

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

**FIJACIÓN DE FRACTURAS COSTALES COMO TRATAMIENTO DEL  
TÓRAX INESTABLE**

MONOGRAFÍA

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Médicas de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**Mariela Fernanda Cortéz Díaz**

**María Gabriela López Urbina**

**Médico y Cirujano**

Guatemala, octubre 2022



El infrascrito Decano y la Coordinadora de la Coordinación de Trabajos de Graduación -COTRAG-, de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hacen constar que las estudiantes:

1. MARIELA FERNANDA CORTÉZ DÍAZ 201210307 2507770532213
2. MARÍA GABRIELA LÓPEZ URBINA 201219909 2351442900101

Cumplieron con los requisitos solicitados por esta Facultad, previo a optar al título de Médico y Cirujano en el grado de licenciatura, habiendo presentado el trabajo de graduación en modalidad de monografía, titulado:

**FIJACIÓN DE FRACTURAS COSTALES  
COMO TRATAMIENTO DEL TÓRAX INESTABLE**

Trabajo asesorado por el Dr. Giovanni López Lainez y, revisado por el Dr. Antonio Isaías Palacios López, quienes avalan y firman conformes. Por lo anterior, se emite, firma y sella la presente:

**ORDEN DE IMPRESIÓN**

En la Ciudad de Guatemala, el diecinueve de octubre del año dos mil veintidós



Dra. Magda Francisca Velásquez Tohom  
Coordinadora



Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva. PhD  
Decano

La infrascrita Coordinadora de la COTRAG de la Facultad de Ciencias Médicas, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, HACE CONSTAR que las estudiantes:

1. MARIELA FERNANDA CORTÉZ DÍAZ 201210307 2507770532213
2. MARÍA GABRIELA LÓPEZ URBINA 201219909 2351442900101

Presentaron el trabajo de graduación en modalidad de monografía, titulado:

**FIJACIÓN DE FRACTURAS COSTALES  
COMO TRATAMIENTO DEL TÓRAX INESTABLE**

El cuál ha sido revisado y aprobado por el Dr. Melvin Fabricio López Santizo, profesor de la COTRAG y, al establecer que cumple con los requisitos solicitados, se les **AUTORIZA** continuar con los trámites correspondientes para someterse al Examen General Público. Dado en la Ciudad de Guatemala, el diecinueve de octubre del año dos mil veintidós.

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**



Dra. Magda Francisca Velásquez Tohom  
Coordinadora



Guatemala, 19 de octubre del 2022

Doctora  
**Magda Francisca Velásquez Tohom**  
Coordinadora de la COTRAG  
Presente

Le informamos que nosotras:

1. MARIELA FERNANDA CORTÉZ DÍAZ
2. MARÍA GABRIELA LÓPEZ URBINA

Presentamos el trabajo de graduación titulado:

**FIJACIÓN DE FRACTURAS COSTALES  
COMO TRATAMIENTO DEL TÓRAX INESTABLE**

Del cual el asesor y el revisor se responsabilizan de la metodología, confiabilidad y validez de los datos, así como de los resultados obtenidos y de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones propuestas.

**FIRMAS Y SELLOS PROFESIONALES**

Asesor:  
**Dr. Giovanni López Lainez**

**Dr. J. Giovanni López Lainez**  
Jefe del Departamento de Cirugía  
Hospital General de Accidentes "Cebalí"  
I.G.S.S.

Revisor:  
**Dr. Antonio Isaias Palacios López**  
Registro de personal: 2001601662

**Dr. Antonio Isaias Palacios López**  
ESPECIALISTA EN CIRUGÍA  
Colegiado 10.818



**De la responsabilidad del trabajo de graduación:**

El autor o autores, es o son los únicos responsables de la originalidad, validez científica, de los conceptos y de las opiniones expresados en el contenido del trabajo de graduación. Su aprobación en manera alguna implica responsabilidad para la Coordinación de Trabajos de Graduación, la Facultad de Ciencias Médicas y la Universidad de San Carlos de Guatemala. Si se llegara a determinar y comprobar que se incurrió en el delito de plagio u otro tipo de fraude, el trabajo de graduación será anulado y el autor o autores deberá o deberán someterse a las medidas legales y disciplinarias correspondientes, tanto de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala y, de las otras instancias competentes, que así lo requieran.

## DEDICATORIA

**A Dios**

Por su infinita misericordia, amor y guía con  
sabiduría a nuestras vidas.

**A nuestros padres**

Por su apoyo, amor incondicional y su dirección en  
nuestras vidas, sin ellos nada de esto sería posible.

**A nuestra**

Por todo su apoyo, su confianza y por siempre  
brindar su ayuda incondicionalmente.

## AGRADECIMIENTO

**A Dios**

Por brindarnos sabiduría y vocación para lograr este objetivo en nuestras vidas, de la mejor forma posible.

**A nuestros padres**

Por su infinito apoyo, por creer en nosotras y formarnos como mujeres y profesionales de bien.

**A la Universidad de San**

Por darnos la oportunidad de crecer profesionalmente y ser nuestra *alma mater*.

**A la Facultad de Ciencias**

Por desarrollar en nosotras el amor a la medicina y enseñarnos pacientemente a formar nuestro talento.

**Médicas**

# ÍNDICE

<b>Prólogo</b>	
<b>Introducción</b>	.....i
<b>Objetivos</b>	.....iii
<b>Métodos y técnicas</b>	.....iv
<b>Contenido temático</b>	
<b>Capítulo 1.</b> tórax inestable.....	1
<b>Capítulo 2.</b> ventajas de la fijación quirúrgica del tórax inestable versus manejo Conservador.....	13
<b>Capítulo 3.</b> material y técnica quirúrgica con la mayor ventaja en la fijación de fracturas costales en el tratamiento de tórax inestable.....	18
<b>Capítulo 4.</b> Análisis.....	22
<b>Conclusiones</b> .....	25
<b>Recomendaciones</b> .....	26
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	27
<b>Apéndices</b> .....	37

## PRÓLOGO

Los accidentes automovilísticos son actualmente la causa más importante de politraumatismo en países latinoamericanos como el nuestro y se considera un problema en crecimiento que representa alta carga para la salud pública por el alto costo económico para el sector salud y las familias guatemaltecas. Entre los pacientes poli-traumatizados podemos encontrar que un porcentaje de los mismos presenta traumas torácicos que limitan el pronóstico por su alta morbimortalidad y las complicaciones desarrolladas durante su manejo terapéutico.

Se considera importante el análisis de la terapéutica que brinde mejor pronóstico y logre la reincorporación de los pacientes a la totalidad de sus actividades diarias y laborales, es decir que permita reducir la discapacidad que afecta a la población económicamente activa. Por el problema previamente descrito las estudiantes enfocaron su interés en el análisis del manejo quirúrgico de las fracturas costales en pacientes con tórax inestable para familiarizarse con esta modalidad de tratamiento.

El siguiente estudio muestra la recopilación teórica que profundiza conceptualizaciones e información sobre el tema para que dicho manejo sea propuesto por especialistas capacitados en pacientes que lo ameriten sobre todo en países como el nuestro en los que actualmente es altamente frecuente este problema.

El trabajo realizado por las estudiantes María Gabriela López Urbina y Mariela Fernanda Cortez Díaz es considerado honesto con veracidad en la información presentada en la presente monografía. Soy testigo del compromiso y del trabajo realizado en la presente investigación por lo que estoy dispuesto como asesor a presentar el trabajo estilo monografía “Fijación de fracturas costales como tratamiento del tórax inestable”.

Dr. Giovanni López

Jefe del Departamento de Cirugía

Hospital General de Accidentes Ceibal-IGSS

Ciudad de Guatemala 12 de agosto 2022

## INTRODUCCIÓN

El trauma de tórax es una patología de gran importancia y alta complejidad debido al incremento en el número de casos que se atienden en los servicios de emergencia hospitalarios, se considera una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en el paciente con traumatismo de alto impacto a nivel mundial; además de ser causa importante de discapacidad. A causa del mismo pueden aparecer diferentes tipos de lesiones esqueléticas; la más común son las fracturas costales, que se presentan hasta en el 50% de los casos; de estas, únicamente el 5 al 10% pueden corresponder a tórax inestable o volante.<sup>1-5</sup>

El tórax inestable se presenta cuando se involucran la fractura de tres o más costillas consecutivas en dos o más puntos diferentes de su longitud, tres o más fracturas costales consecutivas de forma bilateral o tres o más fracturas costales consecutivas unilateralmente, más fractura del esternón. Esto produce un segmento libre flotante de costillas que provoca una incoordinación respiratoria secundaria a la inestabilidad de la pared torácica, altera la mecánica respiratoria y provoca distrés respiratorio que causa la descompensación masiva del paciente, lo que pone en riesgo su vida; sobre todo cuando se asocia a lesión pulmonar, neumotórax o hemotórax y alcanza una tasa de mortalidad de hasta del 16%.<sup>4-7</sup>

El 85% de los pacientes con traumas cerrados pueden presentar tórax inestable, la mayoría (70%) por accidentes de tránsito, lo que provoca el 25% de las muertes en estos traumatismos. Las fracturas costales son la consecuencia más frecuente de los traumatismos de tórax y se considera que el 10% de estos pacientes requieren hospitalización. En adultos, el 50% de los tórax inestables están asociados a contusión pulmonar y se producen hemo o neumotórax en el 70% de los casos.<sup>5,8</sup>

Clínicamente, los pacientes con tórax inestable presentan fuerte dolor costal que limita su respiración y el mecanismo de la tos, lo que conlleva a la disminución del aclaramiento bronquial. Esto, a su vez, aumenta el riesgo de desarrollar procesos infecciosos y atelectasias que incrementan el distrés respiratorio característico del cuadro clínico.<sup>9,10</sup>

El manejo terapéutico de estos pacientes va encaminado a restablecer la función respiratoria, aliviar el dolor y, en algunos casos, a la estabilización de la pared torácica a través de la fijación quirúrgica. Actualmente, el manejo conservador es comúnmente utilizado como primera opción terapéutica. Sin embargo, se conoce que la fijación de fracturas costales puede ser una buena elección para recuperar la mecánica respiratoria del tórax, sobre todo en pacientes en los que no se ha logrado adecuados resultados con el tratamiento conservador

debido a que algunos de ellos pueden presentar dolor crónico que no se alivia con analgesia y que impide la reincorporación a actividades diarias o, en casos con mayor severidad, puede ser difícil el destete del ventilador mecánico.<sup>2,3</sup>

Actualmente han surgido diversas técnicas quirúrgicas para la fijación costal con diferentes complejidades, desde métodos sencillos a sistemas de fijación con mayor dificultad; se ha demostrado la eficacia en el tratamiento de la fijación de fracturas costales y una serie de beneficios en comparación al método tradicional.<sup>2,11</sup>

Debido a los datos mencionados se plantea la pregunta: ¿En qué consiste la fijación quirúrgica de fracturas costales como tratamiento de tórax inestable? Esto se establece con la finalidad de esclarecer dudas y profundizar en el conocimiento sobre el manejo quirúrgico y, de esta manera, generar respuestas a interrogantes sobre el tema.

Esta monografía fue realizada con diseño exploratorio, por lo que se indagaron y analizaron diferentes fuentes en español e inglés. Cuenta con diseño observacional, descriptivo y/o analítico. La información fue obtenida de diferentes medios de publicación de información científica como PubMed, Google Académico, Hinari y Elsevier, que brindan contenido extenso del tema en estudio. Dicha recopilación se plasmó en la redacción de tres capítulos que responden a los objetivos planteados con el surgimiento del tema.

El primer capítulo expone generalidades sobre el tórax inestable como epidemiología, clínica, fisiopatología, diagnóstico y tratamiento, dentro del cual se hace énfasis en el manejo quirúrgico. Se describe alternativas quirúrgicas más comunes en la fijación quirúrgica de fracturas costales. El segundo capítulo compara el tratamiento de fijación quirúrgica versus el manejo conservador en el tórax inestable, donde se evidencia que la primera presenta algunas ventajas. El tercer capítulo describe la técnica y el material más recomendado por su biocompatibilidad con los tejidos para la fijación de fracturas costales. Además, el capítulo final resume y analiza la recopilación de información de la investigación en general.

# OBJETIVOS

## Objetivo general

- Describir el tratamiento quirúrgico de fracturas costales como tratamiento de tórax inestable.

## Objetivos específicos

1. Describir las opciones terapéuticas para tratamiento quirúrgico de tórax inestable.
2. Identificar las ventajas de la fijación de fracturas costales.
3. Describir la técnica quirúrgica para la fijación de fracturas costales con tórax inestable.

## MÉTODOS Y TÉCNICAS

El estudio a continuación presentado es una monografía de compilación, de diseño descriptivo.

