

REVISIÓN

Cirugía de control de daños para lesiones del opérculo torácico: nuevo abordaje mediante esternotomía mediana y REBOA

Damage control surgery for thoracic outlet vascular injuries: the new resuscitative median sternotomy plus REBOA

Michael W. Parra¹ , Carlos A. Ordoñez^{2,3,4} , Luis Fernando Pino^{3,5} , Mauricio Millán^{4,6} , Yaset Caicedo⁷ , Víctor Rafael Buchelli⁸ , Alberto García^{2,3,4} , Adolfo González-Hadad^{3,5,9} , Alexander Salcedo^{2,3,4,5} , José Julián Serna^{2,3,4,5} , Laureano Quintero^{3,5} , Mario Alain Herrera^{3,5} , Fabian Hernández^{3,5} , Fernando Rodríguez-Holguín² 
ordonezcarlosa@gmail.com, carlos.ordonez@fvl.org.co



ACCESO ABIERTO

Citación: Parra MW, Ordoñez CA, Pino LF, Millán M, Caicedo Y, Buchelli VR, Gacia A, González-Hadad A, Salcedo A, Serna JJ, Quintero L, Herrera MA, Hernández F, Rodríguez-Holguín F. **Cirugía de control de daños para lesiones del opérculo torácico: nuevo abordaje mediante esternotomía mediana y REBOA** Colomb Méd (Cali), 2021;

52(2):e4054611 <http://doi.org/10.25100/cm.v52i2.4611>

Recibido : 03 Nov 2020

Revisado : 21 Apr 2021

Aceptado : 07 Jun 2021

Published: 30 Jun 2021

Palabras clave:

REBOA, aorta toraxica, arteria subclavia, arteria pulmonar, vena cava superior, vena ácigos, clavícula, pleura, hemotórax, toracotomía, valoración centrada en sonografía para trauma, venas braquiocefálicas, derivación cardiopulmonar, vena femoral, taponamiento cardíaco, esternotomía, presión sanguínea, vena subclavia, angiografía;heridas de arma blanca, cirugía, arteria carótida común, disección, hematoma, suturas, dispositivo de acceso vascular, arteria carótida

1 Broward General Level I Trauma Center, Department of Trauma Critical Care, Fort Lauderdale, FL - USA, 2 Fundación Valle del Lili, Department of Surgery, Division of trauma and Acute Care Surgery, Cali, Colombia., 3 Universidad del Valle, Facultad de Salud, Escuela de Medicina, Department of Surgery. Division of Trauma and Acute Care Surgery, Cali, Colombia., 4 Universidad Icesi, Cali, Colombia. , Universidad Icesi, Universidad Icesi, Cali, Colombia, 5 Hospital Universitario del Valle, Department of Surgery, Division of Trauma and Acute Care Surgery, Cali, Colombia., 6 Fundación Valle del Lili, Department of Surgery, Division of Transplant Surgery, Cali, Colombia, 7 Fundación Valle del Lili, Centro de Investigaciones Clínicas (CIC), Cali, Colombia, 8 Centro Medico Imbanaco, Department of Cardiovascular Surgery, Cali, Colombia, 9 Centro Médico Imbanaco, Cali, Colombia.

Resumen

El trauma vascular torácico está asociado con una alta mortalidad y es la segunda causa más común de muerte en pacientes con trauma después del trauma craneoencefálico. Se estima que menos del 25% de los pacientes con una lesión vascular torácica alcanzan a llegar con vida para recibir atención hospitalaria y más del 50% fallecen en las primeras 24 horas. El trauma torácico penetrante con compromiso de los grandes vasos es un problema quirúrgico dado a su severidad y la asociación con lesiones a órganos adyacentes. El objetivo de este artículo es presentar la experiencia en el manejo quirúrgico de las lesiones del opérculo torácico con la creación de un algoritmo de manejo quirúrgico en seis pasos prácticos de seguir basados en la clasificación de la AAST. que incluye los principios básicos del control de daños. La esternotomía mediana de resucitación junto con la colocación de un balón de resucitación de oclusión aórtica (Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta - REBOA) en zona 1 permiten un control primario de la hemorragia y mejoran la sobrevivencia de los pacientes con trauma del opérculo torácico e inestabilidad hemodinámica.

Keywords:

REBOA, thoracic aorta, subclavian artery, pulmonary artery, superior vena cava, azygos vein, clavicle, pleura, hemothorax, thoracotomy, operating rooms, focused assessment with sonography for trauma, brachiocephalic veins, cardiopulmonary bypass, femoral vein, cardiac tamponade, sternotomy, blood pressure, subclavian vein, angiography, stab wounds, surgeons, common carotid artery, dissection, hematoma, sutures, vascular access devices, carotid arteries

Copyright: © 2021 Universidad del Valle

**Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Agradecimientos:

Queremos extender nuestro agradecimiento al ilustrador anatómico Fabian R. Cabrera P., profesor del Departamento de Diseño de la Facultad de Artes Integradas, por las ilustraciones y el diseño de la portada. Agradecemos a Natalia Padilla por sus contribuciones en la redacción de este manuscrito.

Autor de correspondencia:

Carlos A. Ordonez, MD, FACS.
Division of Trauma and Acute Care Surgery, Department of Surgery.
Fundación Valle del Lili. Cali, Colombia;
Division of Trauma and Acute Care Surgery, Department of Surgery,
Universidad del Valle, Cali, Colombia;
Universidad Icesi, Cali, Colombia.
Email: ordonezcarlosa@gmail.com,
carlos.ordonez@fvl.org.co

Abstract

Thoracic vascular trauma is associated with high mortality and is the second most common cause of death in patients with trauma following head injuries. Less than 25% of patients with a thoracic vascular injury arrive alive to the hospital and more than 50% die within the first 24 hours. Thoracic trauma with the involvement of the great vessels is a surgical challenge due to the complex and restricted anatomy of these structures and its association with adjacent organ damage. This article aims to delineate the experience obtained in the surgical management of thoracic vascular injuries via the creation of a practical algorithm that includes basic principles of damage control surgery. We have been able to show that the early application of a resuscitative median sternotomy together with a zone 1 resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) in hemodynamically unstable patients with thoracic outlet vascular injuries improves survival by providing rapid stabilization of central aortic pressure and serving as a bridge to hemorrhage control. Damage control surgery principles should also be implemented when indicated, followed by definitive repair once the correction of the lethal diamond has been achieved. To this end, we have developed a six-step management algorithm that illustrates the surgical care of patients with thoracic outlet vascular injuries according to the American Association of the Surgery of Trauma (AAST) classification.

Contribución del estudio

1) ¿Por qué se realizó este estudio?

El trauma torácico penetrante con compromiso de los grandes vasos es un problema quirúrgico dado a su severidad y la asociación con lesiones a órganos adyacentes. El objetivo de este artículo es presentar la experiencia en el manejo quirúrgico de las lesiones del opérculo torácico con la creación de un algoritmo de manejo quirúrgico

2) ¿Cuáles fueron los resultados más relevantes del estudio?

Los pacientes con heridas precordiales penetrantes se les debe realizar un ultrasonido torácico como componente integral de la evaluación inicial. Aquellos que presenten un ultrasonido torácico positivo y se encuentren hemodinámicamente estables se les debe realizar una ventana pericárdica con posterior lavado. Los pacientes hemodinámicamente inestables requieren de una cirugía de control de daños para un adecuado y oportuno control del sangrado.

3) ¿Qué aportan estos resultados?

Se plantea un algoritmo que ilustra en cinco pasos el manejo quirúrgico de los pacientes con heridas precordiales penetrantes.

Introducción

El trauma vascular torácico está asociado con una alta mortalidad y es la segunda causa más común de muerte en pacientes con trauma después del trauma craneoencefálico ^{1,2}. Se estima que menos del 25% de los pacientes con una lesión vascular torácica alcanzan a llegar con vida para recibir atención hospitalaria y más del 50% fallecen en las primeras 24 horas ³. El trauma torácico penetrante con compromiso de los grandes vasos tiene una complejidad quirúrgica por su severidad y la asociación con lesiones a órganos adyacentes ⁴. El objetivo de este artículo es presentar la experiencia del grupo de Cirugía de Trauma y Emergencias (CTE) de Cali, Colombia en el manejo quirúrgico de las lesiones del opérculo torácico con la creación de un algoritmo de manejo práctico que incluye los principios básicos del control de daños.

