

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS**

**ESCUELA DE MEDICINA Y CIRUGÍA**

**MANEJO DEL ARRESTO CIRCULATORIO EN TRAUMA  
TORÁCICO CERRADO ¿SE JUSTIFICA LA TORACOTOMÍA  
DE EMERGENCIAS?**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL  
TÍTULO DE LICENCIATURA EN MEDICINA Y CIRUGÍA**

**ALUMNOS:**

**DANIEL CHINCHILLA ELIZONDO**

**JASMIN SALAZAR BALLESTERO**

**TUTORA:**

**DRA. MARY ANN PORTA ARAYA**

**SAN JOSÉ, DICIEMBRE, 2021**

## Tabla de contenidos

AGRADECIMIENTO.....	2
DEDICATORIA.....	3
DEDICATORIA.....	4
CARTA DE REVISION DEL FILOLOGO.....	5
Tabla de contenidos.....	6
Resumen .....	9
Summary .....	9
CAPÍTULO I.....	10
1. INTRODUCCIÓN .....	10
1.1 Planteamiento del problema. ....	14
1.2 Objetivos. ....	15
1.3 Justificación.....	16
1.4 Proyecciones.....	17
1.5 Tabla de antecedentes.....	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	32
2.1 Antecedentes Históricos .....	32
2.2. Antecedentes Internacionales .....	34
2.3. Antecedentes Nacionales.....	37
2.4 Definiciones .....	38
2.4.1 Trauma. ....	38
2.4.2 Tórax. ....	38
2.4.3 Politrauma. ....	38
2.4.4 Trauma torácico cerrado o contuso. ....	39
2.4.5 Trauma torácico penetrante.....	39
2.4.6 Población pediátrica. ....	39
2.4.7 Adulto mayor.....	39
2.4.8 Arresto circulatorio.....	40
2.4.9 Toracotomía. ....	40
2.5 Anatomía del tórax .....	40
2.6 Epidemiología .....	43
2.7. Trauma de Tórax .....	45

2.7.1 Lesiones mortales.....	47
2.7.2 Lesiones potencialmente mortales.....	57
2.8 Pruebas Diagnósticos .....	74
2.8.1 Imágenes.....	74
2.8.2 Electrocardiograma. ....	80
2.8.3 Laboratorios. ....	81
2.9 Población Pediátrica.....	82
2.9.1 Incidencia. ....	82
2.9.2 Diferencias anatómicas.....	82
2.9.3. Sobrevida.....	83
2.10 Población adulto mayor.....	84
2.10.1 Incidencia. ....	84
2.10.2 Principales diferencias.....	84
2.10.3 Sobrevida.....	86
2.11 Arresto circulatorio.....	86
2.11.1. Manejo del arresto circulatorio.....	87
2.12 Sobrevida del arresto circulatorio en trauma cerrado de tórax tratado con toracotomía..	103
2.12.1 Factores relacionados con la sobrevida. ....	104
2.13 REBOA .....	105
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>107</b>
3.1 Fuentes de información.....	107
3.2 Tipo de estudio .....	110
3.3 Enfoque del estudio.....	110
3.4 Delimitación de la población.....	110
3.5 Criterios de inclusión .....	110
3.6 Criterios de exclusión.....	111
3.7 Matriz de codificación. Enfoque orden de relevancia. ....	111
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS.....</b>	<b>115</b>
4.1 Arresto circulatorio traumático .....	115
4.1.1 Manejo.....	116
4.1.2 Indicaciones de la TER.....	119
4.1.3 Contraindicaciones. ....	122
4.1.4 Complicaciones. ....	123
4.2 Patologías causadas por el trauma de tórax cerrado.....	124

4.3 Estudios complementarios.....	125
4.4 Toracotomía vs otras alternativas.....	127
4.5 Sobrevida.....	128
4.6. Poblaciones especiales .....	140
4.6.1 Pediatría.....	140
4.6.2 Adulto mayor.....	143
4.7 Casos Clínicos .....	144
4.7.1. Caso clínico N° 1.....	144
4.7.2. Caso clínico N° 2.....	145
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	150
CONCLUSIONES .....	150
RECOMENDACIONES .....	153
ABREVIATURAS .....	160
REFERENCIAS .....	162

## **Resumen**

El trauma es la principal causa de muerte en pacientes de 1 a 40 años de vida, y una gran cantidad de estos fallecen a causa del trauma de tórax. Con el avance de la tecnología y la profesionalización del personal médico prehospitalario, los pacientes llegan con vida a los centros médicos en condición muy delicada, donde se deben realizar procedimientos como la toracotomía de emergencia para que algunos logren sobrevivir. Este procedimiento debe ser realizado por un cirujano con experiencia, y las indicaciones dependen del país y del centro médico. En este trabajo se hace una revisión bibliográfica sobre los diferentes criterios y protocolos para realizar dicho procedimiento.

## **Summary**

Trauma is the leading cause of death in patients from 1 to 40 years of age, and a large number of these patients die from chest trauma. With the advancement of technology and the professionalization of pre-hospital medical staff, patients arrive to medical centers alive but in a very delicate condition, and procedures such as thoracotomy must be performed for some of them to survive. This procedure must be performed by an experienced surgeon, and the indications depend on the country and the medical center. In this work a bibliographic review is made on the different criteria and protocols for performing this procedure.

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

El trauma es considerado una pandemia y es la primera causa de muerte en la población de 1 a 40 años. De acuerdo con información de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y del Centers for Disease Control and Prevention (CDC), más de nueve personas por minuto mueren a causa de violencia, y 5.8 millones de personas de todos los grupos económicos por violencia y heridas no intencionales. Los accidentes de tránsito por sí solo causan más de un millón de muertes anuales, y un estimado de 20 a 50 millones de heridas significativas con complicaciones a corto y largo plazo.

El curso Advanced Trauma Life Support, del Colegio Americano de Cirujanos, hace referencia a la distribución trimodal de la muerte, en la cual se exponen los tres momentos donde un paciente politraumatizado fallece, y cuáles son las principales causas. El primer pico corresponde a las muertes que ocurren pocos minutos después del evento, y se debe a lesiones irreversibles como la apnea por lesión de encéfalo o de médula espinal alta, ruptura cardiaca, aórtica o de grandes vasos. La mortalidad durante el segundo pico se da minutos a horas posteriores al trauma, y dentro de las principales causas están los sangrados torácicos, intracraneales, intraabdominales y de huesos largos. Finalmente, los pacientes fallecen en el tercer pico, días a semanas posteriores al incidente, por falla multiorgánica y sepsis.

Durante el primer pico es poco lo que se puede hacer por mejorar la sobrevivencia de los pacientes, únicamente la prevención del evento, debido a la complejidad de las lesiones y lo rápido que causan la muerte. Sin embargo, durante el segundo pico se pueden realizar maniobras, como la toracotomía de emergencia, para evitar la muerte del paciente, aunque menos de 10% de los traumas torácicos contusos requieren intervención quirúrgica. Muchos de los pacientes con

trauma de tórax mueren después de llegar al hospital, y muchos de estos decesos son prevenibles si se diagnostican y se tratan a tiempo.

El manejo del paciente en arresto circulatorio posterior a haber sufrido un trauma ha sido de gran controversia a través de los años, debido a que el porcentaje de sobrevida de dichos pacientes es sumamente bajo. Con la profesionalización de la atención prehospitalaria, la cantidad de víctimas politraumatizadas que logran llegar con vida a los centros médicos especializados es cada vez mayor.

La toracotomía de emergencia es un procedimiento que se realiza en pacientes víctimas de trauma hemodinámicamente inestables y con compromiso de sus signos vitales, el cual debería ser hecho por un cirujano especializado en patologías torácicas. Se deben tomar en cuenta los riesgos y beneficios de este procedimiento, ya que existe un riesgo potencial de enfermedades infectocontagiosas, tanto para el paciente como para el personal médico involucrado.

Idealmente, esta técnica se debe realizar en el quirófano, aplicando los protocolos y las técnicas asépticas, siempre que el estado hemodinámico del paciente lo permita. Sin embargo, se debe considerar que la mayoría de estos pacientes, debido al tipo de lesiones sufridas, ingresan al servicio de emergencias en una condición crítica, la cual obliga al personal de salud a hacer dicho procedimiento en las salas de reanimación sin la técnica aséptica indicada.

Las indicaciones de la toracotomía de emergencias varían según la literatura; no obstante, se pueden clasificar en tres grandes grupos: las aceptadas, las selectivas y las infrecuentes. El último grupo incluye a aquellos pacientes que se mantienen en arresto circulatorio posterior a un trauma contuso, que ingresan al servicio de emergencias con signos vitales o que sufren un paro cardiorrespiratorio presenciado. Los pacientes de este grupo, a quienes se les realiza la toracotomía de emergencia, deben ser seleccionados con extrema cautela, ya que tienen un pronóstico de sobrevida sumamente bajo y mal pronóstico neurológico.

Los criterios para llevar a cabo una toracotomía de emergencia en una sala de reanimación varían, dependiendo de los protocolos del país, e inclusive del centro médico en el que se encuentre el paciente; sin embargo, en Costa Rica, a nivel de la Caja Costarricense de Seguro Social, no existe ningún protocolo que dicte las pautas necesarias para realizar este procedimiento. Es por esta razón que muchos de los especialistas en el país se apegan a los

protocolos internacionales más reconocidos para justificar la realización de dicha maniobra.

De acuerdo con el perfil del Colegio de Médicos de Costa Rica, no hay limitante o indicación para que un médico general o especialista realice dicho procedimiento, con solo que el profesional conozca la técnica y esté entrenado en la misma puede hacerlo; empero, en literatura internacional se indica que el profesional que debe realizarlo es un cirujano. En Costa Rica la atención de estos pacientes en el centro médico depende de muchas variantes, como por ejemplo la capacidad del hospital, el equipo disponible y los especialistas que se encuentren laborando en ese momento.

Los mecanismos que llevan a paro cardiorrespiratorio posterior a un trauma se dividen en dos grandes grupos: contusos o cerrados y penetrantes o abiertos. Dependiendo del mecanismo, hay diferentes lesiones que pueden llevar a que el paciente fallezca, y algunas de estas son tratables con maniobras invasivas como la toracotomía de emergencia. Debido a la fisiopatología de las causas de paro cardiorrespiratorio en el trauma torácico cerrado, es que la mayoría de las guías internacionales no consideran beneficioso realizar la toracotomía en dichos pacientes, además de que la sobrevida en aquellos sin déficit neurológico es sumamente baja.

Se pretende investigar las indicaciones para hacer la toracotomía de emergencias en pacientes de 1 a 40 años, víctimas de trauma torácico cerrado que sufren arresto circulatorio, además de cuáles especialistas son los que la realizan. Se comparará la información y los protocolos establecidos en Latinoamérica con los de Japón, EE.UU., Italia, Inglaterra, México, Noruega, Colombia, Venezuela, Reino Unido, Países Bajos, Turquía, China, Israel. Alemania, Singapur, Bélgica, España y Chile en el primer cuatrimestre del 2020.

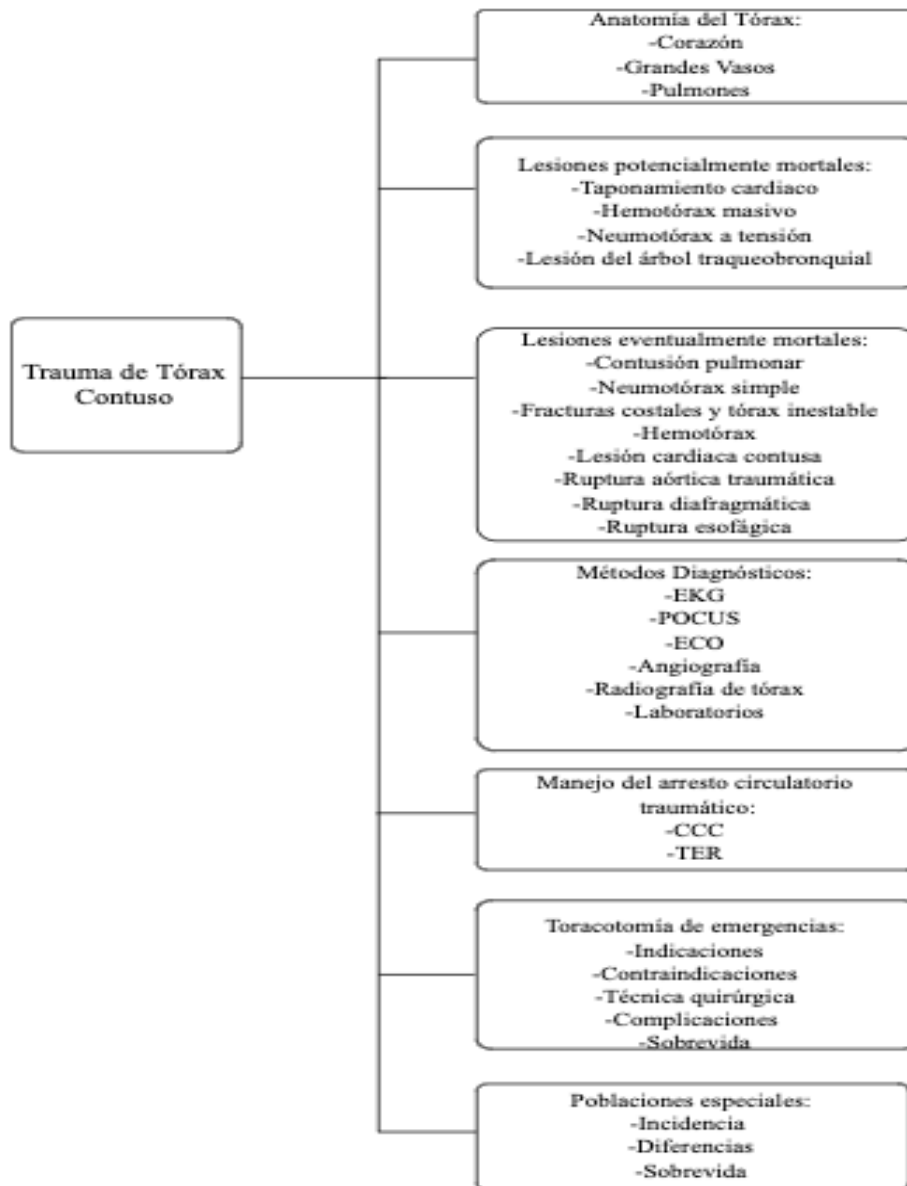


Figura 1.1 Desarrollo del tema. EKG: electrocardiograma, POCUS: Ecografía en el punto de atención, ECO: ecocardiograma, CCC: compresiones cardiacas, TER: toracotomía de reanimación

Nota: Elaboración propia, 2021.

En la figura 1.1, se detalla el desarrollo del tema, distribuyéndolo en categorías como

anatomía, lesiones potencialmente mortales, lesiones eventualmente mortales, mecanismos diagnósticos, manejo del arresto circulatorio, toracotomía de emergencias y poblaciones especiales.

### **1.1 Planteamiento del problema.**

- ¿Cuáles son las patologías que se presentan en el trauma torácico cerrado que pueden provocar un arresto circulatorio?
- ¿Cuál es el manejo del arresto circulatorio en trauma?
- ¿Se debería efectuar reanimación cardiopulmonar en pacientes víctimas de trauma?
- ¿Se justifica la toracotomía de emergencia en el trauma torácico cerrado?
- ¿Se debería realizar toracotomía de emergencia al paciente que ingresa al servicio de emergencias en arresto circulatorio posterior a sufrir un trauma torácico cerrado, o solo en pacientes con trauma penetrante?
- ¿Cuáles características clínicas debe presentar el paciente para que se justifique la toracotomía de emergencias?
- ¿Se debería hacer la toracotomía de emergencias en la población pediátrica víctima de trauma?
- ¿Qué especialistas deberían ser los encargados de realizar la toracotomía de emergencia?

## **1.2 Objetivos.**

### ***1.2.1. Objetivo general.***

Identificar el abordaje del arresto circulatorio traumático en pacientes con trauma torácico cerrado como justificante de la toracotomía de emergencias.

### ***1.2.2 Objetivos específicos.***

- a) Identificar a la población mayormente afectada por el trauma.
- b) Determinar las patologías causadas por el trauma de tórax cerrado que deben ser diagnosticadas y tratadas prioritariamente.
- c) Definir el manejo del arresto circulatorio en pacientes con trauma de tórax cerrado.
- d) Describir las indicaciones de la toracotomía de emergencias.
- e) Citar las contraindicaciones de la toracotomía de emergencias.
- f) Describir las complicaciones a corto y largo plazo de la toracotomía de emergencias.
- g) Analizar la sobrevida de la toracotomía de emergencias por trauma de tórax contuso.
- h) Indicar las principales diferencias en poblaciones en extremos de la vida con trauma de tórax.

### **1.3 Justificación.**

Lo que se desea con esta investigación es determinar si se justifica la realización de una toracotomía de emergencia en pacientes víctimas de trauma torácico cerrado, que progresan a un arresto circulatorio. A través de los años ha sido un tema de discusión, ya que la sobrevida es muy baja, sin embargo, hay médicos que consideran que, aunque la sobrevida sea baja, vale la pena hacerla. Mucha de la literatura coincide que la indicación de la toracotomía de emergencia es el trauma penetrante de tórax, como se llevaba a cabo desde el siglo XII. Mediante esta revisión bibliográfica, se desean conocer los protocolos a nivel internacional, determinar bajo qué circunstancias está indicado el procedimiento, y precisar cuáles profesionales en salud y especialistas médicos son los más indicados para realizarlo.

Durante los últimos años, debido al aumento de la tecnología y el fácil acceso a ella, se ha visto un incremento en las víctimas politraumatizadas, principalmente en el campo automovilístico. En esta área las mejores autopistas, los medios de transporte mejor equipados para la velocidad y otros factores extrínsecos llevan a incidentes leves hasta severos, con traumas multisistémicos abiertos y cerrados, que pueden desencadenar un arresto circulatorio y tener consecuencias fatales.

La toracotomía de emergencia ha sido un procedimiento ligado principalmente a trauma de tórax abierto en arresto circulatorio; por esta razón, se desea abordar el tema en trauma de tórax cerrado, y lograr analizar la sobrevida en este grupo de pacientes.

#### **1.4 Proyecciones.**

- En esta revisión bibliográfica se pretende describir la importancia de la toracotomía de emergencia en distintos escenarios de víctimas de trauma.
- Definir su utilidad y sobrevida en trauma de tórax cerrado versus penetrante.
- Analizar la sobrevida de la toracotomía de emergencia en el trauma de tórax cerrado.
- Describir las etiologías que causan el arresto circulatorio en pacientes con trauma torácico.
- Comparar el manejo del arresto circulatorio mediante compresiones cardiacas cerradas versus vía quirúrgica.
- Evidenciar las complicaciones a corto y largo plazo de la toracotomía de emergencias.
- Destacar las diferencias o similitudes entre la población pediátrica y el paciente adulto.
- Exponer casos clínicos de pacientes reales víctimas de trauma a quienes se les realizó dicho procedimiento.

### 1.5 Tabla de antecedentes.

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Coautores</b>	<b>Año</b>	<b>Revista</b>	<b>País</b>
Thoracotomy for blunt chest trauma: is chest tube output a useful criterion?	Y. Mizushima.	S. Nakao, H. Watanabe, T. Matsuoka.	2016	Acute Medicine & Surgery.	Japón.
Comparative Effectiveness of emergency resuscitative thoracotomy versus closed chest compressions among patients with critical blunt trauma: a nationwide cohort study in Japan.	K. Suzuki.	S. Inoue, S. Morita, N. Watanabe, A. Shintani, S. Inokuchi, S. Ogura.	2016	Plos One.	Japón.
The epidemiology of emergency department thoracotomy in a statewide trauma system: does center volume matter?	R. Dumas.	M. Seamon, B. Smith.	2019	J Trauma Acute Care Surg.	EE.UU.

Pediatric emergency department thoracotomy: a 40-year review.	H. Moore.	E. Moore, D. Bensard.	2015	Journal of Pediatric Surgeon.	EE.UU.
Chest drain and thoracotomy for chest trauma.	P. Bertoglio.	F. Guerrero, A. Viti, A. Terzi, E. Ruffini, P. Lyberis, Filosso.	2019	Journal of Thoracic Disease.	Italia.
Establishing benchmarks for resuscitation of traumatic circulatory arrest: success-to-rescue and survival among 1,708 patients.	H. Moore.	E. Moore, C. Burlew, W. Biffl, F. Pieracci, C. Barnett, D. Bensard, G. Jurkovich, C. Fox, A. Sauaia.	2016	Journal of the American College of Surgeons.	EE.UU.

Thoracotomy in the emergency department for resuscitation of the mortally injured.	J. DiGiacomo.	L. George.	2017	Chinese Journal of Traumatology.	EE.UU.
Emergency medical services simple thoracotomy for traumatic cardiac arrest: postimplementation experience in a ground based suburban/rural emergency medical services agency.	R. Dickson.	G. Gleisberg, M. Aiken, K. Crocker, C. Patrick, T. Nichols, C. Mason, J. Fioretti,	2018	The Journal of Emergency Medicine,	EE.UU.
Blunt thoracic trauma: recent advances and outstanding questions.	N. Parrya.	B. Moffata, K. Vogta.	2015	Current Opinion Critical Care.	Inglaterra.
The shock trauma manual of operative techniques.	M. Thomas.		2015	Springer.	EE.UU.

Trauma de tórax: fisiopatología y manejo del tórax inestable con contusión pulmonar.	D. Sibaja.		2015	Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica.	Costa Rica.
Ruptura cardíaca por traumatismo contuso de tórax. Un caso inusual.	D. Suayfeta.	P. Ocampo, E. Cortés-Gómez, J. Vásquez.	2017	NCT Neumol Cir Tórax.	México.
Emergency resuscitative thoracotomy preformed in European civilian trauma patients with blunt or penetrating injuries: a systemic review.	J. Narvaestad.	M. Meskinfarnfard, K. Soreide.	2016	Eur J Trauma Emerg Surg.	Noruega.

Current use of Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA) in trauma.	C. Ordóñez.	R. Manzano, A. del Valle, F. Rodríguez, P. Burbano, M. Naranjo, M. Parra, P. Ferrada, M. Solís, A. García.	2017	Revista Colombiana de Anestesiología.	Colombia.
¿Es seguro el manejo médico conservador no quirúrgico en pacientes con hemotórax traumático?	J. Araujo.		2018	Revista Biosalud.	Venezuela.
Utilidad de las pruebas diagnósticas en el trauma cardiaco cerrado.	S. Siado.	C. Martínez, M. Osorio, A. Gómez, H. Conrado.	2019	Revista Colombiana de Cirugía. 34:114-23.	Colombia.

<p>An evidence-based approach to patient selection for emergency department thoracotomy: a practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma.</p>	<p>M. Seamon.</p>	<p>E. Haunt, K. Van Arendonk, R. Barbosa, W. Chiu, C. Dente, N. Fox, R. Jawa, K. Khwaja, J. Lee, L. Magnotti, J. Mayclothling, A. McDonald, S. Rowell, K. To, Y. Falck-Ytter, P. Rhee.</p>	<p>2015</p>	<p>J Trauma Acute Care Surg.</p>	<p>EE.UU.</p>
<p>Quilotórax bilateral posterior a trauma de tórax cerrado.</p>	<p>J. Solís.</p>	<p>E. Méndez.</p>	<p>2014</p>	<p>Acta Médica Costarricense.</p>	<p>Costa Rica.</p>

Blunt cardiac injury due to trauma associated with snowboarding: a case report.	F. Yamaji.	H. Okada, Y. Nakajima, K. Suzuki, T. Yoshida, Y. Mizuno, H. Okamoto, Y. Kitagawa, T. Tanaka, S. Nakano, S. Nachi, T. Doi, K. Kumada, S. Yoshida, N. Ishida, K. Shimabukuro, H. Ushikoshi, I. Toyoda, K. Doi, S. Ogura.	2017	Journal of Medical Case Reports.	Japón.
---	------------	---	------	----------------------------------	--------

Blunt chest trauma: soft tissue injury in the thorax.	N. Zreik.	I. Francis, A. Ray, B. Rogers, D. Ricketts.	2016	British Journal of Hospital Medicine.	Reino Unido.
Emergency clamshell thoracotomy in blunt trauma resuscitation: shelling the paradigm-2 cases and review of the literature.	P. Schober.	M. Leeuw, M. Terra, S. Loer, L. Sxhwarte.	2018	Wiley clinical case reports.	Países Bajos.
Left atrial rupture due to blunt thoracic trauma.	I. Akar.	I. Ince, C. Aslan, M. Ceber, I. Kaya.	2015	Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.	Turquía.
Chest wall trauma.	S. Majercik.	F. Pieracci.	2017	Thoracic Surgery Clinics.	EE.UU.
Thoracic trauma: a descriptive review of 4168 consecutive cases in East China.	S. Zhang.	M. Tang. J. Ma. J. Yang. X. Qin.	2018	Medicine.	China.

		W. Jin, J. Qian, F. Li, Y. Cheng, H. Chen.			
Predictors of survival after emergency department thoracotomy in trauma patients with predominant thoracic injuries in Southern Israel: a retrospective survey.	Y. Refaely.	L. Koyfman, M. Friger, L. Ruderman, M. Abu Saleh, M. Klein, E. Brotfain.	2019	Open Access Emergency Medicine.	Israel.
Pulseless electrical activity following traumatic cardiac arrest: Sign of life or death.	S. Israr.	A. Cook, K. Chapple, K. McGeever, B. Tiffany, S. Schultz, S. Petersen.	2019	International Journal of the Care of the Injured.	EE.UU.
Abordaje del paciente con trauma penetrante.	D. Calderón.	A. Mairena, C. Espinoza.	2014	Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica LXXI (610).	Costa Rica.

Emergency department thoracotomy of severely injured patients: an analysis of the trauma register DGU.	S. Schulz-Drost.	D. Merschin, D. Gümbel, G. Mathes, F. Hennig, A. Ekkernkamp, R. Lefering, S. Krinner.	2019	European Journal of Trauma and Emergency Surgery	Alemania.
Should pre-hospital resuscitative thoracotomy be reserved only for penetrating chest trauma.	E. Nevins.	P. Moori, J. Smith-Williams, N. Bird, J. Taylor, N. Misra.	2018	European Journal of Trauma and Emergency Surgery.	Alemania.
Should we resuscitate elderly patients with blunt traumatic cardiac arrest? Analysis of national trauma registry data in Japan	T. Norii.	K. Matsushima, R. Miskimins, C. Crandall.	2019	Emergency Medical Journal.	Japón.

The combined utility of EFAST and CXR in blunt thoracic trauma.	M. Schellenberg.	K. M. Bardes, N. Orozco.	2018	Journal of Trauma and Acute Care Surgery.	EE.UU.
The pediatric resuscitative thoracotomy during combat operations in Iraq and Afghanistan - a retrospective cohort study.	S. Schauer.	G. Hill, R. Connor, J. Oh, M. April.	2018	International Journal of the Care of the Injured.	EE.UU.
Open-chest cardiopulmonary resuscitation versus closed-chest cardiopulmonary resuscitation in patients with cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis.	M. Wang.	X. Lu, P. Gong, Y. Zhong, D. Gong, Y. Song.	2019	Scandinavian Journal of Trauma.	China.
Are we out of the woods yet? The aftermath of resuscitative thoracotomy.	J. Fitch.	S. McNutt, C. Miller, D. Wainwright, J. Villarreal, C. Wilson,	2020	Journal of Surgical Research.	EE.UU.

		S. Todd.			
Outcomes of emergency thoracotomy for trauma in a general hospital in Singapore.	I. Wen Yoong.	G. Heng, S. Mathur, W. Lim, T. Goo.	2018	Asian Cardiovascular & Thoracic Annals.	Singapur.
Advanced Trauma Life Support.	American College of Surgeons.		2018	Committee of Trauma, American College of Surgeons.	EE.UU.
Pediatric thoracic trauma: Current trends.	E. Pearson.	C. Fitzgerald, M. Santore.	2017	Seminars in Pediatric Surgery.	EE.UU.
Traumatic cardiac arrest.	J. Smith.	A. Rickard, D. Wise.	2015	Journal of the Royal Society of Medicine.	Reino Unido.

Trauma cardiaco cerrado.	C. Alvarado.	F. Vargas, F. Guzmán, A. Zárate, J. Correa, A. Ramírez, D. Quintero, E. Ramírez.	2015	Revista Colombiana de Cardiología.	Colombia.
European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 1. Executive summary.	K. Monsieurs.	J. Nolan, L. Bossaert, R. Greiff, I. Maconochie, N. Nikolaoui Gavin, D. Perkins, J. Soar, A. Truhlár, J. Wyllie, D. Zidema.	2015	European Resucitación Council.	Bélgica.
Emergency Department Thoracotomy:  development of a reliable, validated checklist for procedural Training.	H. Zaidi.	S. Dhake, D. Miller, P. Sista, M. Pirotte, A. Fant, D. Salzman.	2019	Society for Academic Emergency Medicine.	EE.UU.
Guía de Urgencia GATCU (Grupo Andaluz de Trauma y Cirugía de Urgencias).	J. López Ruiz.	F. Ciuro, J. Aranda.	2015	Asociación Andaluza de Cirujanos.	España.

Pre-emptive epidural analgesia for acute and chronic post-thoracotomy pain in adults: a systematic review and meta-analysis.	S. Kyung Park.	S. Yoon B. Kim Suk Hyung C. Hyon Bahk J. Hwa Seo.	2020	Regional Anesthesia Pain Medicine.	Reino Unido.
Updates in traumatic cardiac arrest.	W. Teeter.	D. Haase.	2020	Emergency Medicine Clinics of North America.	EE.UU.
ACLS-Provider Expert.			2018	American Heart Association.	EE.UU.
Ultrasonografía focalizada en situaciones de urgencia.	L. Ceballos.	V. Stuardo.	2021	Revista Chilena de Anestesia.	Chile.
Ecografía torácica. Fundamentos y utilidad práctica en la consulta de urgencia hospitalaria.	J. Palma.		2019	Universidad Internacional de Andalucía.	España.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes Históricos

Existe literatura desde 1600, en la cual se describen heridas en tórax, como la que se documenta en el papiro de Edwing Smith; no obstante, es hasta el siglo XII cuando se detalla el manejo y forma de actuar de los médicos ante estas situaciones. Casi un siglo después hubo avances significativos en cuanto a los descubrimientos y a la anestesiología, lo cual permitió un mayor apoyo a la toracotomía de emergencia.

La capacidad de abordar lesiones potencialmente mortales con una intervención torácica comenzó en 1897, cuando Rehn informó sobre la primera toracotomía exitosa para una lesión cardíaca. Su revisión posterior de la literatura mundial, sobre lesiones cardíacas tratadas con toracotomía en 1907, informó una tasa de mortalidad del 58%. Esta tasa de mortalidad se mantuvo sin cambios hasta el comienzo de la Segunda Guerra Mundial. (DiGiacomo et al., 2017).

Aquellos, preocupados por la alta mortalidad asociada con la toracotomía, abogaron por la pericardiocentesis. A pesar de la declaración de Streider en 1939 de que "no operar a un paciente con una herida punzante en el corazón es un curso muy peligroso de tomar", además indican que en 1943 la pericardiocentesis era el estándar inicial de atención para la lesión cardíaca penetrante, y se mantuvo así hasta 1957, cuando Lyons informó supervivencia en 66 de 74 pacientes tratados con toracotomía (*DiGiacomo et al., 2017*).

El concepto de la sutura como reparación cardíaca se remonta a 1882, cuando Block realizó experimentos con conejos. Aunque inicialmente fue rechazado por sus colegas, la práctica continuó, y en 1897 Rehn informó la primera toracotomía izquierda exitosa por lesión cardíaca en humanos. Durante los siguientes 75 años, hubo un uso generalizado de la toracotomía en el departamento de emergencias (EDT) hasta 1960, cuando Kouwenhoven y sus colegas

introdujeron la práctica del masaje cardíaco cerrado para el paro cardíaco (*Thomas, 2015*).

Según *Cothren et al.*, el número de pacientes que llegan a los servicios de emergencias en condiciones críticas, y no fallecen en la escena, ha aumentado exponencialmente, debido a las mejoras en los sistemas regionales de trauma. El salvamento de los individuos que se encuentran en arresto cardíaco, y están recibiendo resucitación cardiopulmonar, usualmente requiere toracotomía inmediata como componente integral de su manejo inicial. Para realizar una toracotomía adecuada, en el departamento de emergencias, se requiere un conocimiento detallado sobre los conceptos fisiológicos, la técnica adecuada, así como las consecuencias y/o complicaciones tanto cardiovasculares como metabólicas secundarias al procedimiento.

Con el paso del tiempo y las mejoras en la evaluación y reanimación de los pacientes, las indicaciones para hacer una toracotomía han cambiado. En 1960 se logró demostrar que las compresiones torácicas y el uso del desfibrilador externo eran suficientes, por lo que ya no era necesario realizar toracotomías para manejar el paro cardiorrespiratorio de origen médico; sin embargo, la indicación para hacerla en casos traumáticos también se volvió más limitada.

En 1943, Blalock y Ravitch se abocaron a realizar una pericardiocentesis en lugar de una toracotomía en heridas cardíacas que causaban taponamiento cardíaco; no obstante, en pacientes cuyas heridas torácicas ponían en riesgo inminente la vida, se prefería la realización de la toracotomía de emergencia.

En el siglo XX, con el incremento de la violencia social, aumentó la incidencia de heridas torácicas abiertas, por lo que nuevamente se demuestra el interés en la toracotomía debido a su eficacia. En la actualidad se lleva a cabo según los protocolos y criterios de cada institución, e incluso se propone la revisión de las indicaciones para realizarla en el ambiente extrahospitalario en lugar de un traslado urgente (*Hernández, 2011*).

## 2.2. Antecedentes Internacionales

A nivel internacional existe gran variedad de literatura, la mayoría publicada en Latinoamérica, Japón, EE.UU., Italia, Inglaterra, México, Noruega, Colombia, Venezuela, Reino Unido, Países Bajos, Turquía, China, Israel, Alemania, Singapur, Bélgica, España y Chile. Estos países en su mayoría tienen centros especializados en trauma con gran flujo de pacientes, por lo que se encuentra mayor apertura en el manejo del arresto circulatorio por causas relacionadas con el trauma.

Algunos de los objetivos del análisis internacional son comparar y exponer las indicaciones de la toracotomía de emergencia, procedimiento debatido en cuanto a su utilidad en el trauma de tórax cerrado.

Alrededor del mundo el trauma es de las causas con mayor mortalidad en todos los grupos de edad. Se presenta con tasas de muerte anuales de alrededor de 5 800 000, cantidad de muerte bastante importante que debe ser considerada valorada, desde su prevención hasta su manejo médico (*Suzuki et al., 2016*).

El trauma es un problema de salud pública a nivel mundial, y se ha considerado una epidemia desatendida en los países en desarrollo. Según *Ordóñez et al, 2017*, los datos del “Global Burden of Disease Study”, indican que cerca de 973 millones de personas sufrieron lesiones que requirieron algún tipo de intervención médica en el 2013: de ellas, 4,8 millones murieron y 56,2 millones requirieron atención hospitalaria. Las causas de muerte asociadas con el trauma fueron accidentes automovilísticos, suicidios, caídas y violencia interpersonal. La lesión vascular es una de las principales causas de muerte en traumatismos civiles y militares. El sangrado secundario a una lesión vascular puede provenir de sitios susceptibles de compresión directa o sitios donde la compresión directa no es posible; este último se conoce como hemorragia torso no compresible (*Ordóñez et al, 2017*).

En países de Europa y Estados Unidos de América, el trauma cerrado es el tipo de trauma más frecuente, y es el responsable de más de 150 000 muertes cada año. El trauma cerrado en estas regiones del mundo se ha asociado a fracturas costales con hemotórax y hemo neumotórax, lesiones que deben ser evaluadas por un cirujano de tórax (*Bertoglio et al., 2019*).

Dentro de las lesiones torácicas, el trauma torácico cerrado presenta mayor mortalidad comparado con el penetrante. Más del 50% de los casos que involucran un paro cardíaco inducido por traumatismo son resultado de un traumatismo cerrado (*Suzuki et al., 2018*).

El trauma cerrado de tórax, que puede incluir fracturas costales, contusión pulmonar, hemotórax, neumotórax y trauma cardíaco, entre otras, ocupa la tercera causa de ingresos por trauma al servicio de urgencias, cerca del 15%. Además, tiene una mortalidad que varía entre 4 y 60%, y causa cerca del 25% de los traumatismos fatales. La lesión cardíaca se presenta en 8 al 76% de los traumas de tórax cerrados, dependiendo de las ayudas diagnósticas implementadas y la gravedad de las lesiones (*Siado et al., 2019*). Akar et al. detectaron rotura cardíaca en el 96.9% de las muertes causadas por un mecanismo contundente. entre 160 autopsias traumatológicas con lesión cardíaca. (*Akar et al., 2015*).

