

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DEL  
ULTRASONIDO (eFAST) EN PACIENTES  
CON TRAUMA CERRADO DE TORAX**

**RODRIGO ANTONIO VAQUERO BARAHONA**

**Tesis**

**Presentada ante las autoridades de la  
Escuela de Estudios de Postgrado de la  
Facultad de Ciencias Médicas**

**Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Cirugía General  
Para obtener el grado de  
Maestro en Ciencias Médicas con Especialidad en Cirugía General**

**Enero 2020**



ESCUELA DE  
ESTUDIOS DE  
POSTGRADO

# Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

PME.OI.170.2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): Rodrigo Antonio Vaquero Barahona

Registro Académico No.: 201590120

No. de CUI: E90157

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en **Cirugía General**, el trabajo de TESIS **SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DEL ULTRASONIDO (eFAST) EN PACIENTES CON TRAUMA CERRADO DE TORAX**

Que fue asesorado por: Dr. Miguel Ángel Siguantay Chanás, MSc.

Y revisado por: Dr. Eddy René Rodríguez Gonzalez, MSc.

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **enero 2020**.

Guatemala, 15 de noviembre de 2019



**Dr. Alvaro Giovany Franco Santisteban, MSc.**

Director

Escuela de Estudios de Postgrado



**Dr. José Arnoldo Sáenz Morales, MA.**

Coordinador General

Programa de Maestrías y Especialidades

/ce

2ª. Avenida 12-40, Zona 1, Guatemala, Guatemala

Tels. 2251-5400 / 2251-5409

Correo Electrónico: especialidadesfacmed@gmail.com

Guatemala, 30 de Enero de 2019

Doctor(a)

**Douglas Ernesto Sánchez Montes, MSc.**

Docente Responsable

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Cirugía General

Presente

Respetable Doctor **Sánchez**:

Por este medio informo que he **asesorado** a fondo el informe final de graduación que presenta el Doctor: **Rodrigo Antonio Vaquero Barahona carné201590120, PASAPORTEE157920**, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas Especialidad en Cirugía General, el cual se titula **“SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DEL ULTRASONIDO (eFAST) EN PACIENTES CON TRAUMA CERRADO DE TORAX”**.

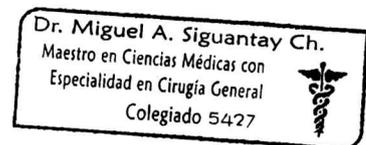
Luego de asesorar, hago constar que el Dr. Vaquero Barahona, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,



**Dr. Miguel Ángel Siguantay Chanás, MSc.**

Asesor de Tesis



Guatemala, 30 de Enero de 2019

Doctor(a)

**Douglas Ernesto Sánchez Montes, MSc.**

Docente Responsable

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Cirugía General

Presente

Respetable Doctor **Sánchez**:

Por este medio informo que he **revisado** a fondo el informe final de graduación que presenta el Doctor: **Rodrigo Antonio Vaquero Barahona** carné201590120, PasaporteE157920, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas Especialidad en Cirugía General, el cual se titula **“SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DEL ULTRASONIDO (eFAST) EN PACIENTES CON TRAUMA CERRADO DE TORAX”**.

Luego de revisar, hago constar que el Dr. Vaquero Barahona, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,

**Dr. Eddy René Rodríguez González, MSc.**

Revisor de Tesis



**Dr. Eddy Rodríguez**  
MSC Cirugia General  
Colegiado 7038



ESCUELA DE  
ESTUDIOS DE  
POSTGRADO

# Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

A: **Dr. Douglas Ernesto Sánchez Montes, MSc.**  
Docente Responsable  
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Cirugía General  
Hospital Roosevelt

Fecha Recepción: 15 de mayo 2019

Fecha de dictamen: 26 de junio 2019

Asunto: Revisión de Informe Examen Privado

***Rodrigo Antonio Vaquero Barahona***

**"Sensibilidad y especificidad del ultrasonido (eFAST) en pacientes con trauma cerrado de tórax"**

Sugerencias de la Revisión: **Autorizar examen privado.**

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

**Dra. María Victoria Pimentel Moreno, MSc**  
Unidad de Apoyo Técnico de Investigación de Tesis  
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc. Archivo

MVPM/karin

# Índice

<b>I.</b>	<b>Introducción</b> .....	1
<b>II.</b>	<b>Antecedentes</b> .....	3
2.1.	<b>Generalidades y estudios realizados</b> .....	3
2.3.	<b>Neumotórax</b> .....	10
2.4.	<b>Hemotórax</b> .....	11
2.5.	<b>Epidemiología</b> .....	14
2.6.	<b>Fisiopatología general</b> .....	16
2.7.	<b>Principales Lesiones asociadas al Trauma Torácico Cerrado</b> .....	18
2.8.	<b>Patrones ultrasonográficos pulmonares (eFast)</b> .....	21
<b>III.</b>	<b>Objetivos</b> .....	36
3.1.	<b>Objetivo General</b> .....	36
3.2.	<b>Objetivos específicos</b> .....	36
<b>IV.</b>	<b>Metodología</b> .....	37
4.1.	<b>Tipo de estudio</b> .....	37
4.2.	<b>Población</b> .....	37
4.3.	<b>Muestra</b> .....	37
4.5.	<b>Criterios de Inclusión y Exclusión</b> .....	37
4.6.	<b>Cuadro de operacionalización de variables</b> .....	38
4.7.	<b>Proceso de Selección de Muestra</b> .....	41
4.8.	<b>Procesamiento y Análisis de Datos</b> .....	42
4.9.	<b>Aspectos Éticos</b> .....	43
<b>V.</b>	<b>Resultados</b> .....	44
<b>VI.</b>	<b>Análisis y discusión de resultados</b> .....	49
6.1.	<b>Conclusiones</b> .....	52
6.2.	<b>Recomendaciones</b> .....	53
<b>VII.</b>	<b>Referencias</b> .....	55
<b>VIII.</b>	<b>Anexos</b> .....	59

## Índice de tablas

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Tabla principal de resultados	44
Tabla 2. Patrones ultrasonográficos en pacientes con neumotórax	45
Tabla 3. Patrones ultrasonográficos en pacientes con hemoneumotorax.	45
Tabla 4. Evaluación de sensibilidad y especificidad en relación con la radiografía para el diagnóstico de neumotórax.	46
Tabla 5. Evaluación de sensibilidad y especificidad del E-Fast en relación con la radiografía para el diagnóstico de neumotórax.	46
Tabla 6. Evaluación de la concordancia entre el E-Fast y la radiografía de tórax para diagnóstico de hemoneumotorax o neumotórax.	47
Tabla 7. Factores que alteran la sensibilidad para neumotórax radiológico al realizar la prueba E-Fast	47
Tabla 8. Factores que alteran la sensibilidad en pacientes con hemoneumotorax radiológico al realizar la prueba E-Fast.	48

## Resumen

**Introducción:** Los traumatismos torácicos ocurren con mucha frecuencia, su incidencia en los pacientes politraumatizados es aproximadamente del 10% y la mortalidad de esta complicación va del 9 al 12% y si no ocurre en la propia escena del accidente, es consecuencia de las complicaciones evolutivas en pacientes hospitalizados. El ultrasonido de tórax es una herramienta útil para el diagnóstico precoz de complicaciones asociadas a los traumas torácicos.

**Objetivo:** Determinar la sensibilidad y especificidad del ultrasonido de tórax (eFAST) en pacientes politraumatizados que presenten trauma cerrado de tórax.

**Método:** Estudio transversal analítico realizado en el Departamento de Cirugía Hospital Roosevelt. Se evaluó una muestra de 51 casos consecutivos seleccionados de enero de 2015 a enero de 2017. Se identificaron los patrones ultrasonográficos pulmonares más comunes en pacientes con los diagnósticos de neumotórax y hemotórax según los principios de ultrasonografía pulmonar.

**Resultados:** La sensibilidad del ultrasonido de tórax (eFast) con relación a la radiografía para detectar neumotórax en pacientes politraumatizados que presentan trauma cerrado de tórax fue de 80.0% IC 95% [50.2 a 100] y la especificidad de 87.9% IC 95 [75.2 a 100]. La sensibilidad del ultrasonido con relación a la radiografía para detectar hemoneumotórax fue de 100% IC 95 [75.0 a 100] y la especificidad de 82.9% IC 95% [68.9 a 96.8]. Los patrones ultrasonográficos pulmonares más comunes fueron la ausencia de deslizamiento pulmonar, (31.4%) y ausencia de signo de playa (17.6%) en los pacientes con neumotórax; y la ausencia de deslizamiento pulmonar (11.8%) en hemoneumotórax. La concordancia entre el ultrasonido eFast y la radiografía de tórax para la detección del neumotórax y hemoneumotórax es moderada ( $\kappa = .497$ ,  $p < .001$ ).

**Conclusiones:** El ultrasonido eFast, es un método con bastante sensibilidad y especificidad para el estudio de neumotórax y hemoneumotórax en pacientes con trauma cerrado de tórax, tan efectivo como la radiografía torácica.

**Palabras clave:** *Ecografía torácica, neumotórax, hemoneumotórax, eFast.*

## I. Introducción

Los traumatismos torácicos (TT) se producen con mucha frecuencia. Su incidencia es de alrededor de 10 % de los pacientes politraumatizados y es producto de los accidentes de tráfico, domésticos y laborales, aunque otros como las agresiones y los deportivos son también comunes. En la mayor parte de los casos el diagnóstico y tratamiento se basa en medidas sencillas que pueden resultar muy eficaces en la prevención de complicaciones y mortalidad (1).

El diagnóstico de complicaciones asociadas al trauma de tórax (neumotórax o hemo-neumotorax) se realizará, dependiendo de la magnitud de los signos y síntomas, con la clínica y la radiografía de tórax. Es útil también la ecotomografía y el TAC de tórax aportando mayor especificidad en el diagnóstico de neumotórax (2). Sin embargo la importancia de este proyecto de investigación radica en utilizar el ultrasonido e-Fast como una herramienta útil, rápida, económica, específica y sensible para realizar un diagnóstico precoz de lesiones asociadas a trauma de tórax así como un adyuvante cuando se presenten dudas diagnósticas.

Dentro del abordaje del trauma torácico cerrado se cuentan con múltiples auxiliares diagnósticos. El ultrasonido e-FAst se ha enlistado recientemente dentro de ellos para el diagnóstico precoz de hemitórax o neumotórax. La radiografía de tórax ha mostrado una sensibilidad de 69% y especificidad de 76%, con la TAC de tórax la sensibilidad y especificidad se acerca al 100%, mientras que el ultrasonido torácico tiene una sensibilidad entre 92 y 100% aun realizado por médicos no radiólogos (4).

El ultrasonido de tórax ha demostrado ser una herramienta indispensable en una sala de urgencia ya que nos permite realizar diagnósticos tempranos y tratamientos de urgencia que permiten salvaguardar la vida de los pacientes que presentan traumas torácicos. Con este proyecto de investigación se pretende estandarizar su uso en las salas de urgencia para mejorar las atenciones a estas patologías.

En un estudio realizado por la Asociación Científica Canadiense de trauma publicado en el año 2014 donde se estudiaron 305 pacientes con trauma de tórax cerrado, cuya edad media fue de 34 años en los cuales la sensibilidad del e-Fast fue de 86% con una especificidad del 98% con un valor predictivo positivo de 76.2% y valor predictivo negativo de 92.4%. y donde recomiendan el uso de él ultrasonido torácico como herramienta diagnostica en lesiones asociadas al trauma de tórax cerrado (9). Resultados muy similares a los encontrados en este estudio de investigación.

El objetivo de esta investigación fue determinar la sensibilidad y especificidad del ultrasonido de tórax (eFAST) en pacientes politraumatizados que presenten trauma cerrado de tórax.

Este proyecto de investigación, de tipo transversal analítico se realizó con una muestra de 51 casos consecutivos seleccionados de enero de 2015 a enero de 2017 en el Departamento de Cirugía Hospital Roosevelt.

La sensibilidad del ultrasonido de tórax (eFast) con relación a la radiografía para detectar neumotórax en pacientes politraumatizados que presentan trauma cerrado de tórax fue de 80.0% IC 95% [50.2 a 100 y la especificidad de 87.9% IC 95 [75.2 a 100]. La sensibilidad del ultrasonido con relación a la radiografía para detectar hemoneumotórax fue de 100% IC 95 [75.0 a 100] y la especificidad de 82.9% IC 95% [68.9 a 96.8]. Los patrones ultrasonográficos pulmonares más comunes fueron la ausencia de deslizamiento pulmonar, (31.4%) y ausencia de signo de playa (17.6%) en los pacientes con neumotórax; y la ausencia de deslizamiento pulmonar (11.8%) en hemoneumotórax. La concordancia entre el ultrasonido eFast y la radiografía de tórax para la detección del neumotórax y hemoneumotórax es moderada ( $\kappa = .497$ ,  $p < .001$ ).

Se concluyó que el ultrasonido e- Fast, es un método con bastante sensibilidad y especificidad para el estudio de neumotórax y hemoneumotórax en pacientes con trauma cerrado de tórax.

## **II. Antecedentes**

### **2.1. Generalidades y estudios realizados**

El tórax se define como un cilindro de forma irregular con abertura superior estrecha y una abertura inferior relativamente grande, la pared musculo esquelética del tórax es flexible y está constituida por vertebras costillas y músculos ordenada segmentariamente y por el esternón, la cavidad torácica de la pared del tórax esta subdividida por 3 compartimientos principales: una cavidad pleural derecha, una izquierda cada una de las cuales contiene un pulmón y el mediastino (5).

El tórax es una de las regiones más frecuentemente comprometidas en trauma y la lesión de los órganos intratorácicos es una causa importante de morbilidad y mortalidad en pacientes politraumatizados. En general, el 85% de los pacientes que sufre trauma de tórax necesita solamente la realización de toracostomía a drenaje cerrado, sin embargo, un 15% de pacientes requiere cirugía por trauma severo de tórax (6).

Un traumatismo torácico cerrado es una lesión grave en el tórax, bien sea por golpes contusos o por heridas penetrantes. Los traumatismos torácicos pueden afectar a la pared ósea del tórax, la pleura y los pulmones, el diafragma o el contenido del mediastino (7).

La importancia del manejo inicial del paciente politraumatizado y especialmente aquellos que presentan trauma de tórax radica en la rapidez del diagnóstico de las lesiones sufrida, así como un pronto tratamiento para evitar las secuelas que este conlleva y disminuir la morbimortalidad en estas personas (8).