Para la recopilación y búsqueda de información se utilizaron una serie de descriptores principales: “tórax inestable” “fijación quirúrgica” “fracturas costales” “tratamiento”, los cuales fueron relacionados entre sí con operadores lógicos que facilitaran la búsqueda de información relacionada con el tema de estudio,

Al recolectar la información de fuentes bibliográficas se utilizaron herramientas de búsqueda como Hinari, Pubmed y Google académico, y se accedió a información de fuentes confiables y actualizadas. Cada fuente bibliográfica cumplió estándares y criterios para ser tomadas en cuenta dentro de la investigación y, a su vez, describir el tórax inestable y sus modalidades de tratamiento.

Al realizar la búsqueda de información delimitada de tórax inestable se usaron los descriptores “tórax inestable”, “fijación de fracturas”, “Terapia”, “fracturas costales” (ver apéndice 1). Se utilizó para el informe final un total de 72 fuentes con distintos tipos de estudio en español e inglés que cumplen con los criterios necesarios (ver apéndice 2).

La información recolectada en esta monografía está conformada por la selección de artículos médicos o revistas científicas, en su mayoría, además de estudios de casos de especialistas en el tema. También se tomaron en cuenta tesis y artículos publicados por expertos de diversos países. Por la familiaridad con los idiomas de los artículos fueron utilizados estudios en español e inglés recopilados a través de buscadores como HINARI y Google académico.

Una vez realizada la compilación de información con relevancia científica que aportara a la investigación, se realizó la lectura crítica y detenida de las fuentes bibliográficas para obtener información que sustentara la monografía con estudios que estuvieran relacionados. Dentro de la literatura se encuentran varios estudios en países latinoamericanos con similitudes y características demográficas parecidas a nuestro país. Posteriormente fueron citadas cada una de las referencias en estilo Vancouver y se utilizó el gestor bibliográfico de Zotero para ordenar las referencias obtenidas.

# CONTENIDO TEMÁTICO

## CAPITULO 1. TÓRAX INESTABLE

### SUMARIO

- **Definición**
- **Epidemiología**
- **Fisiopatología**
- **Clínica**
- **Diagnóstico**
- **Clasificación**
- **Indicaciones de toracotomía de urgencia**
- **Fijación quirúrgica de tórax inestable**

#### 1.1 Definición

En un paciente politraumatizado que presenta trauma cerrado de tórax, las fracturas costales son sumamente frecuentes y pueden estar presente hasta en un 39%. Debido a que este tipo de fracturas evidencia una inmensa carga de energía mecánica absorbida por la caja torácica, es un indicador importante de gravedad en el paciente con trauma de tórax; el tórax inestable es el resultado más frecuente de estos traumatismos. Las lesiones extratorácicas asociadas, la tasa de complicaciones, mortalidad y morbilidad del trauma cerrado de tórax aumentan considerablemente a partir de la presencia de tres fracturas costales, las cuales pueden agravarse cuando las fracturas son múltiples y bilaterales; por tal razón se toma como indicador de alerta en estos pacientes.<sup>4,5,8</sup>

Las lesiones traumáticas intensas presentes en la caja torácica de un paciente pueden resultar en un tórax inestable, conocido también como volet costal o tórax batiente. Este se define como la fractura de tres o más costillas consecutivas en dos o más puntos diferentes de su longitud, tres o más costillas consecutivas fracturadas de forma bilateral o tres a más costillas consecutivas fracturadas unilateralmente más fractura en el esternón, así como a una fractura costal única asociada a la desinserción de un cartílago costal. Se crea un fragmento móvil, libre, inestable y normalmente rígido, lo que provoca un movimiento asincrónico de este fragmento y, consecuentemente, movimiento paradójico de la pared torácica al ciclo respiratorio. Colapsa durante la inspiración y se expande en la espiración, y genera de esta forma una deformidad del tórax.<sup>4-9,12-15</sup>

El trauma de tórax puede suscitar lesiones graves a los órganos torácicos y está totalmente ligado a la lesión pulmonar subyacente, derrames pleurales y/o pericárdicos, neumotórax, hemotórax, atelectasia y neumonía, lo que provoca en el paciente un síndrome de distrés respiratorio aguda (SDRA). Entre las lesiones extratorácicas que se asocian se encuentran lesiones en miembros inferiores, encefálicas y, por proximidad, lesiones abdominales, la mayoría severas. Además, causa una falla multiorgánica, con una alta incidencia en morbilidad que desencadena una alta tasa de mortalidad.<sup>4,6,9,10</sup>

## 1.2 Epidemiología

A nivel mundial, el trauma es una de las primeras causas de muerte. El trauma de tórax ocupa el lugar número seis de todas las lesiones prontamente letales del politraumatismo y es la quinta causa en cuanto a discapacidad. Para el año 2000, las muertes secundarias a traumatismos ocupan una proporción de los 12% relacionadas con las muertes ocasionadas por otro tipo de enfermedades en todo el mundo, lo que equivale a más de 5 millones de muertes. Dentro de los traumas de tórax se estima que la frecuencia del tórax inestable corresponde al 5%. Los traumatismos torácicos son causa importante de morbilidad. Se considera que la mortalidad de los pacientes con tórax inestable se encuentra alrededor del 11 a 16%, pero se ha determinado que el diagnóstico y tratamiento oportuno mejora la supervivencia.<sup>10-18</sup>

Se presentan tres picos de mortalidad en el traumatismo: un pico inicial en los primeros minutos, en los que hay una alta mortalidad que representa el 50%; el segundo pico a las 3 horas del traumatismo, que corresponde el 20% de la mortalidad, y el último, aproximadamente a la semana, que representa el 30% de esta; y se debe principalmente al distrés respiratorio. El manejo oportuno y adecuado en la primera hora tras el trauma, “periodo de oro”, permite la reducción de mortalidad en el segundo o tercer pico.<sup>19</sup>

El tórax inestable es una condición asociada a una alta tasa de mortalidad que aumenta por estancias hospitalarias prolongadas y complicaciones que dificultan su manejo. Las personas mayores son quienes tienen mayor riesgo de mortalidad.<sup>20</sup>

En el grupo etario inferior a los 45 años de edad es la principal causa de muerte. Solo en los Estados Unidos, las lesiones traumáticas de tórax representan la causa primaria del 75% de las muertes causadas por traumatismo, lo cual equivale aproximadamente a 16,000 muertes al año. Se ha demostrado por medio de varios estudios a nivel mundial que el trauma de tórax tiene mayor predominio en el sexo masculino.<sup>9,16, 21</sup>

Los traumas provocados en pacientes adultos mayores —especialmente los que padecen osteoporosis u osteopenia— tienden a ser múltiples, generalmente posterior a sufrir

caídas. En la edad pediátrica las fracturas costales son muy poco frecuentes debido a que cuentan con un tejido óseo más flexible, por lo que la presencia de fracturas costales en este grupo etario significa que el paciente debió de ser expuesto a una fuerza de alto impacto.<sup>22</sup>

Las lesiones torácicas pueden clasificarse en contusas y penetrantes. La causa más común de lesión contusa son los accidentes de tránsito, los cuales se presentan con una incidencia de 70 a 80%; sin embargo, existen otros mecanismos causales como caídas y actos de violencia. Muchos de los pacientes con estos traumatismos mueren previo al ingreso hospitalario por lesiones cardiacas o de grandes vasos.<sup>9,22</sup>

La muerte posterior a las 3 horas por lesiones en el tórax puede ser debido a taponamiento cardíaco, ruptura de grandes vasos como la aorta y, por consiguiente, hemorragia continua. Posteriormente, la mortalidad puede ser causada por fallo multiorgánico, síndrome de respuesta inflamatoria sistémica, complicaciones respiratorias e infecciosas.<sup>9,22</sup>

La mayoría de los traumatismos torácicos involucran la fractura de arcos costales. Las costillas de la cuarta a la séptima son las que tienen mayor frecuencia de lesión, por su ubicación anatómica y su relación con el objeto al momento del impacto. A su vez, dos terceras partes de los traumatismos pueden asociarse a otras lesiones extratorácicas como trauma craneoencefálico, lesiones abdominales u ortopédicas, por lo que se debe establecer el manejo en orden de prioridad. Las lesiones pulmonares en adultos con tórax inestable se encuentran en cerca del 50% de los casos; se identifica la existencia de hemotórax o neumotórax en el 70 % de estos traumatismos.<sup>5, 9,22</sup>

### **1.3 Fisiopatología**

La pared torácica protege los órganos intratorácicos y abdominales de fuerzas externas, además de cumplir una serie de funciones en la respiración. Fisiológicamente, durante la inspiración se genera una presión intratorácica negativa, debido a que el tórax se expande gracias a los músculos asociados a la respiración y el descenso del diafragma, lo que favorece el ingreso de aire a los pulmones. Por el contrario, la espiración está favorecida por la elevación del diafragma y la contracción de los músculos de la caja torácica. Esta mecánica ventilatoria permite una adecuada oxigenación y depende de la estructura anatómica de la caja torácica intacta, por lo que el compromiso de la pared torácica por traumatismos puede provocar movimientos ineficientes que alteran la función respiratoria.<sup>9</sup>

Las lesiones en el tórax pueden ser provocadas por contusiones en la pared a través de dos mecanismos: desaceleración rápida como sucede en los accidentes automovilísticos que son la primera causa de presencia de un tórax batiente, impacto directo: por ejemplo, caídas

desde alturas considerables o compresión que puede ser por realización de masaje cardiaco, la cual es la causa más común en urgencia clínica.<sup>9,10</sup>

Las fracturas costales y el mecanismo de la lesión están influenciados por el ángulo de impacto; generalmente se ubican en el ángulo anterior a 60° de la rotación del ángulo esternal. Cuando el ángulo de impacto es frontal o lateral pueden comprometer la región anterior o la región posterior del tórax, pero si el traumatismo es únicamente anterior se puede comprometer la estructura costo esternal.<sup>9</sup>

Secundarias a estas lesiones pueden surgir complicaciones que amenacen la vida, debido a que en esta estructura anatómica se encuentran órganos vitales. La localización de la fractura condiciona las complicaciones provocadas; cuando involucra las primeras tres costillas puede estar asociada a otras lesiones óseas como fracturas de clavícula y omóplato, lesión de vía aérea y grandes vasos. Las fracturas de la cuarta a la séptima costilla son frecuentemente asociadas a lesiones pulmonares y cardíacas; y las lesiones de las costillas inferiores pueden generar daño de órganos abdominales.<sup>23,24</sup>

Anteriormente se creía que la falla respiratoria se debía a la pérdida de la arquitectura del tórax, con la presencia de aire en el segmento de tórax lesionado que es incapaz de realizar el intercambio gaseoso y, por lo contrario, funcionaba como péndulo que comprimía el segmento sano aumentando la disfunción respiratoria. Sin embargo, actualmente se sabe que la disfunción respiratoria del tórax inestable se debe a la contusión torácica por debajo de la fractura y el dolor generado por la lesión. Otro mecanismo asociado al déficit respiratorio es la contractura muscular que altera las fuerzas aplicadas a la presión intrapleural, lo que disminuye la presión negativa y empeora la mecánica ventilatoria.<sup>25,26</sup>

La alteración en la mecánica respiratoria afecta los cambios de volumen y, si se asocia a la lesión pulmonar, causa desbalance en la ventilación perfusión por la cual se produce la insuficiencia respiratoria.<sup>27</sup>

La fisiopatología de la contusión pulmonar genera la lesión capilar que lleva a hemorragia intraalveolar, además de que se produce fuga de líquidos que genera edema intersticial con disminución de la capacidad residual y distensibilidad torácico-pulmonar. Estos fenómenos ocasionan aumento del trabajo respiratorio por el desbalance de las presiones intratorácicas, que se trata de compensar con la utilización de músculos respiratorios. Al pasar las horas, estos tienden a fatigarse y hacen más evidente el movimiento paradójico de la respiración.<sup>6,9</sup>

La fiebre y el dolor generado por el trauma aumentan el trabajo respiratorio con mayor alteración en la mecánica respiratoria, además de aumentar la retención de secreciones por la rigidez y el riesgo de neumonía por la disminución del aclaramiento bronquial. Conjuntamente, se puede evidenciar neumotórax simple o a tensión por la laceración generada por la costilla fracturada, lo que empeora el cuadro respiratorio en estos pacientes.<sup>9,22</sup>

#### 1.4 Clínica

En los pacientes politraumatizados que sufren trauma de tórax severo debe evaluarse de forma rápida la vía aérea (*AIR*), verificar la permeabilidad de la misma, la adecuada ventilación (*BREATH*) y la circulación sanguínea (*CIRCULATION*). Esta última se puede determinar al evaluar la presión arterial y el pulso del paciente. El sistema ABC es práctico y fácil de aplicar en urgencias, lo que permite una valoración inmediata para evaluar la situación del paciente. Una vez estabilizada la buena perfusión y ventilación pulmonar se debe realizar la evaluación física para determinar el daño a nivel de tórax y en otras regiones como órganos abdominales cuando se sospecha de fracturas costales bajas.<sup>13</sup>

