 2. Terapias de Hemoadsorción (Citocinas):** En pacientes con choque séptico hiperdinámico refractario, el uso de cartuchos de adsorción extracorpórea (ej. CytoSorb®) integrados a circuitos de diálisis para "filtrar" masivamente citocinas proinflamatorias del torrente sanguíneo está en fase de ensayo clínico activo. Aunque muestra mejorías hemodinámicas iniciales, aún carece de recomendación rutinaria (Evidencia grado 2B).
- 3. Biomarcadores Transcriptómicos:** La medicina de precisión avanza hacia pruebas de expresión de ARN en leucocitos que permiten distinguir en menos de 2 horas si una respuesta inflamatoria sistémica severa se debe a un trauma tisular aséptico (SIRS post-laparotomía) o a una verdadera IIA, racionalizando el uso ultra-temprano de carbapenémicos empíricos.



Visión esquemática y correlación clínica del sistema de terapia de presión negativa (TPN) para abdomen abierto. Se muestra la película protectora visceral fenestrada bajo la pared abdominal, la esponja de poliuretano y el puerto de succión conectado al vacío continuo a -125 mmHg.

Puntos Clave / Perlas Quirúrgicas

1. **Prioridad absoluta del foco:** Ningún antibiótico, sin importar su espectro o costo, puede esterilizar un absceso no drenado o curar una perforación visceral abierta. La cirugía o intervención radiológica oportuna es irremplazable.
2. **Tiempo de intervención:** En IIA con choque séptico, el retraso quirúrgico más allá de 6 horas aumenta la mortalidad progresivamente cada hora. La estabilización en UCI no debe convertirse en un retraso injustificado.
3. **Cierre abdominal temporal:** Nunca forzar el cierre de una fascia a tensión en un paciente edematizado post-reanimación hídrica masiva; esto desencadenará un Síndrome Compartimental Abdominal mortal.
4. **La regla de los 4 días:** Gracias al ensayo STOP-IT, el cirujano moderno sabe que si el foco infeccioso está controlado anatómicamente y mecánicamente, el curso de antibióticos sistémicos no debe exceder los 4 días.
5. **Reanimación racional:** El uso de cristaloides balanceados tempranos es vital, pero la sobrecarga hídrica post-operatoria

genera edema intestinal masivo, incrementa el riesgo de ileo y propicia la dehiscencia de anastomosis.

Conclusiones

Las infecciones intraabdominales y la peritonitis secundaria exigen del cirujano contemporáneo un dominio absoluto tanto de la anatomía regional como de la fisiología del paciente en estado crítico. La progresión de una infección contenida a un choque séptico devastador depende de una interacción dinámica entre la carga bacteriana inoculada y la competencia de la respuesta inmune del huésped.

El manejo exitoso de estas emergencias letales se asienta en un trípode terapéutico sincronizado: reanimación hemodinámica vigorosa y temprana guiada por metas (lactato y PAM), administración inmediata de terapia antimicrobiana racional, y un control quirúrgico del foco preciso. El cirujano general debe exhibir un juicio crítico para modular la agresividad de la técnica quirúrgica —desde drenajes percutáneos y lavados laparoscópicos, hasta abordajes abiertos con ostomías derivativas o cirugía de control de daños con abdomen abierto— dictado siempre por la reserva fisiológica del paciente y no meramente por el deseo de una reparación anatómica perfecta. Las estrategias modernas, como la limitación de antibióticos a cursos cortos comprobada por el ensayo STOP-IT, subrayan una filosofía que prioriza el cese expedito del estímulo proinflamatorio quirúrgico, facilitando la pronta restauración de la homeostasis.

Bibliografía

1. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA*. 2016;315(8):801-810. doi:10.1001/jama.2016.0287.
2. Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, et al. Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock 2021. *Intensive Care Med*. 2021;47(11):1181-1247. doi:10.1007/s00134-021-06506-y.
3. Sartelli M, Coccolini F, Kluger Y, et al. 2021 WSES/GAIS/SIS-E/WSIS/AAST global clinical pathways for patients with

- intra-abdominal infections. *World J Emerg Surg.* 2021;16(1):49. doi:10.1186/s13017-021-00387-8.
4. Sawyer RG, Claridge JA, Nathens AB, et al. Trial of Short-Course Antimicrobial Therapy for Intraabdominal Infection (STOP-IT). *N Engl J Med.* 2015;372(21):1996-2005. doi:10.1056/NEJMoA1411162.
 5. Mazuski JE, Tessier JM, May AK, et al. The Surgical Infection Society Revised Guidelines on the Management of Intra-Abdominal Infection. *Surg Infect (Larchmt).* 2017;18(1):1-76. doi:10.1089/sur.2016.261.
 6. Coccolini F, Roberts D, Kurihara H, et al. The open abdomen in trauma and non-trauma patients: WSES guidelines. *World J Emerg Surg.* 2018;13:7. doi:10.1186/s13017-018-0167-4.
 7. De Waele JJ, Dellinger EP. Antimicrobial stewardship in the surgical patient. *Surg Infect (Larchmt).* 2020;21(8):666-670. doi:10.1089/sur.2020.126.
 8. Townsend CM, Beauchamp RD, Evers BM, Mattox KL. *Sabiston Textbook of Surgery: The Biological Basis of Modern Surgical Practice.* 21st ed. Elsevier; 2021.
 9. Biondo S, Lopez-Borao J, Kreisler E. Manejo quirúrgico de la diverticulitis aguda perforada (Hinchey III y IV). *Cir Esp.* 2019;97(9):491-499. doi:10.1016/j.ciresp.2019.06.012.
 10. Tolonen M, Mentula P, Sallinen V, et al. Open Abdomen with Vacuum-Assisted Wound Closure and Mesh-Mediated Fascial Traction in Patients with Complicated Intra-Abdominal Infections. *World J Surg.* 2017;41(1):64-71. doi:10.1007/s00268-016-3685-z.
 11. Sartelli M, Chichom-Mefire A, Labricciosa FM, et al. The management of intra-abdominal infections from a global perspective: 2017 WSES guidelines for management of intra-abdominal infections. *World J Emerg Surg.* 2017;12:29. doi:10.1186/s13017-017-0141-6.
 12. Brunicaudi FC, Andersen DK, Billiar TR, et al. *Schwartz's Principles of Surgery.* 11th ed. McGraw-Hill Education; 2019.

Trauma Abdominal y Control de Daños

Andy Steven Reinoso Silva

Introducción

El trauma representa una de las principales causas de morbilidad a nivel mundial, siendo la principal causa de muerte en la población menor de 45 años [DATO POR CONFIRMAR]. Dentro del paciente politraumatizado, el **trauma abdominal** constituye un desafío crítico debido a la presencia de órganos macizos altamente vascularizados y vísceras huecas cuyo estallido o perforación produce una contaminación peritoneal masiva. Se estima que el abdomen es la tercera región anatómica más frecuentemente lesionada y representa una de las principales fuentes de hemorragia exanguinante no compresible.