El presente artículo es un consenso que sintetiza la experiencia adquirida durante los últimos 30 años en el manejo de la cirugía de trauma y emergencias, cirugía general y cuidado crítico del grupo de cirugía de Trauma y Emergencias (CTE) de Cali, Colombia conformado por expertos del Hospital Universitario del Valle “Evaristo García”, y el Hospital Universitario Fundación Valle del Lili y con la Universidad del Valle y la Universidad Icesi, en colaboración con la Asociación Colombiana de Cirugía y la Sociedad Panamericana de Trauma y en conjunto con especialistas

Epidemiología

El trauma cerrado por accidentes de tránsito fue el principal mecanismo de lesión en una serie de 75 pacientes con trauma vascular torácico realizada en un periodo de 15 años por Friend y colaboradores en el Royal Perth Hospital de Australia. Las áreas vasculares más comúnmente lesionadas fueron la aorta torácica en 39 pacientes, la arteria subclavia en 8 pacientes y la arteria pulmonar en 3 pacientes. Las lesiones asociadas más frecuentes fueron hemotórax, fractura de cráneo, fracturas de costillas, contusión pulmonar y fractura pélvica, con una tasa de mortalidad del 43% ⁵. Mattox *et al.*, en una de las series más grandes registradas sobre trauma vascular de origen civil con un total de 576 pacientes atendidos durante 1958 a 1988 reportaron que los vasos más comúnmente lesionados fueron: la aorta torácica descendente, la arteria pulmonar y la arteria innominada ⁶. Las lesiones de la aorta torácica y/o los vasos pulmonares presentan una alta mortalidad y la mayoría mueren en la escena del trauma ⁷.

En una serie retrospectiva de casos con lesiones del opérculo torácico que requirieron de la colocación de un balón de resucitación de oclusión aortica (*Resuscitative Endovascular Balloon*

Tabla 1. Características generales de los pacientes con requerimiento de REBOA más esternotomía mediana de resucitación

	Variable	REBOA + Esternotomía Mediana de Resucitación (n = 17)
Datos generales	Edad, mediana (RIQ)	32 (22 - 35)
	Masculino, n (%)	15
Mecanismo de trauma	Penetrante, n (%)	15
	Herida por Proyectil de Arma de Fuego, n (%)	9 / 15
	Herida por Arma Blanca, n (%)	6 / 15
	Cerrado, n (%)	2
Severidad de la lesión	ISS, mediana (RIQ)	25 (25 - 50)
	Tórax AIS, mediana (RIQ)	5 (4 - 5)
	Abdominal AIS, mediana (RIQ)	5 (5 - 5)
	Pelvis/Extremidades AIS, mediana (RIQ)	3 (2 - 4)
Signos vitales al ingreso	PAS, mm Hg, mediana (RIQ)	50 (42 - 64)
	Frecuencia Cardíaca, lpm, mediana (RIQ)	110 (94 - 132)
	ECG, mediana (RIQ) median (IQR)	14 (8 - 15)
	Paro cardíaco, n (%)	0
Requerimiento de transfusión	UGR, 6h, mediana (RIQ)	5 (4 - 8)
	PFC, 6 h, mediana (RIQ)	6 (4 - 6)
	Plaquetas, 6 h, mediana (RIQ)	6 (0 - 6)
	Crioprecipitado, 6 h, mediana (RIQ)	6 (0 - 10)
	UGR, 24 h, mediana (RIQ)	7 (5 - 10)
	PFC, 24 h, mediana (RIQ)	8 (5 - 11)
	Plaquetas, 24 h, mediana (RIQ)	6 (0 - 6)
Crioprecipitado, 24 h, mediana (RIQ)	10 (0 - 14)	

AIS: Índice abreviado de trauma - Abbreviated Injury Score; ECG: Escala de Coma de Glasgow; PAS: Presión arterial sistólica; PFC: Plasma fresco congelado; RIQ: Rango intercuartilico; UGR: Unidad glóbulos rojos.

Tabla 2. Características técnicas y desenlaces clínicos en pacientes tratados con REBOA + esternotomía mediana de resucitación

	Variable	REBOA + Esternotomía Mediana de Resucitación (n = 17)
Acceso arterial	Incisión quirúrgica, n (%)	14
	Percutánea con guía ecográfica, n (%)	3
Presión arterial sistólica	Pre-OA, mm Hg, mediana (RIQ)	50 (40-65)
	5-minutos OA, mm Hg, mediana (RIQ)	78 (64-85)
	Post-OA, mm Hg, mediana (RIQ)	97 (86-110)
Zona de posición de REBOA	Zona 1, n (%)	13
	Zona 1 + Zona 3, n (%)	4
	Tiempo de Oclusión, min, median (IQR)	41 (30 - 60)
Procedimientos quirúrgicos adicionales	Laparotomía, n (%)	4
	Control de Daños Torácico, n (%)	12
	Control de Daños Abdominal, n (%)	3
Mortalidad	Intraoperatoria, n (%)	2
	72 h, n (%)	4
	Intrahospitalaria, n (%)	5
Estancia hospitalaria	UCI, días, mediana (RIQ)	10 (6 - 20)
	Hospitalaria, días, mediana (RIQ)	18 (11 - 25)

OA: Oclusión aortica, UCI: Unidad de Cuidados Intensivos, RIQ: Rango intercuartil

Oclusion of the Aorta - REBOA) y simultáneamente un abordaje torácico a través de una esternotomía mediana de resucitación. entre diciembre 2014 y diciembre 2019 atendidos en una institución de alta complejidad de Cali, Colombia: Fundación Valle del Lili (FVL). El objetivo de este trabajo fue caracterizar las lesiones vasculares torácicas tratadas en conjunto con la colocación del REBOA.

El estudio fue aprobado por el comité de ética y el equipo de revisión institucional. La decisión de la colocación del REBOA siempre fue realizada por el cirujano de trauma tratante y la indicación más común fue la hipotensión sostenida (presión arterial sistólica <90 mm Hg) que no respondía a la resucitación inicial. Todos los REBOA fueron posicionados en la zona 1 por un equipo quirúrgico mientras que otro equipo quirúrgico realizaba simultáneamente la esternotomía mediana de resucitación.

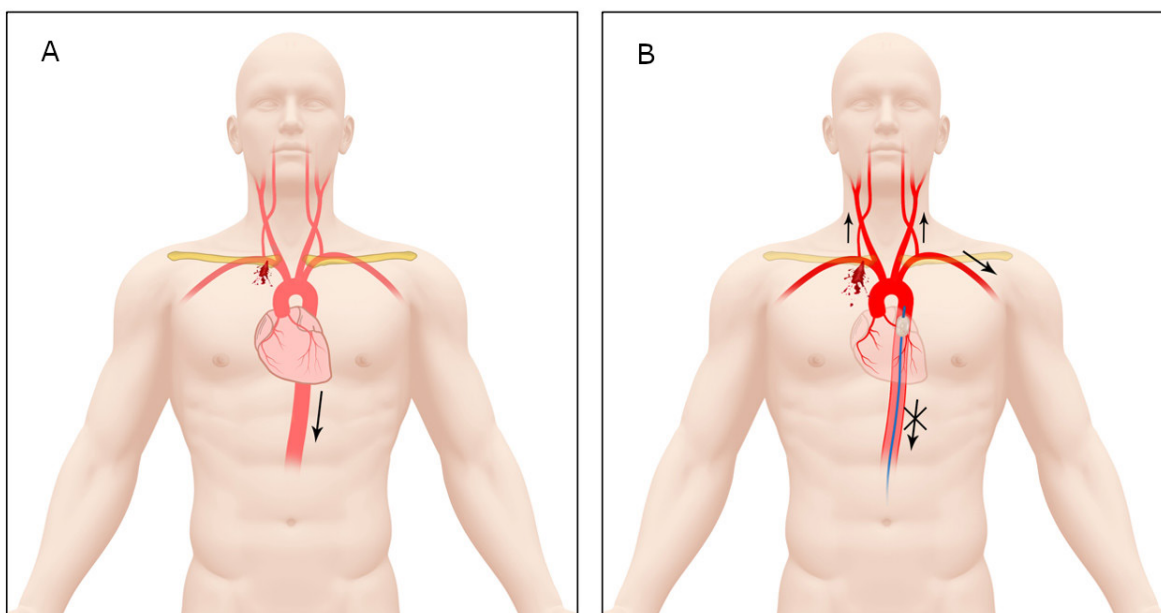


Figura 1. Redistribución del flujo sanguíneo con la colocación de REBOA en zona 1. A. Herida vascular sobre la arteria subclaviana izquierda que ha generado hipoperfusión cerebral, cardíaca y sistémica por la hemorragia de alto gasto. B. La colocación del REBOA en zona 1 permite un aumento del flujo sanguíneo cerebral y cardíaco.

