E- FAST frente a la Radiografía de tórax para el diagnóstico de neumotórax en pacientes con trauma

Autores:

Acuña Anteliz Xiomara Alejandra, Gutiérrez Osorio Allyson, Porras Albarracín Daniel Alfonso, Ramírez Rojas Diego Andrés

Tutora:

Maria Victoria Figueroa Ramírez

Resumen:

La E-fast es un método imagenológico que ha tomado relevancia para el diagnóstico del neumotórax en los pacientes de trauma y compite en la actualidad con la radiografía de tórax que es considerada él método de elección para establecer este diagnóstico. Está revisión pretende establecer un consenso sobre la relevancia y eficacia de la E-fast en el diagnóstico de neumotórax de origen traumático en comparación con la radiografía de tórax a través de la sensibilidad, especificidad y la identificación de pros y contras inherentes a cada técnica, para ello se planteó una metodología con enfoque mixto, de alcance descriptivo y diseño correlacional.

De acuerdo con el análisis realizado, ambos estudios comparten una especificidad cercana que oscila entre 99.2% y 100% para la radiografía y 94% a 100% para la E-fast, sin embargo, la sensibilidad de la E-Fast es superior, aunque muy variable encontrándose valores del 58.9% al 100% frente a la radiografía de tórax cuya sensibilidad oscila entre el 40% y 61.4%.

Se concluye, que la E-fast es un método mas adecuado para la valoración inicial del paciente de trauma debido a que además de presentar una mejor sensibilidad y especificidad también es menos costoso, se puede realizar sin necesidad de movilizar al paciente ni exponerlo a radiación además de que puede repetirse las veces que se considere necesario; la principal desventaja con respecto a la radiografía de tórax es la necesidad de personal altamente capacitado en técnicas ecográficas para que la sensibilidad sea elevada.

Palabras Clave:

E-Fast, Radiografia de tórax y neumotórax

INTRODUCCIÓN:

El neumotórax (NTX) se define como la presencia de aire dentro del espacio pleural, puede ocurrir espontáneamente, como resultado de un trauma, o por causas iatrogénicas como la

inserción del catéter venoso central, ventilación mecánica, toracocentesis y biopsia pulmonar.

El NTX de origen traumático es el segundo signo más común del trauma torácico después de las fractura de costilla, su incidencia es de hasta el 50% de los pacientes con trauma, de forma tradicional se emplea la radiografía de tórax como Gold estándar para su diagnóstico, sin embargo, este método ha mostrado limitaciones con respecto a la confiabilidad en la identificación del NTX. El uso del E-FAST para el diagnóstico de NTX se ha convertido recientemente en el método de elección debido a sus múltiples ventajas sobre la radiografía de tórax, incluidas la ausencia de radiación, ser un método portátil, brindar imágenes en tiempo real y capacidad de repetir fácilmente las evaluaciones. En los casos en que la estabilidad del paciente lo permite, se recomienda la implementación de métodos de imagen complementarios como la tomografía computarizada (TC) de tórax.

El objetivo de esta revisión bibliográfica es comparar la sensibilidad y la especificidad de la E-fast con respecto a la RX de tórax en el diagnóstico del NTX.

CAPITULO I
EL NEUMOTORAX.

1.1 Definición de neumotórax

Se entiende por neumotórax la presencia de aire en la cavidad pleural con el consiguiente colapso pulmonar. Este gas puede provenir de una perforación pleuropulmonar (lo más frecuente) o de la tráquea o del esófago, de una solución de continuidad en la pleura parietal o ser producido por las bacterias de un empiema.

1.2 Clasificación

Se los puede clasificar en:

- Primario
- Secundario
- Iatrogénico
- Traumático

primario/ benigno /idiopático o espontaneo: es aquel que ocurre en aparente estado de salud, sin patología pulmonar preexistente, la mayoría de las veces en sujetos jóvenes, siendo más frecuente en varones.

Secundario o sintomático: es el que se produce a causa de alguna enfermedad pulmonar subyacente, entre las cuales la más frecuente es la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (68% de los pacientes con neumotórax secundario), aunque prácticamente cualquier noxa que afecte el pulmón puede provocarlo. La frecuencia de neumotórax secundarios con respecto a los simples varía entre 20 y 70 % dependiendo de las características de la población asistida.

Iatrogénico: se produce por múltiples maniobras tanto diagnósticas como terapéuticas como son Colocación de accesos venosos centrales, punción pulmonar percutánea, biopsia de pleura Biopsia trans bronquial y barotrauma

Traumático: puede ser causado tanto por traumatismos abiertos como cerrados, de tal manera que el aire ingresa al espacio pleural a través de la pared torácica, por perforación pulmonar o ruptura alveolar debido a compresión súbita del tórax

A su vez el neumotórax puede ser clasificado como simple o complicado: Los neumotórax complicados incluyen: neumotórax a tensión, hemoneumotórax, pioneumotórax y neumotórax abiertos, en el cual existe una solución de continuidad en la pared torácica, de tal manera que el espacio pleural está directamente comunicado con la atmósfera.

1.3 Anatomía

La pleura es una membrana serosa de origen mesodérmico que recubre el parénquima pulmonar, el mediastino, el diafragma y la superficie interna de la pared torácica. Esta se dispone formando dos sacos cerrados, los cuales constituyen las cavidades pleurales. La pleura parietal, hoja externa del saco pleural, está adherida a la pared torácica por tejido conjuntivo conocido como fascia endotorácica (2) Una parte de esta fascia, frénico-pleural, une la pleura al diafragma. El lugar donde la fascia aparece distinta es sobre la parte superior de la pleura, la cúpula, cuando se proyecta por encima del nivel de la primera costilla en la base del cuello, aquí la fascia está engrosada y se la designa con el nombre de membrana de la pleura o ligamento suspensorio.

La proyección por encima del nivel de la primera costilla explica los neumotórax iatrogénicos al efectuar las canalizaciones venosas en la base del cuello.

Los dos sacos pleurales están alejados uno del otro en la cúpula pleural, pero a medida que descienden se van aproximando hasta el nivel del ángulo esternal o sea de la segunda costilla donde las pleuras derecha e izquierda están muy próximas entre sí y en la línea media. La pleura derecha continúa hacia abajo, cerca de la línea media del esternón, para inclinarse hacia fuera en el extremo inferior del mismo y luego incurvarse hacia fuera y hacia abajo a lo largo del sexto o séptimo cartílago costal. A diferencia, la línea de reflexión anterior de la pleura izquierda comienza a divergir hacia fuera a nivel de la cuarta costilla, se la encuentra por fuera del esternón a nivel del quinto espacio y se separa más a nivel de sexto. Luego se aleja aún más hacia fuera a lo largo del séptimo cartílago costal. La desviación de la pleura izquierda se llama escotadura cardíaca. Desde el séptimo cartílago sigue una línea inferior que bordea el reborde costal hasta la duodécima vértebra.

La pleura visceral o pulmonar es más gruesa que la parietal y se profundiza en las cisuras. La continuidad de la pleura visceral y parietal se hace a nivel del hilio pulmonar. Las hojas se continúan una con la otra por encima y por detrás del pedículo. Por debajo de éste se adosan una a otra y están reforzadas por tejido conjuntivo, constituyendo el llamado ligamento pulmonar o triangular. La pleura visceral está irrigada por las ramas de las arterias bronquiales y su drenaje venoso se hace a través de las venas pulmonares.

La pleura parietal recibe la circulación arterial por las arterias de la pared costal (intercostales), diafragmáticas y mediastínicas. En la región de la cúpula las ramas de la arteria subclavia y del cuello irrigan la pleura correspondiente. El drenaje venoso por las venas que acompañan a las arterias termina en la vena cava superior.

El drenaje linfático de la pleura visceral se hace a través de los planos interlobares y peribronquiales. En estos existen escasos ganglios conectados con los mismos. No obstante, Greenberg (1961) y Trapnell (1964) los han descripto. Existe un 23% de conexiones de la pleura visceral con los ganglios mediastínicos.

El drenaje linfático de la pleura parietal se hace hacia la cadena mamaria interna en la región parietal anterior y la intercostal en la parietal posterior; el drenaje de la pleura diafragmática y retroesternal, hacia los

ganglios mediastínicos y celíacos del abdomen.

La pleura parietal está inervada por las ramas somáticas, simpáticas y parasimpáticas de los nervios intercostales; la pleura mediastínica, por los nervios frénicos, diferente a la pleura visceral la cual está exenta de inervación somática.

1.4 Fisiopatología

Normalmente la presión en la cavidad pleural varía entre -2 y -10 cm de H2O con respecto a la presión atmosférica, en un sujeto en reposo. Esta presión negativa está provocada por la elasticidad pulmonar que tiende a colapsar el pulmón y hace que la pleura visceral tienda a separarse de la parietal. Los valores más bajos de presión (-10 cm de H2O) se producen al expandirse la caja torácica en inspiración y los más altos (-2 cm de H2O) en espiración. Esta diferencia inspiración/espiración se incrementa en el ejercicio. En circunstancias normales como la maniobra de Valsalva, la tos o la defecación la presión pleural aumenta hasta hacerse ampliamente positiva (40 cm de H2O). Los órganos intratorácicos participan de estos cambios en la presión y los fluidos se mueven al compás de estas variaciones. Así en el aparato circulatorio se produce mayor aflujo de sangre desde el resto del organismo al corazón en inspiración que en espiración y en los pulmones el aire circula dentro de la vía aérea desde los sectores de mayor presión hacia los de menor presión. La presión subatmosférica de la cavidad pleural en la inspiración se transmite al pulmón y hace que el aire sea aspirado hacia los alvéolos. Y en la espiración, al aumentar la presión en los alveolos el aire se desplaza hacia el exterior.