Clásicamente, el dogma de la cirugía de trauma dictaba la reparación anatómica definitiva de todas las lesiones durante la laparotomía inicial. Sin embargo, en la década de 1990, autores como Stone, Rotondo y Schwab revolucionaron el abordaje del paciente in extremis al describir la **cirugía de control de daños (CCD)**. Este cambio de paradigma reconoció que los pacientes con trauma grave no fallecen por el fracaso de la reparación anatómica, sino por el agotamiento fisiológico. La CCD prioriza la restauración de la fisiología sobre la anatomía, interrumpiendo la cascada letal mediante una intervención quirúrgica abreviada, reanimación en la unidad de cuidados intensivos (UCI) y, posteriormente, la cirugía definitiva una vez estabilizado el paciente.

El presente capítulo tiene como objetivo proporcionar una revisión exhaustiva y actualizada del manejo del trauma abdominal, con especial énfasis en las indicaciones, técnicas y cuidados críticos inherentes a la cirugía de control de daños. Se abordarán las bases fisiopatológicas que sustentan este abordaje, las herramientas diagnósticas actuales basadas en las directrices del programa *Advanced Trauma Life Support* (ATLS®), el manejo quirúrgico paso a paso de las lesiones más frecuentes, y los avances recientes en terapias endovasculares e híbridas que están redefiniendo el tratamiento del trauma grave en el siglo XXI.

Bases fisiopatológicas: La respuesta metabólica y el diamante letal

El choque hemorrágico inducido por el trauma desencadena una respuesta neuroendocrina e inflamatoria sistémica compleja. La hipoperfusión tisular lleva a las células a un metabolismo anaerobio, provocando un déficit en la producción de trifosfato de adenosina (ATP) y la acumulación de ácido láctico. Si este estado de deuda de oxígeno no se revierte rápidamente, el paciente desarrolla un círculo vicioso de deterioro fisiológico.

Históricamente, este deterioro se conceptualizó como la **tríada letal**, compuesta por hipotermia, coagulopatía y acidosis metabólica. En la última década, la comprensión del metabolismo del calcio en la cascada de coagulación y la función miocárdica ha llevado a la redefinición de este concepto hacia el **diamante letal**, incorporando la hipocalcemia.

- **Hipotermia:** Definida como una temperatura central menor a 35 °C. Se produce por la pérdida de sangre (que transporta calor), la exposición ambiental, la administración de fluidos intravenosos fríos y el cese de la termogénesis celular por el choque. La hipotermia inhibe de manera reversible las enzimas de la cascada de coagulación y altera la función plaquetaria. A temperaturas menores de 34 °C, los tiempos de coagulación se prolongan significativamente.
- **Acidosis metabólica:** Consecuencia directa del metabolismo celular anaerobio y la producción de lactato, agravada por la administración de cristaloides ricos en cloro (acidosis hiperclorémica). Un pH inferior a 7,20 reduce la formación del complejo protrombinasa en un 50 % y disminuye la contractilidad miocárdica.
- **Coagulopatía Inducida por Trauma (CIT):** A diferencia de la coagulopatía dilucional iatrogénica, la CIT es un fenómeno endógeno que se presenta en el 25-35 % de los pacientes gravemente lesionados antes de cualquier intervención médica. Está mediada por la hipoperfusión, que estimula el endotelio para liberar trombomodulina. Esta se une a la trombina, activando la proteína C, la cual inactiva los factores Va y VIIIa, y desinhibe el activador del plasminógeno tisular (tPA), desencadenando una hiperfibrinólisis fulminante.

- **Hipocalcemia:** El calcio ionizado (Factor IV) es esencial para el ensamblaje de los complejos de coagulación en las membranas fosfolipídicas y para el acoplamiento excitación-contracción del miocardio. La transfusión masiva de hemoderivados introduce citrato en el torrente sanguíneo, el cual quela el calcio sérico, agravando la coagulopatía y la hipotensión.

Nota clínica:

Todo paciente con trauma grave y hemorragia activa debe ser considerado en riesgo inminente de desarrollar el diamante letal. La prevención (calentamiento activo, control temprano de la hemorragia, limitación de cristaloides) es infinitamente más eficaz que el tratamiento una vez instaurada la falla fisiológica.

Evaluación clínica y diagnóstica

El abordaje inicial del paciente con trauma abdominal debe seguir rigurosamente los principios del algoritmo ABCDE del ATLS. La evaluación prioriza la identificación de lesiones que amenazan la vida de forma inminente, basándose principalmente en el estado hemodinámico del paciente.

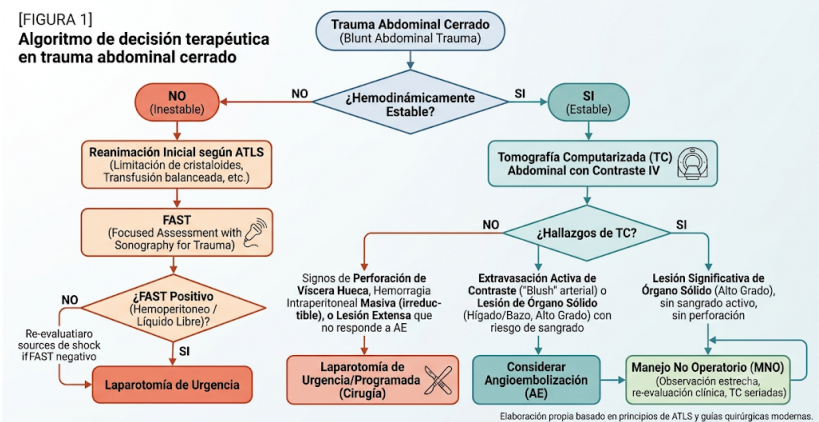
Evaluación primaria y anexos

Tras asegurar la vía aérea y la ventilación, la evaluación de la circulación (C) en busca de hemorragia interna es crítica. El examen físico del abdomen es notorio por su baja sensibilidad y especificidad en el paciente politraumatizado, especialmente si existe alteración del sensorio (por trauma craneoencefálico, intoxicación o choque).

El anexo diagnóstico por excelencia en la sala de reanimación es la ecografía **FAST** (*Focused Assessment with Sonography for Trauma*). Este estudio evalúa cuatro ventanas (pericárdica, hepatorrenal o saco de Morison, esplenorrenal y pélvica) en busca de líquido libre. Un FAST positivo en el contexto de un paciente con inestabilidad hemodinámica (presión arterial sistólica < 90 mmHg, o respuesta transitoria/nula a la reanimación inicial) es indicación absoluta de laparotomía exploradora inmediata.