Actualmente en el manejo inicial de trauma en la mayoría de los hospitales incluyendo el Hospital Roosevelt se utiliza el algoritmo descrito en el ATLS (Advanced Trauma Life Support).

Todo paciente que ingresa al hospital se debe de evaluar de acuerdo con el ABCDE de trauma según el ATLS. Deben tenerse en cuenta el tipo de trauma (penetrante o cerrado) y la localización de las heridas para clasificarlo ya sea en trauma torácico, precordial o toraco-abdominal. En este caso nos centraremos en el trauma de tórax cerrado ya que muchas veces a pesar de que se presente un paciente con signos vitales estables que a primera impresión puede aparentar tener un buen pronóstico puede presentar lesiones que pueden pasar desapercibidas y que puedan comprometer la vida del paciente.

El uso del ultrasonido en trauma para detectar lesiones abdominales fue descrito por Kristensen<sup>1</sup> en 1971. Asher et al.<sup>2</sup> reportaron en 1976 una sensibilidad del 80% para la detección de lesión esplénica en el contexto de trauma cerrado<sup>(5)</sup>. El uso del ultrasonido se abandonó, y a partir de 1990 se retomó específicamente para trauma cerrado de abdomen. Desde entonces son múltiples los autores que han escrito sobre el tema, y día a día el ultrasonido se va haciendo más popular debido a su disponibilidad, su fácil acceso, el bajo costo y por la gran ventaja de carecer de radiación ionizante. La motivación inicial para realizar el examen Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST) es la alta prevalencia de traumatismo abdominal, el cual es la tercera causa de muerte por trauma en el mundo, superada solo por el traumatismo craneo encefálico (TEC) y el trauma de tórax; además, es la principal causa de muerte evitable en trauma si se reconoce a tiempo <sup>(6)</sup>. El término FAST extendido FAST-E (Focussed Assessment Sonography in Trauma – Extended) se refiere a la adición del examen torácico, ofreciendo así un espectro más amplio para el diagnóstico de posibles lesiones potencialmente detectables. Actualmente el FAST y FAST-E son un punto clave dentro de la atención de pacientes con trauma. El Colegio Americano de Médicos de Emergencias (ACEP) incluyó el entrenamiento en sus guías de 2008 y el Instituto Americano de Ultrasonido en Medicina (AIUM) también lo reconoce como punto importante en sus guías de 2011 <sup>(6)</sup>.

En los últimos años se ha incorporado una herramienta rápida efectiva y que ha tomado suma importancia en el manejo de estos pacientes, qué permite un

diagnostico confiable y que nos orienta a tomar decisiones acertadas con el fin de brindar un tratamiento específico que permita resolver problemas de manera más efectiva, como lo es el ultrasonido Fast y el eFast , pero a pesar de toda la evidencia científica a favor de esta herramienta aún no se ha logrado capacitar a todos los médicos que laboran en las emergencias y que son la primera línea de atención de estos pacientes (4).

De este hecho nace la necesidad de incorporar el ultrasonido torácico como parte indispensable en el manejo inicial del paciente poli traumatizado y que presente trauma torácico cerrado, así como tratar de socializar esta herramienta en los hospitales a través de un algoritmo del manejo del trauma cerrado que incluya el ultrasonido torácico como herramienta útil para diagnóstico de lesiones importantes que permitan un tratamiento precoz y además que permita diagnosticar lesiones desapercibidas que con los otros métodos como la radiografía de tórax o la tac de tórax no se pueden realizar.

## **2.2. Trauma torácico**

El trauma continúa siendo la principal causa de muerte en el segmento etario bajo cuarenta años. En series estadounidenses se reportan hasta 140.000 muertes anuales por causa del trauma. Las lesiones torácicas se presentan posteriores a mecanismos contusos o penetrantes y son la causa primaria o factor contribuyente en más del 75% de las muertes por trauma. La gran mayoría de los casos de trauma torácico se logra controlar con maniobras simples como una pleurostomia; pero un 10 % a 15% de pacientes con trauma torácico requerirán resolución quirúrgica. En accidentes automovilísticos, 45 a 50% de conductores sin cinturón de seguridad presentan lesiones torácicas (10).

El actual manejo del trauma torácico se soporta en la gran experiencia que se reportó durante las guerras mundiales. La primera guerra aportó conocimientos en el manejo de complicaciones postoperatorias, como empiemas e infecciones en

general, conocimiento sobre fisiología pulmonar, shock, resucitación y transfusión. En los años siguientes, los avances fueron significativos en el ámbito quirúrgico y en la optimización del manejo anestésico con la intubación endotraqueal y posterior intubación mono pulmonar. Se agrega posteriormente ventilación positiva, antibióticos y franco mejoramiento de unidades intensivas postquirúrgicas (11).

### 2.2.1. Evaluación inicial

El enfrentamiento inicial de un paciente con trauma torácico no difiere del enfrentamiento inicial de un politraumatizados, guiándose por los algoritmos de ATLS (Advance Trauma Life Support). Los antecedentes del trauma son de alta importancia para determinar sitio de posibles lesiones, evaluar el mecanismo del accidente, el tiempo transcurrido, los signos vitales y el estatus neurológico. Con este último se debe evaluar su evolución entre el lugar del accidente y los posibles cambios que haya tenido en el traslado (12).

El enfrentamiento inicial se rige por el ABCDE del trauma. Es necesario evaluar las posibles lesiones concomitantes, neurológica, intra- abdominales, vasculares. Evaluar la ingurgitación yugular, desviación traqueal, enfisema subcutáneo, inestabilidad de pared costal, ausencia de murmullo pulmonar otorgará información importante para el enfrentamiento inicial (7). En el manejo inicial es requisito la monitorización constante de la función cardiopulmonar mediante, al menos, saturación, presión arterial y frecuencia cardiaca. El estudio de las imágenes comienza con la radiografía de tórax que nos aportara información sobre pared torácica, parénquima y el espacio pleural con su posible ocupación. La ecografía FAST (Focused Abdominal Sonography for Trauma) nos determinara la presencia de líquido libre intrabdominal, pericárdico y en recesos costofrénicos. Cualquier otra imagen que se requiera dependerá de la estabilidad del paciente y de los hallazgos del examen físico, laboratorio o imágenes. Las lesiones en trauma de tórax las podemos dividir de acuerdo con los compartimientos a evaluar, de pared torácica, parénquima pulmonar, mediastino, grandes vasos y cardiacas (12).

Los traumatismos torácicos contusos, dependiendo de su severidad, pueden producir fracturas de los distintos elementos de la parrilla costal como son las costillas, esternón y vertebras. Las lesiones vertebrales no serán abordadas en esta revisión (9).

Fractura Costal es la lesión más común en traumatismo torácico con una incidencia que varía entre 7 y 40 % en las distintas series publicadas. La presencia de fracturas costales bajas, en ambos hemitórax, obliga a la exploración dirigida de eventuales lesiones hepáticas y esplénicas. Dependiendo de la magnitud del trauma las fracturas costales pueden estar asociadas a neumotórax, hemotórax, contusión pulmonar y tórax inestable. La morbilidad y mortalidad está asociada al número de costillas fracturadas. La fractura costal es más frecuente en los pacientes añosos, quienes tienen un tórax más rígido y frágil, a diferencia de los jóvenes y niños que tienen las costillas más flexibles, por lo que se observan lesiones pulmonares severas en ausencia de fracturas costales (10). Es importante considerar que fracturas de primeros dos arcos costales, al igual que fracturas de escápula, son sinónimos de traumas de alta energía, por lo mismo es de regla la búsqueda de lesiones asociadas. En series publicadas de fracturas de primeros arcos costales, la mortalidad se eleva hasta un 36%, con causa predominante de lesiones intracraneales (12). El dolor en las fracturas costales afecta adversamente la función pulmonar con su consecuente aumento en la morbilidad y la mortalidad, es por esto que el manejo analgésico es crucial.

El vendaje de tórax, con eventual beneficio para el dolor, aumenta atelectasias, dificulta movilización de secreciones y produce hipo ventilación. El enfrentamiento agresivo del dolor aumenta la capacidad vital forzada y la eliminación de secreciones. Este manejo analgésico consiste en una escala ascendente de AINES, opiáceos, PCA y epidural con el fin de lograr así la optimización de los parámetros ventilatorios. Este enfrentamiento analgésico debe estar acompañado de buen manejo kinesiológico, que incluya trabajos respiratorios y movilización de paciente en los casos posibles (12).

Tórax inestable, más de una fractura en tres o más costillas adyacente puede producir inestabilidad en la parrilla costal. Se pensaba que la disfunción de movimiento en la parrilla costal producía ventilación insuficiente con consecuente intercambio gaseoso anormal. Se sabe actualmente que lo que produce la falla respiratoria es la contusión pulmonar subyacente. El dolor asociado a una fractura costal conduce a ventilación y aclaramiento insuficiente de secreciones, con aumento del shunt, hipoxemia y atelectasias. El tórax volante, en comparación con fracturas costales, tiene más morbimortalidad. Este diagnóstico debe alertar al equipo tratante sobre la mayor probabilidad de descompensación pulmonar. El manejo del tórax inestable se fundamenta en lograr una adecuada movilización de secreciones mediante kinesiología y adecuada analgesia considerando incluso la vía epidural; la ventilación no invasiva a presión positiva ha demostrado ser una herramienta de alta utilidad en esta patología. La cirugía en tórax inestable es un tema en constante debate. Consiste en la estabilización de la pared mediante distintos elementos absorbibles o no absorbibles, como placas, diversos tipos de alambres o suturas (12).

Entre otras fracturas se encuentran: La fractura esternal, al igual que fractura de primeros arcos costales y escapula, estas son lesiones que implican traumatismos de alta energía por lo que puede estar asociada a lesiones de otros órganos. En el caso de la fractura esternal puede estar asociada a contusiones miocárdicas. Estas pueden tener como manifestación inicial arritmias. Es por esto que la monitorización de ritmo cardiaco en este tipo de fracturas es primordial. Para su diagnóstico se requiere una radiografía de tórax. En casos de radiografía negativa y alta sospecha clínica, el TAC y la ecografía de tienen alta especificidad (6)

### 2.2.2. Parénquima Pulmonar

La contusión pulmonar puede ser el resultado de un trauma cerrado o penetrante. El rango de contusión pulmonar irá desde aquellos casos silentes hasta aquellos

con compromiso respiratorio que requieren ventilación pulmonar. La energía transmitida al parénquima pulmonar ocurre por rápida desaceleración, compresión, fuerzas de roce e inercia. La hemorragia y edema son el resultado de la destrucción del parénquima pulmonar (8). En la contusión pulmonar la hemoptisis se explica por el paso de sangre entre la vía aérea y los alveolos, debido a la destrucción de estos últimos. Se puede visualizar también una fiebre moderada, taquipnea, broncorrea, baja fracción de eyección cardíaca y falla respiratoria. Más del 50% de los pacientes se presentan asintomáticos, teniendo progresivamente alteraciones de intercambio gaseoso. La disminución de la compliance, el aumento del trabajo respiratorio y del shunt intrapulmonar puede conducir a hipoxemia y distrés respiratorio(6).

Múltiples variables se han medido para predecir la evolución a distrés respiratorio siendo la más útil la hipoxemia al ingreso del paciente. El manejo de la contusión pulmonar consiste en analgesia para las eventuales fracturas costales concomitantes, movilización, en los casos posibles, kinesiólogía respiratoria y monitorización del balance hídrico y saturación. La necesidad de intubación y ventilación pulmonar es reservada para los casos más severos. La mortalidad está asociada en la mayoría de los casos a las lesiones asociadas (7).

Las lesiones de parénquima pulmonar comprenden un espectro de lesiones pulmonares que abarcan desde las consideradas mínimas y auto limitadas, hasta aquellas en que el riesgo vital es inminente.

La indicación quirúrgica está determinada por el tipo de lesiones en el árbol traqueo bronquial, esófago, los grandes vasos y cardíacas. La circulación pulmonar es un circuito de baja presión. Es por esto, que muchas de las lesiones y sangrados pulmonares, son auto limitadas. Cerca del 80% de los traumas penetrantes torácicos pueden ser manejados con una toracotomía. Los signos de exploración quirúrgica inmediata son debito de 1500 ml. hemático al posicionar la toracostomía o 200 ml. /hr por 3 a 4 horas. También se considera indicación quirúrgica la fuga aérea masiva (14).

Es necesaria la prolija evaluación clínica, ya que el débito inicial por la toracostomía, incluso menor a un litro, puede ser resultado de coágulos en cavidad pleural o un hemotórax retenido. Por lo tanto, la radiografía de tórax es una herramienta de altísima utilidad. El paciente con lesión penetrante en shock es una indicación de exploración quirúrgica inmediata. En el intraoperatorio se requerirá en la gran mayoría de los casos neumorrafía o resecciones menores como sección en cuña o toracotomía, que consiste, en apertura del trayecto de lesión con sutura de sus bordes, sea con cierre manual o suturas mecánicas y posterior cierre de vasos o ramas bronquiales que pudieran quedar expuestas (12).

Tanto la morbilidad como la mortalidad aumentan con resecciones mayores o con la necesidad de laparotomía concomitante. Las resecciones pulmonares formales en trauma torácico tienen mayor mortalidad en comparación con las resecciones no anatómicas, en algunas series esta diferencia en mortalidad llega a ser hasta diez veces superior. Esta mortalidad está dada por lo complejas que deben ser las resecciones formales en situaciones de lesiones traumáticas. Las complicaciones de las resecciones en general son neumonías, falla respiratoria, hemorragia postquirúrgica, empiema e infección de herida operatoria (9).

### **2.3. Neumotórax**

Puede ser el resultado tanto de un trauma penetrante como de un trauma contuso. La incidencia de un neumotórax, posterior a un trauma mayor se estima en un 20%.

La principal causa de traumas torácicos mayores son los accidentes automovilísticos. El aire se puede instalar en la cavidad pleural desde el exterior a través de una herida penetrante o desde el mismo pulmón con lesiones del árbol bronquial. El amplio espectro de síntomas va desde pacientes asintomáticos hasta sintomatología cardiovascular por el colapso de los grandes vasos debido a un neumotórax a tensión (14).