La clínica presentada por el paciente con un trauma de tórax volante y el pronóstico del mismo dependen tres factores importantes: el tipo de lesión en la pared del tórax, la gravedad de la contusión pulmonar subyacente y a las lesiones asociadas, y la severidad de las mismas. En los pacientes con tórax inestable, el diagnóstico o las alteraciones causadas por el trauma pueden detectarse mediante la realización de un examen físico adecuado. Clínicamente a la inspección debe evaluarse el esfuerzo respiratorio, uso de músculos accesorios o el movimiento asincrónico del tórax, donde la mecánica ventilatoria es asimétrica por la alteración de la estructura ósea, el dolor y la rigidez muscular que restringe el movimiento de la pared costal.<sup>9,10,21,22</sup>

La respiración paradójica es un signo clínico temprano que puede ser poco evidente en pacientes obesos o con gran musculatura y puede ser fácilmente visualizada cuando la lesión costal afecta zonas laterales, anterolaterales o paraesternales. En algunos pacientes no es posible su identificación inmediata, pese a estas localizaciones.<sup>21,26</sup>

Frecuentemente, los pacientes con estos traumatismos presentan hipotensión y taquicardia que nos orientan a la presencia de shock hipovolémico provocado por pérdidas hemáticas parietales alrededor de las fracturas, daño a órganos abdominales o fracturas en pelvis o extremidades sobreañadidas a la contusión torácica. La disminución de oxígeno causado por la contusión pulmonar es progresiva y puede causar hipercapnia y acidosis respiratoria, además de generar un shock central. Cuando la saturación de oxígeno tomada con

pulsoximetría sea menor al 93% será necesaria la toma de gasometría arterial para valorar la situación ventilatoria y estado ácido base del paciente.<sup>13,26</sup>

Es posible pensar en rotura traqueal o en bronquios principales cuando se evidencia neumotórax bilateral asociado a enfisema mediastínico con infiltración rápida supraesternal, por lo que en dichos casos es necesaria la realización de una traqueo-broncoscopia para su diagnóstico.<sup>26</sup>

A la palpación se puede evidenciar crepitación característica de la presencia de fracturas costales, que puede caracterizarse en tórax inestable. Con la auscultación se puede evidenciar la abolición de los ruidos respiratorios que puede orientarnos a la presencia de hemo o neumotórax.<sup>22</sup>

Puede ser evidente matidez que indica la presencia de hemotórax o hiperresonancia por la presencia de neumotórax a la percusión de los campos pulmonares.<sup>22</sup>

## 1.5 Diagnóstico

El diagnóstico del tórax inestable es clínico e incluye la inspección, palpación, percusión y auscultación, con una sensibilidad del 90% y una especificidad del 98%. A través de la clínica durante la evaluación física se observan y palpan movimientos paradójicos del tórax que son parte del cuadro característico del mismo. Los exámenes de imágenes complementarios pueden apoyar su detección.<sup>10,17</sup>

Frecuentemente es utilizada la radiografía, sin embargo, el Gold standard es la tomografía axial computarizada (TAC), ya que permite al médico evaluar con mayor precisión la reconstrucción de la estructura torácica para complementar un diagnóstico preciso, donde se identifique la localización exacta de las fracturas. Se considera que la tomografía es el método diagnóstico más eficaz para el diagnóstico de traumas torácicos.<sup>7,9,10,12</sup>

La radiografía permite detectar lesiones óseas o fracturas costales en muchas ocasiones múltiples, desplazamiento de segmentos y de doble trazo que evidencian el tórax inestable. Además, detecta derrames amplios de 1000 cc al distribuirse en la concavidad de los arcos costal posterior, identificado como una opacidad pulmonar. Es común evidenciar atelectasia cuando se observa la tracción del mediastino hacia la opacidad, elevación del diafragma y estrechez de los espacios intercostales del mismo lado. La proyección más utilizada es la anteroposterior, ya que permite observar la estructura ósea y minimiza la movilización del paciente para evitar generar más lesiones.<sup>5,26,27</sup>

## 1.6 Clasificación

La clasificación del tórax inestable se rige en criterios anatómicos y funcionales que determinan la clínica del paciente e influye en el tratamiento o el manejo del mismo.

Anatómicamente, la clasificación del tórax inestable puede dividirse en *volet* anterior o esterno-costal, *volet* lateral, *volet* posterior, *volet* mixto, *volet* bilateral, hemi *volet* y *volet* a caballo o en diagonal.<sup>28</sup>

Funcionalmente, el tórax inestable puede clasificarse como:

- **Grado I:** pacientes con tórax inestable leve que presenten una frecuencia respiratoria entre 10 a 30 respiraciones por minuto, PO<sub>2</sub> en aire atmosférico > 60 mm Hg o mayor de 80 mm Hg con oxígeno; PO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> > 250, QS/QT < 15 %, PCO<sub>2</sub> < 50 mm Hg sin presencia de shock o lesiones asociadas al trauma, por lo que no sea necesaria ventilación mecánica.
- **Grado II:** pacientes con las características mencionadas pero que ameriten cirugía por traumatismos o lesiones asociadas.
- **Grado III:** paciente que amerite asistencia con ventilación mecánica por presentar una frecuencia respiratoria mayor de 30 por minuto, PO<sub>2</sub> < 60 mm Hg o menor de 80 mm Hg con oxígeno, PCO<sub>2</sub> > 50 mm Hg, PO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 250 y QS/QT > 15 a 30 %.
- **Grado IV:** tórax paciente extenso, en ambos lados de la pared torácica o que involucre lesión esternal o pacientes que ameriten una toracotomía.<sup>29</sup>

## 1.7 Indicaciones de toracotomía de urgencia

Existen casos importantes de compromiso de vísceras torácicas en los cuales deber realizarse urgentemente toracotomía y/o esternotomía. Se incluye algunas situaciones que pueden ser tratadas de forma conservadora, pero se ha visto mejor evolución de estas con tratamiento quirúrgico:

- Sangrado profuso y activo de 200 ml a más, de duración de 2 a 4 horas o hemotórax masivo, del cual inicialmente se drena un total de 1500 ml en 24 horas.
- Taponamiento o desgarro cardiaco.
- Presencia de desgarro o rotura a nivel de la aorta, esófago o traqueo-bronquial.

- Amplio defecto o herida abierta localizada en la pared del tórax.
- Cuerpo extraño dentro de la pleura pulmonar que cause contaminación importante.
- Tórax volante cuando exista la necesidad de realizar procedimiento quirúrgico por otra causa, dificultad respiratoria o toracoplastia severa causada por trauma severo.<sup>13</sup>

## 1.8 Fijación quirúrgica del tórax inestable

El tratamiento de los pacientes con tórax inestable a consecuencia de fracturas costales debe ser individualizado y selectivo. La fijación o corrección quirúrgica debe indicarse en pacientes con falla ventilatoria por contusión pulmonar severa, con presencia de deformidades extremas del tórax o si se precisa una cirugía por otro tipo de complicación.<sup>13,30</sup>

### 1.8.1 Generalidades

Las fracturas costales que se producen en un trauma de tórax no son lineales y no siguen un patrón específico. Generalmente tienen forma comminuta, debido a la variabilidad de la anatomía entre una costilla y sus diferentes porciones. Por tal razón, una fractura que se sitúa cerca del polo costal anterior es totalmente diferente a aquella surgida en el polo costal posterior.<sup>26</sup>

### 1.8.2 Indicaciones para el abordaje quirúrgico (osteosíntesis costal)

Existen criterios para indicar que un paciente es candidato para la estabilización de las fracturas costales como, por ejemplo, la existencia de tres o más fracturas que se encuentren desplazadas o la evidencia de tórax inestable, el cual puede ser definido como tres o más fracturas costales continuas en dos o más lugares. El tórax inestable produce un movimiento paradójico de la pared costal, asincrónico con la respiración, debido a la presencia del segmento móvil ocasionado por la fractura que provoca insuficiencia respiratoria por la mecánica ventilatoria asimétrica.<sup>4,26</sup>

La osteosíntesis de la fractura puede ser necesaria para recuperar la anatomía y funcionalidad de la caja torácica, en pacientes a los que un traumatismo de alto impacto ha producido deformidad torácica por el compromiso óseo.<sup>31</sup>

En algunos pacientes en los que la fractura no consolida para alcanzar la estabilidad funcional del tórax, se puede considerar que la falla en la osificación de la fractura puede ser

por varias causas, como deficiencia de vitamina D, malnutrición, diabetes, uso de corticoides o AINE y consumo de alcohol o tabaquismo. Se considera que un 5-10% de las fracturas costales no agudas no consolidan después del manejo conservador, por lo que la persistencia de estas amerita que se realice el procedimiento quirúrgico para la estabilización y corrección de la deformidad.<sup>31,32</sup>

Estudios indican que varios pacientes con tratamiento conservador persisten con el dolor y la sintomatología hasta 30 días después del traumatismo. Su recuperación puede ser mucho más larga y generar dificultades para su reincorporación laboral.<sup>31</sup>

El tratamiento para cada paciente debe ser individualizado. El abordaje quirúrgico es seleccionado en pacientes con tórax inestable a quienes ha sido imposible retirar la ventilación mecánica; paciente en los que no se ha logrado un adecuado manejo del dolor con el tratamiento conservador o deformidades en la pared torácica que comprometieron la mecánica ventilatoria. Por tanto, la falla del manejo conservador puede ser indicación de que un paciente requiere la fijación quirúrgica.<sup>2,3,26</sup>

La fijación quirúrgica de las fracturas costales también debe realizarse cuando se ha identificado falla respiratoria refractaria a la ventilación, desplazamiento del segmento libre de la fractura costal o por lesiones asociadas que ameriten la realización de una toracotomía. La fijación de fracturas a nivel costo-esternal se realiza cuando el dolor no cede, mala alineación ósea o cuando no osifica la fractura.<sup>2,11,33</sup>

Sin embargo, está contraindicada en pacientes con inestabilidad hemodinámica, contusión o neumonía grave, TCE grave o daño medular irreversible pese a las condiciones mencionadas.<sup>34</sup>

La edad avanzada no es una contraindicación para la realización del procedimiento quirúrgico, al contrario, es recomendable debido a que estos pacientes se agotan con rapidez y no tienen reserva orgánica para el destete temprano de la ventilación o para superar las complicaciones de una ventilación prolongada.<sup>34</sup>

### **1.8.3 Tipos de fijación costal**

La cirugía permite la fijación de la fractura y corrección de la deformidad de la pared torácica para mejorar la dinámica ventilatoria. Previo al abordaje quirúrgico se debe planificar la técnica con base en la visualización de las lesiones y la localización anatómica de las mismas mediante una tomografía axial computarizada, para establecer lesiones asociadas a la contusión.<sup>4</sup>

Particularmente se han realizado estudios biomecánicos para determinar la fuerza y rigidez de las costillas y de esta manera diseñar implantes adecuados para la fijación costal, que no generen molestias al paciente y que permita la fijación exitosa. Se ha identificado gran capacidad de flexión fisiológica que sugiere que los implantes deben ser poco rígidos para que conserven su capacidad fisiológica de flexión.<sup>35</sup>

Existe diversidad de técnicas quirúrgicas de diferentes complejidades para la fijación costal, desde métodos sencillos a sistemas de fijación especialmente complejos; entre ellos, la fijación con alambre y puntos tras costales, clavos intramedulares de Kirschner, grapas, osteosíntesis con placas y utilización de placas de material absorbible. Sin embargo, estas técnicas quirúrgicas carecen de material e instrumentos utilizados de manera específica para la reducción de las fracturas costales, por lo que algunos materiales pueden tener migración o desplazamiento, fatiga de material que genere una nueva la fractura y provoque la estabilidad por un corto plazo.<sup>11,36</sup>

La estabilización puede ser de manera abierta o mediante una fijación externa. La fijación externa pericostal es temporal y actúa como costillas artificiales; es un mecanismo que permite estabilizar la pared costal de manera sencilla con mínimas complicaciones. Las costillas externas se adaptan a la forma de la caja torácica. Este procedimiento se realiza mediante anestesia local, no limita las actividades del paciente, se puede realizar de manera temprana desde que se coloca al paciente con la ventilación y es muy sencillo de retirar.<sup>37</sup>

Una técnica que ha revolucionado los métodos de fijación de las fracturas costales es el sistema STRATOS, debido a su facilidad en la colocación de láminas sin el uso de tornillos medulares, lo que disminuye las complicaciones pre y postoperatorias asociadas a su utilización.<sup>38</sup>

El sistema de fijación StraCos® utiliza clips envolventes para asegurar la placa en los extremos superior e inferior de la costilla, sin la necesidad de utilizar tornillos para su fijación. Este sistema brinda una fijación segura con adecuada estabilidad funcional y corrige las alteraciones ventilatorias provocadas por las lesiones.<sup>39</sup>