Tabla 3. Clasificación de la AAST para las Lesiones Vasculares Torácicas

Grade*	Description
I	Arteria/Vena intercostal Arteria/Vena mamaria interna Arteria/Vena bronquial Arteria/Vena esofágica Vena hemiaóigos Unnamed artery/vein
II	Vena áigos Vena yugular interna Vena subclavia Vena innominada
III	Arteria Carótida Arteria Innominada Arteria Subclavia
IV	Aorta torácica descendente Vena cava inferior descendente (intratorácica) Arteria pulmonar, ramas intraparenquimales principales Vena pulmonar, ramas intraparenquimales principales
V	Aorta torácica, aorta ascendente y arco aórtico Vena cava superior Arteria Pulmonar, tronco pulmonar Vena Pulmonar, tronco pulmonar
VI	Transección total no contenida de la aorta torácica o del hilio pulmonar.

*Incremente un grado para lesiones grado III múltiples o lesiones grado IV que comprometen más del 50% de la circunferencia y disminuya un grado para las lesiones grado IV que comprometen menos del 25% de la circunferencia.

Un total de 56 pacientes fueron tratados con oclusión aortica endovascular, de los cuales 23 sufrieron trauma torácico y 17 fueron manejados junto con esternotomía mediana de resucitación. Este grupo de pacientes manejados con REBOA y esternotomía mediana tuvieron en su gran mayoría trauma penetrante por proyectil de arma de fuego. Ninguno presentó paro cardiaco al ingreso de la sala de urgencias. Todos los REBOA fueron colocados en sala de cirugía. La vía más común para lograr el acceso arterial fue a través de incisión quirúrgica en la región inguinal y la presión arterial sistólica antes de la colocación del REBOA tuvo una mediana de 50 mm Hg. La zona entre el inicio de la aorta descendente y el tronco celiaco para el inflado del catéter balón fue la más común, con el fin de controlar el sangrado proximal y asegurar la perfusión cerebral y coronaria, aunque en algunos pacientes se combinó esta estrategia con el descenso del balón a zona 3. La esternotomía mediana de resucitación permitió el control quirúrgico de la mayoría de los traumatismos, sin necesidad de procedimientos adicionales. En 11 pacientes se documentó lesión vascular torácica, la mayoría múltiples y con la siguiente distribución y frecuencia: arteria subclavia derecha (4), arteria intercostal (4), vena pulmonar (3), vena innominada (2), arco aórtico (2), vena subclavia (2) y aorta descendente (1)

Doce pacientes requirieron cirugía de control de daños torácico. La estrategia de reanimación hemostática durante las primeras 6 horas en la mayoría de los pacientes fue una relación 1:1:1 de glóbulos rojos, plasma fresco congelado, plaquetas y crioprecipitado. Respecto a los desenlaces, solo dos pacientes fallecieron en la cirugía y la mortalidad general fue tan solo de 5 pacientes. Ningún paciente presentó complicaciones vasculares o tuvo secuelas neurológicas (Tabla 1 y 2)

Dado a esta experiencia, el grupo de Cirugía de Trauma y Emergencias ha propuesto incluir al REBOA en el manejo del trauma torácico, inclusive en caso de lesiones vasculares⁸. A pesar del paradigma de que el REBOA debería estar contraindicado en el manejo de este tipo de heridas⁹. Nosotros somos pioneros en demostrar su factibilidad, efectividad y seguridad del REBOA en el manejo de este tipo de pacientes que corrobora los resultados de estudios de modelos en animales^{10,11}. A continuación, se presenta el abordaje de las lesiones del opérculo torácico a través del REBOA y el manejo definitivo de la lesión vascular.

Abordaje inicial

En el abordaje inicial del paciente se debe realizar una estabilización rápida y efectiva de acuerdo con las guías del manual de soporte vital avanzado en trauma (*Advanced Trauma Life Support* - ATLS)^{*} implementando la estrategia ABCDE. La resucitación de control de daños debe

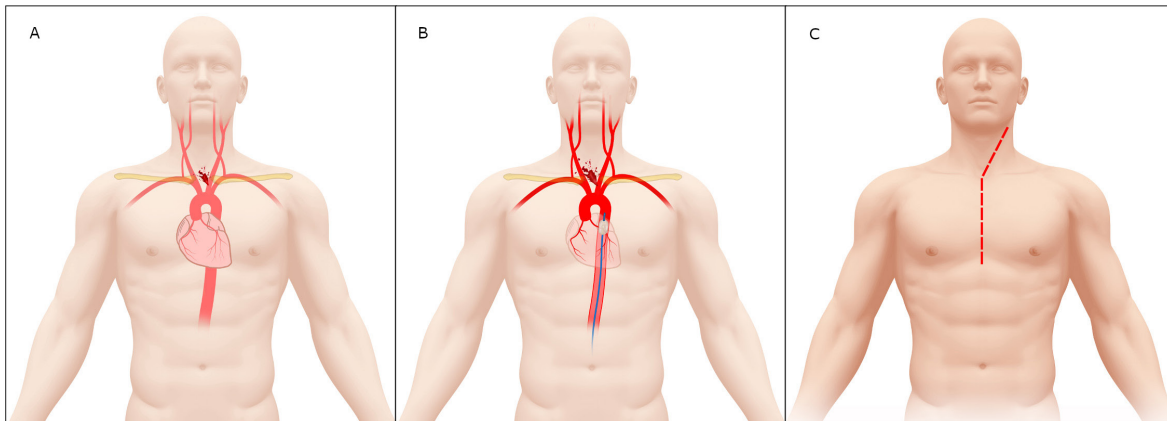


Figura 2. Manejo del Trauma de la Arteria Carótida Izquierda. A. Lesión de la Arteria Carótida Izquierda en su porción proximal. B. Lesión de la Arteria Carótida Izquierda en su porción proximal con REBOA en zona 1. C. El abordaje quirúrgico para este tipo de herida debe ser a través de una esternotomía mediana con cervicotomía izquierda.