Al producirse una efracción en la pleura visceral el aire es aspirado hacia la cavidad pleural, aumentando la presión intrapleural y así colapsando el pulmón. Cuando la presión intrapleural, y por lo tanto intrapulmonar, se iguala a la atmosférica, al no haber gradiente, el aire cesa su movimiento: el paciente deja de ventilar. (3)

La repercusión sobre el aparato cardiovascular, especialmente en las grandes venas del tórax y las aurículas, del aumento de la presión intrapleural produce disminución del retorno venoso y puede llegar a producirse una insuficiencia cardíaca de aflujo. Aunque en algunos pacientes puede identificarse un mecanismo de aumento de la presión en la vía aérea que provoca la ruptura del parénquima pulmonar y la pleura visceral (vómitos, tos o esfuerzo muscular), el neumotórax puede producirse estando el paciente en reposo y aún durmiendo.

Varias teorías se han postulado para explicar la etiopatogenia del neumotórax:

1) La presión intrapleural es menor en el vértice que en la base del tórax. Se atribuye a este hecho la localización preferencial de las burbujas subpleurales.

2) El aire pasa por el intersticio y de allí a la pleura visceral, donde se producen los blebs o bullas, que, al romperse, dan lugar al neumotórax.

3) La ruptura de blebs o bullas apicales sería producida por la isquemia relativa que existe en los vértices pulmonares, determinada por la discordancia en el crecimiento entre el pulmón y los propios vasos.

4) West sugiere que hay mayor estrés mecánico en el vértice pulmonar provocado por la bipedestación y el peso del propio pulmón. En esta zona, los alvéolos tienen mayor presión que en las bases y están distendidos sobre todo en las personas altas.

5) También se han atribuido a defectos cualitativos de la pleura y a quistes congénitos tapizados por epitelio respiratorio.

¿Qué es lo que causa el neumotórax? La respuesta más obvia y aceptada es: La ruptura de las burbujas o bullas subpleurales. Sin embargo, existen casos en los cuales no se observan vesículas o blebs y otros en los cuales no se puede detectar la pérdida aérea, aunque existan éstas. Schramel y colaboradores postulan que "A pesar del hecho que las bullas y blebs son frecuentemente halladas en los pacientes con neumotórax espontáneo primario, raramente parecen ser la real causa del neumotórax" y "...el sitio de ruptura de la pleura visceral parece estar localizado fuera de los cambios enfisematoides (emphisema like changes, ELC)". Aducen que, de acuerdo a la ley de Boyle, durante un incremento o caída de la presión intrapulmonar los cambios de presión dentro de las blebs o bullas serían menores debido a su mayor capacidad cúbica. Sugieren que cambios inflamatorios en las vías aéreas distales juegan un importante rol en el desarrollo de los neumotórax y que esto explicaría el riesgo aumentado 9 veces que tienen los fumadores de padecerlo.

CAPÍTULO II

TRAUMA TORÁCICO.

El trauma es una de las principales causas de morbi-mortalidad a nivel mundial, supone la tercera causa de muerte en el adulto y la primera en menores de 40 años, de los traumas más importantes está el torácico ya que uno de cada cuatro pacientes con trauma muere debido a una lesión torácica o sus complicaciones (20). Según la literatura universal el trauma torácico (TT) es responsable de 20-35% de los fallecimientos sobre todo en el grupo entre las edades de 15 a 44 años. (19) Afecta mayoritariamente a la población masculina, aunque en las últimas décadas se ha visto un incremento en la población femenina. En Colombia, estudios realizados en diferentes ciudades dan cuenta que las lesiones penetrantes representan más del 60% de las lesiones en tórax, (33) la población con mayor riesgo para lesiones no mortales por accidentes de tráfico son los varones de 25 a 34 años y los de mayor riesgo para lesiones mortales son los varones de más de 60 años. (36)

El trauma torácico se divide en, traumatismo cerrado y traumatismo abierto; la frecuencia de uno u otro varía de acuerdo a la ubicación geográfica. En diferentes estudios, estadounidenses y europeos, se ha observado que existe una predominancia de TT contusos, que alcanzan hasta 66-95,8%, producidos por accidente de tránsito por vehículo motorizado (22,8-70,9%) y caídas (7,6-69,5%), en los países latinoamericanos son más frecuentes las lesiones penetrantes (34-65%) y el principal mecanismo son las lesiones producidas por arma blanca (35-85%) y armas de fuego (15-29%). (22) El trauma cerrado originado principalmente por accidentes de tránsito, atropellamientos y/o caídas de bicicleta suele asociarse a fracturas costales y contusión pulmonar, los traumatismos abiertos secundarios a heridas por armas de fuego o cortopunzantes causan principalmente NTX, hemotórax, laceraciones pulmonares y lesiones de grandes vasos. En la tabla 1 se relacionan la clasificación del trauma torácico y los diferentes mecanismos que pueden desencadenarlo.

Tabla 1. Clasificación y mecanismos de traumatismo en pacientes hospitalizados por trauma torácico. (22)

CLASIFICACIÓN:
Penetrante.
Contuso.
MECANISMOS:
Agresión.
Accidentes de tránsito.
Accidentes domésticos.
Accidentes laborales.
Iatrogénico.
Autoagresión.
Otros.

Las lesiones y hallazgos intratorácicos asociados más frecuentes a traumatismo a nivel mundial son clásicamente, en la literatura, el hemotórax (20-56%), NTX(28-51%) y fracturas costales (30-49%) y menos frecuente contusión pulmonar, lesión diafragmática, lesión penetrante cardiaca, lesión de grandes vasos, fractura esternal, etc. (22), sin embargo la frecuencia de estas varia también de acuerdo a la bibliografía que se revise y a la geografía de donde se obtengan los datos de la misma, en Colombia Las lesiones intratorácicas más frecuentes fueron las fracturas costales (englobando aquellos casos de tórax inestable) en el 42,3 %, seguidas de hemotórax y NTX en el 22,5 % y en el 21,7 %. en la tabla dos se relacionan los principales hallazgos intratorácicos en el paciente con traumatismo torácico.

Tabla 2. Hallazgos y lesiones intratorácicas en pacientes hospitalizados por traumatismo torácico.

Hallazgos y lesiones torácicas en pacientes con trauma de tórax.	
Neumotórax.	Lesión diafragmática.
Hemotórax no masivo.	Hemotórax masivo.
Fracturas costales.	Fractura esternal.
Enfisema subcutáneo.	Lesión del parénquima pulmonar.
Contusión pulmonar.	Lesión de grandes vasos torácicos.
Lesión penetrante cardiaca.	Neumotórax abierto.
Lesión vasos axilo-subclavios.	

Dentro de la valoración de los pacientes traumatizados con sospecha de trauma torácico es importante definir en primera instancia si es contuso o penetrante y si se trata del primer tipo es útil conocer a detalle, los eventos que llevaron a la lesión, la dinámica del trauma, la velocidad a que sucedió, si había presencia de sustancias ilícitas, si se necesitó de equipos de extracción y la existencia de otros lesionados o fallecidos en el sitio de los hechos; cuando se trata del segundo tipo de TT es esencial conocer el elemento que produjo la lesión, el tipo y el recorrido que tuvo, para evaluar las posibles estructuras u órganos lesionados (19).

En el traumatismo torácico se presentan diferentes tipos de lesiones que pueden ir desde aquellas que amenazan la vida del paciente hasta lesiones leves con baja probabilidad de mortalidad.

2.2. Lesiones que amenazan la vida.

2.2.1. Obstrucción de la vía aérea:
Resulta de la presencia de edema, sangrado o vómito aspirado dentro de la vía aérea, que interfiere con el intercambio gaseoso.
Se da por múltiples mecanismos, entre ellos, lesiones laríngeas secundarias a traumatismos torácicos mayores, contusiones directas al cuello o por sujeción del hombro mal posicionado y cruzado sobre el cuello, dislocación

posterior de la cabeza clavicular y en trauma penetrante en cuello o tórax sobre todo por heridas que causan hematomas expansivos.

Los pacientes se presentan con evidente falta de aire, tiraje intercostal y supraclavicular, puede escucharse un estridor fonatorio si el paciente puede hablar o cambios en la calidad de la voz, al palpar el cuello se pueden evidenciar crépitos. Existen signos claros de lesión de la vía aérea y signos sugestivos de la misma, los cuales se mencionan a continuación:

Signos de obstrucción de la vía aérea:

Paciente agitado, lo que sugiere hipoxia; si está soporoso, sugiere hipercapnia; la cianosis indica hipoxemia. La respiración ruidosa es otro signo de una respiración obstruida, los ronquidos, el estridor y el gorgoteo pueden estar asociados a obstrucción parcial de la laringe y faringe. Finalmente encontramos el desplazamiento de la tráquea de la línea media. (36)

Signos clínicos de lesión probable de vía aérea:

abrasiones, equimosis o hematomas de la parte anterior del cuello, lesión penetrante de la parte anterior o lateral del cuello o del tórax superior, en especial si existe aspiración o burbujeo de sangre en la herida y desaparición de los puntos normales de referencia anatómica, sobre todo el cartílago tiroides y cricoides, Enfisema subcutáneo, ronquera, hemoptisis, sufrimiento respiratorio. (36)

El manejo inicial de estos pacientes puede ser tan sencillo como limpiar la sangre y el vómito de la vía aérea con una succión, esta solución es temporal y en todos los casos será de suma importancia asegurar la colocación de una vía aérea definitiva.

2.2.2. Lesión del árbol traqueobronquial:

Son lesiones inusuales, pero potencialmente letales, tienen una mortalidad de 30-80% durante el traslado. (35) La mayoría de las lesiones del árbol traqueobronquial ocurren a menos de 2,54 cm (1 pulgada) de la carina. (37).

Por la gravedad de la lesión en la mayoría de los casos el paciente muere en la escena, los que sobreviven y son trasladados al hospital presentan alto índice de mortalidad. El mecanismo principal por el cual surgen estas lesiones es una ruptura en la zona de unión del punto de fijación con el área de movilidad por desaceleración; en los casos de trauma penetrante este tipo de lesiones se dan por laceración directa, desgarro o transferencia de lesión cinética con cavitación. (37).

La lesión traqueobronquial se puede manifestar por enfisema subcutáneo, estridor, disnea, o bien, salida de aire a través de la herida en el 87% de los casos (35); clínicamente lo más común es encontrar pacientes con hemoptisis, enfisema subcutáneo cervical, NTX hipertensivo y/o cianosis (37). Se debe sospechar en pacientes a los que después de realizarles una toracostomia continúan con expansión pulmonar incompleta y fuga continua de aire.