Estudios imagenológicos avanzados

En el paciente **hemodinámicamente estable**, el estudio de elección es la **tomografía computarizada (TC)** multicorte de abdomen y pelvis con contraste intravenoso. La TC posee una sensibilidad y especificidad superiores al 95 % para identificar lesiones de órganos sólidos, extravasación activa de contraste (*blush* arterial) y lesiones del retroperitoneo, orientando el manejo no operatorio (MNO) o la necesidad de angioembolización.



Algoritmo de decisión terapéutica en trauma abdominal cerrado. Tipo de imagen: Diagrama de flujo. Debe mostrar la dicotomía inicial basada en la estabilidad hemodinámica; la rama inestable se dirige a FAST y laparotomía, y la rama estable se dirige a TC abdominal, derivando a manejo no operatorio, angioembolización o cirugía según los hallazgos.

Indicaciones de laparotomía y cirugía de control de daños

No todo paciente que requiere cirugía precisa una CCD. La decisión de abreviar el procedimiento debe tomarse de forma temprana, idealmente en los primeros 15-20 minutos de la intervención, antes de que el agotamiento fisiológico sea irreversible.

Tabla 1. Criterios clásicos para la implementación de Cirugía de Control de Daños (CCD)

Categoría	Criterios Clínicos y Fisiológicos
-----------	-----------------------------------

Fisiológicos	pH < 7,20 Temperatura < 34 °C INR > 1,5 o tiempo de coagulación prolongado Déficit de base > -8 mEq/L
Hemodinámicos	Inestabilidad sostenida pese a reanimación Necesidad de transfusión masiva (>10 unidades de concentrado de eritrocitos)
Quirúrgicos / Anatómicos	Lesiones vasculares complejas múltiples Hemorragia exanguinante en múltiples cavidades (ej. tórax y abdomen) Imposibilidad de aproximar los bordes fasciales (edema visceral severo) Empaquetamiento pélvico concomitante

Manejo quirúrgico: Fases de la cirugía de control de daños

El manejo quirúrgico contemporáneo del paciente in extremis se divide en un esquema secuencial de cinco fases interdependientes.

Fase 0: Reanimación de Control de Daños

Inicia en la escena del trauma y en el servicio de urgencias. Se basa en la **hipotensión permisiva** (mantener presión arterial sistólica de 80-90 mmHg o presión arterial media de 50-60 mmHg, con pulsos radiales palpables, para no desplazar coágulos incipientes) y la limitación estricta de cristaloides. La reposición de volumen debe realizarse mediante hemoderivados en proporciones balanceadas (plasma:plaquetas:eritrocitos en relación 1:1:1), simulando la sangre total.

Asimismo, se recomienda la administración temprana de **ácido tranexámico** (antifibrinolítico) en pacientes con hemorragia masiva en las primeras 3 horas post-trauma (Dosis: 1 g en bolo intravenoso

lento seguido de 1 g en infusión continua durante 8 horas; Nivel de evidencia 1A, basado en el ensayo CRASH-2).

Fase I: Laparotomía abreviada

El objetivo en el quirófano no es la perfección anatómica, sino salvar la vida. Debe completarse idealmente en menos de 60-90 minutos.

Los pasos son:

1. **Incisión y exposición:** Laparotomía mediana xifopúbica. Se realiza evisceración rápida del intestino delgado y aspiración masiva de hemoperitoneo.
2. **Control de la hemorragia:** Se realiza un **empaquetamiento (packing)** sistemático de los cuatro cuadrantes (perihépático, periesplénico, pélvico y goteras parietocólicas) utilizando compresas secas. Si el empaquetamiento no controla el sangrado, se evalúa el origen. Para hemorragia hepática severa, se aplica la **maniobra de Pringle** (pinzamiento del ligamento hepatoduodenal con clampe vascular). Las lesiones vasculares mayores no se reparan de forma definitiva si el paciente está in extremis; se prefiere la ligadura (vena cava infra-renal, arteria hepática propia) o la colocación de un **shunt vascular temporal** intracavitario (tubo de Argyle o derivación carotídea) fijado con cintas de oclusión o seda.
3. **Control de la contaminación:** Las perforaciones gástricas o intestinales no se anastomosan ni se exteriorizan como estomas. Se realiza una resección rápida de los segmentos no viables con **grapadoras lineales cortantes**, dejando los extremos cerrados y abandonados en la cavidad peritoneal. Las laceraciones menores pueden cerrarse con sutura continua en un solo plano.
4. **Cierre abdominal temporal (CAT):** Está absolutamente contraindicado el cierre fascial primario bajo tensión. Se debe aplicar una técnica de CAT que prevenga la evisceración, permita la expansión del contenido abdominal y cuantifique el drenaje de fluidos. La técnica de elección actual es la terapia de presión negativa abdominal (sistema **VAC abdominal** o técnica de Barker), que consta de una lámina fenestrada de polietileno interpuesta entre las asas y el peritoneo, esponjas de poliuretano y un campo adhesivo conectado a succión continua. Otra alternativa de bajo costo

es la **Bolsa de Bogotá** (fijación de una bolsa de cloruro de polivinilo estéril a la piel o fascia).

Alerta quirúrgica:

Jamás intente realizar una anastomosis intestinal o una anastomosis vascular compleja (venosa o arterial) en un paciente acidótico e hipotérmico. La viabilidad de estas suturas es casi nula y el tiempo invertido será letal para el paciente. Proceda con grapado intestinal y shunts temporales.

Fase II: Reanimación en UCI

El paciente es trasladado a la UCI con el abdomen abierto. Los objetivos son la corrección exhaustiva del diamante letal:

- Recalentamiento activo (fluidos tibios, mantas térmicas, ventilación con aire caliente).
- Reversión de la coagulopatía mediante transfusión guiada por pruebas viscoelásticas (tromboelastografía [TEG] o ROTEM) y reposición de fibrinógeno y crioprecipitados.
- Corrección de la hipocalcemia (Gluconato de calcio o Cloruro de calcio 1-2 g intravenoso según niveles de calcio ionizado).
- Optimización del gasto cardíaco y corrección de la acidosis láctica.

Fase III: Operación definitiva

Una vez que el paciente alcanza la estabilidad fisiológica (usualmente entre 24 y 48 horas post-laparotomía inicial), retorna a quirófano. Se retira el empaquetamiento de forma cuidadosa (irrigando con suero tibio para evitar el resangrado), se retiran los shunts vasculares para realizar injertos definitivos (vena safena o material protésico), se reconstruye el tránsito intestinal (anastomosis primaria o formación de estomas) y se realiza un lavado peritoneal exhaustivo.

