

REVISIÓN

Cirugía de control de daños del trauma pulmonar

Damage control surgery in lung trauma

Alberto García^{1,2,3}  Mauricio Millán^{3,4}  Carlos A. Ordoñez^{1,2,3}  Daniela Burbano⁵  Michael W. Parra⁶  Yaset Caicedo⁷  Adolfo González Hadad^{1,8,9}  Mario Alain Herrera^{1,8}  Luis Fernando Pino^{1,8}  Fernando Rodríguez-Holguín²  Alexander Salcedo^{1,2,3,8}  Maria Josefa Franco²  Ricardo Ferrada^{1,9}  Juan Carlos Puyana¹⁰ 

ordonezcarlosa@gmail.com, carlos.ordonez@fvl.org.co

1 Universidad del Valle, Facultad de Salud, Escuela de Medicina, Department of Surgery, Division of Trauma and Acute Care Surgery, Cali, Colombia. **2** Fundación Valle del Lili, Department of Surgery, Division of Trauma and Acute Care Surgery, Cali, Colombia. **3** Universidad Icesi, Cali, Colombia. **4** Fundación Valle del Lili, Department of Surgery, Division of Transplant Surgery, Cali, Colombia. **5** Fundación Valle del Lili, Departamento de Urgencias Adultos. Cali, Colombia. **6** Broward General Level I Trauma Center, Department of Trauma Critical Care, Fort Lauderdale, FL, USA. **7** Fundación Valle del Lili, Centro de Investigaciones Clínicas (CIC), Cali, Colombia. **8** Hospital Universitario del Valle, Department of Surgery, Division of Trauma and Acute Care Surgery, Cali, Colombia. **9** Centro Médico Imbanaco, Cali, Colombia. **10** University of Pittsburgh, Critical Care Medicine. Pittsburgh, PA, USA.



ACCESO ABIERTO

Citación: García A, Millán M, Ordoñez CA, Burbano D, Parra MW, Caicedo Y, González-Hadad A, Herrera MA, PINO LF, Rodríguez-Holguín F, Salcedo A, Franco MJ, Ferrada R, Puyana JC. **Cirugía de control de daños del trauma pulmonar.** *Colomb Méd (Cali)*, 2021; 52(2):e4044683 <http://doi.org/10.25100/cm.v52i2.4683>

Recibido : 04 Ene 2021

Revisado : 15 Ene 2021

Aceptado : 10 May 2021

Published: 11 May 2021

Palabras clave:

Cirugía de control de daños; esternotomía; neumonectomía; toracotomía; sondas torácicas; hemotórax; lesión pulmonar; hemostática; paro cardíaco; oclusión con balón; hemostasia; gasto cardíaco.

Keywords:

Damage control surgery; sternotomy; pneumonectomy; thoracotomy; chest tubes; hemothorax; lung injury; hemostatics; heart arrest; balloon occlusion; hemostasis; cardiac output

Copyright: © 2021 Universidad del Valle



Resumen

Las técnicas de control de daños aplicadas al manejo de lesiones torácicas han evolucionado en los últimos 15 años. A pesar de que el número de publicaciones es limitado, la información es suficiente para desvirtuar algunos temores y establecer los principios de manejo. La severidad del compromiso anatómico justifica el procedimiento de control de daños solamente en algunos casos. En la mayoría, la magnitud del deterioro fisiológico y la presencia de otras fuentes de sangrado dentro del tórax o en otros compartimientos corporales constituyen la indicación del procedimiento abreviado. La clasificación de la lesión pulmonar como periférica, transfixiante y central o múltiple, proporciona una pauta para el control transitorio del sangrado y para el manejo definitivo de la lesión: neumorrafia, resección en cuña, tractotomía o resecciones anatómicas, respectivamente. La identificación de ciertos patrones como la necesidad de toracotomía de reanimación o de oclusión aórtica, la existencia de un hemotórax masivo, de una lesión pulmonar central, una lesión traqueobronquial o una lesión vascular mayor, así como el reconocimiento de hipotermia, acidosis o coagulopatía, constituyen la indicación de una toracotomía de control de daños. En estos casos, el cirujano concluye de manera abreviada los procedimientos con empaquetamiento de las superficies sangrantes, el manejo primario con empaquetamiento de algunas lesiones pulmonares periféricas o transfixiante seleccionadas y el aplazamiento de la resección pulmonar, pinzando el hilio de la manera más selectiva posible. La abreviación del cierre de la toracotomía se logra con la sutura de la piel sobre el empaquetamiento de la herida, o mediante la instalación de un sistema de presión negativa. El manejo del paciente en cuidados intensivos permitirá identificar aquellos que requieren reintervención urgente y corregir la alteración fisiológica de los restantes para su reoperación programada y manejo definitivo.

Conflicto de intereses:

Declaramos que ninguno de los autores tiene algún conflicto de intereses.

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.
e-mail: ordonezcarlosa@gmail.com, carlos.ordonez@fvli.org.co

Abstract

Damage control techniques applied to the management of thoracic injuries have evolved over the last 15 years. Despite the limited number of publications, information is sufficient to scatter some fears and establish management principles. The severity of the anatomical injury justifies the procedure of damage control in only few selected cases. In most cases, the magnitude of the physiological derangement and the presence of other sources of bleeding within the thoracic cavity or in other body compartments constitutes the indication for the abbreviated procedure. The classification of lung injuries as peripheral, transfixing, and central or multiple, provides a guideline for the transient bleeding control and for the definitive management of the injury: pneumorrhaphy, wedge resection, tractotomy or anatomical resection, respectively.

Identification of specific patterns such as the need for resuscitative thoracotomy, or aortic occlusion, the existence of massive hemothorax, a central lung injury, a tracheobronchial injury, a major vascular injury, multiple bleeding sites as well as the recognition of hypothermia, acidosis or coagulopathy, constitute the indication for a damage control thoracotomy. In these cases, the surgeon executes an abbreviated procedure with packing of the bleeding surfaces, primary management with packing of some selected peripheral or transfixing lung injuries, and the postponement of lung resection, clamping of the pulmonary hilum in the most selective way possible. The abbreviation of the thoracotomy closure is achieved by suturing the skin over the wound packed, or by installing a vacuum system. The management of the patient in the intensive care unit will allow identification of those who require urgent reintervention and the correction of the physiological derangement in the remaining patients for their scheduled reintervention and definitive management.

Contribución del estudio

1) ¿Por qué se realizó este estudio?

El presente escrito presenta las aplicaciones del control de daños en el manejo de pacientes con traumatismo pulmonar

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

La identificación de ciertos patrones de lesión y el reconocimiento de hipotermia, acidosis o coagulopatía, constituyen la indicación de una toracotomía de control de daños. En estos casos, el cirujano concluye de manera abreviada los procedimientos con empaquetamiento de las superficies sangrantes, el manejo primario con empaquetamiento de algunas lesiones pulmonares periféricas o transfixiante seleccionadas y el aplazamiento de la resección pulmonar, pinzando el hilio de la manera más selectiva posible.

3) ¿Qué aportan estos resultados?

El presente artículo propone un algoritmo de manejo del trauma pulmonar, en que el punto de decisión está en relación con su localización, si es periférica, central o múltiple; y su condición hemodinámica. Es un enfoque práctico respecto al manejo quirúrgico y cuando decidir hacer cirugía de control de daños

Introducción

Las técnicas quirúrgicas de control de daños buscan minimizar el tiempo y la magnitud de la cirugía con el fin de reparar el trastorno fisiológico inicial, para luego completar la cirugía definitiva en forma diferida. Estas fueron descritas inicialmente para el manejo de las lesiones abdominales^{1,2}. La cirugía de control de daños se ha extendido su uso más allá del abdomen y a situaciones diferentes del trauma, después de que se ha comprobado que aumenta la probabilidad de supervivencia en pacientes con shock, fisiológicamente exhaustos³.

El presente escrito presenta las aplicaciones del control de daños en el manejo de pacientes con traumatismo pulmonar. Este artículo es un consenso que sintetiza la experiencia lograda durante los últimos 30 años en el manejo del trauma, 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 con la Universidad del Valle y la Universidad Icesi, en colaboración con la Asociación Colombiana de Cirugía y la Sociedad Panamericana de Trauma, en conjunto con especialistas internacionales de EE.UU, Europa, Japón, Suráfrica y Latino América.

Epidemiología

La frecuencia de trauma torácico es muy variable, dependiendo del escenario reportado, (prehospitalario, hospitalario o *post-mortem*), los mecanismos de trauma y del reporte de todas las lesiones torácicas o solamente de aquellas con algún criterio de severidad. La prevalencia del trauma pulmonar tiene reportes que fluctúan entre el 5% y 78%, con una mediana de 22%⁴⁻⁸. La prevalencia de lesiones torácicas fue mayor en pacientes con trauma penetrante, comparado con pacientes víctimas de trauma cerrado y en los pacientes que fallecieron^{4,5}.