Para la confirmación diagnóstica se emplea la broncoscopia, sin embargo, ante la sospecha de lesión traqueobronquial lo ideal es solicitar valoración quirúrgica inmediata.

El manejo de estos pacientes incluye la colocación de una vía aérea definitiva, en estos casos es común encontrar dificultades en el proceso de intubación sobre todo por la presencia de alteraciones anatómicas tales como hematoma paratraqueal, lesiones orofaríngeas asociadas y por la lesión traqueobronquial en sí misma (37), en estas situaciones puede ser necesario usar maniobras avanzadas, como, tubo endotraqueal colocado mediante fibra óptica a través del

área de rotura o intubar el bronquio no afectado. En pacientes más estables, el tratamiento quirúrgico de lesiones traqueobronquiales puede posponerse hasta que la inflamación aguda y el edema hayan sido resueltos. (37)

2.2.3. Neumotórax a tensión y neumotórax abierto:
Esto se profundizo en el apartado anterior.

2.2.4. Hemotórax masivo:
El hemotórax corresponde a una colección de sangre en la cavidad pleural que debe ser de al menos el 50% del hematocrito de la sangre periférica .el hemotórax masivo se puede definir como el acúmulo súbito de ≥ 1.500 ml de sangre en la cavidad pleural o el drenaje ≥ 200 ml/h de sangre por 3-4 h una vez colocado el tubo a tórax.(20) La causa más común es una herida penetrante con lesión de vasos sistémicos o hiliares, pero también puede ser consecuencia de un trauma cerrado, debido a la acumulación rápida en la cavidad pleural y el gran volumen que se almacena causa compresión pulmonar impidiendo una adecuada oxigenación y ventilación. este se identifica clínicamente por presentar el paciente: Palidez, llenado capilar prolongado, dificultad respiratoria, Taquicardia, hipotensión, Ausencia unilateral de ruidos respiratorios, colapso de venas yugulares y matidez a la percusión (25). su tratamiento inicial es la restitución del volumen sanguíneo y la descompresión de la cavidad torácica por medio de una toracostomía, la sangre extraída de la cavidad pleural puede ser recolectada para realizar una autotransfusión. Esta entidad típicamente suele necesitar una toracotomía de urgencia siendo sus indicaciones: La evacuación inmediata de 1500 ml de sangre, perdida continua de > 200 ml/h por 2-4h, incluso requerimiento persistente de transfusiones de sangre. (37)(20)

2.2.5. TAPONAMIENTO CARDIACO:
Es un síndrome secundario a la compresión del corazón que impide el llenado efectivo de las cámaras cardíacas debido a la presencia de derrame pericárdico (26) causando un gasto cardíaco disminuido. La magnitud del trastorno clínico y hemodinámico depende de la velocidad de acumulación y la cantidad del contenido pericárdico, las características físicas del pericardio, las presiones de llenado y la distensibilidad de las cámaras cardíacas. (26) así Puede desarrollarse de manera lenta y así dar tiempo para la evaluación, o desarrollarse de manera súbita y requerir intervenciones inmediatas. su causa más frecuente son las lesiones penetrantes, aunque también puede presentarse en traumatismos cerrados.(27) su diagnóstico inicialmente es clínico , se identifica la triada de Beck que consiste en distensión de las venas del cuello, ruidos cardiacos velados e hipotensión, aunque hay que tener en cuenta que pueden no presentarse de forma uniforme estos signos , en caso de hipovolemia quizá no se identifique la distensión de las venas del cuello, o debido al ruido de la sala de urgencias no se identifique con claridad la disminución de los ruidos cardiacos, se puede observar igualmente el signo de Kussmaul (aumento anormal de la presión venosa durante la inspiración) es una verdadera anormalidad paradójica de la presión venosa que se asocia al taponamiento(37). Los métodos diagnósticos incluyen efectuar una ecografía FAST (ecografía focalizada en el trauma) o ventana pericárdica. El FAST es un método rápido y eficaz que, realizado por un operador experimentado, presenta una sensibilidad del 90-95% para la valoración del taponamiento cardíaco.(37)Entre los

métodos adicionales para diagnosticar taponamiento cardíaco se hallan la ecografía y/o la ventana pericárdica, que puede ser particularmente útil cuando no se dispone de FAST o este es ambiguo.(37)El tratamiento del taponamiento cardíaco consiste en la extracción de líquido pericárdico para ayudar a aliviar la presión que rodea al corazón. Esto se puede hacer mediante la realización de una pericardiocentesis con aguja. A menudo, la extracción de las primeras pequeñas cantidades de líquido puede suponer una gran mejora en la hemodinámica, (27)(28) pero no constituye un tratamiento definitivo para el taponamiento cardíaco y de debe realizar una toracotomía o esternotomía de emergencia por un cirujano calificado tan pronto como sea posible, (37)

2.3 Lesiones potencialmente mortales

2.3.1. Hemotórax:

El hemotórax se define como el líquido entre la pleura visceral y parietal (espacio pleural), como resultado de laceración pulmonar, ruptura de un vaso intercostal o de la arteria mamaria interna (24) y cuando el hematocrito del líquido pleural es al 50% del hematocrito de la sangre periférica del paciente. (33) El hemotórax ocurre en casi uno de cada tres pacientes traumatizados con lesiones torácicas. Es resultado de traumas tanto contusos como penetrantes, que causan la rotura o desgarro de la arteria mamaria interna, arterias intercostales, lesiones en el parénquima pulmonar, (20) secundarios a fracturas costales en el caso de traumatismos cerrados y a heridas por arma blanca o de fuego en el trauma penetrante. En ocasiones el hemotórax puede llegar a complicarse con empiema o fibrotorax. (21)

Los signos y síntomas proceden de la hipovolemia y el compromiso respiratorio, al examen físico se puede hallar disminución del murmullo vesicular y matidez a la percusión, para corroborar la presencia de hemotórax se pueden emplear los estudios de imagen, específicamente la radiografía de tórax donde se podrá evidenciar la presencia de sangre en la cavidad pleural si existen más de 200 cc de contenido en ella lo que causa el borramiento del ángulo costofrénico.

El tratamiento inicial del hemotórax es el drenaje por medio de toracostomia, este procedimiento permite evacuar la sangre, reduce el riesgo de que se presente un hemotórax coagulado o empiema si llegase a infectarse, y proporciona un método importante para poder monitorizar la pérdida de sangre de manera continua. (24)

En caso de hemotórax complicado ya sea este coagulado o fibrótico debe realizarse un desbridamiento quirúrgico de la zona afectada para recuperar la mecánica funcional pulmonar.

2.3.2. Tórax inestable:

Definido como la presencia de tres o más fracturas consecutivas de costillas en múltiples lugares (21), este tipo de lesiones desencadena alteraciones en la mecánica de la pared torácica que resulta en serias complicaciones en la función respiratoria, suele darse entre el 5 al 13% (21) de los pacientes victimas de trauma torácico sobre todo de tipo contuso, y traduce un mecanismo traumático de alto impacto con una transferencia de alta energía a la caja torácica y vísceras que está contiene. Debe sospecharse en aquellos pacientes con dolor torácico posterior a una lesión, en el que al examen físico se encuentran crépitos, asimetría del tórax, respiración paradójica y/o disnea (21), para corroborar el diagnóstico suelen utilizarse técnicas de imagen como la radiografía de tórax y en casos de difícil diagnóstico con fracturas no desplazadas puede emplearse la tomografía computarizada. Para el manejo

de estas lesiones debe hacerse control del dolor a través de tres bases: analgesia no regional, anestésicos regionales y fijación quirúrgica; terapia respiratoria y movilidad (21).

2.3.3. Contusión pulmonar:

Se define como la destrucción pulmonar con hemorragia alveolar producida por las fuerzas de desaceleración aplicadas sobre la pared torácica, que suele ocurrir como resultado de un traumatismo torácico cerrado sin laceración. (23) Es común en traumatismos de alta velocidad como los accidentes automovilísticos, se produce cuando la energía cinética se transmite al parénquima pulmonar. Como resultado, se produce sangrado e inflamación en el tejido pulmonar y se produce edema pulmonar. El rango de prevalencia de la lesión pulmonar fue del 3,4 al 28,8 %, y el 78,5 % de los pacientes eran varones, con una edad media de 30 años. Tras analizar los datos, 2.568 (78 %) de las lesiones pulmonares fueron contusas, mientras que 725 (22 %) fueron de origen penetrante. (23) El sangrado y el edema provocan cambios graves en el tejido pulmonar. Dando como consecuencia una hipoxia significativa (20). La contusión pulmonar es la lesión pulmonar con mayor asociación a lesiones de la reja costal-fracturas, especialmente en pacientes adultos debido a la disminución de la flexibilidad de la caja torácica que se observa en ellos. el diagnostico puede hacerse usando la radiografía de tórax y la tomografía computarizada. (21) El manejo de estos pacientes se basa en el soporte con fluidoterapia y en caso de ser necesario intubación y ventilación mecánica y en caso de hemorragia severa se puede requerir métodos para el manejo de la hipoxia como el uso de oxigenación por membrana extracorpórea.