Las placas absorbibles están hechas de materiales utilizados en cirugías maxilofaciales que se caracterizan por menos rigidez y no es necesario retirar el material. LactoSorb es un material biodegradable que se absorbe a los 12 meses de su colocación y ha sido muy utilizado en cirugías craneofaciales, como el titanio. Es muy maleable y disminuye su tensión con el paso del tiempo, hasta lograr la adecuada consolidación. El material es 82% ácido L poliláctico y 18% ácido poliglicólico. Genera una mínima reacción inflamatoria con gran eficacia en cualquier

grupo de edad, ya que no restringe el crecimiento en niños y su utilización no necesita la remoción del material, lo que evita una cirugía adicional. Es una buena opción en la fijación de fracturas costales.<sup>40</sup>

LactoSorb es un método moderno que no necesita ser retirado, ya que desaparece al año de su colocación en los tejidos mientras se logra la consolidación completa de la fractura a pesar de que la utilización de este material tiene grandes beneficios mejorando la calidad de vida puede tener alto costo.<sup>38</sup>

Las placas de Judet son un material moldeable con adecuada plasticidad, que permite la colocación mínimamente invasiva. Se utilizan en la fijación de los extremos de las costillas, las separa del paquete intercostal y usan una pinza especial para ajustarlas a cada borde costal. Existen tres variedades de placas de Judet: rectilínea, con inclinación lateral y angulada. Son utilizadas según el área de la costilla que se debe fijar.<sup>41,42</sup>

Las placas en U miden 5 cm de longitud. Son semejantes en su colocación a las placas de Judet; sin embargo, se corre menos riesgo de lesión neurovascular debido a que son ancladas a los bordes superior en inferior de la costilla. Además, para su colocación no amerita disección extensa de tejidos ni lesión al periostio.<sup>42</sup>

La placa Labitzke es muy flexible para ajustar la costilla, pero su extensa flexibilidad interfiere en la capacidad de abrazar en forma rígida al segmento de la fractura inestable. La varilla Sanches-Lloret mide aproximadamente de 13-19 cm de longitud y cuenta con lengüetas en sus extremos para extenderse y abrazar el fragmento de costilla inestable.<sup>25</sup>

La fijación intramedular se realiza con la colocación de placas o alambre de titanio en el interior de la médula de la costilla. Fija la cortical de manera distal y es más utilizada en la fijación de fracturas posteriores.<sup>11</sup>

Las fracturas costales también pueden estabilizarse con alambre de monofilamento, que utiliza un sistema de fijación mediante cuatro orificios, dos en cada extremo de la fractura a 10 mm de cada borde. Se aplica la técnica de lejos cerca-cerca lejos con la finalidad de lograr dos líneas paralelas de alambre; de esta manera, permiten la alineación de los segmentos fracturados y logran establecer firmeza en el tórax.<sup>43</sup>

La fijación quirúrgica con alambres de Kirschner ha mostrado eficacia para el tratamiento de tórax inestable antero lateral al brindar tracción efectiva para eliminar la deformidad y estabilizar la parrilla costal. Esta técnica ofrece ventajas en la recuperación clínica del paciente y presenta pocas complicaciones, aunque debe tomarse en cuenta que al momento del

procedimiento puede surgir la lesión de la cavidad pleural o la hemorragia y hematoma por la lesión de algún vaso importante de la pared.<sup>44</sup>

Con cualquiera de las técnicas de fijación, al finalizar la corrección de las fracturas costales debe ser comprobada la estabilidad del tórax. Es posible evaluar internamente la estabilidad del tórax o detectar la persistencia de fracturas, hematomas o colecciones en la cavidad pleural mediante videotoracoscopia. Se complementa el procedimiento al cerrar la pared por planos y dejar un drenaje cerrado subcutáneo.<sup>3,4</sup>

#### **1.8.4 Complicaciones quirúrgicas**

Cuando se realiza la osteosíntesis de las fracturas costales se corre el riesgo de lesionar el paquete vaso-nervioso localizado en el borde inferior de la costilla. Esta es una posible complicación al momento de realizar el procedimiento quirúrgico. De la misma manera, las complicaciones de la intervención quirúrgica son bajas y están relacionadas a la herida quirúrgica: infección 1,2%; seroma 0,6 %; empiema pleural 0,3%; hematoma de la herida quirúrgica y derrame pleural persistente.<sup>4,25</sup>

En algunos pacientes puede existir dolor postquirúrgico intenso a consecuencia de la sección muscular, que disminuye de manera progresiva. Se considera que minimizar la sección extensa de grupos musculares puede reducir las molestias postoperatorias, pero puede interferir en el abordaje para la fijación de la fractura.<sup>45</sup>

## **CAPÍTULO 2. VENTAJAS DE LA FIJACIÓN QUIRÚRGICA DEL TÓRAX**

### **INESTABLE VERSUS MANEJO CONSERVADOR**

Las fracturas costales suelen ser frecuentes en traumatismos torácicos y su severidad depende del número de costillas afectadas, que puede resultar en un tórax mecánicamente inestable. El tórax inestable puede definirse como la fractura de 3 a más costillas en dos segmentos, lo que causa el movimiento anormal de la caja torácica; es decir, que, al momento de la inspiración, el tórax colapsa y se expande en la espiración. Puede estar asociado a lesiones provocadas por el impacto como contusión pulmonar, hemotórax, neumotórax o lesiones extratorácicas.<sup>4,6</sup>

El tórax inestable debe tratarse de manera oportuna, ya que puede comprometer la vida del paciente por las complicaciones, sobre todo en casos severos o en adultos mayores. El tratamiento debe basarse en el control de la descompensación respiratoria, alteraciones hemodinámicas, manejo del dolor, contusión pulmonar y toda lesión asociada al trauma. El tratamiento de la inestabilidad torácica dependerá de la severidad de la lesión, condición pulmonar, presencia de hipoxemia y dolor presentado por el paciente.<sup>2,6,9,46</sup>

El abordaje rutinario del paciente con tórax inestable es conservador; sin embargo, frecuentemente se generan complicaciones que deterioran la calidad de vida del paciente, sobre todo cuando se evidencia daño severo.<sup>4</sup>

Dentro de las complicaciones presentadas por los pacientes con tórax inestable manejado con tratamiento conservador se encuentran las infecciones como neumonías, atelectasias e insuficiencia respiratoria. Una complicación poco frecuente es el hemotórax tardío, que puede ser generado por una hemorragia secundaria a una fractura costal y se puede evidenciar tras haber transcurrido un cierto tiempo al traumatismo.<sup>47</sup>

En pacientes con manejo conservador se realiza la estabilización mecánica con ventilación a presión positiva, manejo del dolor y terapia respiratoria. La mayoría de los pacientes con tórax inestable tienen una mecánica ventilatoria alterada a consecuencia de lesiones pulmonares o de la inestabilidad de la pared, por lo que la ventilación constituye una modalidad terapéutica frecuente en el manejo de estos pacientes.<sup>9,48</sup>

La indicación para la ventilación mecánica como medida terapéutica es la descompensación respiratoria, que se refleja en anormalidades en los gases sanguíneos; sin embargo, gran parte de este grupo de pacientes presenta complicaciones a consecuencia del tiempo prolongado bajo ventilación.<sup>22,49</sup>

Se debe dar el soporte ventilatorio únicamente en pacientes que presenten alteración ventilatoria por un lapso prolongado, mientras se asocia la analgesia o la fijación quirúrgica; sin embargo, se debe evitar utilizarla con el fin de “entabillar” el defecto del tórax inestable. La ventilación debe emplearse en pacientes que presenten una frecuencia respiratoria menor de ocho o mayor de 30 respiraciones por minuto, PaO<sub>2</sub> menor de 60 mmHg en aire atmosférico o menor de 80 mmHg con O<sub>2</sub> suplementario, PaCO<sub>2</sub> mayor de 50 mmHg, Qs/Qt mayor de 15 a 20% y la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> menor de 250. <sup>42,49,50</sup>

La estabilización interna con presión positiva es una terapia popular; sin embargo, existen complicaciones secundarias a una ventilación mecánica prolongada que condiciona a estos pacientes a una mortalidad que va de 10 a 36% a causa de infecciones. La suspensión de la ventilación se basa en la valoración de la mecánica pulmonar y la mejoría de la ventilación alveolar valorada en los gases, mas no en la resolución del tórax inestable. <sup>9,32</sup>

Dentro de las medidas de soporte del manejo conservador se incluye la terapia respiratoria, que mejora la limpieza pulmonar a través de la aspiración de secreciones para mantener el transporte máximo de oxígeno y prevenir atelectasias e infecciones. <sup>9</sup>

En pacientes con lesiones torácicas, el dolor provocado por las fracturas costales limita la expansión del tórax, altera la ventilación pulmonar y el mecanismo de la tos, lo que provoca acumulación de secreciones bronquiales, la disminución del aclaramiento de bacterias y el aumento del riesgo de sobreinfección. <sup>51,52</sup>

El dolor extenso asociado a las lesiones costales puede estar provocado por el atrapamiento del nervio costal o su lesión al momento de la fractura, lo que es evidenciado al momento de la reducción quirúrgica. <sup>28</sup>

El manejo del dolor forma parte del tratamiento conservador. Ayuda a mejorar la ventilación al evitar la rigidez e hipoventilación de la pared torácica. Frecuentemente son utilizados opioides como terapia analgésica, lo que en algunos casos puede causar depresión respiratoria por los requerimientos de dosis altas. La utilización de AINES puede tener buenos resultados, pero debe considerarse el riesgo de hemorragia digestiva alta con el uso prolongado, sobre todo en ancianos. <sup>9,22</sup>

Una buena terapia analgésica facilita los movimientos respiratorios y genera una tos efectiva para la movilización de secreciones como prevención de neumonías. La infiltración de anestésicos alrededor del nervio intercostal puede brindar analgesia por algunas horas; sin embargo, el mejor método es la utilización de catéteres epidurales para la infusión de anestésicos locales. <sup>22,51</sup>

Con el control analgésico adecuado, el riesgo de muerte de los pacientes con tórax inestable puede disminuir hasta un 40%; no obstante, pacientes con manejo conservador pueden presentar dolor crónico posterior a la lesión y requerir dosis altas de analgésicos. Ante el fracaso de la terapia analgésica se ha implementado el tratamiento quirúrgico, el cual puede mejorar no solo la dinámica ventilatoria a través de la estabilización de la pared torácica, sino que también el dolor secundario.<sup>3</sup>

Frecuentemente, los pacientes con tórax inestable necesitan ventilación mecánica por un tiempo prolongado en cuidados intensivos; son únicamente operados el 1%. La escasa intervención quirúrgica puede ser atribuida a que para la estabilización de estas fracturas no existe familiaridad en la técnica o existe poca especialización en este manejo, además de la ausencia de indicaciones basadas en evidencia para el manejo quirúrgico.<sup>25</sup>

El tratamiento quirúrgico tiene poca popularidad debido a varios factores, como, por ejemplo, las inexistentes indicaciones específicas para el manejo quirúrgico. Pese a los beneficios encontrados en estos pacientes, solo el 26% de los cirujanos de trauma realizan reducciones quirúrgicas de las fracturas costales. Entre las dificultades técnicas se puede mencionar la complejidad y variabilidad anatómica costal y la complejidad dinámica de las fuerzas que las costillas soportan, además de su dificultad en el anclaje firme de cualquier instrumentación.<sup>39,53</sup>

Se realizó un estudio que consistió en una encuesta a 405 cirujanos cardiotorácicos y ortopédicos. Se valoró las opiniones sobre la fijación quirúrgica de tórax, y se evidenció que la mayoría no considera tener la experiencia en la técnica pese a su utilidad en el manejo de tórax inestable.<sup>54</sup>

Por mucho tiempo, el manejo médico fue una terapia muy aceptada. La fijación quirúrgica de las fracturas costales se dejó para casos seleccionados; sin embargo, las complicaciones a corto y largo plazo como el dolor crónico, limitación laboral, deformidades en la pared del tórax y alteraciones en la ventilación han hecho considerar con mayor seriedad las alternativas quirúrgicas como parte del manejo integral para mejorar la supervivencia y la calidad de vida de estos pacientes. Algunos estudios demuestran que únicamente el 43% de los pacientes que reciben tratamiento conservador logran reincorporarse a tiempo completo a su empleo anterior.<sup>4,53</sup>

Debido a que no se puede predecir el fracaso de la terapia analgésica y manejo conservador, se recomienda el tratamiento quirúrgico en pacientes que han presentado un

tratamiento médico ineficaz o ante pacientes que se encaminan a una intubación mecánica prolongada.<sup>39,51</sup>

La fijación de las fracturas costales debe decidirse dentro de las primeras 72 horas post trauma. Se logra una disminución del 50% de la mortalidad, menor incidencia de infecciones pulmonares y de uso de traqueotomía.<sup>52</sup>