La mayoría de los casos de trauma torácico se resuelven con procedimientos sencillos y solamente una proporción pequeña llega a necesitar una toracotomía. Históricamente, la proporción de pacientes con requerimiento de toracotomía ha fluctuado entre el 15% y 25%, siendo mayor cuando es producto de un trauma penetrante⁹⁻¹².

La cirugía de control de daños para el manejo del trauma pulmonar ha sido reportada por pocos de autores, aunque en los últimos años ha aumentado el número de publicaciones sobre este tema. Vargo y Battistella¹³ de Sacramento-Estado Unidos, y García *et al.*¹⁴, de Cali-Colombia reportaron experiencias previas al 2015 una tasa menor del 6% de pacientes con toracotomía que hayan sido sometidos a cirugía de control de daños. Sin embargo, estos mismos grupos han reportado con su experiencia de los últimos 5 años una proporción del 22% y 21%, respectivamente^{12,15}. Chica y colaboradores reportó que el 42% de pacientes que tuvieron recuperación espontánea de la circulación después de una toracotomía de emergencias, fueron manejados con cirugía de control de daños¹⁶.

El pulmón es el órgano más frecuentemente comprometido en pacientes que requieren una toracotomía de control de daños. Un sub-análisis de los pacientes con trauma torácico manejados con toracotomía de emergencia atendidos en Cali-Colombia, se reportó que el 72% de los pacientes manejados por toracotomía de control de daños presentaron trauma pulmonar, a comparación, de los pacientes que no fueron manejados con control de daños, que tan solo el 56% presentaba signos de lesión pulmonar¹⁶. Similar a la serie de casos de Baltimore-Estados Unidos, donde han reportado que el 86% de los pacientes con toracotomía de control de daños presentaban lesión pulmonar¹⁵.

La experiencia reportada del manejo del control de daños pulmonar a través de resección pulmonar anatómica es limitada. Algunas series de casos han estimado una proporción de neumonectomía o lobectomía del 32% O’Coonor y 26% Deane para Baltimore-Estados Unidos^{15,17}, 20% García y 15% Chica para Cali-Colombia^{14,16}. Este último grupo, también ha reportado una tasa mayor del 3% de pacientes con resecciones pulmonares sin necesidad de toracotomía de control de daños¹⁶.

Tabla 1. Indicaciones de Toracotomía de control de daños

Indicación de toracotomía	
Parámetro fisiológico	Glasgow <9 Temperatura <35o C al inicio de la cirugía PH arterial <7.2 Déficit de base >15 mmol/L Lactato >5 mmol/L
Patrón clínico	Necesidad de toracotomía de resuscitación Necesidad de oclusión aórtica Hemotórax masivo Lesión pulmonar central Lesión vascular mayor Lesión tráqueobronquial Múltiples fuentes de hemorragia Coagulopatía clínica

Indicaciones

La exanguinación que lleva al paciente al agotamiento de la reserva fisiológica es la condición primordial en un paciente con trauma torácico que se beneficia del manejo con los principios del control de daños. No hay criterios claramente definidos como indicaciones para control de daños torácico. De manera tradicional se ha establecido que la identificación de la triada de la muerte, o recientemente la propuesta del rombo de la muerte (hipotermia, acidosis, coagulopatía e hipocalcemia) permite reconocer al individuo que requiere un procedimiento de control de daños ¹⁸⁻²⁰.

Investigaciones dirigidas a identificar variables asociadas al riesgo de toracotomía de control de daños encontraron que las alteraciones del pH arterial, la concentración del lactato, el déficit de base, la hipotermia preoperatoria ¹⁵, la alteración preoperatoria del estado de conciencia, la magnitud del hemotórax, la necesidad de oclusión aórtica, lesión grave de pulmón, la herida vascular mayor o el trauma tráqueo-bronquial se asocian con la toma de decisión de un manejo quirúrgico por control de daños ¹⁶ (Tabla 1).

Debe tenerse en cuenta que los métodos que buscan las alteraciones de pruebas de laboratorio tienen el riesgo de retrasar las decisiones, a la espera de resultados, en un contexto donde cada minuto cuenta. Por lo tanto, se aconseja que además de los componentes de la triada letal, la identificación de ciertos patrones clínicos, pueden facilitar el reconocimiento temprano de la indicación de control de daños. Entre ellos se encuentran: la necesidad de toracotomía de resuscitación, la presencia de más de una fuente de hemorragia intratorácica, la presencia de fuentes de sangrado extratorácico, una lesión vascular mayor, la necesidad de resección pulmonar anatómica y el riesgo de síndrome compartimental torácico (Tabla 1). Durante el procedimiento quirúrgico el hallazgo de hemotórax masivo, la inestabilidad hemodinámica persistente, la hipotermia persistente o progresiva, la presencia de lesiones destructivas de la pared torácica, la coagulopatía clínica y la persistencia de acidosis en los gases arteriales deben orientar a la decisión de control de daños ^{16,18,19}.

Tabla 2. Clasificación de la AAST de las lesiones pulmonares

Grado	Tipo de lesión	Descripción
I	Contusión	Unilateral, < 1 lóbulo
II	Contusión	Unilateral, único lóbulo
III	Laceración	Neumotórax simple
	Contusión	Unilateral, > 1 lóbulo
IV	Laceración	Fuga aérea persistente (>72 horas) de la vía aérea distal
	Hematoma	No expansivo intraparenquimatosos
	Laceración	Fuga aérea mayor (segmentaria o lobar)
V	Hematoma	Expansivo, intraparenquimatoso
	Vascular	Disrupción vascular de una rama principal intrapulmonar
VI	Vascular	Disrupción vascular hilar
	Vascular	Sección completa del hilio pulmonar