Fase IV: Cierre de la pared abdominal

El objetivo final es el cierre fascial primario definitivo, el cual se logra en el 60-80 % de los casos si se realiza dentro de los primeros 5-7 días. Si la retracción fascial impide el cierre primario, se procede a técnicas de separación de componentes o, en casos extremos, al

injerto cutáneo sobre las asas intestinales granuladas (hernia ventral planificada).

Manejo perioperatorio y síndrome compartimental abdominal

El manejo postoperatorio inmediato de una laparotomía de control de daños requiere monitorización hemodinámica invasiva, soporte ventilatorio mecánico y vigilancia estrecha de complicaciones. La complicación más temida en la fase temprana es la hipertensión intraabdominal (HIA) y el **Síndrome Compartimental Abdominal (SCA)**.

El SCA se define fisiopatológicamente como el aumento sostenido de la presión intraabdominal (PIA) > 20 mmHg, asociado a una nueva disfunción o falla de órganos (típicamente insuficiencia renal oligúrica por compresión venosa renal, dificultad ventilatoria por elevación diafragmática y disminución del retorno venoso que desencadena choque obstructivo).

La PIA debe medirse sistemáticamente en todo paciente post-trauma grave, siendo el estándar de oro la medición de la presión intravesical instilando un máximo de 25 mL de solución salina, con el paciente en supino y el transductor calibrado en la línea axilar media a nivel de la cresta ilíaca.

Tabla 2. Clasificación de la Hipertensión Intraabdominal (HIA) según la *World Society of Abdominal Compartment Syndrome (WSACS)* y escalones de manejo

Grado de HIA	Presión Intraabdominal (mmHg)	Estrategia de Manejo Clínico / Quirúrgico
I	12 - 15	Vigilancia, mantenimiento de normovolemia, analgesia y sedación.

II	16 - 20	Evacuación de contenido intraluminal (sondas nasogástrica y rectal), procinéticos, descompresión de líquido libre (drenajes percutáneos), evitar fluidos en exceso.
III	21 - 25	Bloqueo neuromuscular, diuresis inducida o ultrafiltración si hay sobrecarga. Si existe disfunción orgánica temprana, valorar descompresión.
IV	> 25	Laparotomía descompresiva de urgencia con cierre abdominal temporal (tratamiento definitivo para el SCA instaurado).

A largo plazo, las complicaciones más frecuentes del abdomen abierto incluyen los abscesos intraabdominales, el fracaso del cierre de la pared y la temida **fístula enteroatmosférica**. El manejo de esta última es un desafío colosal que requiere aislamiento temprano de la efluencia entérica mediante dispositivos de bolsa personalizados y soporte nutricional parenteral hasta que la obliteración de la cavidad permita una reparación quirúrgica diferida (frecuentemente a los 6-12 meses).

Avances recientes y controversias actuales

El tratamiento del trauma abdominal ha experimentado una rápida evolución tecnológica en la última década, difuminando los límites entre la cirugía abierta tradicional y el intervencionismo endovascular.

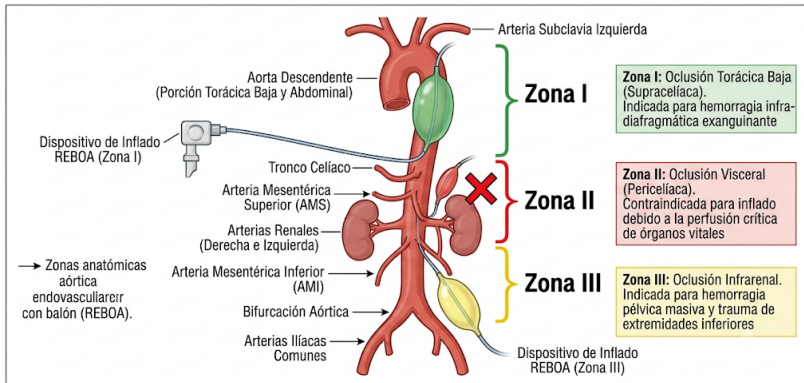
REBOA (Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta)

El **REBOA** se ha posicionado como un adyuvante prometedor a la reanimación en el paciente con choque hemorrágico profundo originado bajo el diafragma. Consiste en la inserción percutánea (o por disección abierta) de un catéter con balón en la arteria femoral común, el cual se avanza hacia la aorta torácica o abdominal para ocluir el flujo sanguíneo y aumentar transitoriamente la poscarga,

garantizando la perfusión coronaria y cerebral mientras se controla quirúrgicamente el foco de sangrado.

El inflado del balón se clasifica según la zona aórtica:

- **Zona I** (aorta torácica descendente, desde la subclavia izquierda hasta el tronco celiaco): Utilizado para control de hemorragia abdominal exanguinante. El tiempo de isquemia tolerable es muy corto (30-45 minutos) antes del fallo orgánico multisistémico.
- **Zona III** (aorta abdominal distal a las arterias renales y proximal a la bifurcación): Utilizado preferentemente para hemorragias pélvicas masivas.



Zonas anatómicas para la oclusión aórtica endovascular con balón (REBOA). Tipo de imagen: Esquema anatómico vascular. Muestra la aorta descendente y sus ramas principales, demarcando claramente la Zona I (torácica baja), Zona II (visceral, contraindicada para inflado) y Zona III (infrarenal).

El uso de REBOA sigue siendo controvertido. Si bien evita la morbilidad de la toracotomía de reanimación para el clampeo aórtico, ensayos recientes sugieren un aumento en la mortalidad si se aplica fuera de protocolos estrictos e instituciones de alto volumen, debido a la isquemia distal severa, daño renal agudo, necrosis mesentérica y riesgo de amputación de extremidades. La oclusión parcial (pREBOA) está siendo investigada para prolongar los tiempos de tolerancia isquémica.

Quirófanos Híbridos y Manejo Multidisciplinario

El manejo del trauma esplénico y hepático de alto grado en pacientes estables o transitoriamente respondedores se ha desplazado masivamente hacia el manejo no operatorio (MNO) facilitado por la **angioembolización**. La disponibilidad de quirófanos híbridos —que integran fluoroscopia avanzada, ecografía y capacidades de cirugía abierta— permite a los equipos de trauma realizar control endovascular (ej. embolización selectiva en trauma hepático o pélvico) y control quirúrgico (laparotomía o empaquetamiento preperitoneal) de forma simultánea, sin necesidad de trasladar al paciente inestable.