Las lesiones por mecanismos de alta energía, como los accidentes automovilísticos, incluidos los paros cardíacos traumáticos, no son infrecuentes. Contrariamente a la creencia de que reanimar el arresto circulatorio traumático contundente (ATC) es inútil, estudios recientes muestran que la supervivencia ha mejorado en las últimas décadas (*Norii et al, 2019*).

La hemorragia es la causa más común de muerte evitable por trauma. Durante casi 50 años, la toracotomía en el departamento de emergencias (EDT) se ha utilizado para intentar salvar a los pacientes con un paro circulatorio secundario a una pérdida aguda de sangre (*Moore et al., 2016*).

A pesar de la alta incidencia de lesiones torácicas en la actualidad, solo un 10-15% requiere de una toracotomía de emergencias, esto debido a que existen otros métodos de tratamiento según la patología que el paciente presente. No obstante, en caso de requerir cirugía, una decisión temprana que evite el retraso del tratamiento quirúrgico será recomendada (*Mizushima et al., 2016*).

Al tratar a víctimas de traumatismos moribundos que se presentan *in extremis*, los médicos se ven obligados a tomar decisiones inmediatas de vida o muerte para sus pacientes, intentando equilibrar la última posibilidad de supervivencia con el riesgo de exponer a los proveedores de atención médica a patógenos transmitidos por la sangre. Las tasas de recuperación limitadas, junto con los riesgos potenciales considerables asociados con la toracotomía de resucitación de emergencia (ERT o TER), han sido fundamentales para la controversia (Seamon et al., 2015).

La toracotomía de reanimación en el departamento de emergencias está justificada para cualquier paciente con trauma torácico o subdiafragmático, que se presente *in extremis* con antecedentes de signos de vida, en el lugar o actividad cardíaca organizada a su llegada. Los pacientes que no presenten signos de vida en el lugar, y que no tengan actividad cardíaca organizada a su llegada, deben ser declarados fallecidos (DiGiacomo et al., 2017).

Una toracotomía de emergencia se puede hacer inmediatamente en el sitio del trauma, en el departamento de emergencias (ED), o en sala de operaciones (OR). La ERT se realiza como una maniobra de rescate para pacientes seleccionados en estado extremo o con paro cardíaco, poco después de la llegada al departamento de emergencias. Las indicaciones u objetivos de este procedimiento incluyen el drenaje abierto del taponamiento cardíaco, control de la hemorragia, masaje cardíaco abierto, oclusión temporal mediante pinzamiento de la aorta torácica descendente, y control de la embolia gaseosa masiva o fístula broncopleural. El entorno quirúrgico difícil, la falta de iluminación y equipo adecuado pueden provocar complicaciones posteriores al procedimiento, como infección, lesión iatrogénica y hemorragia (Wen Yoong et al., 2018; Suzuki et al., 2016).

Los centros de trauma de todos los niveles de atención juegan un papel importante en la estructura de atención médica alemana. En la mayoría de los casos, los pacientes, si es posible, serán admitidos en un centro de trauma suprarregional con experiencia multidisciplinaria. Sin embargo, en un estado crítico, las medidas para salvar vidas también pueden implementarse en los centros de trauma local y regional, ya que existe al menos experiencia quirúrgica y traumatológica general, e incluso cirugía torácica (Schulz et al., 2019).

Las lesiones torácicas cerradas se tratan comúnmente en la UCI, y es esencial un

conocimiento sólido de las estrategias invasivas y no invasivas de ventilación mecánica. Las lesiones cerradas de la aorta torácica requieren un diagnóstico temprano y un manejo agresivo de la presión arterial; no todas necesitan reparación quirúrgica, pero muchas se benefician de un abordaje endovascular. El manejo del tórax inestable incluye analgesia multimodal agresiva temprana, oxígeno suplementario y soporte ventilatorio; se debe considerar la fijación quirúrgica de las costillas en pacientes seleccionados (*Parry et al., 2015*).

En un estudio observacional japonés de pacientes críticos con traumatismos cerrados, aquellos que se sometieron a TER tuvieron una tasa de supervivencia más baja, en comparación con los que recibieron compresiones cardíacas cerradas (CCC). Además, se asoció de forma independiente con una disminución de las probabilidades de una tasa de supervivencia favorable, en comparación con las CCC (*Suzuki et al., 2016*).

Las indicaciones actuales para la TER prehospitalaria (PHRT) varían entre diferentes ubicaciones geográficas, principalmente al comparar el Reino Unido con el resto del mundo. En Japón, la PHRT se realiza por causas contundentes de paro cardíaco traumático; esta práctica también ha sido adoptada por los equipos prehospitalarios australianos, y ahora se practica en el Reino Unido. A pesar de que solo hay un sobreviviente publicado de PHRT después de un traumatismo cerrado, los servicios de ambulancia aérea del Reino Unido confirman que la PHRT se hace tanto para traumatismos contusos como penetrantes (*Nevins et al., 2018*).

La presentación de pacientes con trauma penetrante se ha incrementado a nivel mundial; dicho trauma se divide en heridas producidas por arma blanca y aquellas producidas por arma de fuego. Son potencialmente amenazantes para la vida, por su asociación al shock hemorrágico y lesión visceral. La evaluación de estos pacientes inicia con una adecuada historia clínica y examen físico, en conjunto con los estudios de imagen y diagnósticos, que asisten las decisiones acerca del abordaje terapéutico (*Calderón et al., 2014*).

### **2.3. Antecedentes Nacionales**

La literatura publicada en Costa Rica actualizada con tiempo menor a cinco años respecto al trauma de tórax es muy limitada. En la búsqueda, que se realizó para esta revisión bibliográfica, se encontraron dos publicaciones de la Revista Médica Nacional y

Centroamericana (*Sibaja, 2015; Calderón et al., 2014*), y una del Acta Médica Costarricense (*Solís et al., 2014*). Estas publicaciones se centran en el abordaje del trauma penetrante y del trauma de tórax, en las cuales se explica la fisiopatología y el enfoque de abordaje para el tórax inestable y la contusión pulmonar. No se encontró información de fuentes seguras y actualizadas de las estadísticas, o del arresto circulatorio asociado al trauma de tórax en Costa Rica.

## **2.4 Definiciones**

La Real Academia Española define un “traumatismo” como la lesión de los órganos o los tejidos por acciones mecánicas externas.

### **2.4.1 Trauma.**

Un trauma es un hecho accidental provocado por una energía mecánica que al actuar sobre los tejidos con la suficiente fuerza e intensidad provoca alteraciones en los mismos, con la destrucción hística parcial o total, de extensión, profundidad y gravedad variables (*Araujo et al, 2018*).

### **2.4.2 Tórax.**

Cavidad situada entre el cuello y el abdomen, que contiene los principales órganos del cuerpo humano, como el corazón, los pulmones y los grandes vasos. La cavidad torácica está conformada por una gran cantidad de huesos, cartílagos y músculos, cuya función principal es proteger dichos órganos (*pro, Latinoamericana*).

### **2.4.3 Politrauma.**

El término “politrauma” no tiene una definición universal, ya que no se ha llegado a un consenso, pero este generalmente es usado cuando un paciente presenta trauma en dos o más regiones, o si presenta un trauma grave en una región.

#### **2.4.4 Trauma torácico cerrado o contuso.**

Aquel traumatismo en el tórax en el que no se pierde la continuidad de la pared torácica, por lo que no existe comunicación entre la cavidad torácica y el medio ambiente. Cabe mencionar que este tipo de trauma es mucho más frecuente que el trauma torácico penetrante.

#### **2.4.5 Trauma torácico penetrante.**

Aquel traumatismo en el tórax en el que se pierde la continuidad de la pared torácica, con la consiguiente comunicación de la cavidad torácica con la atmósfera.

#### **2.4.6 Población pediátrica.**

Grupo de personas que comprenden edades menores a los 18 años. Según las entidades, esta definición puede extenderse hasta los 22-25 años. En la práctica clínica suele dividirse en neonatos a los recién nacidos hasta los 28 días, lactantes hasta el año de edad, preescolares, escolares y adolescentes.

#### **2.4.7 Adulto mayor.**

Según la OMS, es toda aquella persona, hombre o mujer que sobrepase los 60 años de edad; sin embargo, este rango puede variar, dependiendo del país.

#### **2.4.8 Arresto circulatorio.**

El arresto circulatorio se define como el cese de la actividad mecánica cardíaca, que es confirmada por falta de respuesta al medio, apnea, respiraciones agónicas o tipo jadeo, y ausencia de pulso palpable, ya sea carotideo en adultos o braquial en lactantes.

#### **2.4.9 Toracotomía.**

La toracotomía es un procedimiento que se puede realizar en diferentes escenarios; sin embargo, este trabajo se centra en la que se hace en situaciones de emergencia. Según Nevis et al. (2018), la toracotomía de emergencias tiene como objetivo principal el control y mantenimiento del flujo sanguíneo necesario para mantener la perfusión a los órganos más importantes del cuerpo, como el corazón, los pulmones y el sistema nervioso central.

La TER es un procedimiento establecido para el tratamiento de lesiones torácicas potencialmente mortales. Los objetivos incluyen el manejo del taponamiento pericárdico o liberación de neumotórax a tensión, control y manejo de hemorragia torácica y embolia gaseosa masiva o fístula broncopleurales, masaje cardíaco abierto y pinzamiento cruzado de la aorta torácica, lo cual permite restaurar y mantener la perfusión al corazón y el cerebro, y prevenir la pérdida de sangre adicional desde sitios de hemorragia.

### **2.5 Anatomía del tórax**

Dentro del tórax se encuentra el mediastino, que es la sección central de la cavidad torácica, el cual se divide en anterior, medio y posterior. El mediastino anterior contiene órganos del sistema respiratorio de conducción como la tráquea, digestivo como el esófago, además del timo y grandes vasos. El mediastino medio contiene órganos vitales como el corazón, el pericardio, las arterias, las venas, los nervios, el tejido linfático, la bifurcación de la tráquea y los bronquios. En el mediastino posterior se encuentran la vena ácigos, los nervios vagos, el conducto torácico, la arteria torácica descendente y parietal, y los nervios espláncnicos.

Los pulmones se encuentran laterales al mediastino y están cubiertos por dos capas de

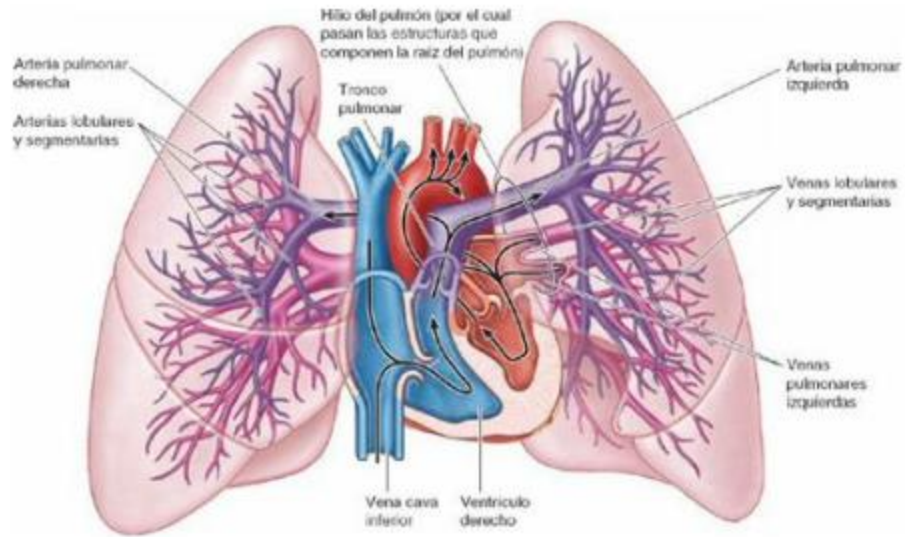
pleura. La pleura visceral es la que recubre directamente la superficie del pulmón y refleja en el hilio para formar la pleura parietal, la cual recubre la pared torácica interna. Entre ambas capas existe un espacio virtual conocido como el espacio pleural.

La mayoría del espacio del tórax está ocupado por los pulmones, que en conjunto forman el principal órgano encargado de la respiración. Dentro de ellos se lleva el intercambio gaseoso, el aire inspirado es conducido desde la orofaringe hasta los pulmones por la tráquea, que es un tubo formado por cartílagos en forma de “C”, cuya cara posterior es plana y está en contacto con el esófago.

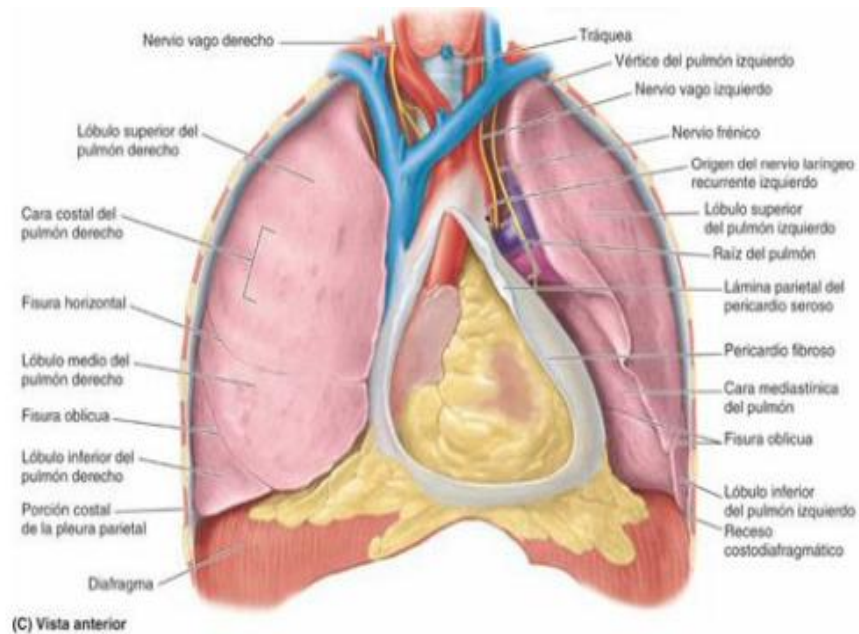
Los pulmones se dividen asimétricamente; el derecho tiene tres lóbulos (superior, medio e inferior) separados por fisuras horizontales y oblicuas; el pulmón izquierdo tiene dos lóbulos (superior e inferior), separados por una fisura oblicua. En el hilio se encuentra la raíz del pulmón, que contiene un bronquio, arteria y vena pulmonar, nervios y ganglios linfáticos.

El árbol bronquial inicia su trayecto en la tráquea, posteriormente se divide en los bronquios primarios izquierdo y derecho. Cada bronquio primario entra en el pulmón a través de su raíz, se divide para convertirse en un bronquio lobar, y continúa segmentándose en bronquiolos hasta finalmente formar los alvéolos.

El diafragma es un músculo esquelético que tiene forma de cúpula y es inervado por el nervio frénico (C3-C5). Este músculo se une a las vértebras lumbares, costillas 7-12 y el proceso xifoideo del esternón. Las fibras musculares del diafragma se fusionan centralmente para formar un tendón unido a la superficie inferior del pericardio. Su principal función es ayudar con la respiración y permitir el paso de las siguientes estructuras a la cavidad abdominal: vena cava inferior a nivel de T8, esófago a nivel de T10, y aorta a nivel de T12.



### A. Circulación pulmonar



### B. Anatomía básica del tórax anterior.

Figura 2.1 A. Circulación pulmonar. B. Anatomía básica del tórax anterior

Nota: Tomadas del *Moore (s.f.)*.

En la figura 2.1 se observa la distribución general de órganos como los pulmones, el

corazón y los grandes vasos. Esto ayudará a comprender la fisiopatología de las entidades relacionadas con el trauma de tórax que pueden evolucionar a un arresto circulatorio.

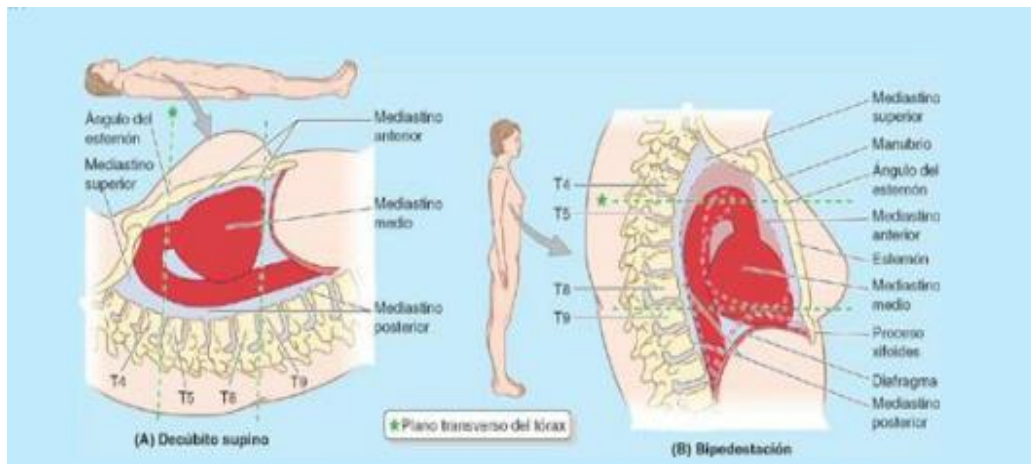


Figura 2.2 Mediastino, vistas en decúbito supino y en bipedestación

Nota: Tomadas del *Moore (s.f.)*.

## 2.6 Epidemiología

Según *Suzuki et al. (2016)*, el trauma es una de las causas más notables de muerte en todos los grupos de edad, pero particularmente en niños, adolescentes y adultos jóvenes. A pesar de las mejoras en el transporte prehospitalario y de la gestión de las víctimas de traumatismos, el número anual de muertos aún supera los 5 800 000 en todo el mundo. Los traumatismos graves a menudo provocan un paro cardíaco y una tasa de supervivencia baja (5.6%; 0-17%).

El trauma torácico puede presentarse en cualquier edad, aunque la población de pacientes politraumatizados que se encuentra mayormente expuesta es la de los niños, adolescentes y adultos jóvenes. Por lo tanto, personas entre el año y los 40 años de edad son el grupo etario en donde se presenta la mayoría de los estudios.

La cavidad torácica, a causa de su extensa zona de superficie y alta exposición, es de los principales sitios anatómicos afectados en víctimas politraumatizadas. Siempre se debe considerar su importancia debido a su contenido de órganos vitales, que pueden llegar a verse

afectados y producir la muerte a corto o largo plazo.

El traumatismo torácico causado por un traumatismo penetrante o contuso representa entre el 25% y 50% de todas las víctimas, y corresponde al 50% de las víctimas de traumatismos civiles. Más del 50% de los casos que involucran un paro cardíaco inducido por trauma son resultado de un traumatismo cerrado, lo que conduce a una mayor mortalidad que el traumatismo penetrante (*Suzuki et al., 2016*).

En el estudio de *Narvestad et al. (2016)*, donde indican que los pacientes que se sometieron a una TER con traumatismos contusos asociados, la etiología que predominó fue la de las colisiones de vehículos de motor y las caídas, mientras que en los traumas penetrantes las heridas por arma blanca fueron más frecuentes.

En la publicación de *Majercik et al. (2017)*, se indica que en el ambiente civil la mayoría de las heridas en tórax son debidas a traumas contusos, cuyo mecanismo de lesión más común es por accidentes automovilísticos, seguido por atropellos, precipitaciones y aplastamientos, situaciones muy frecuentes tanto en Costa Rica como a nivel mundial. En Costa Rica al no existir ejército, los traumas torácicos penetrantes no son tan frecuentes como en países en los que se encuentran conflictos armados constantemente.

Según *Mizushima et al. (2016)*, el manejo de los pacientes con lesiones torácicas inicialmente puede ser solo de medidas de soporte de la vía aérea, ventilación, control circulatorio, reposición hídrica y observación. Este abordaje más conservador se utiliza principalmente en pacientes hemodinámicamente estables. En su contraparte en pacientes más críticos se debe considerar un manejo quirúrgico, y este se reserva para un 10-15%, en casos donde los beneficios sean mayores a los riesgos.

Los traumas contusos son los más frecuentes en Europa y Estados Unidos de América, y son responsables de más de 150 000 muertes en Europa cada año. En los traumas contusos, las fracturas costales son lesiones comunes, y pueden asociarse a hemotórax, neumotórax o hemonemotórax, que son las lesiones más típicas que atienden los cirujanos torácicos (*Bertoglio et al., 2019*).

El trauma cerrado de tórax es la tercera causa de ingresos por trauma al servicio de urgencias, cerca del 15%, con una mortalidad que varía del 4 al 60%, y es la causa de cerca del 25% de los traumatismos fatales. Este tipo de trauma puede incluir fracturas costales, contusión pulmonar, hemotórax, neumotórax y trauma cardiaco, entre otros (*Siado et al., 2019*).

El trauma cardiaco cerrado tiene una incidencia del 8 al 76%, rango que oscila según las ayudas diagnósticas implementadas y la gravedad de las lesiones (*Siado et al., 2019*) En alrededor de 160 autopsias con lesión cardiaca se detectó ruptura cardiaca causada por mecanismos cerrados en un 96.6%, según *I. Akar et al. (2015)*.

Dentro de las principales causas de muerte por trauma, tanto en población civil como militar, se destaca principalmente el sangrado masivo por lesiones vasculares en sitios anatómicos como el tórax y/o abdomen, las cuales no pueden ser controladas por mecanismos externos como la presión directa o el torniquete (*Ordóñez et al., 2017*).

En otros países como China, las estadísticas no varían tanto como los hallazgos en el Occidente; la población mayormente afectada por trauma torácico es la de los adultos en edad media, en quienes la lesión más frecuente encontrada es la fractura costal (*Zhang et al., 2019*).

## **2.7. Trauma de Tórax**

Las lesiones contusas causadas por mecanismos de alta energía, como accidentes automovilísticos, atropellos y precipitaciones, con frecuencia llevan al paciente a paro cardiorrespiratorio traumático. Anteriormente se creía que los intentos para resucitar dichos pacientes eran inútiles; sin embargo, estudios recientes han logrado evidenciar mejoría en la sobrevida de los arrestos circulatorios traumáticos. (*Norii et al., 2019*).

En el abordaje debe evaluarse inicialmente el X-A-B-C-D-E, que corresponde a la valoración de sangrados masivos, vía aérea y control de la columna cervical, ventilación, circulación, déficit neurológico y exposición, respectivamente. Esto permite realizar una revisión completa y no pasar por alto lesiones con alto riesgo de muerte, las cuales pueden ser corregidas fácilmente antes de progresar a un arresto circulatorio. Si debido al compromiso hemodinámico,

diagnóstico tardío u otra situación el paciente ya se encuentra en PCR (paro cardiorrespiratorio), este debe manejarse inicialmente con medidas básicas siguiendo un orden de C-A-B por sus siglas en inglés, que significan C de Circulation (Circulación), A de Airway (Vía Aérea), y B de Breathing (Respiración).

Durante la revisión primaria las hemorragias se deben sospechar y buscar de forma exhaustiva, ya que son de las principales causas de muerte prevenible (*Moore et al., 2015*). A pesar de que el trauma de tórax sea cerrado, pueden existir lesiones concomitantes que sangren y sean visibles. Las hemorragias internas pueden llegar a ser más difíciles de diagnosticar, pero deben sospecharse, y se debe reevaluar repetidamente al paciente para buscar cualquier indicio de sangrado.

Según *Sibaja et al. (2015)*, en la publicación de la Revista Médica Nacional, se menciona que durante la evaluación inicial existen cinco lesiones letales a nivel torácico que deben ser atendidas en el menor tiempo posible para mejorar la sobrevida.

Las patologías identificadas en lesiones torácicas que amenazan la vida incluyen el taponamiento cardíaco, el hemotórax masivo, el neumotórax abierto, el neumotórax a tensión y la lesión del árbol traqueobronquial. Estas entidades se encuentran asociadas al arresto circulatorio, por lo cual deben descartarse durante la revisión primaria para evitar un desenlace fatal (*ATLS, 2018*).

De acuerdo con la *décima edición del ATLS*, el tórax inestable y la contusión pulmonar ya no se consideran patologías que amenazan la vida de forma inmediata; no obstante, se deben sospechar y descartar durante la revisión secundaria para evitar un deterioro del paciente. Otras patologías potencialmente mortales son:

- Fracturas costales.
- Neumotórax simple.
- Hemotórax.
- Lesión cardíaca contusa.
- Ruptura aórtica contusa.

- Ruptura diafragmática traumática.
- Ruptura esofágica contusa.

A continuación, se desarrollarán la fisiopatología y los datos generales de cada una de estas condiciones.

### **2.7.1 Lesiones mortales.**

Inicialmente se desarrollarán las patologías con alto grado de mortalidad, las cuales deben se descartadas y/o tratadas durante la revisión primaria.

#### ***2.7.1.1 Taponamiento cardiaco***

##### *2.7.1.1.1 Definición.*

Por definición existe un taponamiento cardíaco cuando hay acúmulo de líquido en el saco pericárdico, lo que resulta en una precarga inadecuada y, por ende, el flujo cardiaco y sistémico se ven afectados (*ATLS, 2018*).

##### *2.7.1.1.2. Causas.*

Es el resultado de una lesión penetrante o cerrada que causa el llenado del pericardio con sangre proveniente desde el corazón, grandes vasos o vasos pericárdicos.

##### *2.7.1.1.3. Clínica.*

Los principales signos clínicos del taponamiento cardiaco son los que conforman la triada de Beck: hipotensión arterial, disminución de ruidos cardiacos e ingurgitación yugular.

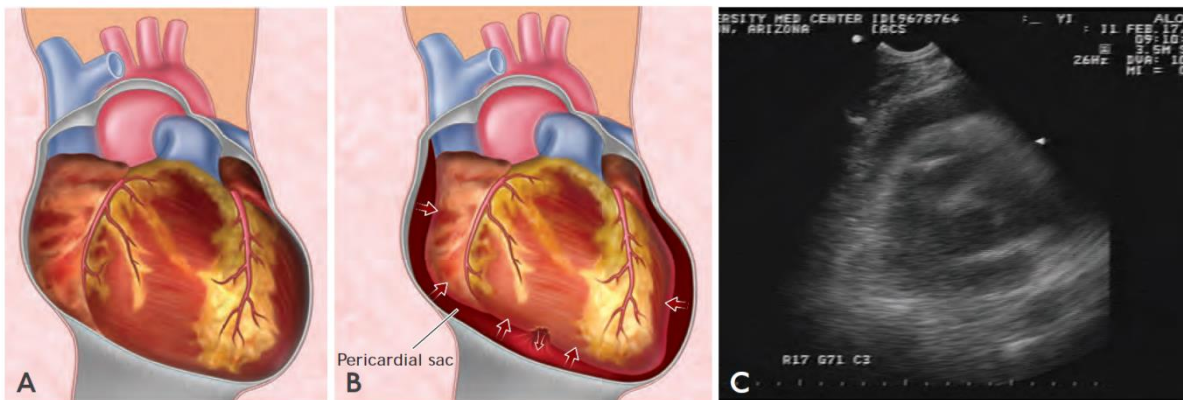


Figura 2.3 A. Corazón normal. B. Taponamiento cardíaco. C. Imagen ultrasonográfica de un taponamiento cardíaco

Nota: Tomado de *ATLS. American College of Surgeons (2018)*

Según el *ATLS 2018*, el neumotórax a tensión, particularmente en el lado izquierdo, puede simular un taponamiento cardíaco. Por la similitud en sus signos, el neumotórax a tensión puede inicialmente confundirse con taponamiento cardíaco. La presencia de hiperresonancia en la percusión indica neumotórax a tensión, mientras que la presencia de sonidos respiratorios bilaterales indica taponamiento cardíaco.

#### 2.7.1.1.4. Diagnóstico.

El FAST tiene una sensibilidad del 90-95% en presencia de líquido pericárdico en manos de un operador experimentado. Se debe tener en cuenta que la presencia de un hemotórax puede generar tanto un falso positivo como un falso negativo.

También se puede realizar el diagnóstico por medio de la ecocardiografía y/o ventana pericárdica, según recomendación del *ATLS. American College of Surgeons (2018)*.

#### 2.7.1.1.5. Tratamiento.

Una vez hecho el diagnóstico, el tratamiento inicial se puede hacer mediante una pericardiocentesis; sin embargo, el tratamiento definitivo consiste en realizar toracotomía o esternotomía (*ATLS. American College of Surgeons 2018*).

### **2.7.1.2 Hemotórax masivo.**

#### **2.7.1.2.1. Definición.**

El hemotórax masivo se define como el drenaje de más 1500 mL de sangre de la cavidad pleural a la hora de colocar un tubo de tórax, o el drenaje continuo de 200 mL de sangre por hora en 2-4 horas, o la necesidad persistente de transfusiones sanguíneas por el estado hemodinámico. (*ATLS, 2018*).

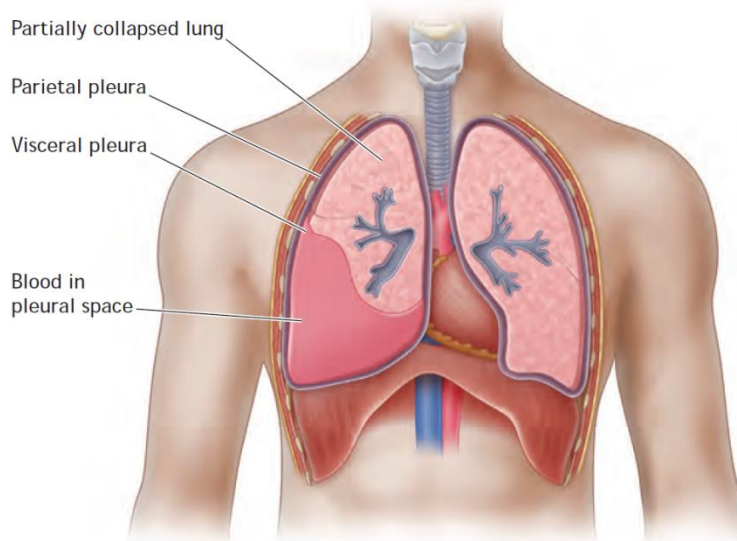


Figura 2.4 Hemotórax masivo

Nota: Tomado de *ATLS. American College of Surgeons (2018)*

En la figura 2.4 se observa un hemotórax masivo derecho, con acúmulo sanguíneo en la cavidad pleural derecha.

#### *2.7.1.2.2. Causas.*

Es comúnmente causado por una herida penetrante que altera los vasos sistémicos o hiliares, aunque el hemotórax masivo también puede ser el resultado de un traumatismo cerrado, que provocó lesión de los vasos sanguíneos del tórax, que generan que la sangre se drene a la cavidad pleural.

#### *2.7.1.2.3. Clínica.*

Se debe sospechar de un hemotórax masivo cuando el shock se asocia con la ausencia de ruidos respiratorios o la matidez a la percusión en un lado del tórax está asociado. Además, puede presentar venas yugulares aplastadas debido a la hipovolemia severa.

#### *2.7.1.2.4. Diagnóstico.*

El diagnóstico de hemotórax traumático debe ser sospechado en cualquier paciente con trauma de tórax. Asimismo, debe enfatizarse que el hemotórax puede no ser evidente en la radiografía inicial; su presencia permitiría determinar el nivel de la colección de sangre que, junto con la determinación del hematocrito y las cifras de tensión arterial, podrían orientar en la cuantía del hemotórax.

Además de la clínica, el médico se puede ayudar con la ultrasonografía para realizar el diagnóstico del hemotórax o bien, en pacientes hemodinámicamente estables, se podría hacer un TAC.

#### *2.7.1.2.5. Tratamiento.*

Se debe, inicialmente, mejorar la volemia del paciente y drenar la sangre de la cavidad pleural mediante la colocación de un tubo de tórax 28-32F; sin embargo, en algunos casos puede ser necesario realizar una TER para reparar los vasos sanguíneos dañados que están generando la pérdida de volemia.

### 2.7.1.3 Neumotórax abierto.

#### 2.7.1.3.1. Definición.

Aunque esta entidad no está relacionada con el trauma de tórax cerrado, es importante conocerla, ya que en algunas situaciones se puede dar un paciente politraumatizado que tenga tanto trauma de tórax abierto como cerrado.

Las lesiones grandes de la pared torácica que permanecen abiertas pueden provocar un neumotórax abierto, también conocido como herida por succión en el pecho o herida torácica succionante. Se define como un defecto en la pared torácica de al menos dos tercios del diámetro de la tráquea, el que genera un desequilibrio entre la presión atmosférica y la presión intratorácica. Debido a que el aire tiende a seguir el camino de menor resistencia, durante cada inspiración existe paso preferencial del aire hacia la cavidad pleural, el cual se acumula y evita que el pulmón se expanda de manera adecuada (*ATLS, 2018*).

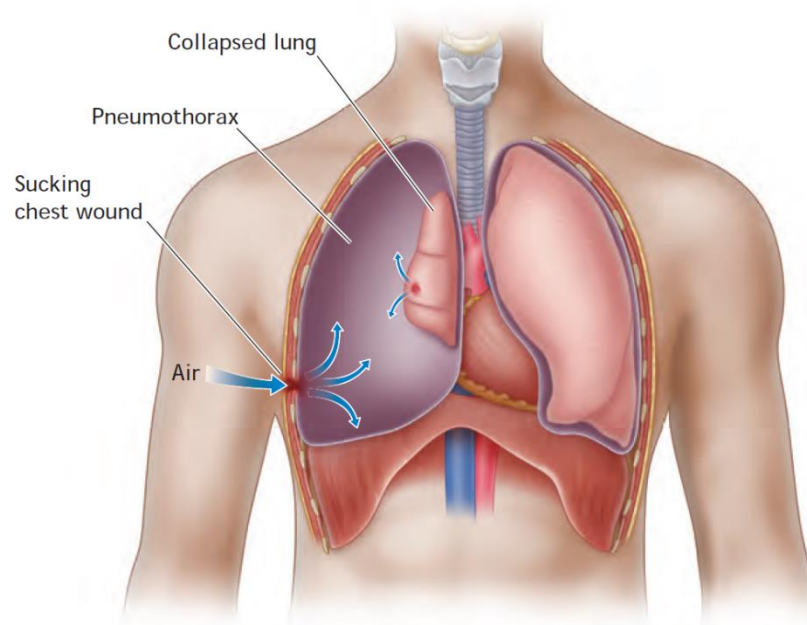


Figura 2.5 Neumotórax abierto

Nota: Tomado de *ATLS. American College of Surgeons (2018)*

#### *2.7.1.3.2. Causas*

Las causas de dicha patología son lesiones penetrantes en tórax, donde se pueden mencionar heridas por proyectil de armas de fuego, herida de arma blanca, o heridas penetrantes con algún otro objeto.

#### *2.7.1.3.3. Clínica.*

Se caracteriza por dolor, disnea, aumento de la frecuencia respiratoria, disminución del murmullo vesicular del lado afectado durante la auscultación, y sonidos de salida de aire al movimiento de la pared del tórax.

#### *2.7.1.3.4. Diagnóstico.*

El diagnóstico de esta patología se basa principalmente en la observación, donde, al inspeccionar el tórax, se observa una herida que succione en la pared torácica.

#### *2.7.1.3.5. Tratamiento.*

Su manejo inicial, debe ser la colocación de un sello con tres lados ocluidos para generar una válvula unidireccional, y su manejo definitivo sería la colocación de una sonda de tórax.

### ***2.7.1.4 Neumotórax a tensión.***

#### *2.7.1.4.1. Definición.*

El neumotórax a tensión se genera cuando existe una fuga de aire de los pulmones hacia el espacio pleural, que genera un colapso del pulmón por aumento de la presión intratorácica, que además genera el desplazamiento y colapso de estructuras cercanas como el otro pulmón y corazón (*ATLS. American College of Surgeon, 2018*).

Puede complicarse como un shock obstructivo y amenazar la vida, es causa de mortalidad evitable tanto en traumatismos cerrados como penetrantes. El neumotórax a tensión representa del 6% al 13% de los casos de arresto circulatorio traumático (ATC), por lo que debe evaluarse y tratarse rápidamente. Debido a que es una causa potencialmente corregible de ATC, la toracostomía con sonda puede salvar la vida. Un sólido sistema de servicios médicos de emergencia urbana (EMS) en Berlín identificó que aproximadamente la mitad de los ATC requirieron un tubo torácico (hasta un tercio de los neumotórax a tensión), pero solo el 13% lo recibió antes de llegar al centro médico (*Teeter et al., 2020*).