Debido a que el mayor movimiento respiratorio ocurre entre la 4<sup>a</sup> a 9<sup>a</sup> costillas se recomienda que la fijación quirúrgica sea a este nivel, con lo cual se produce la mejoría en la función respiratoria y alivio del dolor. Las primeras tres costillas son de difícil acceso y no se ha encontrado mayor beneficio en su reparación. Se ha establecido que con la fijación del 50% de las costillas fracturadas se logra la mejoría de la claudicación respiratoria y se aliviará el dolor de manera significativa.<sup>39,55</sup>

La fijación quirúrgica puede ser tomada en cuenta para un grupo selecto de pacientes, en los cuales se considera que se obtiene una mejor evolución. Se ha identificado menor tiempo de ventilación mecánica, menores días de estancia hospitalaria, disminución del dolor crónico y la incorporación a las actividades normales. Son solo algunas de las ventajas identificadas en el tratamiento quirúrgico que nos permiten considerarlo como parte del manejo angular de estos pacientes.<sup>53,56</sup>

Ahmed y Mohyuddin documentan que pacientes con fijación quirúrgica permanecen en promedio 3.9 días en ventilador, contra 15 días para pacientes sin cirugía.<sup>32</sup>

Tanaka et al.<sup>116</sup> destacaron el resultado de un estudio aleatorio que compara la fijación quirúrgica frente a la estabilización neumática con un grupo homogéneo en cuanto a gravedad y criterios de ventilación. Se identificó que la incidencia de neumonía fue menor en el grupo quirúrgico (22 % frente a 90 %), al igual que la duración de la ventilación y la duración de la estancia en cuidados intensivos. Los investigadores informaron que los pacientes reportaron mejoría en los volúmenes pulmonares, disminución del dolor y la disnea e incremento de la capacidad para su reincorporación a sus actividades laborales al cabo de 1 año después de la cirugía.<sup>57</sup>

Se ha identificado que a los seis meses del procedimiento quirúrgico los pacientes se encuentran sin dolor, sin el uso de analgesia, además de lograr reincorporarse a los 30 días a sus labores previas a su accidente sin limitaciones físicas. Un año posterior a la cirugía se identifica controles de espirometría con FVC: 3.31 L (90%), FEV1: 2.46L, lo que evidencia adecuadas adaptaciones pulmonares.<sup>25,57</sup>

Se ha demostrado que la fijación quirúrgica temprana de los pacientes con tórax inestable tiene mejores resultados clínicos y, a su vez, una reducción en los costos. Actualmente, las técnicas quirúrgicas permiten la reconstrucción anatómica de cualquier defecto en la pared del tórax gracias a la variedad de materiales, además de que pueden ser ajustados a la costilla para la fijación costal.<sup>58</sup>

En resumen, la evidencia muestra que la estabilización quirúrgica es una alternativa segura y eficaz para la recuperación de los pacientes con múltiples fracturas costales. El manejo quirúrgico temprano proporciona buenos resultados clínicos y disminución de costos.<sup>3,57</sup>

Recientemente ha sido comprobado que es una estrategia segura que ofrece una adecuada evolución a estos pacientes. Además, existe suficiente evidencia científica que respalda que la fijación de fracturas costales aporta múltiples beneficios en el tratamiento del tórax inestable, en cuanto al manejo dolor, función respiratoria, mejor calidad de vida y menor discapacidad para la reincorporación social y laboral; ya que se ha identificado que, a nivel mundial, el 68% de los pacientes con este tipo de intervención son egresados a sus hogares y solo el 16% remitidos a rehabilitación.<sup>3,25,56,57,59</sup>

# CAPÍTULO 3. MATERIAL Y TÉCNICA QUIRÚRGICA CON LA MAYOR VENTAJA EN LA FIJACIÓN DE FRACTURAS COSTALES EN EL TRATAMIENTO DE TÓRAX INESTABLE

## SUMARIO

- Osteosíntesis con placas de titanio

La fijación costal con osteosíntesis es una técnica utilizada para la estabilización de la pared torácica de los pacientes con tórax inestable. Brinda una rápida recuperación para su reinserción a las actividades diarias y reincorporación laboral. Esta técnica implica la utilización de placas únicas o fijadas con tornillos para la estabilización del área de fractura.

A través de la osteosíntesis se puede evitar neumotórax residuales y actúa como tratamiento de la neuralgia mientras se recupera la integridad costal y se logra el diagnóstico de otras lesiones.<sup>49,60,61</sup>

Para los casos en los que se indique la fijación quirúrgica se recomienda la estabilización mediante osteosíntesis, con placas o tornillos en el segmento fracturado.<sup>30,62</sup>

Para la fijación abierta, una vez establecido el sitio de la fractura se determina el nivel de la incisión quirúrgica. Se intentará conservar la fijación de grandes grupos musculares. El tamaño de la incisión y de la exposición dependerá del número de fracturas y del número de costillas que se fijarán. Para una fijación costal eficaz se debe exponer como mínimo 20 mm de la costilla a cada lado de la fractura. Puede ser horizontal, oblicua o vertical, dependiendo de la exposición que se necesite en la intervención quirúrgica.<sup>4,52</sup>

El abordaje se realiza en los espacios intercostales para la fijación de placas corticales a cada lado del segmento fracturado. Se recupera la anatomía de la costilla con la previa reducción de la fractura y la fijación de la placa con tornillos bicorticales.<sup>62</sup>

Es importante que los materiales sean biocompatibles para permitir la cicatrización ósea, de manera que el tórax recupere sus características mecánicas y su funcionalidad, y minimizar los riesgos de soltura y migración del material. La fijación de la fractura a través de materiales biocompatibles se logra por el fenómeno de atrapamiento de tensiones, donde la rigidez del implante es superior a la del hueso. Esto hace que toda la carga sea soportada por el implante óseo, por lo que la presencia de estas cargas estimula la formación ósea para la osificación de la fractura.<sup>36,63</sup>

Los materiales deben brindar la continuidad anatómica necesaria para mantener la estabilidad mecánica del tórax con la elasticidad para sus funciones respiratorias adecuadas.<sup>64</sup>

El estudio biomecánico de la costilla a través de distintos prototipos y materiales identifica su gran capacidad fisiológica de flexión, por lo que idealmente deben utilizarse placas que se adapten a la geometría anatómica del cuerpo de la costilla con sus distintas curvaturas. Las placas de titanio son muy utilizadas por simular la rigidez de las costillas.<sup>35</sup>

La FDA (*Food and Drug Administration*) ha aprobado la comercialización en Estados Unidos del sistema de clip y barras de titanio desde el 24 de junio del 2008. Son dispositivos ortopédicos con riesgo de clase II5, indicados para estabilizar y proveer fijación a fracturas y osteotomías de costillas, además de reconstrucciones de la pared torácica y esternón. Hasta el momento no se han encontrado registros de mal funcionamiento de este sistema en la plataforma MAUDE de la FDA.<sup>20</sup>

Cuando la estabilización de las fracturas se realiza con las barras de titanio existen dos técnicas quirúrgicas: el sistema Matrix Rib®, donde las costillas pueden ser fijadas mediante tornillos sin lastimar el periostio, y el sistema STRATOS, que no requiere fijación con alambres o tornillos, sino que únicamente son colocados a presión en los extremos superior e inferior de las costillas. Estos suelen ser colocados en la superficie costal anterior con ayuda de pinzas de ajuste que doblan las láminas moldeables del clip para abrazar el cuerpo de la costilla y estabilizar la fractura.<sup>20,64</sup>

Con cualquiera de los dos sistemas se debe exponer el sitio de entrada del material, el cual debe extenderse completamente en la zona de la fractura para la fijación. El tamaño y la posición del material se deciden al momento de identificar la fractura. Previo a su colocación debe flexionarse o moldearse a la curvatura costal, fijar los segmentos y evitar lesionar el pedículo intercostal.<sup>65</sup>

Una vez completada la fijación y comprobada la estabilidad del tórax es necesaria la exploración mediante toracoscopía y la colocación de un drenaje en el lado afectado, previo al cierre por planos del tejido subcutáneo y piel.<sup>66</sup>

La osteosíntesis de placas de titanio MatrixRib® es conocida por ser un sistema de fijación seguro que ha demostrado buenos resultados estéticos, además de permitirle a la caja torácica recuperar su funcionalidad respiratoria.<sup>64</sup>

Estas placas no ameritan el contorneado intraoperatorio, proporcionan una fijación flexible y emplean tornillos para mejorar la estabilización. Por tales motivos se considera que se

reduce el tiempo y complejidad de la cirugía, y proporciona una fijación duradera. Su configuración larga permite crear un puente entre las fracturas conminutas mediante la suspensión de varios segmentos, a diferencia de la fijación intramedular con alambre Kirschner que, a pesar de ser menos invasiva, no permite la fijación de fracturas conminutas.<sup>35</sup>

El sistema de fijación MatrixRIB utiliza instrumentos y un sistema de fijación mínimamente invasivo, incluso en fracturas con difícil acceso. Está conformado por placas de fijación que se adaptan a la curvatura anatómica del tórax, férulas intramedulares y tornillos para la fijación que no lesionan el periostio de la costilla.<sup>67</sup>

La estabilización de las fracturas costales con barras de titanio es una técnica sencilla que no necesita la sección extensa de grupos musculares. Permite que el paciente sea desconectado del ventilador y obtener la adecuada evolución clínica postoperatoria con reducción del dolor, con mínimas complicaciones.<sup>68</sup>

Las placas de titanio se adaptan a la curvatura del tórax, mantienen su forma y su volumen. El movimiento de las placas se adapta a los movimientos del tórax, lo cual mejora la expansión pulmonar y la mecánica respiratoria. El movimiento de este material brinda una buena mecánica respiratoria debido a que se adapta a los movimientos de la pared torácica, lo que proporciona adecuada expansión pulmonar.<sup>64</sup>

El titanio es el material que tiene mayor biocompatibilidad con los tejidos dentro de las diversas técnicas para la fijación de fracturas costales; además, es amoldable en el lugar de la fractura. Es un material ideal para el tratamiento quirúrgico de las fracturas costales, ya que permanece inerte y libre de corrosión con el paso de los años, por lo que se ha convertido en un material muy utilizado en la actualidad. Asimismo, es utilizado en diferentes dispositivos ortopédicos.<sup>11,39,69</sup>

Por su biocompatibilidad es un material que puede usarse en implantes a largo plazo o permanecer en el cuerpo a lo largo de la vida del paciente, debido a que es capaz de renovarse en el entorno biológico mediante osteointegración.<sup>68</sup>

Las placas de titanio permiten que al momento del procedimiento se conserve la irrigación y mayor seguridad en la cicatrización, debido a que causa mínimas reacciones inflamatorias y es resistente a la infección.<sup>69</sup>

La placa de titanio es utilizada frecuentemente debido a que se ajusta a la convexidad de la costilla, sigue su eje y proporciona elasticidad para su correcta distribución, a diferencia de placas de otros materiales que requieren ser moldeadas para su ajuste en la superficie costal.

Ocurre lo contrario a otros materiales con poca elasticidad, como el acero, que pierden su tolerancia debido a que en la manipulación pueden producirse líneas de ruptura que deteriora el material y son poco efectivos en la cicatrización del segmento.<sup>6,69</sup>

Las placas de titanio utilizadas en la fijación de fracturas costales permanecen inertes, tienen un diseño que contribuye a la inmovilización del segmento fracturado con la cicatrización correcta, con poco riesgo de soltura o movilización del material. Las reacciones alérgicas a este material son poco frecuentes además permite que en el seguimiento los estudios de imagen tengan claridad y nitidez.<sup>36,69</sup>

En un congreso de cirugía en Argentina se presentó los resultados de un estudio retrospectivo sobre la fijación quirúrgica con titanio en 23 pacientes con tórax inestable, entre el 2010 a 2012. Se evidenció reducción del dolor y reinserción laboral, además de ser una técnica sencilla con mínimas complicaciones.<sup>70</sup>

En el 2016 se demostró, en un estudio realizado en México en donde se describe una serie de casos en los que se realizó la fijación de fracturas costales mediante el sistema de osteosíntesis STRATOS, que los pacientes tienen buenos resultados postoperatorios. Demostró ser una herramienta útil en el tratamiento de tórax inestable.<sup>71</sup>

Especialistas consideran que la incorporación de esta técnica de fijación es la mejor alternativa, debido a sus beneficios. Entre las ventajas de este sistema de fijación está que la colocación de los implantes es fácil, rápida y segura, lo que permite al tórax tener estabilidad inmediata para recuperar su estabilidad funcional sin limitar la movilidad y una cicatrización rápida, por ser de titanio y su biocompatibilidad.<sup>52,71,72</sup>

Actualmente ha sido comprobada la efectividad de esta técnica y material en la osteosíntesis costal; sin embargo, existen situaciones en las que se presentan limitaciones de costos y disponibilidad, por lo que la utilización de nailon 66 resuelve este problema.<sup>68</sup>