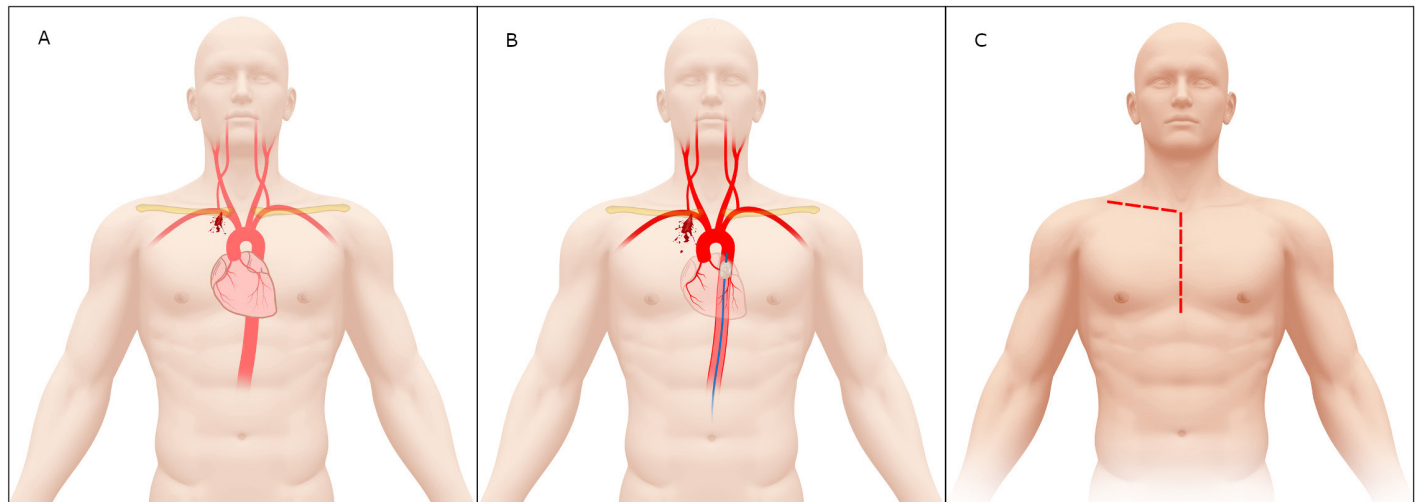


Figura 3. Manejo del Trauma de la Arteria Subclavia Derecha en su porción proximal. A. Lesión de la Arteria Subclavia Derecha en su porción proximal. B. Lesión de la Arteria Subclavia Derecha en su porción proximal con REBOA en zona 1. C. El abordaje quirúrgico para esta herida debe ser a través de una Esternotomía Mediana con Extensión Supraclavicular

ser implementada con posterior realización de radiografía de tórax y de ecografía focalizada en trauma extendida (*Focused Assessment Sonography in Trauma* - E-FAST). La elección entre la exploración quirúrgica inmediata o la realización de imágenes diagnósticas de extensión dependerá del estado hemodinámico del paciente. Si el paciente está hemodinámicamente estable o con respuesta hemodinámica transitoria, una tomografía axial computarizada debe ser realizada con el fin de determinar la extensión de la herida vascular torácica y la asociación con cualquiera otra lesión significativa. Sin embargo, los pacientes con inestabilidad hemodinámica (presión arterial sistólica sostenida ≤ 70 mm Hg) y/o asociación con sangrado externo activo, hemotórax masivo, taponamiento cardíaco y/o lesión quirúrgica cervical/toraco-abdominal deben ser operados de urgencia.

Manejo quirúrgico

Basados en nuestra experiencia proponemos un nuevo algoritmo de manejo para pacientes con heridas del opérculo torácico:

- **PASO 1:** Los esfuerzos se deben dirigir a la identificación de todas las lesiones que potencialmente comprometen la vida siguiendo el abordaje ABCD del ATLS (radiografía de tórax y E-FAST). Se deben colocar una línea arterial y una venosa para acceso intravenoso, monitoreo de la presión arterial e inicio de una agresiva resucitación de control de daños.

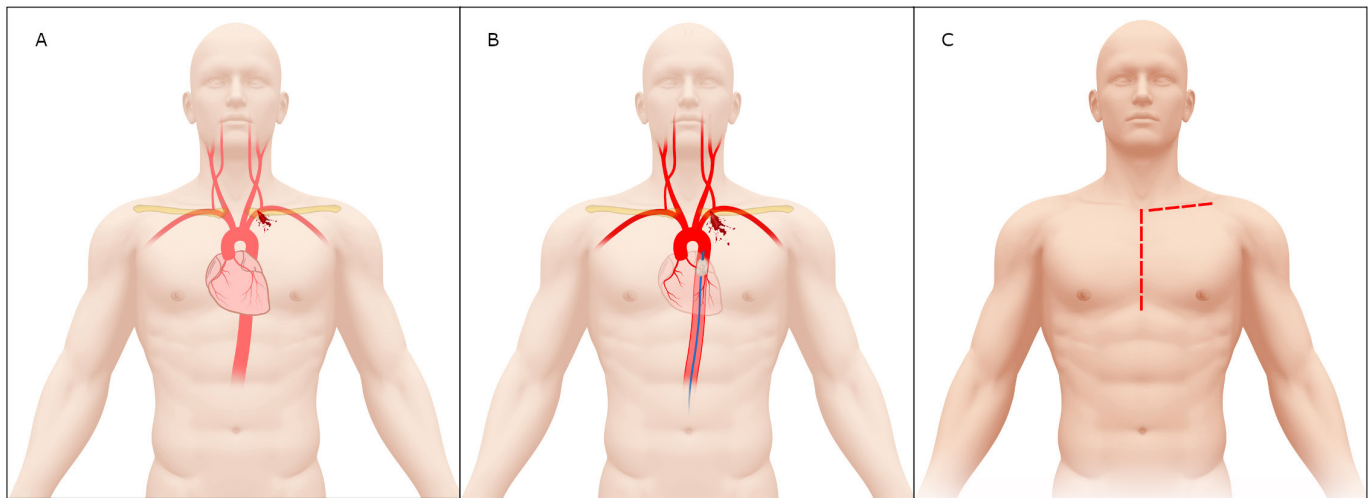


Figura 4. Manejo del Trauma de la Arteria Subclavia Izquierda en su porción proximal. A. Lesión de la Arteria Subclavia Izquierda en su porción proximal B. Lesión de la Arteria Subclavia Izquierda en su porción proximal con REBOA en zona I C. El abordaje quirúrgico para esta herida debe ser a través de Esternotomía Mediana con Extensión Supraclavicular

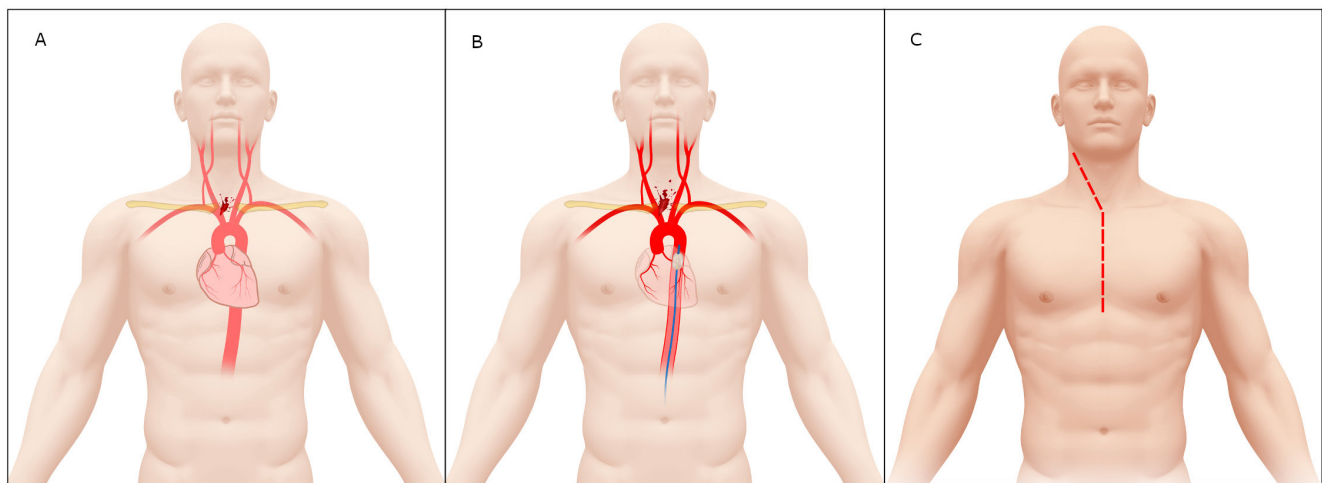


Figura 5. Manejo del Trauma del Tronco Braquiocefálico. A. Lesión del Tronco Braquiocefálico B. Lesión del Tronco Braquiocefálico con REBOA en zona I C. El abordaje quirúrgico para esta herida debe ser a través de Esternotomía Mediana con Extensión Cervical

• **PASO 2:** En todos los pacientes hemodinámicamente inestables (presión arterial sistólica sostenida ≤ 70 mm Hg) o no respondedores a las maniobras de resucitación, la línea arterial debe ser reemplazada sobre la guía por un introductor para la colocación de REBOA en zona I el cual puede ser colocado en sala de urgencias o en salas de cirugía ¹². El REBOA es una herramienta de resucitación importante que previene el colapso hemodinámico del paciente hemodinámicamente inestable politraumatizado mientras mantiene la perfusión coronaria y cerebral (Figura 1). Adicionalmente, se debe activar el protocolo institucional de transfusión masiva. Si el paciente se encuentra hemodinámicamente estable o responde transitoriamente, se debe realizar una tomografía axial computarizada con el fin de determinar la extensión de la herida y la presencia de lesiones asociadas. Según los hallazgos imagenológicos se determina el manejo del paciente, ya sea conservador, quirúrgico, endovascular y/o combinado.