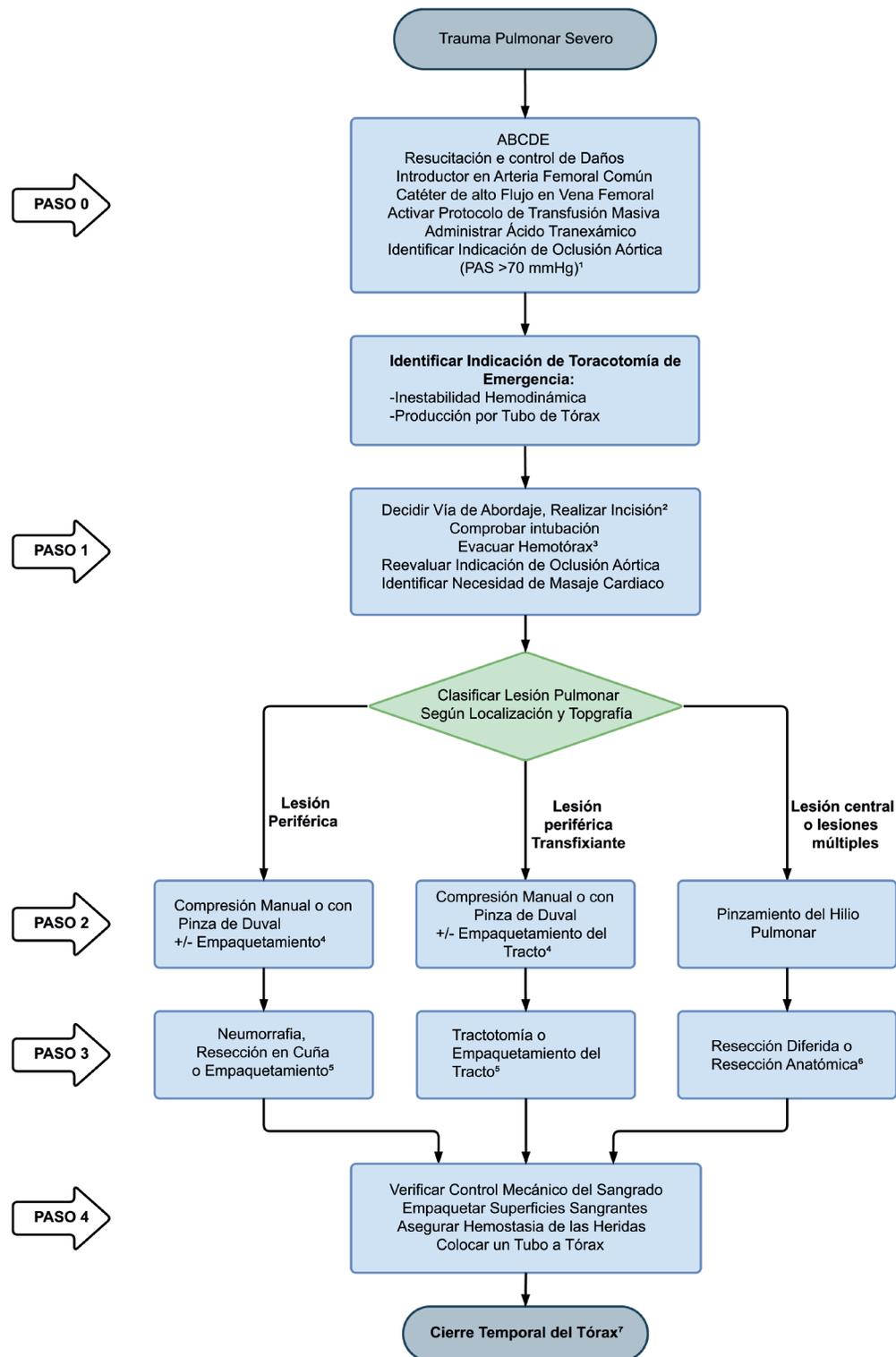


Figura 1. Flujoograma del manejo quirúrgico del trauma pulmonar. Anotaciones: 1. Durante el preoperatorio la oclusión aórtica puede hacerse mediante un catéter de oclusión intraaórtica (REBOA). Si no se dispone de este dispositivo se indica una toracotomía izquierda con este fin. 2. La esternotomía mediana está indicada en las lesiones centrales. Los pacientes que requieren toracotomía de reanimación deben ser accedidos por toracotomía anterolateral izquierda. 3. Considere autotransfusión. 4. El empaquetamiento alrededor de una herida periférica o en el tracto de una herida transfixiante solamente se debe considerar en pacientes con otras heridas más complejas que requieren la atención del equipo quirúrgico. 5. El empaquetamiento como manejo definitivo de la herida pulmonar solamente se debe considerar en casos complejos en los que la reserva fisiológica se ha comprometido y se comprueba que el empaquetamiento controla la hemorragia. 6. Una resección anatómica sólo se recomienda en casos en los que se efectúa el control inmediato de la hemorragia y la estabilización es evidente con mejoría de la hipotermia y la acidosis, sin evidencia de coagulopatía. 7. El cierre transitorio del tórax puede llevarse a cabo mediante empaquetamiento de la pared y sutura continua de la piel o mediante la instalación de un sistema de vacío.

Abordaje inicial y diagnóstico

El manejo inicial debe ser dirigido hacia la estabilización de acuerdo con las guías del ATLS (*Advanced Trauma Life Support, por sus siglas en inglés*) y los principios de la resuscitación de control de daños. Al momento del arribo de un paciente, con una lesión torácica penetrante se debe definir si amerita ser llevado a una exploración quirúrgica inmediata o estudios de imagenología adicionales, dependiendo de su estado hemodinámico. Si la condición hemodinámica es estable, los métodos de imagen tales como la ecografía enfocada en el trauma, la radiografía de tórax, y/o la tomografía computarizada torácica para evaluar si existen lesiones significativas periclavculares, trans mediastinales o toracoabdominales ¹¹.

El trauma pulmonar comúnmente se clasifica de acuerdo con la propuesta de la American Association for the Surgery of Trauma (AAST, *por sus siglas en inglés*). Sin embargo, esta clasificación tiene una utilidad limitada para definir el tratamiento quirúrgico (Tabla 2).

El presente artículo propone un algoritmo de manejo del trauma pulmonar, en que el punto de decisión está en relación con su localización, si es periférica, central o múltiple; y su condición hemodinámica (Figura 1). Es un enfoque práctico respecto al manejo quirúrgico y cuando decidir hacer cirugía de control de daños.

Abordaje quirúrgico

Paso 0: La hipotensión profunda preoperatoria (presión arterial sistólica menor a 70 mmHg), constituye una indicación de oclusión terapéutica de la aorta, con el fin de dar soporte hemodinámico ²¹. Esto puede conseguirse mediante una toracotomía de emergencia para realizar un pinzamiento aórtico, o con la colocación de un balón de resucitación de oclusión aórtica (REBOA) en la zona I ²², especialmente cuando la aorta no es de fácil acceso, como cuando se realiza un abordaje por toracotomía derecha ²³.

La colocación de un REBOA, idealmente, debe ser manejado por la articulación de dos equipos quirúrgicos, uno asociado al manejo de la resucitación endovascular y el otro que realiza el abordaje quirúrgico principal. Adicionalmente, se debe activar el protocolo de transfusión masiva y la administración de ácido tranexámico. Sin embargo, ninguna de estas acciones debe retrasar la intervención quirúrgica inmediata.

Paso 1: El acceso a la cavidad torácica depende de la experiencia del cirujano y el área torácica que se sospecha la lesión. La localización topográfica de la herida y/o la identificación de hemotórax masivo por un método de imagen o por el drenaje, a través de un tubo de toracostomía. Estos dos referentes clínicos orientarán la decisión. Los abordajes quirúrgicos más frecuentemente reportados son la toracotomía anterolateral izquierda o derecha. Se realiza una incisión en el cuarto o quinto espacio intercostal hasta línea axilar media. Si se necesita una mejor exposición de las estructuras torácicas se puede realizar una extensión de la incisión quirúrgica hacia el lado contralateral del tórax, tipo Clamshell ^{12,14,17}.

La esternotomía mediana es un abordaje que permite una mejor visualización cardiaca y de los grandes vasos con posibilidad de extenderse con una cervicotomía o incisión supraclavicular ^{12,14,17}. Sin embargo, su ejecución suele requerir mayor tiempo quirúrgico, por lo que se debe practicar en situaciones específicas, por cirujanos entrenados y con la disponibilidad de implementos para su rápida ejecución.

Al ingreso a la cavidad torácica, el cirujano debe:

- a. Comprobar la intubación: Verificar si es correcta la expansión pulmonar.
- b. Evacuación del hemotórax: Introducir un aspirador a la cavidad.
- c. Identificar la posible fuente del sangrado masivo: Se debe realizar empaquetamiento de la región posterior y anterior, empleando el mínimo número de compresas para tener una mejor visualización del campo quirúrgico al controlar el sangrado.

Después de estas primeras maniobras iniciales, el cirujano debe reevaluar el estado hemodinámico. Si aún persiste la hipotensión o un cuadro de hipotensión profunda y bradicardia, se requiere realizar una oclusión de la aorta torácica descendente. Se puede realizar una oclusión digital si presenta hipotensión y las fuentes de hemorragia son controladas fácilmente. En cambio, si existe hipotensión profunda, bradicardia o necesidad de ejecutar maniobras en diferentes órganos para el control de la hemorragia, está indicado el pinzamiento instrumental de la aorta ²⁴.

Si se sospecha una herida cardíaca asociada, se debe realizar una ventana pericárdica diagnóstica. En caso de paro cardíaco o actividad inefectividad del corazón se debe realizar masaje cardíaco ²⁴.

Paso 2: Control transitorio del sangrado pulmonar. La lesión de la mayoría de las de estructuras torácicas pueden ocasionar pérdidas sanguíneas considerables en un tiempo corto. El cirujano debe estar en capacidad de efectuar maniobras rápidas y efectivas que controlen la hemorragia, ocasionando el menor trauma adicional posible y de manera simultánea a las medidas de resucitación de control de daños.

El control transitorio de la hemorragia pulmonar dependerá de la localización de la lesión, que puede ser periférica, central, o heridas múltiples.

Herida pulmonar periférica: El control de la herida se puede realizar mediante la compresión manual del tejido o mediante la colocación de una pinza de Duval ^{14,25} (Figura 2). El control transitorio de heridas pequeñas puede lograrse con la colocación de una o dos compresas entre la pared torácica y el parénquima pulmonar ^{19,25-27}. El control transitorio de una herida transfixiante puede realizarse con la inserción de una compresa en el tracto de la herida (Figura 3)²⁵. Se deben realizar estas medidas en el paciente hemodinámicamente inestable, con varios sitios de sangrado y posible candidato a un manejo de control de daños. Al realizar un empaquetamiento torácico, se debe tener precaución de evitar comprimir el corazón o desplazar el mediastino, que puede tener efecto sobre el llenado diastólico con disminución del gasto cardíaco ²⁸.