Puntos clave / Perlas quirúrgicas

- **1. Restauración fisiológica sobre anatómica:** La piedra angular de la cirugía de trauma contemporánea es reconocer tempranamente el límite de reserva del paciente e instaurar la cirugía de control de daños antes de la aparición del diamante letal.
- **2. El tiempo es vida:** La decisión de convertir una laparotomía formal en una laparotomía abreviada debe tomarse de preferencia antes de la incisión o en los primeros 15 minutos, basada en el estado hemodinámico y de coagulación, no en el volumen de lesiones.
- **3. Prevención de la hipotermia:** Desde el ingreso a urgencias, todo paciente de trauma debe ser activamente calentado. La prevención es significativamente más efectiva que el tratamiento reactivo.
- **4. Resección sin anastomosis:** En la laparotomía abreviada, todo intestino perforado o isquémico debe ser resecado con grapadoras lineales mecánicas y abandonado en la cavidad; la anastomosis primaria en condiciones de choque es una garantía de dehiscencia.
- **5. Transfusión balanceada y TXA:** La reanimación inicial debe evitar la cristaloideopatía. El uso de protocolos de transfusión masiva 1:1:1, suplementación de calcio y la administración temprana de ácido tranexámico mejoran sustancialmente la sobrevida.

- **6. Monitorización de la PIA:** En todo paciente sometido a reanimación masiva o cirugía de control de daños con abdomen abierto o cerrado, la monitorización continua de la presión intravesical es mandatoria para prevenir el letal síndrome compartimental abdominal.

Conclusiones

El manejo del trauma abdominal complejo ha experimentado una maduración científica asombrosa desde los preceptos empíricos del siglo pasado hasta los enfoques guiados por la fisiopatología en la actualidad. La consolidación de la cirugía de control de daños representa uno de los hitos más significativos en la historia de la cirugía general, demostrando que la contención quirúrgica temporal aunada al cuidado crítico avanzado salva más vidas que el heroísmo anatómico en un paciente exhausto.

No obstante, esta estrategia no es inocua y acarrea altas tasas de morbilidad, como eventraciones masivas y fistulas complejas. Por lo tanto, el cirujano moderno debe ejercer un juicio clínico meticuloso para identificar qué paciente se beneficiará del abordaje abreviado y cuál requiere resolución definitiva temprana. En paralelo, la incorporación de la tecnología endovascular y la reanimación hemostática balanceada reafirman que el cuidado del trauma abdominal grave ya no es patrimonio exclusivo del quirófano, sino de un ecosistema multidisciplinario integrado que comienza en el sitio del accidente y culmina en la sala de recuperación funcional a largo plazo.

Bibliografía

1. Feliciano DV, Mattox KL, Moore EE, editores. *Trauma*. 9.^a ed. Nueva York, NY: McGraw-Hill Education; 2020.
2. Coccolini F, Roberts D, Ansaloni L, Ivatury R, Gamberini E, Kluger Y, et al. The open abdomen in trauma and non-trauma patients: WSES guidelines. *World J Emerg Surg*. 2018;13:7. PMID: 29434652; DOI: 10.1186/s13017-018-0167-4.
3. Kirkpatrick AW, Roberts DJ, De Waele J, Jaeschke R, Malbrain ML, De Keulenaer B, et al. Intra-abdominal hypertension and the abdominal compartment syndrome: updated consensus definitions and clinical practice guidelines from the World Society of the Abdominal Compartment

- Syndrome. *Intensive Care Med.* 2013;39(7):1190-206. PMID: 23673399; DOI: 10.1007/s00134-013-2906-z.
(Nota: Aunque es del 2013, sigue siendo la guía directriz mundial fundacional vigente sobre SCA referenciada en la literatura de trauma reciente).
4. Spahn DR, Bouillon B, Cerny V, Coats TJ, Duranteau J, Fernández-Mondéjar E, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: sixth edition. *Crit Care.* 2023;27(1):1. PMID: 36859423; DOI: 10.1186/s13054-023-04327-7.
 5. The CRASH-2 trial collaborators. Effects of tranexamic acid on death, vascular occlusive events, and blood transfusion in trauma patients with significant haemorrhage (CRASH-2): a randomised, placebo-controlled trial. *Lancet.* 2010;376(9734):23-32. PMID: 20554314.
(Nota: Estudio hito que justifica la dosis actual de ácido tranexámico).
 6. Holcomb JB, Tilley BC, Baraniuk S, Fox EE, Wade CE, Podbielski JM, et al. Transfusion of plasma, platelets, and red blood cells in a 1:1:1 vs a 1:1:2 ratio and mortality in patients with severe trauma: the PROPPR randomized clinical trial. *JAMA.* 2015;313(5):471-482. PMID: 25647203; DOI: 10.1001/jama.2015.12.
 7. Brenner M, Inaba K, Aiolfi A, DuBose J, Fabian T, Bee T, et al. Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA) and Survival of Patients with Non-compressible Torso Hemorrhage: A Review. *JAMA Surg.* 2018;153(2):130-141. PMID: 28973105.
 8. Coccolini F, Coimbra R, Ordonez C, Kluger Y, Vega F, Moore EE, et al. Liver trauma: WSES 2020 guidelines. *World J Emerg Surg.* 2020;15(1):24. PMID: 32228634; DOI: 10.1186/s13017-020-00302-7.
 9. Roberts DJ, Bobrovitz N, Zygun DA, Ball CG, Kirkpatrick AW, Faris PD, et al. Indications for use of damage control surgery in civilian trauma patients: A content analysis and expert appropriateness rating study. *Ann Surg.* 2016;263(5):1018-1027. PMID: 26465780.
 10. American College of Surgeons. *Advanced Trauma Life Support (ATLS) Student Course Manual.* 10.^a ed. Chicago, IL: American College of Surgeons; 2018.

11. Ditzel RM Jr, Anderson JL, Eisenhart WJ, Rankin CJ, DeFreest L, Rivera-Lara L, et al. A review of transfusion- and trauma-induced hypocalcemia: Is it time to change the lethal triad to the lethal diamond? *J Trauma Acute Care Surg.* 2020;88(3):434-439. PMID: 31834015; DOI: 10.1097/TA.0000000000002570.
12. Townsend CM, Beauchamp RD, Evers BM, Mattox KL. Sabiston Tratado de Cirugía. Fundamentos Biológicos de la Práctica Quirúrgica Moderna. 21.^a ed. Ámsterdam: Elsevier; 2022.

Cirugía de Precisión en Cirugía General: Inteligencia Artificial, Biomarcadores y Toma de Decisiones Clínicas

Carlos Alejandro Villamarín Aguirre

Introducción

La cirugía general contemporánea se encuentra en una transición paradigmática acelerada, evolucionando desde un enfoque poblacional estandarizado hacia la **cirugía de precisión**. Históricamente, la toma de decisiones intraoperatorias y el manejo perioperatorio se han sustentado en guías clínicas basadas en promedios poblacionales y en la heurística derivada de la experiencia individual del cirujano. Sin embargo, el envejecimiento poblacional, el incremento exponencial en la complejidad de las comorbilidades y la explosión de datos biomédicos han expuesto las limitaciones del modelo médico tradicional. A nivel global, se estima que las complicaciones posoperatorias graves ocurren en hasta el 15 % de las cirugías mayores, constituyendo una de las principales causas de mortalidad intrahospitalaria.