2.3.4. Trauma cardiaco cerrado:

La incidencia del traumatismo cardíaco contuso o cerrado en el traumatismo torácico cerrado se ha cifrado en torno al 10-16% a menudo es el resultado de mecanismos de alto impacto que ocurren directamente en la región precordial. comúnmente los accidentes automovilísticos ,choques de motocicleta, lesiones por caídas y lesiones por aplastamiento siendo las causas más comunes, estos puede causar diferentes lesiones cardiacas como: Rotura de miocardio, ruptura pericárdica, lesión septal, lesión valvular, contusión miocárdica, lesión cardiaca indirecta como la trombosis coronaria aguda y herniación cardiaca (29),(30),(32)las manifestaciones clínicas comúnmente son amplias y no llegan a ser patognomónicas del trauma cardiaco contuso por lo que se debe tener un alto índice de sospecha de lesión cardiaca como es al identificar huellas del volante o el cinturón en el tórax anterior, equimosis sospecha de lesiones por aceleración y desaceleración(30)las diferentes manifestaciones que puede presentar los pacientes está : la angina refractaria a nitratos, el dolor pleurítico, la hipotensión arterial, la taquicardia, la ingurgitación yugular que aumenta con la inspiración, el galope por tercer ruido, el frote pericárdico, los soplos de reciente aparición, los estertores crepitantes por edema pulmonar, insuficiencia cardiaca. el diagnóstico de estas lesiones es complicado debida a la situación del paciente y a lo poco característico de sus manifestaciones por eso debe ser respaldado con diferentes estudios como son el electrocardiograma el cual presenta una sensibilidad (47%), especificidad (79%) y un alto valor predictivo negativo (mayor a 95%) para descartar la presencia de una contusión cardiaca, este puede mostrar arritmias, signos de infarto de miocardio, taquicardia sinusal , fibrilación

auricular, bloqueo de rama derecha (secuela frecuente), extrasístoles ventriculares, entre otras (29),(30), igual de importante es la medición de enzimas Cardiacas que pueden estar elevadas dependiendo de la gravedad y localización del trauma aunque no son siempre específicas. Además, en algunos casos las enzimas cardíacas incluso podría no estar elevada a pesar de una lesión cardíaca significativa, como en el caso de una contusión cardíaca.(31) La ecocardiografía ha supuesto un paso decisivo en el diagnóstico de los traumatismos cardíacos cerrados, ya que con él se descubren hematomas localizados, aneurismas, fístulas, derrames pericárdicos, cortocircuitos, lesiones regurgitantes, roturas cardíacas y se analiza la contractilidad global y segmentaria del miocardio,(32) pero hay que tener muy en cuenta que el diagnóstico verdadero de una contusión miocárdica se establece solamente con la inspección directa del miocardio lesionado (37)

2.3.5. Ruptura traumática de la aorta:
La mayoría de pacientes que sufren este tipo de lesiones mueren súbitamente en el sitio del trauma sobre todo cuando el mecanismo de lesión contuso por colisión vehicular o caída de grandes alturas.(37) Es la segunda causa de muerte más importante de todos los traumatismos después de las lesiones en la cabeza.(29) La característica común de los pacientes que han sobrevivido a estas lesiones son aquellos que tienen un hematoma contenido que evita la exanguinación inmediata o aquellos cuya lesión se ubican cerca al ligamento arterioso. (37)

2.3.6. Fracturas costales aisladas:
Están frecuentemente asociadas a pacientes con TT contuso, su incidencia es del 35 al 40%, y en múltiples estudios se ha observado que hasta en un 60 a 70 % se producen por accidentes automovilísticos. (19)
De acuerdo a los mecanismos de trauma más comunes, se establece que las fracturas de la 4º a la 10º costilla se presentan con mayor frecuencia asociándose con lesiones como contusión pulmonar, laceración, hemotórax y NTX (20). Las dos primeras costillas son difíciles romper debido a que están fuertemente adheridas al sistema musculoesquelético. Así, las primeras fracturas costales tienen una alta tasa de mortalidad del 36% según el estudio de Richardson et al. Porque puede causar lesión de los vasos subclavios y del plexo braquial. La fractura de las primeras costillas es un indicador de un trauma muy alta energía lo que exige hacer un descarte de otras lesiones asociadas como de lesiones traqueobronquiales, vasculares, cardíacas, pulmonares. (20) Si las fracturas son en la 11º o 12º costilla por lo general se asocian a lesiones de órganos intraabdominales, especialmente de hígado, bazo y riñones (19)
En cuanto a la clínica la mayoría de los afectados presentan sensibilidad, dolor a la palpación, crépitos óseos, equimosis, deformidad de la cavidad torácica y taquipnea. (22)

Aunque las fracturas costales son las lesiones óseas más comunes en el traumatismo torácico no hay que desacatar las demás fracturas menos frecuentes como son las fracturas esternales, típicamente son el resultado de traumatismo contusos anteriores, muy comunes en los accidentes automovilísticos por el golpe entre el volante del auto y el tórax anterior, que reflejan traumas de alta energía, pudiendo causar lesiones vasculares, miocárdicas y del parénquima pulmonar

CAPITULO III

LA RADIOGRAFÍA DE TÓRAX EN EL DIAGNÓSTICO DE NEUMOTÓRAX

La radiografía convencional es un procedimiento imagenológico que se basa en la obtención de imágenes por transmisión. La radiación emitida por un tubo de rayos X atraviesa la zona a explorar y alcanza después el detector. El haz emitido por el tubo tiene una distribución de intensidad esencialmente uniforme antes de incidir sobre el paciente. La absorción y la dispersión de fotones al interaccionar con los tejidos de éste dan lugar a una alteración de dicho haz, que contiene información sobre las estructuras atravesadas. Su registro en el sistema de imagen es lo que se conoce como radiografía. (47) este método es ampliamente usado para el diagnóstico de diferentes patologías torácicas, siendo un complemento para la detección y diagnóstico del NTX.

Para la comprensión de las radiografías de tórax referente al NTX se debe tener en cuenta la anatomía especialmente la pleural. El espacio pleural es el espacio potencial entre la pleura visceral y parietal del pulmón, que recubren el parénquima pulmonar y la superficie interna de la cavidad torácica, respectivamente. El espacio pleural anterior es poco profundo y tiene un curso oblicuo desde la línea axilar media en la 11a costilla hasta el séptimo cartílago costal. El espacio pleural posterior es más profundo y tiene un curso más horizontal desde el ángulo costofrénico posterior hasta el surco costovertebral medial. Los recesos pleurales se localizan en las zonas de unión de los reflejos parietal y pleural y sirven como espacios potenciales donde se pueden acumular líquido y / o aire, si están presentes en la cavidad pleural. Específicamente, estos recesos se denominan por su posición en la cavidad torácica y se conocen como recesos pleurales anteromedial, subpulmonar, posteromedial y apicolateral. (48)

En la radiografía de tórax estándar, la pleura parietal y visceral normal no se visualiza, excepto cuando la pleura visceral se invagina en el pulmón para formar las fisuras, por ejemplo, las fisuras oblicuas y horizontales que se ven cuando son tangenciales al haz de rayos X (44). las radiografías se pueden obtener en diferentes posiciones según la condición del paciente, lo ideal sería tomarla con el paciente en bipedestación en vista posteroanterior (41), pero esto en ocasiones no es posible como en los pacientes traumatizados incluidos aquellos con lesiones cervicales, usualmente en estos casos se prefiere la posición decúbito supino (38)(39) para mantener la estabilización del paciente, aunque esta posición presenta dificultades para evidenciar la presencia de NTX. Debido a que el aire se desplaza hacia el espacio pleural anterior (antigravedad), lo cual limita la traducción en imagen de la línea de interface entre el aire en cavidad pleural y el pulmón aireado «línea de NTX». (46)

Según la posición del paciente se verán diferentes signos radiográficos, por lo que se observara:

Un NTX anteromedial es a menudo la localización más temprana y más frecuente en una posición no erguida. (47) esta

localización nos puede dar el signo de la silueta cardiaca crujiente, el cual consiste en una nitidez marcada del límite cardiomediastinal, con un ápice cardiaco notable (41). Esto se debe a que el hilio pulmonar divide el receso pleural anterior en recesos suprahilar e infrahiliar. Las estructuras suprahilares son la vena cava superior y la vena ácigos a la derecha, y la arteria subclavia izquierda y el arco aórtico a la izquierda. El receso pleural anteromedial superior al hilio se denomina receso pleural anteromedial suprahilar (Fig. 1). Cuando el aire se acumula en este receso pleural, estas estructuras se verán claramente delimitadas por una lucidez lineal adyacente (47)

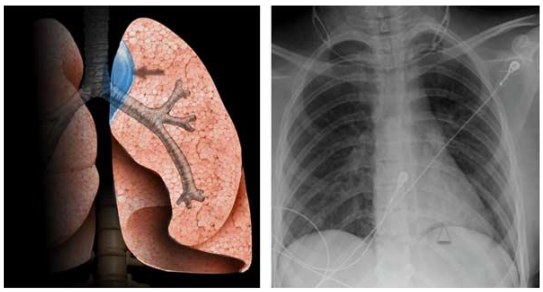


Figura 1. Ilustración del receso pleural anteromedial (flecha). La radiografía AP en decúbito supino de un paciente masculino de 35 años con traumatismo demuestra una sutil lucidez suprahilar izquierda a lo largo del contorno del arco aórtico (flecha). Tenga en cuenta el pequeño componente subpulmonar asociado (punta de flecha). Tomado de: (47)

El receso anteromedial inferior al hilio se conoce como receso pleural anteromedial infrahiliar (Fig. 2A). En el NTX anteromedial infrahiliar, se puede identificar una delimitación nítida del borde cardíaco y la vena cava inferior, las almohadillas adiposas pericárdicas, el surco cardiofrénico anterior profundo y el diafragma medial debajo del corazón a ambos lados (Figs. 2B). La lobulación de la grasa pericárdica es muy sospechosa de NTX, ya que el pulmón adyacente normalmente aplana la grasa. (47) 27% de los NTX anteromediales se pasaron por alto en las radiografías iniciales en decúbito supino. (47)

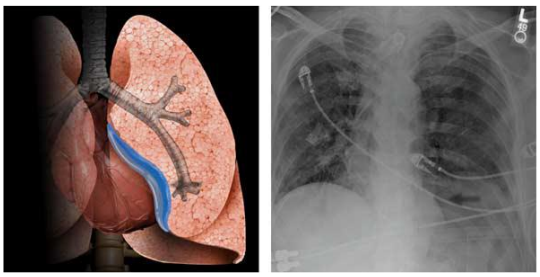


Figura 2. 2A. Ilustración del receso pleural infrahiliar anteromedial (flecha negra); 2B. radiografía de tórax AP de paciente de 60 años en UCI tomada en supino demuestra sutil lucidez asimétrica a lo largo del contorno cardíaco izquierdo con una silueta cardíaca bien definida (flecha), sospechosa de una neumotórax anterior. Tomado de: (47)

el aire en el espacio pleural también tiende a acumularse en la parte inferior en la ubicación subpulmonar (47) dando una apariencia de doble diafragma debido al aire trazado del ángulo costofrénico anterior y el aire trazado delineando la cúpula diafragmática, aunado a una alta visibilidad del surco.(41) en este signo se marca el contorno del espacio pleural anterior lleno de aire con 2 líneas distintas que representan el aspecto más inferior del espacio pleural anterior revestido por aire pleural y la línea superior representa el domo más posterior del diafragma revestido por el lóbulo inferior La visualización de este surco costofrénico anterior orientado oblicuamente no es posible sin la presencia de un NTX. (47)