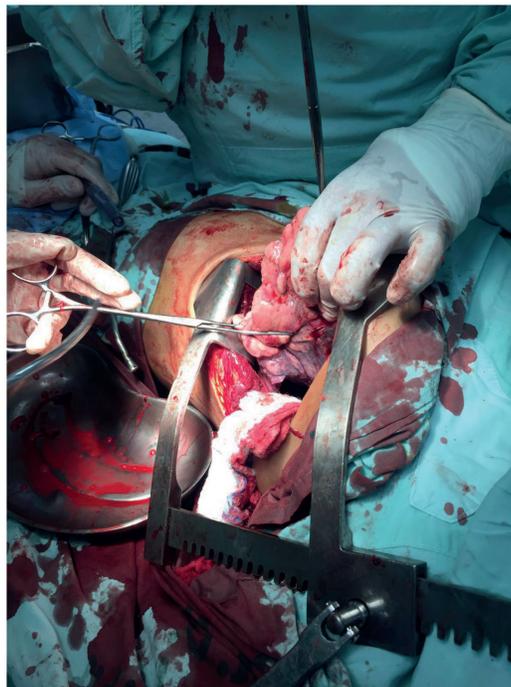


Figura 2. Control transitorio de la hemorragia en las heridas periféricas. La compresión directa del tejido pulmonar con la mano del cirujano y con una pinza dual consiguen controlar transitoriamente el sangrado.

Herida pulmonar central o heridas múltiples: Se debe realizar un pinzamiento del hilio pulmonar usando una pinza vascular (Figura 4)^{14,25,29,30}. El pinzamiento se logra avanzando la mano izquierda entre el corazón y el pulmón deslizando la palma de la mano sobre la superficie pulmonar, hasta abrazar y controlar el hilio con los dedos índice y medio, para después ocluir el hilio con una pinza vascular. Otra medida reportada es la rotación pulmonar como una medida útil en una situación de toracotomía en sala de emergencia³¹.

Paso 3: Control de la herida pulmonar. Logrado el control de las fuentes de sangrado, se debe realizar el manejo de la herida pulmonar usando técnicas convencionales o de control de daños. Se debe confirmar la localización de la herida si es periférica o central, única o múltiple. La *técnica de tractotomía* ha sido reportada entre el 9% y 44% de pacientes con trauma pulmonar y cirugía de control de daños^{14,17}. Esta técnica permite el control de heridas periféricas y transfixiantes, con un manejo de la lesión de manera expedita y conservando el tejido pulmonar. El desarrollo de esta técnica se debe realizar realizando una apertura del tracto de la herida pulmonar tomando el tejido con pinzas largas atraumáticas (clamps intestinales o pinzas Crawford de aorta) y se realiza una sección del tejido de manera manual con tijera³², o mediante grapadora mecánica lineal GIA 60-80³³(Figura 5). Una vez abierto el tracto, el cirujano identifica los puntos de sangrado y los de pérdida de aire, se ligan con puntos en equis (X) con sutura de polipropileno 3-0 o 4-0(32,33). En caso de haber realizado sección del tejido pulmonar entre pinzas, se debe realizar una sutura hemostática en guardia griega, con puntos por debajo de las pinzas, a lo largo del plano de sección³². Frecuentemente, es necesario realizar un segundo plano de sutura continua para lograr la hemostasia completa. Sin embargo, actualmente se recomienda realizar la apertura del tracto con uno o dos disparos de grapadora lineal, que permite ahorra tiempo y minimiza el trauma pulmonar adicional. En pacientes coagulopáticos, se debe colocar una o dos compresas sobre la superficie, ya que pueden presentar sangrado en capa¹⁴.

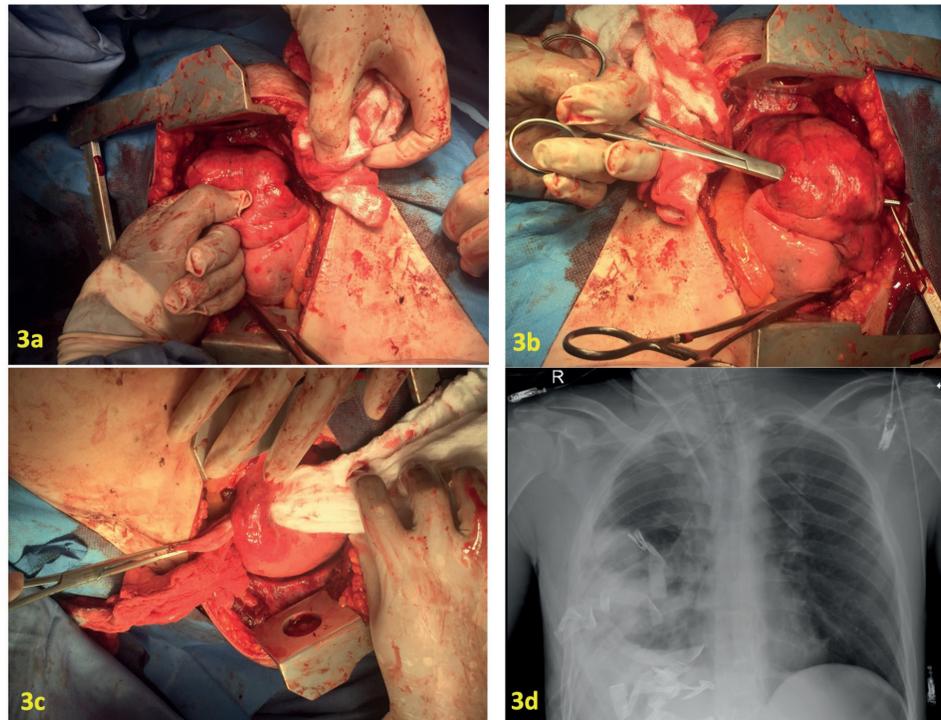


Figura 3. Empaquetamiento de una herida pulmonar transfixiante. A) El cirujano introduce el dedo índice en la herida mientras comprime el tejido pulmonar para limitar la hemorragia. Este dedo servirá de guía para el avance de una pinza. B) Una pinza hemostática ha sido insertada en la herida con la guía del dedo. C) El cirujano tracciona la compresa dentro del tracto de la herida, adaptándola a la configuración del tracto mediante movimientos suaves. D) Radiografía de tórax en el posoperatorio inmediato. Se observa que las compresas ocupan sólo una parte del espacio pleural y no desvían las estructuras mediastinales.

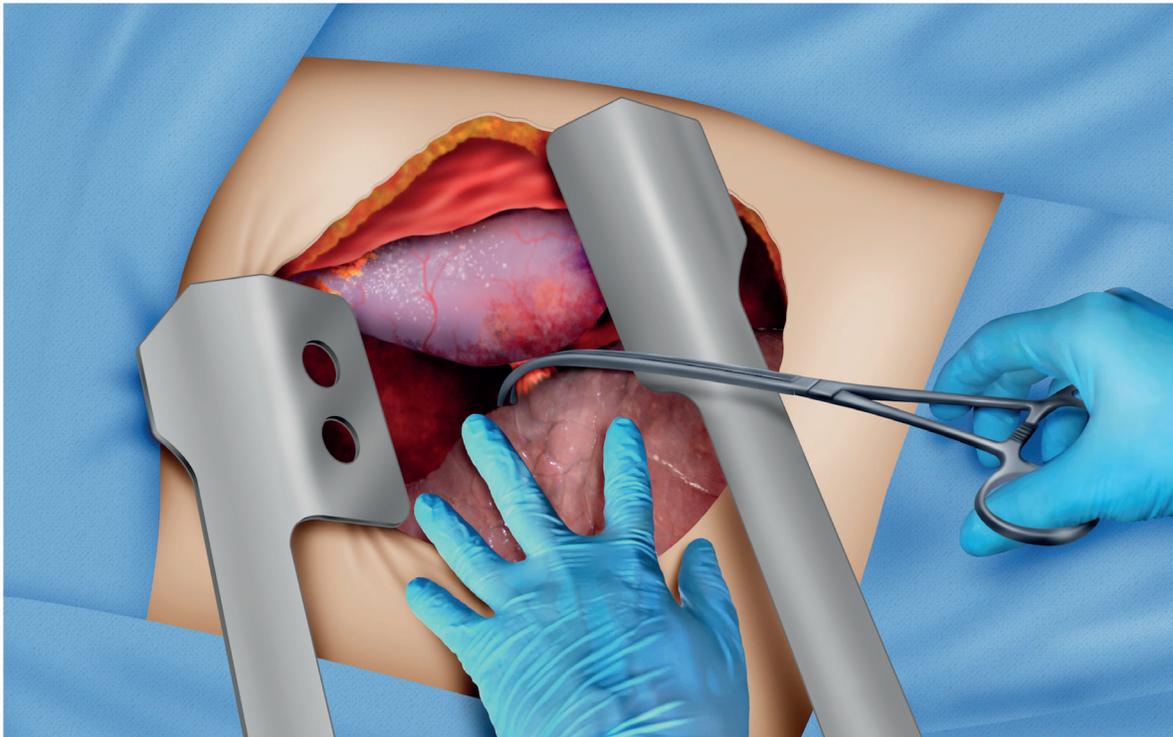


Figura 4. Pinzamiento del hilio pulmonar. Se trata de un paciente exanguinado por heridas pulmonares múltiples. El cirujano introduce su mano izquierda entre el corazón y el pulmón, creando el espacio para la introducción de la pinza. Abraza el hilio pulmonar con sus dedos índice y medio ampliando un poco más la distancia para permitir el avance de la pinza vascular con la que ocluirá las estructuras del hilio.