#### 2.7.1.4.2. *Causas.*

La causa más común de esta patología es la ventilación mecánica con presión positiva en pacientes con lesión de la pleura visceral. También puede ser una complicación del neumotórax simple seguido de un trauma contuso o penetrante, donde la lesión del parénquima pulmonar no se logra sellar, por lo que la cantidad de aire que se fuga a la cavidad pleural es cada vez mayor (*ATLS. American College of Surgeons, 2018*).

Esta entidad se debe al colapso del tejido pulmonar por un aumento de presión en la cavidad torácica, la cual es un espacio cerrado que en condiciones sanas maneja presiones negativas.

#### 2.7.1.4.3. *Clínica.*

Se caracteriza por dolor de pecho, taquipnea, distrés respiratorio, taquicardia, hipotensión, desviación de la tráquea contralateral a la lesión, disminución unilateral de los sonidos respiratorios, distensión venosa del cuello y cianosis tardía.

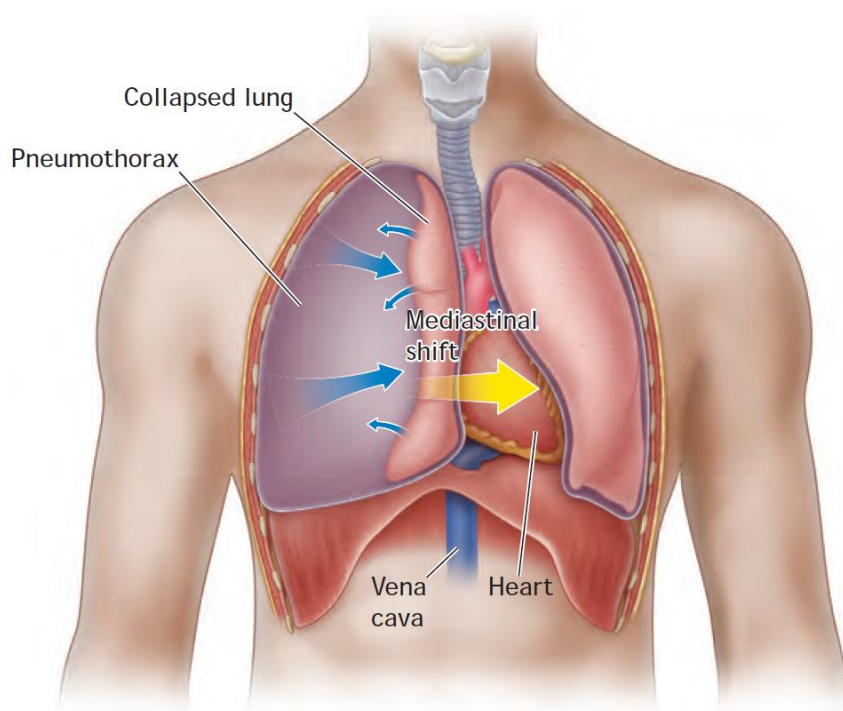


Figura 2.6 Neumotórax a tensión

Nota: Tomado de *ATLS. American College of Surgeons (2018)*

#### 2.7.1.4.4. Diagnóstico.

El diagnóstico del neumotórax a tensión debe ser clínico, donde se refleja aire a presión en el espacio pleural afectado. No se debe demorar el tratamiento a la espera de obtener confirmación radiológica.

#### 2.7.1.4.5. Tratamiento.

El tratamiento inicial es la descompresión del tórax con una aguja para disminuir la presión intratorácica, favorecer la expansión del pulmón colapsado y mejorar el retorno

circulatorio sistémico; posteriormente se deberá colocar una sonda de tórax para su manejo definitivo.

En Estados Unidos de América, el tratamiento prehospitalario del paro cardiorrespiratorio en paciente de trauma, tanto contuso como penetrante, involucra la sospecha de neumotórax a tensión, por lo que su manejo implica una descompresión urgente con aguja; si tiene éxito, este procedimiento (descompresión con aguja) demuestra un retorno sustancial de la tasa de circulación con tasas de ROSC informadas del 25% después del procedimiento (*Dickson et al., 2018*).

#### ***2.7.1.5. Lesión del árbol traqueobronquial.***

##### *2.7.1.5.1. Definición.*

Es cuando se produce una herida o lesión a la tráquea o bronquio principal. Es una situación inusual pero potencialmente mortal, de la cual la mayoría de los pacientes que la sufren mueren en la escena. La mayoría de estas ocurren a una pulgada (2.54cm) de la carina. (*ATLS. American College of Surgeons, 2018*).

La lesión de la región traqueobronquial ocurre en 0.8 a 2.8% de los casos de traumatismo torácico cerrado, pero la mortalidad prehospitalaria es de hasta el 80%, y puede no diagnosticarse en el 25-68% de los pacientes (*Zreik et al., 2016*).

##### *2.7.1.5.2. Causas.*

Existen tres mecanismos comunes que resultan en lesión traqueobronquial:

1. La compresión anteroposterior repentina y contundente del tórax, que genera una movilización de los pulmones y produce una ruptura a nivel de la carina, es el mecanismo más común.

2. Compresión del tórax y la tráquea cuando la glotis se encuentra cerrada, lo cual aumenta la presión en las vías respiratorias, y cuando esto excede la capacidad del árbol traqueobronquial, la vía aérea se rompe en la porción membranosa.

3. Una rápida desaceleración que provoca fuerzas de cizallamiento en la unión de estructuras anatómicas como la carina; los sitios más comunes de lesión son dos pulgadas por encima o debajo de la carina (80%) o en la unión laringotraqueal (20%) (*Zreik et al., 2016*).

#### *2.7.1.5.3. Clínica.*

Los hallazgos clínicos de la lesión traqueobronquial incluyen dificultad respiratoria, disfonía, enfisema subcutáneo, y fallo de la reexpansión pulmonar después del drenaje torácico para neumotórax.

#### *2.7.1.5.4. Diagnóstico.*

La radiografía simple puede revelar ensanchamiento mediastínico o separación en la columna de aire traqueobronquial. En la tomografía computarizada se puede definir la extensión de la lesión; no obstante, la broncoscopia es el estudio de elección para el diagnóstico definitivo. (*Zreik et al., 2016*).

El *ATLS (2018)* indica que la broncoscopia confirma el diagnóstico, pero si se sospecha una lesión traqueobronquial, se debe obtener una evaluación quirúrgica inmediata para no retrasar la atención del paciente.

#### *2.7.1.5.5. Tratamiento.*

El primer objetivo en el manejo de la lesión traqueobronquial, al igual que todos los pacientes con trauma, es asegurar la vía aérea, realizando una intubación endotraqueal,

idealmente guiada por broncoscopía si se sospecha dicha lesión. Las lesiones traqueobronquiales menores generalmente se curan sin efectos secundarios. La reparación quirúrgica está indicada si el desgarró es mayor de 2 cm, si está acompañado de un prolapso esofágico, o si se sospecha de una mediastinitis. Dentro de las principales complicaciones están la dehiscencia de la anastomosis y fístulas. (*Zreik et al., 2016*).

Se debe tomar en cuenta que, a la hora de realizar el manejo de la vía aérea avanzada en pacientes con lesiones traqueobronquiales, se tiene que estar preparado para el abordaje de una vía aérea difícil debido a la distorsión anatómica de paratraqueal, hematoma, lesiones orofaríngeas asociadas y/o la propia lesión traqueobronquial. En pacientes estables, el *ATLS (2018)* recomienda retrasar la intervención quirúrgica hasta hacer un control de la inflamación aguda y el edema.

## **2.7.2 Lesiones potencialmente mortales**

Existe otro grupo de patologías que tienen impacto en los pacientes de trauma, y que pueden llegar a desencadenar un arresto circulatorio.

### **2.7.2.1 Fracturas costales.**

#### *2.7.2.1.1. Definición.*

Pérdida de la continuidad de la estructura ósea de las costillas.

#### *2.7.2.1.2. Causas.*

Las fracturas costales son las lesiones torácicas más frecuentes que se observan en los pacientes de trauma. Se presentan en su mayoría por trauma de tórax contuso, especialmente asociado a accidentes de tránsito.

#### *2.7.2.1.3. Clínica.*

Los pacientes que presenta fracturas costales usualmente aquejan mucho dolor a nivel de parrilla costal, y a causa del dolor que les genera la inspiración, suelen tener una respiración muy superficial, que por ende les va a generar hipoventilación.

#### 2.7.2.1.4. Diagnóstico.

Debido a su fácil acceso en los servicios de emergencias, se recomienda como método diagnóstico de primera línea, como la radiografía simple de tórax anteroposterior.



Figura 2.7 Radiografía simple de tórax.

Nota: Tomado de *Majercik et al. (2017)*

En la anterior figura 2.7, en la imagen de la izquierda se observa una radiografía prequirúrgica de una fractura costal, con deformidad y disminución en el volumen del hemitórax derecho. En la imagen derecha se observa la fijación quirúrgica.

#### 2.7.2.1.5. Tratamiento.

Dentro de su manejo se encuentran tres pilares esenciales que son el manejo del dolor, el soporte ventilatorio y la fijación quirúrgica. El control del dolor en el período inmediatamente posterior a la lesión es de suma importancia en pacientes con lesión severa de la pared torácica. Idealmente, el paciente debe estar lo suficientemente cómodo como para que pueda respirar profundamente, toser, participar en ejercicios pulmonares de aseo, y deambular tanto como sea

posible; esto permite que exista buen manejo de las secreciones y mejora el pronóstico del paciente. (Majercik et al., 2017).

### 2.7.2.2 Tórax inestable.

#### 2.7.2.2.1. Definición.

En el escenario de pacientes politraumatizados se puede generar una patología llamada tórax inestable, lesión que resulta de un trauma torácico cerrado, la cual representa la forma más grave de fracturas costales.

En esta condición se produce una disociación completa de una porción de la caja torácica, debido a la pérdida de la continuidad ósea, producida por fracturas de más de dos costillas adyacentes en dos o más partes de las mismas. También puede establecerse por separación del esternón y las costillas por fracturas de estas, o por separación de las articulaciones costochondrales (Sibaja, 2015). Ambas situaciones causan que un segmento de la parrilla costal se movilice en sentido contrario al resto del tórax durante el proceso de inspiración-espирación, generando una respiración paradójica.

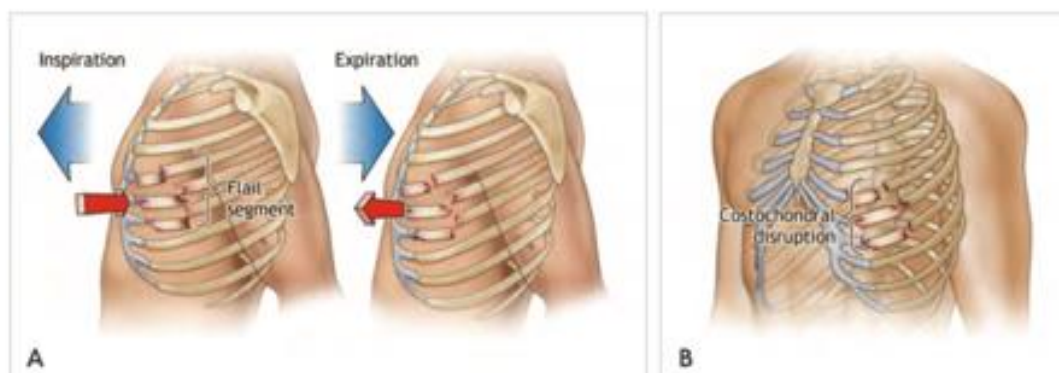


Figura 2.8 Tórax inestable

Nota: Tomado de *ATLS. American College of Surgeons (2018)*

El tórax inestable es una de las presentaciones más severas del trauma torácico cerrado, con tasas de mortalidad que varían, según la literatura, desde un 10 al 20%, y que aumentan hasta

el 40% en pacientes con contusiones pulmonares asociadas, como resultado de la incapacidad para oxigenar y/o ventilar adecuadamente el pulmón subyacente (*Parry et al., 2015*).

Debido a su alta morbilidad y mortalidad, debe tratarse de forma temprana y agresiva, con analgesia y oxígeno suplementario. El manejo del dolor es el pilar, permitiendo que el paciente pueda tener una mecánica ventilatoria adecuada y no asocie hipoxia. En algunos casos se deberá intubar para control ventilatorio, y así evitar posibles complicaciones asociadas a la hipoxia.

Esta causa posible de arresto circulatorio traumático no es una indicación para realizar una toracotomía, pero debe ser considerada en el paciente politraumatizado con indicios de trauma de tórax y alteración de su función respiratoria.

#### *2.7.2.2.2. Causas.*

El tórax inestable está asociado a traumas severos con mecanismos asociados a fuerzas extrínsecas, con capacidad de generar múltiples fracturas costales.

#### *2.7.2.2.3. Clínica.*

Dentro de las lesiones asociadas está la contusión pulmonar, que puede llevar al paciente a hipoxemia, provocando una insuficiencia respiratoria. Además, el paciente, al sentir dolor cuando inspira profundamente detiene la respiración, lo cual genera una respiración superficial que no permitirá una adecuada oxigenación.

#### *2.7.2.2.4. Diagnóstico.*

Se puede sospechar dicha patología con solo observar al paciente: sin embargo, el diagnóstico se confirma con imágenes como la radiografía simple de tórax o con TAC.

#### *2.7.2.2.5. Tratamiento.*

Se debe abordar al paciente desde todas las perspectivas que se ven afectadas por dicha patología, por lo que se debe corregir la hipoxia con oxígeno, aplicar fluidoterapia, se debe aplicar analgesia en dosis suficientes para asegurar una adecuada ventilación del paciente. La analgesia se puede hacer desde opioides intravenosos, bloqueos de los nervios intercostales, bloqueos epidurales, entre otros. Si a pesar de la analgesia no se logra una adecuada ventilación/perfusión, se puede llegar a tener que intubar al paciente para lograr la adecuada oxigenación (*ATLS. American College of Surgeons, 2018*).

### **2.7.2.3 Contusión pulmonar.**

#### *2.7.2.3.1. Definición.*

La contusión pulmonar, que es la razón principal de hipoxemia en el tórax inestable, se caracteriza por edema intersticial y alveolar, cuyos grados de severidad y extensión son variables en función a la magnitud del trauma. Esto provoca disminución de la distensibilidad del pulmón y alteración en la difusión de oxígeno. A pesar del proceso inflamatorio y posible lesión capilar en el área contundida, esta puede permanecer perfundida; sin embargo, el proceso de intercambio gaseoso se encuentra comprometido debido al edema intersticial que engrosa la membrana de difusión alveolo-capilar, así como por la presencia de líquido en los alvéolos (*Sibaja et al, 2015*).

#### *2.7.2.3.2. Causas.*

La contusión pulmonar se produce por un trauma torácico cerrado que genera que sangre y/o otros fluidos se acumulan en el tejido pulmonar (*ATLS. American College of Surgeons, 2018*).

#### *2.7.2.3.3. Clínica.*

Dicha patología provoca que el paciente presente diferentes grados de hipoxemia en función de la extensión del parénquima dañado, lo que determina el desarrollo de insuficiencia respiratoria (*Sibaja et al, 2015*).

#### *2.7.2.3.4. Diagnóstico.*

El diagnóstico se puede sospechar con el examen físico, donde se observan problemas respiratorios y se auscultan crépitos en la zona pulmonar afectada. Además, se puede sospechar con la radiografía, pero se observa mejor en la tomografía axial computarizada.

#### *2.7.2.3.5. Tratamiento.*

El manejo de la contusión pulmonar se basa en asegurar una adecuada ventilación y perfusión y de esta manera evitar la hipoxia, por lo que en algunas ocasiones se debe administrar oxígeno complementario con diferentes dispositivos, desde algo básico como nasocánula hasta intubación endotraqueal, con el fin de evitar la hipoxia.

### ***2.7.2.4 Neumotórax simple.***

#### *2.7.2.4.1. Definición.*

El neumotórax es el resultado de la entrada de aire hacia la cavidad pleural, entre la pleura visceral y parietal. El tórax suele estar completamente lleno de los pulmones, que se mantienen pegados a la pared torácica mediante la tensión superficial entre las superficies pleurales. El aire en el espacio pleural interrumpe las fuerzas de cohesión entre las pleuras, lo que genera que el pulmón colapse. Un defecto de ventilación-perfusión ocurre porque la sangre que irriga el área no ventilada no está oxigenada. La laceración pulmonar con fuga de aire es la causa más común de neumotórax por traumatismo cerrado.

#### 2.7.2.4.2. *Causas.*

El trauma torácico cerrado y abierto puede generar neumotórax; sin embargo, la causa más frecuente que lo genera en trauma torácico cerrado es la laceración del pulmón, que produce salida de aire al espacio pleural.

#### 2.7.2.4.3. *Clínica.*

Cuando existe un neumotórax, los ruidos respiratorios a menudo disminuyen en el lado afectado. La percusión puede demostrar hiperresonancia, aunque este hallazgo es extremadamente difícil de escuchar en un lugar ruidoso como lo es una sala de reanimación. Además, el paciente puede presentar disnea, dificultad respiratoria, enfisema subcutáneo, y podría evolucionar a neumotórax a tensión con toda la clínica que esto conlleva.

#### 2.7.2.4.4. *Diagnóstico.*

Se debe hacer un examen físico completo del tórax, incluida la inspección de hematomas, laceraciones y contusiones, evaluando movimientos de la pared torácica, los ruidos respiratorios y comparándolos entre sí. Sin embargo, se puede realizar un diagnóstico más certero mediante la utilización de ultrasonografía y radiografía de tórax.

#### 2.7.2.4.5. *Tratamiento.*

El método más seguro de manejo es colocar un tubo torácico antes de que se desarrolle un neumotórax a tensión. Un paciente con neumotórax debe someterse a descompresión torácica antes del transporte en una ambulancia aérea, debido al riesgo potencial de expansión del neumotórax en altitud, incluso en una cabina presurizada. Los neumotórax se descomprimen con un tubo torácico en el quinto espacio intercostal, justo anterior a la línea axilar media, y debe conectarse a un aparato de sellado subacuático con o sin succión. Posterior a dicho procedimiento, se debe realizar una radiografía de tórax para confirmar la colocación adecuada de la sonda y la reexpansión del pulmón (*ATLS, 2018*).

### **2.7.2.5. Hemotórax**

#### *2.7.2.5.1. Definición.*

El hemotórax se define como la acumulación de sangre en el espacio pleural, en cantidad suficiente como para elevar el hematocrito del líquido pleural a más de la mitad del hematocrito sanguíneo. Se origina de la lesión de vasos intercostales, mediastínicos, del parénquima pulmonar, del diafragma y del corazón. Una fractura costal puede lesionar una arteria o parte del tejido pulmonar, causando que la sangre entre en el espacio pleural.

Si la hemorragia es causada por la ruptura del parénquima pulmonar, generalmente se autolimita por la compresión ejercida por el hemotórax sobre el pulmón. Si, en cambio, el hemotórax es secundario a la ruptura de una arteria intercostal, difícilmente se autolimita.

La sangre acumulada en la pleura, si no se evacua, puede localarse y/o infectarse dando lugar a un empiema, o provocar una paquipleuritis, que actuará como elemento restrictivo a mediano y largo plazo, afectando la mecánica respiratoria.

#### *2.7.2.5.2. Causas.*

La causa principal de hemotórax es la laceración del pulmón, grandes vasos, un vaso intercostal o la arteria mamaria interna por traumatismo penetrante o cerrado. Las fracturas de la columna torácica también pueden estar asociadas con un hemotórax (*ATLS, 2018*).

La presentación del hemotórax simple es mayormente asociada con traumatismo tipo penetrante, pero el mecanismo de trauma tipo contuso, y también se relaciona con esta lesión potencialmente mortal.

#### *2.7.2.5.3. Clínica.*

En cuanto a su fisiopatología, la pérdida de sangre que se acumula en la cavidad pleural dará lugar, de acuerdo con su magnitud, a alteraciones hemodinámicas tales como hipotensión

arterial, taquicardia, disnea, sudoración, palidez cutánea mucosa. Posteriormente, la sangre que ocupa el espacio pleural provocará colapso pulmonar en grado variable, lo cual interferirá con la función respiratoria normal.

#### *2.7.2.5.4. Diagnóstico.*

El diagnóstico de hemotórax traumático debe ser sospechado en cualquier paciente con trauma de tórax. Asimismo, debe enfatizarse que el hemotórax puede no ser evidente en la radiografía inicial; su presencia permitiría determinar el nivel de la colección de sangre que, junto con la determinación del hematocrito y las cifras de tensión arterial, podrían orientar en la cuantía del hemotórax. El clínico puede ayudarse de imágenes como la ultrasonografía o el TAC, para tener un diagnóstico certero.

#### *2.7.2.5.5. Tratamiento.*

Los pacientes con hemotórax traumático deben ser tratados inmediatamente con una sonda pleural, lo cual permite una casi completa evacuación de la sangre del espacio pleural con reexpansión pulmonar, y si continúa sangrando, permite cuantificar las pérdidas.

### ***2.7.2.6 Lesión cardíaca contusa.***

#### *2.7.2.6.1. Definición.*

El trauma cardíaco es una lesión con alto índice de mortalidad, comparado con lesiones en otros órganos. *Siado et al. (2019)* indican que se identifica en menos del 10% de todas las admisiones por trauma. Las lesiones cardíacas cerradas incluyen las conmociones cardíacas, que son lesiones de bajo impacto; ruptura cardíaca que se presente con lesión de estructuras como paredes, septum y tejidos musculares; lesión de pericardio; lesión cardíaca indirecta.

La ruptura cardíaca es la lesión más grave producida por el trauma torácico contuso; es infrecuente, pero con elevada tasa de mortalidad. Suele ser un hallazgo en la necropsia, dado que muy pocos pueden llegar con vida al hospital. En cuanto a la localización de la ruptura, todas las series mencionan al ventrículo derecho como la cámara más frecuentemente lesionada en su pared libre, y que la mayoría se acompaña de fracturas costales y esternales (*Suayfeta et al., 2017*).

Cuando no hay una herida externa visible y los signos vitales son relativamente estables, la posibilidad de una ruptura cardíaca después de un traumatismo cerrado se pasa por alto fácilmente. Si existe alguna sospecha de rotura cardíaca, los protocolos de diagnóstico rápidos y el manejo quirúrgico adecuado son esenciales para obtener un mejor resultado (*Ilker et al., 2015*).

#### 2.7.2.6.2. *Causas.*

La fisiopatología del trauma cerrado cardíaco implica movimientos de aceleración, desaceleración, torsión y choque sobre estructuras óseas, como el esternón y las vértebras; esto causa necrosis miocárdica, cicatrización y liberación de enzimas cardíacas, como la fosfoquinasa de creatina (CPK-MB) y las troponinas (I y T).

#### 2.7.2.6.3. *Clínica.*

Debido a su ubicación anterior, que lo pone en contacto con el mediastino anterior y la cara retroesternal, el ventrículo derecho es la cámara que se lesiona con mayor frecuencia, hasta en el 40% de las víctimas de trauma (*Yamaji et al., 2017*). Con respecto a la lesión valvular, la válvula aurículo-ventricular es la más afectada, a causa de la mayor presión que maneja el ventrículo izquierdo.

Su espectro clínico incluye desde la ausencia de síntomas hasta el taponamiento cardíaco, pasando por la inestabilidad hemodinámica. Los síntomas más frecuentes son dolor torácico, equimosis, fracturas costales anteriores y signos de trauma grave en el tórax (*Siado et al., 2019*).

En los pacientes con traumatismos torácicos cerrados se deben buscar los signos indirectos de trauma cardiaco para agilizar su diagnóstico.

#### *2.7.2.6.4. Diagnóstico.*

Requiere alto índice de sospecha en trauma cerrado severo, mecanismo de desaceleración y en presencia de signos indirectos como equimosis, huella del volante o del cinturón en el tórax anterior. Las lesiones incluyen: conmoción cardiaca, ruptura cardiaca, lesión cardiaca indirecta como la trombosis coronaria aguda, lesión aórtica, lesión del pericardio y herniación cardiaca (*Alvarado et al., 2015*).

Se ha reportado que el aumento de las concentraciones séricas de CK-MB y troponina, y los hallazgos ecocardiográficos fueron útiles para diagnosticar la lesión cardíaca (*Yamaji et al., 2017*). Como alternativa para agilizar el diagnóstico, se recomienda el uso del ultrasonido extendido a tórax (E-FAST), ya que es un método no invasivo que puede guiar el abordaje y determinar la presencia o no de un derrame pericárdico.

#### *2.7.2.6.5. Tratamiento.*

El tratamiento consiste en manejar las complicaciones de la misma, las cuales se mencionan a continuación. En la figura 2.9 se indican las principales complicaciones del trauma cardiaco contuso, las cuales incluyen el taponamiento cardiaco, la contusión miocárdica, el síndrome coronario agudo, las arritmias cardiacas y la lesión aórtica.

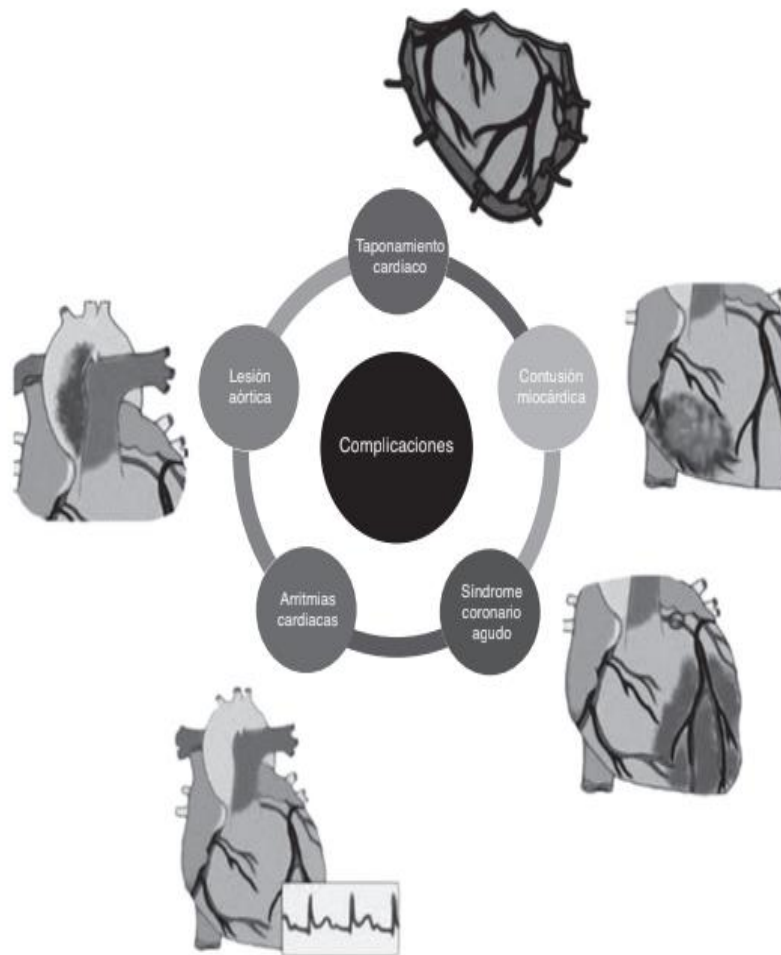


Figura 2.9 Complicaciones del trauma cardíaco cerrado

Tomado de C. Alvarado et al, 2015.

Las complicaciones del trauma cardíaco cerrado y su respectivo tratamiento, son mencionados en la tabla 2.1.

<b>Lesión</b>	<b>Tratamiento</b>
Arritmia cardíaca.	Depende de la arritmia; se recomienda seguir las guías de ACLS.
Lesión aórtica.	Cirugía para reparar la aorta, ya sea endovascular o abierta.
Taponamiento cardíaco.	Drenaje del líquido pericárdico mediante pericardiocentesis y/o TER.
Síndrome coronario agudo.	Manejo según protocolos locales, que sería desde angioplastia coronaria o trombólisis.
Contusión miocárdica.	Observar y tratar complicaciones.

## Tabla 2.1 Tratamiento de lesiones causales

Nota: Elaboración propia (2021)

### ***2.7.2.7 Ruptura aórtica contusa.***

#### *2.7.2.7.1. Definición.*

Desgarro de la aorta por un mecanismo de desaceleración; dicho desgarro usualmente se produce cerca del ligamento arterioso.

#### *2.7.2.7.2. Causas.*

La ruptura aórtica traumática es una de las causas de muerte del primer pico de la distribución trimodal de la muerte, o sea, pacientes que fallecen en la escena. Dicha lesión se produce por un mecanismo de desaceleración importante, que se puede encontrar principalmente en pacientes que hayan sufrido colisiones vehiculares y precipitaciones de grandes alturas.

#### *2.7.2.7.3. Clínica.*

La mayoría de los pacientes que sufren lesiones aórticas fallecen en la escena; sin embargo, un 20% logra ingresar al centro médico con vida. Por esta razón, si en la valoración se sospecha una ruptura aórtica, se debe actuar con rapidez, y se debe considerar como un marcador de severidad por las otras lesiones asociadas potencialmente mortales. Únicamente un 10% de los pacientes logran sobrevivir a esta lesión.

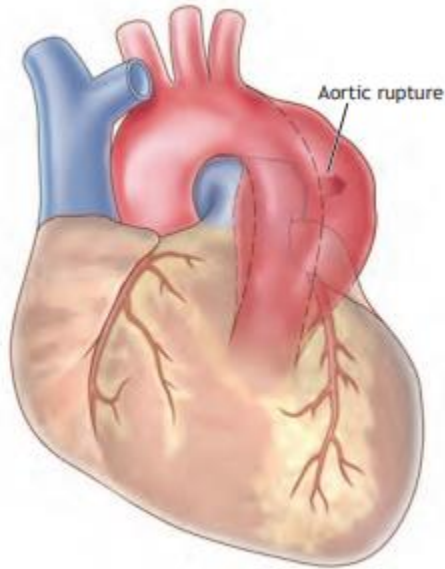


Figura 2.10 Ruptura cardiaca.

Nota: Tomado de *ATLS (2018)*

Dentro de otras condiciones que se pueden encontrar en la valoración secundaria, sería una ruptura diafragmática traumática o una ruptura esofágica; por este motivo las valoraciones deben ser constantes y dinámicas, siempre en busca de lesiones y hallazgos sugestivos de otras condiciones.

#### 2.7.2.7.4. Diagnóstico.

Se debe sospechar en pacientes con mecanismos de desaceleración importante, y que en la radiografía de tórax presentan algunos signos específicos como ensanchamiento de mediastino, obliteración del botón aórtico, desviación de la tráquea hacia la derecha, depresión del bronquio principal izquierdo, elevación del bronquio principal derecho, desviación del esófago, que se puede observar cuando el paciente tiene sonda nasogástrica, hemotórax izquierdo, fractura de la primera o segunda costilla o escápula entre otros signos. Dichos signos son infrecuentes y pueden generar falsos positivos o falsos negativos en 1-13% de los casos en la radiografía inicial; es por eso que idealmente se debe hacer un TAC helicoidal contrastado para su diagnóstico, que ha

demostrado tener una sensibilidad cercana al 100%. Además, se puede realizar una ecocardiografía transesofágica, que también ha demostrado ser útil y menos invasiva. (ATLS. *American College of Surgeons, 2018*).

#### *2.7.2.7.5. Tratamiento.*

En los pacientes que se les diagnostica, es de suma importancia bajar la frecuencia cardiaca con betabloqueadores de acción rápida como el esmolol, con el fin de mantenerla en menos de 80 latidos por minuto y la presión arterial hasta lograr una presión arterial media de entre 60 y 70mmHg, que si no se logra únicamente con los betabloqueadores, se pueden aplicar bloqueadores de los canales de calcio como la nicardipina, y si esta falla, se puede utilizar nitroglicerina o nitroprusiato con precaución y de esta manera disminuir el riesgo de ruptura, siempre y cuando no exista alguna contraindicación.

La reparación de la aorta para el tratamiento definitivo se puede realizar mediante cirugía abierta o por medio de cirugía endovascular, e esta última es la más frecuentemente utilizada por su excelente ATLS. (*American College of Surgeons. 2018*).

### ***2.7.2.8. Ruptura diafragmática traumática.***

#### *2.7.2.8.1. Definición.*

El traumatismo cerrado produce grandes desgarros radiales del diafragma que conducen a una hernia, mientras que las lesiones penetrantes producen pequeñas perforaciones que muchas veces pueden permanecer asintomáticas incluso por años.

Debido a la anatomía, la mayoría de las veces es diagnosticada en el hemitórax izquierdo, ya que del lado derecho está el hígado que cubre el defecto y no permite que las vísceras se hernien hacia el tórax. (ATLS. *American College of Surgeons, 2018*).

#### *2.7.2.8.2. Causas.*

La ruptura diafragmática en trauma torácico cerrado usualmente se genera cuando hay un aumento importante de la presión intraabdominal que genera la lesión del diafragma, y por ende la herniación de las vísceras abdominales hacia el tórax (*ATLS. American College of Surgeons. 2018*).

#### 2.7.2.8.3. *Clínica.*

El paciente puede presentar disnea marcada, taquipnea, e incluso en la auscultación se pueden percibir ruidos peristálticos en las bases pulmonares. Sin embargo, la clínica va a depender mucho de cuál órgano(s) fue el que se hernió.

#### 2.7.2.8.4. *Diagnóstico.*

Las lesiones diafragmáticas con frecuencia se pasan por alto, inicialmente cuando la radiografía de tórax se malinterpreta como mostrando un diafragma elevado, dilatación gástrica aguda, hemo pneumotórax loculado o hematoma subpulmonar. La aparición de un diafragma derecho elevado en una radiografía de tórax puede ser el único hallazgo de una lesión del lado derecho. Si se sospecha una laceración del diafragma izquierdo, se puede insertar una sonda gástrica; si el tubo gástrico aparece en la cavidad torácica en la radiografía de tórax, se elimina la necesidad de estudios especiales de contraste. Ocasionalmente, la afección no se identifica en la radiografía inicial o en la tomografía computarizada posterior, en cuyo caso se debe realizar un estudio de contraste gastrointestinal superior. La aparición de líquido de lavado peritoneal en el drenaje del tubo torácico también confirma el diagnóstico en pacientes que se han sometido a lavado peritoneal diagnóstico. Los procedimientos endoscópicos mínimamente invasivos (por ejemplo, laparoscopia y toracoscopia) pueden ser útiles para evaluar el diafragma en casos indeterminados (*ATLS. American College of Surgeons. 2018*).

#### 2.7.2.8.5. *Tratamiento.*

Cuando se realiza cirugía para controlar y o reparar lesiones abdominales, a menudo se descubre un desgarro diafragmático. El tratamiento consiste en hacer una reparación directa. Se debe tener cuidado al colocar un tubo torácico en pacientes con sospecha de lesión del diafragma, ya que los tubos pueden dañar inadvertidamente el contenido abdominal que se ha desplazado hacia la cavidad torácica (*American College of Surgeons, 2018*).

### **2.7.2.9. Ruptura esofágica.**

#### *2.7.2.9.1. Definición.*

Como su nombre lo dice, es una ruptura del tejido que conforma el esófago por un aumento de la presión intraabdominal.

#### *2.7.2.9.2. Causas.*

La causa más frecuente es causada por trauma penetrante; sin embargo, aunque es muy raro, se puede presentar en traumatismos contusos, donde, por un fuerte golpe a la parte superior del abdomen, el contenido gástrico es expulsado enérgicamente hacia el esófago y puede generar su ruptura. Si no se logra reconocer dicha patología, se puede producir una mediastinitis, un empiema, e incluso puede llevar al paciente a fallecer.

#### *2.7.2.9.3. Clínica.*

El cuadro clínico de los pacientes con rotura esofágica cerrada es idéntico al de la rotura esofágica post-emética. El escenario clínico de la lesión esofágica es típicamente un paciente con neumotórax izquierdo o hemotórax sin fractura costal, quien ha recibido un golpe severo en la parte inferior del esternón o el epigastrio, y siente dolor o shock desproporcionado con la lesión aparente. Es posible que el material particulado drene del tubo torácico después de que la sangre comience a aclararse. (*ATLS. American College of Surgeons, 2018*).

#### *2.7.2.9.4. Diagnóstico.*

La presencia de aire en el mediastino puede sugerir el diagnóstico, que debería ser confirmado mediante estudios contrastados y/o esofagoscopia.

#### *2.7.2.9.5. Tratamiento.*

El tratamiento de la ruptura esofágica consiste en realizar un drenaje amplio del espacio pleural y del mediastino con reparación directa de la lesión. Los pacientes que se ven sometidos a una reparación temprana, ósea, pocas horas posteriores a la lesión, tienen mejor sobrevida. (*ATLS. American College of Surgeons, 2018*).