Un signo importante en paciente en posición decúbito supino es “el signo del surco profundo” (44) en este se observa una asimetría de los ángulos costofrénico laterales originada en mayor profundidad y radiolucidez de uno de ellos; el seno

puede incluso extenderse hasta el hipocondrio y adoptar una morfología triangular o crescéntica (45) (47)

En un paciente en posición sedente con radiografías posteroanteriores el NTX se ubica comúnmente en el receso apicolateral, de modo que se pueden visualizar diferentes signos como son: Los hallazgos radiográficos que deben buscarse para realizar el diagnóstico de NTX son: 1.) La existencia de una línea fina, claramente definida, producida por el margen externo de la pleura visceral la cual representa el límite del pulmón, separada de la pleura parietal a nivel de la pared costal por un espacio lleno de aire, 2.) La parte superior de la línea se incurva hacia el ápex pulmonar, 3.) Hiperclaridad, secundaria a un espacio interpleural formado por una acumulación de aire en espacio pleural lo que ocasiona una ``separación´´ del parénquima pulmonar y su trama vascular de la pared toracica,4.) Habitualmente existe desplazamiento mediastino, descenso o aplanamiento de la curva diafragmática ipsilateral, 5.) En la radiografía en bipedestación se puede observar un menisco cuando existe presencia de una pequeña cantidad de líquido en el espacio pleural (41) (47) (44)

Se han definido dos técnicas radiográficas para el diagnóstico de la patología: la radiografía de tórax en inspiración (RTI) y la radiografía en espiración (RTE), en muchos centros usan ambas técnicas lo que duplica costos, radiación y tiempo (49).

En espiración disminuye el volumen pulmonar, lo que condiciona un aumento de la relación NTX/pulmón sano, facilitando así identificar la línea de despegamiento pleural(49) Sin embargo, al reducirse el volumen del parénquima pulmonar aumenta de forma difusa su densidad, la trama vascular se agrupa, el corazón se eleva y aumenta el índice cardiotorácico. En un estudio se cuantifico la disparidad en el tamaño de las radiografías en inspiración y espiración donde se encontró que la radiografías en espiración aumentaban el tamaño del NTX en un 9%, esto no afectaba en el diagnóstico del NTX, pero si en su tratamiento ya que un 14% de los pacientes podrían cambiar de un tratamiento conservador a uno intervencionista (42).

Aunque no hay evidencia que apoye un tipo de radiografía sobre el otro para la identificación y el seguimiento de NTX, hay argumentos para preferir las radiografías en inspiración ya que definen mejor otras condiciones que pueden cursar con síntomas similares, por ejemplo, neumonía. (42) Todo ello condiciona que la RTE sea menos eficaz que la RTI para detectar otras patologías clínicamente superponibles a un NTX (49)

CAPITULO VI
E-FAST COMO MÉTODO ALTERNATIVO EN EL DIAGNÓSTICO DEL NEUMOTÓRAX TRAUMÁTICO.

El uso de ultrasonido (EE. UU.) En el diagnóstico y tratamiento de pacientes es una modalidad bien establecida que existe desde hace muchos años. La ecografía torácica es bastante nueva en comparación con otras aplicaciones ecográficas aceptadas y todavía está evolucionando rápidamente. El uso de ultrasonido

torácico ha ganado una aceptación lenta debido a la enseñanza tradicional de que los pulmones llenos de aire no son amigables con el ultrasonido. Las imágenes deficientes son el resultado del confinamiento del aire entre el pulmón y la pared torácica, lo que impide la difusión del haz de ultrasonido hacia la pleura parietal y las estructuras pulmonares profundas, lo que da lugar a la producción de artefactos.

Durante la última década, la ecografía pulmonar a pie de cama ha desarrollado un papel establecido en la literatura para el diagnóstico de enfermedades torácicas. Este desarrollo se basa en una mejor comprensión y apreciación de los artefactos ecográficos creados por la interacción del aire y los fluidos en los pulmones. El primer uso informado de ultrasonido para detectar NTX en humanos fue realizado por Werneckeet al., en 1987. El examen Focused Assessment with Sonography in Trauma (FAST) ahora se ha modificado para incluir imágenes pulmonares como parte de la evaluación en un paciente traumatizado. La aplicación ha sido renombrada como examen E-FAST, con 'E' que significa extendido, incluidas las vistas pulmonares estándar.

Un NTX se puede dividir en dos categorías amplias: traumático (incluido iatrogénico) o atraumático. El NTX atraumático se puede clasificar además como espontáneo primario o espontáneo secundario. El NTX se asocia comúnmente con lesiones torácicas contusas y penetrantes y es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad prevenibles. El NTX traumático, el resultado potencialmente mortal más común en el traumatismo torácico cerrado, ocurre en más del 20% de los pacientes con lesiones contusas y alrededor del 40% con lesiones torácicas penetrantes.

El diagnóstico de NTX generalmente se realiza con una combinación de signos y síntomas clínicos, que pueden ser sutiles, y una radiografía simple de tórax. Independientemente de su presentación, la detección temprana y el tratamiento de un NTX es fundamental. Los NTX pequeños (10% o menos) o medianos (11 a 40%) generalmente no ponen en peligro la vida y su manejo varía. Sin embargo, un retraso en el diagnóstico y el tratamiento, especialmente en aquellos que están ventilado mecánicamente, puede conducir a la progresión de un NTX y la inestabilidad hemodinámica resultante. En estas situaciones críticas en las que se puede pasar por alto un NTX sutil, una ecografía pulmonar rápida junto a la cama puede acelerar el diagnóstico, el tratamiento y la reanimación de un paciente que de otro modo podría haberse descompensado.

La ecografía tiene un papel bien conocido y establecido en el diagnóstico de un NTX traumático. En un estudio prospectivo, los cirujanos traumatólogos utilizaron un dispositivo de ultrasonido de mano para realizar el examen E-FAST en pacientes con traumatismo cerrado o penetrante. [8] La utilidad de la ecografía torácica para diagnosticar un NTX se comparó con la radiografía de tórax (CXR) sola, un estándar compuesto (CXR, tomografía computarizada (TC) de tórax y abdomen, curso clínico e intervenciones invasivas) y TC estándar de oro (solo TC). Sus resultados mostraron que el examen E-FAST tenía una sensibilidad del 58,9% con un índice de probabilidad positivo de

69,7 y una especificidad del 99,1% en comparación con el estándar compuesto. El E-FAST también se comparó con CXR, utilizando la tomografía computarizada como el estándar de oro, mostrando que el ultrasonido tenía una sensibilidad más alta que CXR, 48,8 y 20,9%, respectivamente, y una especificidad similar de 99,6 y 98,7%, respectivamente. Además, señalaron que el 63% de todos los NTX diagnosticados eran ocultos. Tradicionalmente, estos terminarían siendo diagnosticados más tarde en una tomografía computarizada.

De manera similar, un estudio prospectivo de Ball et al, Señaló que hasta un 76% de todos los NTX traumáticos fueron pasados por alto por la radiografía de tórax AP en decúbito supino estándar cuando fue interpretada por el equipo de trauma. [9] Este número fue mucho más alto que su estudio retrospectivo anterior. (55%), donde la interpretación de imágenes se basó en radiólogos. Esto enfatizó la poca sensibilidad de la CXR en un escenario de trauma apresurado y la utilidad de realizar una ecografía rápida junto a la cama, para posiblemente ayudar en el diagnóstico, antes de enviar a un paciente para una tomografía computarizada. (10)

Varios otros estudios destacan la utilidad de la ecografía en comparación con la radiografía de tórax para el diagnóstico de NTX en el servicio de urgencias. (11-14) La sensibilidad de la ecografía en ciertos estudios ha sido similar a la encontrada en la tomografía computarizada, que todavía se considera la estándar de oro para la detección de un NTX. (11,15) Lichtenstein et al, han demostrado que la ecografía tiene una sensibilidad del 95,3% y una especificidad del 91,1% para detectar el NTX en pacientes de la unidad de cuidados intensivos (UCI). (16) Sin embargo, en este artículo en particular, los autores citan que el proceso pulmonar subyacente puede haber afectado la precisión de la ecografía, lo que resultó en casos de falsos positivos y falsos negativos.

4.2 Selección de sonda y equipamiento

El diagnóstico ecográfico de cabecera del NTX se puede realizar con la mayoría de las máquinas de ultrasonido sin necesidad de funciones sofisticadas. La mayoría de las máquinas ahora son portátiles y se pueden llevar al lado de la cama, lo que es especialmente útil en pacientes críticamente enfermos y hemodinámicamente inestables, ya que evita la necesidad de transporte. Además, el médico que realiza la exploración puede interpretar los resultados de la ecografía de cabecera. inmediatamente. Una sonda de alta frecuencia de matriz lineal recta (5 a 13 MHz) puede ser muy útil para analizar estructuras superficiales como la línea pleural y proporcionar una mejor resolución. (17) Una sonda de matriz microconvexa o curvilínea puede ser más adecuada para obtener imágenes pulmonares más profundas, ya que proporciona una mejor penetración (1 a 8 MHz), a costa de una menor resolución. Por último, algunos abogan por el uso de la sonda de matriz en fase, generalmente utilizada en imágenes cardíacas (2-8 MHz), ya que su huella plana y más pequeña es más adecuada para obtener imágenes entre las costillas.