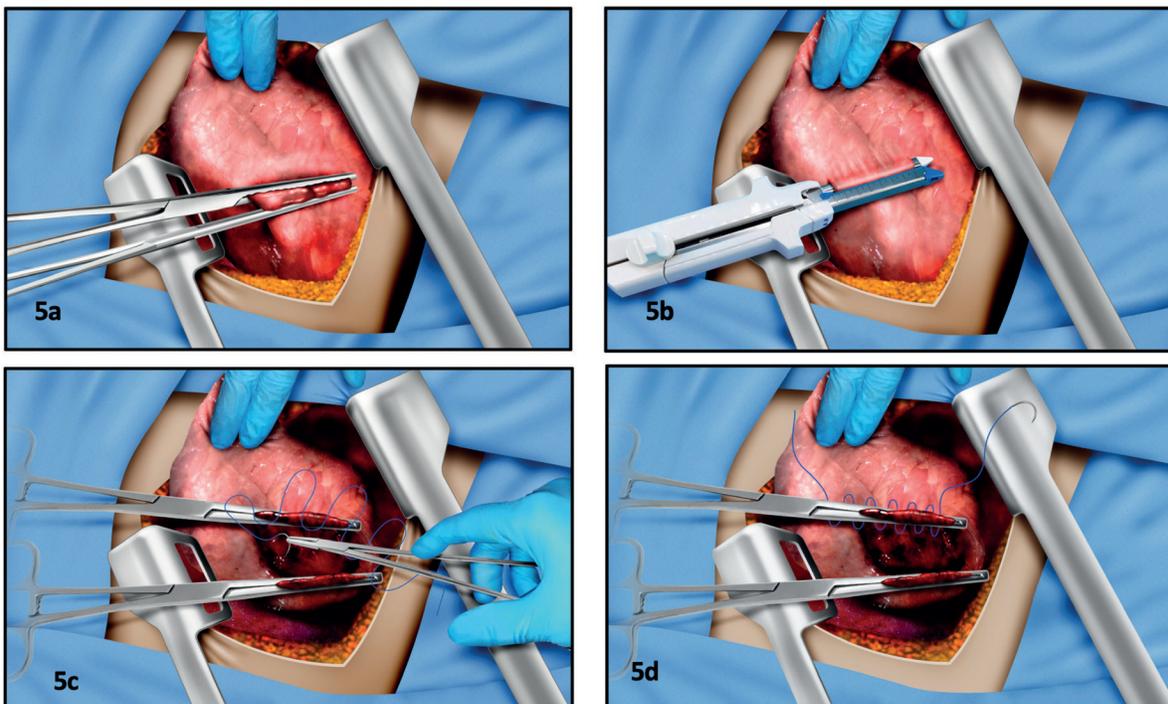


Figura 5. Tractotomía pulmonar. A) El cirujano toma el puente de tejido pulmonar con dos pinzas atraumáticas, preparando la tractotomía, que requerirá en este caso la sección del tejido con tijeras. B) El tejido pulmonar es tomado con una grapadora lineal. En este caso la sección será acompañada de hemostasia de la línea de sutura, reduciendo el trauma del pulmón. C) La apertura del tracto expone las estructuras vasculares y bronquiales lesionadas. El cirujano controla la pérdida sanguínea o aérea mediante puntos en X de monofilamento 3/0. D) Cuando el tracto ha sido abierto con tijera es necesario realizar una sutura hemostática con puntos en guardia griega por debajo de la pinza. Frecuentemente es necesario realizar un segundo plano de sutura continua para completar el efecto hemostático, tal como se muestra en esta figura.

Tabla 3. Características de manejo y resultados clínicos de pacientes con toracotomía de emergencia con o sin cirugía de control de daños.

Variable	Cirugía de Control de Daños (n = 53)	Manejo quirúrgico definitivo inicial (n = 63)
Toracotomía de resucitación, n (%)	14(26.4)	4(6.4)
Pinzamiento aórtico, n (%)	18 (34.0)	5 (7.9)
Trauma pulmonar, n (%)	38 (71.7)	35 (55.6)
Neumorraffía, n (%)	12 (22.6)	9 (14.3)
Tractotomía, n (%)	16 (30.2)	16 (25.4)
Resección pulmonar, n (%)	8 (15.1)	2 (3.2)
Empaquetamiento pulmonar		
Método primario, n (%)	9 (17.0)	--
Método complementario, n (%)	14 (26.4)	--
Pinzamiento del hilio pulmonar, (n%)	10 (18.9)	4 (6.3)
Trauma vascular, n (%)	25 (47.2)	18 (28.6)
Intercostales o torácicas internas, n (%)	17 (32.1)	16 (25.4)
Lesión vascular mayor	8 (15.1)	1 (1.6)
Trauma cardiaco, n (%)	9 (17.0)	26 (41.3)
Empaquetamiento de la pared torácica, n (%)	23 (43.3)	--
Control de Daños Extratorácico, n (%)	24 (45.8)	9 (14.3%)
Mortalidad intrahospitalaria	13 (24.5)	6 (9.5)

Realizar una tractotomía no es sinónimo de cirugía de control de daños. La decisión de determinar si el paciente puede ser manejado en la primera cirugía o de un modo abreviado, responde al análisis del estado fisiológico, lesiones concomitantes y la necesidad de realizar procedimientos adicionales de mayor demanda técnica.

El manejo de pacientes con requerimiento de toracotomía de emergencia realizadas en Cali-Colombia, reportadas por Chica *et al.*¹⁶, entre los pacientes que se les realizó cirugía de control de daños comparado con los pacientes de manejo convencional, se describen sus características y resultados clínicos en la Tabla 3.

La *neumorraffía* o la *resección en cuña* con grapadora lineal o después de pinzar el tejido lesionado con una pinza Satinsky es usada en pocas ocasiones durante una toracotomía de control de daños^{14,15}. Sin embargo, pueden ser útiles para manejar definitivamente lesiones periféricas pequeñas en pacientes con múltiples fuentes de sangrado.

En las heridas centrales o en heridas múltiples los pacientes son candidatos a una *resección pulmonar anatómica* (*neumonectomía* o *lobectomía*). Estos procedimientos se asocian con una alta mortalidad que no ha cambiado en los últimos 45 años³⁴. Es mayor en las víctimas de trauma cerrado y se incrementa en la medida en que la magnitud de la resección es mayor^{33,35,36}. Debido a la naturaleza exanguinante de las lesiones centrales, estos pacientes son candidatos a procedimientos de control de daños. Los autores han propuesto el pinzamiento transitorio del hilio pulmonar para permitir el aplazamiento de la resección, cuando la coagulopatía, la hipotermia y la hipoperfusión se hayan revertido¹⁴.

Para este efecto, una vez se ha logrado el control de la hemorragia mediante el pinzamiento del hilio pulmonar, el cirujano revisa la magnitud de la lesión y decide si se trata de una herida periférica que puede ser manejada con una resección en cuña o una tractotomía. Si se trata de una herida central que justifica una resección¹⁹, se identifica si es posible ocluir selectivamente la circulación de un lóbulo lesionado, o si debe mantener ocluido el hilio¹⁴. A menos que la condición del paciente se haya estabilizado y mejore definitivamente durante el procedimiento, será preferible concluir la cirugía con maniobras abreviadas para permitir la reanimación, y practicar la lobectomía o neumonectomía de manera semi-electiva en un procedimiento posterior, dentro de las siguientes 24 horas, en compañía de cirugía de tórax. (Figura 6).