El diagnóstico se realizará, dependiendo de la magnitud de los signos y síntomas, con la clínica y la radiografía de tórax. Es útil también la eco tomografía y el TAC de tórax aportando mayor especificidad en el diagnóstico de neumotórax (4). El neumotórax a tensión es una entidad de diagnóstico clínico y por su riesgo vital no se debe esperar confirmación radiológica. Su sospecha clínica (ingurgitación yugular, murmullo pulmonar ausente unilateral, desviación traqueal) obliga al posicionamiento de una aguja en el segundo espacio intercostal línea media clavicular del lado comprometido. Se deben utilizar en estos casos catéteres de más de 5 cm de largo que aumentan la chance de descompresión.

La toracotomía es de regla en neumotórax por lesiones penetrantes y en neumotórax de más de un 30% en traumas contusos. Se posiciona el drenaje en el IV o V espacio intercostal del lado comprometido en la línea axilar anterior. El 20% de los neumotórax traumáticos están asociados a un hemotórax; por lo que el drenaje a utilizar será de al menos 28 Fr. Existen diversos estudios de manejo de neumotórax pequeños (< 20%) con aspiración por aguja, los autores francamente no utilizamos ese método en neumotórax traumáticos, independiente de su cuantía (13). Únicamente un 10% de los neumotórax asintomáticos y menores de un 20%, requerirán de toracostomía en algún momento de su evolución. Este porcentaje se incrementa significativamente si se requiere uso de ventilación mecánica (12).

La toracostomía no es un procedimiento exento de complicaciones, estas van desde 6% a 36% en algunas series. Números que se duplican o cuadriplican cuando la toracostomía no es realizada por un cirujano. El uso de antibióticos profilácticos no está indicado en pacientes con toracostomía (15).

#### **2.4. Hemotórax**

Hemotórax ocurre por una lesión en el parénquima pulmonar, vasos hiliares, corazón, grandes vasos, arterias intercostales, arteria mamaria interna.

Las lesiones de parénquima pulmonar generalmente ceden en forma espontánea, producto de la baja presión en los vasos pulmonares. Los sangrados de grandes vasos, arterias o venas intercostales, mamaria interna van a requerir tratamiento quirúrgico (13).

El manejo inicial será mediante una toracostomía la que dependiendo de la cantidad del débito nos indicará la necesidad de cirugía, como comentamos previamente. En caso de no drenar un hemotórax, el contenido hemático coagulado comienza a tener proliferación de fibroblastos en su periferia a partir del séptimo día de retención de hemotórax (15). En las semanas sucesivas comienza a proliferar tejido fibroso que rodea el coagulo formando un peel adherido con poca firmeza a las pleuras parietales y viscerales. La evolución natural de este peel es continuar su desarrollo, aumentando su grosor y firmeza a ambas pleuras. Este crecimiento y adherencia del peel puede llegar a producir una restricción en la expansión del pulmón comprometido, llevando a la formación de un fibrótorax (16).

Una de las posibles complicaciones de un hemotórax retenido es la sobre infección. Esta llevará a la formación de un empiema que, al igual que el peel del fibrotórax, requerirá debridación quirúrgica, pero con mayor morbimortalidad (9).

La resolución quirúrgica, en un trauma torácico que lo requiera, es un tema de constante debate. El tratamiento quirúrgico se puede dividir en tres períodos, los cuales dependen de la condición fisiológica del paciente, al ingreso al servicio de urgencia. 1. Toracotomía inmediata (toracotomía en box), 2. Toracotomía urgente, (en pabellón dentro de 1 a 4 horas desde el ingreso) y 3. Toracotomía diferida, la cual se realiza después de 24 horas del ingreso. Una vez que la decisión de realizar la toracotomía se ha tomado, existen distintos tipos de toracotomía a realizar (18).

La toracotomía inmediata, realizada generalmente en box de urgencia. Se realiza una incisión anterolateral a nivel del quinto espacio intercostal del hemitórax comprometido. Esta otorga la posibilidad de extensión hacia tórax contra lateral mediante sección esternal, otorgando adecuada visualización de hilios y corazón

(18). Las toracotomías más regladas como posterolateral o esternotomía serán evaluadas como eventuales vías de ingreso en toracotomías diferidas.

La toracotomía Inmediata es un procedimiento drástico con utilidad muy limitada. Su objetivo terapéutico es control de la hemorragia, compresión cardíaca adecuada, clampeo de hilio pulmonar, clampeo de aorta descendente, en caso de hemorragia abdominal incoercible. La sobrevida de la toracotomía inmediata es de un 7% aproximadamente. Mejores resultados en sobrevida se obtienen con toracotomías inmediata realizadas en traumatismos torácicos penetrantes (8 -10% de sobrevida) que en traumatismos contusos (1% de sobrevida). Dentro de las lesiones penetrantes se obtiene mayor sobrevida en lesiones por arma blanca (17-24%) que en lesiones por arma de fuego (4-5%). En general, el tipo de pacientes que presentan mayor beneficio de una toracotomía inmediata son aquellos que con trauma torácico penetrante con signos vitales presentes al ingreso que entran en paro dentro de los 10 minutos posteriores a su llegada. Pacientes con traumas torácicos cerrados sin signos vitales a su ingreso al servicio de urgencia tienen escasas posibilidades de sobrevida por lo que la toracotomía inmediata debería no realizarse (13).

Entendemos por toracotomía urgente, como aquella toracotomía que se realiza dentro de las siguientes horas de ingreso de un paciente con traumatismo torácico. Se incluyen en este grupo lesiones cardíacas estabilizadas, lesiones no exsanguinantes de grandes vasos, lesiones traqueo bronquial, esofágico, taponamientos cardíacos. También pacientes con alto débito por toracostomía de urgencia, tanto sanguínea como aérea. Se menciona en la bibliografía, que un débito inmediato sobre 1500 cc de sangre, implica cirugía inmediata. El sangrado continuo por 3 a cuatro horas, con débitos por pleurostomía entre 200 y 300 ml/h es también indicación quirúrgica. Otro indicador de toracotomía urgente es la fuga aérea persistente, definida como la presencia de aire en la trampa de agua durante todas las fases de la respiración, asociado a la imposibilidad de la expansión pulmonar completa, son signos sugerentes de lesión traqueo bronquial mayor con consecuente indicación quirúrgica. Las lesiones traqueo bronquial, hemotórax

retenidos, empiemas, rupturas aórticas contenidas o lesiones intracardiacas son diagnósticos frecuentes que requieren toracotomías diferidas en el trauma torácico. La inflamación que acompaña a estos cuadros hace que su resolución quirúrgica sea, en muchas ocasiones, técnicamente más compleja. Con respecto a la ruptura traumática de aorta torácica, su cirugía diferida ha ido ganando popularidad. Esto se basa en que generalmente se presenta en concomitancia con lesiones que amenazan la vida en forma inmediata y que requieren solución quirúrgica inmediata. Difiriendo la ruptura aortica contenida se logra el manejo de las otras lesiones sin la heparinización sistémica en el post-trauma inmediato (13).

La mortalidad en trauma está altamente relacionada con el traumatismo torácico. Un 80% del traumatismo torácico podrá manejarse con toracostomía, pero aquel 20% con lesiones más complejas requiere de conceptos claros con respecto al manejo de las eventuales lesiones que pueden presentarse. Conceptos quirúrgicos de urgencia ayudan a un adecuado manejo de este complejo grupo de pacientes. Antecedentes sobre el mecanismo de lesión junto con radiografía de tórax, eventualmente un estudio ecográfico FAST dan información suficiente para formular un plan de manejo. En aquellos pacientes en quienes su hemodinamia lo permita un mayor imagenológico, con TAC, es de alta utilidad en el manejo posterior. El paciente con trauma torácico es un paciente que requiere estudio y manejo preciso con tiempos en manejo quirúrgico que incidirán en su sobrevivencia (10).

## **2.5. Epidemiología**

Se estima que los traumatismos de tórax son responsables directos del 25 al 30% de las muertes traumáticas y contribuyen significativamente a otro 25 a 50% de las muertes relacionadas con el trauma. En muchos pacientes que ingresan con traumatismo grave de tórax, el diagnóstico y tratamiento rápido y adecuado pueden marcar la diferencia entre la vida y la muerte. Los traumatismos de tórax pueden clasificarse en cerrados y penetrantes. Esta distinción está basada principalmente

en la presencia de una pared torácica intacta (trauma cerrado) o de una alteración de la integridad de esta, produciendo, aun en forma transitoria, una comunicación entre el contenido interno del tórax y el medio ambiente (trauma penetrante) (9).

El traumatismo penetrante habitualmente es el resultado de la aplicación directa y abrupta de una fuerza mecánica sobre un área focal pequeña en la superficie externa del tórax, por lo general con un proyectil o un arma blanca. El traumatismo cerrado de tórax es mucho más frecuente que el traumatismo penetrante, representando cerca del 90% de todas las lesiones torácicas que se producen en la vida civil. Las lesiones específicas asociadas con el traumatismo cerrado de tórax resultan de la transferencia directa de energía hacia la pared torácica y el contenido visceral, así como de la magnitud de la desaceleración que las estructuras torácicas sufren en el momento del impacto (14). Los traumatismos cerrados o no penetrantes varían desde las contusiones y las simples fracturas costales, hasta el aplastamiento del tórax, que determina profundas alteraciones fisiológicas que pueden ser fatales si no se tratan rápida y correctamente.

En el estudio MIEMSS (Maryland), sobre 515 pacientes admitidos con traumatismo cerrado de tórax, sólo 84 (16,3%) presentaron lesión exclusiva del tórax, mientras que 431 (83,7%) tenían lesiones extra torácicas (15). La mitad de estos últimos presentaban dos o más sistemas comprometidos, además del tórax. Las lesiones asociadas incluían: traumatismo de cráneo en 222 pacientes, fracturas de las extremidades en 205, lesión intraabdominal en 147 y lesiones diversas (traumatismos raquimedulares, fracturas pelvianas, traumatismo facial y lesión de tejidos blandos) en 181. Los accidentes de automóvil son la causa aislada más frecuente de traumatismo cerrado de tórax y presentan la mayor mortalidad. Los pacientes que ingresan con shock tienen una mortalidad diez veces mayor que quienes son admitidos sin alteraciones hemodinámicas. En este grupo de pacientes, la mortalidad inmediata es debida a contusión cardíaca o lesión aórtica (12). Las muertes tempranas, que ocurren entre 30 minutos y tres horas del accidente, son producidas por taponamiento cardíaco, obstrucción de la vía aérea o hemorragia no

controlada. Las muertes tardías se deben a complicaciones respiratorias, infecciones y más raramente a lesiones desapercibidas.

El 85% aproximadamente de los pacientes con traumatismos torácicos se tratan satisfactoriamente con observación, analgesia, drenaje pleural y soporte respiratorio. El resto de los traumatismos, ya sean cerrados o penetrantes, requerirán una toracotomía (15).

## **2.6. Fisiopatología general**

Los mecanismos principales de lesión pulmonar en el traumatismo cerrado de tórax pueden ser categorizados en precoces y tardíos (9).

Los mecanismos precoces hacen referencia a las lesiones relacionadas con las fuerzas mecánicas directas e indirectas transmitidas en el momento del trauma, así como cualquier lesión asociada con los esfuerzos iniciales de reanimación. Las injurias tardías resultan de la respuesta inflamatoria sistémica secundaria al daño tisular inicial, así como de la adición de cualquiera agresión ulterior, tanto pulmonar como sistémica, que pueda magnificar en forma significativa el grado de disfunción pulmonar inicial (13).

### **2.6.1. Disfunción pulmonar precoz por el traumatismo.**

La severidad de la lesión resultante de un impacto directo se relaciona con la magnitud y duración de la fuerza aplicada, su velocidad y el área de contacto. Factores adicionales que pueden agravar la injuria son la presencia de fuerzas de desaceleración o de compresión. Una fuerza de compresión brusca, como la que se produce en los impactos frontales, resulta en un desplazamiento anteroposterior del esternón y de las costillas. La compresión y descompresión pulmonar bilateral rápida puede producir una grave lesión con disrupción y laceración parenquimatosa (9). En los adultos jóvenes, con costillas más elásticas, el desplazamiento

anteroposterior del tórax puede ser considerable, aun sin producir fracturas. El grado de lesión pulmonar puede ser groseramente subestimado en estas condiciones. En los pacientes ancianos, con costillas más rígidas, se pueden producir fracturas aun con mínimos desplazamientos, lo cual, en cierta medida, puede proteger al parénquima subyacente. La presencia de una lesión grave de la pared torácica demuestra que la magnitud del impacto ha sido grande, en cuyo caso las lesiones asociadas son comunes, lo cual aumenta la morbi-mortalidad. Las injurias asociadas también aumentan marcadamente el grado de falla pulmonar (16).

#### 2.6.2. Lesiones precoces asociadas con la reanimación.

Las complicaciones más comunes asociadas con la reanimación son el barotrauma, la inadecuada restitución de volumen, en el sentido de la hipo o de la hipervolemia, y la falta de detección de las lesiones asociadas. El barotrauma es consecuencia de la ventilación manual con volumen y presiones no conocidas que producen presiones pulmonares elevadas en la vía aérea, lo cual se asocia con mayor daño alveolar, y que puede incluso conducir al neumotórax hipertensivo. En caso de traumatismo encéfalo craneano asociado, la hiperventilación puede producir vasoconstricción cerebral agravando el daño neurológico (14).

La hipervolemia puede agravar considerablemente el grado de compromiso parenquimatoso en presencia de contusión pulmonar. La hipovolemia, por su parte, puede magnificar la respuesta inflamatoria sistémica y ser causa predisponente de la falla pluriparenquimatosa. La no detección de otras lesiones, en particular la injuria abdominal, conduce a retardo del tratamiento y subsecuente destrucción tisular o infección, en particular si están lesionadas vísceras huecas (5).

### 2.6.3. Complicaciones tardías.

La respuesta al estrés del traumatismo de tórax, especialmente con la adición de otras lesiones, conduce a cambios mayores en el pulmón y en el resto de la economía pulmonar, los cuales se hacen evidentes horas o días después del evento condicionante. El resultado de esta respuesta puede amplificar la lesión pulmonar, evolucionando hacia el síndrome de dificultad respiratoria aguda y a la falla pluriparenquimatosa. Si a ello se agrega la infección, que actúa como segundo insulto sobre un sistema ya estimulado, se producirá una significativa amplificación de la respuesta del huésped, con el consiguiente desarrollo de una respuesta inflamatoria sistémica masiva o inflamación maligna (17).