La cirugía de precisión busca mitigar esta morbilidad mediante la integración de la genómica, la proteómica y, de manera crucial, la **inteligencia artificial (IA)**. Esta disciplina informática permite el análisis de volúmenes masivos de información estructurada y no estructurada, facilitando intervenciones hiperpersonalizadas. Las redes neuronales profundas y el **aprendizaje automático** (del inglés, *machine learning* o ML) tienen la capacidad de identificar patrones subclínicos indetectables para el intelecto humano.

El objetivo de este capítulo es proporcionar al cirujano en formación y al especialista un marco teórico y práctico robusto sobre la integración de biomarcadores moleculares y algoritmos de IA en el ecosistema quirúrgico. Se abordarán desde las bases mecánicas de la biología molecular tumoral hasta las aplicaciones intraoperatorias de

la visión computacional y el modelado predictivo perioperatorio. Dominar estas tecnologías ya no constituye un conocimiento auxiliar, sino una competencia nuclear para el cirujano general moderno.

Bases Fisiopatológicas: Biomarcadores y Datos Ómicos en la Práctica Quirúrgica

El fundamento biológico de la cirugía de precisión reposa en la comprensión de la heterogeneidad fisiopatológica a nivel celular y subcelular. El fenotipo de un paciente —y por ende, su respuesta al estrés quirúrgico, a la cicatrización o a la erradicación oncológica— está codificado por interacciones dinámicas conocidas como ciencias ómicas (genómica, transcriptómica, proteómica y metabolómica).

El Papel del ADN Tumoral Circulante (ctDNA)

En oncología quirúrgica, la resección R0 (márgenes microscópicamente negativos) sigue siendo el pilar curativo. No obstante, las recidivas ocurren debido a la **enfermedad residual mínima (ERM)**. Las células tumorales apoptóticas y necróticas liberan fragmentos de ADN al torrente sanguíneo, conocidos como ctDNA. La vida media de este biomarcador es extremadamente corta (de minutos a unas pocas horas), lo que lo convierte en un indicador en tiempo real de la carga tumoral.

Tras una resección curativa por cáncer colorrectal, la persistencia de ctDNA positivo en el posoperatorio temprano predice de manera casi ineludible la recurrencia clínica. Este mecanismo ha modificado las decisiones sobre adyuvancia, permitiendo desescalar tratamientos (y su toxicidad asociada) en pacientes con perfiles de bajo riesgo molecular, o intensificarlos en aquellos que, a pesar de tener un estadio clínico temprano, presentan persistencia de la ERM.

Tabla 1. Biomarcadores moleculares clave y su impacto en la decisión quirúrgica en Cirugía General

Biomarcador	Neoplasia a Principal	Impacto en la Decisión Clínico- Quirúrgica
-------------	-----------------------------	---

ctDNA	Cáncer colorrectal	Detecta ERM posoperatoria. Guía el uso de quimioterapia adyuvante.
Inestabilidad Microsatelital (MSI-H)	Cáncer colorrectal / Gástrico	Predice resistencia a 5-FU. Excelente respuesta a inmunoterapia neoadyuvante.
Mutación BRAF V600E	Melanoma / Cáncer colorrectal	Indica peor pronóstico posquirúrgico; puede requerir resecciones más agresivas y terapia dirigida.
HER2/neu	Cáncer gástrico / Unión GE	Selección de terapia neoadyuvante con trastuzumab para lograr <i>downstaging</i> preoperatorio.

Nota clínica: La toma de decisiones basada en biomarcadores requiere la validación de paneles en laboratorios certificados. El estado de MSI-H (Inestabilidad Microsatelital Alta) en cáncer de recto localmente avanzado ha demostrado, en ensayos recientes, respuestas clínicas completas tras el bloqueo del receptor PD-1, permitiendo una estrategia de "observación y espera" (*watch and wait*) y evitando cirugías pélvicas radicalmente mórbidas.

Evaluación Clínica y Diagnóstica: Radiómica y Estratificación de Riesgo

La evaluación clínica clásica depende de escalas de riesgo (ej., ASA, Charlson) que, si bien son útiles, carecen de la granularidad necesaria para el individuo específico. La IA interviene en esta fase combinando la clínica con el análisis avanzado de imágenes.

Radiómica y Modelos de Clasificación

La **radiómica** es el proceso de extracción de miles de características cuantitativas de imágenes médicas (tomografía computarizada o resonancia magnética) que son invisibles al ojo humano (ej., asimetría, curtosis, heterogeneidad espacial de los vóxeles). El

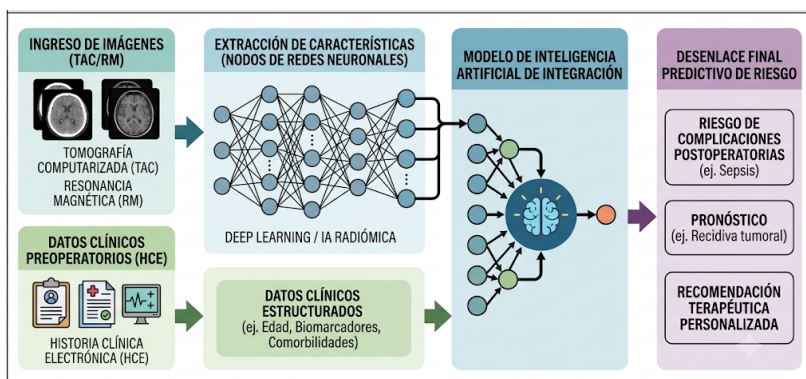
principio fisiopatológico subyacente es que la fenotipificación radiológica refleja la expresión genómica subyacente del tejido (*radiogenómica*).

En la práctica de la cirugía general, la radiómica asistida por IA se emplea para:

1. **Diferenciación de masas hepáticas:** Distinguir entre un colangiocarcinoma intrahepático y un carcinoma hepatocelular atípico sin requerir biopsia preoperatoria.
2. **Predicción de respuesta neoadyuvante:** En el cáncer de recto, los algoritmos de IA analizan la resonancia magnética basal para predecir qué pacientes lograrán una respuesta patológica completa (pCR) tras la quimiorradioterapia, optimizando el momento quirúrgico.

Estratificación Fisiológica Preoperatoria

Algoritmos recientes analizan la historia clínica electrónica (EHR, por sus siglas en inglés) procesando variables continuas, laboratorios de rutina y notas clínicas mediante procesamiento de lenguaje natural. Modelos validados pueden generar alertas tempranas de fragilidad, desnutrición o riesgo cardiovascular oculto. Esto permite instituir protocolos de prehabilitación específicos (ej., optimización nutricional, corrección de anemia) con semanas de anticipación a la intervención.