Paso 4: Después de terminar el procedimiento de control de daños, el cirujano debe revisar las zonas cruentas y asegurarse de la ausencia de sangrado activo. Si es necesario deberá recolocar las compresas, asegurando la hemostasia con el menor número de ellas posible. Se debe com-

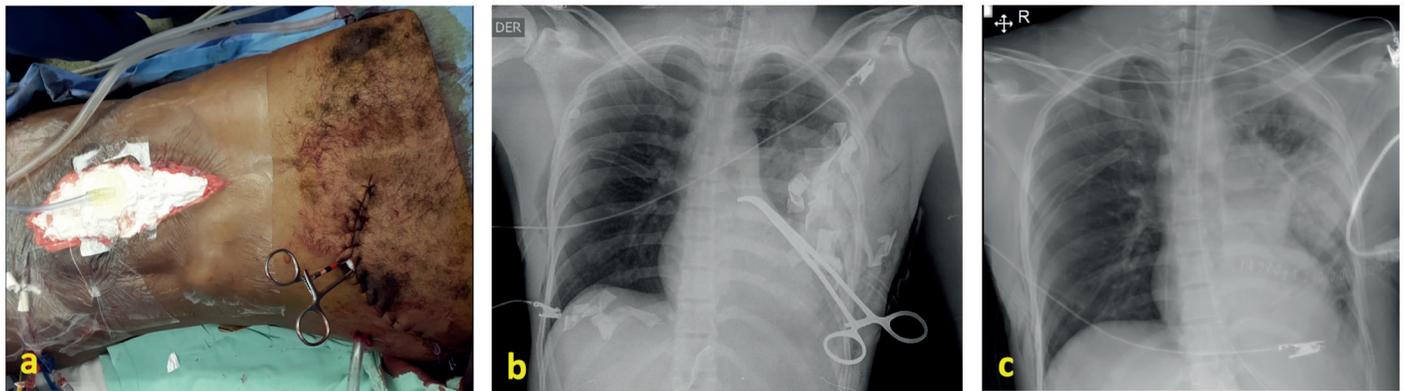


Figura 6. Pinzamiento del hilio pulmonar para resección pulmonar anatómica diferida. A) Paciente con toracotomía de resuscitación por lesiones exanguinantes del lóbulo pulmonar inferior izquierdo y el lóbulo hepático izquierdo. Respondió a pinzamiento aórtico, masaje cardíaco y desfibrilación (#6). Se logró control de la hemorragia con pinzamiento de los vasos del lóbulo pulmonar, empaquetamiento torácico y perihepático. B) Control radiológico posoperatorio. Se observa expansión completa del lóbulo superior, la pinza ocurriendo el hilio pulmonar y las compresas en el tórax y el abdomen. C) Radiografía de tórax después de la lobectomía, practicada semi-electivamente dos días después.

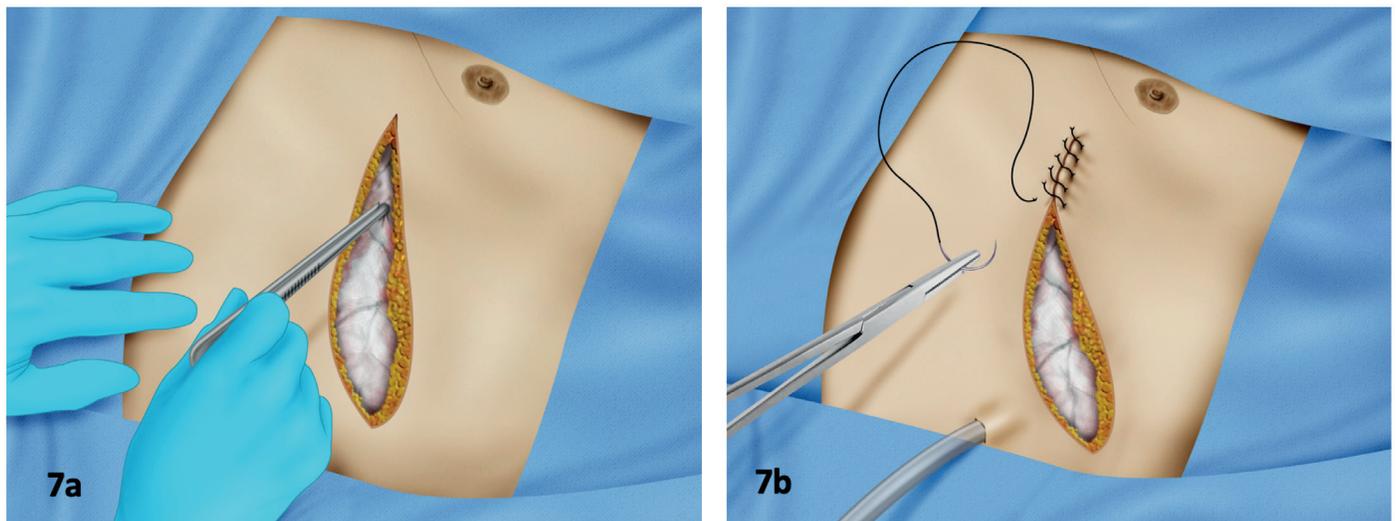


Figura 7. Empaquetamiento y cierre abreviado de la pared torácica. A) El empaquetamiento de la herida quirúrgica permite el cierre expedito de la cavidad torácica en el contexto de control de daños. Después de comprobar la ausencia de sangrados mecánicos, el cirujano ubica dos o tres compresas en la herida, ajustándolas en los ángulos y las superficies sangrantes. B) Después de ubicar las compresas, el cierre se completa mediante la sutura continua de la piel, completando el efecto hemostático.

probar que el empaquetamiento no comprime las venas cavas o el corazón. El cierre abreviado de la toracotomía o la esternotomía se logra instalando un sistema de presión negativa o mediante el empaquetamiento de los planos musculares y el cierre de la piel^{13,17,37}. Este último método, es que los autores recomiendan ya que es un procedimiento rápido de ejecutar con exitosa tasa de control del sangrado en la herida quirúrgica. Esta técnica se debe realizar ubicando las compresas en los ángulos de la herida, especialmente en las áreas de escurrimiento de sangre de la pared torácica, mantenerlas en su sitio mientras realiza el cierre de la piel con sutura continua, ajustando las compresas a medida que avanza la sutura (Figura 7). Se recomienda colocar un tubo a tórax para vigilar la evolución de la hemorragia torácica.

Pronóstico

Los pacientes tratados con toracotomía de control de años cursan con riesgo elevado de complicaciones. La necesidad de una reintervención de urgencia por persistencia de sangrado se presenta en un 14% a 24%^{14,17,27}. Complicaciones infecciosas como neumonía se han reportado entre el 20% y 32%, mientras que el empiema tiene prevalencia entre el 4% y 23%. La falla orgánica se puede presentar hasta en un 88% de los pacientes. La falla respiratoria se

Tabla 4. Complicaciones y mortalidad después de toracotomía de control de daños

Complicación	O'Connor (n = 44)	Mackowski (n = 25)	García (n = 25)
Neumonía (%)	27	32	20
Empiema (%)	23	4	16
Disfunción Respiratoria (%)	25*	36**	84***
Disfunción Cardiovascular (%)	41§	--	76¶
Disfunción o insuficiencia Renal (%)	43	--	20
Compartimento Torácico (%)	2	0	4
Re-operación por sangrado (%)	14	0	24
Mortalidad intrahospitalaria (%)	23	40	24

* SDRA.

**Ventilación mecánica prolongada.

***Más de dos días de soporte ventilatorio.

§Vasopresores al egreso de cirugía.

¶Requerimiento de vasoactivos o inotrópicos

ha reportado entre un 25% y 84%, cardiovascular entre 41% y 76% y la renal entre 20% y 43%. La indicación de terapia de reemplazo renal ocurrió entre un 4% y 30% en los pacientes con toracotomía de control de daños (Tabla 4).

La proporción de mortalidad intrahospitalaria asociada a los pacientes con cirugía de control de daños de trauma pulmonar se ha estimado en un 28%, según una revisión sistemática que agrupo los resultados de varias series de casos¹⁹. Se ha identificado que la severidad del trauma (medida con el Injury Severity Score - ISS), la magnitud de la resección pulmonar requerida, falla renal asociada, necesidad de terapia de reemplazo renal, soporte por circulación extracorpórea (Extracorporeal membrane oxygenation- ECMO) y trauma penetrante se asocia con mayor mortalidad^{17,27}. Sin embargo, la experiencia reportada por García *et al.*, reportaron una tasa mayor de supervivencia en pacientes con requerimiento de resección pulmonar mayor (neumonectomía y lobectomía), cuando el procedimiento se realizó de manera diferida, dejando el hilio pulmonar ocluido en la primera intervención, a diferencia de la experiencia reportada por las series de casos norteamericanas¹⁴.

Intuitivamente, la reducción de la magnitud de la hemorragia gracias a la decisión temprana de intervenir el paciente, el uso de medidas rápidas para conseguir el control de la hemorragia, la aplicación temprana de los principios de la resucitación de control de daños y la decisión de efectuar un procedimiento abreviado, mejorarán la probabilidad de supervivencia de los pacientes con traumatismos torácico severos con agotamiento de la reserva fisiológica.