## **2.7. Principales Lesiones asociadas al Trauma Torácico Cerrado**

### 2.7.1. Fracturas costales

- Diagnóstico clínico: tener en cuenta que las fracturas costales lineales o costo-condrales pueden ser no vistas en la radiografía de tórax, si los rayos x no demuestran fractura, pero si dolor costal, se solicita parrilla costal (18).
- Tratamiento: manejo del dolor. En los pacientes ancianos valorar ingreso a UTIA para el manejo del dolor. Heridas asociadas que se deben descartar (18).
- Hemo-neumotórax, contusión pulmonar, contusión miocárdica o ruptura cardíaca, ruptura aórtica, ruptura diafragmática (18).
- Las fracturas de los 3 primeros arcos costales pueden estar asociados a lesiones de los vasos subclavios o de los bronquios mayores.
- Las fracturas de los arcos costales bajos (9-12) a menudo se relacionada con lesiones del diafragma, hígado, bazo, riñón.

- La fractura del esternón elevan el riesgo de contusión miocárdica y se asocian a un 40% de fracturas costales (18).

### 2.7.2. Tórax inestable

Causa: fracturas de 3 o más arcos costales adyacentes en dos segmentos.

Diagnóstico clínico: rayos x, oximetría de pulso y/o gases arteriales seriados, según necesidad.

Tratamiento:

- Si la saturación y los gases son normales: analgesia (valorar peridural o intrapleural).
- Si hay falla respiratoria: admisión a cuidados intermedios o UTIA y monitorizar permanentemente la saturación de oxígeno.
- Falla respiratoria: intubación y ventilación mecánica. Indicado en pacientes con: frecuencia respiratoria mayor a 35/min. o menor a 8/min, PaO<sub>2</sub> menor a 60 mmHg con FiO<sub>2</sub> mayor o igual de 50%, PaCO<sub>2</sub> mayor a 50 mmHg. PH < 7.25 (18).

### 2.7.3. Neumotórax

Diagnóstico clínico y rayos x de tórax, preferiblemente en vertical y espiración.

El manejo incluye:

- Neumotórax pequeño (menor del 10%) en pacientes estables, pueden manejarse sin drenaje. Se debe realizar rayos x de control de 6-8 horas y revalorar.

- Toracotomía cerrada y terapia respiratoria con incentivo en el post procedimiento y hasta después de retirado el tubo. Si el neumotórax es persistente, preparar para broncoscopia (18).

#### 2.7.4. Neumotórax a tensión

- Signos y síntomas: presentación espontánea, paciente en pánico. Disnea, cianosis, taquipnea, shock, ingurgitación yugular, tráquea desviada al lado opuesto, hemitórax afectado globoso e inmóvil con ruidos respiratorios ausentes e hiperresonantes.
- Diagnóstico clínico: no hay tiempo para rayos x.
- Tratamiento: insertar aguja 14 o 16 GA en la cavidad pleural a través de 2do o 3er espacio intercostal, línea medio clavicular para descomprimir la presión. Seguidamente, realizar Toracotomía o drenaje cerrado (18).

#### 2.7.5. Hemotórax / Hemo-neumotórax:

- Diagnóstico clínico y rayos x de tórax.
- Tratamiento: Toracostomía cerrada.

#### 2.7.6. Hemotórax masivo:

- Definición: Drenaje inicial de 1500 cc o más de sangre inmediatamente a la colocación del tubo de Toracostomía.
- Drenaje de 200 cc o más por hora durante las siguientes 4 horas
- Diagnóstico: Rayos x de tórax: borramiento importante del Hemotórax afectado, Hemotórax por arriba de 4 espacio intercostal. Sospechar cuando

hay choque asociado a cualquier herida en tórax o hay salida de sangre a chorro al penetrar la pleura parietal en la colocación del tubo de tórax.

- Tratamiento: Valorar autotransfusión, reanimación con líquidos IV, toracotomía de urgencia en sala de operaciones; considerar toracoscopia para Hemotórax persistente en paciente estable o en caso de Hemotórax retenido (18).

## **2.8. Patrones ultrasonográficos pulmonares (eFast)**

### 2.8.1. Técnica de examen

El equipo de ecografía necesario para la realización de la técnica solo precisa de imagen bidimensional y en modo M, pero actualmente casi todos los equipos modernos están dotados de otras posibilidades (Doppler, color, armónicos, etc.). Más importante es la disponibilidad de sondas multifrecuencia o de varios tipos de sonda (15). Las sondas de frecuencias entre 3,5–5 MHz, utilizadas para la exploración abdominal y cardiaca, proporcionan una adecuada visualización de los planos profundos, y permiten la caracterización de las consolidaciones y el derrame pleural. Para las estructuras más superficiales, es decir, la pleura y los signos y los artefactos que se generan de ella, las sondas de frecuencia superior a 5 MHz proporcionan mucha mejor resolución. Estas sondas se emplean, además, para el estudio vascular, lo que nos sirve de complemento en el diagnóstico de la trombosis venosa profunda. La forma de la sonda utilizada (lineal, convexa o sectorial) también dependerá de la zona a estudiar, y será convexa si el espacio intercostal es estrecho, para evitar la interferencia acústica que producen las costillas. Los transductores sectoriales no son, en general, adecuados para el examen del espacio pleural por vía intercostal directa, ya que presenta una visión muy estrecha en los campos cercanos y el espacio pleural se identifica mal por los artefactos. La evaluación USG del pulmón se realiza de manera secuenciada y ordenada, dividiendo al tórax en tres segmentos de la siguiente manera (19):

- Anterior: Del esternón a la línea axilar anterior y de la clavícula al diafragma. Se divide en cuatro regiones.
- Lateral: De la línea axilar anterior a la posterior y del hueco axilar al diafragma. Se divide en dos regiones.
- Posterior: De la línea axilar posterior a la columna vertebral y del omóplato al diafragma. Se toma como una sola región.

Una vez identificadas las regiones se realizan barridos longitudinales y transversales siguiendo un movimiento ondulante con el transductor, de un espacio intercostal a otro, en cada una de las regiones. Se utilizó un transductor convexo y de multifrecuencia, que se adecuaba de acuerdo con la profundidad y nitidez requerida de la imagen a obtener (3.5 a 15 MHz). El estudio ultrasonográfico se realiza tanto en tiempo real como en modo M (Motion Time) con la finalidad de identificar de manera adecuada las diferentes imágenes ultrasonográficas. Durante el estudio se identifica la línea pleural y los diferentes artefactos verticales y horizontales ya que a partir de esto se identifican los diferentes patrones ultrasonográficos (15).

Aunque algunos expertos afirman que puede hacerse una exploración completa en unos 3 min, nuestra experiencia es que son necesarios entre 5–10 minutos, según la complejidad de los hallazgos.

### 2.8.2. Patrones ecográficos: imagen normal

Al situar el transductor lineal en sentido longitudinal perpendicular a los espacios intercostales se visualizan cerca de los bordes laterales de la pantalla 2 interfaces ecogénicas redondeadas con una marcada sombra acústica que corresponde a las costillas. Aproximadamente a medio centímetro por debajo del inicio de estas se

sitúa una línea hiperecogénica horizontal que representa la pleura. Con transductores de alta frecuencia y gran resolución a poca profundidad se pueden observar las 2 capas, parietal y pleural, de unos 2 mm de anchura y de aspecto regular, separadas entre sí por el espacio pleural (0,3 mm). Sin embargo, con los transductores que se emplean habitualmente (de 05 MHz), la línea es única y representa la superficie de unión pleuropulmonar. En conjunto, el borde superior de las sombras de las costillas y la línea pleural componen una imagen que semeja el perfil de un murciélago, y por esto ha recibido la denominación bat sign. El pulmón aireado subyacente a la pleura es una interfaz altamente reflectante que bloquea la penetración de los haces de ultrasonidos. El patrón del pulmón normal representa, por tanto, un artefacto por reverberación con múltiples ecos de una intensidad media, de aspecto moteado (15).

La principal característica que hay que observar es la presencia de deslizamiento pleural o signo del planeo en la superficie de unión pleuropulmonar, que ocurre obligatoriamente con la insuflación y el vaciado pulmonar durante las fases respiratorias. Si aplicamos el modo M, se distinguen 2 zonas bien diferenciadas, que configuran el signo de la orilla (seashoresign): la parte superior, que corresponde a la pared torácica, formada por líneas horizontales paralelas (el mar), y la parte inferior, desde la pleura, de aspecto granuloso, como arena de playa (sandybeach). También en modo real (bidimensional) se puede visualizar el movimiento de ambos hemidiafragmas y cómo en inspiración el pulmón se desplaza caudalmente, y aparece en ocasiones como un velo o una cortina (15).

### 2.8.3. Artefactos

Las imágenes que no se corresponden con ninguna estructura fácilmente reconocible, sino que se producen por parte de la reflexión y la reverberación de los ecos sobre las interfaces de los tejidos, se denominan artefactos. En ecografía existen múltiples artefactos derivados de las propiedades del haz de ultrasonido asociados a errores en la velocidad por la atenuación de los diferentes tejidos (9). En la ultrasonografía pulmonar los más importantes se visualizan como una serie de líneas, horizontales o verticales, y hay que conocer lo que representan y en qué

entidades se producen, pero a su vez hay que diferenciarlas entre sí para evitar errores de interpretación. Estas líneas principalmente se deben a artefactos de reverberación que se producen cuando la señal de ultrasonido se refleja de forma repetida entre interfaces altamente reflectoras que están cerca del transductor (10). Las más importantes son las siguientes: Líneas A: líneas hiperecogénicas horizontales y paralelas que se sitúan a una distancia múltiplo de la que existe entre el transductor y la línea pleural. Líneas B o cola de cometa. Líneas hiperecogénicas verticales que parten desde la pleura y alcanzan el final de la pantalla. Si son múltiples se denominan patrón B o cohetes (lungrockets). Como veremos, son expresión de edema o fibrosis de los septos interlobulares. Líneas C: líneas hiperecogénicas horizontales que se sitúan a una distancia que no es múltiplo de la que existe entre el transductor y la línea pleural. Líneas E: líneas hiperecogénicas verticales que se inician en la pared torácica (a diferencia de las líneas B que parten de la línea pleural). Se producen con enfisema subcutáneo. Líneas Z: líneas hiperecogénicas verticales que se inician en la pleura pero que no alcanzan el final de la pantalla (lo que las diferencia de las líneas B). En la tabla 1 se describen los principales signos en ecografía pulmonar, tanto en condiciones de normalidad como asociados a procesos patológicos (4,11,15).

#### 2.8.4. Ultrasonido Torácico en paciente en cuidados intensivos

En base al principio ultrasonográfico que el aire refleja las ondas sonoras, el USP no se consideró como una herramienta diagnóstica útil. En 1986 Rantanen describió la utilidad del ultrasonido para la evaluación pleuropulmonar de caballos, lo que llevó a Wernecke y colaboradores a introducirlo a la práctica clínica. En su publicación describió la imagen pleuropulmonar de 8 enfermos con neumotórax, que comparó con la de 20 sujetos sanos y concluyó que en los pacientes con neumotórax desaparecía la movilidad pleural normal. La evaluación ultrasonográfica del tórax se puede realizar con el enfermo en posición sentada o en decúbito. En la mayoría de

los estudios se recomienda un transductor lineal de alta frecuencia (5 a 7.5 MHz) para la evaluación de la pared torácica, mientras que para el estudio de la pleura y del pulmón se recomienda utilizar una frecuencia más baja en el rango de 3.5 MHz. Recientemente se ha descrito que los nuevos ultrasonógrafos con transductores convexos de alta frecuencia (10 a 13 MHz) tienen una mejor resolución (1,15). La imagen que se observa en el US pulmonar es el resultado de la interacción del aire y tejido pulmonar intersticial con el haz ultrasónico. En la imagen obtenida se observan artefactos de diferente ecogenicidad e intensidad en la escala de grises, tanto en el tiempo real como en el modo M (Motion time), los cuales son horizontales y verticales, cuya identificación adecuada es fundamental para la correcta interpretación de los elementos anatómico estructurales normales (14,20).

#### 2.8.4.1. Línea pleural

El primer paso para la evaluación ultrasonográfica pulmonar es delimitar la interfase entre la pared torácica y el pulmón mediante la identificación de la línea pleural. Para localizar esta línea se identifican las costillas, las cuales en el tiempo real emiten una imagen hipoecoica y sombra acústica. La línea pleural es una imagen hiperecoica, bien delimitada entre dos costillas y representa a la pleura parietal y visceral. En condiciones normales la línea pleural tiene un movimiento ondulante que sigue a los movimientos respiratorios (glidingsign, en inglés) y representa el deslizamiento de la pleural visceral sobre la parietal. Los tres elementos clave para identificar la línea pleural son: 1) Línea hiperecoica por debajo de las costillas, 2) Movimiento ondulante que sigue la respiración, 3) Presencia de artefactos horizontales y verticales por debajo que dan diferentes imágenes (15).

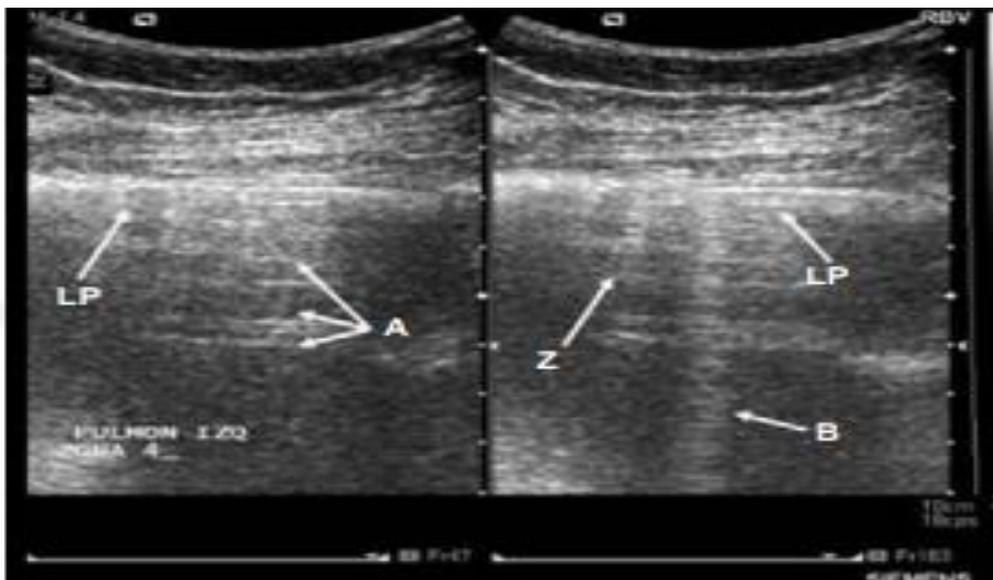
#### 2.8.4.2. Artefactos horizontales

El principal artefacto horizontal son las «líneas A», las cuales se caracterizan por ser horizontales cortos, hiperecoicas y que aparecen cíclicamente, con un patrón

semejante a la distancia del transductor a la línea pleural y representan la reverberación del sonido sobre ésta (15).