• **PASO 3:** Los pacientes que persisten hemodinámicamente inestables o no respondedores deben ser trasladados inmediatamente al quirófano para exploración torácica mediante una esternotomía mediana para un control directo de la fuente de sangrado. Se debe drenar el hematoma mediastinal o el hemotórax masivo y ante la sospecha de un taponamiento cardíaco se debe optar por una pericardiotomía con evacuación del hematoma pericárdico. Si la institución no cuenta con la disponibilidad de un REBOA para ser colocado previo a la apertura del

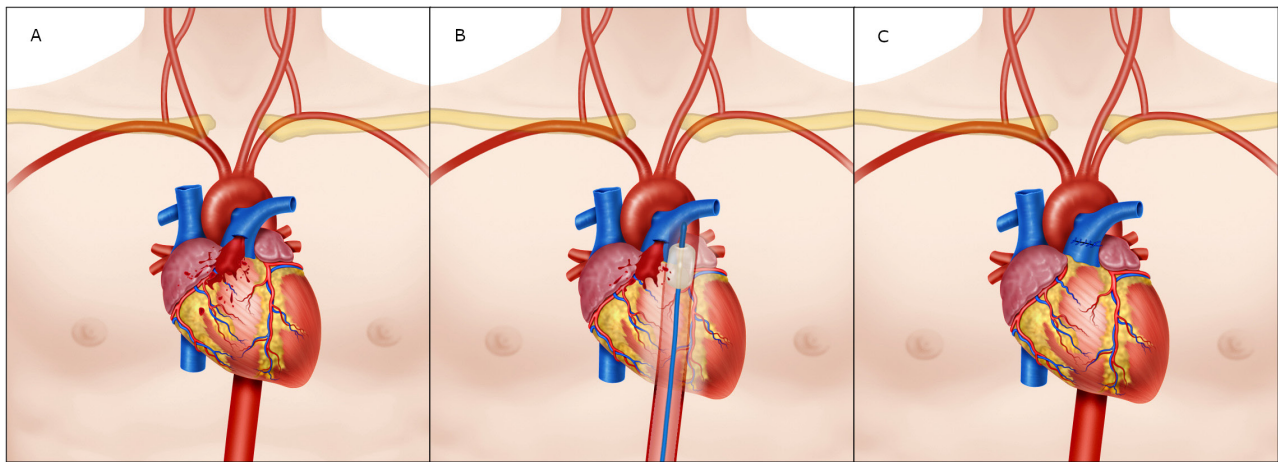


Figura 6. Manejo del Trauma Vascular de la Arteria Pulmonar. A. Lesión de la Arteria Pulmonar en su porción proximal B. Lesión de la Arteria Pulmonar en su porción proximal con REBOA en zona 1 C. El abordaje quirúrgico para esta herida debe ser mediante una Esternotomía Mediana

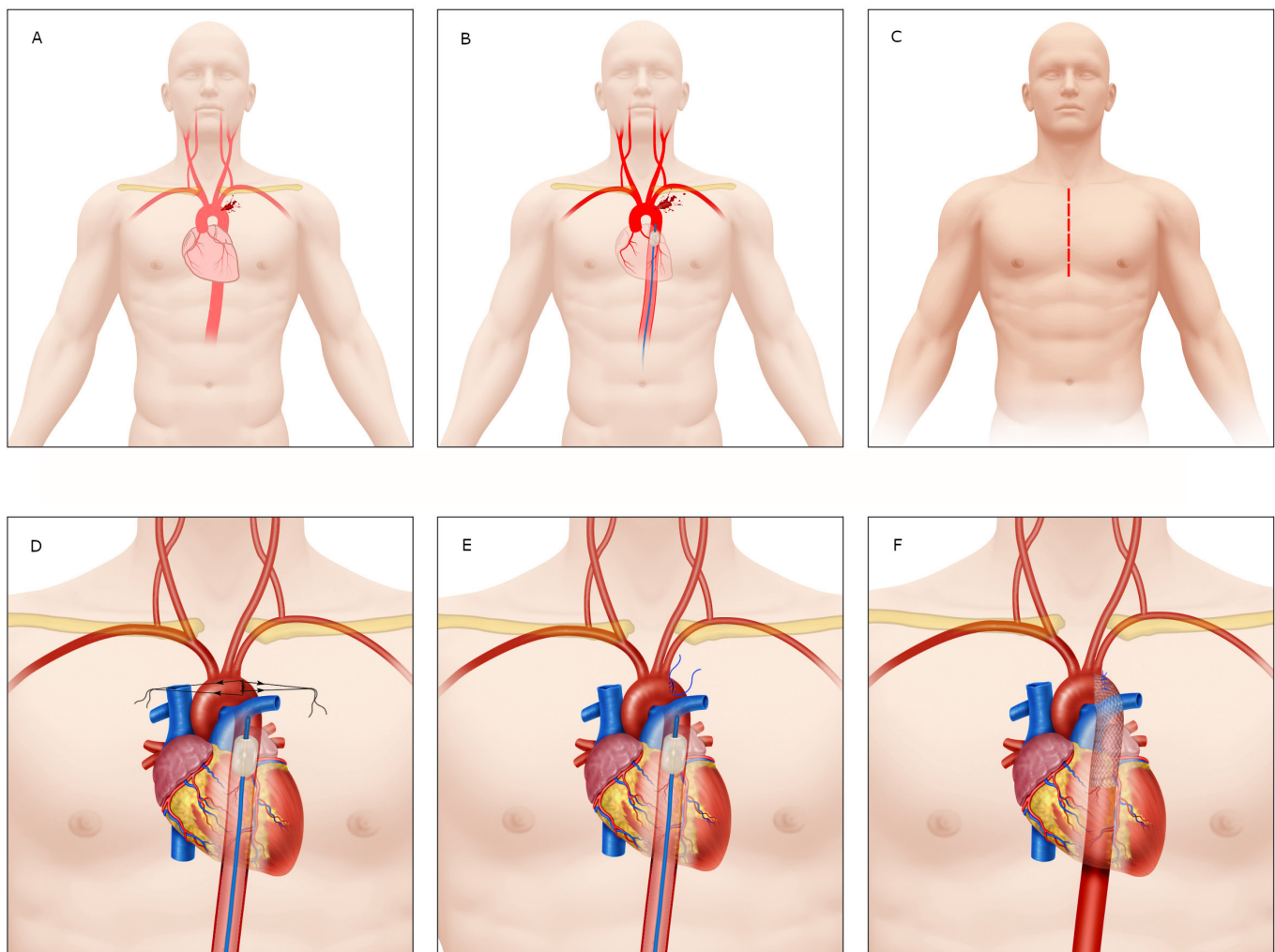


Figura 7. Manejo del Trauma de la Aorta Descendente. A. Lesión de la Aorta Descendente B. Lesión de la Aorta Descendente con REBOA en zona 1 C. El abordaje quirúrgico para esta herida debe ser mediante una Esternotomía Mediana. D. Suturas paralelas cruzadas E. Reparación primaria con REBOA en zona 1 F. Reparación primaria con colocación de Endostent