La fijación con férula y precinto de Nailon 66 es una poliamida con adecuada biocompatibilidad y resistencia. Además, es de fácil acceso y bajo costo, que no necesita instrumental quirúrgico especial, por lo que puede ser tomada como una buena alternativa a la técnica mencionada.<sup>68,72</sup>

Se ha comprobado la efectividad de estas técnicas en la recuperación del paciente con tórax inestable. Se ha evidenciado mejoría en su rehabilitación y se garantiza la resolución inmediata del cuadro, lo que disminuye la morbilidad del paciente.<sup>52</sup>

## CAPÍTULO 4. ANÁLISIS

El trauma de tórax es comúnmente evidenciado en pacientes poli-traumatizados, los cuales pueden estar sometidos a fuerzas de alto impacto con altas cargas de energía. Esta lesión puede involucrar múltiples fracturas costales que generan un tórax inestable, el cual puede ser definido como las fracturas de tres o más costillas en dos puntos diferentes. Su grado de severidad está asociado al número de costillas involucradas en la lesión, lo que aumenta el riesgo de morbilidad y empeora el pronóstico del paciente.<sup>4,10</sup>

El tórax inestable es clínicamente diagnosticado por una respiración paradójica o el movimiento asincrónico de la parrilla costal durante la respiración, asociado a dolor, deformidad y, en algunas ocasiones, falla ventilatoria. El diagnóstico oportuno puede ser apoyado a través de estudios de imagen como radiografía de tórax o tomografía para lograr el manejo terapéutico adecuado y reducir el riesgo de complicaciones.<sup>21</sup>

El manejo del paciente con tórax inestable actualmente es individualizado, de acuerdo con la gravedad y las necesidades del paciente. El manejo conservador, utilizado desde hace mucho tiempo, es aún parte importante del tratamiento del tórax inestable, debido a que no todos los pacientes ameritan el manejo quirúrgico. Además, existe falta de familiaridad en las técnicas de fijación.<sup>6</sup>

El tratamiento debe estar encaminado a la estabilización hemodinámica y ventilatoria del paciente. El manejo conservador incluye la ventilación mecánica en situaciones donde se presente falla respiratoria, alivio del dolor para mejorar la mecánica ventilatoria y mantener el aclaramiento de secreciones. Sin embargo, se sabe que estas medidas terapéuticas son eficaces en un grupo de pacientes con lesiones no severas, en los que se le permite la recuperación completa. Pese a ello, algunos tienden a presentar una ventilación mecánica prolongada que predispone al paciente al desarrollo de infecciones y otras complicaciones que disminuyen su supervivencia.<sup>9,13</sup>

Se ha establecido que muchos de los pacientes con tórax inestable presentan dolor costal crónico y deformidad en la parrilla costal que limita su reincorporación a sus actividades diarias. Por tanto, en los últimos años se ha puesto en práctica la fijación de fracturas costales como tratamiento de tórax inestable, sobre todo en pacientes en los que no ha sido posible el destete de la ventilación mecánica.<sup>4,8,26</sup>

La fijación quirúrgica de fracturas costales debe realizarse idealmente en las primeras horas tras el traumatismo. Con esto se ha evidenciado buenos resultados para reducir las tasas de mortalidad y morbilidad al disminuir los días de ventilación mecánica, mejorar el dolor,

recuperar la integridad de la parrilla costal al corregir la deformidad y disminuir el tiempo en las unidades de cuidados intensivos, y reducir costos hospitalarios.<sup>58</sup>

Actualmente existe una gran variedad de técnicas quirúrgicas empleadas en este tratamiento, con la finalidad de alcanzar la estabilidad de la pared torácica. Sin embargo, con base en estudios biomecánicos de la parrilla costal intacta se ha identificado que, fisiológicamente, la costilla tiene mucha flexibilidad y, anatómicamente, distintas curvaturas en su superficie. Son indicadores de que idealmente las prótesis por utilizar deben adaptarse a sus características naturales, para una fijación adecuada y evitar de esta manera el rechazo de material.<sup>20</sup>

La utilización de implantes rígidos presenta inconvenientes como la restricción del movimiento respiratorio y pueden generar una fijación ineficaz, por el estrés del material con riesgo a migración o falta de consolidación de la fractura a través del callo óseo.<sup>64</sup>

En casos severos de tórax inestable se considera que la fijación quirúrgica con placas envolventes es altamente recomendada, debido a que probablemente muestran mejor eficacia que los alambres medulares.<sup>11,34</sup>

El estudio de la eficacia de materiales protésicos ha demostrado que las placas de titanio tienen gran biocompatibilidad con los tejidos, además de la flexibilidad necesaria para una fijación eficaz y buena consolidación ósea. Dichas características minimizan el riesgo de soltura y migración del material. El titanio es un material que permanece libre de corrosión y puede integrarse al tejido óseo, lo que lo hace un material seguro con mínimas reacciones inflamatorias.<sup>34,35</sup>

Los sistemas de fijación con barras de titanio pueden dividirse en el sistema Matrix Rib®, cuya técnica consiste en fijar la placa mediante tornillos una vez ajustada a la superficie de la costilla, y el sistema STRATOS, donde la placa es ajustada a los bordes superior e inferior de la costilla, sin necesidad de utilizar tornillos.<sup>35,71</sup>

El tamaño y la posición de la placa se deciden al momento de realizar el procedimiento. Las placas de titanio permiten el ajuste a la costilla gracias a su curvatura y elasticidad, además de que su tamaño permite la fijación de varios segmentos de fracturas o fracturas conminutas. Esto lo diferencia de otras técnicas quirúrgicas como los alambres intramedulares, que no permite fijar varios segmentos.<sup>69</sup>

Esta es una técnica quirúrgica segura, con buenos resultados postoperatorios. Su utilización fue aprobada desde el 2008 por la FDA. Como técnica quirúrgica ofrece muchas

ventajas, como implante estabilizador del foco de fractura para recuperar la función de la parrilla costal y la reincorporación a las actividades diarias y laborales del paciente. Su indicación dependerá de la evolución de un paciente con manejo conservador.<sup>20</sup>

## CONCLUSIONES

A nivel mundial, el trauma de tórax es una de las lesiones más frecuentes y con mayor morbimortalidad en los pacientes poli-traumatizados. El tórax inestable puede presentarse en el 5% de estos pacientes, con una mortalidad entre el 11 a 16%. La causa más frecuente son accidentes automovilísticos, la mayoría ocurren en personas del sexo masculino.

El tratamiento del tórax inestable debe ser individualizado a las necesidades y severidad de cada paciente. Se sabe que en algunos la fijación quirúrgica de las fracturas costales muestra mejores resultados con el manejo conservador, debido a que al estabilizar la pared del tórax mejora la mecánica respiratoria, se alivia el dolor, se minimiza el tiempo en el que el paciente permanece conectado a ventilación mecánica y disminuye complicaciones asociadas. De esta manera se logra la recuperación de estos pacientes para su reincorporación a sus actividades diarias y laborales.

En la actualidad, el titanio es un material comúnmente utilizado con grandes resultados en la fijación quirúrgica del tórax inestable. Por su flexibilidad y gran biocompatibilidad con los tejidos permite una estabilización eficaz sin riesgo de migración o soltura.

## RECOMENDACIONES

Concientizar a los cirujanos sobre la importancia de la investigación acerca de las alternativas en el tratamiento quirúrgico, para familiarizarse con las técnicas y aplicarlas en pacientes que ameriten este manejo.

Realizar investigación más profunda que compare varias técnicas quirúrgicas entre sí, para saber con mayor certeza las ventajas y desventajas entre ellas y, de esta manera, optar por la técnica quirúrgica que proporcione mayor seguridad para el paciente.

Individualizar el tratamiento de cada paciente, debido a que se han mostrado adecuados resultados con el manejo conservador de algunos pacientes.

Mejorar las unidades de atención hospitalaria para tener la capacidad de realizar la fijación de fracturas costales en pacientes con tórax inestable, de ser necesario.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Castañeda E, Briceño M, Del Catillo C, Rojas F. Reconstrucción temprana en el tórax inestable con sistema de osteosíntesis torácico. Reporte de caso. RevMedHered [en línea]. 2018 [citado 17 Abr 2021]; 1(29): 243-247. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rmh/v29n4/a07v29n4.pdf>
2. Luna A, Rodríguez M, Morales R, Noriega V. Tratamiento quirúrgico del tórax inestable. ¿Dónde nos encontramos? Experiencia de un hospital privado. Cir. gen [en línea]. 2017 [citado 19 Abr 2021]; 39 (4): 237-246. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-00992017000400237](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-00992017000400237)
3. Aparicio B, Barrios R, Cabrera L, Sánchez S, Martínez S, Serna A. et. al. Fijación temprana de tórax inestable: Reporte de caso. Cir. Cir [en línea]. 2020 [citado 19 Abr 2021]; 88 (1): 63-67. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/cicr/v88s1/0009-7411-cir-88-Suppl%201-63.pdf>
4. Musso G, Funes C, Manago M, Trevino E, Lovesio C. Estabilización del tórax mediante fijación quirúrgica con sistema modular de titanio. ALAT [en línea]. 2017 [citado 22 Abr 2021]; 9 (2): 1-22. Disponible en: <https://alatorax.org/es/publicaciones/respirar/21/estabilizacion-del-torax-mediante-fijacion-quirurgica-con-sistema-modular-de-titanio-descripcion-de-un-caso>
5. Acevedo E, Gallegos V, Medina B, Monroy L, Santana I, Álvarez E. Tórax inestable como consecuencia de accidentes automovilísticos y su repercusión social. Lux Medica [en línea]. 2009 [citado 17 Mayo 2022]; 1 (12): 43-52 Disponible en: <https://revistas.uaa.mx/index.php/luxmedica/article/view/1687/1575>
6. Tobar J, Benítez F, León A. Tórax inestable, perspectiva del manejo, Caso clínico. Rev. Fac. Cienc. Salud. Univ. Cauca [en línea]. 2008 Dic [citado 20 Feb 2022]; 10 (4): 52-57. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6544729.pdf>
7. Mendoza M, Acevedo J, Gutiérrez D, Huerta R, López A. Comportamiento epidemiológico del traumatismo torácico en las unidades de cuidados intensivos de hospitales de trauma. Rev. Asoc.Mex. Med.Crit. y Ter.Int [en línea]. 2014 [citado 20 Feb 2022]; Vol. 28 (3): 164-174. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medcri/ti-2014/ti143e.pdf>

8. Legoa D. Número de fracturas costales y su relación con el riesgo de desarrollar alguna complicación pulmonar en pacientes adultos [tesis Medico y Cirujano en línea]. Trujillo Perú: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Medicina, Escuela Profesional de Medicina; 2018 [citado 14 Mar 2022]; Disponible en:[https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/15477/LegoasVera\\_D.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/15477/LegoasVera_D.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
9. Dorado C, Camacho J, López A. Manejo del tórax inestable en el hospital clínico Viedma. GacMed Bol [en línea]. 2009 [citado 20 Feb 2022]; 32 (2): 23-28. Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/pdf/gmb/v32n2/v32n2a05.pdf>
10. Francia H, Moulin L, Giudice D, Rodríguez J. Experiencia en el manejo del Tórax inestable. Rev.medicosantafe [en línea]. 2016 [ citado 15 May 2022]; 1 (7): 6-9. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Luis-Moulin-2/publication/312213858\\_EXPERIENCIA\\_EN\\_EL\\_MANEJO\\_DEL\\_TORAX\\_INESTABLE/links/5876a21208ae329d62260d70/EXPERIENCIA-EN-EL-MANEJO-DEL-TORAX-INESTABLE.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Luis-Moulin-2/publication/312213858_EXPERIENCIA_EN_EL_MANEJO_DEL_TORAX_INESTABLE/links/5876a21208ae329d62260d70/EXPERIENCIA-EN-EL-MANEJO-DEL-TORAX-INESTABLE.pdf)
11. Bekele J. Cerclaje pericostal en el tórax batiente con construcción de costillas externas artificiales. RevCubanaCir [en línea]. 2002 [citado 25 Feb 2022]; 41 (3): 147-151. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-74932002000300003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74932002000300003)
12. Zabaleta J, De Frutos A, Aguinagalde B, Fuentes M, Hernández C, Basabe M et al. Traumatismo torácico: Protocolo Hospital Donostia. [en línea] Donostia, San Sebastián, España: Osakidetza; 2009 [citado 17 Mar 2022]. Disponible en: [https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/hd\\_publicaciones/es\\_hdon/adjuntos/Protocolo38TraumatismosToracicicosC.pdf](https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/hd_publicaciones/es_hdon/adjuntos/Protocolo38TraumatismosToracicicosC.pdf)
13. García C, Jiménez L, Zapatero J. Capítulo 28 Traumatismo torácico. En: Mañas E, Pérez E, Jareño J. editores. Patología respiratoria, manual de actuación [en línea]. Madrid, España: Ergon; 2004 [citado 20 Feb 2022]. Disponible en:<https://www.neumomadrid.org/wp-content/uploads/manual-de-actuaci%C3%B3n-de-patolog%C3%ADA-respiratoria.pdf#page=345>
14. Paglialunga P, Prat G. Fracturas costales y su resolución quirúrgica. Rev. Fac. Cienc. Méd. La Plata [en línea]. 2018 [citado 12Mayo 2022]; 8(1): 1-5. Disponible en: [http://revista.med.unlp.edu.ar/archivos/201812/Fracturas\\_costales\\_trabajo.pdf](http://revista.med.unlp.edu.ar/archivos/201812/Fracturas_costales_trabajo.pdf)