#### 2.8.4.3. Artefactos verticales

Los artefactos verticales son las líneas B, Z y E. Las «Líneas B», mejor conocidas por su morfología como «Colas de Cometa» (Cometail en inglés). Se generan por la resonancia ultrasónica originada en una estructura rígida rodeada por aire, como son los septos interalveolares. Las líneas B tienen las siguientes características ultrasonográficas: 1) verticales y bien definidas triangulares, 2) con vértice que se origina en la línea pleural y base que se dirige al parénquima pulmonar, 3) se extienden hasta el límite de la imagen (longitud de hasta 17 cm), 4) atraviesan y borran las líneas A, 5) movimiento sincrónico con el desplazamiento pleural. En condiciones normales las «Colas de Cometa» son artefactos únicos o múltiples, hasta en número de 3 con una distancia entre cada uno de 7 mm. En ocasiones pueden observarse líneas B de menos de 1 cm de longitud, las cuales no tienen ningún significado (14). La presencia simultánea de múltiples líneas B, con distancia entre cada una de ellas de 3 a 5 mm se denominan «Cuetes» (Rockets, en inglés). Se identifican con más claridad en la región anterolateral y se asocian a enfermedad pulmonar intersticial o congestión (equivalentes a las líneas B de Kerley). Las «Líneas Z» son artefactos verticales que semejan a las líneas B y no tienen significado patológico, en ocasiones se pueden observar en neumotórax. Tienen las siguientes características: Se originan en la línea pleural y tienen profundidad de 2 a 5 cm, no borran las líneas A, son cortas en el sentido que no se extienden hasta límite de la imagen, no siguen el movimiento pleural. Las «Líneas E» (E, por enfisema), son secundarias a enfisema subcutáneo. Se caracterizan por ser líneas verticales que adoptan la morfología de haz de láser (imagen hiperecoica fina), se originan por arriba de la línea pleural, su punto de partida es la pared torácica (4).



*Figura 1. Ultrasonido pulmonar donde se observa: línea pleural (LP), Línea A (A), Línea Z (Z), Línea B (B). Tomado de: Fernández-Bussy, S., Labarca, G., Lanza, M., Folch, E., & Majid, A. (2016). Aplicaciones torácicas del ultrasonido. *Revista Médica de Chile*, 144(7), 903–909. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872016000700012>*

#### 2.8.4.4. Signo de la playa

El movimiento pulmonar se observa claramente en el modo M (Motion time), en el que se aprecia la diferencia entre el patrón que semeja ondas localizado por arriba de la línea pleural (continua, ondulante e hiperecoica) y un patrón granular (por debajo), que semejante a la arena, de ahí la terminología de signo de la playa (seashore, en inglés). Esta imagen es de gran utilidad para descartar varias entidades como se describirá en la segunda parte de este trabajo. Los patrones USG descritos que se presentan con más frecuencia en el enfermo grave son los asociados a neumotórax, derrame pleural, síndrome alveolo-intersticial y el asociado a síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (8).

### 2.8.5. Neumotórax

La prevalencia de neumotórax en la UTI llega a ser de 6% y habitualmente es secundario a barotrauma e hiperinflación dinámica (21). La clínica y la radiografía simple de tórax son las modalidades diagnósticas que se utilizan universalmente para su diagnóstico, pero lo infraestiman hasta en 30 a 40% de los casos, sobre todo en situaciones de urgencia y en pacientes poli traumatizados (22,23).

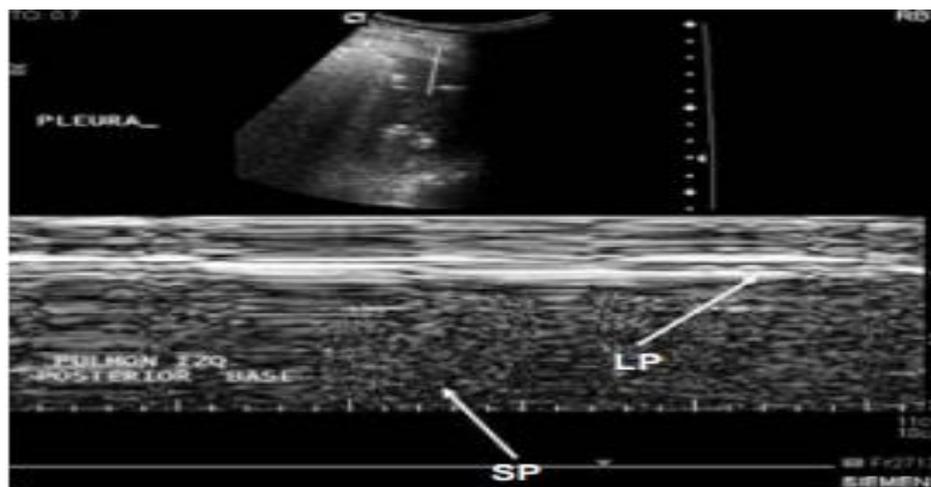


Figura 2. Ultrasonido pulmonar en modo M donde se observa: línea pleural (LP) y signo de la playa (SP). Tomado de : Fernández-Bussy, S., Labarca, G., Lanza, M., Folch, E., & Majid, A. (2016). Aplicaciones torácicas del ultrasonido. *Revista Médica de Chile*, 144(7), 903–909. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872016000700012>

La mayoría de los enfermos no diagnosticados desarrollan neumotórax a tensión, principalmente aquellos en ventilación mecánica. El concepto de neumotórax oculto describe los casos de neumotórax sin manifestaciones clínicas ni radiográficas y para los cuales la tomografía axial computada (TAC) de tórax es el estándar de oro para el diagnóstico, pero ésta tiene inconvenientes como la necesidad de traslado del enfermo (habitualmente multi-invasado, inestable, dependiente de vasopresores e inotrópicos y ventilación mecánica) al Servicio de Imagenología y los costos, entre otros, lo que ha posicionado a la USGP como una excelente alternativa diagnóstica

en el enfermo grave(8,23). Las imágenes ultrasonográficas del neumotórax son las siguientes:

- Pérdida del movimiento ondulante (Lung Sliding, en inglés) de la línea pleural, lo que está en relación con el no desplazamiento de las dos hojas pleurales por la presencia de aire. Este signo dinámico se acentúa en el modo M, en el cual la pérdida de la dinámica pleural y el aire dan una imagen de líneas horizontales superpuestas a lo que se denomina «Signo de la Estratosfera». La pérdida del movimiento ondulante pleural no es patognomónica de neumotórax, tiene una especificidad de 96.5%. Su ausencia, además del neumotórax, se ha descrito en fibrosis pleural, paquipleuritis, condensación pulmonar y síndrome de insuficiencia respiratoria del adulto, consideraciones que se deberán de tomar en cuenta al practicar el estudio ultrasonográfico (20).

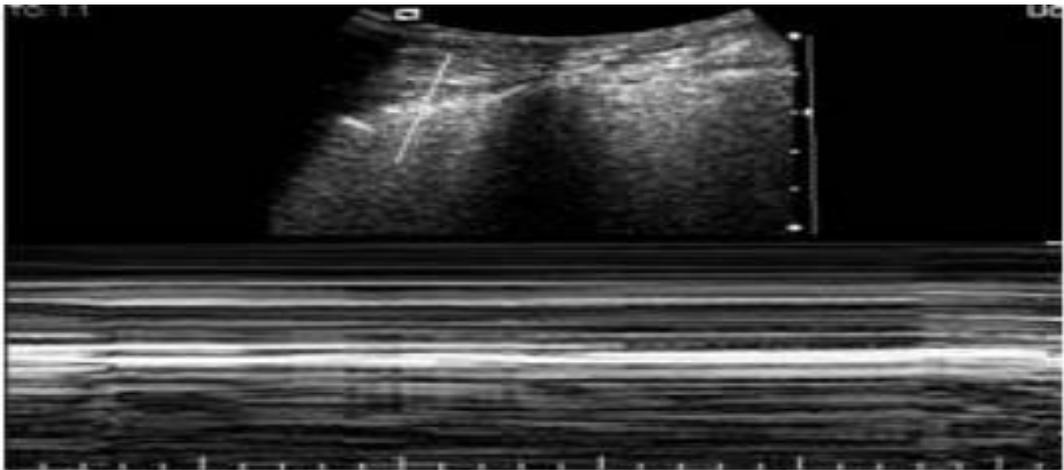


Figura 3 . Signo de la estratosfera , se observa perdida de la linea pleural y ausencia de lineas B . en modo M se observan lineas horizontales signo de codigo de barra. Tomado de: Fernández-Bussy, S., Labarca, G., Lanza, M., Folch, E., & Majid, A. (2016). Aplicaciones torácicas del ultrasonido. Revista Médica de Chile, 144(7), 903–909. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872016000700012>

Otro signo dinámico de neumotórax es la modificación del patrón ultrasonográfico asociado a los movimientos respiratorios (inspiración-espирación), el cual está relacionado al desplazamiento pleural y del parénquima y que se presenta preferentemente cuando el neumotórax es anterior y no está a tensión. La imagen que se observa es un patrón cambiante de desplazamiento pleural, líneas A y líneas B con «Signo de la Playa» en el modo M durante la inspiración a pérdida del movimiento ondulante, de las líneas B y del Signo de la Playa el cual es sustituido por el «Signo de la Estratosfera» durante la espiración, a esta imagen se le denomina «Signo del Punto Pulmonar» («Lung Point», en inglés) (24).

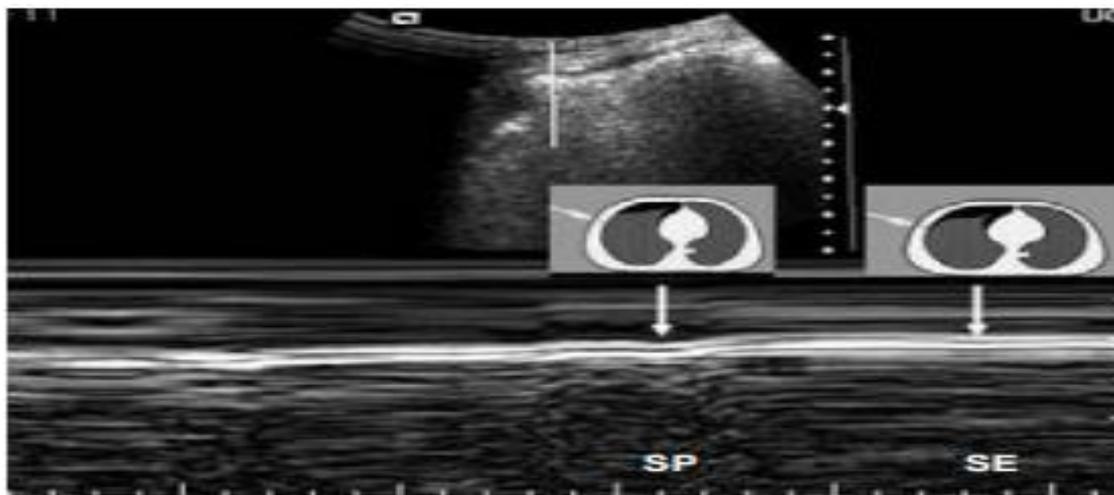


Figura 4. Signo del punto pulmonar caracterizado por alternancia en el modo M del signo de la playa durante la inspiración y el signo de la estratosfera durante la espiración. Tomado de : Fernández-Bussy, S., Labarca, G., Lanza, M., Folch, E., & Majid, A. (2016). Aplicaciones torácicas del ultrasonido. Revista Médica de Chile, 144(7), 903–909. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872016000700012>

- Las líneas A son parte del patrón ultrasonográfico normal, pero también se pueden observar en el neumotórax. Las líneas A se generan por la barrera estática que impone el aire al haz ultrasónico. La presencia de líneas A en neumotórax se denomina «Signo de la línea A».
- Otro signo ultrasonográfico que se presenta en neumotórax son las «Líneas O», (Líneas no A/B) que se caracterizan por la presencia de línea pleural que no tiene

movimiento y ausencia de líneas A y B. En estos casos el movimiento del transductor puede mostrar algunas líneas A.

- En algunos casos se pueden presentar las «Líneas Z», que tienen las siguientes características: se originan de la línea pleural, verticales, no borran las líneas A, bien definidas, de 2 a 5 cm de longitud, independientes del desplazamiento pleural.
- La presencia de líneas B (Colas de Cometa) descarta el diagnóstico de neumotórax debido a que éste condiciona pérdida de la impedancia acústica entre el aire y el agua de los septos interlobulares sub pleurales. Por este motivo ante la sospecha de neumotórax el operador deberá de ser muy cauteloso en su detección (24).

La USGP tiene una sensibilidad de 100%, especificidad de 91% y valor predictivo positivo de 87% para el diagnóstico de neumotórax. El signo de la línea A tiene una sensibilidad y valor predictivo negativo de 100%, especificidad de 60% y valor predictivo positivo de 42%. El signo del punto pulmonar tiene una sensibilidad de 66% con especificidad de 100%. La ausencia de líneas B tiene una sensibilidad y especificidad de 97% para el diagnóstico de neumotórax. A diferencia de estos resultados, la radiografía simple de tórax obtenida en la cama del enfermo tiene una sensibilidad de 36% (8,14). La USGP se está posicionando como una excelente alternativa para el diagnóstico de neumotórax en el enfermo grave, en los Servicios de Urgencias y aun durante el traslado de los enfermos debido a que detecta neumotórax pequeños e incipientes que no se pueden diagnosticar con la clínica y la placa simple de tórax, pero hay que tomar en cuenta que los neumotórax apicales, mediastinales y posteriores son más difíciles de visualizar por su localización anatómica (4).