Esquema conceptual de la integración de Radiómica y datos clínicos preoperatorios. Tipo de imagen: Algoritmo de flujo. Debe mostrar el ingreso de imágenes (TAC/RM), la extracción de características (nodos de redes neuronales),

la integración con la Historia Clínica Electrónica y el desenlace final predictivo de riesgo.

Manejo Quirúrgico: Visión Computacional, Navegación y Fluorescencia

La incorporación de la IA dentro del quirófano transforma la cirugía laparoscópica y robótica, evolucionando la sala de operaciones en un entorno cognitivo. El abordaje quirúrgico paso a paso está siendo optimizado a través de tecnologías de **visión computacional**.

Visión Computacional y Navegación Anatómica

Las **redes neuronales convolucionales (CNN)** son arquitecturas de IA diseñadas para procesar cuadrículas de píxeles, logrando un reconocimiento de imágenes en tiempo real. En la colecistectomía laparoscópica, la principal causa de morbilidad grave es la lesión de la vía biliar (con una incidencia histórica estancada en 0.3-0.5 %). Los modelos de IA actuales, entrenados con miles de videos quirúrgicos, proyectan sobre el monitor del cirujano un mapa de calor dinámico.

Manejo Paso a Paso (Colecistectomía asistida por IA):

1. **Exposición:** El cirujano retrae el fondo y el infundíbulo vesicular.
2. **Identificación de IA:** El algoritmo superpone en pantalla una "zona segura" (en verde) indicando el triángulo hepatocístico, y una "zona de peligro" (en rojo) sobre la vía biliar principal y el lecho hepático.
3. **Validación de la Visión Crítica de Seguridad (CVS):** Antes del grapado, el sistema cuantifica automáticamente si se han cumplido los tres criterios de Strasberg para la CVS. Si el umbral de claridad no se alcanza, el sistema emite una alerta visual.
4. **Disección guiada:** Se procede al engrapado y corte del conducto y arteria císticos bajo la confirmación dual (humana y algorítmica).

Cirugía Guiada por Fluorescencia

El uso de **verde de indocianina (ICG)** se ha consolidado como un estándar en cirugía oncológica y gastrointestinal (dosis de 0.25 mg/kg vía intravenosa, Nivel de Evidencia IIa para evaluación de

perfusión). El ICG, activado por luz infrarroja cercana (NIR), permite visualizar el flujo vascular en tiempo real.

La IA potencia esta tecnología al cuantificar la cinética de la fluorescencia (tiempo de entrada, pico de intensidad y lavado). Durante una anastomosis colorrectal, en lugar de una evaluación subjetiva del color intestinal, el algoritmo genera un gradiente objetivo de perfusión tisular. Si el flujo capilar es deficiente, el cirujano toma la decisión inmediata de extender la resección proximalmente, reduciendo dramáticamente el riesgo de dehiscencia anastomótica.

Manejo Perioperatorio y Predicción de Complicaciones

La etapa posoperatoria requiere vigilancia intensiva. Tradicionalmente, las complicaciones como la sepsis, la injuria renal aguda y el íleo posoperatorio se detectan cuando el paciente exhibe un deterioro fisiológico franco (ej., taquicardia, fiebre, hipotensión).

Monitorización Inteligente y Trayectorias de Recuperación

Los sistemas de aprendizaje automático analizan flujos continuos de datos vitales generados en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) o en las salas de hospitalización. Plataformas predictivas (como el modelo *MySurgeryRisk* validado para cirugía general) integran los datos perioperatorios para pronosticar complicaciones entre 24 y 48 horas antes de la manifestación clínica.

Mecanismos Predictivos en el Posoperatorio:

- **Detección temprana de dehiscencia anastomótica:** La IA integra variaciones sutiles y continuas en la frecuencia cardíaca, recuentos de leucocitos, niveles de proteína C reactiva (PCR) y débito de los drenajes. Un aumento en la variabilidad del ritmo cardíaco asociado a una alteración mínima de la PCR dispara una alerta al equipo quirúrgico.
- **Prevención de sepsis:** Las redes neuronales recurrentes (RNN) modelan series temporales de presión arterial y gasto urinario, identificando el "shock oculto" que precede a la falla multiorgánica.

Tabla 2. Comparación entre modelos tradicionales y algoritmos basados en IA en el perioperatorio

Característica	Escalas Tradicionales (ej. ASA, POSSUM)	Modelos Basados en Inteligencia Artificial
Naturaleza de los datos	Estáticos, recogidos en un solo punto temporal.	Dinámicos, integración longitudinal en tiempo real.
Capacidad de actualización	Requieren re-validación poblacional manual.	Autoaprendizaje continuo con el flujo de nuevos datos.
Relación de variables	Modelos estadísticos lineales.	Detectan interacciones no lineales complejas.
Intervención clínica	Diagnóstico reactivo (respuesta al daño).	Intervención predictiva y proactiva.

Alerta quirúrgica: El uso de algoritmos predictivos está sujeto al fenómeno de **"Data Drift"** (deriva de datos). Si los protocolos del hospital cambian o si el dispositivo de monitorización se altera, la precisión predictiva de la IA puede caer drásticamente. El equipo quirúrgico nunca debe subordinar su juicio clínico o el examen físico directo a una alerta de software de manera ciega.

Avances Recientes y Controversias Actuales

La cirugía de precisión es una frontera en rápida expansión, pero no exenta de desafíos considerables. Las controversias actuales se centran en el ecosistema ético, legal y de validación.

El Problema de la "Caja Negra" y los Sesgos de Datos

Un obstáculo significativo para la adopción de algoritmos de *Deep Learning* es su interpretabilidad. Al contrario de un árbol de decisión clásico, una red neuronal profunda actúa como una **"caja negra"**; procesa los *inputs* y arroja un *output* preciso sin que el cirujano

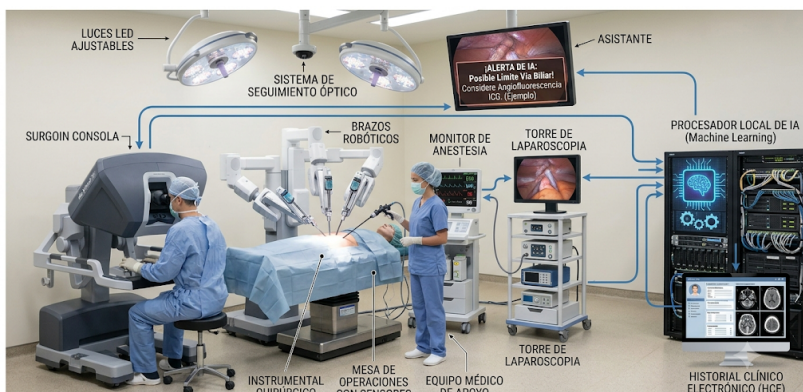
pueda auditar exactamente qué variables determinaron la conclusión. Esto genera reticencias éticas: si un algoritmo sugiere que una resección intestinal no es curable y recomienda cuidados paliativos, el cirujano necesita justificar esa decisión ante el paciente.