## **2.8 Pruebas Diagnósticos**

Existen pruebas de gabinete que pueden complementar el diagnóstico; no obstante, siempre deben ser orientadas a la condición del paciente. Por lo tanto, todo examen que se realiza debe ser justificado para determinar o descartar etiologías posibles, así como mejorar el tratamiento y el pronóstico del paciente víctima de trauma.

Durante el arresto circulatorio en trauma, siempre debe sospecharse el trauma torácico contuso, principalmente cuando la clínica no sea tan específica, presente alteraciones en el electrocardiograma y haya un deterioro notable sin causa evidente.

### **2.8.1 Imágenes.**

El uso de imágenes médicas puede ser un apoyo para el diagnóstico de patologías torácicas de tipo traumático. Pero se debe tener claro que la solicitud de estas no debe retrasar la atención ni el tratamiento, ya que los exámenes de gabinete se asocian a bajos porcentajes de sensibilidad y especificidad.

#### ***2.8.1.1 Radiografía de tórax***

Existe una variedad de modalidades de imágenes para examinar el tórax en busca de lesiones en la sala de trauma. La radiografía de tórax portátil está respaldada por el *Colegio*

*Americano de Cirujanos, en su curso de Soporte Vital Avanzado para Trauma (ATLS)*, como modalidad de imagen torácica de elección.

La solicitud de una radiografía de tórax es recomendación clase I para el abordaje del paciente con trauma torácico, ya que sirve para detectar lesiones como contusión pulmonar, lesión de aorta, fracturas costales o fractura esternal. No es muy eficaz en la detección de taponamiento cardiaco, aunque demuestra signos indirectos, como el ensanchamiento de mediastino mayor de 8 cm y depresión del bronquio principal izquierdo mayor de 140 grados.

Algunos autores han argumentado que la radiografía de tórax portátil debería ser reemplazada por el E-FAST para la detección de lesiones en pacientes estables después de trauma torácico cerrado, debido a que tiene una sensibilidad y especificidad que se aproxima al 100% en la detección de neumotórax y hemotórax.

Aunque la radiografía de tórax portátil tiene una sensibilidad y especificidad más baja en la detección de neumotórax y hemotórax, es más adecuada para detectar lesiones óseas, lesiones aórticas, posición traqueal, o proporcionar una evaluación del diafragma, con mejores resultados que el ultrasonido.

### ***2.8.1.2 POCUS.***

La ecografía hecha por el propio clínico, en el lugar de atención al paciente (Point of Care Ultrasound, POCUS), ha demostrado ser una herramienta de gran utilidad en la práctica médica cotidiana, con una creciente proyección en todos los escenarios de la medicina asistencial.

A la clásica secuencia de la exploración física (inspección, palpación, percusión y auscultación), se ha añadido un quinto pilar: la insonación. La ecografía clínica aumenta la sensibilidad de la exploración física, permite realizar diagnósticos en el mismo acto médico, acorta los tiempos de diagnóstico y resolución de los procesos, aumenta la precisión diagnóstica y mejora los resultados. Al día de hoy se puede afirmar que se está ante el fonendoscopio del siglo XXI.

La ecografía clínica es cada vez más usada en el manejo del paciente gravemente enfermo, tanto en sala de emergencias como en UCI, unidades de críticos o salas de despertar. El análisis de la combinación entre artefactos estáticos y dinámicos con las imágenes reales permite el diagnóstico preciso de muchos trastornos pulmonares, sobre todo en el área de urgencias y las emergencias.

La interpretación de las imágenes de ecografía pulmonar no es complicada. Una misma imagen o patrón ecográfico puede responder a diferentes cuadros clínicos, y será la integración de las imágenes en el contexto lo que hará aumentar significativamente la sensibilidad.

La ecografía aporta una valiosa información en la evaluación inicial del paciente politraumatizado. Sin embargo, por su baja sensibilidad (57%) no sustituye a técnicas más sensibles como la tomografía, que debe ser el método diagnóstico de elección en los pacientes hemodinámicamente estables.

#### *2.8.1.2.1 POCUS en trauma de tórax cerrado.*

La capacidad de los ultrasonidos para detectar las lesiones por trauma torácico, como la contusión menor de los tejidos blandos, la fractura costal única o múltiple, la contusión pulmonar, el neumotórax, la contusión cardíaca o la ruptura aórtica, es variable según la patología.

La ecografía pulmonar tiene una sensibilidad del 92% y una especificidad del 100% para la detección del hemotórax, que a menudo se encuentra asociado con fracturas costales y lesión del parénquima pulmonar, mientras que la radiografía anteroposterior en supino tiene una precisión diagnóstica baja (*Palma, 2019*).

Por otro lado, para detectar áreas de contusión pulmonar localizadas, que se verán como lesiones hipocóicas con márgenes mal definidos como áreas con múltiples líneas B, tienen una sensibilidad del 94% y una especificidad del 96% (*Palma, 2019*).

### 2.8.1.2.2 POCUS en neumotórax.

La presencia de aire en la cavidad pleural provoca una serie de cambios en los artefactos dinámicos observados en la ecografía pulmonar, incluida la ausencia de deslizamiento pleural. La imagen normal de la línea pleural, llamada “el signo de la orilla de playa” no se podrá apreciar, y en su lugar se observará una secuencia de líneas horizontales que llegan hasta el final de la pantalla del monitor, denominadas el “signo de la estratosfera” o “signo del código de barras”.

Otro de los signos presentes es la no visualización de líneas B, ya que este artefacto precisa de una interfase acústica entre el aire y los tejidos, la cual está presente solo cuando la pleura visceral y la parietal se contactan entre sí, por lo que únicamente se podrán visualizar líneas A. Además, la detección del punto pulmonar permite delimitar el límite del neumotórax y estimar, aunque no cuantificar, su volumen.

La precisión de la ecografía torácica para la detección de neumotórax es superior a la de la radiografía simple y similar a la de la TAC, con una sensibilidad del 90.9% y una especificidad del 98.2%, en comparación con la radiografía de tórax, que tiene una sensibilidad del 50.2% y una especificidad del 99.4% (*Palma, 2019*).

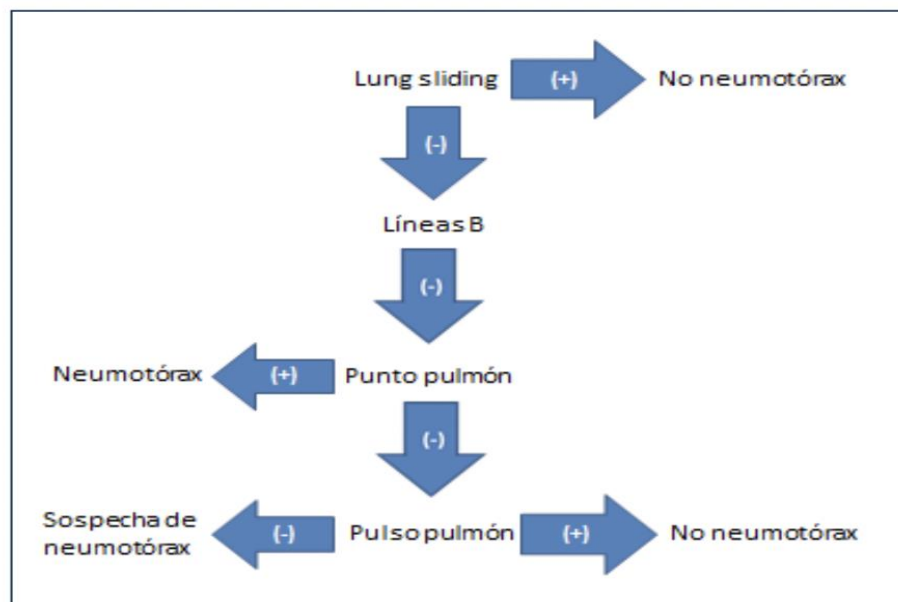


Figura 2.11 Algoritmo para la detección de neumotórax.

Tomado de *Palma (2019)*.

#### 2.8.1.2.3 Protocolo E-FAST.

El acrónimo FAST (Focused Abdominal Sonography for Trauma) fue acuñado por la cirujana G.S. Rozycki en 1995, y en 1996 se renombra como Focussed Assessment with Sonography for Trauma para reflejar su utilización más allá del abdomen.

Desde entonces, se ha convertido en un instrumento clave para el manejo inicial del paciente con trauma abdominal o torácico-abdominal cerrado en los servicios de urgencias, y es recomendado por el Colegio Americano de Cirujanos en su curso ATLS, como la prueba inicial para el diagnóstico del paciente politraumatizado grave.

Las dos últimas décadas se ha introducido el E-FAST, que agrega al examen la valoración del tórax para descartar neumotórax y/o hemotórax. Su utilidad radica en permitir una valoración rápida, con una selección más rápida de los pacientes que precisan cirugía.

El FAST tiene una alta especificidad, pero baja sensibilidad para detectar daño visceral; no obstante, se ha demostrado que, al utilizarlo, se reducen los TAC multiórgano hasta en un 50% y los lavados peritoneales en un 6% y, asimismo, se disminuye el costo en un 35%.

Las ventanas que se deben valorar durante la realización del E-FAST son: cuadrante abdominal superior derecho e izquierdo, pélvica o suprapúbica, pericárdica, pulmonares anteriores y laterales.

En los pacientes hemodinámicamente inestables, la ecografía juega un papel relevante para detectar la presencia de líquido libre o de neumotórax, ya que es fácil de usar, portátil, no invasiva, barata, no expone al paciente a radiaciones ionizantes, y además de que puede ser repetida tantas veces como se precise. Sin embargo, tiene baja sensibilidad para detectar hemorragia abdominal, la cual oscila entre el 42% y un 96%; por esta razón, ante la sospecha de

un trauma abdominal significativo, un estudio FAST negativo obliga a solicitar un TAC en los pacientes hemodinámicamente estables.

### **2.8.1.3 Ecocardiograma.**

El ecocardiograma en pacientes de trauma es un estudio complementario, utilizado ante la ausencia de un diagnóstico que justifique el cuadro clínico y en casos de alta sospecha clínica de lesión cardíaca. Dicho estudio no es de primera línea, debido a que puede retrasar el tratamiento; su utilidad es mayor en el servicio de consulta externa, al ser realizado por especialistas capacitados, como los cardiólogos.

En la actualidad, en los servicios de emergencias se utiliza el ultrasonido para observar el funcionamiento del corazón, y en caso de hallazgos patológicos que justifiquen la clínica del paciente, se le solicita al cardiólogo que realice el examen pertinente, siempre y cuando la condición del paciente lo permita.

Algunas de las indicaciones del ecocardiograma en el servicio de emergencias son la hipotensión persistente, el electrocardiograma con alteraciones, o la falla cardíaca aguda. Existen hallazgos ecocardiográficos que se presentan con frecuencia en el trauma cardíaco cerrado, como la hipocinesia o la insuficiencia valvular. Estos pueden ser sugestivos de lesión cardíaca, y se debe integrar con la historia clínica y el estado del paciente.

<b>Hallazgos ecocardiográficos relacionados con el trauma cardíaco cerrado</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aumento de la distancia entre el traductor y la pared aórtica mayor a 3 mm.</li><li>• Presencia de doble contorno de la pared aórtica (se puede confundir con hematoma intramural).</li><li>• Presencia de señales ultrasónicas entre la pared aórtica y la pleura visceral.</li></ul>

## Tabla 2.2 Hallazgos ecocardiográficos relacionados con el trauma cardiaco cerrado

Nota: Tomado de *C. Alvarado et al. (2015)*

En la tabla 2.2 se mencionan los principales hallazgos ecocardiográficos relacionados con el trauma cardiaco cerrado, en su mayoría alteraciones en la pared aórtica.

Hallazgos como la hipocinesia y la insuficiencia valvular son de frecuente presentación entre aquellos con trauma cardiaco cerrado; no obstante, el 13.3% de los pacientes tienen ecocardiogramas dentro de límites normales. En este estudio se reporta que no hubo lesiones valvulares ni ruptura de cámaras cardiacas (*Siado et al., 2019*).

El diagnóstico de una lesión cardíaca cerrada a menudo es difícil y requiere varias pruebas de diagnóstico. Si hay ensanchamiento mediastínico con hemotórax izquierdo o derecho en la radiografía de tórax, se debe considerar una lesión cardíaca, y se deben realizar más investigaciones, como ecocardiografía y tomografía computarizada. En este estudio se reporta que no hubo ningún síntoma que sugiriera una lesión cardíaca. En la radiografía de tórax se detectó hemotórax derecho y ensanchamiento mediastínico, y en la ecocardiografía un derrame pericárdico marcado. En la TAC se detectaron hemotórax y hemopericardio derechos, y los vasos principales del mediastino eran normales, por lo que el paciente fue trasladado al quirófano con el diagnóstico de ruptura cardíaca (*Akar et al., 2015*).

### **2.8.2 Electrocardiograma.**

El electrocardiograma (ECG) es un examen de bajo costo, lo podemos encontrar en la mayoría de los servicios de emergencias, además es fácil y rápido de realizar.

Es considerado el primer eslabón en el algoritmo de abordaje diagnóstico del paciente con trauma torácico cerrado. Su importancia radica en su sensibilidad (47%), su especificidad (79%) y su alto valor predictivo negativo, que es mayor al 95% para descartar la presencia de una contusión cardíaca (*Alvarado et al., 2015*).

Algunos autores indican que el ECG es una prueba de detección importante en pacientes con potencial lesión cardíaca contusa. Las anomalías del ECG en una lesión cardíaca cerrada pueden incluir taquicardia sinusal, otras arritmias, nuevo bloqueo de rama, depresión o elevación del segmento ST (*Yamaji et al., 2017*).

En un estudio realizado por *Yamaji et al. (2017)*, el principal hallazgo encontrado en el ECG fue la taquicardia sinusal presente en un 52%, seguida de un ECG normal en el 18%, con el cual no se pueden descartar lesiones torácicas. Otros hallazgos fueron la bradicardia sinusal y la fibrilación auricular en el 13%, taquicardia y fibrilación ventricular en un 2%.

Es importante recordar que debido a que un alto porcentaje de adultos mayores tienen fibrilación auricular de fondo, hay que complementar con otros estudios para descartar o diagnosticar definitivamente la lesión torácica, sin dejar de lado la clínica del paciente.

### **2.8.3 Laboratorios.**

En un paciente de trauma se deben solicitar exámenes de química sanguínea, orientados a la clínica del paciente, para facilitar el diagnóstico, pronóstico y tratamiento. Dentro de estos exámenes está la troponina ultrasensible I que, en casos de sospecha de contusión miocárdica, se encuentra en concentraciones elevadas.

En este estudio se realizó la toma de troponina I ultrasensible en los pacientes en quienes se sospechó trauma cardíaco a su ingreso. Se encontró una diferencia significativa de su concentración entre los pacientes con contusión miocárdica y aquellos sin esta lesión. Este hallazgo no se reprodujo al hacer la misma comparación con los valores de troponina entre ambos grupos a las seis horas de seguimiento, debido a que no se logró tomar muestras en todos los pacientes. Sin embargo, sí se observó que tener troponinas positivas a las seis horas se correlaciona con una peor evolución clínica (*Siado et al., 2019*).

## **2.9 Población Pediátrica**

### **2.9.1 Incidencia.**

La definición de esta población varía según la literatura. Generalmente corresponde a los pacientes menores de 18 años, pero también se pueden subclasificar en pediátricos aquellos menores de 15 años, y adolescentes entre los 15 y 18 años.

El traumatismo torácico pediátrico es relativamente poco común, pero produce niveles desproporcionadamente altos de morbilidad y mortalidad, en comparación con otras lesiones traumáticas. Estas lesiones suelen ser más devastadoras, a causa de las diferencias en la anatomía y fisiología de los niños en relación con los pacientes adultos.

### **2.9.2 Diferencias anatómicas.**

El traumatismo multisistémico en niños es único comparado al de los adultos, debido a sus variantes fisiológicas y a una mayor probabilidad de traumatismos cerrados que afecte a tres o más sistemas corporales. La cabeza es proporcionalmente más grande, el cuerpo y musculatura subdesarrollados, y una superficie corporal más grande en comparación con los adultos, lo cual puede complicar los esfuerzos de reanimación, incluida la toracotomía (*Schauer et al., 2018*).

La anatomía de la pared torácica de un niño es mucho más compresible y, a menudo tiene menos masa muscular, lo que permite una mayor transmisión de energía a los tejidos blandos subyacentes al someterse a una fuerza contundente. Además, debido a que el grosor de la pared corporal de un niño es menor que la de un adulto, es más probable que una lesión torácica penetrante lesione un órgano interno (*Pearson et al., 2017*).

El traumatismo torácico es el resultado de una alta transferencia de energía cinética, más comúnmente de un traumatismo contundente después de accidentes automovilísticos. Los niños con traumatismos torácicos llegarán al servicio de urgencias con una variedad de lesiones que incluyen daños en la pared torácica (fractura costal, tórax inestable y hemorragia intercostal), en

el espacio pleural (neumotórax y hemotórax), el pulmón (contusión y laceración), el árbol traqueobronquial, el corazón, el diafragma y el esófago (*Pearson et al., 2017*).

Dentro de las diferencias que presenta la población pediátrica, está la distribución de lesiones, la cual presenta un comportamiento distinto. Según *Pearson et al. (2017)*, la contusión pulmonar representa la lesión torácica más común en niños con traumatismo torácico cerrado, con una incidencia de más del 50%, el doble de los adultos. Las contusiones pulmonares pueden ser difíciles de distinguir en la aspiración pulmonar que evoluciona durante 24 a 48 horas.

<b>Lesión</b>	<b>Porcentajes %</b>
Contusión pulmonar	53.3
Fracturas costales	49.5
Neumotórax	37.1
Hemotórax	13.3
Lesión del árbol traqueobronquial	2.9
Ruptura diafragmática	1.9
Ruptura aórtica	1.0
Tórax inestable	0.9

Tabla 2.3 Lesiones torácicas con mayores frecuencias encontradas en pediatría

Nota: Tomado de *Pearson et al. (2017)*.

La tabla 2.3 presenta las lesiones torácicas encontradas con mayor frecuencia en pediatría, siendo la contusión pulmonar la más frecuente, y la ruptura aórtica y el tórax inestable las más raras.

### **2.9.3. Sobrevida.**

Los pacientes pediátricos, al pertenecer a una población en los extremos de vida, requieren un enfoque y atención distintos, debido a sus alteraciones anatómicas, diferente etiología y presentación de las patologías.

Los niños politraumatizados tienen tasas de supervivencia más bajas (pero no significativamente diferentes), en comparación con los adultos. Los peores resultados en este grupo etario pueden atribuirse a que tienen más probabilidades de sufrir una lesión cerrada (72% frente al 32%,  $p < 0.001$ ), y a diferencias en los patrones de lesión anatómica con más traumatismos multisistémicos (52% vs. 44%,  $p = 0.001$ ). Los pacientes adolescentes tendieron a una mayor tasa de éxito del rescate, en comparación con los pacientes pediátricos (25% vs. 13%,  $p = 0.075$ ), aunque no se apreció una diferencia significativa en los pacientes que sobrevivieron al quirófano (5.6% vs. 1.8%,  $p = 0,281$ ). Sin embargo, la supervivencia global fue significativamente mayor en los pacientes adolescentes (4.8% frente a 0%,  $p = 0,036$ ). (*Moore et al., 2016*).

En el escenario de trauma se ha observado mal pronóstico en los pacientes pediátricos que se someten a una toracotomía de emergencias debido a trauma de tórax penetrante. Pero se debe tomar en cuenta que la incidencia del trauma penetrante es mucho menor. en comparación con el trauma craneoencefálico.

## **2.10 Población adulto mayor**

### **2.10.1 Incidencia.**

Con los avances en la tecnología, la medicina, y el comportamiento de la sociedad, actualmente las personas adultas mayores llevan una vida activa en situaciones que conllevan un riesgo importante de sufrir lesiones traumáticas, en actividades como accidentes automovilísticos, deportes de alto impacto e incluso agresiones físicas. Debido a lo anterior es que en la actualidad se ha visto un incremento en los eventos traumáticos de tipo contuso en los adultos mayores.

### **2.10.2 Principales diferencias.**

Dentro de las principales diferencias anatómicas y fisiológicas del paciente adulto mayor, se mencionan:

- Cambios artríticos de la boca y columna cervical.
- Macroglosia.
- Disminución de los reflejos protectores.
- Aumento de la escoliosis.
- Disminución de la capacidad funcional residual.
- Disminución del reflejo de la tos.
- Disminución del aclaramiento mucociliar de las vías respiratorias.
- Disminución del intercambio gaseoso.
- Menor respuesta "clásica" a la hipovolemia.

Además de tomar estos cambios, se deben considerar las patologías y medicación que padezcan o utilicen dichos pacientes, ya que podría afectar su evolución (*ATLS. American College of Surgeons. 2018*).

Muchas veces la causa de eventos traumáticos es desencadenada por una etiología médica, donde el principal evento es el síncope, seguido de arritmias cardíacas y por último las convulsiones. Si el paciente se aborda sin pulso, sin tener clara la etiología, no existe distinción alguna con base en la edad para iniciar las maniobras básicas y avanzadas de RCP; sin embargo, para realizar maniobras más extremas la edad sí es un factor mucho más determinante.

Por ejemplo, para aplicar ECMO (membrana de circulación extra corpórea) en el contexto de resucitación cardiopulmonar, se establece una edad límite entre 60 y 65 años. Para la toracotomía de emergencia, aunque no está establecido un límite de edad, el 40% de los cirujanos entrevistados indicaron que sí toman la edad como uno de los factores más importantes para decidir si hacer o no el procedimiento quirúrgico (*Norii et al., 2019*).

### **2.10.3 Sobrevida.**

En el estudio realizado por *Norii et al. (2019)* acerca de de arresto circulatorio traumático en Japón entre el 2004 y el 2015, se encontró que la tasa de supervivencia fue significativamente mayor en el grupo de mayor edad, en comparación con los pacientes más jóvenes (5.3% frente a 3.4%, OR: 1.58, IC del 95%: 1.27 a 1.96,  $p < 0.001$ ). Esta relación inesperada podría explicarse parcialmente por la incapacidad para distinguir entre paro cardíaco traumático y médico, ya sea anterior o concomitante con el trauma, en la cohorte de pacientes mayores. El estudio le recomienda al personal médico a no desanimarse con respecto a la decisión de reanimar pacientes de edad avanzada en arresto circulatorio traumático, principalmente cuando las lesiones del paciente aparentan ser mínimas.

### **2.11 Arresto circulatorio**

El arresto circulatorio es definido como el cese de la actividad mecánica cardíaca, que es confirmada por falta de respuesta al medio; apnea, respiraciones agónicas o tipo jadeo; y ausencia de pulso palpable.

El arresto circulatorio se debe en su mayoría a causas médicas, aunque las traumáticas pueden desencadenar este evento potencialmente mortal. Dentro de las causas del arresto circulatorio están las H y T, las cuales son reversibles si se abordan adecuadamente y en un tiempo prudente.

- Hipotermia.
- Hipovolemia.
- Hidrogeniones (acidosis o alcalosis).
- Hipoxia.
- Hipo/hipercalemia.
- Tromboembolismo pulmonar.
- Trombosis coronaria.

- Neumotórax.
- Taponamiento cardiaco.
- Tóxicos.

<b>Causas</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Intervención</b>
Hipoxia	Oxígeno.	Alto volumen de oxígeno.
Neumotórax a tensión	Descompresión de tórax.	Toracostomía.
Taponamiento Cardiaco	Descomprimir el taponamiento.	Toracotomía.
Hipovolemia	Infusión rápida de sangre y hemoderivados. Reanimación con control de daños (incluida la cirugía).	Acceso venoso de grueso calibre (central o periférico). Transfusión de sangre y hemoderivados mediante una rápida infusión.

Tabla 2.4 Causas reversibles del arresto circulatorio traumático y su respectivo tratamiento

Nota: Tomado de *Smith et al. (2015)*

### **2.11.1. Manejo del arresto circulatorio.**

Dentro del manejo existen variaciones en el abordaje médico inicial de este escenario, comparado con situaciones no traumáticas. A la hora de manejar una emergencia traumática, para evitar los principales errores cometidos durante la atención, se debe hacer una valoración integral y ordenada, siguiendo idealmente los pasos de un protocolo ya establecido.

Para el manejo adecuado de las lesiones es importante detectarlas a tiempo, y es por esto que, si se realiza una revisión primaria completa y precoz, se puede llegar a evitar un desenlace fatal. Los profesionales en ciencias médicas, que se desempeñen en los servicios de emergencias, deben enfocarse en identificar las lesiones que puedan llevar al paciente rápidamente a la muerte si no se corrigen a tiempo, y corregirlas lo más pronto posible.

El paciente politraumatizado debe recibir una atención estandarizada y enfocada en tratar primero las lesiones que amenazan su vida, y posteriormente aquellas que no son tan graves. Es por esto que los conceptos del Curso ATLS® (Soporte Vital Avanzado de Trauma) del Colegio Americano de Cirujanos enseñan una forma ordenada y estructurada de cómo atender a estos pacientes, basados en un orden de prioridades que definen las lesiones que pueden llevar a la muerte de forma casi inmediata, las lesiones potencialmente mortales y las lesiones menores. La revisión primaria se debe realizar en este orden, con el objetivo de detectar y tratar de resolver las lesiones que amenacen la vida del paciente. Por ejemplo, se debe manejar primero la vía aérea y las lesiones torácicas antes de tratar lesiones musculoesqueléticas, las cuales casi nunca comprometen la vida del paciente, a menos que haya un sangrado masivo.

Otros conceptos del programa ATLS, que fueron inicialmente difíciles de aceptar, son nunca permitir que la falta de un diagnóstico definitivo impida la aplicación de un tratamiento indicado, y que una historia detallada no es esencial para comenzar la evaluación de un paciente con lesiones agudas. La historia clínica se debe realizar una vez que el paciente se encuentre hemodinámicamente estable y la vida no esté en riesgo inminente, o si se puede, hacérsela de forma indirecta a algún familiar (*Colegio Americano de Cirujanos, ATLS. 2018*)

Inicialmente, se debe confirmar el estado de conciencia del paciente, ya que existen situaciones que pueden tornarlo inconsciente, como traumas craneoencefálicos, estados de hipoperfusión y arresto circulatorio.

El manejo básico de la vía aérea debe ser con la maniobra de tracción mandibular, para evitar la extensión del área cervical que podría estar lesionada. Además, se debe considerar una estabilización espinal para el transporte. La respiración y ventilaciones deben estabilizarse, y en caso de parada respiratoria, se debe brindar soporte ventilatorio. En un ambiente adecuado, con el personal capacitado y si el paciente lo amerita, se debe dar un manejo de la vía aérea de forma avanzada, para establecer una vía aérea definitiva.

Dentro del manejo de la circulación, se deben detener las hemorragias visibles inicialmente con compresión directa, o torniquete si lo amerita. Es importante aclarar que, aunque el trauma torácico sea contuso, el paciente puede asociar múltiples lesiones que también deben ser tratadas.

Si el personal no siente el pulso en menos de diez segundos, se deberá iniciar con compresiones torácicas. Las compresiones cardíacas cerradas, debido a su facilidad hasta para el personal lego, serán la medida inicial en el arresto circulatorio. En escenarios donde el paciente con trauma de tórax y arresto circulatorio presente fibrilación ventricular o taquicardia ventricular, se debe realizar una desfibrilación temprana. Dentro del manejo del arresto circulatorio se debe considerar la toracotomía de emergencia, si el paciente a tratar cumple con los criterios o indicaciones aprobadas, dentro de los cuales se pueden mencionar: equipo de sala de operaciones y personal altamente entrenado en dicho procedimiento quirúrgico.

Siempre se debe sospechar trauma torácico contuso en pacientes con arritmias como taquicardias extremas, o alteraciones en segmentos ST y ondas T. En esas situaciones se debe realizar un POCUS y en el caso de encontrar anomalías, se deberá valorar la necesidad de hacer un ecocardiograma o una angiografía coronaria.

En los servicios de emergencia no se da un adecuado manejo en la atención del trauma de tórax, ya que muchas lesiones de la vía aérea y torácica pasan desapercibidas, lo cual resulta en una mala evolución y pronóstico de los pacientes. La lesión torácica severa puede plantear problemas que amenazan la vida si no se identifican y tratan rápidamente durante la valoración primaria. Indican que otros autores, han demostrado que la mayoría de los casos de atención inapropiada en el departamento de emergencias están relacionados con la gestión del control de las vías respiratorias y las lesiones en el tórax. El cuidado inapropiado y el diagnóstico tardío conducen a errores fatales y muerte prevenible, especialmente en lesiones torácicas, según *Mizushima et al. (2016)*.

Entidades como el American College of Surgeons realizan constantes actualizaciones en guías como el *ATLS*. Durante el manejo de un paciente politraumatizado con arresto circulatorio, se debe seguir una serie de pasos que se muestran en el siguiente algoritmo.

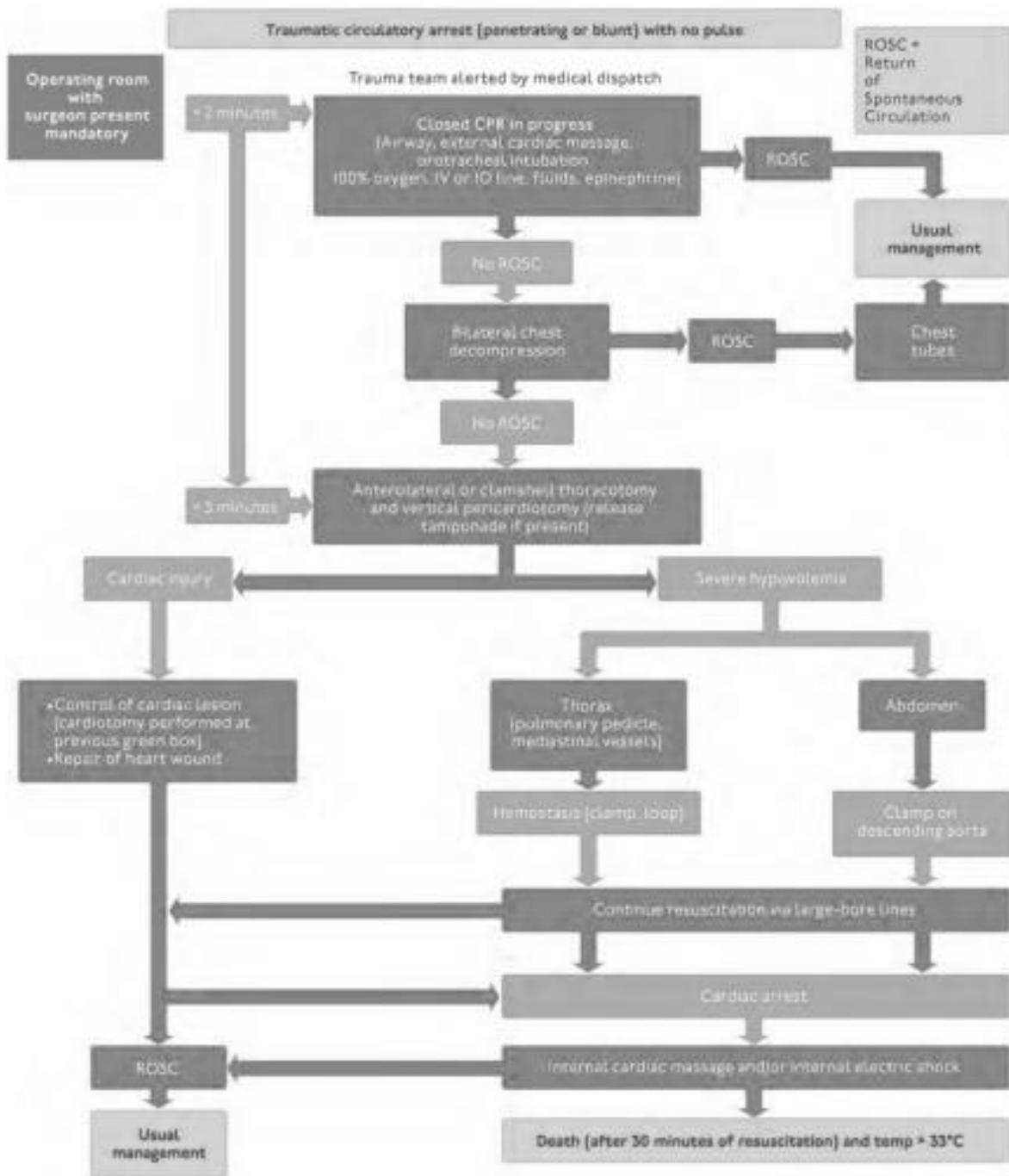


Figura 2.12 Algoritmo del manejo de la parada circulatoria traumática.

Nota: Tomado de *ATLS. American College of Surgeons (2018)*

En la figura 2.12 se observa el algoritmo de manejo del arresto circulatorio traumático penetrante o contuso, sin pulso. En el escenario de una sala de operaciones con un cirujano a cargo, se recomienda inicialmente brindar RCP con un manejo de vía aérea, compresiones cardiacas cerradas, intubación orotraqueal, oxígeno 100%, acceso IV o IO, fluidos y epinefrina. Si no hay datos de ROSC, se debe hacer una descompresión bilateral de tórax.

Si posterior a una descompresión bilateral de tórax no hay datos de ROSC, en menos de tres minutos se realiza una toracotomía anterolateral o clamshell, o una pericardiotomía vertical si se sospecha un taponamiento cardiaco.

En caso de lesión cardiaca, se hace un control de la lesión o reparación de la pared cardiaca. En caso de arresto cardiaco se debe realizar masaje cardiaco abierto y desfibrilación eléctrica interna. Si se evidencia un sangrado severo en tórax, se hace hemostasis, o si existe hipovolemia severa en abdomen se realiza un clampeo de la aorta descendente. Se debe continuar reanimando al paciente con productos sanguíneos mediante vías de grueso calibre. En caso de arresto cardiaco se debe hacer masaje cardiaco abierto y desfibrilación eléctrica interna. Se declara fallecido si después de 30 minutos de reanimación no hay datos de ROSC con una temperatura mayor a 33 °C.

En caso de retorno espontaneo de la circulación, se deben revisar las guías de ACLS 2020 e individualizar a cada paciente; además, se recomienda un manejo continuo para una correcta estabilización cardiopulmonar.

En los pacientes víctimas de trauma se debe evitar la triada de la muerte conformada por los siguientes signos: hipotermia, acidosis y coagulopatía; la cirugía de control de daños temprana puede ayudar a prevenir esta triada letal.

#### ***2.11.1.1 Compresiones cardiacas.***

Las compresiones cardíacas cerradas corresponden al método convencional de reanimación cardiopulmonar, que se realiza con el objetivo de perfundir los órganos vitales durante un arresto circulatorio, y de esta forma mejorar la supervivencia del paciente.

La técnica en pacientes adultos consiste en hacer compresiones torácicas, comprimiendo el centro del tórax (mitad inferior del esternón) fuerte y rápido con ambas manos, una sobre la otra, enlazando los dedos, con una profundidad mínima de 5 cm o dos pulgadas. En el caso de los niños, se debe realizar con una mano, y en los lactantes con dos pulgares y manos alrededor del tórax, con una profundidad de una tercera parte del diámetro anteroposterior del tórax, que corresponde a aproximadamente 5 cm en niños y 4 cm en lactantes. En todos los pacientes se debe permitir una expansión del tórax completa entre cada compresión, y mantener una frecuencia de 100-120 latidos por minuto (ACLS. American Heart Association (AHA), 2012).

La reanimación cardiopulmonar (RCP) es el paso más urgente y crítico en el rescate de pacientes en arresto circulatorio. Brinda una segunda oportunidad a muchos pacientes con paro cardíaco. Kouwenhoven describió la reanimación cardiopulmonar a tórax cerrado en 1960, con una tasa de supervivencia a largo plazo del 70%. Hoy, sin embargo, la tasa de éxito de las compresiones cardíacas cerradas sigue estando por debajo de las expectativas. La tasa de supervivencia al alta en pacientes con paro cardíaco extrahospitalario es solo del 10% (Wang et al., 2020).

### ***2.11.1.2 Toracotomía de emergencias.***

En los servicios de emergencias solo un 25.8% de los pacientes requieren cirugías de emergencias. De estas cirugías únicamente el 6.8% corresponde a toracotomías, siendo mucho menos frecuentes en comparación con la fijación de extremidades y pelvis, craneotomía y laparotomía.