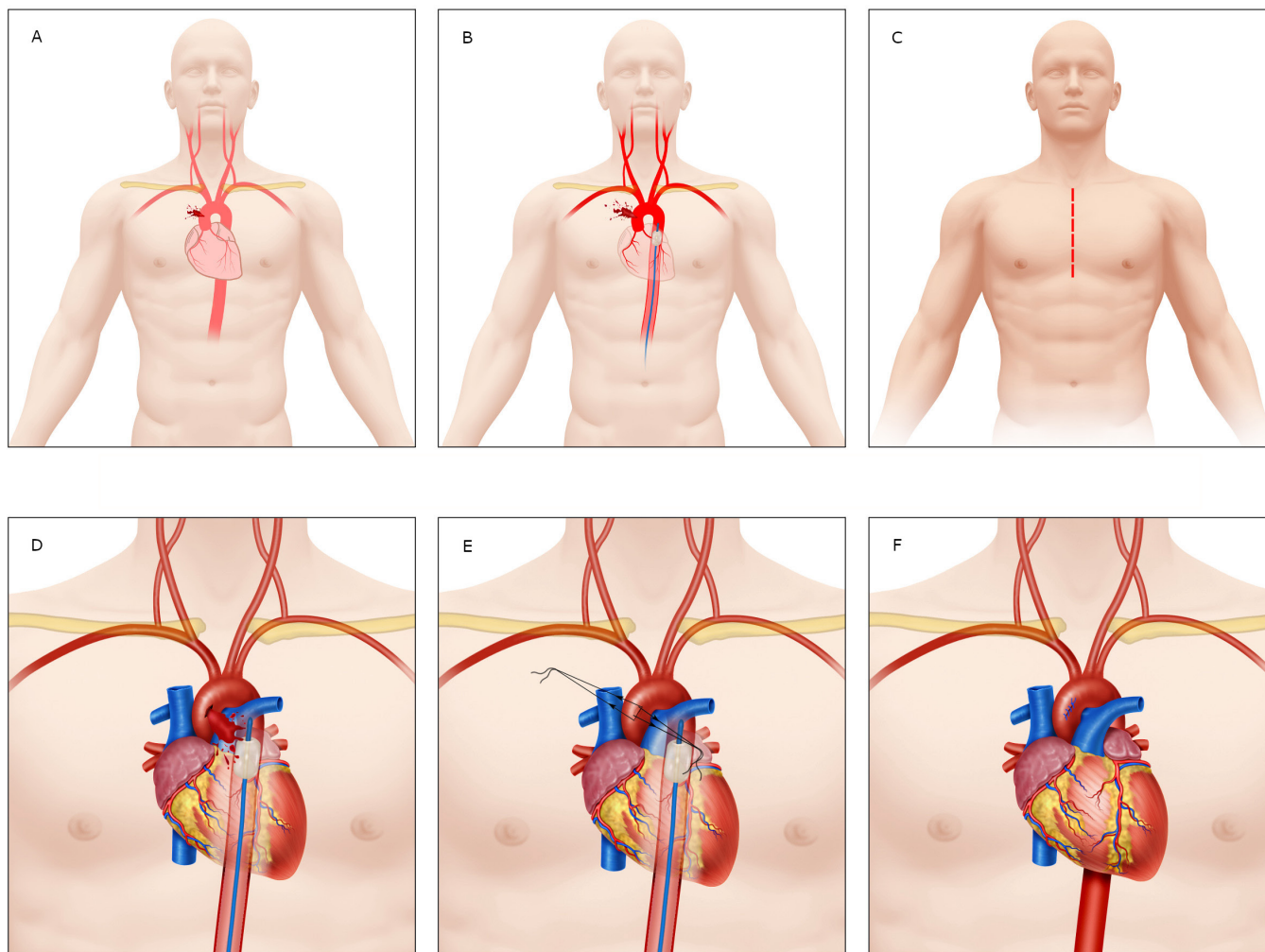


Figura 8. Manejo del Trauma del Arco Aórtico. A. Lesión Arco Aórtico B. Lesión Arco Aórtico con REBOA en zona 1 C. Esternotomía Mediana. D. Suturas Paralelas cruzadas E. Reparó primario de la herida

tórax, recomendamos realizar el clampeo aórtico lo más pronto posible. Se debe abrir la pleura mediastinal izquierda, identificar la aorta torácica descendente por debajo de la emergencia de la arteria subclavia izquierda y clamppear. Tan pronto como se realice este procedimiento, se debe identificar la localización y determinar la gravedad de la lesión del opérculo torácico según la clasificación de la Asociación Americana para la Cirugía de Trauma (*American Association of the Surgery of Trauma - AAST*)¹³ (Tabla 3).

● **PASO 4:** ○ **AAST Grado I/II:** Se debe obtener un control proximal y distal del vaso lesionado. Estos vasos pueden ser manejados con ligadura o reparo primario con prolene vascular 3-0. Para el abordaje de las lesiones Grado I se prefiere una toracotomía antero-lateral derecha o izquierda según el lado de la lesión. Los vasos intercostales pueden ser controlados directamente con puntos simples transfixiantes que abarquen la costilla involucrada proximal y distalmente. Las lesiones Grado II requieren de una esternotomía mediana con extensión cervical o supra-clavicular derecha o izquierda para lograr el adecuado acceso al vaso lesionado. Para lograr control del sangrado en heridas de la vena subclavia izquierda proximal se requiere de una desinserción del músculo esternocleidomastoideo y/o omohioideo en su inserción clavicular. Igualmente, para acceder al origen de la vena álgos se puede utilizar la misma incisión, pero en sus otras porciones se requiere de una toracotomía antero-lateral derecha. Si no se puede realizar un reparo primario de las lesiones se recomienda la ligadura del vaso.

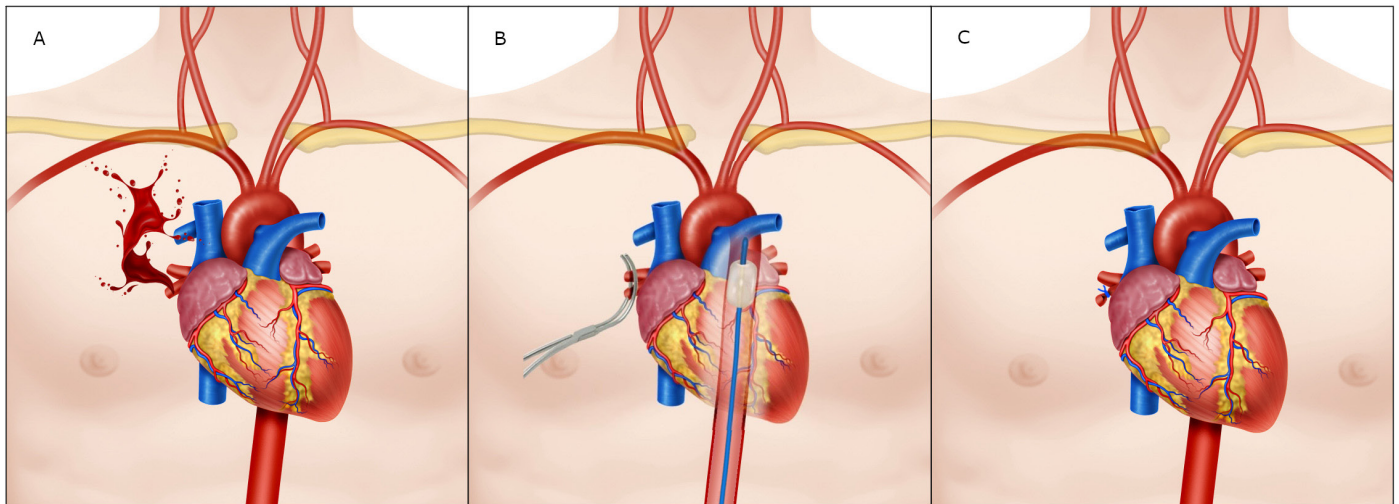


Figura 9. Manejo del Trauma del Hilio Pulmonar. A. Lesión del Hilio Pulmonar. B. Clampeo del hilio pulmonar con REBOA en zona 1. C. Ligadura del hilio pulmonar. Ligation

○ **AAST Grado III:** Estas lesiones requieren de un control proximal y distal mediante una esternotomía mediana con extensión cervical o supra-clavicular derecha o izquierda. Si el paciente persiste hemodinámicamente inestable se deben implementar los principios de la cirugía de control de daños con la colocación de un shunt vascular requiriendo de un bypass cardiopulmonar. Por el contrario, si el paciente se encuentra hemodinámicamente estable, se debe optar por un reparo primario; en el caso que este no sea posible, se debe realizar un injerto de material autólogo o sintético.

Arterias Carótidas: Las lesiones a la porción proximal de las arterias carótidas requieren una esternotomía mediana con extensión cervical y las lesiones en la porción intermedia y distal requieren una incisión cervical (Figura 2).