#### 2.8.6. Derrame pleural

La imagen ultrasonográfica del derrame pleural se caracteriza por pérdida del movimiento pleural, nivel hidroaéreo, en el que característicamente se presenta una imagen anecoica que delimita el pulmón colapsado por el efecto del líquido acumulado en la cavidad pleural, el cual sigue el efecto de la gravedad y de los

movimientos respiratorios y que determina la imagen del Signo de la Cortina (Curtainsign, en inglés) que se presenta tanto en el tiempo real como en el modo M.

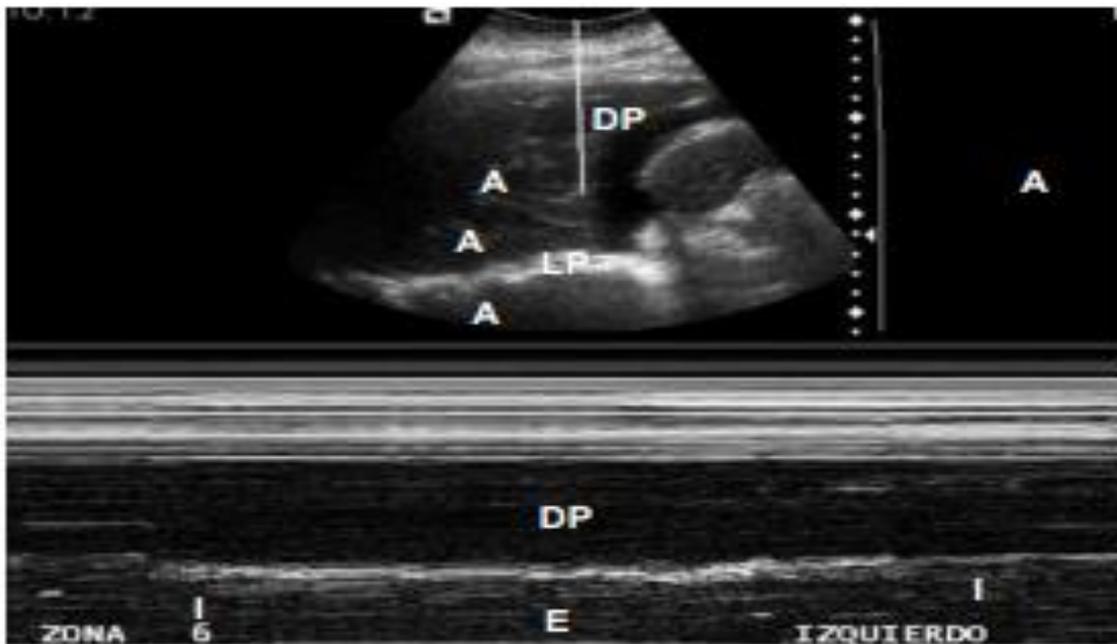


Figura 5. Imagen ultrasonografica característica de derrame pleural (DP): Signo de la cortina en donde se observa en Modo M desplazamiento pleural con los movimientos respiratorios controlados. Tomado de : Fernández-Bussy, S., Labarca, G., Lanza, M., Folch, E., & Majid, A. (2016). Aplicaciones torácicas del ultrasonido. Revista Médica de Chile, 144(7), 903–909. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872016000700012>

#### 2.8.7. Síndrome alveolo-intersticial

En la medicina intensiva se presenta un gran número de entidades caracterizadas por cursar con involucro alveolo-intersticial, dentro de las que destacan el síndrome de insuficiencia respiratoria del adulto (SIRA), neumonías, edema pulmonar y enfermedades intersticiales. El patrón ultrasonográfico de éstas está bien definido y se denomina en términos generales síndrome alveolo intersticial que se caracteriza por (25):

- Pérdida del movimiento pleural.
- Pérdida de la línea pleural en condensación pulmonar.
- La imagen ultrasonográfica característica es la presencia de múltiples líneas B, habitualmente más de tres por campo, a las que se les denomina Cohetes (rockets, en inglés). La distancia entre cada una de éstas es de 5 a 7 mm. Cuando son muy delgadas se les denomina líneas Láser.
- Las Líneas B y el patrón que adoptan se debe a la marcada diferencia en la impedancia acústica entre el aire y el agua por el engrosamiento de los septos interlobulares por edema o fibrosis. El número de líneas B es directamente proporcional al involucro alveolo-intersticial (4).

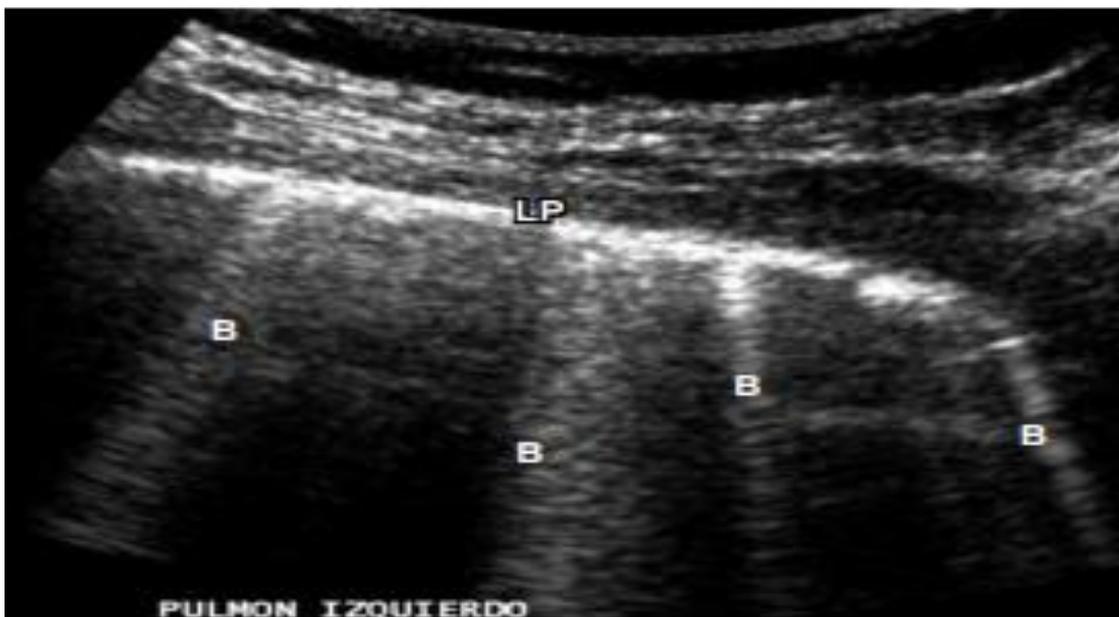


Figura 6. Imagen ultrasonografica de compromiso alveolo-intersticial con abundancia de líneas b que se originan de la linea pleural y borran las lineas A. Tomado de : Fernández-Bussy, S., Labarca, G., Lanza, M., Folch, E., & Majid, A. (2016). Aplicaciones torácicas del ultrasonido. Revista Médica de Chile, 144(7), 903–909.

Las colas de cometa son más frecuentes cuando la lesión intersticial es por fibrosis.

#### 2.8.8. Síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (SIRA)

La evaluación habitual en la UTI de los enfermos con SIRA es con radiografía de tórax pero ésta tiene grandes limitaciones para la valoración integral del involucro pulmonar, por lo que la TAC se ha posicionado como el estándar de oro para la evaluación de la extensión de la enfermedad, la proporción de colapso o condensación alveolar en relación al pulmón sano y de la efectividad de las maniobras de reclutamiento alveolar. Su principal limitación en el paciente grave es la necesidad de traslado del enfermo al Servicio de Imagenología, lo que limita su aplicación en la práctica clínica cotidiana (21). La USG pulmonar se ha posicionado como una excelente herramienta para el seguimiento de los enfermos con SIRA, ya que permite la identificación de consolidación y condensación alveolar, involucro intersticial y derrame pleural, por lo que es recomendable su inclusión en la práctica cotidiana como parte de la valoración y seguimiento integral de estos enfermos. En los enfermos con SIRA la imagen ultrasonográfica se caracteriza por un patrón de síndrome alveolo intersticial, colapso y derrame pleural. Por otra parte, podría ser de gran utilidad para la evaluación del porcentaje de pulmón colapsado en las regiones basales y dependientes, que son las más afectadas en el SIRA, usando la vía transesofágica, además de poder evaluar la efectividad de las maniobras de reclutamiento alveolar a la cabecera del enfermo (26).

Lichtenstein comparó la sensibilidad y especificidad de la radiografía simple de tórax y el USP para el diagnóstico de las enfermedades pleuropulmonares en el enfermo grave, concluyendo que el USP tiene una mejor sensibilidad y especificidad que la radiología simple, además de ser costo efectivo y no exponer a los enfermos al riesgo de la radiación (4).

En base a la evidencia científica podemos concluir que la ultrasonografía pulmonar en el enfermo grave internado en la UTI es un procedimiento no invasivo, costo-efectivo, de excelente sensibilidad y especificidad, accesible en cualquier hospital, que no expone al enfermo al riesgo de la radiación y que requiere de una sencilla

curva de aprendizaje, por lo que de seguro se posicionará como una excelente herramienta para el abordaje diagnóstico integral y el seguimiento cotidiano del enfermo grave.

### **III. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo General**

Determinar la Sensibilidad y Especificidad del Ultrasonido de Tórax (eFAST) en pacientes politraumatizados que presenten trauma Cerrado de Tórax.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- 3.2.1. Cuantificar el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo en el uso del eFast para trauma de tórax cerrado.
- 3.2.2. Identificar los patrones ultrasonográficos pulmonares más comunes en pacientes con los diagnósticos de neumotórax y hemotórax según los principios de ultrasonografía pulmonar.
- 3.2.3. Determinar la concordancia entre el ultrasonido eFast y la radiografía de tórax para la detección del neumotórax y hemoneumotórax.

## **IV. Metodología**

### **4.1. Tipo de estudio**

Estudio tipo transversal analítico.

### **4.2. Población**

Pacientes que son atendidos en la Emergencia de Adultos de Cirugía del Hospital Roosevelt por trauma torácico cerrado.

### **4.3. Muestra**

Se incluyó todos los pacientes que se presentaron a La emergencia del Hospital Roosevelt con diagnóstico de Trauma Cerrado de Tórax durante el periodo de enero a octubre de 2016.

### **4.4. Sujeto de estudio o unidad de análisis**

Pacientes con trauma cerrado de tórax.

### **4.5. Criterios de Inclusión y Exclusión**

#### **4.5.1. Criterios de Inclusión:**

- Pacientes con edad mayor de 12 años con diagnóstico de trauma de tórax cerrado

#### 4.5.2. Criterios de exclusión

- Pacientes referidos de otros centros hospitalarios y que tengan tubo de toracostomía cerrada.
- Pacientes que presenten inestabilidad hemodinámica y que ameriten cirugía de emergencia

#### 4.6. Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Escala de medición	Unidad de Medida
Edad	Tiempo Transcurrido desde el nacimiento de un ser vivo	Se recupera del expediente clínico y/o se obtiene a partir de la fecha de nacimiento	Numérica	Razón discreta	Años
Sexo	Condición anatómica que diferencia masculina de femenino	Se recupera del expediente clínico	Categórico	Nominal	Masculino Femenino
Tipo de método diagnóstico	Método imagenología utilizado para la detección de hemoneumotórax o neumotórax	A cada paciente se evaluó a través de ambos métodos para comparar sus resultados	Categórica	Nominal	USG eFast Radiografía
Hemoneumotórax	Combinación simultánea de dos	Detección a través de pruebas de	Categórica	Nominal	Sí No

	condiciones: Neumotórax, o aire en el espacio pleural, y Hemotórax o sangre en dicho espacio.	imágenes en la región torácica.			
Neumotórax	Es la entrada de aire en el espacio (virtual en el sano) interpleural: entre la pleura visceral y la parietal.	Detección a través de pruebas de imágenes en la región torácica.	Categórica	Nominal	Sí / No
Patrones USG Neumotórax	Signos ultrasonográfico s de tórax características del Neumotórax	Revisión del especialista de imagenología de los resultados del ultrasonido torácico.  <b>Modo B:</b> Deslizamiento pulmonar. Líneas A y Líneas B Punto pulmonar  <b>Modo M:</b> Signo de playa.  Signo de estratosfera	Categórica	Nominal	Modo B  Modo N

Patrones USG de Hemotórax	Signos ultrasonográficos de tórax características del Hemotórax	<p>Modo B: Deslizamiento pulmonar</p> <p>Modo M: Presencia de signo de cortina Nivel hidroaereo</p>	Categórica	Nominal	<p>Patrón M</p> <p>Patrón B</p>
Hallazgos Radiológicos Neumotórax	Signos radiográficos de neumotórax.	<p>Línea pleural</p> <p>Ausencia de trama vascular entre el límite del pulmón y la pared torácica</p> <p>Signo de doble diafragma</p>	Cualitativa	Nominal	Tipo de Patrón
Hallazgos Radiológicos Hemotórax	Signos radiográficos de hemotórax.	Línea pleural o Presencia de colecciones o liquido entre la trama vascular, el límite del pulmón y la pared torácica	Cualitativa	Nominal	Tipo de patrón

#### **4.7. Proceso de Selección de Muestra**

Los pacientes incluidos en el estudio fueron, todos los pacientes que presentaron trauma cerrado de tórax inicialmente fueron evaluados por el médico residente encargado al momento de la llegada del paciente, se evaluaron los signos vitales y se determinó la estabilidad hemodinámica del paciente, posteriormente si el paciente está en las condiciones adecuadas fue sometido a estudios de rutina pertinente, el médico encargado procedió a realizar el ultrasonido torácico en el cuarto de ultrasonido disponible en la emergencia, dicho ultrasonido fue realizado por el médico residente capacitado para realizar dicho estudio.

Previo a realizar el ultrasonido torácico se explicó la situación al paciente y se le detallo en qué consiste el estudio y que beneficios con lleva la realización de este.

Para realizar el ultrasonido torácico se utilizó un ultrasonido marca Phillips utilizando el transductor lineal de 7- 12 MHz en modo M y modo B ajustándose la ganancia y profundidad para lograr mejores imágenes se colocó el paciente en decúbito supino se aplicó gel transductor y realizo el rastreo ultrasonográfico utilizando los pasos descritos previamente en la literatura revisada iniciando a partir del 1er espacio intercostal a nivel de la línea media clavicular evaluando todos los espacios intercostales derecho e izquierdo para identificando patrones ultrasonográfico característicos de las lesiones pleuropulmonares.