Además, los algoritmos entrenados de forma retrospectiva son vulnerables al **sesgo algorítmico**. Si un modelo de IA se entrena exclusivamente con imágenes de laparoscopias en pacientes de origen caucásico de un único centro de alto volumen, su rendimiento puede degradarse al operar en otras demografías o en hospitales con diferente instrumental tecnológico.

Aprendizaje Federado y Legislación

Para superar los silos de datos y proteger la privacidad del paciente, la frontera actual se orienta hacia el **aprendizaje federado** (*Federated Learning*). En este paradigma, múltiples hospitales entrenan el mismo algoritmo de IA utilizando sus bases de datos locales sin extraer ni compartir la información protegida del paciente hacia servidores centrales; solo se comparten los ajustes del modelo matemático.

Desde la perspectiva regulatoria, las entidades como la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos de EE. UU.) han comenzado a certificar estos algoritmos bajo la figura de *Software as a Medical Device* (SaMD), exigiendo ensayos clínicos prospectivos y aleatorizados —no solo análisis retrospectivos— antes de su implementación rutinaria en los quirófanos.



El ecosistema del Quirófano Inteligente. Tipo de imagen: Esquema de componentes intraoperatorios. Debe mostrar un quirófano robótico/laparoscópico interconectado, indicando las fuentes de datos (torre de laparoscopia, monitor de anestesia, historial clínico electrónico) convergiendo en un procesador local de IA que proyecta alertas en la pantalla del cirujano.

Puntos Clave / Perlas Quirúrgicas

- **Integración molecular:** La cirugía de precisión exige que la decisión quirúrgica (extensión de la resección, timing operatorio) incorpore el perfil genómico del tumor, como el ctDNA en cáncer colorrectal.
- **Radiómica predictiva:** La extracción de datos subvisuales mediante IA transforma estudios de imagen rutinarios en biomarcadores cuantitativos para la estadificación preoperatoria.
- **Protección de estructuras vitales:** La visión computacional aplicada al video laparoscópico actúa como un "GPS" en tiempo real, identificando el triángulo hepatocístico y reduciendo el riesgo de lesión de la vía biliar.
- **Anastomosis seguras:** La cuantificación algorítmica de la perfusión mediante fluorescencia con verde de indocianina mejora la objetividad sobre la viabilidad tisular comparado con la visión humana.
- **Prevención proactiva:** Los algoritmos predictivos posoperatorios procesan EHR y signos vitales en tiempo real

para anticipar sepsis y fugas anastomóticas hasta 48 horas antes del colapso clínico.

- **Limitaciones éticas:** La "caja negra" de la IA y el riesgo de sesgo en los datos exigen que el cirujano mantenga siempre la autonomía en la toma de decisiones finales, usando la tecnología como asistencia, no como reemplazo.

Conclusiones

La Cirugía de Precisión, catalizada por la confluencia de la inteligencia artificial, la analítica de *Big Data* y los biomarcadores ómicos, ha redefinido el estándar de cuidado en la cirugía general. Hemos pasado de un modelo reactivo fundamentado en la intuición clínica y datos estáticos, a un paradigma predictivo, proactivo e hiperpersonalizado.

La integración preoperatoria de radiómica permite predecir respuestas oncológicas; la visión computacional y la fluorescencia intraoperatorias elevan los márgenes de seguridad anatómica mitigando el error humano; y el modelado continuo en las unidades de cuidados intensivos transforma la fisiología dinámica en alertas procesables. No obstante, el desafío de la próxima década no radicará en el desarrollo del software, sino en su rigurosa validación prospectiva, la resolución de barreras bioéticas y la educación del cuerpo médico. El cirujano general del futuro no será reemplazado por la inteligencia artificial, sino por aquellos cirujanos que sepan integrar y dominar estas herramientas cognitivas de manera crítica y compasiva en beneficio del paciente.

Bibliografía

1. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med.* 2019;25(1):44-56. PMID: 30617339.
2. Hashimoto DA, Rosman G, Rus D, Meireles OR. Artificial Intelligence in Surgery: Promises and Perils. *Ann Surg.* 2018;268(1):70-76. PMID: 29384906.
3. Madani A, Namazi B, Altieri MS, et al. Artificial Intelligence for Intraoperative Guidance: Using Deep Learning to Show Safe Zones and Dangerous Zones of Dissection During Cholecystectomy. *J Am Coll Surg.* 2020;231(5):503-512. PMID: 32801037.

4. Tie J, Cohen JD, Lahouel K, et al. Circulating Tumor DNA Analysis Guiding Adjuvant Therapy in Stage II Colon Cancer. *N Engl J Med.* 2022;386(24):2261-2272. PMID: 35657320.
5. Bihorac A, Ozrazgat-Baslanti T, Ebadi A, et al. MySurgeryRisk: Development and Validation of a Machine-learning Risk Algorithm for Major Complications and Death After Surgery. *Ann Surg.* 2019;269(4):652-662. PMID: 29697424.
6. Mascagni P, Fiorillo C, Urciuoli I, et al. Artificial intelligence in surgical video analysis. *Updates Surg.* 2023;75(2):339-346. PMID: 36723788.
7. Huang YQ, Liang CH, He L, et al. Development and Validation of a Radiomics Nomogram for Preoperative Prediction of Lymph Node Metastasis in Colorectal Cancer. *J Clin Oncol.* 2016;34(18):2157-2164. PMID: 27138577.
8. Corey KM, Kashyap S, Lorenzi E, et al. Development and validation of machine learning models for the prediction of postoperative mortality and complications. *JAMA Surg.* 2018;153(10):e182794. PMID: 30046505.
9. Ward TM, Mascagni P, Ban Y, et al. Computer vision in surgery. *Surgery.* 2021;169(5):1253-1256. PMID: 33246736.
10. Binkley CE, Kemp DS. Ethical machine learning in surgery. *Surgery.* 2021;169(6):1300-1302. PMID: 33339612.
11. Collins GS, Dhiman P, Navarro CJA, et al. TRIPOD+AI statement: updated guidance for reporting clinical prediction models that use regression or machine learning methods. *BMJ.* 2024;385:e078378. PMID: 38626934.
12. Vilarino F, García C, Arias M, et al. Artificial Intelligence in Endoscopy and Surgery: Opportunities, Challenges, and Future Perspectives. *Dis Colon Rectum.* 2022;65(1):15-19. PMID: 34860183.

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: **978-9907-801-56-9**

Velseris Manta, Ecuador

Julio 2026

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.