Arterias Subclavias: Las lesiones de los vasos subclavios ubicados en la porción post-escalénica deben ser accedidos mediante una incisión supra e infra-clavicular sin requerir fractura de la clavícula ni esternotomía mediana. El control distal de las arterias subclavias puede realizarse mediante una extensión infraclavicular en el surco deltopectoral (Figura 3). La arteria subclavia izquierda requiere de mayor disección dado a que su localización es profunda, encontrándose entre 5 a 7 cm desde la piel (Figura 4).

Arteria Innominada/Tronco Braquiocefálico: El abordaje es mediante una esternotomía mediana con extensión cervical derecha (Figura 5).

○ **AAST Grado IV/V/VI:** Estas heridas tienen una alta mortalidad en la escena del trauma, y los pocos pacientes que llegan al quirófano generalmente se asocian a heridas por arma blanca sobre el mediastino superior. La mayoría de los casos presentan un gran hematoma mediastinal contenido como hallazgo quirúrgico común. Este tipo de lesiones requieren un abordaje multidisciplinario que involucre cirugía trauma, cirugía cardiovascular (un porcentaje alto ameritan circulación extracorpórea) y radiología intervencionista o cirugía vascular periférica (para manejo endovascular o híbrido). Si el paciente recupera la estabilidad hemodinámica se puede realizar un reparo (abierto, endovascular o combinado) según los hallazgos en las imágenes diagnósticas (angiografía). Desafortunadamente, la mayoría de estos pacientes persisten hemodinámicamente inestables y requieren de una cirugía de control de daños con consulta intraquirúrgica al servicio de cirugía cardiovascular (ya que se puede necesitar de un bypass cardiopulmonar) para un reparo abierto o combinado híbrido.

Arterias Pulmonares: La porción intra-pericardica se aborda preferiblemente mediante una esternotomía mediana donde las ramas principales y proximales izquierdas son expuestas con una disección mínima. Sin embargo, para acceder a la porción intra-pericardica de la arteria pulmonar izquierda se requiere de mayor disección entre la vena cava superior y la aorta ascendente. En la mayoría de las lesiones se puede realizar un reparo primario con prolene 3-0;

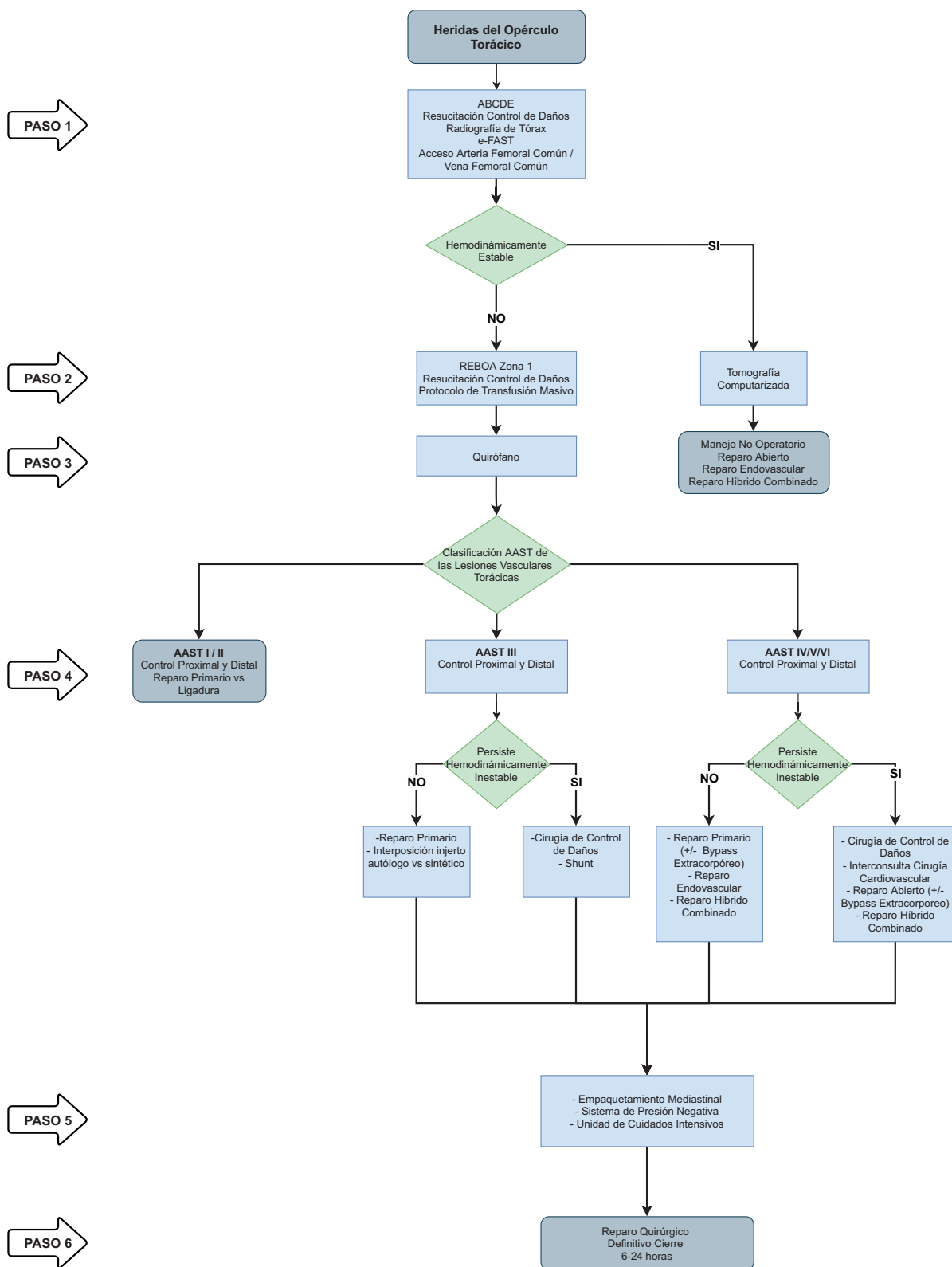


Figura 10. Algoritmo de manejo quirúrgico para las lesiones del opérculo torácico

pero, en caso de no ser posible se debe de considerar una neumonectomía reconociendo la alta mortalidad de este procedimiento (Figura 6).

Aorta Descendente: Estas lesiones requieren un control vascular rápido mediante presión digital directa y la realización temporal de dos suturas paralelas (a cada lado de la lesión) que serán cruzadas y le permitirán al cirujano una adecuada visualización de la herida. Si el reparo primario no es suficiente se debe considerar la colocación de un endostent (Figura 7).

Arco Aórtico: El acceso a estas lesiones requieren de la ligadura de la vena innominada izquierda y resección del remanente tímico previniendo lesiones iatrogénicas al nervio vago. Igualmente, estas lesiones requieren un control vascular rápido mediante presión digital directa y la realización temporal de dos suturas paralelas (a cada lado de la lesión) que serán cruzadas y le permitirán al cirujano una adecuada visualización de la herida (Figura 8).

Hilio Pulmonar: El acceso es mediante una esternotomía mediana para control proximal de la lesión con una pinza vascular Satinsky y posterior ligadura del hilio (Figura 9).

- **PASO 5:** Una vez controlado el sangrado y realizado maniobras de reparo temporal o definitivo, se recomienda realizar un empaquetamiento del mediastino con la colocación de un sistema de presión negativo sobre la herida mediastinal dejando la esternotomía mediana abierta. Se debe trasladar al paciente a la unidad de cuidados intensivos para continuar con la reanimación y corrección del rombo de la muerte.

- **PASO 6:** Entre 6 a 24 horas después del procedimiento quirúrgico (idealmente 6 horas en los pacientes que requirieron cirugía de control de daños con un shunt temporal) los pacientes deben ser trasladados nuevamente al quirófano para reconstrucción definitiva, lavado mediastinal y cierre esternal.

Con base en las anteriores consideraciones hemos realizado un algoritmo de manejo quirúrgico que ilustra los pasos a seguir en el abordaje de los pacientes con lesiones del opérculo torácico según la clasificación de la AAST (Figura 10).