A continuación, se procedió a realizar la radiografía de tórax en proyección anteroposterior y lateral, al tener la radiografía esta será observada por el médico residente asignado al paciente, utilizando un negatoscopio con luz amarilla. En caso de que la radiografía no cuente con una técnica radiológica adecuada esta se repetirá para evitar sesgos en la lectura radiológica.

El residente encargado describe los hallazgos radiológicos en el expediente clínico y la impresión clínica radiológica efectuada fue registrada en el instrumento de recolección de datos (ver anexo).

Se realizó la recolección de datos mediante un instrumento que registro las características importantes y relevantes del paciente que ingrese a la emergencia de cirugía de adultos del Hospital Roosevelt, así como su manejo inicial al ingreso y los estudios realizados en este caso la radiografía de tórax y el ultrasonido eFast con los distintos hallazgos patológicos o no que caractericen una lesión torácica. Que permitan hacer un adecuado análisis estadístico de los métodos diagnósticos utilizados de acuerdo con los objetivos propuestos inicialmente.

Se realizó la revisión de datos obtenido con la evaluación clínica de los pacientes con diagnóstico de trauma cerrado de tórax y que cumplieron con los criterios de inclusión en el periodo establecido.

Todos los datos tanto de ultrasonido como la radiografía se anotaron en la boleta de recolección de datos para su análisis estadístico.

#### **4.8. Procesamiento y Análisis de Datos**

Los resultados fueron ingresados en una base de datos en el programa Microsoft Excel 2013. El análisis estadístico se hizo en SPSS 23.

Los resultados se presentaron como frecuencias y porcentajes de las variables estudiadas y se presentaron en tablas.

Se calculó la sensibilidad y la especificidad del ultrasonido con relación a la radiografía y el coeficiente de kappa para evaluar concordancia. Para todas las pruebas se calcularon intervalos de confianza del 95%.

**Sensibilidad** =  $VP / VP+FN$

VP (Verdaderos Positivos)

FN (Falsos Negativos)

**Especificidad** =  $VN / VN+FP$ .

VN (Verdaderos negativos)

FP (Falsos positivos)

Valor predictivo positivo =  $VP / VP+FP$

Valor predictivo negativo =  $VN / FN + VN$

#### **4.9. Aspectos Éticos**

Inicialmente se presentó y aprobó el protocolo de investigación ante el comité de ética de la USAC de la Escuela de Estudios de Posgrado y el departamento de cirugía del Hospital Roosevelt.

Se solicitó permiso para la realización del estudio a las autoridades pertinentes en el Hospital Roosevelt, dentro de estos al director del Hospital, el jefe de departamento de Cirugía y el jefe de la sala de Emergencia de cirugía para socializar el estudio y sus objetivos.

Se preservará la confidencialidad de los datos.

Al Paciente se le será leído el consentimiento informado explicándoles los beneficios de su participación en el estudio (ver anexos).

## V. Resultados

Durante el desarrollo del estudio se logró recolectar un total de 51 casos de pacientes que se presentaron a la Emergencia de Cirugía del Hospital Roosevelt que presentaron trauma cerrado de tórax y a los cuales se les realizó inicialmente el estudio eFast y posteriormente se les realizó una radiografía de tórax, con el objetivo de determinar la sensibilidad y especificidad del ultrasonido de tórax (eFAST) en pacientes politraumatizados que presenten trauma Cerrado de Tórax.

En la tabla principal (tabla 1) se exponen las variables que se utilizaron en el estudio con sus principales resultados en las siguientes tablas se detallan las mismas.

Tabla 1. Tabla principal

Variables	Frecuencia	Porcentaje
<b>Sexo</b>		
Femenino	8	15.7%
Masculino	43	84.3%
<b>Edad</b>		
12 a 21	2	3.9%
22 a 31	8	15.7%
32 a 41	18	35.3%
42 a 51	9	17.6%
52 a 61	5	9.8%
62 a 71	7	13.7%
72 o más	2	3.9%
<b>Comorbilidades</b>		
Hipertensión arterial	6	11.8%
Diabetes mellitus	5	9.8%
Obesidad	3	5.9%
Carcinoma	1	2.0%
Síndrome convulsivo	1	2.0%
Ninguno	40	78.4%
<b>Trauma asociado</b>		
Fractura costal	18	35.3%
Trauma craneoencefálico	6	11.8%
Fractura de clavícula	4	7.8%
Quemadura por fricción	4	7.8%

Fractura de tibia y peroné	7	13.7%
Ninguno	14	27.5%
<b>Diagnóstico USG</b>		
Neumotórax	12	27.9%
Hemoneumotórax	8	21.6%
<b>Neumotórax</b>		
Sensibilidad	87.9%, IC 95% [75.2 a 100]	
Especificidad	80.0%, IC 95% [50.21 a 100]	
<b>Hemoneumotórax</b>		
Sensibilidad	82.9%, IC 95% [68.9 a 96.8]	
Especificidad	100%, IC 95% [75.0 a 100]	
Concordancia	49.7, IC 95% [.25 a .74]	

Tabla 2. Patrones Ultrasonográficos más frecuentes en pacientes con diagnostico neumotórax.

Patrones Ultrasonográficos	Frecuencia	Porcentaje
Ausencia de deslizamiento pulmonar	16	31.4%
Líneas B	8	15.7%
Líneas A	3	5.9%
Punto Pulmonar	3	5.9%
Ausencia de signo de playa	9	17.6%
Ausencia de signo de estratosfera	5	9.8%
Código de Barra	7	13.7%

Tabla 3.

Patrones ultrasonográficos más frecuentes en pacientes con diagnostico hemoneumotórax

Patrones Ultrasonográficos	Frecuencia	Porcentaje
Ausencia de deslizamiento pulmonar	6	11.8%
Líneas B	5	9.8%
Líneas A	0	0.0%
Punto Pulmonar	4	7.8%
Ausencia de signo de playa	4	7.8%
Ausencia de signo de estratosfera	1	2.0%
Cortina	3	5.9%

En la tabla 4 se evalúa la sensibilidad y especificidad del ultrasonido tomando como referencia la radiografía torácica y en la tabla 6 se evalúa la concordancia entre ambos métodos.

Tabla 4.

Evaluación de la sensibilidad y especificidad del ultrasonido en relación con la radiografía para la detección de neumotórax

Ultrasonido	Rayos X		Total
	-	+	
-	29 (87.9%)	2 (20.0%)	31
+	4 (12.1%)	8 (80.0%)	12
Total	33	10	43

Especificidad = 87.9%, IC 95% [75.2 a 100]  
 Sensibilidad = 80.0%, IC 95% [50.21 a 100]  
 VP- = 66.7%, IC 95% [35.8 a 97.5]  
 VP+ = 86.1%, IC 95% [74.5% a 97.6%]

Tabla 5.

Evaluación de la sensibilidad y especificidad del ultrasonido en relación con la radiografía para la detección de hemoneumotorax

Ultrasonido	Rayos X		Total
	-	+	
-	29 (82.9%)	0 (0%)	29
+	6 (17.1%)	2 (100%)	8
Total	2	35	37

Especificidad = 82.9%, IC 95% [68.9 a 96.8]  
 Sensibilidad = 100%, IC 95% [75.0 a 100]  
 VP- = 25.0, IC 95% [0 a 61.26]  
 VP+ = 100, IC 95% [98.28 a 100]

Tabla 6. Evaluación de la concordancia entre el ultrasonido y los rayos X para la detección de neumotórax o hemoneumotórax

Ultrasonido	Rayos X		Total
	+	-	
+	10	9	19
-	2	29	31
Total	12	38	50

Índice de Kappa = .497, IC 95% [.25 a .74]  
 Valor p < .001

Tabla 7. Factores que alteran la Sensibilidad en Pacientes con Neumotórax Radiológico

		Neumotórax según USG				Valor p
		Negativo		Positivo		
		F	%	f	%	
Trauma asociado	Ninguno	10	32.3%	3	25.0%	0.581
	Trauma craneoencefálico	5	16.1%	1	8.3%	
	Fractura de tibia y peroné	1	3.2%	0	0.0%	
	Fractura de clavícula	3	9.7%	0	0.0%	
	Fractura de escápula	1	3.2%	0	0.0%	
	Fractura costal	8	25.8%	6	50.0%	
	Fractura esternal	1	3.2%	0	0.0%	
	Trauma raquimedular	1	3.2%	0	0.0%	
	Trauma cerrado de tórax	0	0.0%	1	8.3%	
	Laceración en cara	0	0.0%	0	0.0%	
Quemadura por fricción	2	6.5%	1	8.3%		
Comorbilidad	Ninguno	24	77.4%	8	66.7%	0.659
	Hipertensión arterial	4	12.9%	2	16.7%	
	Diabetes mellitus	3	9.7%	2	16.7%	
	Obesidad	2	6.5%	1	8.3%	
	Carcinoma	0	0.0%	1	8.3%	
	Síndrome convulsivo	1	3.2%	0	0.0%	
Neumotórax	10%	1	50.0%	0	0.0%	0.188
	20%	1	50.0%	5	62.5%	
	50%	0	0.0%	2	25.0%	
	80%	0	0.0%	1	12.5%	
Edad (años)		Media	Desvest	Media	Desvest	0.742
		42	16	44	16	

Tabla 8.

Factores que alteran la Sensibilidad en Pacientes con Hemoneumotórax Radiológico

		Neumotórax según USG				Valor p
		Negativo		Positivo		
		f	%	f	%	
Trauma asociado	Ninguno	10	32.3%	1	12.5%	0.379
	Trauma craneoencefálico	5	16.1%	0	0.0%	
	Fractura de tibia y peroné	1	3.2%	1	12.5%	
	Fractura de clavícula	3	9.7%	1	12.5%	
	Fractura de escápula	1	3.2%	0	0.0%	
	Fractura costal	8	25.8%	4	50.0%	
	Fractura esternal	1	3.2%	0	0.0%	
	Trauma raquimedular	1	3.2%	0	0.0%	
	Trauma cerrado de tórax	0	0.0%	0	0.0%	
	Laceración en cara	0	0.0%	1	12.5%	
Quemadura por fricción	2	6.5%	1	12.5%		
Comorbilidad	Ninguno	24	77.4%	8	100.0%	0.416
	Hipertensión arterial	4	12.9%	0	0.0%	
	Diabetes mellitus	3	9.7%	0	0.0%	
	Obesidad	2	6.5%	0	0.0%	
	Carcinoma	0	0.0%	0	0.0%	
	Síndrome convulsivo	1	3.2%	0	0.0%	
Neumotórax	10%	1	50.0%	1	33.3%	0.659
	20%	1	50.0%	1	33.3%	
	50%	0	0.0%	1	33.3%	
	80%	0	0.0%	1	12.5%	
		Media	Desvest	Media	Desvest	0.349
Edad (años)		42	16	48	15	

## VI. Análisis y discusión de resultados

El trauma cerrado de tórax se presenta en muchas ocasiones como consecuencia de un politraumatismo y puede significar una importante causa de mortalidad en la población descrita, su rápido diagnóstico y adecuado manejo es imperativo para optar a un buen pronóstico y una menor mortalidad en estos pacientes.

Durante el tiempo que duró la investigación se evaluó a 51 pacientes que cumplían criterios de selección, de estos la mayoría era de sexo masculino (84.3%), con edades comprendidas entre 22 a 51 años (68.6%).

En este estudio se calculó la sensibilidad del ultrasonido con relación a la radiografía, y por no contarse con un tercer método de diagnóstico, en todo caso con el estándar de oro, la tomografía axial computarizada, no se pudo comparar la sensibilidad del ultrasonido y la radiografía. La sensibilidad del ultrasonido eFast con relación a la radiografía para el neumotórax fue de 80.0%, un valor bueno con intervalos de confianza que van del 50.21% a 100%; la especificidad fue más alta, con un valor del 87.9% e intervalos de 75.2% a 100%. Para la detección de hemoneumotorax, una especificidad de 82.9% con intervalos de confianza que van desde 68.9% a 96.8% y una sensibilidad de 100% con intervalos de 75.0% a 100%.

En cuanto a los valores predictivos, se observó que la probabilidad de que un paciente positivo según ultrasonido desarrolle, en realidad neumotórax es del 86.1% y de hemoneumotorax de 100% y la probabilidad de que siendo negativo el ultrasonido el paciente no padezca alguna de estas complicaciones es del 66.7% para neumotórax y del 25% para hemoneumotorax. Dada la sensibilidad y especificidad obtenidas se procedió a calcular qué tanto eran equivalentes ambos métodos para la detección de neumotórax o hemoneumotorax, y según el índice de Kappa, coinciden sus resultados solo en un 49.7% y esta concordancia fue altamente significativa, con un intervalo de confianza que va del 25% al 74%. En el estudio de Beckh, la sensibilidad y especificidad para diagnosticar neumotórax en pacientes en sala de emergencia o UCI fue de 86% y 97% respectivamente (27).

El estudio realizado por la Asociación Científica Canadiense de trauma publicado en el año 2014 donde se estudiaron 305 pacientes con trauma de tórax cerrado, cuya edad media fue de 34 años en los cuales la sensibilidad del eFast fue de 86% con especificidad del 98% con un valor predictivo positivo de 76.2% y valor predictivo negativo de 92.4%. y donde recomiendan el uso de él ultrasonido torácico como herramienta diagnóstica en lesiones asociadas al trauma de tórax cerrado (9).

La ecografía torácica tiene un alto valor predictivo negativo en la detección del neumotórax. El valor predictivo positivo es discretamente inferior puesto que pueden coexistir condiciones que obstaculicen el examen ecográfico y originen falsos positivos. Hay situaciones como el enfisema subcutáneo, las calcificaciones pleurales y un paciente con mala transmisión acústica u obesidad, pueden impedir o dificultar el diagnóstico. En los pacientes con disnea, EPOC y adherencias pleurales, el deslizamiento pulmonar puede estar disminuido o abolido. El Punto Pulmonar puede ser el único signo o hallazgo que nos permita diferenciar entre el neumotórax y una gran bulla pleural ya que es 100 % específico de neumotórax. Otras posibles limitaciones son los neumotórax restringidos al área mediastínica o los de localización posterior, y las debidas a la propia curva de aprendizaje del operador ultrasonográfico.