4.3 Técnica y anatomía normal:

Un NTX contiene aire y ningún líquido y, por lo tanto, se elevará al área menos dependiente del tórax. En un paciente en decúbito supino, esta área corresponde a la

región anterior del tórax en aproximadamente el segundo al cuarto espacio intercostal en la línea media clavicular. Esta ubicación identificará la mayoría de los NTX importantes en el paciente en decúbito supino, lo que la convierte en el área inicial recomendada para la investigación en un trauma. (17,18) Por el contrario, el aire se acumulará en una ubicación apicolateral en un paciente en posición vertical. (19)

En base a lo anterior, los pacientes se escanean en posición supina o casi supina. La sonda debe colocarse en posición sagital (el indicador apunta en dirección cefálica) en la pared anterior del tórax aproximadamente en el segundo espacio intercostal, en la línea media clavicular [Figura 1]. El ecografista primero debe identificar los puntos de referencia de dos costillas con sombreado posterior detrás de ellos y visualizar la línea pleural entre ellos. Esto se denomina típicamente "el signo del murciélago", donde el periostio de las costillas representa las alas y la línea pleural hiperecoica brillante entre ellas representa el cuerpo de los murciélagos [Figuras 2a2a y and2b2b]. (20) Si no se visualizan las costillas, la sonda debe moverse lentamente en dirección caudal (hacia abajo) hasta que aparezcan dos costillas en la pantalla. Es entre estos dos puntos de referencia de las costillas donde las dos capas de pleura, parietal y visceral, se ven deslizándose entre sí. Como se indicó anteriormente, el aire subirá a la pared torácica anterior y, por lo tanto, aparecerá un NTX lo suficientemente grande como para requerir un tubo torácico con esta técnica simple.

a presencia de deslizamiento pleural es el hallazgo más importante en el pulmón aireado normal. El ecografista debe visualizar la línea pleural hiperecoica entre dos costillas moviéndose o brillando hacia adelante y hacia atrás. El deslizamiento pulmonar corresponde al movimiento de vaivén de la pleura visceral en la pleura parietal que se produce con la respiración. Es un signo dinámico y se puede identificar en la ecografía como un movimiento horizontal a lo largo de la línea pleural. (21) El deslizamiento se ve mejor en el vértice del pulmón en un paciente en decúbito supino. (21) El uso del modo M, que detecta movimiento con el tiempo, proporciona más evidencia de que la línea pleural se está deslizando. Es beneficioso en pacientes en los que el deslizamiento puede ser sutil, como en los ancianos o en los pacientes con escasa reserva pulmonar, que no están respirando mucho. El cursor del modo M se coloca sobre la línea pleural y se muestran dos patrones diferentes en la pantalla: la parte inmóvil del pecho por encima de la línea pleural crea 'ondas' horizontales y el deslizamiento debajo de la línea pleural crea un patrón granular, el 'arena' [figura 3]. La imagen resultante es una que se asemeja a las olas chocando contra la arena y, por lo tanto, se le llama el "signo de la orilla del mar" y está presente en un pulmón normal.

4.4 Signos ecográficos de neumotórax

4.4.1 Ausencia de deslizamiento pulmonar

En un NTX, hay aire presente que separa la pleura visceral y parietal e impide la

visualización de la pleura visceral. En esta situación, el deslizamiento pulmonar está ausente. Esta falta de deslizamiento pulmonar se puede visualizar identificando los puntos de referencia discutidos anteriormente. Deben identificarse dos costillas con la línea pleural entre ellas. No se presentará el típico movimiento de vaivén o el brillo de la línea pleural. Se puede utilizar la misma técnica que utiliza el modo M para confirmar la falta de deslizamiento. El trazado resultante en modo M en un NTX solo mostrará un patrón de líneas horizontales paralelas por encima y por debajo de la línea pleural, ejemplificando la falta de movimiento. Este patrón se asemeja a un 'código de barras' y a menudo se llama 'signo de estratosfera'.

El valor predictivo negativo para el deslizamiento pulmonar se informa como 99,2% a 100%, lo que indica que la presencia de deslizamiento descarta efectivamente un NTX. (11,16,24) Sin embargo, la ausencia de deslizamiento pulmonar no indica necesariamente que haya un NTX presente. El deslizamiento pulmonar se elimina en una variedad de afecciones distintas del NTX, incluido el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), fibrosis pulmonar, grandes consolidaciones, adherencias pleurales, atelectasia, intubación del tronco principal derecho y parálisis del nervio frénico. (21,25,26) Los valores de especificidad varían de 60 a 99% dependiendo de la población de pacientes, con valores más altos en la población general y valores más bajos en la Unidad de Cuidados Intensivos y en aquellos con SDRA. (11,16,21,24) Aunque la ausencia de pulmón El deslizamiento no es específico para el NTX, la combinación de este con otros signos mejora la precisión del diagnóstico.

4.4.2 Artefactos de cola de cometa o 'líneas B'

La ecografía demuestra la pérdida de "artefactos de cola de cometa" en pacientes con NTX. Estos artefactos de reverberación se pierden debido a la acumulación de aire dentro del espacio pleural, lo que dificulta la propagación de las ondas sonoras y elimina el gradiente de impedancia acústica. (20) Además, los artefactos de 'cola de cometa' son generados por la pleura visceral, que no es visualizados en un NTX, por lo tanto, estos artefactos no se generan. (24) El valor predictivo negativo para este artefacto es alto, reportado en 98 a 100%, de modo que la visualización de incluso una cola de cometa esencialmente descarta el diagnóstico de NTX.

Las 'líneas A' son otros artefactos torácicos importantes que pueden ayudar en el diagnóstico de un NTX. Estos también son artefactos de reverberación que aparecen como líneas hipoecoicas horizontales repetitivas igualmente espaciadas que se reflejan en la pleura. El espacio entre cada línea A corresponde a la misma distancia entre la superficie de la piel y la pleura parietal. En el paciente normal, cuando hay 'líneas B', se extienden desde la línea pleural y borran las 'líneas A', a medida que emanan hacia el borde de la pantalla. Las 'líneas A' estarán presentes en un paciente con NTX, pero no las 'líneas B'. Si no hay deslizamiento pulmonar con la presencia de "líneas A", la sensibilidad y especificidad para un NTX oculto es tan alta como 95 y 94%, respectivamente.

4.4.3 Signo del punto pulmonar

El "signo del punto pulmonar" se produce en el borde de un NTX. Se debe a que el pulmón deslizante entra en contacto intermitentemente con la pared torácica durante la inspiración y es útil para determinar el tamaño real del NTX. Este letrero se puede delinear aún más usando el modo M donde se representan patrones alternos de 'orilla del mar' y 'estratosfera' a lo largo del tiempo. El "signo del punto pulmonar" es 100% específico del NTX y define su borde. [21,28] La ubicación del punto pulmonar es beneficiosa para determinar el tamaño del NTX. Si se visualiza una falta de deslizamiento pulmonar en la parte anterior, la sonda se puede mover progresivamente a posiciones más laterales y posteriores en la pared torácica en busca de la ubicación del punto pulmonar. Cuanto más lateral o posterior se identifique el "signo del punto pulmonar", mayor será el NTX. Por lo tanto, si el "signo del punto pulmonar" se ve en una ubicación anterior en la pared torácica, el ecografista puede estar seguro de que el NTX es relativamente pequeño. (11,24,29) Aunque la especificidad es alta, la sensibilidad del 'signo del punto pulmonar' es relativamente baja (informada en 66%) y no se observa en casos de colapso pulmonar total. (28) Los estudios han mostrado concordancia entre el tamaño del NTX en la ecografía y Tomografía computarizada, según se informa dentro de 1,9 a 2,3 cm. (15,26,29) La determinación del tamaño de un NTX es importante para la toma de decisiones clínicas, ya que los NTX más grandes tienen más probabilidades de requerir una toracostomía.

CAPITULO V.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS: EL E-FAST CONTRA LA RADIOGRAFÍA DE TÓRAX EN EL DIAGNOSTICO DEL NEUMOTÓRAX POR TRAUMA.

El método tradicionalmente usado para el diagnóstico del NTX secundario a trauma es la radiografía de tórax (50), en los países desarrollados esta prueba ha sido reemplazada por el ultrasonido de tórax, sin embargo, en territorios en vía de desarrollo sigue siendo la técnica predilecta para evaluar a los pacientes con trauma.

La radiografía es ventajosa en el sentido de que es un procedimiento de amplia difusión por lo que si se carece de personal capacitado para realizar otras técnicas diagnósticas como el ultrasonido o en los casos de traumas severos con múltiples fracturas donde el uso del transductor para ecografías podría ser difícil, se puede recurrir a este método sobre todo usando proyecciones oblicuas, Matsumoto reporto en su estudio una sensibilidad y especificidad para la radiografía de tórax oblicua de 61.4% y 99.2% respectivamente, (51) ha mostrado también una alta especificidad para el establecimiento del diagnóstico con valores que oscilan entre en 99 y 100% en diversos metaanálisis.(50) sin embargo, para la valoración de pacientes traumatizados la radiografía aun muestra una serie de desventajas, dentro de ellas podemos enumerar:

1. La necesidad de movilizar al paciente hacia el equipo para llevar a cabo el procedimiento.

2. La necesidad de mayor tiempo para obtener los resultados.(52)
3. Un mayor coste para realizar la prueba, con respecto al ultrasonido que es mucho más económico.
4. La exposición a radiación.
5. Su baja sensibilidad, que oscila entre 29,4 y 55 % según los hallazgos de múltiples meta-análisis como el llevado a cabo recientemente por Chan y colaboradores.(50)(52)
6. En el 52%–63% de los casos de NTX oculto no es identificado en la radiografía de torax.(51)
7. De no aplicarse a técnica de forma adecuada se pueden obtener imágenes radiográficas espiradas, mal centradas e inadecuadas que generen artificios lo que causa dificultad al analizarlas impidiendo que se obtenga un diagnóstico certero lo que retrasa el tratamiento adecuado y pode en peligro la vida de los pacientes.