15. Salas F, Agüero A, Marín D. Generalidades del Traumatismo. TorácicoThoracic Trauma Overview. Rev. Cien. Sal.Inte. Cono [en línea]. 2020 [citado 9 May 2022]; 4 (3): 95-106. Disponible en:<http://revistacienciaysalud.ac.cr/ojs/index.php/cienciaysalud/article/view/144/231>
16. Pérez C. Caracterización Clínica y Epidemiológica de pacientes mayores de 15 años, con Traumatismos de Tórax ingresados al Servicio de Cirugía del Hospital Alemán Nicaragüense 2014 – 2016 [tesis Medico y Cirujano en línea]. Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de ciencias Médicas; 2017 [citado 16 Feb 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/4308/1/96907.pdf>
17. Ludwig C, Koryllos A. Management of chest trauma. J. thorac. Dis [en línea]. 2017 Abr [citado 17 May 2022]; 9(3):172-177. Disponible en:<https://jtd.amegroups.com/article/view/12949/10808>
18. Cortes F, Buitrago F. Trauma de Tórax. Rev. fac. med [en línea]. 2000 [ citado 10 May 2022]; 48 (1): 35-44. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/32724/19475-64136-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
19. Flores E, García D, Flores E, Flores R, Aguilar N, Rodríguez J. Trauma de tórax. Experiencia de 5 años. Rev. Hosp. Juárez Méx [en línea]. 2021[ citado 16 May 2022]; 88 (2): 45-49. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Dorian-Yarih-Garcia-Ortega/publication/352579502\\_Trauma\\_de\\_torax\\_Experiencia\\_de\\_5\\_anos/links/611f8eb9169a1a010312d52a/Trauma-de-torax-Experiencia-de-5-anos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Dorian-Yarih-Garcia-Ortega/publication/352579502_Trauma_de_torax_Experiencia_de_5_anos/links/611f8eb9169a1a010312d52a/Trauma-de-torax-Experiencia-de-5-anos.pdf)
20. Ayala B, Castro M, Peralta V, Azañedo D. Dictamen preliminar de evaluación de tecnología sanitaria No. 003-DETS-IETSI-2021 eficacia y seguridad de la estabilización quirúrgica con sistema de clips y barras en pacientes adultos con tórax inestable debido a fracturas costal múltiple [en línea]. Perú: EsSalud; 2021. [ citado 16 May 2022]; (3). Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2022/02/1358674/dict-3dets2021clips-y-barras.pdf>
21. Fleitas O, Lezcano K, Aragón L, Curbelo R. Fractura esternal y tórax batiente tratados con fijación torácica externa. A propósito de un caso. Mediciego [en línea]. 2006 [citado 7 May 2022]; 12(1): 1-4. Disponible en: <http://www.revmediciego.sld.cu/index.php/mediciego/article/viewFile/2372/3246>

22. Rivera S, Margos R, Rosales R, Aragón L. Estabilización Quirúrgica de la Pared torácica en Trauma Severo de Tórax. Tres años de Experiencia. Rev. méd. (Col. Méd. Cir. Guatrem [en línea]. 2020 [citado 21 Feb 2022]; 26 (1): 1-7. Disponible en: <http://pp.centramerica.com/pp/bancofotos/1519-40310.pdf>
23. Lombardo T. Manejo de los seis grandes del trauma de tórax. Segunda parte. Rev. Cub. Med. Mil [en línea]. 2008 Ene-Mar [citado 10 May 2022]; 37 (1): [aprox. 8 pant.] Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0138-65572008000100009&script=sci\\_arttext&tlang=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0138-65572008000100009&script=sci_arttext&tlang=pt)
24. Márquez B, Trujillo J, Rivas B. Como se maneja un traumatismo torácico en el medio extrahospitalario. Form. méd. contin. aten. Prim [en línea]. 2016 [ citado 7Mayo2022]; 23(3): 166-8. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Bernat-De-Pablo-Marquez/publication/296555877\\_Como\\_se\\_maneja\\_un\\_traumatismo\\_toracico\\_en\\_el\\_medio\\_extrahospitalario/links/59e6fd004585151e5465873d/Como-se-maneja-un-traumatismo-toracico-en-el-medio-extrahospitalario.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Bernat-De-Pablo-Marquez/publication/296555877_Como_se_maneja_un_traumatismo_toracico_en_el_medio_extrahospitalario/links/59e6fd004585151e5465873d/Como-se-maneja-un-traumatismo-toracico-en-el-medio-extrahospitalario.pdf)
25. Eskenazi E, Reátegui N. Trauma de Tórax. En: De Gracia A, Reilly J, editores. Manual de cirugía trauma [en línea]. Argentina: Comisión de Trauma; 2019 [ citado 1 May 2022]; p. 67-95. Disponible en: [https://aac.org.ar/manual\\_trauma/archivos/09.Cap%C3%ADtulo%206.pdf](https://aac.org.ar/manual_trauma/archivos/09.Cap%C3%ADtulo%206.pdf)
26. Páez O, Ortiz I, Álvarez M. Manejo del tórax inestable (volet costal). Rev. electrón. PortalesMédicos.com [en línea]. 2018 Abr [citado 23 Feb 2022]; 13 (6): 351. Disponible en: <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/manejo-del-torax-inestable-volet-costal/>
27. Torres E, Onofre J, Santana I, Córdova N, Valdez F, Bermea J. et. al. Utilidad de la radiografía simple en el traumatismo de tórax. An. Radiol. Mex [en línea]. 2014 Ene [citado 15 Mar 2022]; 13 (1): 12-17. Disponible en: [https://www.analesderadiologiamexico.com/previos/ARM%202014%20Vol.%2013/ARM\\_14\\_13\\_1\\_Enero-Marzo/arm\\_14\\_13\\_1\\_012-017.pdf](https://www.analesderadiologiamexico.com/previos/ARM%202014%20Vol.%2013/ARM_14_13_1_Enero-Marzo/arm_14_13_1_012-017.pdf)
28. Jiménez A, Varón J, García L, Espinosa B, Rivero O, Salazar M. Osteosíntesis de reja costal. Revisión de la bibliografía y reporte de casos. Cir. Cir [en línea]. 2015 Jul [citado 23 Feb 2022]; 83 (4): 339-344. DOI: 10.1016/j.circir.2015.05.023

29. Pérez O, Reyes Y, Leyva A. Tórax batiente. Presentación de un caso. Rev. Inf. Cient [en línea]. 2016 [citado 24 Feb 2022]; 95(3):465-472. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6027371.pdf>
30. Vera O, Catacora M, Sánchez D, Valdez J. Tórax inestable: A propósito de un caso. Cuad. Hosp. Clín [en línea]. 2015 [citado 24 Feb 2022]; 56 (1): 36-41. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1652-67762015000100005&script=sci\\_arttext#:~:text=El%20t%C3%B3rax%20inestable%20es%20un,cl%C3%ADnica%2C%20y%20secundariamente%20en%20la](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1652-67762015000100005&script=sci_arttext#:~:text=El%20t%C3%B3rax%20inestable%20es%20un,cl%C3%ADnica%2C%20y%20secundariamente%20en%20la)
31. Dube A. Manejo actual del tórax inestable. En: XVIII Congreso Panamericano de Trauma/ VII congreso ecuatoriano de trauma; 2005 nov. Guayaquil, Ecuador [en línea]. Ecuador: Médicos; [2001?] [citado 13 Abr 2022] Disponible en: <https://www.medicosecuador.com/TraumaCD/resume/conferencias/34.htm>
32. Dajer W, Borrego R, Flores O, Ramírez S, Ibarra C, Argüero R. Tórax inestable y laceración profunda pulmonar, cirugía en un caso complejo. Rev. méd. Hosp. Gen. Méx [en línea]. 2014 Abr [citado 24 Feb 2022]; 77 (2): 79-82. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-medica-del-hospital-general-325-articulo-torax-inestable-laceracion-profunda-pulmonar-X018510631436606X>
33. Salas P, Bannura F, Solovera M, Ramírez A. Fractura esternal: descripción de tratamiento quirúrgico. Rev. Cir [en línea]. 2021 [ citado 17 Abr 2022]; 73(6): 758-762 DOI:<http://dx.doi.org/10.35687/s2452-454920210061085>
34. Carriquiry G, Trostchansky J. Manejo actualizado de las fracturas costales. Rev. argent. cir [en línea]. 2020 Feb [citado 20 Abr 2022]; 112(4): 380-387. DOI:<http://dx.doi.org/10.25132/raac.v112.n4.ancar>
35. Bottlan M, Wallaser S, Noll M, Honold S, Madey S, Fitzpatrick D, et. al. Biomechanical rationale and evaluation of animplantsystemforrib fracture fixation. Eur J Trauma Emerg Surg [en línea]. 2010 [citado 20 Abr 2022]; 36 (1): 417-426. DOI:[10.1007/s00068-010-0047-4](https://doi.org/10.1007/s00068-010-0047-4)
36. Fica M, Fernández P, Suárez F, Aparicio R, Suárez C. Fijación quirúrgica de fracturas costales con placas de titanio: reporte de dos casos. Rev. chil. enferm. Respir [en línea]. 2012 Dic [citado 25 Feb 2022]; 28 (4): 306-310. DOI:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73482012000400007>

37. Oliu H, Nazario A, Falcón G, López E, Pérez O. Osteosíntesis de múltiples fracturas costales desplazadas en un paciente con tórax batiente. *Rev. cuba. Cir* [en línea]. 2018 [citado 26 Feb 2022]; 57 (2): [Aprox. 6 pant.]. Disponible en: <http://www.revcirugia.sld.cu/index.php/cir/article/view/620/330>
38. Martínez M, Menjívar O, Díaz J, Escobedo E, García R. Fijación de arcos costales por mínima invasión. *Neumol. Cir. Torax* [en línea]. 2018 Jul [citado 26 Feb 2022]; 77 (3): 203-208. Disponible en: <https://www.meditgraphic.com/pdfs/neumo/nt-2018/nt183f.pdf>
39. Gamerman M, Romero E, Contreras S, Patiño C, Bonetto G, Salvadores A. Tórax inestable en paciente pediátrico. Reporte de un caso. *Arch.Argent.Pediatr* [en línea]. 2020 [citado 26 Feb 2022]; 118 (1): 57-60. Disponible en: <https://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/2020/v118n1a24.pdf>
40. Ruiz A, Gastambide C, Croci F, Pomi J. Fijación costal en el tórax traumático. *Cir. Del Uruguay* [en línea]. 1981 Sep [citado 26 Feb 2022]; 51 (5): 433-435. Disponible en: [https://revista.scu.org.uy/index.php/cir\\_urug/article/view/3365/3187](https://revista.scu.org.uy/index.php/cir_urug/article/view/3365/3187)
41. Torres T, Herrera D. Fijación de fracturas costales con alambre. Presentación de caso. *Neumol. cir. tórax* [en línea]. 2016 Oct [citado 22 Feb 2022]; 75 (4): 291-295 Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0028-37462016000400291](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0028-37462016000400291)
42. Sibaja D. Trauma de Tórax: fisiopatología y manejo del tórax inestable con contusión pulmonar. *Rev.méd. Costa Rica Centroam* [en línea]. 2015 [citado 27 Feb 2022]; 617: 687- 693. Disponible en: <https://www.binasss.sa.cr/revistas/rmcc/617/art01.pdf>
43. Martínez J, Peña E, Rodríguez I, Méndez R. Fijación del tórax batiente con alambres de Kirschner. Quince años de experiencia. *Rev. Cubana. Cir* [en línea]. 2000 May [citado 8 Abr 2022]; 39 (2): 124-130. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-7493200000200006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-7493200000200006)
44. Caragounis E, FagevikM, Pazooki D, Granhed H. Surgical treatment of multiple rib fractures and flail chest in trauma: a one-year follow-up study. *World J. emerg. surg* [en línea]. 2016 Jun 14 [citado 10 Abr 2022];11(27): 1-7. DOI: 10.1186/s13017-016-0085-2
45. Reyes E, Narváez J, Moreno H, Zapata W. Tórax inestable, evolución sin osteosíntesis: presentación de un caso. *CIMEL* [en línea]. 2011 [citado 17 May 2022]; 16 (1): 48-51. Disponible en: <https://www.cimel.felsocem.net/index.php/CIMEL/article/view/186/658>