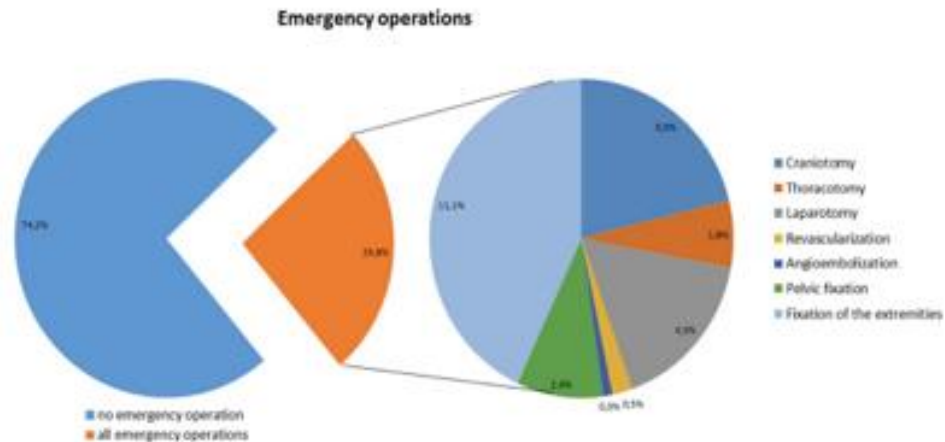


Figura 2.13 Estadística de los procedimientos quirúrgicos realizados en emergencias

Nota: Tomado de *Schulz-Drost et al. (2019)*

La toracotomía de emergencias de reanimación (TER) es un procedimiento quirúrgico sumamente invasivo, el cual debe considerarse como última alternativa para la reanimación de un paciente en estado crítico, y debería ser realizado por un cirujano entrenado en el procedimiento.

Los autores *Narvestad et al. (2016)* indican que no existe una definición estándar de TER en la literatura, y los investigadores usan indistintamente los términos “toracotomía de reanimación”, “toracotomía de emergencia”, “toracotomía del departamento de emergencias”, “toracotomía de urgencia”, y otras combinaciones de los mismos, ya sea centrándose en la ubicación del procedimiento o en la urgencia de su indicación.

La TER para el arresto circulatorio por trauma sigue siendo un procedimiento que salva vidas. Aunque es una técnica poco utilizada, debido al alto nivel de selección de los pacientes aptos, y al poco entrenamiento de los profesionales de salud, existen centros especializados en trauma, donde dicho procedimiento es llevado a cabo más frecuentemente.

Algunos centros de traumatología de alto volumen, con la realización de rutina de este procedimiento, han demostrado mejoría significativa en la sobrevida con el tiempo. Además, reportan que la tasa de este procedimiento ha disminuido con el tiempo, lo que sugiere una mejor selectividad de los pacientes. (*Moore et al., 2016*).

Para efectos de este trabajo, la TER se define como el procedimiento quirúrgico que consiste en hacer una incisión en la pared anterolateral izquierda del tórax, y por medio de una disección rápida llegar al mediastino medio para realizar masaje cardiaco abierto. En la figura se observa la incisión quirúrgica en tórax anterior izquierdo, donde se realiza una disección desde planos superficiales hasta los más profundos, y se crea un acceso a la cavidad torácica.

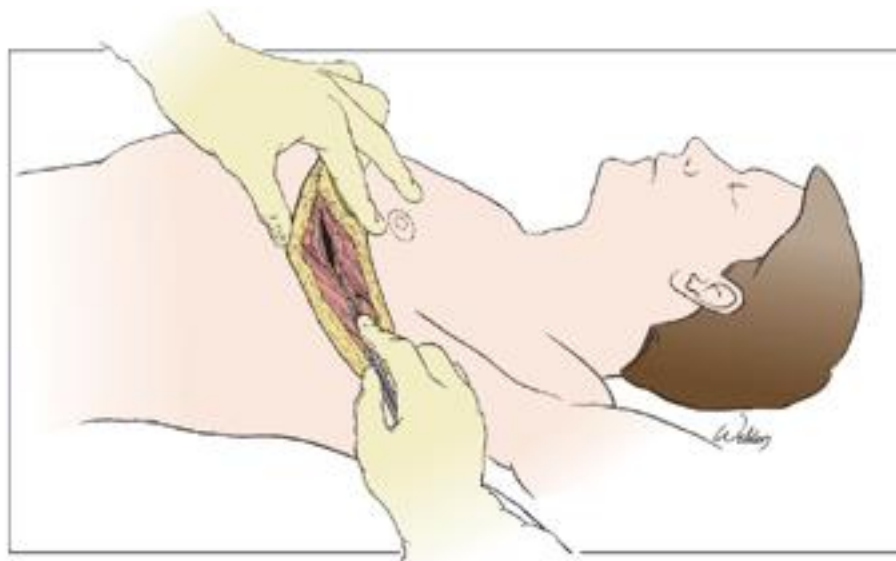


Figura 2.14 Toracotomía anterior izquierda

Nota: Tomado de *Mattox et al. (2013)*

El objetivo primario de la TER es mantener la perfusión del sistema cardiorrespiratorio (corazón y pulmones) y el sistema nervioso central (*Nevins et al., 2018*).

Su uso de la TER en situaciones de emergencia no está limitado a la reanimación mediante masaje cardiaco directo, sino que también es útil para controlar sangrados torácicos, realizar drenaje de hemopericardio en caso de lesiones cardiacas, y controlar el sangrado de lesiones abdomino-pélvicas mediante el clampeo aórtico (*Ordóñez et al., 2017*).

Durante la TER se pueden diagnosticar diferentes lesiones en las estructuras del mediastino y cavidad pleural, las cuales pueden tratarse durante el mismo procedimiento

quirúrgico. En la figura 2.15 se observa una ruptura cardíaca auricular derecha, producida por un trauma contuso de tórax, que fue diagnosticado durante la toracotomía anterolateral derecha de urgencia por hemotórax masivo.



Figura 2. Rafia de la orejuela derecha.



Figura 3. Ventana pericárdica.

Figura 2.15 Toracotomía en paciente con ruptura cardíaca por trauma contuso de tórax

Nota: Tomado de *Suayfeta et al. (2017)*.

Aunque este procedimiento ha demostrado mejoría en la sobrevida, continúa siendo una intervención de alta morbilidad, que debería utilizarse solo en pacientes en condición muy extrema. Está asociado a muchas complicaciones, no solo para el paciente, sino para el personal de salud, debido al riesgo por la exposición tan elevada a contaminantes biológicos como la sangre. Por este motivo y a causa sus costos, cada vez se selecciona con mayor cuidado a los pacientes que se puedan someter a dicho procedimiento, y algunos autores han tratado de definir mejor la población con más probabilidades de beneficiarse (*Christopher et al., 2017*).

Existe en la actualidad una opción llamada “VATS” por sus siglas en inglés "Video-Assisted Thoracic Surgery”, que es una técnica mínimamente invasiva, y se está utilizando cada vez con más frecuencia en el tratamiento de pacientes seleccionados con condiciones hemodinámicas estables; por ejemplo, en hemotórax persistente que no cumple criterios de hemotórax masivo, fuga de aire persistente, rotura diafragmática o secuelas de trauma como el empiema. Al ser una técnica mínimamente invasiva, se disminuyen algunos efectos secundarios como el dolor postoperatorio.

#### 2.11.1.2.1 Indicaciones.

Debido a la gran cantidad de complicaciones asociadas, al poco entrenamiento del personal médico y a la poca cantidad de toracotomías realizadas en los centros de emergencia, es de suma importancia esclarecer las indicaciones que justifican este procedimiento quirúrgico, para que él sea exitoso y facilite el proceder del médico tratante.

Al tratar a víctimas de traumatismos que se presentan *in extremis*, los médicos se ven obligados a tomar decisiones inmediatas de vida o muerte para permitir una última posibilidad de supervivencia a sus pacientes. Estas decisiones intentan equilibrar el hecho de que el paciente sobreviva con secuelas graves a causa de la hipoxia grave, con el riesgo de exponer al personal de salud a infecciones por sangre y patógenos transmitidos. Las tasas de recuperación limitadas, junto con los riesgos potenciales considerables asociados con la TER, han sido puntos claves de gran controversia (*Seamon et al., 2015*).

La toracotomía de emergencia se puede realizar inmediatamente en el sitio del trauma o en el departamento de emergencias (ED), o en la sala de operaciones (OR). Una toracotomía en el servicio de urgencias es un procedimiento que potencialmente puede salvar la vida de los pacientes traumatizados *in extremis*. Las indicaciones generales de este procedimiento incluyen drenaje abierto de un taponamiento cardíaco, masaje cardíaco abierto, control de la hemorragia aguda cardíaca o torácica, pinzamiento del hilio pulmonar, clampeo cruzado de la aorta torácica descendente y control del embolismo aéreo. El entorno quirúrgico difícil y, a menudo, la falta de iluminación y equipo adecuado pueden provocar complicaciones posteriores al procedimiento,

como infección, lesión iatrogénica y hemorragia. La centralización de los servicios de traumatología ha mejorado la supervivencia general (Yoong *et al.*, 2018).

El signo clínico que puede hacer sospechar que el paciente presenta alguna de las indicaciones anteriormente mencionadas, es el siguiente:

Signo clínico	Lesión asociada
Hipotensión persistente (PAS < 60 mmHg) que no mejora a pesar de infundir volumen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Taponamiento cardiaco.</li> <li>● Ruptura traqueobronquial.</li> <li>● Embolia grasa.</li> <li>● Hemorragia intratorácica significativa.</li> </ul>

Tabla 2.5 Lesiones asociadas según el signo clínico

Nota: Elaboración propia (2021)

La toracotomía de reanimación de emergencia es una maniobra que se realiza como una medida de rescate para pacientes seleccionados, que se encuentren extremadamente delicados “peri mortem” o que progresen a paro cardíaco poco después de la llegada al departamento de emergencias. Dentro de los objetivos de la toracotomía de emergencias se puede mencionar la liberación del taponamiento pericárdico, hemostasia vascular y/o cardíaca intratorácica, control y manejo de embolia gaseosa masiva o fístula broncopleural, reanimación cardiopulmonar a tórax abierto y oclusión temporal de la aorta torácica descendente (Suzuki *et al.*, 2016).

A pesar de que este procedimiento quirúrgico se describe principalmente en trauma de tórax penetrante, también se puede realizar en traumas contusos.

La TER está justificada en cualquier paciente con trauma torácico o subdiafragmático que se presente en condición extrema, con antecedente de signos de vida en la escena o actividad cardíaca organizada a su llegada al centro médico. Los pacientes que no presenten signos de vida en el lugar, y que no tengan actividad cardíaca organizada a su llegada, deben ser declarados fallecidos (DiGiacomo *et al.*, 2017).

Algunas indicaciones de TER son actividad eléctrica sin pulso de menos de cinco minutos en trauma penetrante, pacientes inestables hemodinámicamente con datos de sangrado intratorácico continuo, o como un medio para el clampeo de la aorta torácica descendente como un eslabón en la resucitación inicial (Søreide, 2016).

La Asociación Americana del Corazón (AHA) en su manual de proveedores expertos, considera cuatro escenarios para la realización de la TER: trauma cerrado, trauma cardíaco penetrante, trauma torácico no cardíaco y trauma abdominal exanguinante, los cuales deben cumplir ciertos requisitos para que el procedimiento sea hecho.

<b>Tipo de lesión</b>	<b>Evaluación</b>
Trauma contuso.	Pacientes que ingresan al servicio de emergencias o centro de trauma con pulso, presión arterial y respiración espontánea, con PCR presenciado.
Trauma cardíaco penetrante.	PCR presenciado en el servicio de emergencia o centro de trauma o Llegada al servicio de emergencia con menos de cinco minutos de PCR prehospitalario, con signos secundarios de vida positivos.
Trauma torácico penetrante (no cardíaco).	PCR presenciado en el servicio de emergencia o centro de trauma o Llegada al servicio de emergencia con menos de 15 minutos de PCR prehospitalario, con signos secundarios de vida positivos.
Trauma abdominal exanguinante.	PCR presenciado en el servicio de emergencia o centro de trauma o llegada al servicio de emergencia con signos secundarios de vida positivos o recursos disponibles para tratamiento definitivo

Tabla 2.6 Indicaciones de la toracotomía de emergencia según el ACLS-EP

Nota: Tomado de *ACLS for Experienced Providers. American Heart Association (2018)*

Los signos secundarios de vida mencionados en la tabla 2.6 son: reflejos pupilares, movimientos espontáneos, actividad EKG organizada.

#### *2.11.1.2.2 Contraindicaciones.*

De acuerdo con ATLS®, la única contraindicación para una toracotomía de emergencia es que un cirujano calificado con entrenamiento y experiencia no se encuentre presente para hacer la intervención (*ATLS. American College of Surgeons, 2018*).

Muchas contraindicaciones son dependientes de los protocolos donde se vaya a realizar el procedimiento, y varían sustancialmente entre el Colegio Americano de Cirujanos y los servicios de ambulancia aérea en todo el Reino Unido. Existe cierta ambigüedad con respecto al marco de tiempo dentro del cual la toracotomía de emergencias prehospitalaria debe considerarse inútil. La mayoría de los servicios de ambulancia aérea del Reino Unido indicaron que no abogarían por realizar la toracotomía de emergencias prehospitalaria si habían transcurrido más de 10 o 15 minutos desde la pérdida de signos de vida (*Nevins et al., 2018*).

Algunos autores mencionan otras contraindicaciones, como traumatismo torácico cerrado con ausencia de signos de vida con más de cinco minutos de RCP, traumatismo torácico penetrante con ausencia de signos de vida con más de 15 minutos de RCP, fracaso cardíaco agudo o traumatismo cardíaco agudo con ritmo no desfibrilable por más de cinco minutos, traumatismo craneoencefálico grave asociado o múltiples sistemas gravemente afectados (*López et al., 2015*).

#### *2.11.1.2.3 Técnica Quirúrgica.*

La técnica quirúrgica se define como la descripción detallada de los pasos a seguir en un procedimiento quirúrgico. Se debe aclarar que la técnica puede cambiar según la condición presentada por el paciente o los protocolos actualizados.

Inicialmente, se debe colocar al paciente en decúbito supino, situando el hemitórax izquierdo elevado a 15° aproximadamente, con su brazo en abducción. Previa asepsia y antisepsia

del sitio quirúrgico, a nivel del quinto espacio intercostal se realiza un solo trazo por encima de la costilla para evitarle daño al paquete vasculonervioso. Esta incisión se extiende desde el esternón hasta la línea axilar media, aproximadamente hasta el músculo dorsal ancho, pasando por debajo de la mamila en forma curva, en relación con la curvatura de las costillas. La incisión debe ser lo suficientemente profunda para lacerar el tejido celular subcutáneo y los músculos intercostales, los cuales pueden ser cortados combinando la técnica de bisturí y disección roma, siempre teniendo cuidado de no provocar daño a órganos cercanos. Luego se secciona la pleura parietal con tijera o bisturí, desplazando el pulmón hacia abajo para evitar lacerarlo, y se coloca el separador de Finochietto, con el fin de separar las costillas y lograr una apertura adecuada de la cavidad torácica, a la que se debe acceder en cuestión de minutos (*López et al., 2015*).

En caso de ser necesario extender la toracotomía hacia el lado contralateral, se debe seccionar el esternón con sierra Gigli o tijera Mayo, y trasladar el Finochietto hacia la línea media, para continuar con el control de la hemorragia.

Una vez que se logra acceder a la cavidad torácica, el cirujano debe evaluar la necesidad de realizar alguno o varios de los siguientes pasos:

- Control del taponamiento cardiaco y extracción de coágulos del pericardio.
- Control de hemorragias: lesiones cardíacas, pulmonares e hiliares, lesiones de grandes vasos.
- Reparación del miocardio.
- Masaje cardiaco interno.
- Control de fugas aéreas masivas.
- Clampeo de la aorta torácica descendente.

#### *2.11.1.2.4 Complicaciones.*

A la hora de seleccionar al paciente. se deben considerar las complicaciones a corto y largo plazo, eligiendo idealmente al paciente que sea más apto para sobrellevar la cirugía y sus riesgos. Algunas de las complicaciones inmediatas y a corto plazo son sangrados, infección y laceración de otros órganos.

Otras complicaciones incluyen sangrado, colocación subcutánea, desalojo, infección y laceración o perforación de otros órganos. El sangrado es la complicación más común, y generalmente está relacionado con una lesión de la vena o arteria intercostal, representando hasta el 75% de las complicaciones graves. También pueden lesionarse otros vasos intratorácicos, con menor incidencia, pero con una morbilidad significativamente mayor (*Bertoglio et al., 2019*).

<b>Complicaciones de la toracotomía de emergencias</b>	
1. Daño renal agudo.	2. Intubación no planificada.
3. Neumonía asociada al ventilador.	4. Infección superficial del sitio quirúrgico.
5. Síndrome de dificultad respiratoria aguda.	6. Parada cardíaca con reanimación cardiopulmonar.
7. Infección profunda del sitio quirúrgico.	8. Síndrome compartimental de las extremidades.
9. Trombosis venosa profunda.	10. Admisión no planificada a la unidad de cuidados intensivos.
11. Regreso no planificado a quirófano.	12. Infección del tracto urinario asociada a catéter.
13. Sepsis grave.	14. Infarto de miocardio.
15. Embolia pulmonar.	16. Infección del torrente sanguíneo asociada a la línea central.
17. Accidente vascular cerebral (ictus).	18. Ninguno.

Tabla 2.7 Lista de complicaciones de la TER

Nota: Tomado de *Fitch et al. (2020)*

En trauma de tórax cerrado una de las complicaciones raras que se puede dar es el quilotórax, que se define como la presencia de líquido linfático en el espacio pleural, usualmente debido a lesión del conducto torácico o una de sus ramas tributarias (*Solís et al., 2014*). Es decir, el quilotórax se asocia como complicación de la lesión y no propiamente al procedimiento quirúrgico.

Durante la atención de pacientes con múltiples traumas y posterior a procedimientos quirúrgicos como una TER, se deben contemplar las largas estancias en la Unidad de Cuidados Intensivos. Es por este motivo que el abordaje debe ser integral, y desde la atención inicial valorar las posibles complicaciones a largo plazo.

Después de la toracotomía de reanimación y la posterior admisión a la UCI, el 29% de los pacientes sobrevivieron hasta el alta hospitalaria. Se deben esperar complicaciones y una estadía hospitalaria prolongada, pero el resultado funcional para los sobrevivientes no es tan sombrío como se informó anteriormente (*Fitch et al., 2020*).

El dolor crónico de la incisión es una de las principales complicaciones a largo plazo, posterior al alta médica; es por eso que su presencia no se debe ignorar, debido a las implicaciones en la calidad de vida del paciente. La ICD-11 define el dolor crónico posquirúrgico o el dolor crónico traumático como el dolor que se desarrolla o aumenta en intensidad después de un procedimiento quirúrgico o una lesión tisular, y persiste más allá del proceso de curación, es decir, al menos tres meses después del evento inicial.

Según *Kyung Park et al. (2020)*, la toracotomía es de los procedimientos quirúrgicos más dolorosos, por lo que el control del dolor debe ser un pilar fundamental. Está claro que es imperativo no perder tiempo al realizar una toracotomía de emergencia, ya que el paciente se encuentra extremadamente crítico, no está consciente para sentir el dolor y cada segundo que se atrase el procedimiento es deletéreo. Sin embargo, el inadecuado manejo del dolor aumenta las complicaciones y lleva a dolor crónico. La analgesia epidural es el estándar de oro del manejo post-toracotomía, aplicado antes o después de llevar a cabo el procedimiento quirúrgico. Los

autores concluyeron, en su revisión y metaanálisis, que los resultados arrojan poca evidencia positiva con respecto a la analgesia epidural de manera preventiva, para disminuir la intensidad del dolor agudo y la incidencia de dolor crónico post-toracotomía en adultos. Al tomar en cuenta que la sobrevida de estos pacientes es baja, igualmente se podría aplicar la analgesia epidural posterior a concluir el procedimiento, si el paciente sobrevive.

## **2.12 Sobrevida del arresto circulatorio en trauma cerrado de tórax tratado con toracotomía**

En esta sección se analizará la sobrevida en los casos de arresto circulatorio causado por traumas cerrados en tórax. La sobrevida tiende a variar según el autor y la población estudiada.

El Comité de Trauma del Colegio Americano de Cirujanos revisó 42 estudios, que incluyeron 7.035 casos de TER en sus pautas de manejo de práctica para la toracotomía en el departamento de emergencias. Estos datos mostraron una tasa de supervivencia general del 7.8%, y tasas de supervivencia del 11.2% y 1.6% para los pacientes con traumatismo penetrante y cerrado, respectivamente. Por lo tanto, la octava edición de las pautas de Soporte Vital Avanzado para Trauma proporciona recomendaciones específicas para realizar la TER en el contexto de un traumatismo torácico penetrante con actividad eléctrica detectable, pero no en el contexto de un traumatismo cerrado con actividad cardíaca eléctrica en un paciente sin pulso detectable (*Suzuki et al., 2016*).

Incluso cuando el procedimiento lo realizan un equipo de traumatología y un operador experimentado, la supervivencia después de una toracotomía en el departamento de emergencias es baja. Entre el 2007 y el 2015, la sobrevida global después de la TER en el estado de Pensilvania fue del 6.8%, lo que coincide con los hallazgos de las series de casos publicadas que tienen una tasa de supervivencia combinada del 7.8%. (*Dumas et al., 2018*).

Un determinante crítico del éxito de la TER ha sido el estado neurológico del paciente en el momento del alta hospitalaria. Esta definición no considera la TER como una herramienta de reanimación, y rechaza el concepto de sobreviviente potencial. La verdadera pregunta es cuánto tiempo el cerebro puede tolerar un suministro inadecuado de oxígeno (*DiGiacomo et al., 2017*).

Los principales predictores de supervivencia investigados fueron la respiración

espontánea, el movimiento espontáneo, el pulso palpable, la presión arterial medible, la actividad eléctrica cardíaca y la reactividad pupilar. Entre los supervivientes, las similitudes observadas fueron la ausencia de paro cardíaco y reanimación cardiopulmonar, y tener una presión sistólica > 110 mm Hg a la llegada al centro médico (*Yoong et al., 2018*).

### **2.12.1 Factores relacionados con la sobrevivencia.**

Existen muchos factores externos alrededor de la emergencia que pueden alterar, de forma positiva o negativa, el pronóstico del paciente politraumatizado. Entre estos factores se encuentran el tipo del trauma, la cinemática del incidente, el arribo del servicio de emergencias prehospitalario, así como el tiempo transcurrido hasta el diagnóstico y su tratamiento.

Con respecto al transporte prehospitalario, Hudorovic en su estudio comparó incidentes de trauma en Europa, y observó una diferencia en la mediana del tiempo en los supervivientes de 150 min (rango 15-180 min), en comparación con los no sobrevivientes, de 220 min (rango 30-220 min). Pahle et al. no encontraron una diferencia significativa en sobrevivientes y no sobrevivientes, al evaluar el tiempo desde la lesión hasta la llegada al servicio de urgencias (*Narvestad et al., 2016*).

El tiempo de transporte prehospitalario influye en las tasas de supervivencia, siendo mayores cuando el tiempo del transporte al centro médico fue menor. El traslado a un centro médico especializado puede verse alterado por accesos, vías de transportes, capacidad humana, recursos médicos y cercanía a hospitales con capacidad resolutiva.

Dentro de otros factores, la efectividad de la TER para pacientes politraumatizados depende del tiempo transcurrido desde el arresto circulatorio hasta el procedimiento quirúrgico (*Suzuki et al., 2016*).

### 2.13 REBOA

El balón de resucitación de oclusión aórtica endovascular (REBOA) es una alternativa moderna, comparada con la toracotomía, utilizada en la cirugía de control de daños, que podría ser efectiva en el control de la hemorragia no compresible del torso de origen abdomino-pélvico.

Según *Ordóñez et al. (2017)*, el nivel de oclusión aórtica del REBOA depende de la indicación y la fuente de sangrado. Se han identificado tres sitios anatómicos diferentes para su uso: zona I, entre la arteria subclavia izquierda y tronco celíaco; zona II, caracterizada como una región sin oclusión que se extiende desde el tronco celíaco hasta la arteria renal más distal; y zona III, desde las arterias renales hasta la bifurcación aórtica.

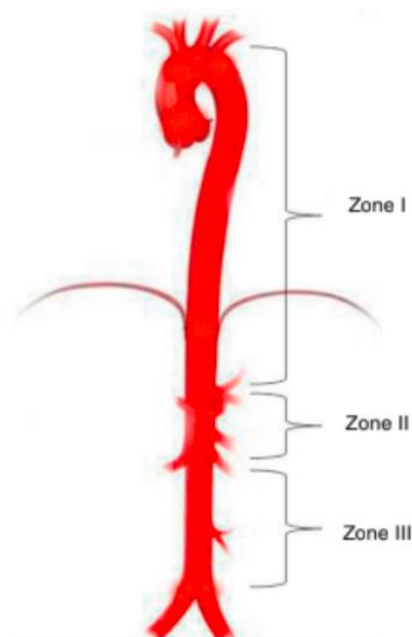


Figura 2.16 Zonas de oclusión aórtica

Nota: *Ordóñez et al. (2017)*.

El procedimiento consta de cinco pasos: primero el acceso arterial, luego se coloca el balón, posteriormente se procede a inflar el balón, y al finalizar se realiza la descompresión del balón y extracción de la vaina.

Según *Ordóñez et al. (2017)*, las posibles indicaciones para el uso del REBOA incluyen pacientes con presión sistólica inferior a 90 mmHg al momento de la llegada al hospital con:

- (1) Hemorragia abdominal secundaria a lesión grave ( $AIS \geq 3$ ) a un órgano sólido, lesión mesentérica o lesión vascular proximal a la bifurcación aórtica (REBOA en zona I).
- (2) Hemorragia pélvica o inguinal y lesión grave ( $AIS \geq 3$ ) del borde pélvico asociado con fractura, amputación cerca a la articulación de la cadera, o lesión vascular proximal al femoral (REBOA en zona III).

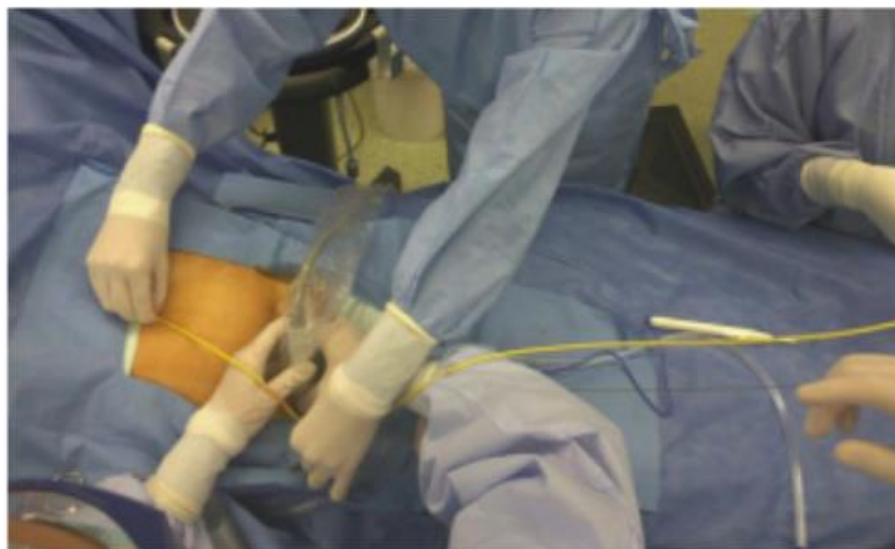


Figura 2.17. REBOA en zona III. *Ordóñez et al. (2017)*.

Se observa cómo en la sala de operaciones se coloca un REBOA en zona III, utilizando puntos de referencia anatómicos

## **CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO**

Se pretende investigar cuándo realizar la toracotomía de emergencias en pacientes de 1 a 40 años, víctimas de trauma torácico cerrado que sufren arresto circulatorio, además de cuáles especialistas son los que deben hacerla.

Durante el primer cuatrimestre del 2020 se compararán la información y protocolos establecidos en Latinoamérica, Costa Rica, Japón, EEUU, Italia, Inglaterra, México, Noruega, Colombia, Venezuela, Reino Unido, Países Bajos, Turquía, China, Israel, Alemania, Singapur, Bélgica, España y Chile.

### **3.1 Fuentes de información**

La información fue obtenida de buscadores digitales de revistas y artículos médicos, nacionales e internacionales en los siguientes sitios:

- PubMed.
- Revista NCT.
- ELSEVIER.
- Journal Pediatric Surgery.
- Journal of Thoracic Disease.
- Journal of the American College of Surgeons.
- Chinese Journal of Traumatology.

- The Journal of Emergency Medicine.
- Journal Emergency Trauma Shock.
- European Journal Trauma Emergency Surgery.
- British Journal of Hospital Medicine.
- European Journal of Trauma and Emergency Surgery.
- Emergency Medicine Journal.
- Journal of Trauma and Acute Care Surgery.
- Journal of Surgical Research.
- Scandinavian Journal of Trauma.
- Revista Colombiana de Anestesiología.
- Revista Colombiana Cardiología.
- Revista Colombiana Cirugía.
- Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica.
- Acta Médica Costarricense.
- Acute Medicine & Surgery.
- Plos One.
- Current Opinion Critical Care.
- Revista Biosalud.
- Journal of Medical Case Reports.

- Springer.
- Wiley clinical case reports.
- Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.
- Thoracic Surgery Clinics.
- Medicine.
- Open Access Emergency Medicine.
- International Journal of the Care of the Injured.
- Asian Cardiovascular & Thoracic Annals.
- Committee of Trauma, American College of Surgeons.
- Journal of the Royal Society of Medicine.
- European Resuscitation Council.
- Society for Academic Emergency Medicine.
- Asociación Andaluza de Cirujanos.
- BMJ Journal, Regional Anesthesia Pain Medicine.
- ELSEVIER, Emergency Medicine Clinics of North America.
- American Heart Association.
- Revista Chilena de Anestesia.
- Tesis de Universidad Internacional de Andalucía.

### 3.2 Tipo de estudio

Este trabajo consiste en una revisión bibliográfica, el cual no pretende ser una investigación original ni descriptiva, analítica, o estudio primario. Tiene como objetivo recopilar y sintetizar lo que otros estudios primarios o investigaciones originales han documentado, con el fin de que sirva de referencia en el manejo del arresto circulatorio en trauma torácico cerrado, y valorar si se justifica la toracotomía de emergencia.

### 3.3 Enfoque del estudio

El enfoque utilizado es esta revisión bibliográfica es el cualitativo según Hernández, *Fernández y Baptista (2014)*, a fin de profundizar la información existente de forma nacional e internacional, para la justificación de este estudio.

### 3.4 Delimitación de la población

Se utilizó una población que se delimitó tomando en cuenta la edad, tipo de trauma de tórax y presencia de arresto circulatorio. La edad en la cual se centralizó esta revisión bibliográfica comprendió del año hasta los 40 años.

### **3.5 Criterios de inclusión**

La revisión bibliográfica fue seleccionada con ciertos criterios, y se incluyeron artículos que cumplen los siguientes requisitos:

- Artículos o libros publicados en el periodo del año 2015 al 2021.
- Estudios o artículos redactados en los idiomas español e inglés.

- Publicaciones de entidades oficiales o encargadas de áreas especializadas en el abordaje del trauma.
- Documentos nacionales e internacionales que abarcan países de Latinoamérica (México, Costa Rica, Colombia, Venezuela, Chile), Estados Unidos de América, Europa (España, Italia, Reino Unido, Países Bajos, Noruega, Alemania, Bélgica), Turquía, Asia (Japón, China, Tailandia, Israel, Singapur).
- Población sin importar género, en edades desde 1 a 40 años.

### **3.6 Criterios de exclusión**

Se han excluido los artículos con las siguientes condiciones:

- Documentos publicados antes del 2015, es decir, mayores a cinco años de antigüedad. A excepción en los antecedentes de tipo histórico, donde se incluyeron artículos con una vejez máxima de 20 años.
- Temas en idiomas diferentes el español o el inglés.
- Todo documento proveniente de fuentes no confiables.
- Estudios y artículos publicados fuera de Latinoamérica (México, Costa Rica, Colombia, Venezuela, Chile), Estados Unidos, Europa (España, Italia, Reino Unido, Países Bajos, Noruega, Alemania, Bélgica), Turquía, Asia (Japón, China, Tailandia, Israel, Singapur).
- Población menor a un año de edad.

### **3.7 Matriz de codificación. Enfoque orden de relevancia.**

Objetivos específicos	Unidad de análisis	Conclusión	Recomendaciones
Mencionar a la población mayormente afectada por el trauma.	Población de riesgo.	Adulto joven. Hombres.	Campañas preventivas sobre el uso del cinturón y equipos de protección personal.
Determinar las patologías causadas por el trauma de tórax cerrado que deben ser diagnosticadas y tratadas prioritariamente.	Patologías causadas por el trauma de tórax.	<p>a. Lesiones letales</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Taponamiento cardiaco.</li> <li>2. Hemotórax masivo.</li> <li>3. Neumotórax abierto.</li> <li>4. Neumotórax a tensión.</li> <li>5. Lesión árbol traqueobronquial.</li> </ol> <p>b. Lesiones potencialmente mortales</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contusión pulmonar.</li> <li>2. Fracturas costales y tórax inestable.</li> <li>3. Neumotórax simple.</li> <li>4. Hemotórax.</li> <li>5. Lesión cardiaca contusa.</li> <li>6. Ruptura aórtica traumática.</li> <li>7. Ruptura diafragmática traumática.</li> <li>8. Ruptura esofágica.</li> </ol>	<p>Reafirmar, a los profesionales de la salud, cuáles patologías son letales y cuáles potencialmente mortales.</p> <p>Ante la presencia de estas entidades, se debe estar preparado para un arresto circulatorio y su correcto tratamiento.</p>

Definir el manejo del arresto circulatorio en pacientes con trauma de tórax cerrado.	Manejo.	El manejo inicial el arresto circulatorio debe ser con las CCC. Si se cumplen las indicaciones, se procede a una TER.	Enseñar al personal lego a realizar CCC.  Recordarle, al personal prehospitalario, la importancia del rápido traslado a un centro médico especializado en pacientes que requieren una TER, y mientras tanto realizar CCC.
Describir las indicaciones de la toracotomía de emergencias.	Indicaciones.	Se deben aclarar y hacer más estudios en trauma contuso sobre las indicaciones para definirlo mejor.	Hacer una propuesta de protocolo/flujograma de cuándo realizar una TER.
Citar las contraindicaciones de la toracotomía de emergencias.	Contraindicaciones.	Se deben aclarar y hacer más estudios en trauma contuso sobre las indicaciones para definirlo mejor.	Hacer una propuesta de protocolo/flujograma de cuándo no se justifica hacer una TER.
Describir las complicaciones corto y largo plazo de la toracotomía de	Complicaciones a acorto y largo plazo.	Hemorragias. Perforación de vísceras. Arresto circulatorio. Infecciones del sitio de	Entrenamiento del personal a cargo para prevenir, diagnosticar y tratar

emergencias.		quirúrgico.	las complicaciones.
		Dolor crónico.	Debido a que el dolor es la principal complicación a largo plazo, la analgesia debe ser un pilar en el manejo, y se debe evaluar su uso desde el momento intraoperatorio.
Analizar la sobrevida de la toracotomía de emergencias por trauma de tórax contuso.	Sobrevida.	Porcentaje bajo; sin embargo, hay pacientes que sobreviven con pocas secuelas.	Con base en estos datos, se concientizará sobre la realización de la TER
Indicar las principales diferencias en poblaciones extremos de la vida con trauma de tórax.	Poblaciones en extremos de la vida.	No hay gran diferencia entre los grupos etarios.	Con base en estos datos, se concientizará sobre la realización de la TER, tomando en cuenta la edad del paciente.

## CAPÍTULO IV. ANÁLISIS

En este capítulo se analizarán detalladamente las categorías y subcategorías, con el fin de estudiar más a fondo la patología torácica de etiología traumática que puede desencadenar un arresto circulatorio, así como su manejo.

### 4.1 Arresto circulatorio traumático

El arresto circulatorio en ambientes traumáticos se ha asociado inmediatamente a la muerte de la víctima. Lo que se pretende con las nuevas medidas de reanimación es brindar un manejo integral, y determinar la posibilidad de sobrevivida de cada caso individual, tratando causas reversibles y evaluando posibles tratamientos.

El ritmo cardíaco inicial que presenta la mayoría de los pacientes en paro cardíaco de origen traumático es la actividad eléctrica sin pulso (PEA); es decir, el corazón late, pero el pulso es imperceptible, ya que el gasto cardíaco es sumamente bajo; a diferencia del paro cardíaco médico, donde el paciente lo que usualmente presenta es una fibrilación ventricular, y en este caso, el gasto cardíaco es nulo (*Smith et al., 2015*).