Discusión

La toracotomía de control de daños evolucionó desde la tractotomía, diseñada para acortar la duración de la cirugía, hasta una serie de procedimientos que controlan transitoriamente las fuentes de la hemorragia y permitir el abordaje diferido de la lesión pulmonar. Esto con el fin de aumentar la supervivencia de los pacientes con agotamiento fisiológico, permitiendo realizar su reanimación y manejo definitivo posterior. La indicación y ejecución de los procedimientos de control de daños es aún tema de controversia. La información en la literatura es limitada y poco grupos a nivel mundial han reportado su experiencia.

Identificar tempranamente si un paciente se beneficia de una cirugía de control de daños, permite activar protocolos de reanimación y reorientar el esfuerzo quirúrgico hacia una toracotomía de control de daños. Dos grupos han investigado las variables que diferencian los pacientes que requieren un procedimiento de control de daños en el tórax^{15,16}. Ellos han reportado las siguientes condiciones que se relacionan con un abordaje final de control de daños: alteración neurológica al ingreso, necesidad de toracotomía de resucitación, necesidad de laparotomía concomitante, evidencia de lesión pulmonar grave, lesión vascular mayor, lesión traqueobronquial, hemotórax masivo, hipotermia, acidosis y coagulopatía.

Tabla 5. Comparación entre pacientes de toracotomía de emergencias tratados con o sin control de daños y empaquetamiento torácico

Variable	Cirugía de Control de Daños (n = 53) Manejo quirúrgico definitivo inicial (n = 63)	
Parámetros Respiratorios, primer día postrauma		
FiO ₂ , (mediana RIC)	0.5 (0.5-0.5)	0.5 (0.4-0.6)
PO ₂ /FiO ₂ , (mediana RIC)	332.8 (155-390.9)	262.9 (173.3-413.2)
PH arterial, (mediana RIC)	7.27 (7.15-7.29)	7.33 (7.26-7.37) **
PaCO ₂ , (mediana RIC)	41.6 (36.8-44.5)	36.3 (32.3-42.5) *
Déficit de bases mmol/L (mediana RIC)	8 (6-12.9)	5.8 (3.7-9.0) *
Volumen corriente ml, (mediana RIC)	480 (450-500)	510 (484-550)**
Frecuencia respiratoria, respiraciones/min (mediana RIC)	18 (16-22)	17 (15-20)
PEEP, cm H ₂ O (mediana RIC)	5 (5-8)	5 (5-6)
Presión pico, cm H ₂ O (mediana RIC)	28 (25-32)	25 (22-29) **
Distensibilidad dinámica, (mediana RIC)	21.5 (19.2-25)	25.2 (22.7-31.9) **
Resultados clínicos		
Días libres de Ventilación Mecánica, (mediana RIC)	25 (0-27)	29 (24-29) ***
Pacientes con complicaciones de Ventilación Mecánica, n (%)	9 (33.3)	7 (18.9)
Atelectasias, n (%)	6 (22.2)	5 (13.5)
Neumonía, n (%)	6 (22.2)	5 (13.5)
Neumotórax, n (%)	0 (--)	3 (8.1)
Mortalidad, n (%)	7 (25.9)	5 (13.5)

RIC Rango intercuartílico. FR Frecuencia respiratoria

PEEP Presión Positiva al final de la espiración Prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney * <0.05; ** < 0.01; *** < 0.001

La hipotensión refractaria (PAS <70 mm Hg, a pesar de la reanimación) en el preoperatorio, o durante la cirugía, cuando no se tiene acceso a la aorta, como una esternotomía parcial o una toracotomía derecha, son la indicación de la oclusión aórtica con un REBOA desplegado en la zona I, procedimiento que llevarse a cabo por un equipo que trabaje simultáneamente a quienes están realizando el abordaje quirúrgico para el manejo de las lesiones^{21,22}.

Existe preocupación por el incremento de la hemorragia en función del aumento de la presión arterial. Un estudio reciente que incluyó tres modelos porcinos de trauma torácico: lesión del parénquima pulmonar, lesión venosa torácica o lesión de la arteria subclavia reveló que el uso del REBOA no exacerba el daño pulmonar ni incrementa la tasa de exanguinación³⁸.

Los autores han proporcionado evidencia clínica sobre el uso del REBOA en este grupo de pacientes: Ordoñez *et al.*²², reportaron 23 pacientes con trauma torácico manejados con REBOA. Once de ellos tenían lesión del parénquima pulmonar y 6 compromiso del hilio pulmonar. El manejo más común fue colocación de REBOA en zona I con esternotomía en el 65.2% de los pacientes o toracotomía en el 17.3%. No se encontraron diferencias significativas entre la mortalidad observada y la esperada, ni mayor requerimiento de hemocomponentes¹⁹. García *et al* analizaron mediante un modelo multivariado el impacto del REBOA en la mortalidad en un grupo de pacientes con trauma penetrante del torso. Encontraron que el uso del REBOA durante la cirugía se asoció a una mejor probabilidad de supervivencia.

La necesidad de realizar una toracotomía no implica necesariamente una cirugía de control de daños. La decisión de realizar o no una toracotomía de control de daños depende de la alteración fisiológica que exhiba el paciente. En la serie de pacientes sometidos a toracotomía de emergencia reportada por Chica *et al.*¹⁶, el 50% de las toracotomías fueron practicadas por fuera del contexto de cirugía de control de daños.

El empaquetamiento es una técnica que se ha planteado en el manejo del control de daños torácico. Manzano *et al.*¹⁹, realizaron una revisión sistemática de la literatura donde identificaron 14 estudios. La mayoría de las publicaciones describió el uso de la técnica como el complemento a otros procedimientos en individuos coagulopáticos. En algunos reportes se describe el empaquetamiento como técnica primaria de tratamiento de una herida pulmonar. En la mayoría de los casos mediante la colocación de las compresas entre la superficie del pulmón

lesionado y la pared torácica. La técnica de empaquetamiento intrapulmonar²⁵, fue empleada en casos muy seleccionados de pacientes con varias fuentes desangrado, algunas más complejas, que exigían la atención del grupo quirúrgico.

Los autores evaluaron el impacto del empaquetamiento torácico en la ventilación mecánica, la cual se asocia con una reducción de la distensibilidad dinámica que lleva a una disminución moderada del volumen corriente y a una retención moderada de CO₂. La oxigenación no se vio comprometida y en ningún caso el empaquetamiento indujo dificultades críticas para el soporte ventilatorio (Tabla 5)³⁹.

Los pacientes que requieren una resección pulmonar anatómica tienen un riesgo elevado de muerte, que fluctúa entre el 50% y el 100%, en las diferentes series publicadas³¹. El grupo de cirugía de Trauma y Emergencias (CTE) de Cali, ha abordado esta situación mediante la oclusión del hilio pulmonar de la manera más selectiva posible, para permitir la reanimación del paciente y la ejecución de la neumonectomía o la lobectomía en un segundo tiempo. Cinco pacientes fueron manejados de esta manera. Tres pacientes fueron sometidos a neumonectomía y dos a lobectomía, solo un caso fue fatal¹⁴.

La técnica del cierre temporal de la pared puede llevarse a cabo mediante la instalación de un sistema de vacío comercial o artesanal, o mediante el empaquetamiento de la pared y el cierre rápido con una sutura continua^{14,17,37}. No existen estudios comparativos y ambas técnicas parecen resolver la necesidad de un cierre rápido con control del sangrado en capa de la pared.

Conclusión

El paciente con trauma pulmonar severo e inestabilidad hemodinámica está indicado la implementación de cirugía de control de daños. El control transitorio del sangrado se logra en el caso de heridas periféricas a través de medidas compresivas. En cambio, el manejo de heridas centrales se debe realizar el pinzamiento del hilio pulmonar. Se recomienda que la resección pulmonar, si es requerida, se difiera después de una resucitación hemodinámica en unidad de cuidado intensivo.