La técnica alternativa que ha tomado fuerza desde hace unos 50 años (52) para la valoración inicial de los pacientes traumatizados con sospecha de compromiso torácico y posible NTX es el ultrasonido torácico, esta prueba es recomendada por la ATLS como E-fast (Extended-focused assesment whit sonography for trauma) y ha mostrado excelente aceptación en el entorno de países desarrollados. Dentro de sus principales ventajas se pueden enumerar:

1. Sensibilidad para el diagnóstico de NTX que de acuerdo a los diferentes metaanálisis fluctúa entre 58.9%, 66%, 85%, 95%, 99% y 100%.(50, 51, 52, 53)
2. La especificidad es alta oscilando entre 94 y 100%.(50, 51, 52, 53)
3. El equipo necesario puede ser transportado hacia la cama del paciente sin inconveniente lo cual disminuye los riesgos asociados a la movilización. (50, 54)
4. Es segura aun en medio de la reanimación. (50)
5. No existe exposición a radiación.(54)
6. Es una prueba no invasiva.(50)
7. El examen es reproducible y arroja resultados en tiempo real, lo cual favorece la valoración inicial y a su vez facilita el monitoreo de los pacientes de trauma para analizas su evolución y detectar empeoramientos de forma más rápida mejorando así la oportunidad en el tratamiento.(54)
8. Es un método económico y accesible aun para centros de primer nivel de atención.
9. El tiempo requerido para su adecuada realización varía de acuerdo a la experticia de quien lleva a cabo la valoración sin embargo se ha encontrado que oscila entre 8 y 10 minutos, pero puede ser aún menos.(55)
10. Siempre que se adquiera el conocimiento adecuado, puede ser realizado por cualquier profesional de la salud sin que necesariamente sea un radiólogo, esto incluye a paramédicos y personal de atención prehospitalario.(50)

Aunque es una técnica sin duda beneficiosa también tiene aspectos negativos, el principal de ellos es que la obtención e interpretación de las imágenes obtenidas son operador dependiente, (55)

a mayor experticia, experiencia y preparación mejor análisis se hará de las mismas y más adecuado certero será el diagnostico; esto explica en parte porque se obtienen valores de sensibilidad tan variables en los diferentes estudios, sin embargo este problema no es insalvable y si se garantizara acceso educativo adecuado a este tipo de técnicas sin duda su utilidad aumentaría aún más. Otra desventaja relacionada a la antes mencionada es la dificultad para encontrar personal capacitado en la ejecución de ultrasonido torácico, (51)

El ultrasonido depende de la transmisión de ondas a través de la pared torácica hasta la superficie pulmonar, esta propagación desde la piel al pulmón puede verse interferida por la presencia de enfisema subcutáneo (puede generar artificios el cola de cometa que generan falsos negativos) (51) o la cantidad de tejido adiposo presente.(55) la presencia de fracturas costales también puede causar dificultad para la valoración del paciente.(51)

DISCUSIÓN

El E-fast es un método ecográfico que permite hacer una evaluación rápida y segura del paciente de trauma en el que se sospecha neumotórax en cualquier momento del contacto con personal de salud, dicho método de imagen se ha evaluado ampliamente en comparación con el método tradicional, que es la radiografía de tórax. Los hallazgos hechos por medio de la revisión bibliográfica presentan una amplia variabilidad en cuanto a la sensibilidad y especificidad de uno u otro método.

Para la radiografía de tórax estudios desarrollados por Matsumoto y colaboradores señalan sensibilidad del 61.4% y especificidad del 99.2% para la detección de neumotórax secundario a trauma, en otros metaanalisis se han identificado valores de 99 y 100% de especificidad para el establecimiento del diagnóstico de neumotórax. (51)

En contraste con los resultados obtenidos para la radiografía, el E-fast en múltiples metaanalisis como el desarrollado por Undziakiewicz, han arrojado sensibilidades muy variables que oscilan entre 58.9% al 100%, (50) menor variabilidad se aprecia para la especificidad cuyos valores oscilan entre el 94 y 100%, el estudio desarrollado por Restrepo y col para la revista colombiana de anestesiología aunque es un referente bibliográfico del 2015 concluye unos valores de sensibilidad y especificidad que oscilan entre el 73 al 99% (57) y es de los pocos estudios que se han desarrollado en el medio nacional. Estudios como los llevados a cabo por Osterwalder y por Mojo coinciden en que la razón para la variabilidad de la sensibilidad en el método ecográfico es que este tipo de procedimientos son observador dependiente y requieren de médicos altamente cualificados para llegar a mejores resultado. (52, 55)Tu

Tulay y colaboradores coinciden en sus conclusiones con las obtenidas en el estudios desarrollado por Osterwalder en que los beneficios principales del E-fast son su alta especificidad, la facilidad en el transporte del equipo hacia la cama del paciente lo que reduce riesgos en la movilización, es un procedimiento que se puede llevar a cabo aun en medio de la reanimación, no se da exposición a radiación y es un procedimiento

reproducible en tiempo real. (39, 52) Todo lo anterior hace que este método se plantee como el más adecuado para la valoración del paciente con sospecha de neumotórax en el primer momento.

Otros estudios como los llevados a cabo por Zanonetti, Pietersen y Mojoli además de coincidir con los beneficios ya mencionados añaden que este método es económico y accesible aun para centros de primer nivel, requiere de poco tiempo para obtener un resultado certero y que es posible realizar una formación adecuada en cualquier profesional de la salud para mejorar la sensibilidad; (53, 54, 55) esto ayudaría a resolver el principal punto negativo del E-fast que corresponde al hecho ser un método operador dependiente, por lo que la certeza del resultado va a depender completamente del conocimiento y preparación de quien o lleve a cabo.

Los estudios de Matsumoto, Tulay y Osterwalder coinciden en que la radiografía de tórax es un método poco favorable con respecto al E-fast porque requiere de movilizar al paciente con trauma lo que aumenta el riesgo de lesiones, necesita de un tiempo más largo para obtener resultados, supone un coste mayor para la obtención de las placas, requiere de exponer a radiación al paciente y si la técnica no sigue las indicaciones adecuadas se pueden obtener imágenes inadecuadas para analizar y establecer el diagnostico; (39, 51, 52) todo ello confirma las conclusiones obtenidas en múltiples metaanalisis que señalan como método más adecuado para la valoración inicial del paciente de trauma con sospecha de neumotórax al E-fast

CONCLUSIONES

• Para establecer el diagnostico de NTX tanto en el método radiográfico como en el ecográfico es importante conocer los signos característicos de la patología; en la ecografía podemos identificar, ausencia de deslizamiento pulmonar, artefactos de cola de cometa o ``líneas B´´ y signo del punto pulmonar; en la radiografía se puede visualizar la pleura visceral con incurvación hacia el ápex pulmonar, hiperclaridad en el espacio interpleural, desplazamiento mediastínico o aplanamiento diafragmático.

• La radiografía de tórax, aunque es considerado el método inicial para la detección del NTX se ha visto superada por la E-fast cuyos principales benefició incluyen, que se puede realizar en el sitio donde se encuentra el paciente, es reproducible en el momento, no requiere de exposición a radiación y permite establecer el diagnostico en el momento mismo de la valoración.

• El E-fast es el método diagnóstico para el neumotórax traumático con mejores indicadores de sensibilidad (58,9 al 100%) y especificidad (94 al 100%) lo que lo convierte en un referente de elección para el estudio inicial de los pacientes con trauma que llegan al servicio de urgencias según la actualización más reciente del ATLS.

• El principal punto en contra para el uso sistemático del E-fast en los servicios de urgencias es su condición de método diagnostico operador dependiente, lo cual supone disponer siempre de expertos en la técnica para llegar al diagnóstico certero de neumotórax.

REFERENCIAS

1. Montoya J, Stawicki SP, Evans DC, Bahner DP, Sparks S, Sharpe RP, et al. From FAST to E-FAST: an overview of the evolution of ultrasound-based traumatic injury assessment. Eur J Trauma Emerg Surg 2016;42:119–26. doi:10.1007/s00068-015-0512-1.

2. Schurink GW, Bode PJ, van Luijt PA, van Vugt AB. The value of physical examination in the diagnosis of patients with blunt abdominal trauma: a retrospective study. Injury 1997;28:261–5.

3. American College of Surgeons Committee on Trauma. Advanced Trauma Life Support. 9 ed. American College of Surgeons; 2012.

4. Rozycki GS, Ochsner MG, Schmidt JA, Frankel HL, Davis TP, Wang D, et al. A prospective study of surgeon-performed ultrasound as the primary adjuvant modality for injured patient assessment. The Journal of Trauma 1995;39:492–8– discussion498–500.

5. Alrajab S, Youssef AM, Akkus NI, Caldito G. Pleural ultrasonography versus chest radiography for the diagnosis of pneumothorax: review of the literature and metaanalysis. Crit Care 2013;17:R208. doi:10.1186/cc13016.

6. Scalea TM, Rodriguez A, Chiu WC, Brenneman FD, Fallon WF, Kato K, et al Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST): results from an international consensus conference. J Trauma, vol. 46, 1999, pp. 466–72.

7. Zamani M, Masoumi B, Esmailian M, Habibi A, Khazaei M, Mohammadi Esfahani M. A Comparative Analysis of Diagnostic Accuracy of Focused Assessment With Sonography for Trauma Performed by Emergency Medicine and Radiology Residents. Iran Red Crescent Med J 2015;17:e20302. doi:10.5812/ircmj.20302.

8. McKenney M, Lentz K, Nunez D, Sosa JL, Sleeman D, Axelrad A, et al. Can ultrasound replace diagnostic peritoneal lavage in the assessment of blunt trauma? The Journal of Trauma 1994;37:439–41.

9. McKenney MG, Martin L, Lentz K, Lopez C, Sleeman D, Aristide G, et al. 1,000 consecutive ultrasounds for blunt abdominal trauma. The Journal of Trauma 1996;40:607–10– discussion611–2.

10. Lentz KA, McKenney MG, Nuñez DB, Martin L. Evaluating blunt abdominal trauma:role for

ultrasonography. Journal of Ultrasound in Medicine : Official Journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine 1996;15:447–51.

11. Rivas JJ, Canalís E, Molins L, Pac J, Torres A, Torres J, et al. Normativa sobre diagnóstico y tratamiento del neumotórax. Arch Bronconeumol. 2002;38:589–95.

12. Montoya J, Stawicki SP, Evans DC, Bahner DP, Sparks S, Sharpe RP, et al. From FAST to E-FAST: an overview of the evolution of ultrasound-based traumatic injury assessment. Eur J Trauma Emerg Surg. 2016;42(2):119–26.