Se conoce que el paro cardíaco traumático tiene un resultado desfavorable, y algunos autores han declarado que el intento de reanimación es inútil. Sin embargo, los avances en la reanimación para el control de daños y la comprensión de las diferencias en la fisiopatología del paro cardíaco traumático han dado lugar a supervivientes inesperados. Los datos publicados recientemente han sugerido que el resultado de un paro cardíaco traumático no es peor que el de las causas médicas, y en algunos grupos puede ser mejor. En un estudio militar, 18 de 78 pacientes que se sometieron a reanimación debido a un paro cardíaco de origen traumático sobrevivieron, o sea, un 24% (*Smith et al., 2015*).

El PCR traumático conlleva una mortalidad muy alta, pero en aquellos en los que se puede lograr ROSC, el resultado neurológico en los supervivientes parece ser mucho mejor que en otras causas de paro cardíaco.

Es de suma importancia identificar si el arresto circulatorio traumático es por causas médicas o traumáticas, debido a que cuando la causa del paro es la hipovolemia, un taponamiento cardiaco o un neumotórax a tensión, las CCC son menos efectivas hasta que no se resuelva la causa de fondo (*Monsieurs et al., 2015*).

#### **4.1.1 Manejo.**

El manejo del arresto circulatorio en pacientes de trauma ha sido considerado en el pasado como un procedimiento inútil. Con el paso del tiempo, se ha analizado que en estos escenarios algunos de los factores que provocaron este desenlace pueden ser causas corregibles, que pueden ser detectadas y tratadas rápidamente para salvar al paciente.

Dado que *Kouwenhoven et al.* informaron por primera vez, en 1960, de la eficacia de las compresiones cardiacas cerradas (CCC) sobre el masaje cardíaco abierto para el paro cardíaco, estas se han administrado como una maniobra de reanimación convencional en la RCP, y son recomendadas por la *Asociación Americana del Corazón (AHA)*.

Dentro del manejo del arresto circulatorio, ya sea de causa traumática o no, las CCC son el método más utilizado para la resucitación cardiopulmonar, ya que pueden ser realizadas por personal lego (cualquier civil capacitado) o personal de salud básico y/o avanzado. Se prefieren debido a su poca dificultad, fácil entrenamiento, a que es poco invasiva, y que no requiere de ningún instrumento especial.

La toracotomía, a causa de que es un procedimiento sumamente invasivo, y que requiere gran cantidad de instrumental quirúrgico, está limitada a personal altamente especializado y entrenado, o sea médicos especialistas, ni siquiera médicos generales o personal técnico prehospitalario.

En un estudio tipo retrospectivo llevado a cabo en Japón, basado en el banco de datos de trauma (Japan Trauma Data Bank JTD8), durante el periodo del 2004 al 2012, se tomó una población de 1 377. *Suzuki et al. (2016)* documentan que existe poca información de toracotomías de emergencia en pacientes con trauma de tórax contuso. Ellos realizaron una comparación del manejo del arresto circulatorio con las compresiones cardiacas cerradas versus la toracotomía de reanimación, e indican que no se recomienda la TER en trauma de tórax

contuso, y que esta se debe replantear. De la población sometida a dicho estudio, a un 36% se le realizó toracotomía, en contraste con un 64% que se le efectuó CCC. En este estudio se excluyeron los pacientes que ingresaron con arresto circulatorio al servicio de emergencias, las toracotomías posteriores a las 24 horas desde el arribo al servicio de emergencias, las toracotomías en el lugar del incidente y pacientes con datos insuficientes.

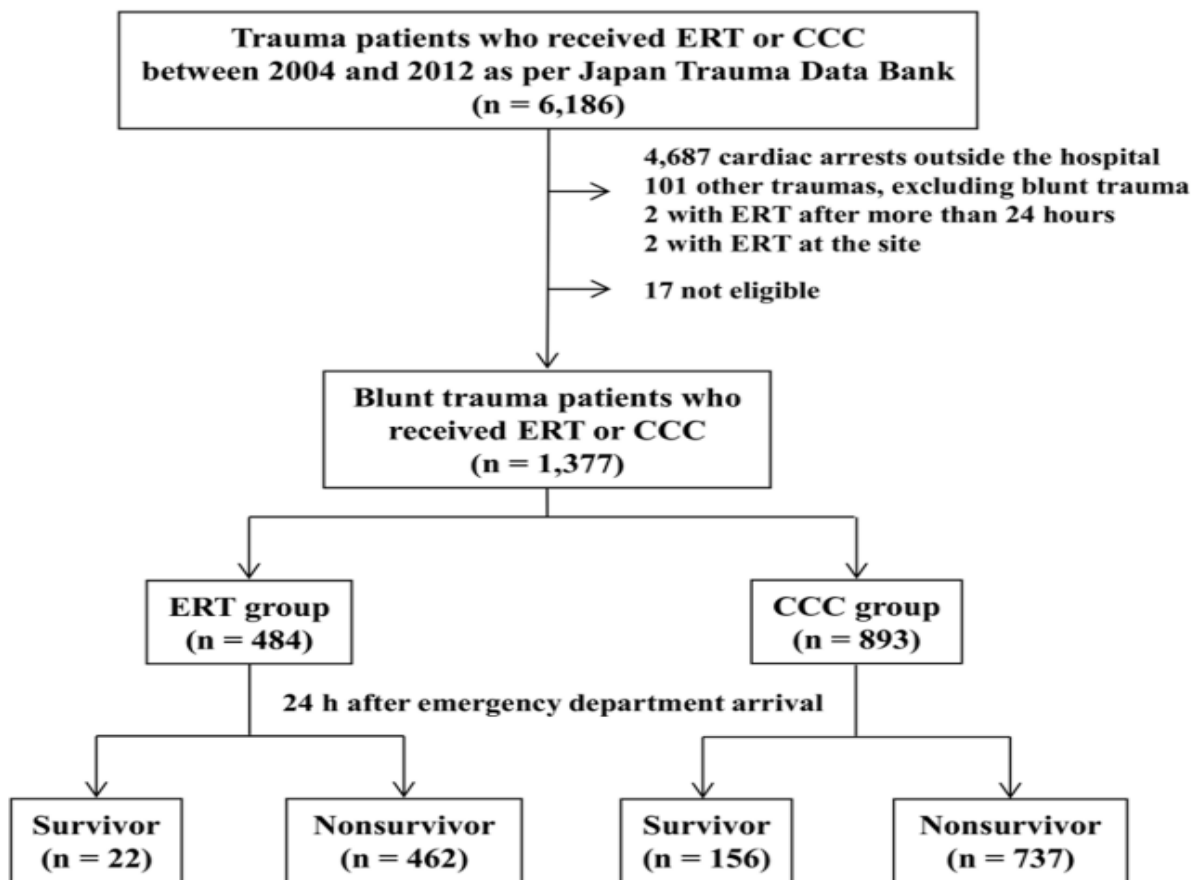


Figura 4.1 Estudio comparativo de la supervivencia entre las compresiones torácicas versus la toracotomía de emergencia en el arresto circulatorio en trauma de tórax cerrado. ERT: toracotomía de emergencias, CCC: compresiones cardíacas torácicas

Nota: Tomado de *Suzuki et al. (2016)*

En el estudio anterior se concluye que la reanimación con TER tiene menor supervivencia

en comparación con la CCC en el trauma cerrado de tórax, con resultados de aproximadamente un 4% de supervivencia para las TER contra un 17% de las CCC. Los autores instan a reconsiderar la toracotomía de emergencia en este escenario. Dentro de las limitaciones del estudio se incluye la poca información del tiempo desde el arresto hasta el procedimiento quirúrgico; además, se desconoce cuántos pacientes recibieron un exceso de CCC antes de una TER.

Las compresiones cardíacas cerradas arrojan datos favorables en temas de supervivencia versus la TER, lo que limita aún más a la TER, con mayores estudios favorables para pacientes con traumatismos penetrantes versus cerrados.

Durante las fases iniciales de la reanimación después de un arresto circulatorio traumático, las compresiones torácicas cerradas son el medio más conveniente de proporcionar un cierto grado de circulación al cuerpo y perfundir el miocardio y el cerebro. Sin embargo, la TER le permite al clínico la opción de realizar masaje cardíaco abierto (*Teeter et al., 2020*).

Para los pacientes en paro cardíaco se debe implementar la reanimación cardiopulmonar a tórax cerrado lo antes posible. No obstante, en aquellos con paro cardíaco secundario a un traumatismo torácico, se recomienda la reanimación cardiopulmonar a tórax abierto lo antes posible (*Wang et al., 2019*). Según el artículo anterior, se realizó un metaanálisis de siete estudios donde se estudiaron a 8 548 personas, los cuales arrojaron que no hay mayor diferencia en la reanimación torácica abierta o cerrada en pacientes en arresto cardíaco.

Para pacientes en arresto circulatorio a quienes no se les puedan hacer CCC, como traumatismo torácico, fractura costal, tórax inestable u otras lesiones torácicas, se debe considerar la TER. Se recomienda individualizar la elección del método de reanimación según cada caso.

*Teeter et al. (2020)* mencionan cómo un estudio reciente encontró que la combinación de CCC con REBOA, en el contexto de arresto circulatorio traumático, resultó en mayor EtCO<sub>2</sub> y fracción de compresión cardíaca antes y después de la oclusión aórtica (AO), en comparación con los pacientes que reciben compresiones cardíacas directas/masaje cardíaco abierto. Esto indica cómo la combinación de procedimientos a la hora de la reanimación cardíaca puede mejorar los resultados en el abordaje del arresto circulatorio traumático.

A pesar de la abundante evidencia de la ineficacia de la TER en pacientes con

traumatismo cerrado, y una declaración negativa con respecto a la ineficacia que se incluye en la mayoría de las guías, este procedimiento aún se hace. Passos et al. informaron que el 51% de las TER realizadas en 123 pacientes se consideraron inapropiadas, lo que resultó en gastos sustanciales, un desperdicio de recursos, un mayor riesgo de exposición de los trabajadores de la salud a posibles infecciones transmitidas por la sangre, y ningún beneficio de supervivencia (Suzuki et al., 2018).

#### **4.1.2 Indicaciones de la TER.**

Si bien es cierto las indicaciones para realizar una toracotomía en pacientes en arresto circulatorio producto de un trauma torácico cerrado no están muy bien definidas, cada día la evidencia que justifica su realización va en aumento.

El Consenso Europeo de Resucitación menciona como prerequisites para una toracotomía de emergencias la regla de las 4 E para aumentar el éxito del procedimiento, que corresponden a expertise adecuado, equipo, ambiente (environment) y el tiempo transcurrido (elapsed time) menor a diez minutos.

Dentro de las indicaciones por las cuales se justifica la realización de la toracotomía de emergencia, según *Smith et al. (2015)*, se pueden mencionar:

- Realizar un drenaje del pericardio en caso de taponamiento cardiaco.
- Acceso al corazón, para reparar laceraciones que usualmente son causadas por desaceleración, lo cual provoca que el órgano se golpee fuertemente contra la pared torácica causando una lesión que genera un sangrado masivo, el que, de no repararse lo más pronto posible, generará un shock hipovolémico y en minutos el arresto circulatorio.
- Acceso a la caja torácica para controlar el sangrado del hilio pulmonar, mediante una maniobra en la que se gira el pulmón para ocluir el flujo sanguíneo.
- Clampeo de la aorta, cuyo objetivo principal es eliminar o al menos disminuir la sangre que irriga los órganos que se encuentran por debajo del diafragma, con el objetivo de que la poca cantidad de sangre que quede perfunda los órganos principales como el corazón, los pulmones y el cerebro.

La toracotomía de emergencia está bien descrita como indicación en casos de traumatismo torácico potencialmente mortal. Las principales indicaciones de la TER en pacientes con traumatismo torácico son la evacuación del taponamiento pericárdico, el control directo de la hemorragia intratorácica del corazón, de los grandes vasos o hilio pulmonar, el control de la embolia aérea masiva, el masaje cardíaco abierto, y el pinzamiento cruzado de la aorta descendente para redistribuir el flujo sanguíneo a órganos vitales (*Refaely et al., 2019*).

Según la AHA, se recomienda la TER en trauma cerrado en pacientes que ingresen al servicio de emergencias con pulso, presión arterial y respiración espontánea, en quienes el arresto circulatorio sea presenciado. Además, incluye traumas cardiacos penetrantes, traumas torácicos penetrantes y lesiones abdominales exanguinantes.

El masaje cardíaco abierto se utiliza como una opción agresiva en el manejo del arresto circulatorio, y presenta mayor sobrevida cuando se realiza en sala de emergencias por personal altamente entrenado. Aunque las guías europeas han documentado procedimientos hechos en el ámbito prehospitalario, en algunos países de Europa existen ambulancias medicalizadas donde el personal a cargo es de médicos especialistas con amplia experiencia en el manejo de pacientes críticamente enfermos, y ya están entrenados y acostumbrados para realizar este tipo de procedimientos invasivos.

Se debe recordar que el manejo del paciente con traumatismos debe ser interdisciplinario, desde el abordaje hasta el manejo de las posibles secuelas, con el objetivo de siempre dar un correcto tratamiento y mejorar la sobrevida.

En la revisión sistemática de *Seamon et al. (2015)* dan seis recomendaciones sobre la realización de la toracotomía, tanto en trauma penetrante como contuso. En este estudio definen los signos de vida como la presencia de respiración espontánea, pulso palpable, medición de la presión arterial, movimientos espontáneos, actividad eléctrica o reactividad pupilar.

1. Recomiendan encarecidamente que los pacientes que presentan ausencia de pulso, pero con signos de vida, después de una lesión torácica penetrante, se sometan a una TER.

2. Recomiendan condicionalmente la TER para los pacientes que se presentan sin pulso y con signos de vida ausentes, después de una lesión torácica penetrante.

3. Recomiendan condicionalmente la TER para los pacientes que presentan ausencia de pulso, pero con signos de vida, después de una lesión extratorácica penetrante.

4. Recomiendan condicionalmente la TER para pacientes que se presentan sin pulso y con signos de vida ausentes, después de una lesión extratorácica penetrante.

5. Recomiendan condicionalmente la TER para los pacientes que presentan ausencia de pulso, pero con signos de vida, después de una lesión contusa.

6. Recomiendan condicionalmente no realizar TER en pacientes que presentan ausencia de pulso y signos de vida después de una lesión contusa.

Indican menores tasas de supervivencias en las lesiones contusas en contraste con las penetrantes, además de que la evolución neurológica es desfavorable en los sobrevivientes de una TER por trauma torácico contuso, donde la evolución neurológica positiva en trauma penetrante es del 90% contra un 54% del trauma contuso (Seamon et al., 2015).

Durante años, en la práctica clínica el arresto circulatorio se ha catalogado con peores probabilidades de sobrevivir, casi contraindicando la reanimación de estos pacientes. En la actualidad, las organizaciones encargadas de dictar protocolos de reanimación se han abocado al manejo de las causas traumáticas, debido a que dicha población en ciertas condiciones presenta causas reversibles y buena supervivencia.

En el arresto circulatorio por trauma, la arritmia más frecuentemente encontrada en el escenario prehospitalario es la actividad eléctrica sin pulso, la cual está asociada a menor supervivencia, pero continúa siendo una indicación para realizar una toracotomía de emergencias.

*Israr et al. (2019)*, en su estudio, evidencian que la ausencia del pulso a la llegada al

servicio de emergencias posterior a un arresto circulatorio se relaciona con una supervivencia general muy mala. El 20% de los pacientes con arresto circulatorio traumático, que habían vuelto a la circulación espontánea en el momento en que llegaron a los servicios de urgencias, fueron dados de alta con vida del hospital. En contraste, solo uno (0.4%) entre los 257 pacientes restantes con arresto circulatorio traumático sin pulso (147 en asistolia y 110 con actividad eléctrica sin pulso) fue dado de alta con vida. En esta publicación recomiendan el uso del P-FAST para identificar la actividad eléctrica sin pulso contra una pseudoactividad eléctrica sin pulso, que indicaría un signo de vida, y por lo tanto las medidas de reanimación se recomendarían a pesar el pronóstico desfavorable.

#### **4.1.3 Contraindicaciones.**

Dentro de las principales contraindicaciones de la TER, que se mencionan en algunos artículos o libros como el ATLS, están los escenarios con ausencia de un médico especialista en cirugía, idealmente con el entrenamiento necesario para dicho procedimiento.

Además, existen condiciones médicas con alta mortalidad en las cuales no se recomienda reanimar de manera quirúrgica, como por ejemplo el trauma torácico contuso sin actividad eléctrica previa, trauma craneoencefálico severo y trauma contuso múltiple.

Dentro de las contraindicaciones en las que muchos autores concuerdan, la ausencia de pulso y signos de vida al abordaje del paciente con trauma de tórax tipo contuso es la más frecuente, esto debido a las bajas tasas de supervivencia y mala evolución clínica.

Se debe recordar que las contraindicaciones para realizar una toracotomía de emergencia van a depender del protocolo de cada país o institución; sin embargo, en Costa Rica no existe ningún protocolo para el manejo de dichos pacientes, por lo que este tipo de decisiones dependerá del profesional a cargo de la atención, individualizando cada caso.

#### 4.1.4 Complicaciones.

A la hora de realizar una valoración primaria y secundaria en pacientes víctimas de trauma, como en cualquier otra situación en el ámbito de emergencias, se deben priorizar las situaciones con alta potencial de mortalidad. La estabilización hemodinámica y respiratoria siempre será el objetivo primordial; si existe inestabilidad, se debe priorizar el esfuerzo de manera interdisciplinaria para lograr un buen pronóstico a corto, mediano y largo plazo.

La inestabilidad respiratoria y hemodinámica requirió tratamiento en la UCI y asistencia respiratoria en solo una pequeña parte de pacientes. Un equipo de trauma torácico integrado y dedicado, formado por profesionales médicos multidisciplinarios, podría mejorar notablemente el resultado clínico (*Zhang et al., 2019*).

El dolor crónico es de las complicaciones más frecuentemente asociadas a la TER, con una prevalencia de hasta más del 50% según algunos autores. Se debe brindar un manejo adecuado, ya que si no puede llevar a otras complicaciones. Muchos autores recomiendan el manejo vía epidural, aunque los autores Kyung Park et al. (2020) indican que su revisión sistemática y metaanálisis proporcionan evidencia de baja calidad de que la analgesia epidural preventiva disminuya la intensidad del dolor agudo y la incidencia de dolor crónico después de la toracotomía en adultos. Además, no es concluyente si la analgesia epidural preventiva mejora otros resultados perioperatorios.

El manejo del dolor con epidural experimentó tasas más altas de tromboembolismo venoso que aquellas sin epidural. La colocación de la epidural es algo compleja, ya que requiere coordinación con el servicio de anestesia del dolor, pruebas de coagulación convencionales normales y ausencia de fractura de columna. Además, se asocia a riesgo de paro cardíaco, lesión neurológica, dolor de cabeza, retención urinaria, infección y hematomas (*Majercik et al., 2017*).

Los autores *Zhang et al. (2019)*, en un estudio retrospectivo realizado en China, determinaron que las lesiones concomitantes estuvieron presentes en aproximadamente la mitad de los pacientes con trauma torácico (2013 de 4168 = 48.3%). La mayoría asociaba fracturas en extremidades (86%), seguida de lesiones abdominales (8.6%), fracturas de clavícula (8%), lesión en la cabeza y columna vertebral (3%), y fractura facial (0.6%); con una puntuación media de gravedad de la lesión (ISS) de  $15.3 \pm 9.6$ . El ISS es una escala de daño, la cual evalúa la

severidad de las lesiones encontradas; sus resultados varían desde 1-8 para lesiones leves, 9-15 moderadas, 16-24 serias, 25-49 severa, 50-74 crítica, y 75 máxima.

Debido a lo mencionado anteriormente, en los pacientes politraumatizados se deben considerar, aparte del trauma de tórax, todas las lesiones en otras regiones anatómicas y sus posibles complicaciones asociadas. Esto recalca la importancia de darles un manejo integral, además de tener en cuenta las posibles complicaciones a corto y largo plazo de una TER, para así minimizar su impacto en el paciente.

#### **4.2 Patologías causadas por el trauma de tórax cerrado**

Existe un grupo de patologías provocadas como consecuencia del trauma de tórax contuso, que pueden progresar a un arresto circulatorio. Las guías del ACLS Proveedor Experto 2018 de la AHA mencionan potenciales causas de deterioro cardiopulmonar y arresto circulatorio en trauma:

- Lesión severa del sistema nervioso central con colapso cardiovascular secundario.
- Hipoxia secundaria a insuficiencia respiratoria, resultado de lesión neurológica, obstrucción de la vía aérea, neumotórax abierto, laceraciones traqueobronquiales o aplastamientos.
- Lesiones directas o severas en estructuras vitales como el corazón, aorta o arterias pulmonares.
- Condiciones médicas u otras que conducen a la lesión; ejemplo: arresto circulatorio súbito o un ictus que llevan al paciente a un accidente de tránsito.
- Disminución severa del gasto cardiaco debido a neumotórax o taponamientos cardíacos.
- Exanguinación que conlleva a una hipovolemia y a la disminución severa de la oxigenación.
- Lesiones en ambientes de bajas temperaturas que se complican secundariamente a la severa hipotermia.

Las lesiones en los órganos intratorácicos causadas por traumas contusos ocurren por una desaceleración súbita importante, la cual genera que las vísceras se impacten contra las estructuras óseas de la pared torácica; además de que, por la desaceleración, los ligamentos que sostienen algunas de las vísceras pueden romperse generando un sangrado importante.

Las lesiones viscerales y de tejidos blandos pueden ser potencialmente mortales. Hasta el 75% de los casos presentarán contusión pulmonar, aunque puede tomar de 24 a 48 horas antes de que se manifieste totalmente; el adecuado control y manejo pueden reducir el riesgo de síndrome de dificultad respiratoria aguda. Los neumotórax y hemotórax ocultos pueden tratarse de forma expectante con un examen físico seriado y radiografías de tórax; sin embargo, se requerirá un drenaje torácico quirúrgico dirigido hacia el vértice del pulmón en un neumotórax grande o hacia la base para un hemotórax grande. Las lesiones traqueobronquiales tienen una alta mortalidad prehospitalaria pero una baja incidencia, y pueden pasarse por alto hasta en un 68% de los pacientes. (*Zreik et al., 2016*).

Según Parry et al. (2015), las lesiones torácicas contusas se tratan comúnmente en la UCI, y es esencial un conocimiento sólido de las estrategias de ventilación mecánica, tanto invasivas como no invasivas. Las lesiones cerradas de la aorta torácica requieren un diagnóstico temprano y un manejo agresivo de la presión arterial; no todas necesitan reparación quirúrgica, pero las que sí, se benefician de un abordaje endovascular. El manejo del tórax inestable incluye analgesia multimodal agresiva temprana, oxígeno adecuado y soporte ventilatorio; se puede considerar la fijación quirúrgica de las costillas en pacientes seleccionados.

En conclusión, durante el abordaje del paciente víctima de trauma se debe estar alerta a todas estas condiciones, debido a la alta posibilidad de complicarse hacia un PCR, e incluso causar la muerte.

### **4.3 Estudios complementarios**

Las pruebas a realizar en los pacientes con traumatismos torácicos van a depender de cada caso en particular. En ningún momento se justifica el retraso en el abordaje y tratamiento de

dichos pacientes por la realización de las pruebas, pues estas solo se utilizan como apoyo diagnóstico o de tratamiento. El electrocardiograma se recomienda como prueba inicial, tanto en el ambiente prehospitalario como en el hospitalario.

Según la estabilidad hemodinámica del paciente, se puede optar por otras pruebas de gabinete, como ecocardiograma e imágenes de tórax. El E-FAST es de las pruebas con mayor auge en la sala de emergencias en los últimos años, y debería ser realizada e interpretada por personal altamente capacitado. Autores como Schellenberg et al. recomiendan que el E-FAST debe ser combinado con otras pruebas, debido a que en traumas torácicos cerrados existe alta sospecha clínica de lesión torácica.

La radiografía de tórax (CXR) y E-FAST normales, ya sea solos o en combinación, no son suficientemente sensibles para descartar lesiones en pacientes con traumatismos torácicos cerrados estables. En otras palabras, en caso de existir sospecha clínica de lesión, la necesidad de una tomografía computarizada del tórax no se evita al tener un resultado normal en una o ambas de estas pruebas de detección.

Según *Schellenberg et al. (2018)*, la CXR es especialmente deficiente para evaluar el mediastino en busca de lesiones, lo cual es preocupante, porque la tasa de lesiones aórticas pasadas por alto en esta serie habría sido del 22% si no se hubiera realizado una tomografía computarizada. Particularmente después de las colisiones de motocicletas y traumatismos entre automóviles y peatones, la tasa de lesiones pasadas por alto en el E-FAST y CXR es significativa. Una población en la que la tomografía computarizada del tórax se puede prescindir de manera segura sigue sin definirse.

Una revisión sistemática con posterior metaanálisis, hecha por Arajab et al., concluye que la ecografía es más sensible (78.6%) y específica (98.4%) que la radiografía de tórax en supino (sensibilidad 39.8% y especificidad 99.3%) para el diagnóstico de neumotórax. Los médicos de urgencias realizan mejor la ecografía torácica que los no urgenciólogos (sensibilidad del 82.3% y 72.8% respectivamente). Este dato puede estar relacionado con su experiencia acumulada en la realización de E-FAST, y enfatiza la importancia del aprendizaje y el entrenamiento continuo necesarios en esta técnica operador-dependiente.

Entre un 5 y el 76% de los pacientes con traumatismo torácico pueden tener un neumotórax oculto. Aunque la mayoría son pequeños, pueden poner en peligro la vida del paciente, sobre todo si es preciso administrar presión positiva.

A todos los pacientes con trauma cerrado de tórax incluidos en el estudio observacional, analítico y prospectivo, en el Hospital Universitario Hernando Moncaleano Perdomo, entre el 1° de enero de 2015 y el 31 diciembre de 2016, se les tomó una placa de tórax al ingreso. Sus hallazgos en orden de frecuencia fueron: radiografía normal en 41.3%, neumotórax en 34,8%, fracturas costales en 28.2%, contusión pulmonar 23.9%, hemotórax en 17.4%, ensanchamiento mediastinal y aumento de la trama en el hilio en 13% cada uno (*Siado et al., 2019*).

En el estudio anterior, documentan que casi la mitad de las víctimas de trauma de tórax presentan una radiografía normal, apoyando la recomendación de que un estudio normal no debe descartar la posibilidad de una lesión.

Se sostiene que es racional utilizar E-FAST para evaluar el movimiento de la pared cardiaca, con el objetivo de distinguir la parada cardíaca de la verdadera disociación electromecánica de la pseudo-PEA, ya que un corazón que aún late exige intentos continuos de reanimación del paciente.

#### **4.4 Toracotomía vs otras alternativas**

Una alternativa es el procedimiento conocido como REBOA, por sus siglas en inglés “Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta”. La indicación para utilizarlo es principalmente la reanimación y el control de sangrado no compresible en el torso. Se ha implementado como una alternativa a la TER, principalmente en pacientes cuyo sangrado sea de origen abdominal o pélvico, en quienes exista un riesgo inminente de paro cardiorrespiratorio. Al ser una maniobra segura y mínimamente invasiva, está indicado su uso antes de realizar una toracotomía.

Se han documentado casos de un paciente con lesión hepática grado V asociada a un sangrado abdominal importante, y pacientes con fracturas pélvicas con sangrados masivos, donde el uso del REBOA fue eficaz para controlar estos sangrados (*Ordóñez et al., 2017*).

Sin embargo, con base en la evidencia disponible, se ha mencionado que el uso del REBOA puede ser perjudicial en pacientes que presenten trauma cervicotorácico, tanto penetrante como cerrado, que se asocie a shock hemorrágico, debido a que la oclusión de la Zona I podría exacerbar el sangrado y acelerar el colapso cardiocirculatorio, por lo que este tipo de pacientes sí deberían ser llevados a sala de operaciones para una toracotomía de emergencia.

En un futuro, en pacientes con inestabilidad hemodinámica cuya causa sea un sangrado no compresible originado en la región abdominopélvica, el uso del REBOA podría llegar a sustituir a la toracotomía de emergencias para prevenir el colapso circulatorio, no así en pacientes con trauma torácico.

El VATS, por sus siglas en inglés “Video Assisted Thoracic Surgery”, si bien es cierto es una técnica mínimamente invasiva, está indicado únicamente en pacientes hemodinámicamente estables, por lo que no sería una opción a tomar en cuenta en pacientes en arresto circulatorio, o que estén a punto de claudicar hemodinámicamente. Sin embargo, para manejar patologías que no amenazan la vida del paciente, sería una muy buena opción, ya que con dicha técnica se reducen algunos efectos secundarios, entre ellos el dolor posterior a la intervención.

#### **4.5 Sobrevida**

En los antecedentes utilizados en este trabajo de graduación, la mayoría de los estudios se basaron en las tasas de supervivencia en pacientes con trauma de tórax contuso y penetrante en situaciones post toracotomías. Además, se analizan los factores que influyen en estos porcentajes de manera positiva y negativa.

Los autores *DiGiacomo et al. (2017)* definen como supervivencia de las toracotomías en el servicio de emergencia al retorno de los signos vitales, y al tiempo que transcurre entre el área de reanimación y el quirófano.

Inicialmente, se debe valorar la sobrevida del traumatismo de tórax cerrado, así como de las lesiones asociadas. Los dos factores que impactan en mayor medida el pronóstico de los pacientes con trauma cardíaco cerrado son los signos vitales al ingreso y la presencia de paro cardíaco durante el abordaje inicial. Los pacientes estables hemodinámicamente al ingreso tienen una probabilidad de sobrevida del 73%, aquellos con ausencia de presión arterial del 29%, y de los que se presentan en paro cardiorrespiratorio al abordaje inicial apenas sobrevive un 8% (Alvarado et al., 2015).

*Refaely et al. (2019)* consideran como los principales factores que influyen en la supervivencia de las toracotomías, el estado del paciente a la hora del ingreso a la sala de emergencias, la duración del procedimiento y la frecuencia cardíaca al final del procedimiento.

Se deben analizar los factores que puedan determinar la supervivencia a largo plazo, como una atención inmediata, el arresto circulatorio en presencia del cuerpo médico, lesiones adicionales, personal altamente entrenado, acceso a un centro médico especializado y capaz de sobrellevar cualquier complicación. Y se entiende que la ausencia de estos factores influye de manera negativa en la supervivencia.

Uno de los factores, que analizan los autores *Dumas et al. (2019)*, es el volumen de atenciones del centro médico como factor que influye en la sobrevida. Se plantea en este análisis retrospectivo, la hipótesis de que los pacientes que ingresan a centros médicos de mayor volumen presentan las tasas de supervivencia más altas tras la realización de la toracotomía. El estudio se llevó a cabo con datos del Pennsylvania Trauma Outcomes Study (PTOS) de toracotomías realizadas entre el 2007 y el 2015. Se estudió una población de 1 399 pacientes en 28 centros médicos de trauma, niveles I y II. Incluyó toracotomías para trauma de tórax penetrante y contuso; además, valoró factores extrínsecos, como las características de los signos vitales, el mecanismo de la lesión y el tiempo de la atención prehospitalaria.

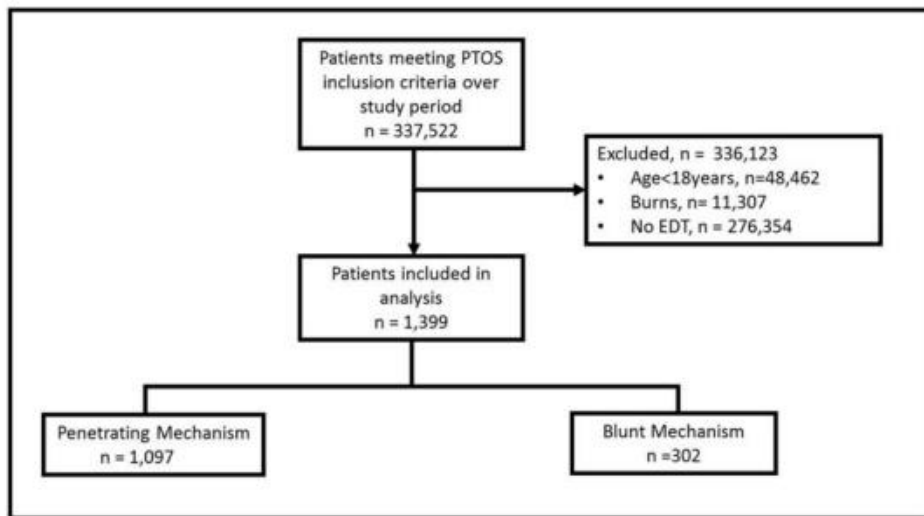


Figura 4.2 Distribución de pacientes incluidos en el estudio

Nota: Tomado de *Dumas et al. (2019)*

En la figura 4.2 se plantea la distribución del estudio, de 337 522 pacientes. Se excluyeron 336123 de ellos debido a su edad, factores extrínsecos o que no se les hizo la TER. Finalmente, se incluyeron 1 399, quienes se dividieron en dos grupos, mecanismo penetrante y contuso, con más TER realizadas para trauma penetrante.

*R. Dumas et al. (2019)* dividieron los centros de trauma en tertiles de acuerdo con el volumen medio anual de TER. Definieron los centros de trauma con alto volumen de atención como aquellos con un rango de 3.7 - 5 TER anuales, mientras que hubo un centro de volumen medio de 2.2 - 3.4, y de bajo volumen de 1-2.

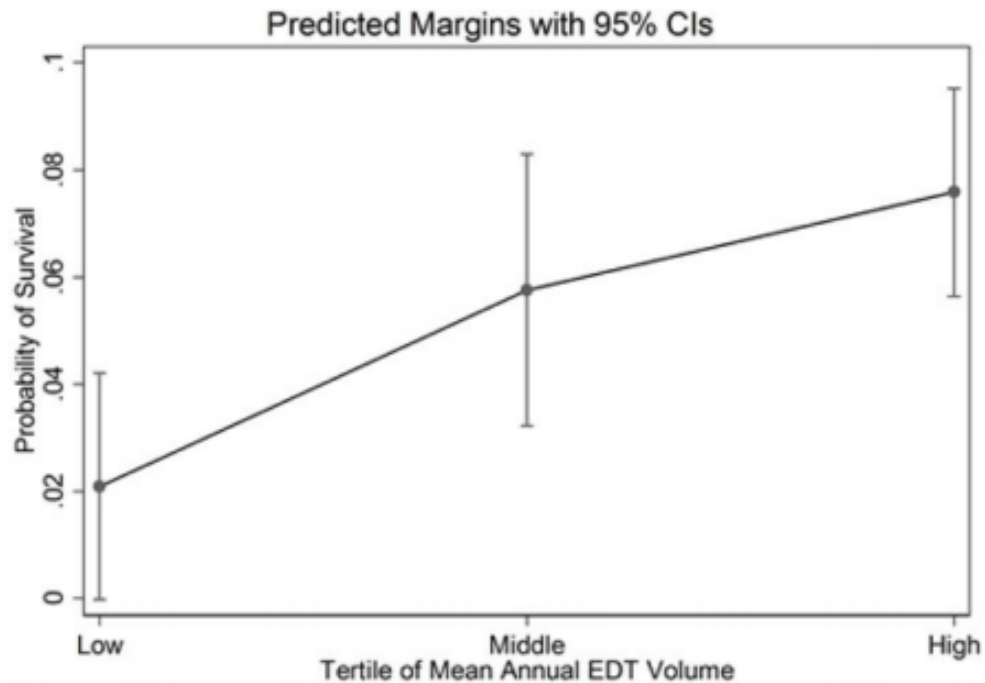


Figura 4.3 Predictor de supervivencia según el tercil de volumen anual de toracotomías de los departamentos de emergencia

Nota: Tomado de *Dumas et al. (2019)*

En el gráfico anterior (figura 4.3) se detalla cómo a mayor volumen según el tercil de TER anuales, se evidencia un incremento en la probabilidad de sobrevivir. Los autores aclaran que la tasa de sobrevivida puede ser incluso mayor a la que se informó, debido a que no todas las TER fueron realizadas en centros de trauma especializados con alto volumen de atención.