References

1. Stone HH, Strom PR, Mullins RJ. Management of the Major Coagulopathy with Onset during Laparotomy. *Ann Surg.* 1983;197:532-5. Doi: 10.1097/0000658-198305000-00005.
2. Rotondo MF, Schwab CW, McGonigal MD, Phillips GR, Fruchterman TM, Kauder DR, et al. 'Damage control': An approach for improved survival in exsanguinating penetrating abdominal injury. *J Trauma.* 1993;35:375-83. Doi: 10.1097/00005373-199309000-00008.
3. Roberts DJ, Ball CG, Feliciano D V., Moore EE, Ivatury RR, Lucas CE, et al. History of the Innovation of Damage Control for Management of Trauma Patients: 1902-2016. *Ann Surg.* 2017;265:1034-44. Doi: 10.1097/SLA.0000000000001803.
4. Zhao XG, Ma YF, Zhang M, Gan JX, Xu SW, Jiang GY. Comparison of the new injury severity score and the injury severity score in multiple trauma patients. *Chinese J Traumatol.* 2008;11:368-71. Doi: 10.1016/S1008-1275(08)60074-7.
5. Valdez C, Sarani B, Young H, Amdur R, Dunne J, Chawla LS. Timing of death after traumatic injury—a contemporary assessment of the temporal distribution of death. *J Surg Res.* 2016;200:604-9. Doi: 10.1016/j.jss.2015.08.031.
6. Gasparri M, Karmy-Jones R, Kralovich KA, Patton JH, Arbabi S. Pulmonary tractotomy versus lung resection: viable options in penetrating lung injury. *J Trauma.* 2001;51:1092-7. Doi: 10.1097/00005373-200112000-00013.
7. Byun CS, Park IH, Oh JH, Bae KS, Lee KH, Lee E. Epidemiology of trauma patients and analysis of 268 mortality cases: Trends of a single center in Korea. *Yonsei Med J.* 2015;56:220-6. Doi: 10.3349/ymj.2015.56.1.220.

8. Bayer J, Lefering R, Reinhardt S, Kühle J, Südkamp NP, Hammer T. Severity-dependent differences in early management of thoracic trauma in severely injured patients - Analysis based on the Trauma Register DGU ®. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2017;25(1):10. Doi: 10.1186/s13049-017-0354-4.
9. O'Connor JV, Moran B, Galvagno SM, Deane M, Feliciano DV, Scalea TM. Admission Physiology vs Blood Pressure: Predicting the Need for Operating Room Thoracotomy after Penetrating Thoracic Trauma. *J Am Coll Surg.* 2020; 230(4):494-500. Doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2019.12.019.
10. Cothren C, Moore EE, Biffl WL, Franciose RJ, Offner PJ, Burch JM. Lung-sparing techniques are associated with improved outcome compared with anatomic resection for severe lung injuries. *J Trauma - Inj Infect Crit Care.* 2002;53:483-7. Doi: 10.1097/00005373-200209000-00015.
11. Karmy-Jones R, Namias N, Coimbra R, Moore EE, Schreiber M, McIntyre R, et al. Western trauma association critical decisions in trauma: Penetrating chest trauma. *J Trauma Acute Care Surg.* 2014;77(6):994-1002. doi: 10.1097/TA.0000000000000426.
12. Orlas CP, Herrera-Escobar JP, Zogg CK, Serna JJ, Meléndez JJ, Gómez A, et al. Chest Trauma Outcomes: Public Versus Private Level I Trauma Centers. *World J Surg.* 2020; 44(6):1824-1834. Doi: 10.1007/s00268-020-05400-w.
13. Vargo DJ, Battistella FD. Abbreviated thoracotomy and temporary chest closure: An application of damage control after thoracic trauma. *Arch Surg.* 2001;136:21-4. Doi: 10.1001/archsurg.136.1.21.
14. Garcia A, Martinez J, Rodriguez J, Millan M, Valderrama G, Ordoñez C, et al. Damage-control techniques in the management of severe lung trauma. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015;78:45-50. Doi: 10.1097/TA.0000000000000482.
15. Deane M, Galvagno SM, Moran B, Stein DM, Scalea TM, O'Connor J V. Shock, Not Blood Pressure or Shock Index, Determines the Need for Thoracic Damage Control Following Penetrating Trauma. *Shock.* 2020;54:4-8. Doi: 10.1097/SHK.0000000000001472.
16. Chica J, Garcia A, Naranjo MP. Life saving surgical techniques for thoracic trauma: predictors for the need of damage control thoracotomy. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2018;44(Supl 2):441.
17. O'Connor J V., DuBose JJ, Scalea TM. Damage-control thoracic surgery: Management and outcomes. *J Trauma Acute Care Surg.* 2014;77:660-5. Doi: 10.1097/TA.0000000000000451.
18. 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;263:1018-27. Doi: 10.1097/SLA.0000000000001347.
19. Manzano-Nunez R, Chica J, Gómez A, Naranjo MP, Chaves H, Muñoz LE, et al. The tenets of intrathoracic packing during damage control thoracic surgery for trauma patients: a systematic review. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2020; 47(2):423-434. Doi: 10.1007/s00068-020-01428-8.
20. Ditzel RM, Anderson JL, Eisenhart WJ, Rankin CJ, DeFeo DR, Oak S, 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;88:434-9. Doi: 10.1097/TA.0000000000002570
21. 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.
22. 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.
23. García AF, Manzano-Nunez R, Orlas CP, Ruiz-Yucuma J, Londoño A, Salazar C, et al. Association of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) and mortality in penetrating trauma patients. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2020;10.1007/s00068-020-01370-9. Doi: 10.1007/s00068-020-01370-9.
24. Burlew CC, Moore EE, Moore FA, Coimbra R, McIntyre RC, Davis JW, et al. Western trauma association critical decisions in trauma: Resuscitative thoracotomy. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012;73:1359-63. Doi: 10.1097/TA.0b013e318270d2df.

25. Garcia AF, Manzano-Nunez R, Bayona JG, Millan M, Puyana JC. A clinical series of packing the wound tract for arresting traumatic hemorrhage from injuries of the lung parenchyma as a feasible damage control technique. *World J Emerg Surg.* 2019;14:52. Doi: 10.1186/s13017-019-0273-y.
26. Moriwaki Y, Toyoda H, Harunari N, Iwashita M, Kosuge T, Arata S, et al. Gauze packing as damage control for uncontrollable haemorrhage in severe thoracic trauma. *Ann R Coll Surg Engl.* 2013;95:20-5. Doi: 10.1308/003588413X13511609956057.
27. Mackowski MJ, Barnett RE, Harbrecht BG, Miller KR, Franklin GA, Smith JW, et al. Damage control for thoracic trauma. *Am Surg.* 2014;80:910-3.
28. Wall J, Soltero E. Damage control for thoracic injuries. *Surg Clin North Am.* 1997;77:863-78. Doi: 10.1016/S0039-6109(05)70590-9.
29. Asensio JA, Petrone P, Kimbrell B, Kuncir E. Toracotomía de emergencia. Evaluación crítica de la técnica. *Rev Colomb Cirugía.* 2006;21:75-86.
30. Velmahos GC, Baker C, Demetriades D, Goodman J, Murray JA, Asensio JA. Lung-sparing surgery after penetrating trauma using tractotomy, partial lobectomy, and pneumonorrhaphy. *Arch Surg.* 1999;134:186-9. Doi: 10.1001/archsurg.134.2.186.
31. Huh J, Wall MJ, Estrera AL, Soltero ER, Mattox KL. Surgical management of traumatic pulmonary injury. *Am J Surg.* 2003;186:620-4. Doi: 10.1016/j.amjsurg.2003.08.013.
32. Wall MJ, Hirshberg A, Mattox KL. Pulmonary tractotomy with selective vascular ligation for penetrating injuries to the lung. *Am J Surg.* 1994;168:665-9. Doi: 10.1016/S0002-9610(05)80141-2.
33. Asensio JA, Demetriades D, Berne JD, Velmahos G, Cornwell EE, Murray J, et al. Stapled pulmonary tractotomy: A rapid way to control hemorrhage in penetrating pulmonary injuries. *J Am Coll Surg.* 1997;185:486-7. Doi: 10.1016/S1072-7515(97)00070-7.
34. Phillips B, Turco L, Mirzaie M, Fernandez C. Trauma pneumonectomy: A narrative review. *Int J Surg.* 2017;46:71-4. Doi: 10.1016/j.ijsu.2017.08.570.
35. Asensio JA, Ogun OA, Mazzini FN, Perez-Alonso AJ, Garcia-Núñez LM, Petrone P. Predictors of outcome in 101 patients requiring emergent thoracotomy for penetrating pulmonary injuries. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2018;44:55-61. Doi: 10.1007/s00068-017-0802-x.
36. Karmy-Jones R, Jurkovich GJ, Shatz D V., Brundage S, Wall MJ, Engelhardt S, et al. Management of traumatic lung injury : a western trauma association multicenter review. *J Trauma.* 2001;51:1049-53. Doi: 10.1097/00005373-200112000-00004.
37. Lang JL, Gonzalez RP, Aldy KN, Carroll EA, Eastman AL, White CQ, et al. Does temporary chest wall closure with or without chest packing improve survival for trauma patients in shock after emergent thoracotomy? *J Trauma.* 2011;70:705-9. Doi: 10.1097/TA.0b013e31820e89f1.
38. 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.
39. Garcia AF, Vargas M, Aldana J. Respiratory physiology in damage control thoracotomy and intra-thoracic packing after severe penetrating chest trauma (Personnal Communication). 2020.