En los pacientes con diagnóstico de neumotórax se encontró con mayor frecuencia ausencia de deslizamiento pulmonar (31.4%), seguido de ausencia de signo de playa (17.6%) y líneas B (15.7%).

En los pacientes con diagnóstico de hemo-neumotórax los patrones ultrasonográficos más frecuentes fueron la ausencia de deslizamiento pulmonar (11.8%), seguido de líneas B (9.8%).

Las comorbilidades más frecuentes fueron la hipertensión arterial (11.8%) y la diabetes mellitus (9.8%); y el trauma asociado más frecuente la fractura costal (35.3%) y el trauma craneoencefálico (11.8%).

La tomografía axial computada (TAC) de tórax es el estándar de oro para el diagnóstico, pero ésta tiene inconvenientes como la necesidad de traslado del enfermo al Servicio de Imagenología y los costos, entre otros, lo que ha posicionado ultrasonido torácico (e-Fast) una excelente alternativa diagnóstica en el enfermo grave (4). Cada vez se usa más el ultrasonido torácico (e-Fast) como una herramienta con superioridad diagnóstica con respecto a la radiografía de tórax ya que presenta ventajas que permiten un diagnóstico eficiente en esta población, ya que es un estudio que se puede realizar en forma rápida y que permite un estudio con adecuada sensibilidad y especificidad en el cual se diagnostican neumotórax y hemoneumotorax así como lesiones pulmonares asociadas a traumas torácicos. Por otro lado, presenta la desventaja de ser operador dependiente por lo que se necesita que el médico encargado en realizar dicho estudio que esté presente un adecuado entrenamiento para evitar falsos positivos o falsos negativos (15).

Se consideró, después de realizar la investigación que el ultrasonido es tan fiable como la radiografía para detectar hemoneumotórax o neumotórax en pacientes con trauma torácico cerrado, pero que muestra una mayor sensibilidad para la detección de hemoneumotórax.

## 6.1. Conclusiones

La sensibilidad del ultrasonido de tórax (eFast) con relación a la radiografía para detectar neumotórax en pacientes politraumatizados que presentan trauma cerrado de tórax fue de 80.0% IC 95% [50.2 a 100 y la especificidad de 87.9% IC 95 [75.2 a 100].

La sensibilidad del ultrasonido de tórax (eFast) con relación a la radiografía para detectar hemoneumotórax en pacientes politraumatizados que presentan trauma cerrado de tórax fue de 100% IC 95 [75.0 a 100] y la especificidad de 82.9% IC 95% [68.9 a 96.8].

El valor predictivo positivo del ultrasonido eFast para detección de neumotórax fue del 93.6% y el valor predictivo negativo del 50.0%.

El valor predictivo positivo del ultrasonido eFast para detección de nuemotórax fue del 100% y el valor predictivo negativo del 25.0%.

Los patrones ultrasonográficos pulmonares más comunes en pacientes con los diagnósticos de neumotórax fueron la ausencia de deslizamiento pulmonar, (31.4%) la ausencia de signo de playa (17.6%), las líneas B (15.7%) y el código de barra (13.7%).

Los patrones ultrasonográficos pulmonares más comunes en pacientes con los diagnósticos de hemoneumotórax fueron la ausencia de deslizamiento pulmonar (11.8%) y las líneas B (9.8%).

La concordancia entre el ultrasonido eFast y la radiografía de tórax para la detección del neumotórax y hemoneumotórax es moderada ( $\kappa = .497$ ,  $p < .001$ ).

## 6.2. Recomendaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos y la discusión de los mismos durante la realización de dicho estudio se recomienda el uso del método E-Fast para el diagnóstico temprano de neumotórax o hemo neumotorax por ser un método rápido y accesible para el manejo de pacientes con trauma cerrado de tórax.

El ultrasonido es la modalidad de imagen que más depende del operador; es decir, sus resultados reflejarán la pericia y los conocimientos del que lo realice, implicando con ello el uso de principios básicos para su uso: 1) el arte técnico de su realización, 2) establecer las indicaciones para su realización, 3) el reconocer estructuras anatómicas normales, 4) la diferenciación de estructuras normales de aquellas áreas con patología, 5) modificar el rastreo por ultrasonido para demostrar las anomalías, 6) descripción de los hallazgos por ultrasonido, 7) establecer posibilidades diagnósticas y 8) recomendaciones para la realización de otros estudios diagnósticos o bien intervenciones cuando sean necesarias.

A su vez el ultrasonido condiciona una oportunidad para el médico radiólogo, especialidades en urgencias, cirujanos o para quién lo realiza de acercamiento al paciente facilitando un interrogatorio directo, cálido y maduro entre ambos, ya que esa información clínica representa la conciencia, lo más importante del ejercicio médico.

Al haber realizado esta investigación y después del análisis de los resultados se propone protocolizar el ultrasonido efast a todo paciente con trauma de tórax, así como realizar cursos de entrenamiento para médicos residentes y especialistas que manejan estos pacientes en la emergencia para el uso correcto del ultrasonido y realizar las pruebas pertinentes para diagnóstico precoz de complicaciones.

Se recomienda realizar un plan de acción encaminado a una capacitación en ultrasonido e-fast utilizando los protocolos descritos en la literatura con médicos certificados para realizar este importante estudio y deberán ir dirigidos hacia médicos en formación y médicos residentes con el fin de iniciar una cadena de conocimiento nuevo que permita una mejor atención a los pacientes y diagnóstico

rápido de complicaciones asociadas al trauma de tórax, esta propuesta es fácil real y alcanzable dentro de las posibilidades de nuestro sistema de salud ya que puede realizarse en forma de retroalimentación y como parte de la educación medica continua.

Se recomienda realizar estudios de investigación que permitan obtener una mayor muestra de pacientes para determinar si factores como el tamaño del neumotórax al momento de realizar el estudio tiene algún tipo de afectación sobre la sensibilidad del estudio , así como la utilización del estándar de oro para el diagnóstico de neumotórax o hemo neumotorax como lo es la tomografía torácica para realizar un estudio entre resultados de los 3 métodos diagnósticos con el fin de utilizar los 3 para un tratamiento preciso en el manejo del paciente con trauma de tórax.

Consideramos indispensable establecer guías hacia conceptos, protocolos específicos y secuencias con el fin de evitar errores, reflejando así lo útil y factible de llevar a cabo el ultrasonido a la cabecera del paciente en las unidades de atención crítica, llámense servicio de urgencias o unidad de cuidados intensivos para los pacientes cuya condición clínica atente contra su vida, pudiendo dar curso o modificación expedita al manejo clínico.

## VII. Referencias

1. Giraldo-Restrepo J, Serna-Jiménez T. Examen FAST y FAST extendido. *Rev Colomb Anestesiol*. 2015;43(4):299–306.
2. Undurraga F, Rodríguez P, Lazo D. Trauma de tórax. *Rev Médica Clínica Las Condes*. 2011;22(5):617–22.
3. Lasarte Izcue A, Navasa Melado JM, Blanco Rodríguez G, Fidalgo González I, Parra Blanco JA. Diagnóstico ecográfico del neumotórax. *Radiología [Internet]*. 2014 May;56(3):229–34. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0033833812002391>
4. Esper RC, Raúl J, Córdova C, Daniel L, Córdova C. Patrones ultrasonográficos pulmonares en el enfermo grave. 2011;XXV:24–32.
5. Drake R, Vogl W, Mitchel A. *Anatomía de Gray*. 3rd ed. Madrid: Elsevier; 2015.
6. Abdulrahman Y, Musthafa S, Hakim SY, Nabir S, Qanbar A, Mahmood I, et al. Utility of Extended FAST in Blunt Chest Trauma: Is it the Time to be Used in the ATLS Algorithm? *World J Surg [Internet]*. 2015 Jan 10;39(1):172–8. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00268-014-2781-y>
7. Alberdi F, García I, Atutxa L, Zabarte M. Epidemiología del trauma grave. *Med Intensiva [Internet]*. 2014 Dec;38(9):580–8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0210569114001806>
8. Colmenero M, García-Delgado M, Navarrete I, López-Milena G. Utilidad de la ecografía pulmonar en la unidad de medicina intensiva. *Med Intensiva [Internet]*. 2010 Dec;34(9):620–8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0210569110001099>
9. Ebrahimi A, Yousefifard M, Mohammad Kazemi H, Rasouli HR, Asady H, Moghadas Jafari A, et al. Diagnostic Accuracy of Chest Ultrasonography

- versus Chest Radiography for Identification of Pneumothorax: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Tanaffos* [Internet]. 2014;13(4):29–40. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25852759>
10. Ojaghi Haghghi SH, Adimi I, Shams Vahdati S, Sarkhoshi Khiavi R. Ultrasonographic diagnosis of suspected hemopneumothorax in trauma patients. *Trauma Mon* [Internet]. 2014 Nov;19(4):e17498. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25717448>
  11. Ruiz B, Basilio A, Vásquez J. Utilidad del FAST extendido (eFAST) en trauma torácico. *Rev Trau Amer Lat*. 2013;3(2):62–5.
  12. Pedrosa C, Casanova R. Diagnóstico por Imagen: Compendio de Radiología Clínica. Madrid: Mc Graw-Hill / Interamericana de España; 2001.
  13. Felipe Undurraga M, Patricio Rodríguez D, David Lazo P. Trauma de tórax. *Rev Médica Clínica Las Condes* [Internet]. 2011 Sep;22(5):617–22. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0716864011704734>
  14. Catán F, Villao D, Astudillo C. Ecografía fast en la evaluación de pacientes traumatizados. *Rev Médica Clínica Las Condes*. 2011;22(5):545–695.
  15. Zhang M, Liu Z-H, Yang J-X, Gan J-X, Xu S-W, You X-D, et al. Rapid detection of pneumothorax by ultrasonography in patients with multiple trauma. *Crit Care* [Internet]. 2006;10(4):R112. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16882338>
  16. Rostas JW, Lively TB, Brevard SB, Simmons JD, Frotan MA, Gonzalez RP. Rib fractures and their association With solid organ injury: higher rib fractures have greater significance for solid organ injury screening. *Am J Surg* [Internet]. 2017 Apr;213(4):791–7. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002961016304688>
  17. Sibaja D. Trauma de tórax: Fisiopatología y manejo del tórax inestable con contusión pulmonar. *Rev Médica Costa Rica y Centroamérica*.

2015;71(617):687–93.

18. Siguantay M. Protocolo para manejo de urgencias en el Departamento de Cirugía del Hospital Roosevelt. 3rd ed. Ciudad de Guatemala: Hospital Roosevelt;
19. Suárez T, Morales C, Restrepo J, Orozco É, Sanabria Á, León J, et al. Ecografía torácica vs. tomografía multicortes en el diagnóstico del hemotórax retenido postraumático. *Rev Colomb Radiol.* 2012;23(2):3465–70.
20. Rowan KR, Kirkpatrick AW, Liu D, Forkheim KE, Mayo JR, Nicolaou S. Traumatic pneumothorax detection with thoracic US: correlation with chest radiography and CT--initial experience. *Radiology* [Internet]. 2002 Oct;225(1):210–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12355007>
21. Olivares B. Neumotórax oculto una patología frecuente y poco reconocida en el paciente politraumatizado ¿qué hemos aprendido? *Rev Trauma en América Lat.* 2011;1(1):31–5.
22. Torres E, Onofre J, Santana I, Córdova N, Valdés F, Bermea J, et al. Utilidad de la radiografía simple en el traumatismo de tórax. *An Radiol México.* 2014;13:12–7.
23. Ball CG, Kirkpatrick AW, Feliciano D V. The occult pneumothorax: what have we learned? *Can J Surg* [Internet]. 2009 Oct;52(5):E173-9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19865549>
24. Arvizu M. Utilidad de la ecografía transtorácica en la evaluación de pacientes con preeclampsia-eclampsia (tesis de posgrado). Universidad Autónoma del Estado de México; 2013.
25. Karimi E, Shekarchi B, Safari S. Evaluation of the accuracy of portable ultrasound (eFAST) for detection of pneumothorax. *Ann Mil Heal Sci Res.* 2013;11(3):225–30.

26. Carrillo R, Brom R, Carrillo L, Carrillo J. Ultrasonido pulmonar en la unidad de terapia intensiva. Fundamentos y aplicaciones clínicas. Cir Ciruj. 2009;77(4):323–8.
27. Beckh S, Bölcskei PL, Lessnau K-D. Real-time chest ultrasonography: a comprehensive review for the pulmonologist. Chest [Internet]. 2002 Nov;122(5):1759–73. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12426282>



## VIII. Anexos



Residencia de Cirugía  
Hospital Nacional Roosevelt  
Departamento de Cirugía

### INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

#### ULTRASONIDO TORACICO (EFAST)

Reg. Medico: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Tipo de Trauma de tórax \_\_\_\_\_

Traumas asociados \_\_\_\_\_

Comorbilidades \_\_\_\_\_

#### HALLAZGOS ULTRASONOGRAFICOS MODO "B"

RESULTADO	Presente		Ausente	
	<i>Derecho</i>	<i>Izquierdo</i>	<i>Derecho</i>	<i>Izquierdo</i>
Pulmón				
Deslizamiento Pulmonar				
Líneas "B" Cola de cometa				
Líneas "A"				
Punto Pulmonar				
Signo de Cortina				

### HALLAZGOS ULTRASONOGRAFICOS MODO "M"

RESULTADO	PRESENTE		AUSENTE	
	<i>Derecho</i>	<i>Izquierdo</i>	<i>Derecho</i>	<i>Izquierdo</i>
Pulmón				
Signo de la Playa				
Signo de la Estratosfera				
Signo de Código de barra				

### HALLAZGOS RADIOGRAFICOS

Colapso Pulmonar \_\_\_\_\_  %

Nivel Liquido \_\_\_\_\_  %

Otros

DIAGNOSTICO ULTRASONOGRAFICO: \_\_\_\_\_

NEUMOTORAX

HEMOTORAX

NINGUNO

DIAGNOSTICO RADIOLOGICO: \_\_\_\_\_

NEUMOTORAX

HEMOTORAX

NINGUNO

## PERMISO DE AUTOR PARA COPIAR EL TRABAJO

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada "**SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DEL ULTRASONIDO (eFAST) EN PACIENTES CON TRAUMA CERRADO DE TORAX**" para propósitos de consulta académica. Sin embargo, quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala o parcial. lo que conduzca a su reproducción o comercialización total