Los autores *Moore et al. (2016)* suponen que la supervivencia de la TER ha mejorado durante las últimas cuatro décadas. Proponen que se puede considerar el mecanismo de la lesión y la RCP prehospitalaria como marcadores que pueden sugerir menor tasa de supervivencia, esto debido a que los traumas contusos presentan menor supervivencia (3%) en contraste con un 9% en los traumas penetrante. Además, mencionan que aproximadamente el 80% de los pacientes reciben RCP a nivel prehospitalario previo a una TER, y que la RCP prehospitalaria menor a 15

minutos en pacientes de trauma penetrante previo a la TER se asocia a buen pronóstico neurológico.

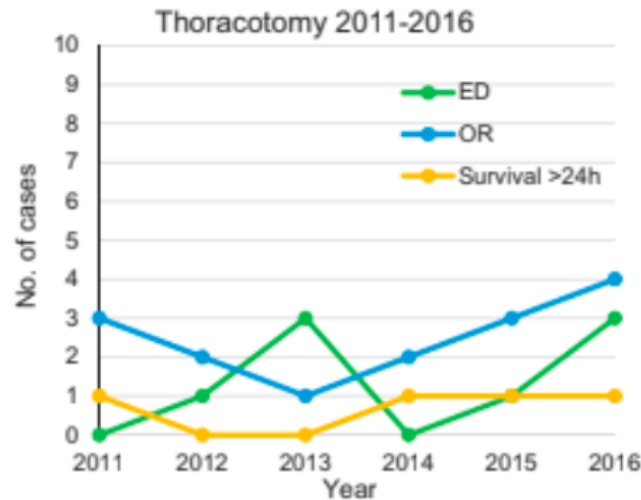


Figura 4.4 Toracotomías de emergencia realizadas en el Hospital Khoo Teck Puat durante un período de seis años

Nota: Tomado de *Yoong et al. (2018)*

En la figura 4.4 se evidencia un aumento en la supervivencia de los pacientes con trauma sometidos a TER con el paso de los años, aunque la TER es poco común en los centros de trauma de Singapur, debido al bajo volumen de casos de trauma penetrante.

En la figura 4.5 se muestra la distribución del estudio de (*Yoong et al. 2018*), con pacientes con una media edad de 38 años, cuyo principal mecanismo de lesión fue el trauma contuso (87%). En este estudio la supervivencia fue de un 15% en la TER realizada en trauma contuso, en comparación con un 33% en el trauma penetrante (*Yoong et al. 2018*).

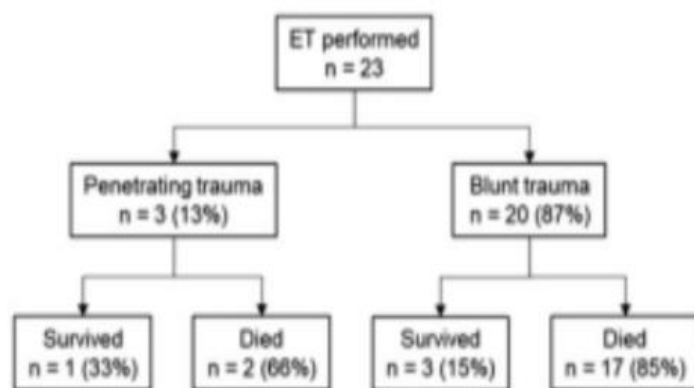


Figura 4.5 Supervivencia de la TER

Nota: Tomado de *Yoong et al. (2018)*

Los seis principales predictores de supervivencia fueron la respiración espontánea, el movimiento espontáneo, el pulso palpable, la presión arterial medible, la actividad eléctrica cardíaca y la reactividad pupilar. Entre los cuatro supervivientes, las similitudes observadas fueron la ausencia de paro cardíaco y reanimación cardiopulmonar, y tener una presión sistólica > 110 mm Hg a la llegada. Aunque la mayoría de las toracotomías de emergencia se realizaron por lesiones contusas, este estudio muestra que la supervivencia después de una toracotomía de emergencia es posible, y debe continuar bajo indicaciones clínicas aceptadas (*Yoong et al., 2018*).

Debido a las mejoras en la respuesta y la atención prehospitalaria, *Dickson et al. (2018)* recomiendan que se deben reevaluar los parámetros cuando se considera una TER en el servicio de urgencias, y utilizarla únicamente como herramienta para ayudar a la reanimación de los heridos de muerte.

La TER está justificada para cualquier paciente con trauma torácico o subdiafragmático que se presente en condición extrema, con antecedentes de signos de vida en el lugar de los hechos, o actividad cardíaca organizada a la llegada al centro médico; en caso contrario, debe individualizarse cada paciente (*DiGiacomo et al., 2017*).

A. Intervalo de tiempo entre último signo de vida y la TER

	Responders (n = 27)	Non-responders (n = 40)	p value
<3 min	17	12	0.02 <sup>a</sup>
3–7 min	2	4	1.00 <sup>b</sup>
8–14 min	4	10	0.37 <sup>b</sup>
15–20 min	3	4	1.00 <sup>b</sup>
>20 min	1	10	0.04 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Chi-square test.

<sup>b</sup> Fisher's exact test.

B. Eficacia de la toracotomía

	Responders	Non-responders
No signs of life at scene	11.6%	84.0%
Signs of life at scene	85.2%	34.1%
Signs of life in trauma resuscitation area	81.5%	41.5%
Intra-thoracic pathology identified at EDT	22.2%	46.3%
No intra-thoracic pathology (strictly resuscitative)	77.8%	53.7%

Figura 4.6 A. Intervalo de tiempo entre último signo de vida y la TER. B. Eficacia de la toracotomía

Nota: Tomado de *DiGiacomo et al. (2017)*

En la figura 4.6 (A) se observa que el estudio analizó a 67 pacientes, y se demuestra que a mayor tiempo transcurrido entre el último signo de vida y la TER, la respuesta es peor, especialmente después de tres minutos. En la parte B se muestran los diferentes escenarios y se compara la eficacia. El grupo de respondedores se caracterizó por tener más pacientes con signos de vida en la escena y en la sala de reanimación, y por tener más lesiones extratorácicas. El grupo de no respondedores en su mayoría no tenía signos de vida en la escena y presentaba más lesiones intratorácicas detectadas en la TER.

La supervivencia a largo plazo tiene que ser un objetivo considerado por el personal tratante. En este estudio japonés se comparó la sobrevida en dos grupos: a aquellos a los que se

les realizó una TER y a quienes se les dio CCC. Las tasas de supervivencia fueron significativamente más bajas en el grupo de TER, con una supervivencia a las 24 horas del 4.5% con TER versus el 17.5% con CCC ( $p < 0,001$ ), y a los 28 días del 1.2% con TER versus 6.0% con CCC ( $p < 0,001$ ) (Suzuki et al., 2016).

Otro de los factores que se deben considerar en la supervivencia, es el lugar físico donde se hace la TER. Narvestad et al. (2016) realizaron una revisión colectiva y sistemática de estudios europeos para comparar entre las TER por trauma penetrante y contuso, hechas en la sala de emergencias y en la sala de cirugía.

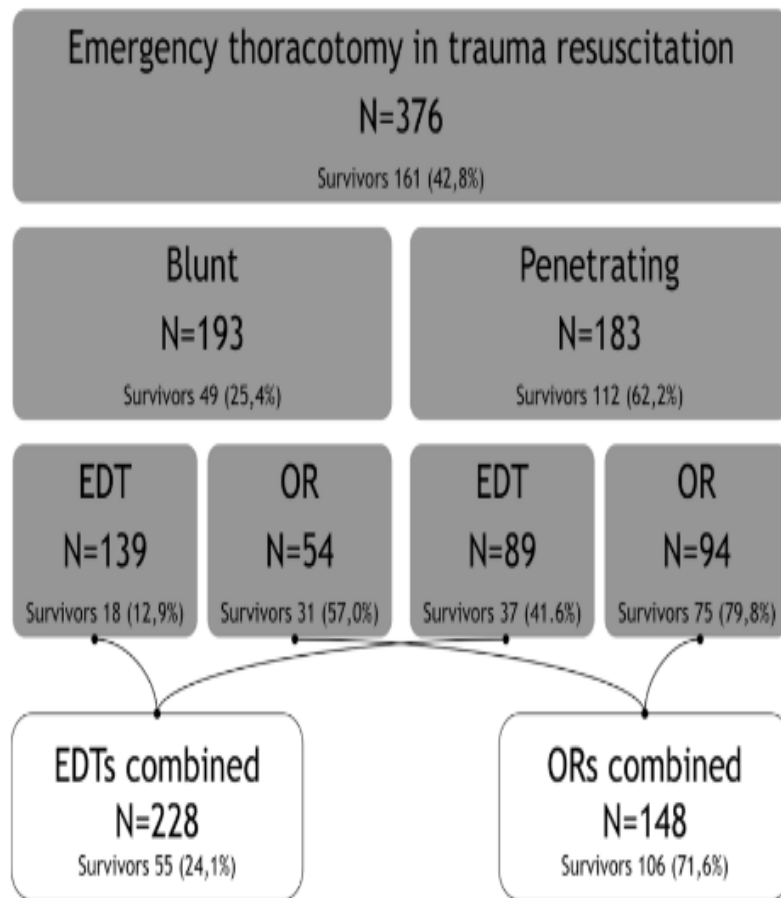


Figura 4.7 Distribución de TER realizadas de acuerdo con mecanismo de trauma y lugar del procedimiento

Nota: Tomado de *Narvestad et al. (2015)*

En la figura 4.7 se observa que la distribución por mecanismo de trauma fue bastante similar en ambos grupos. El estudio demuestra cómo el sitio donde se realiza una TER puede influir en la supervivencia de los pacientes. Las tasas de sobrevida son mayores cuando la TER se hace en sala de operaciones, comparada con las que se realizan en la sala de emergencias. En el trauma de tórax contuso la sobrevida fue del 12.9% en sala de emergencias, en comparación con el 57% en sala de cirugías. En el trauma de tórax penetrante los resultados también fueron favorables para las TER realizadas en sala de cirugías, con un 79.8% de sobrevida versus el 41.6% en sala de emergencias.

Otros autores como *Yoong et al. (2018)* también estratificaron la realización de la TER tanto en el SEM como en sala de operaciones. En la figura 4.8 se puede observar la distribución de su estudio, en la cual se evidencia una mortalidad del 100% en el servicio de emergencias, a diferencia de la sala de operaciones, donde la tasa de mortalidad fue del 73% y la sobrevida a largo plazo del 27%.

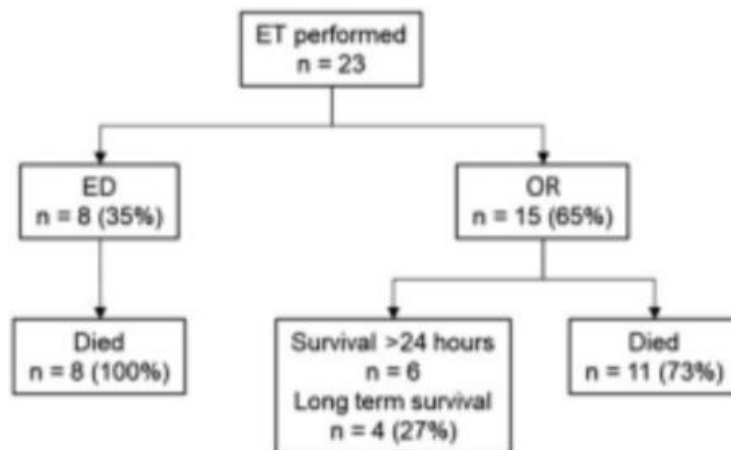


Figura 4.8 Estratificación de las TER según el lugar donde se realizó

Nota: Tomado de *Yoong et al. (2018)*

En las revisiones de Europa se menciona que el número de pacientes de trauma contuso es mayor comparado con otras zonas del mundo como Norte América. Debido a falta de datos en el trauma contuso, aún existe la tendencia a favor de los resultados en pacientes de trauma penetrante. Sin embargo, los autores Narvestad et al. (2015) indican que no están de acuerdo con los resultados previos en trauma contuso, ya que, en su estudio, donde analizan ocho artículos, el resultado de supervivencia es del 12.9% en trauma contuso y del 41.6% en trauma penetrante, indicando que el resultado no es desfavorable en el trauma contuso.

En poblaciones donde existe un aumento de trauma torácico contuso, se han sugerido datos favorables de supervivencia en esta población. Se observa un menor porcentaje de sobrevida comparado con el trauma de tórax penetrante, pero los resultados donde se practican mayor número de toracotomías en trauma de tórax cerrado no son desfavorables, comparados con estudios anteriores.

*Mizushima et al. (2015)* indican que es posible que la salida de alto volumen de líquido por el tubo torácico, como indicador tradicional de toracotomía, no se aplique a pacientes con trauma torácico contuso. Y aunque las decisiones tempranas para realizar un procedimiento quirúrgico aumentan la sobrevida en los pacientes con lesiones torácicas severas, se debe evitar llevar a cabo procedimientos innecesarios.

A continuación, se analizará el servicio extrahospitalario como factor de la sobrevida en al trauma torácico contuso. Como su nombre lo dice, el ámbito extrahospitalario es aquel que se presenta fuera de un centro hospitalario, donde profesionales de la salud actúan frente a escenarios de casos médicos y de trauma con equipamiento y espacios reducidos. Por ende, este personal no está exento de atender a pacientes con traumatismos de tórax que provocan que el paciente se encuentre en un estado crítico, donde se deba intervenir prioritariamente para poder lograr que sobreviva.

Se debe considerar al servicio prehospitalario como un eslabón de suma importancia en la cadena de supervivencia de los pacientes con traumatismos torácicos contusos, ya que un correcto abordaje y un tratamiento oportuno inician desde el primer contacto con el paciente en la escena.

Los avances en la medicina de urgencias prehospitalarias permiten que las opciones de tratamiento tradicionalmente reservadas para la atención hospitalaria se realicen cada vez más en el entorno prehospitalario. Un ejemplo de este desarrollo es la esterno-toracotomía transversal, también denominada toracotomía en concha o clamshell (CST) (*Schober et al., 2018*).

Actualmente, existe la apertura de realizar toracotomías en ambiente prehospitalario, como alternativa del tratamiento tradicional en países con personal médico especializado en unidades especiales, siendo la CST la más común. Existen pocos datos sobre regulaciones y países que acepten dicho procedimiento, pero puede ser una alternativa en el futuro.

Algunos autores sugieren que subpoblaciones seleccionadas con trauma cerrado podrían beneficiarse de la CST en el ambiente prehospitalario y, por lo tanto, el dogma de no CST en traumatismos cerrados es demasiado simplista y debe revisarse (*Schober et al., 2018*).

El ambiente prehospitalario también puede ser evaluado como factor en la cadena de supervivencia. Con el pasar de los años el personal prehospitalario se ha profesionalizado y actualizado constantemente. Aunque existen pocos estudios, en el descrito por *Moore et al. (2016)* evalúan la efectividad del RCP en relación con la sobrevida.

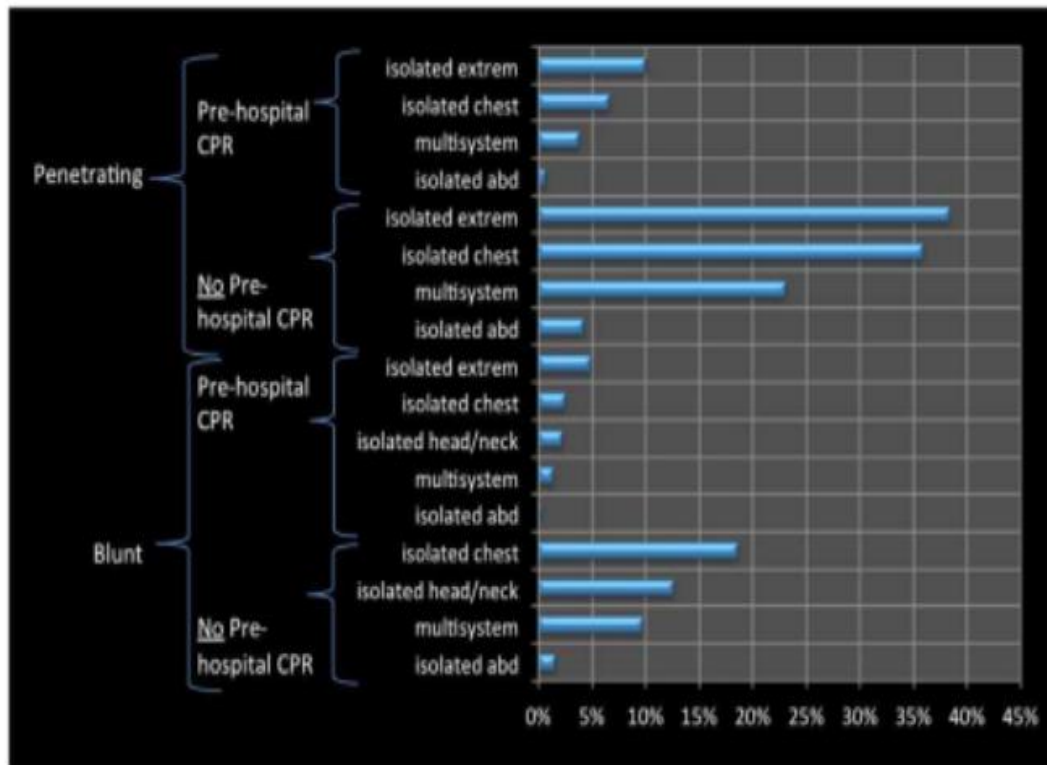


Figura 4.9 Porcentaje de sobrevivencia de los pacientes según el patrón de lesión y la RCP prehospitalaria

Nota: Tomado de Moore et al. (2016)

Los resultados del estudio anterior indican que cuando el mecanismo de trauma solo afecta la región torácica, los pacientes tienen mayor sobrevivencia que cuando se asocian a lesiones en abdomen o trauma multisistémico. Además, indican que la RCP prehospitalaria se asocia a peores resultados de sobrevivencia, tanto en traumas penetrantes como en contusos; la tasa de supervivencia bruta fue del 10%, en comparación con los pacientes sin RCP, quienes tuvieron una sobrevivencia del 34%. Usualmente la RCP prehospitalaria se asocia a un tiempo prolongado del paciente con intentos de reanimación y retraso en el tratamiento definitivo. Esto no quiere decir que no se deba aplicar RCP en pacientes con trauma, pero abre la posibilidad de mejores estudios a futuro.

## 4.6. Poblaciones especiales

En poblaciones de riesgo se toman los extremos de la vida. En la población pediátrica para este análisis se incluyen edades desde 1 hasta los 18 años. Sin embargo, el subgrupo mayormente afectado es el de los adultos jóvenes, que según la OMS comprende entre los 18 y 30 años de edad, y son quienes representan la mayor productividad de un país.

### 4.6.1 Pediatría.

En la pediatría, el trauma sigue siendo de las entidades con mayor desenlace mortal. Se deben conocer los cambios fisiológicos y anatómicos que presenta esta población, a causa de que pueden alterar el resultado de una toracotomía de emergencias. Según Pearson et al. (2017), los niños son más propensos a desarrollar hipoxia debido a la baja capacidad funcional residual, menor volumen pulmonar y alto consumo de oxígeno tisular. El mediastino es más móvil en los niños, lo que permite que un neumotórax se convierta rápidamente en un neumotórax a tensión y choque obstructivo. El efecto del shock hipovolémico es similar al que se observa en los adultos, pero más pronunciado en los niños, y puede causar cambios abruptos en los signos vitales y llevar a paro cardiorrespiratorio.

El arresto circulatorio traumático (TCA) pediátrico es un tema difícil para el médico de urgencias, y aún más debido a la falta de pautas claras para esta población. Algunos han sugerido que la etiología del TCA en los niños es un compromiso respiratorio más que un desangramiento. Zwingmann et al. mostraron que los niños tienen una tasa de supervivencia más alta. en comparación con los adultos, pero sufren de peores resultados neurológicos. No existe un consenso claro sobre la reanimación de poblaciones pediátricas en arresto circulatorio traumático. La mayoría de las pautas y recomendaciones se derivan de datos de poblaciones principalmente adultas, limitando su uso en el paciente pediátrico (*Teeter et al., 2020*).

En la población pediátrica existe gran vacío de información, y aún faltan por definir criterios y hacer más estudios actualizados de la sobrevida en estos pacientes. Además, debido a la poca cantidad de toracotomías de emergencia realizadas en menores de 18 años, se requiere mayor entrenamiento y protocolos para el personal médico a cargo.

Estudios recientes muestran que la toracotomía de reanimación pediátrica puede mejorar la supervivencia después de un paro traumático, según el mecanismo de la lesión. Schauer et al. (2018) realizaron un estudio en población pediátrica con una mediana de diez años en Irak y Afganistán, en el cual compararon la supervivencia de las toracotomías contra la RCP en trauma penetrante, que incluía heridas de arma blanca, explosiones y accidentes automovilísticos. De acuerdo con los datos, los indicadores de buen pronóstico para pacientes pediátricos incluyen lesiones penetrantes en el pecho, signos de vida al llegar y traumatismo multisistémico mínimo o nulo. Por el contrario, los traumatismos contundentes severos, ausencia de signos de vida a la llegada, y tres o más sistemas involucrados son indicadores de mal pronóstico. Mencionan que sus resultados difieren de otros estudios, debido a que los pacientes estudiados fueron en un ambiente militar, y se debe tomar en cuenta que el personal médico militar está en constante entrenamiento, y está familiarizado con la toracotomía de emergencias en ambas poblaciones. Finalmente, recomiendan más estudios sobre la TER en trauma contuso.

*Moore et al. (2015)* proponen que en la población pediátrica no está indicada la toracotomía de emergencia, a causa de que consideran el mecanismo de lesión como el predictor más fuerte, y en los pacientes pediátricos el trauma contuso es el mecanismo más común, en comparación con la población adolescente.

*Moore et al. (2016)* realizaron un estudio sobre la TER en la población pediátrica, con una revisión de 40 años (1974-2014), que incluyó menores de 18 años, cuyas variables predictoras fueron el mecanismo de la lesión, el patrón de la lesión y la actividad cardiaca en el campo. En la figura 4.10 se observa la distribución del estudio; los pacientes se dividieron en pediátricos menores a 15 años, y los adolescentes de 15 a 18 años. Los resultados que se incluyeron son una reanimación exitosa y la supervivencia en general.

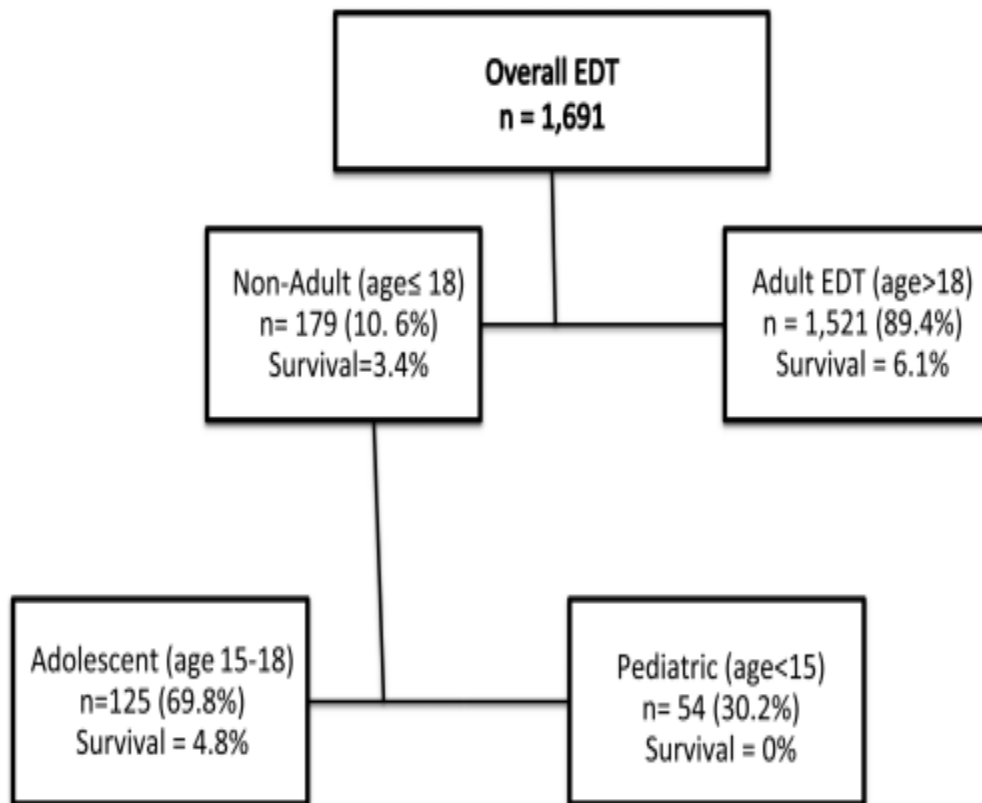


Figura 4.10 Patrón de sobrevida de las toracotomías en el departamento de emergencias según la cohorte por edad

Nota: Tomado de *Moore et al. (2016)*

En el estudio, los autores concluyeron que de los pacientes no adultos sometidos a toracotomías en el servicio de emergencia, los adolescentes tienen mejor sobrevida. La diferencia entre estos y los pacientes pediátricos la atribuyen a los distintos mecanismos de lesión entre estas poblaciones. La incidencia de supervivencia fue significativamente menor en los pacientes pediátricos, quienes asociaron mayor incidencia de traumatismo craneoencefálico. No obstante, recomiendan que los pacientes pediátricos con lesiones torácicas penetrantes aún pueden beneficiarse de la TER.

La toracotomía de reanimación es un procedimiento poco común en esta población, lo cual limita la capacidad de obtener datos de alta calidad. La documentación prehospitolaria en el entorno de combate es deficiente, debido a la naturaleza caótica del combate y a las múltiples transferencias que ocurren durante el proceso, lo que resulta en una cantidad relativamente grande de datos faltantes. No está claro qué grupos de edad y patrones de lesiones tienen más probabilidades de beneficiarse de este procedimiento. Más datos sobre los resultados ayudarán a orientar la planificación futura, las prioridades de capacitación y la asignación de recursos (Schauer et al., 2018).

#### **4.6.2 Adulto mayor.**

La definición de adulto mayor varía según la literatura. En Costa Rica, un adulto mayor es aquel con edad mayor o igual a 65 años. Aunque se sale del rango de estudio del trabajo, esta población igualmente puede presentar un trauma de tórax por diferentes variables. En esta población se asocia en mayor cantidad de comorbilidades, por lo que su supervivencia se puede ver mayormente afectada.

En un estudio tipo cohorte realizado por Norri et al. (2019), de un grupo de pacientes víctimas de TCA contundente, la supervivencia aumentó a mayor edad del paciente. Un número de pacientes con ISS bajo en el grupo de ancianos, plantea la posibilidad de que esta mejora de la supervivencia se deba a un paro cardíaco médico previo o concomitante en la cohorte de mayor edad. No se debe desanimar a los médicos a reanimar el arresto circulatorio debido a la edad del paciente, especialmente cuando las lesiones aparentes parecen mínimas.

Los límites de edad para los procedimientos de reanimación invasivos en TCA no se han establecido bien. Las poblaciones en los extremos de la vida en la mayoría de los estudios se consideran de riesgo, lo cual conlleva a la disminución de procedimientos realizados y pocas publicaciones actualizadas.

Estudios recientes sugieren que la supervivencia después de un paro cardíaco traumático ha mejorado. Muchos adultos mayores disfrutaban de estilos de vida activos, que ocasionalmente

resultan en un PCR de tipo traumático. La epidemiología y la eficacia de los procedimientos de reanimación en PCR traumático contundente en pacientes de edad avanzada en gran medida se desconocen.

## **4.7 Casos Clínicos**

A continuación, se analizarán dos casos clínicos reportados por Schober et al. (2018). Este artículo reporta el caso de dos pacientes con trauma contuso, a quienes se les realizó una toracotomía de emergencia tipo clamshell en el ámbito prehospitalario y tuvieron un ROSC favorable, aunque posterior al ingreso hospitalario tuvieron mal pronóstico.

### **4.7.1. Caso clínico N° 1.**

Un adulto mayor conductor de un vehículo liviano, quien sufrió una colisión contra un vehículo pesado. Al llegar la ambulancia, el paciente estaba consciente, sin TCE. El personal prehospitalario, dentro de sus hallazgos, documenta un trauma abierto con sangrado activo en miembro superior, y sospechas de una lesión torácica izquierda con disminución del murmullo vesicular. El paciente se deterioró y evolucionó a un arresto circulatorio. El equipo de HEMS en escena decidió realizar una toracotomía tipo clamshell (CST) prehospitalaria, que demostró hemorragia intratorácica. El paciente fue estabilizado y se trasladó a un centro de trauma de nivel I para un tratamiento definitivo. Los signos vitales restaurados fueron: presión arterial 115/79 mm Hg, frecuencia cardíaca 103/min, saturación de oxígeno 93% y EtCO<sub>2</sub> 32 mm Hg.

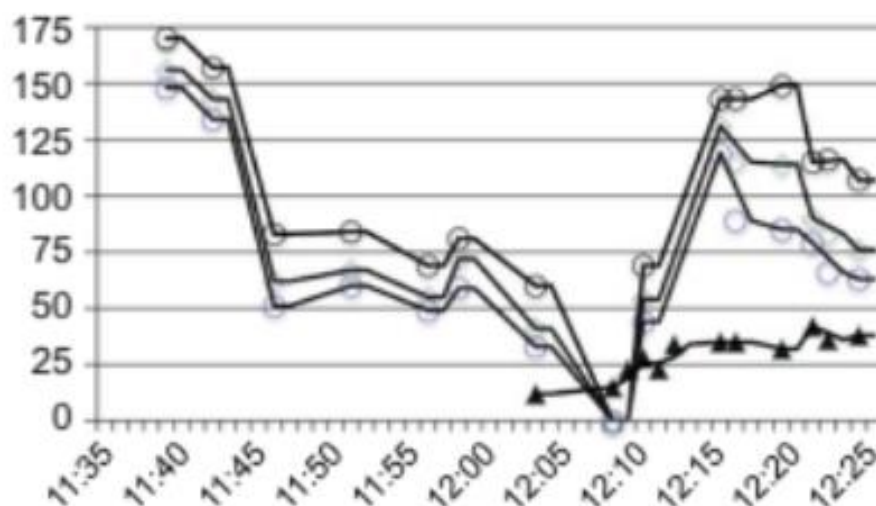


Figura 4.11 Signos vitales del caso N° 1, según tiempo promedio del arresto circulatorio y la toracotomía tipo clamshell (12:05-12:10). Presión arterial sistólica, media y diastólica en mm Hg; CO2 (símbolos triangulares) dados en mm Hg.

Nota: Tomado de *Schober et al. (2018)*

#### 4.7.2. Caso clínico N° 2.

Un adolescente, quien mientras iba en su scooter, sufrió una colisión contra un vehículo pesado. Durante el traslado, el paciente sufrió PCR con asistolia, con alta sospecha de una patología intratorácica tipo contusión cardíaca. El equipo prehospitalario HEMS realizó una CST de inmediato en la ambulancia, y después de un minuto de compresiones cardíacas abiertas bimanuales, hubo retorno de la circulación espontánea, con presión arterial adecuada y salida capnográfica de CO2. El paciente se estabilizó y transportó para tratamiento adicional a un centro de trauma de nivel I.

En ambos pacientes previa intubación endotraqueal, se realizó la técnica tipo clamshell, la cual consistió en una toracotomía axilar en el quinto espacio intercostal, avanzando ventralmente

al esternón, posteriormente disecando el esternón horizontalmente, y finalmente extendiendo la incisión del lado derecho en el quinto espacio intercostal, desde el esternón hasta la axila. Como se puede observar en la figura 4.12 OJO: revisen, usando un retractor costal tipo Finochietto, se permitió la visualización tanto de los pulmones como del mediastino y el corazón.

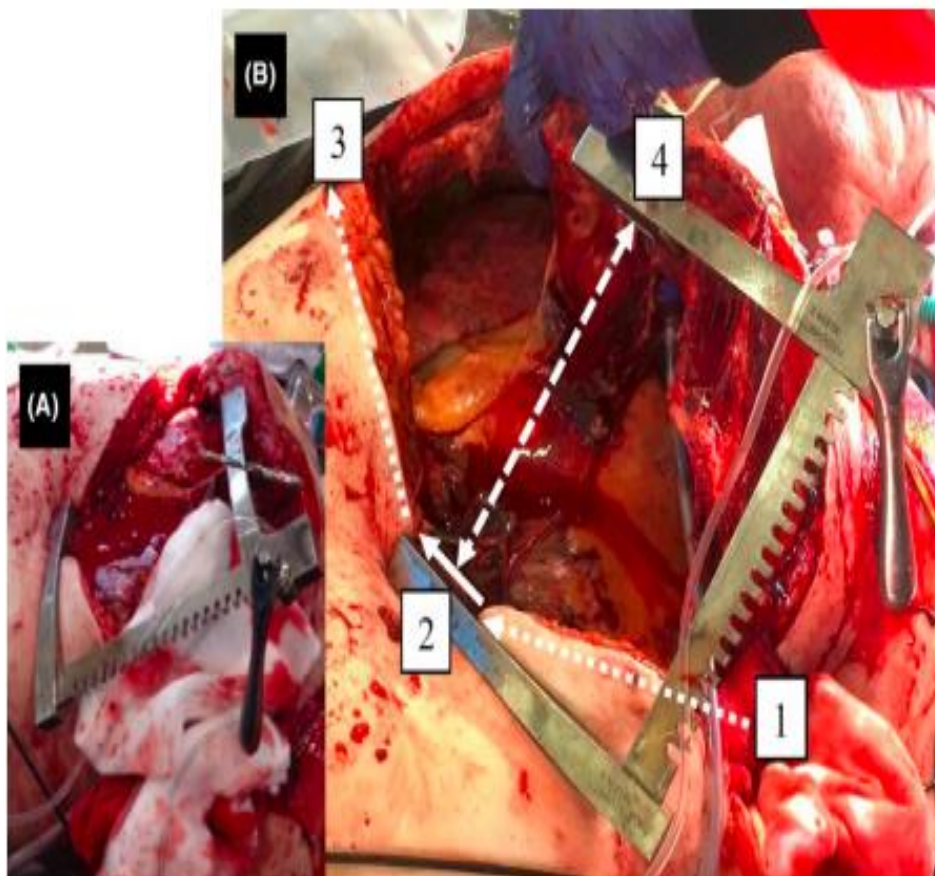


Figura 4.12 Toracotomía de emergencia tipo clamshell en trauma contuso. (A) Aspecto de concha oscurecida debido a la hemorragia y la gasa. (B) Pasos que conducen al aspecto de concha: (1) incisión de toracotomía izquierda, (2) disección transversal del esternón, (3) incisión de toracotomía derecha, (4) apertura con retractor costal Finochietto

Nota: Tomado de *Schober et al. (2018)*.

Ambos pacientes fueron reanimados con éxito, estabilizados, y transportados a un centro de trauma de nivel I. Ambos colapsaron en el quirófano, el paciente N° 1 desarrolló una formación de trombos cardíacos, y en el paciente N° 2 se suspendió el tratamiento debido a patologías intracraneales inesperadas con hipoperfusión cerebral.

Estos pacientes se presentan en extremos de la vida, y ambos tienen en común que el tratamiento quirúrgico fue aplicado en un ambiente prehospitalario; el procedimiento fue exitoso de manera inmediata, pero con mal pronóstico a largo plazo. Por este motivo se deben analizar los factores de supervivencia previos a su realización.

Como se analiza en estos casos clínicos, el retorno a la circulación espontánea no garantiza en su totalidad un pronóstico favorable a largo plazo; no obstante, brinda un panorama en el cual el trauma contuso no debe ser una exclusión para hacer una toracotomía, con el entendido de que cada caso debe ser individualizado.

Para la realización de este procedimiento quirúrgico se requiere el entrenamiento de personal especializado. Toda institución debe enfatizar el entrenamiento de los especialistas, idealmente en simulador y en espacios controlados. En la figura 4.13 OJO: revisen se observa el entrenamiento en un simulador de una toracotomía de emergencias, donde el objetivo es mejorar la formación y competencia del personal médico a cargo del servicio de emergencias y de la sala de cirugías. Debido a que no es un procedimiento habitual en muchos centros médicos, el entrenamiento constante dará mejores resultados.