Discusión

Un estudio que recopila la experiencia obtenida durante 23 años con un total de 950 pacientes que requirieron toracotomía de resucitación reportó una tasa de supervivencia general del 4%¹⁴. Rhee y colaboradores realizaron un estudio multicéntrico en el cual incluyeron un total de 4,620 pacientes que requirieron toracotomía de resucitación; determinaron que el mecanismo de trauma, la localización de la lesión y la presencia de signos vitales al ingreso son factores potencialmente asociados a buenos desenlaces clínicos. Además, reportaron que los pacientes que ingresaron con signos vitales a la sala de urgencias tuvieron una tasa de supervivencia del 12%, mientras que en aquellos con ausencia de signos vitales era del 1.2%¹⁵. En una reciente revisión sistemática se describió que la tasa de supervivencia de los pacientes con signos vitales al ingreso alcanzaba el 21%¹⁶. En nuestra experiencia hemos alcanzado tasas de supervivencia del 71% con la implementación simultánea de esternotomía mediana y REBOA en zona I como métodos quirúrgicos sustitutos a la toracotomía de resucitación. Sostenemos que la mejoría en la tasa de supervivencia informada en nuestros datos es multifactorial e incluye el hecho que ambos procedimientos son realizados tan pronto llega el paciente al servicio de urgencias previo a que el paciente entre en paro cardiorrespiratorio y por dos equipos quirúrgicos independientes y simultáneos⁸. Por esta razón se debe implementar el clampeo aórtico endovascular o abierto en el manejo inicial de los pacientes politraumatizados hemodinámicamente inestables⁸.

Parra-Sánchez y colaboradores agregaron el concepto prehospitalario de “recoger y correr” para el manejo de los pacientes con trauma torácico hemodinámicamente inestable para asegurar que llegaran con vida hasta el centro hospitalario¹⁷. O’connor y Scalea presentaron una serie de 36 pacientes con trauma torácico penetrante asociado lesión de los grandes vasos, en el cual el 75% de los pacientes que ingresaron hemodinámicamente inestables fueron manejados a través de esternotomía mediana. Los autores reconocieron que la esternotomía mediana permite una vía

de rápido acceso para los grandes vasos torácicos, el corazón, el espacio pleural y el hilio pulmonar¹⁸. Sin embargo, la esternotomía mediana tiene sus propias limitantes, como la disponibilidad de todas las herramientas quirúrgicas y la experticia del cirujano tratante. Por esta razón, en los últimos años el concepto de la toracotomía antero-lateral ha ganado la atención y la preferencia de los cirujanos. No obstante, a pesar de ser un procedimiento fácil cuenta igualmente con desventajas como el riesgo de lesión del cirujano y de contaminación biológica para el equipo quirúrgico. Nuestra recomendación general para el abordaje de la mayoría de los pacientes con lesiones del opérculo torácico es una esternotomía mediana.

Conclusión

La esternotomía mediana de resucitación de manera temprana junto con la colocación de un REBOA en zona I en pacientes hemodinámicamente inestables con lesión vascular torácica central mejora la supervivencia por la rápida estabilización de la presión aortica central y ser un puente para el control de la hemorragia.

Referencias

1. Richens D, Field M, Neale M, Oakley C. The mechanism of injury in blunt traumatic rupture of the aorta. *Eur J Cardio Thoracic Surg.* 2002; 21: 288-93. Doi: 10.1016/S1010-7940(01)01095-8.
2. Clancy T V., Gary Maxwell J, Covington DL, Brinker CC, Blackman D. A statewide analysis of level I and II trauma centers for patients with major injuries. *J Trauma.* 2001;51:346-51. Doi: 10.1097/00005373-200108000-00021.
3. Jamieson WRE, Janusz MT, Gudas VM, Burr LH, Fradet GJ, Henderson C. Traumatic rupture of the thoracic aorta: Third decade of experience. *Am J Surg.* 2002; 183: 571-5. Doi: 10.1016/S0002-9610(02)00851-6.
4. Callcut RA, Mell MW. Modern advances in vascular trauma. *Surg Clin North Am.* 2013;93:941-61. Doi: 10.1016/j.suc.2013.04.010.
5. Friend J, Rao S, Sieunarine K, Woodroop P. Vascular trauma in Western Australia: A comparison of two study periods over 15 years. *ANZ J Surg.* 2016;86:173-8. Doi: 10.1111/ans.12309.
6. Mattox KL, Feliciano D V., Burch J, Beall AC, Jordan GL, DeBakey ME. Five thousand seven hundred sixty cardiovascular injuries in 4459 patients: Epidemiologic evolution 1958 to 1987. *Ann Surg.* 1989;209:698-707. Doi: 10.1097/00006658-198906000-00007.
7. Wall J, Hirshberg A, Lemaire SA, Holcomb J, Mattox K. Thoracic aortic and thoracic vascular injuries. *Surg Clin North Am.* 2001;81:1375-93. Doi: 10.1016/s0039-6109(01)80013-x.
8. Ordoñez CA, Rodríguez F, Parra M, Herrera JP, Guzmán-Rodríguez M, Orlas C, et al. Resuscitative endovascular balloon of the aorta is feasible in penetrating chest trauma with major hemorrhage: Proposal of a new institutional deployment algorithm. *J Trauma Acute Care Surg.* 2020;89:311-9. Doi: 10.1097/ta.0000000000002773.
9. Bulger EM, Perina DG, Qasim Z, Beldowicz B, Brenner M, Guyette F, et al. Clinical use of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) in civilian trauma systems in the USA, 2019: a joint statement from the American College of Surgeons Committee on Trauma, the American College of Emergency Physicians, the National Association of Emergency Medical Services Physicians and the National Association of Emergency Medical Technicians. *Trauma Surg Acute Care Open.* 2019; 4: e000376. Doi: 10.1136/tsaco-2019-000376.
10. Glaser JJ, Neidert LE, Morgan CG, Brenner M, Stigall KS, Cardin S. Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA) for Thoracic Trauma: A Translational Swine Study. *J Trauma Acute Care Surg.* 2020; 89(3):474-481. Doi: 10.1097/TA.0000000000002749.
11. Beyer CA, Hoareau GL, Kashtan HW, Wishy AM, Caples C, Spruce M, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) in a swine model of hemorrhagic shock and blunt thoracic injury. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2020;46(6):1357-1366. Doi: 10.1007/s00068-019-01185-3.
12. Ordoñez CA, Rodríguez F, Orlas CP, Parra MW, Caicedo Y, Guzmán M, et al. The critical threshold value of systolic blood pressure for aortic occlusion in trauma patients in profound hemorrhagic shock. *J Trauma Acute Care Surg.* 2020;89:1107-13. Doi: 10.1097/TA.0000000000002935.

13. Moore EE, Malangoni MA, Cogbill TH, Shackford SR, Champion HR, Jurkovich GJ, et al. Organ injury scaling. IV: Thoracic vascular, lung, cardiac, and diaphragm. *J Trauma*. 1994;36:299-300.
14. Branney SW, Moore EE, Feldhaus KM, Wolfe RE. Critical analysis of two decades of experience with postinjury emergency department thoracotomy in a regional trauma center. *J Trauma*. 1998;45:87-95. Doi: 10.1097/00005373-199807000-00019.
15. Rhee PM, Acosta J, Bridgeman A, Wang D, Jordan M, Rich N. Survival after emergency department thoracotomy: Review of published data from the past 25 years. *J Am Coll Surg*. 2000;190:288-98. Doi: 10.1016/S1072-7515(99)00233-1.
16. Seamon MJ, Haut ER, Van Arendonk K, Barbosa RR, Chiu WC, Dente CJ, et al. An evidence-based approach to patient selection for emergency department thoracotomy: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma Acute Care Surg*. 2015;79:159-73. Doi: 10.1097/TA.0000000000000648.
17. Sanchez GP, Peng EWK, Marks R, Sarkar PK. "Scoop and run" strategy for a resuscitative sternotomy following unstable penetrating chest injury. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2010;10:467-8. Doi: 10.1510/icvts.2009.219865.
18. O'Connor J V., Scalea TM. Penetrating thoracic great vessel injury: Impact of admission hemodynamics and preoperative imaging. *J Trauma*. 2010;68:834-7. Doi: 10.1097/TA.0b013e3181b250df.