46. Núñez M, Polanco J, Vargas J, Núñez C. Manejo de Fracturas Costales Mediante Colocación de Material de Osteosíntesis: Serie de casos. *NeumoJour* [en línea]. 2020 May 14 [citado 15 Mar 2022]; 1: 1-11. Disponible en: <https://neumojournal.com/manejo-de-fracturas-costales-mediante-colocacion-de-material-de-osteosintesis-serie-de-casos/>
47. Monzón B, Rumbero C. Trauma torácico. Toracotomía de reanimación. En: Ceballos J, Pérez D. *Cirugía del paciente politraumatizado* [en línea]. 2 Ed. España: Aran; 2017 [citado 12 Abr 2022] Vol. 1. p.166-176. Disponible en: <https://www.aecirujanos.es/files/documentacion/documentos/libro-trauma-aec-web.pdf>
48. Páez O, Ramírez I, Álvarez M. Manejo del tórax inestable (volet costal). *Rev. Electron Portales Médicos* [en línea]. 2018 Abr 7 [citado 16 May 2022] 8(6): 351. Disponible en: <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/manejo-del-torax-inestable-volet-costal/2/>
49. Mederos O, Barrera J. Mederos O. Sobre el “tórax Batiente”. *Cir. gen* [en línea]. 2018 Abr [citado 28 Feb 2022]; 40 (2): 144-145, Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-00992018000200145](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-00992018000200145)
50. Freixinet J, Hernández H, Martínez P, Moreno R, Rodríguez P. Normativa sobre diagnóstico y tratamiento de los traumatismos torácicos. *Arch. Bronconeumol* [en línea]. 2011 May [citado 23 Abr 2022]; 47(1): 41-49. Disponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/420-2014-03-27-04%20Traumatismos%20toracicicos%20Separ2011.pdf>
51. Domínguez A, Velásquez M, Ordoñez C. Manejo quirúrgico del tórax inestable: Experiencia en la Fundación Valle del Lili. *Panam. J. Trauma Crit. Atención Emergente Cirugía* [en línea]. 2012 [citado 1 Abr 2022]; 1(3):215-218. Disponible en: <https://www.pajtcces.com/doi/PAJT/pdf/10.5005/jp-journals-10030-1048>
52. Rustríán F, García R, Martínez N, Dávila E. Osteosíntesis costal mediante sistema Stracos®: Reporte del primer caso realizado en el estado de Oaxaca. *Avances cienc. salud medicina* [en línea]. 2020 [citado 4 May 2022]; 7(1): 31-32. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/343648364\\_Osteosintesis\\_costal\\_mediante\\_sistema\\_StracosR\\_Reporte\\_del\\_primer\\_caso\\_realizado\\_en\\_el\\_estado\\_de\\_Oaxaca](https://www.researchgate.net/publication/343648364_Osteosintesis_costal_mediante_sistema_StracosR_Reporte_del_primer_caso_realizado_en_el_estado_de_Oaxaca)
53. Rivo J, Quiroga J, Moldes M, García J. Reconstrucción torácica primaria con material protésico en los traumatismos torácicos extensos. *Rev. Esp. Patol. Torac* [en línea].

- 2013 [citado 1 Abr 2022]; 25 (1): 40-44. Disponible en:  
<https://www.neumosur.net/files/MESA-4B-2013v25n1-5.pdf>
54. Moreno P. Estabilización quirúrgica de la pared torácica tras traumatismo. Ventajas de la indicación precoz. Rev. patol. respir [en línea]. 2011 [citado 3 May 2022]; 14 (ExpecCong): 27-29. Disponible en:  
<https://www.revistadepatologiasrespiratoria.org/descargas/09.indd.pdf>
55. Moya M, Nirula R, Biffl W. Ribfixation: Who, What, When. Trauma surg. Acutecare open [en línea]. 2017 [citado 11 Feb 2022]; 2(1): 1-4. Disponible en:  
<https://tsaco.bmjjournals.com/content/2/1/e000059>
56. Velásquez M, Orozco V. Manejo quirúrgico de fracturas costales: experiencia en un centro de referencia. Rev. Colom. Neum [en línea]. 2016Sep [citado 3 May 2022]; 28(2): 72-77. Disponible en:  
<https://revistas.asoneumocito.org/index.php/rcneumologia/article/view/218/205>
57. Simón B, Ebert J, Bokhari F, Capella J, Emhoff T, Hayward T. et al. Management of pulmonary contusion and flail chest. Journal of Trauma and Acute Care Surgery [en línea]. 2012 [citado 10 Mar 2022]; 73(5): 351-361. Disponible en:  
[https://journals.lww.com/jtrauma/Fulltext/2012/11004/Management\\_of\\_pulmonary\\_contusion\\_and\\_flail\\_chest\\_13.aspx](https://journals.lww.com/jtrauma/Fulltext/2012/11004/Management_of_pulmonary_contusion_and_flail_chest_13.aspx)
58. Quintero M, Vera R, Gamboa MD, Olivera D. Manejo quirúrgico de múltiples fracturas costales en pacientes con tórax inestable y sin tórax inestable [en línea]. En: Chest Wall Injury Society – CWIS Research Symposium; 2020 Oct 21,29; Cúcuta, Colombia; 2020. p. 14-23 [citado 19 Feb 2022]; Disponible en:  
<http://www.sact.org.ar/revista/2021/mayoo/3.pdf>
59. Remolina C, Arévalo C. Resección quirúrgica de esternón con reconstrucción con barras de titanio y malla biológica prótesis. Reporte de caso. Neumol. cir. Tórax [en línea]. 2017 Ene [citado 20 Mayo 2022]; 76(1): 30-35 Disponible en:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0028-37462017000100030](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0028-37462017000100030)
60. Prat G, Costi D, Paglialunga P, Siris F, Raiti E. Osteosíntesis costal en el politraumatizado torácico con placas de titanio. Rev. Fac. Cienc. Med. Plata [en línea]. 2016 May [citado 12 Abr 2022]; 6(2): 1-2. Disponible en:  
<http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/55604/Comunicaci%C3%B3n.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

61. Hernández A, Gutiérrez F, González A, Santos Y, Estrada A, Matamoros J. et.al. Tórax Batiente. Métodos de tratamiento. En: Cimc 2000; La Habana, Cuba 2000 Nov1-30 [en línea]. La Habana: Hospital Universitario General Calixto García; 2000. [ citado 10 May 2022]. Disponible en: <https://uninet.edu/cimc2000/abstracts/025/Garciafull.htm>
62. López A, Gaviria J, Giraldo J, López D, López D, Rojas J, et al. Estabilización operatoria con placas y tornillos en costillas para tratar un caso de tórax inestable complicado. Rev. colomb. ortop. traumatól [en línea]. 2008 Sep [citado 1 Abr 2022]; 22(3): 207-211. Disponible en: <https://www.sccot.org.co/pdf/RevistaDigital/22-03-2008/09Estabilizacion.pdf>
63. Giner M, Santana L, Costa A, Vázquez M, Colmenero M, Olmo F et al. Estudio de biocompatibilidad y osteointegración de nuevos materiales protésicos. Rev. osteoporos. metab. miner [en línea]. 2020 Jul [ citado 4 Jun 2022]; 12(3): 92-97. DOI: <https://dx.doi.org/10.4321/s1889-836x2020000300004>
64. Toscano L, Parada U, Terra D, Salisbury S. Utilización de placas costales de titanio en la reconstrucción de grandes defectos de la pared torácica post resección de tumores. Rev. Med. Urug [en línea]. 2015 [citado 1 Abr 2022]; 31(3): 203-208. Disponible en: <https://revista.rmu.org.uy/ojsrmu311/index.php/rmu/article/view/206/207>
65. Nolasco A, Mosiñoz R, Matehuala J, Román E, Quero F, Reyes A. Fijación de tórax inestable con placas y tornillos bioabsorbibles. Cir. & cir [en línea]. 2015 [citado 1 Abr 2022]; 83 (1): 23-28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.circir.2015.04.019>
66. Martínez M, Menjívar O, Díaz J, Escobedo E, García R. Fijación de arcos costales por mínima invasión. Neumol. cir. tórax [en línea]. 2018 Jul [citado 17 May 2022]; 77 (3): 203-208. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/nct/v77n3/0028-3746-nct-77-03-203.pdf>
67. HospiMedica. Noticias medicas del dia.es [en línea]. España: Globetech Media; 2015 [citado 21 May 2022]; Tecnología para osteosíntesis con placa para tratar fracturas de costillas; [aprox. 2 pant.]. Disponible en: <https://www.hospimedica.es/tecnicas-quirurgicas/articles/294756776/tecnologia-para-osteosintesis-con-placa-para-tratar-fracturas-de-costillas.html>
68. Buonomo L, Mafei D. Evaluación de la factibilidad del nylon 66 para la osteosíntesis costal y el cierre de la toracotomía. Rev. argent. cir [en línea]. 2016 Jun [citado 17 May

- 2022]; 108(2): 43-46. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/racir/v108n2/v108n2a02.pdf>
69. Munguía D, López A, Meza L. Reconstrucción temprana en el trauma de tórax. Reporte de caso. Rev. Asoc. Mex. Med. Crit. Ter. Int [en línea]. 2016Sep [ citado 7 May 2022]; 30(4): 246-248. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-84332016000400246](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-84332016000400246)
70. Radrizzani D, Thompson L, Rubio M, Gesu L. Osteosíntesis de fracturas costales por traumatismo torácico. En: Congreso Argentino de cirugía; Argentina2012 Nov 5-8 [en línea]. Buenos Aires, Argentina: AAC; [2001] [citado 10 May 2022]; Disponible en: [https://aac.org.ar/congreso83/tl/d\\_tor/20.htm](https://aac.org.ar/congreso83/tl/d_tor/20.htm)
71. Navarro P, Meza L, Hernández S, Trejo J, Mejía G. Osteosíntesis costal mediante Sistema StraCos®: experiencia inicial en dos hospitales de la SS de la Ciudad de México. Acta mèd. Grupo Ángeles [en línea]. 2020Oct [ citado 3 May 2022]; 16(4): 316-321. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-72032018000400316](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-72032018000400316)
72. De La Santa P, Polo M, Sánchez C, Lozano M, Toscano A, Calatayud J, et al. Fijación quirúrgica de las fracturas costales con grapas y barras de titanio (sistema STRATOS). Experiencia preliminar. Cir.Esp [en línea]. 2010 [citado 1 Abr 2022]; 88(3):180-186. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-cirugia-espanola-36-articulo-fijacion-quirurgica-fracturas-costales-con-S0009739X10002630>

## APÉNDICES

### Apéndice A.

Cuadro 1. Descriptores utilizados en la estrategia de búsqueda

	Calificadores permitidos		MESH		OR	AND
<b>Tórax inestable</b>	Etiología Fisiopatología Diagnóstico Cirugía	Flail chest	Fail Chest	Therapy Thoracic injuries	Therapy whipped chest	Flail chest AND Rib Fractures AND therapy AND fracture fixation
<b>Fijación de fracturas</b>	Métodos Tendencias	Fracture fixation	Flail Chest		Fracture Osteosynthesis OR Surgical Fracture Osteosynthesis	Fracture fixation AND Rib Fractures
<b>Terapia</b>	Therapy				Treatment OR disease management	Flail chest AND Therapy
<b>Fracturas costales</b>	Cirugía Diagnóstico Mortalidad tratamiento	Rib Fractures	Fracture fixation	Rib Fractures Surgery Titanium	Rib fractures	Rib fractures AND fixation fractures AND therapy

**Fuente:** Elaboración Propia

## Apéndice B.

Cuadro 2: Matriz consolidativa de los artículos según tipo de estudio

<b>Tipo de Estudio</b>	<b>Término utilizado</b>	<b>Número de artículos</b>
<b>Artículos revisados</b>	----	163
<b>Artículos utilizados</b>	----	72
<b>Meta análisis y ensayos clínicos</b>	(“Surgery”[MeSH Terms]) AND “Rib Fractures” “[MeSH Terms]	7
<b>Revisión de literatura</b>	(“Flail chest”[MeSH Terms]) AND “Terapy” “[MeSH Terms])	19
<b>Opinión de expertos</b>	(“Flail chest”[MeSH Terms]) AND “Surgery ”[MeSH Terms])	11
<b>Casos y controles</b>	(“Flail chest”[MeSH Terms]) AND “epidemiology Flail chest”[MeSH Terms])	4
<b>Cohortes</b>	(“Thoracic injuries ” “[MeSH Terms]) AND “Fracture fixation”)	3
<b>Libros</b>	(“Flail chest”[MeSH Terms] OR “ Rib fracture” “[MeSH Terms] AND “Therapy” [MeSH Terms])	6
<b>Diccionario</b>	(“ Rib fracture” “[MeSH Terms] OR “Flail chest”[MeSH Terms])	0
<b>Literatura Gris</b>	(“Flail chest”[MeSH Terms]) AND “Surgery” [MeSH Terms])	22

Fuente: Elaboración propia