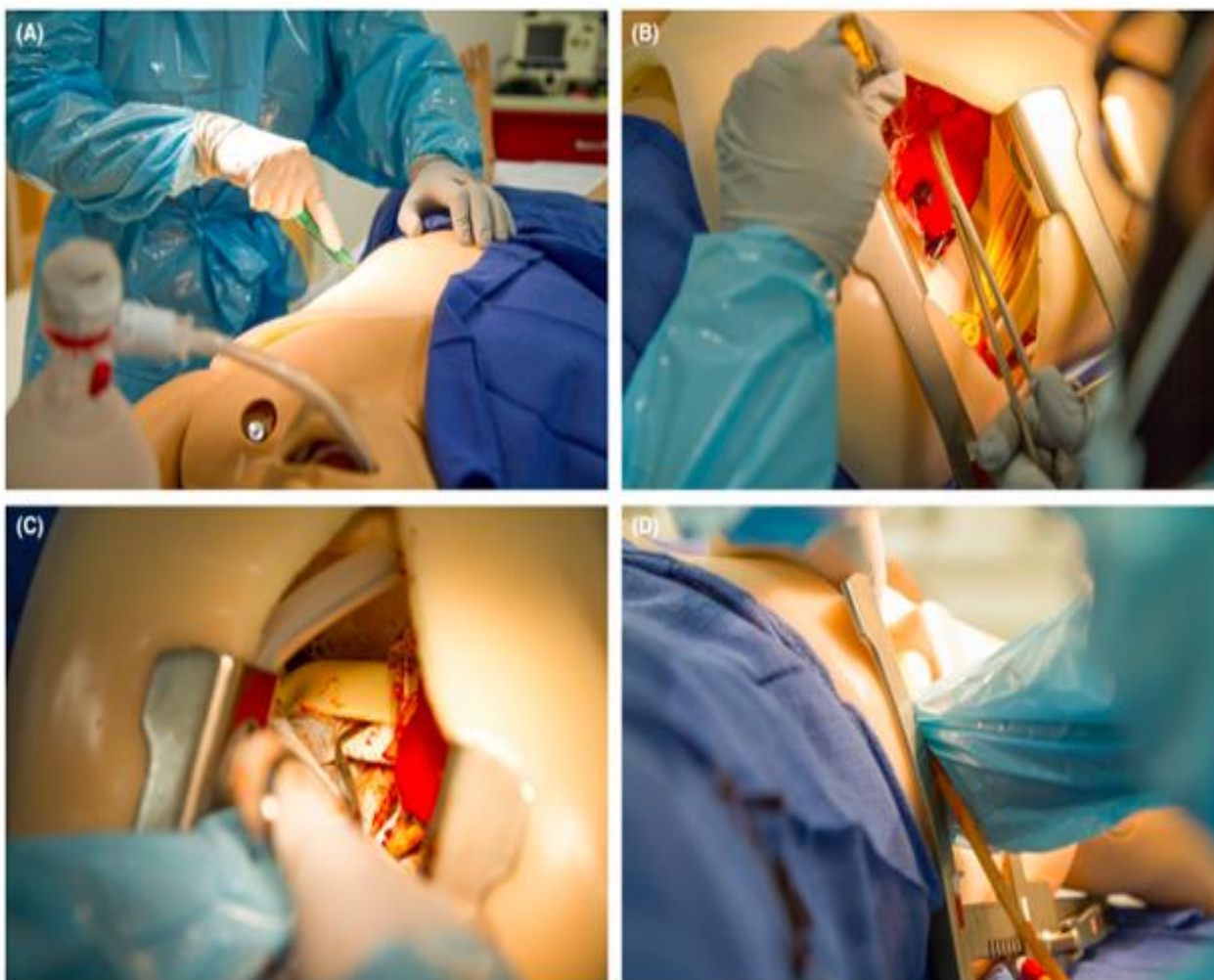


Figura 4.13 Simulación de entrenamiento de una toracotomía de emergencias. (A) Incisión de la pared torácica. (B) Incisión del pericardio. (C) Pinzamiento transversal de la aorta. (D) Masaje cardíaco abierto. Tomado de *Zaidi et al. (2019)*

Debido a las limitadas oportunidades de práctica, algunos autores proponen una lista de pasos a seguir durante este entrenamiento. Cualquier protocolo realizado debe estar en constante cambio y aplicado a diferentes escenarios, incluyendo pacientes con traumatismos contusos y penetrantes. En el cuadro a continuación se verifican los pasos para llevar a cabo el procedimiento, basados en un caso hipotético de trauma penetrante, la cual facilita el proceso de aprendizaje del médico en entrenamiento.

<b>Lista de verificación para una toracotomía</b>
1. Colocarse el equipo de protección personal.
2. Reunir el equipo.
3. Comprobar el equipo.
4. Montar el espaciador.
5. Posicionar al paciente
6. Preparar el tórax.
7. Realizar la incisión.
8. Extender la incisión.
9. Expandir manualmente las costillas.
10. Insertar el espaciador.
11. Abrir el espaciador.
12. Identificar el corazón.
13. Identificar el nervio frénico.
14. Levantar el pericardio.
15. Incidir el pericardio.
16. Ingresar al corazón.
17. Identificar lesión cardiaca.
18. Control de la hemorragia cardíaca.
19. Identificar la aorta.
20. Pinzamiento cruzado de la aorta.
21. Masaje cardiaco.
22. Mantener la esterilidad.

Tabla 4.1 Traducción de la lista de pasos de verificación de la toracotomía. Tomado de Zaidi et al. (2019)

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

Una vez recolectada la información utilizada para la creación de esta tesis, la cual está basada en publicaciones actualizadas, libros y artículos, relacionados con el paciente, víctima de trauma de tórax en arresto circulatorio, así como su manejo y las indicaciones de la toracotomía, se logra realizar un análisis de sus ventajas y desventajas en el escenario antes mencionado.

1. La población más afectada por el trauma es entre el año y los 40 años de edad, con una mayor incidencia de adultos jóvenes del sexo masculino.
2. Durante el desarrollo de este trabajo final de graduación, se analizaron las patologías y etiologías vinculadas directamente al trauma de tórax cerrado. Se dividieron en las principales patologías identificadas en lesiones torácicas mortales. Y una segunda categoría de patologías que se deben diagnosticar son las de la revisión secundaria, potencialmente mortales. Al evaluar un paciente con trauma torácico, durante la revisión primaria, se deben descartar y tratar de forma inmediata patologías que amenazan la vida, como: taponamiento cardíaco, hemotórax masivo, neumotórax abierto, neumotórax a tensión y lesiones traqueobronquiales, para evitar que el paciente progrese a un arresto circulatorio.
3. Durante un arresto circulatorio en pacientes con trauma de tórax cerrado, se debe individualizar el caso y definir la causa que los llevó al paro cardiorrespiratorio; sin embargo, en general, como manejo inicial inmediato se debe iniciar las compresiones torácicas cerradas siguiendo los protocolos actualizados de la Asociación Americana del Corazón (AHA).

En el manejo del arresto circulatorio se describen principalmente dos técnicas, las cuales son las compresiones torácicas cerradas y la toracotomía de emergencia. El tratamiento inicial del arresto circulatorio se basa en las compresiones cuya finalidad es estimular el miocardio para que este vuelva a latir por sí solo, lo que significa un retorno a la circulación espontánea. A la hora de definir cuál técnica es la más adecuada para el abordaje en un paciente que presenta un PCR, se debe considerar la presentación clínica del paciente y lo que se sospecha, o ya se ha logrado comprobar que es la causa que llevó a un arresto circulatorio.

4. Aunque la toracotomía de emergencias en trauma torácico tiene menor sobrevida en comparación con las CCC, se justifica en algunos casos, principalmente en el trauma penetrante.

5. En el trauma contuso se justifica la TER en pacientes con trauma torácico o subdiafragmático que se presenten en condición extrema, con antecedentes de signos de vida en la escena, que ingresen al servicio de emergencias con una AESP con un tiempo de evolución menor a diez minutos, o que ingresen con pulso, presión arterial y respiración espontánea, y hacen arresto circulatorio presenciado.

6. Al realizar una TER se debe estar en un ambiente adecuado con respecto al espacio físico, con el equipo e instrumental necesario, así como con personal de salud con la capacitación y experiencia suficiente.

7. Los objetivos de la TER son revertir la o las causas del arresto circulatorio al menos temporalmente, ya sea mediante el drenaje abierto de un taponamiento cardíaco, el control de hemorragias, el clampeo de la aorta torácica descendente, el control del embolismo aéreo, o finalmente el masaje cardíaco abierto.

8. La principal contraindicación para realizar una TER es no contar con el recurso físico y/o humano adecuado. Además, si el paciente supera el tiempo establecido la probabilidad de sobrevida es prácticamente nula.

9. Al ser un procedimiento altamente invasivo, la TER puede asociar complicaciones a corto plazo, como hemorragias, lesión de órganos adyacentes e infecciones, ya sea del sitio quirúrgico hasta shock séptico; además, la principal complicación a largo plazo es el dolor crónico de la incisión.

10. La sobrevida de la toracotomía de emergencias por trauma de tórax contuso depende de una atención inmediata, de la presencia del cuerpo médico durante el arresto circulatorio, del acceso a un centro médico especializado de trauma de alto volumen, del personal altamente entrenado (especialista en cirugía), del estado del paciente a la hora del ingreso a la sala de emergencias, de las lesiones adicionales, de la duración del procedimiento y de la frecuencia cardiaca al final del procedimiento. Los factores pronósticos negativos incluyen el mecanismo de la lesión, un abordaje prehospitalario avanzado tardío, la reanimación cardiopulmonar prehospitalaria, y la realización del procedimiento en una sala de emergencias en lugar de una sala de operaciones.

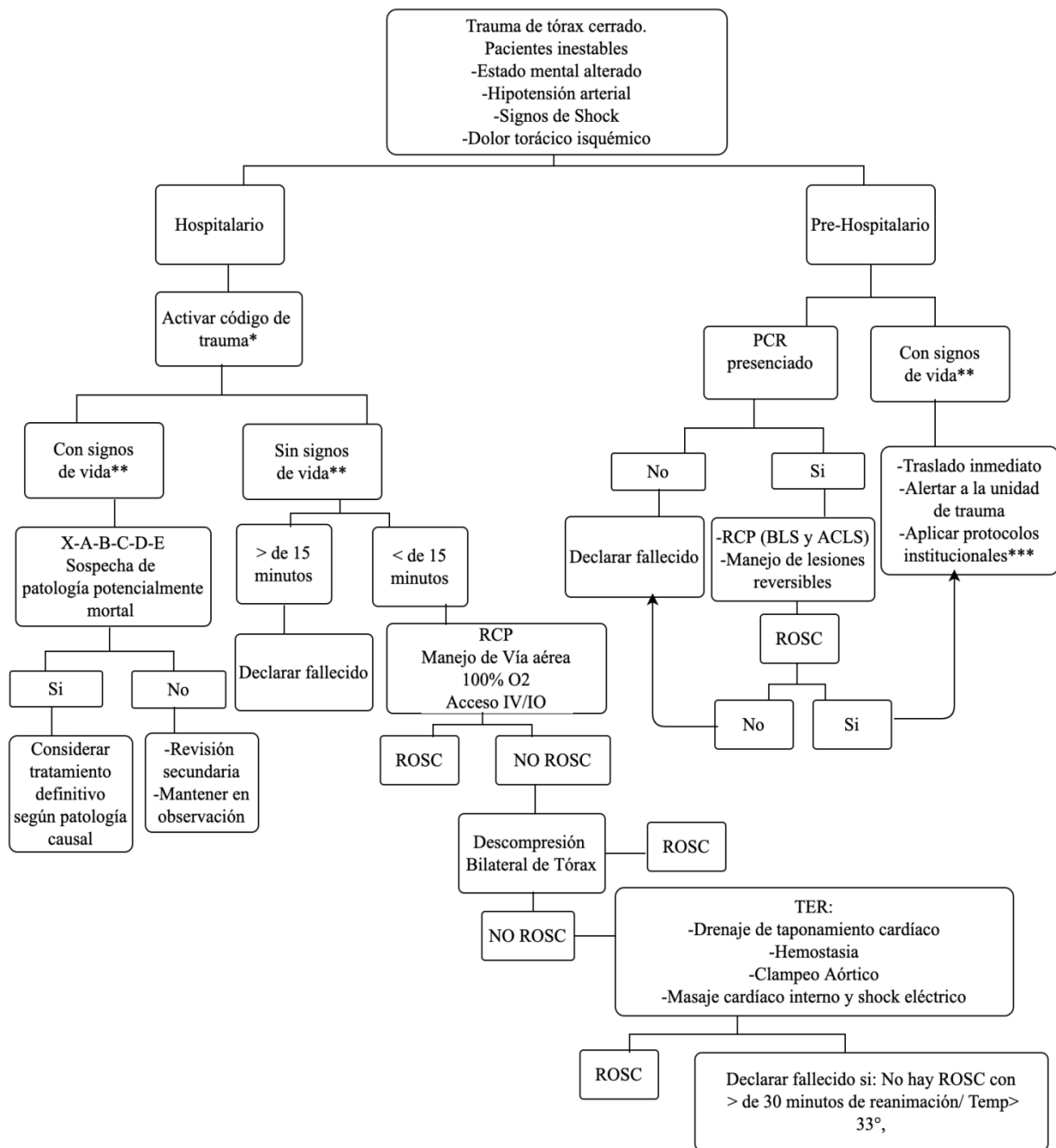
11. Debido a sus diferencias anatómicas, la población pediátrica es más susceptible a traumatismos craneoencefálicos asociados, y a lesiones de órganos subyacentes, siendo la contusión pulmonar la lesión torácica más frecuente. Los indicadores de mejor pronóstico son la edad adolescente, las lesiones penetrantes en el tórax, los signos de vida a la llegada al servicio de emergencias y el traumatismo multisistémico mínimo o nulo. Al someterlos a una TER por trauma de tórax penetrante, tienen peor pronóstico comparados con los adultos, pero no significativamente diferente.

12. La principal diferencia de los adultos mayores es que, debido a patologías subyacentes, presentan la causa médica primaria como desencadenante del traumatismo, además de que por el límite de edad tienen restricción a ciertos procedimientos como el ECMO.

## RECOMENDACIONES

1. Debido a que la población más afectada por el trauma es la de los adultos jóvenes, se recomienda aumentar las campañas de prevención en accidentes de cualquier índole. Por ejemplo, con respecto a eventos automovilísticos, realizar campañas para el uso de dispositivos de seguridad o equipo de protección personal, y respetar las señales de tránsito.
2. Con respecto a las patologías causadas por el trauma de tórax cerrado que pueden llevar al arresto circulatorio, lo ideal es la prevención y el diagnóstico precoz. El personal de salud debe estar en constante entrenamiento y con la capacidad de resolver las posibles complicaciones. Se recomienda realizar simulaciones con escenarios de trauma tanto para el personal hospitalario como para el prehospitario.
3. Se debe enfatizar el estudio del manejo del trauma, desde su abordaje inicial hasta el tratamiento de complicaciones como el arresto circulatorio. Se recomienda el entrenamiento continuo del personal de salud en el manejo del arresto circulatorio de origen tanto médico como traumático.
4. A la hora de considerar una TER, se debe asegurar que el tiempo transcurrido desde el arresto circulatorio sea menor a 10-15 minutos, que se cuente con el personal médico especialista con experiencia y con el equipo necesario. Se sugiere el uso de una lista de verificación que cuente con los pasos básicos del procedimiento quirúrgico, para facilitar el aprendizaje y la práctica del personal.
5. Se recomienda realizar más estudios sobre la TER, mejor enfocados y hechos en víctimas de trauma contuso, definiendo bien las indicaciones y contraindicaciones del procedimiento.

6. No debe haber desánimo a la hora del abordaje de un paciente en arresto circulatorio por trauma contuso; se debe individualizar el caso, contemplar indicadores pronósticos y abordar las causas reversibles.
7. Las complicaciones a corto plazo de la TER suelen presentar mayor porcentaje de mortalidad; por lo tanto, se requiere una observación de cerca del paciente en una unidad de cuidados críticos para evaluar constantemente sus signos vitales, y de esta forma, si se presenta alguna complicación, actuar inmediatamente.
8. A largo plazo se debe tener un seguimiento que va a depender de cada paciente y de sus secuelas; al menos el primer año cada uno debe tener un seguimiento estrecho con los médicos especialistas respectivos.
9. Aunque existen más estudios de la TER en trauma penetrante torácico, se recomienda realizar más estudios y comparaciones en el trauma cerrado, ya que, aunque su tasa de supervivencia es menor, su sobrevida no es nula.
10. Se plantea un algoritmo de manejo a seguir en caso de arresto circulatorio traumático en pacientes inestables, tanto a nivel hospitalario como prehospitalario (figura 5.1). Se enfatiza en la importancia de revisar las guías nacionales e internacionales actualizadas de manejo.
11. Debido a que el dolor es la principal complicación a largo plazo, la analgesia debe ser un pilar en el manejo, y se debe evaluar su uso desde el momento intraoperatorio.
12. Recordarle, al personal prehospitalario, la importancia del rápido traslado a un centro médico especializado en pacientes que requieren una TER, y mientras tanto hacer CCC. Además, se debe enfatizar el entrenamiento constante y de calidad para el personal lego al realizar CCC.



\*El código de trauma debe incluir: activación del equipo de enfermería, terapia respiratoria, sala de shock, sala de operaciones, banco de sangre, técnicos de rayos X y laboratorio, TAC, US, equipo de protección personal, equipo de reanimación listo, personal de seguridad.  
 \*\*Signos de vida: Respiración espontánea, pulso palpable, medición de la presión arterial, reflejos pupilares, movimientos espontáneos, actividad EKG organizada.  
 \*\*\*No retrasar el traslado al centro médico por intervenciones en la escena. El traslado debe de realizarse a un centro médico especializado con capacidad resolutive.  
 ROSC: Retorno espontáneo de la circulación./ TER: Toracotomía de Emergencias Resucitativa/ SOP: Sala de Operaciones.

Figura 5.1 Algoritmo del manejo del traumatismo cardíaco inestable.

Tabla 5.1 Resumen del capítulo 5. Objetivos, unidad de análisis, conclusión y recomendaciones

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Unidad de análisis</b>	<b>Conclusión</b>	<b>Recomendaciones</b>
Mencionar a la población mayormente afectada por el trauma.	Población de riesgo.	Adulto joven . Hombres.	Campañas preventivas sobre el uso del cinturón y equipos de protección personal.
Determinar las patologías causadas por el trauma de tórax cerrado, que deben ser diagnosticadas y tratadas prioritariamente.	Patologías causadas por el trauma de tórax.	<p>a. Lesiones letales</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Taponamiento cardiaco.</li> <li>2. Hemotórax masivo.</li> <li>3. Neumotórax abierto.</li> <li>4. Neumotórax a tensión.</li> <li>5. Lesión árbol traqueobronquial.</li> </ol> <p>b. Lesiones potencialmente mortales</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contusión pulmonar.</li> <li>2. Fracturas costales y tórax inestable.</li> <li>3. Neumotórax</li> </ol>	<p>Reafirmarles, a los profesionales de la salud, cuáles patologías son letales y cuáles potencialmente mortales.</p> <p>Ante la presencia de estas entidades se debe estar preparado para un arresto circulatorio y su correcto tratamiento.</p>

		<p>simple.</p> <p>4. Hemotórax.</p> <p>5. Lesión cardiaca contusa.</p> <p>6. Ruptura aórtica traumática.</p> <p>7. Ruptura diafragmática traumática.</p> <p>8. Ruptura esofágica.</p>	
Definir el manejo del arresto circulatorio en pacientes con trauma de tórax cerrado.	Manejo.	<p>El manejo inicial del arresto circulatorio debe ser con las CCC.</p> <p>Si se cumplen las indicaciones se procede a una TER.</p>	<p>Enseñar al personal lego a realizar CCC.</p> <p>Recordarle, al personal prehospitalario, la importancia del rápido traslado a un centro médico especializado en pacientes que requieren una TERn y mientras tanto realizar CCC.</p> <p>Tiempo transcurrido desde el arresto circulatorio sea menor a 10-15 minutos, para</p>

			realizar una TER
Describir las indicaciones de la toracotomía de emergencias.	Indicaciones.	Se deben aclarar y hacer más estudios en trauma contuso sobre las indicaciones para definirlo mejor.	Hacer una propuesta de protocolo/flujograma de cuándo hacer una TER.
Citar las contraindicaciones de la toracotomía de emergencias.	Contraindicaciones.	Se deben aclarar y hacer más estudios en trauma contuso sobre las indicaciones para definir las mejor.	Hacer una propuesta de protocolo/flujograma de cuándo no se justifica realizar una TER.
Describir las complicaciones a corto y largo plazo de la toracotomía de emergencias.	Complicaciones a corto y largo plazo.	Hemorragias. Perforación de vísceras. Arresto circulatorio. Infecciones del sitio de quirúrgico.	Entrenamiento del personal a cargo para prevenir, diagnosticar y tratar las complicaciones.
		Dolor crónico.	Debido a que el dolor es la principal complicación a largo plazo, la analgesia debe ser un pilar en el manejo. y se debe evaluar su uso desde el momento intraoperatorio.

<p>Analizar la sobrevida de la toracotomía de emergencias por trauma de tórax contuso.</p>	<p>Sobrevida.</p>	<p>Porcentaje bajo; sin embargo, hay pacientes que sobreviven con pocas secuelas.</p>	<p>Con base en estos datos, se concientizará sobre la realización de la TER.</p>
<p>Indicar las principales diferencias en poblaciones en extremos de la vida con trauma de tórax.</p>	<p>Poblaciones en extremos de la vida.</p>	<p>No hay gran diferencia entre los grupos etarios.</p>	<p>Con base en estos datos, se concientizará sobre la realización de la TER tomando en cuenta la edad del paciente.</p>

Nota: Elaboración propia (2021)

## ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
ACLS	Soporte cardiaco avanzado de vida (Advance Cardiac Life Support).
AESP	Actividad Eléctrica Sin Pulso.
AHA	American Heart Association.
ATC	Arresto circulatorio traumático.
ATLS	Soporte vital avanzado en trauma (Advanced Trauma Life Support).
BLS	Soporte básico de vida (Basic Life Support).
CCC	Compresiones Cardiacas Cerradas.
CDC	Centers for Disease Control and prevention.
CST	Toracotomía tipo clamshell (Clamshell Thoracotomy)
CXR	Radiografía de tórax (Chest X Ray)
ECO	Ecocardiograma.
ECMO	Oxigenación por membrana extracorpórea
EDRT	Toracotomía de resucitación en el departamento de emergencias (Emergency Department Resuscitative Thoracotomy).
EDT	Toracotomía en el departamento de emergencias.
EDT	Toracotomía en el departamento de emergencias (Emergency Department Thoracotomy).
EE.UU.	Estados Unidos de América.
EMS	Servicio de emergencias médicas (Emergency Medical Services).
ERT	Reanimación con toracotomía de emergencias.
HEMS	Servicio de emergencias en helicóptero (Helicopter Emergency Medical Service)
IC	Intervalo de Confianza (estadística).
ICD-11	International Classification of Diseases 11th.
ICU	Unidad de cuidados intensivos.
ISS	Escala de severidad de lesión (Injury Severity Score).

JTD	Japan Trauma Data Bank.
OMS	Organización Mundial de la Salud.
OR	Sala de operaciones (Operation Room).
OR	Odd Ratio.
PCR	Paro Cardio Respiratorio.
P-FAST	Pericardial view associated with the Focused Assessment with Sonography for Trauma.
PHRT	Toracotomía prehospitalaria resucitativa (Pre-Hospital Resuscitative Thoracotomy).
POCUS	Ecografía en el punto de atención (Point Of Care Ultrasound).
PTOS	Pennsylvania Trauma Outcomes Study.
REBOA	Balón de oclusión aórtica endovascular resucitativa (Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta).
ROSC	Retorno espontáneo de la circulación (Return Of Spontaneous Circulation).
SEM	Servicio de Emergencias Médicas.
TCA	Arresto circulatorio traumático (Traumatic Cardiac Arrest).
TER	Toracotomía de Emergencia Resucitativa.
tPTX	Neumotórax a tensión.
UK	Reino Unido (United Kingdom).
VATS	Cirugía torácica video-asistida (Video-Assisted Thoracic Surgery).

## REFERENCIAS

- ACLS for Experienced Providers. (2012). Manual and resource text. American Heart Association (AHA). USA. Cap. 20, 391.
- Akar, I., Ince, I., Aslan, C., Ceber, M., y Kaya, I. (2015). Left atrial rupture due to blunt thoracic trauma, Department of Cardiovascular Surgery, Gaziosmanpasa University Faculty of Medicine, Tokat. 21(4):303-305
- Alvarado, C., Vargas, F., Guzmán, F., Zárate, A., Correa, J., Ramírez, A., Quintero, D., y Ramírez, E. (2015). Trauma cardiaco cerrado. Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rccar.2015.07.0100120-5633/>© 2015.
- American College of Surgeons. (2018). *Advanced Trauma Life Support® and the acronym ATLS*. Décima edición. Estados Unidos de América
- Araujo, J. (2018). ¿Es seguro el manejo médico conservador no quirúrgico en pacientes con hemotórax traumático? *Revista Biosalud*. 2018 17(1): 31-39. DOI: 10.17151/biosa.2018.17.1.4.
- Bertoglio, P., Guerrero, F., Viti, A., Terzi, A., Ruffini, E., Lyberis, P., y Filosso, P. (2019). Chest drain and thoracotomy for chest trauma. *Journal of Thoracic Disease*, doi: 10.21037/jtd.2019.01.53
- Calderón, C., Ad Mairena, y Mata, C. (2014). Abordaje del paciente con trauma penetrante. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica* LXXI (610) 321-326, 2014.
- Ceballos, L. y Stuardo, V. (2021). Ultrasonografía focalizada en situaciones de urgencia. *Revista Chilena de Anestesia*. Chile.
- Dickson, R., Gleisberg, G., Aiken, M., Crocker, K., Patrick, C., Nichols, T., Mason, C., y Fioretti, J. (2018). Emergency services simple thoracostomy for traumatic cardiac arrest: postimplementation experience in a ground based suburban/rural emergency medical services agency. *The Journal of Emergency Medicine*, pp. 1-6. Elsevier. [doi.org/10.1016/j.jemermed.2018.05.027](http://doi.org/10.1016/j.jemermed.2018.05.027)

- DiGiacomo, J., y George Angus, L.D. (2017). Thoracotomy in the emergency department for resuscitation of the mortally injured. *Chinese Journal of Traumatology*. Estados Unidos de América.
- Dumas, R., Seamon, M., Smith, B., Yang, W., Cannon, J., Schwab, S., Reilly, P., y Holena, D. (agosto de 2018). The epidemiology of emergency department thoracotomy in a statewide trauma system: does center volume matter? *J Trauma Acute Care Surgery*. 85(2): 311–317. doi:10.1097/TA.0000000000001937.
- Fitch, J., Dieffenbaugher, S., McNutt, M., Miller, C., Wainwright, D., Villarreal, J., Wilson, C., y Rob, S. (2020). Are we out of the woods yet? The aftermath of resuscitative thoracotomy. *Journal of Surgical Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.07.014>
- Israr, S., Cook, A.S., Chapple, K.M., McGeever, K.P., Tiffany, B.R., Schultz, S., y Petersen, S.R. (2019). Pulseless electrical activity following traumatic cardiac arrest: Sign of life or death? *Injury, International Journal of the care of the Injured*. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.05.0250020-1383/> Elsevier Ltd.
- Kyung Park, S., Yoon, S., Kim, B., Suk Hyung, Hyon Bahk, C., y Hwa Seo, J. (2020). Pre-emptive epidural analgesia for acute and chronic post-thoracotomy pain in adults: a systematic review and meta-analysis. *Regional Anesthesia & Pain Medicine*, rapm–2020–101708. doi:10.1136/rapm-2020-101708.
- López, J., Pareja, F., y Aranda, J. (2015). Cirugía de urgencias. Editado por GATCU (Grupo Andaluz de Trauma y Cirugía de Urgencias). art. 55.
- Majercik, S., y Pieracci, F. (2017). Chest wall trauma. *Thoracic Surgeon Clinics* 27:113-121 <http://dx.doi.org/10.1016/j.thorsurg.2017.01.004> 1547-4127/17/ 2017 Elsevier Inc.
- Mattox, K., Moore, E., y Feliciano, D. (2013). *Trauma* (7a. ed.). McGraw-Hill.
- Mizushima, Y., Nakao, S., Watanabe, H., y Matsuoka, T. (2016). Thoracotomy for blunt chest trauma: is chest tube output a useful criterion? *Acute Medicine & Surgery*. 3: 81-85.
- Monsieurs, K., Nolan, J., Bossaert, L., Greiff, R., Maconochie, I., Nikolaoui, N., Gavin, D., Perkins, D., Soar, J., Truhlar, A., Wyllie, J., y Zidema, D. (2015). European resuscitation council guidelines for resuscitation 2015: section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 95:1-80.

- Moore, H., Moore, E., Burlew, C., Biffl, W., Pieracci, F., Barnett, C., Bensard, D., Jurkovich, G., Fox, C., y Sauaia, A. (julio de 2016). Establishing benchmarks for resuscitation of traumatic circulatory arrest: success-to-rescue and survival among 1,708 patients. *Journal of the American College of Surgeons*. 223(1): 42–50. doi:10.1016/j.jamcollsurg.2016.04.013.
- Moore, H., Moore, E., y Bensard, D. (febrero de 2016). Pediatric Emergency Department Thoracotomy: A 40-year review. *Journal Pediatric Surgery*. 51(2): 315-318. doi:10.1016/j.jpedsurg.2015.10.040.
- Moore. (s.f.). Anatomía con orientación clínica. (8a. ed.). Wolters Kluwer.
- Narvestad, J., Meskinfamfard, M., y Søreide, K. (2016). Emergency resuscitative thoracotomy performed in European civilian trauma patients with blunt or penetrating injuries: a systematic review. *European Journal Trauma Emergency Surgery*. 42:677-685.
- Nevins, E., Moori, P. L., Smith-Williams, J., Bird, N.T.E., Taylor, J., y Misra, N. (2018). Should pre-hospital resuscitative thoracotomy be reserved only for penetrating chest trauma? *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. <https://doi.org/10.1007/s00068-018-0937-4>.
- Norii, T., Matsushima, K., Miskimins, R., y Crandall, C. (2019). Should we resuscitate elderly patients with blunt traumatic cardiac arrest? Analysis of national trauma registry data in Japan. *Emergency Medical Journal*, 2019;36:670-677. doi:10.1136/emered-2019-208690. 2019
- Ordóñez, C., Manzano-Núñez, R., Milena del Valle, A., Rodríguez, F., Burbano, P., Naranjo, M., Michael, Parra, W., Ferrada, P., Solís-Velasco, M., y García, A. (2017). Current use of Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA) in trauma. *Revista Colombiana de Anestesiología*.
- Palma, J. (2019). Ecografía torácica. Fundamentos y utilidad práctica en la consulta de urgencia hospitalaria. Universidad Internacional de Andalucía.
- Parry, N., Moffata, B., y Vogta, K. (diciembre de 2015). Blunt thoracic trauma: recent advances and outstanding questions. *Current Opinion*. Volume 21 Number 6. 21:544–548. DOI:10.1097/MCC.0000000000000251

- Pearson, E., Fitzgerald, C., y Santore, M.T. (2017). Pediatric thoracic trauma: current trends. *Seminars in Pediatric Surgery*, *Seminars in Pediatric Surgery* 26:36-42. <http://dx.doi.org/10.1053/j.sempedsurg.2017.01.0071055-8586/& 2017>
- Refaely, Y., Koyfman, L., Friger, M., Ruderman, L., Abu Saleh, M., Klein, M., y Brotfain, E. (2019). Predictors of survival after emergency department thoracotomy in trauma patients with predominant thoracic injuries in Southern Israel: a retrospective. *Open Access Emergency Medicine*. Israel. 11 95-101
- Schauer, S., Hill, G., Connor, R., Oh, J.S., y April, M.D. (2018). The pediatric resuscitative thoracotomy during combat operations in Iraq and Afghanistan - a retrospective cohort study. *Injury, Int J. Care Injured*.
- Schellenberg, M., Inaba, K., Bardes, J., y Orozco, N. (2018). The combined utility of EFAST and CXR in blunt thoracic trauma. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*.
- Schober, P., de Leeuw, M., Terra, M., Loer, S., y Sxhwarte, L. (2018). Emergency clamshell thoracotomy in blunt trauma resuscitation: Shelling the paradigm-2 cases and review of the literature. *Wiley clinical case reports*. Netherlands. DOI: 10.1002/ccr3.1653
- Schulz-Drost, S., Mersch, D., Gumbel, D., Matthes, G., Hennig, F., Ekkernkamp, A., Lefering, R., y Krinner, S. (2019). Emergency department thoracotomy of severely injured patients: an analysis of the trauma register DGU®. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. doi.org/10.1007/s00068-019-01212-3. Alemania.
- Seamon, M., Haunt, E., Van Arendonk, K., Barbosa, R., Chiu, W., Dente, C., Fox, N., Jawa, R., Khwaja, K., Lee, J., Magnotti, L., Mayglothling, J., McDonald, A., Rowell, S., To, K., Falck-Ytter, Y., y Petter Rhee. (2015). 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*. 79(1). Estados Unidos de América.
- Siado, S., Martínez-Montalvo, C., Osorio, M., Gómez, A., y Conrado Jiménez, H. (2019). Utilidad de las pruebas diagnósticas en el trauma cardiaco cerrado. *Rev Colomb Cir.*; 34:114-23.

- Sibaja, D. (2015). Trauma de tórax: fisiopatología y manejo del tórax inestable con contusión pulmonar. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica* LXXI (617) 687-693.
- Smith, J., Rickard, A. y Wise, D. (2015). Traumatic cardiac arrest. *Journal of the Royal Society of Medicine*. 108(1) 11-16. DOI: 10.1177/0141076814560837. Reino Unido.
- Solís T., J., y Méndez, E. (2014). J Quilotórax bilateral posterior a trauma de tórax cerrado (Bilateral chylothorax after a blunt chest trauma). *Acta Médica Costarricense*.
- Suayfeta, D., Ocampo, P., Cortés, E., y Vázquez, J. (julio-setiembre del 2017). Ruptura cardíaca por trauma contuso de tórax. Un caso inusual. Servicio de Cirugía General y Trauma, Hospital Central de la Cruz Roja Mexicana, CDMX. *Neumol Cir Tórax*. Vol. 76(3):263-266.
- Suzuki, K., Inoue, S., Morita, S., Watanabe, N., Shintani, A., Inokuchi, S., y O Shinji, O. (2016). Comparative effectiveness of emergency resuscitative thoracotomy versus closed chest compressions among patients with critical blunt trauma: a nationwide cohort study in Japan. *PLoS ONE* 11(1): e0145963. doi:10.1371/journal.pone.0145963. Japón.
- Teeter, W., y Haase, D. (2020). Updates in traumatic cardiac arrest. *Department of Emergency Medicine. Emerg Med Clin N Am* 38:891-901. <https://doi.org/10.1016/j.emc.2020.06.009>. Estados Unidos
- Thomas, M. (2015). *The shock trauma manual of operative techniques*. Springer, 2015. p. 37.
- Wang, M., Lu, X., Gong, P., Zhong, Y., Gong, D., y Song, Y. (2019). Open-chest cardiopulmonary resuscitation versus closed-chest cardiopulmonary resuscitation in patients with cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 27:116. <https://doi.org/10.1186/s13049-019-0690-7>
- Yamaji, F., Okada, H., Nakajima, Y., Suzuki, K., Yoshida, T., Mizuno, Y., Okamoto, H., Kitagawa, Y., Tanaka, T., Nakano, S., Nachi, S., Doi, T., Kumada, K., Yoshida, S., Ishida, N., Shimabukuro, K., Ushikoshi, H., Toyoda, I., Doi, K., y Ogura, S. (2017). Blunt cardiac injury due to trauma associated with snowboarding: a case report. *Journal of Medical Case Reports*. Japón. 11:80 DOI 10.1186/s13256-017-1242-2
- Yoong, I., Heng G., Mathur, S., Wui Lim, E., y Thye Goo, T. (2018). Outcomes of emergency

thoracotomy for trauma in a general hospital in Singapore. *Asian Cardiovascular & Thoracic Annals*. DOI: 10.1177/0218492318772221

Zaidi, H., Dhake, S., Miller, D., Sista, P., Pirotte, M., Fant, A. y Salzman, D. (2019). Emergency Department Thoracotomy: development of a reliable, validated checklist for procedural training. *Society for Academic Emergency Medicine*. doi: 10.1002/aet2.10387

Zhang, S., Tang, M., Yang, J. J., Qin, X., Jin, W., Qian, J., Li, F., Cheng, Y., y Chen, H. (2016). Thoracic trauma: a descriptive review of 4168 consecutive cases in East China. *Medicine* 98:14. <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000014993>.

Zreik, N., Francis, I., Ray, A., Rogers. B.A., y Ricketts, D.M. (2016). Blunt chest trauma: soft tissue injury in the thorax. *British Journal of Hospital Medicine*. Gran Bretaña. 77(2).