13. Bøtker MT, Jacobsen L, Rudolph SS, Knudsen L. The role of point of care ultrasound in prehospital critical care: a systematic review. Scand J Trauma Resusc Emerg Med [Internet]. 2018;26(1).

14. Ketelaars R, Reijnders G, van Geffen G-J, Scheffer GJ, Hoogerwerf N. ABCDE of prehospital ultrasonography: a narrative review. Crit Ultrasound J [Internet]. 2018;10(1).

15. Teichgräber UK-M, Hackbarth J. Sonographic bedside quantification of pleural effusion compared to computed tomography volumetry in ICU patients. Ultrasound Int Open. 2018;4(4):E131–5.

16. Brun P-M, Bessereau J, Chenaitia H, Pradel A-L, Deniel C, Garbaye G, et al. Stay and play eFAST or scoop and run eFAST? That is the question! Am J Emerg Med. 2014;32(2):166–70.

17. Mera Cáceres MF, Guachamín Abril DK, Paca Ajitimbay TN, Cerón DT. Valoración mediante ECOFAST en trauma de tórax. RECIAMUC. 2020;4(4):35–46

18. Quinn AC, Sinert R. What is the utility of the Focused Assessment with Sonography in Trauma (FAST) exam in penetrating torso trauma? Injury. 2011;42(5):482–7.

19. Salas Garita, F., Agüero Sánchez, A. and Marín Trigueros, D., 2020. Generalidades del Traumatismo Torácico. *Revista Ciencia & Salud: Integrando Conocimiento*, 4(3), pp.95-106.

20. González L, R., Riquelme U, A., Toloza A, C., Reyes M., R., Seguel S., E. and Stockins L, A., 2020. Hemotórax masivo por traumatismo torácico en pacientes tratados quirúrgicamente. *Rev. Cir*, 72(5), pp.433-440.

21. Dennis, Bradley M.; Bellister, Seth A.; Guillamondegui, Oscar D. (2017). *Thoracic Trauma. Surgical Clinics of North America, 97(5), 1047–1064.*

22. González L., Roberto; Riquelme U., Alejandra; Fuentes E., Alberto;

Saldías F., René; Reyes M., Rodrigo; Seguel S., Enrique; Stockins L., Aleck; Jadue T., Andrés; Canales Z., Jorge; Alarcón C., Emilio (2018). *Traumatismo torácico: caracterización de hospitalizaciones durante tres décadas. Revista médica de Chile, 146(2), 196–205.*

23. Petrone P, Ruano-Campos A, Gendy A, Brathwaite C, Joseph D. Prevalencia, diagnóstico y tratamiento de las lesiones pulmonares traumáticas. 2020.

24. ABORDAJE DEL PACIENTE CON TRAUMA DE TÓRAX EN EL SERVICIO DE URGENCIAS. Lecture presented at; 2020; UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA.

25. Cortes Telles, A., Morales Villanueva, C. and Figueroa-Hurtado, E., 2016. Hemotórax: etiología, diagnóstico, tratamiento y complicaciones. *Rev Biomed*, 27(3), pp.119-123.

26. Martín-García, A.C.; Peláez, E. Díaz; Martín-García, A.; Sánchez, P.L. 2017. *Derrame pericárdico. Taponamiento cardíaco. Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado, 12(44), 2621–2628.*

27. Bottaro, F. and Palacio, C., 2017. MANEJO DEL TRAUMA DE TÓRAX. *REVISTA ARGENTINA DE MEDICINA*, 5(1), pp.518-522.

28. Stashko E, Meer JM. Cardiac Tamponade. 2020. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Jan–. PMID: 28613742.

29. uis in ‘t Veld, M., Craft, C. and Hood, R., 2018. Blunt Cardiac Trauma Review. *Cardiology Clinics*, 36(1), pp.183-191.

30. Alvarado, C., Vargas, F., Guzmán, F., Zárate, A., Correa, J., Ramírez, A., Quintero, D. and Ramírez, E., 2016. Trauma cardiaco cerrado. *Revista Colombiana de Cardiología*, 23(1), pp.49-58.

31. Eghbalzadeh, Kaveh; Sabashnikov, Anton; Zeriouh, Mohamed; Choi, Yeong-Hoon; Bunck, Alexander C; Mader, Navid; Wahlers, Thorsten 2017. *Blunt chest trauma: a clinical chameleon. Heart, heartjnl-2017-312111*

32. García Mangas, M., 2020. Traumatismo cardíaco. *Npunto*, 3(25).pp 4-10

33. Estrada R. INDICES RECIENTES DE SOBREVIDA EN TRAUMA PENETRANTE DE TÓRAX. REVISION DE ALCANCE. [medico general]. Universidad del rosario; 2020.

34. Pun Y. NEUMOTÓRAX Y HEMOTÓRAX. Enfermedades de la pleura. 2020;3(1).

35. Vázquez J, Morales J, Guzmán E. Trauma traqueal penetrante. Recomendaciones para su manejo. A propósito de un caso. Neumología y cirugía de tórax. 2018;77(4).

36. Vallejo M. Vía aérea en el paciente con trauma. revista mexicana de anestesiologia. 2018;41(1).

37. ATLS apoyo vital avanzado en trauma. 10th ed. chicago USA: American College of Surgeons.; 2018.

38. Druda, D. and Kelly, A., 2009. What is the difference in size of spontaneous pneumothorax between inspiratory and expiratory x-rays?. Emergency Medicine Journal, 26(12), pp.861-863.

39. Tulay, C., Yaldız, S. and Bilge, A., 2018. Oblique Chest X-Ray: An Alternative Way to Detect Pneumothorax. *Annals of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 24(3), pp.127-130.

40. Vallecillo, A., 2011. DIAGNÓSTICO RADIOGRÁFICO DE NEUMOTÓRAX. *REVISTA MÉDICA DE COSTA RICA Y CENTROAMÉRICA* , [en línea] 598, pp.283-286. Disponible en: <https://www.binasss.sa.cr/revistas/rmcc/598/art5.pdf> [Consultado el 8 de agosto de 2021].

41. Pezzotti, W., 2014. Interpretación de la radiografía de tórax: algo más que blanco y negro. *Enfermería (Ed. Española)* , 31 (5), págs. 30-37.

42. Druda, D. y Kelly, A., 2009. ¿Cuál es la diferencia de tamaño del neumotórax espontáneo entre las radiografías inspiratorias y espiratorias ?. *Revista de medicina de emergencia* , 26 (12), págs. 861-863.

43. Chan, Y., Zeng, Y., Wu, H., Wu, M. and Sun, H., 2018. Effective Pneumothorax Detection for Chest X-Ray Images Using Local Binary Pattern and Support Vector Machine. *Journal of Healthcare Engineering*, 2018, pp.1-11.

44. Hallifax, R., Talwar, A., Wrightson, J., Edey, A. and Gleeson, F., 2017. State-of-the-art: Radiological investigation of pleural disease. Respiratory Medicine, 124, pp.88-99.

45. Pérez M Manuela, Moënne B Karla, Bitar H Patricia. El signo del surco profundo. Rev. chil. radiol. [Internet]. 2012 [citado 2021 Ago 08] ; 18(2): 85-87.

46. Andreu Ruiz, A., Sarabia Tirado, F. y Sánchez Cámara, S., 2018. «Surco costofrénico profundo» en paciente con trasplante cardiaco. *Cirugía Cardiovascular* , 25 (2), p.129.

47. BARAJAS V. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE MANEJO Y DIAGNOSTICO DEL AREA DE IMAGENOLOGIA (ECOGRAFIA, ENDOSCOPIA Y RADIOGRAFIA [Internet]. Repository.ucc.edu.co. 2019 [cited 3 June 2020]. Available from: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/7421/1/2019_manual_procedimientos_manejo.pdf

48. Rierson D, Bueno J. Pneumothorax in the Supine Patient. Journal of Thoracic Imaging. 2016;31(4):W16-W22.

49. Casos Susarte I, Sánchez González A, Plasencia Martínez J. ¿Se debe realizar como primera prueba de imagen una radiografía de tórax en inspiración o en espiración ante la sospecha de neumotórax ?. Radiología. 2018; 60 (5): 437-440.

50. Undziakiewicz, A., Sekuła, M., Smoluchowski, K., Sokół, D., Świerczyńska, B. and Piecewicz-Szczęsna, H., 2021. *The use of lung ultrasound in the diagnosis of pneumothorax in trauma patients*. Journal of Education, Health and Sport. 2020;10(9), p. 332-337

51. Matsumoto S, Sekine K, Funabiki T, et al. Diagnostic

accuracy of oblique chest radiograph for occult pneumothorax: comparison with ultrasonography. World J Emerg Surg 2016; 11. doi: 10.1186/s13017-016-0061-x

52. Osterwalder J, Mathis G, [Hoffmann B. New Perspectives for Modern Trauma Management – Lessons Learned from 25 Years FAST and 15 Years E-FAST. Ultraschall in der Medizin - European Journal of Ultrasound. 2019;40(05):560-583.

53. Zanobetti, M., Coppa, A., Nazerian, P., Grifoni, S., Scorpiniti, M., Innocenti, F., Conti, A., Bigiarini,

54. Pietersen, P., Madsen, K., Graumann, O., Konge, L., Nielsen, B. and Laursen, C., 2018. Lung ultrasound training: a systematic review of published literature in clinical lung ultrasound training. *Critical Ultrasound Journal*, 10(1).

55. Mojoli, F., Bouhemad, B., Mongodi, S. and Lichtenstein, D., 2019. Lung Ultrasound for Critically Ill Patients. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 199(6), pp.701-714.

56. S., Gualtieri, S., Casula, C., Ticali, P. and Pini, R., 2015. Chest Abdominal-Focused Assessment Sonography for Trauma during the primary survey in the Emergency Department: the CA-FAST protocol. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 44(6), pp.805-810.

57. Giraldo-Restrepo J, Serna-Jiménez T. Examen FAST y FAST extendido. Revista Colombiana de Anestesiología. 2015; 43 (4): 299-306.