



Universidad  
**Inca Garcilaso de la Vega**  
Nuevos Tiempos. Nuevas Ideas

FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA

Manejo fisioterapéutico en la Ultrasonografía Pulmonar

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el título profesional de Licenciado en Tecnología Médica en la Carrera

Profesional de Terapia Física y Rehabilitación

**AUTOR**

Seguin Torres, Cesar Augusto

**ASESOR**

Lic. Farje Napa, Cesar Augusto

**Jesús María, Julio - 2019**

## *DEDICATORIA*

*A mi madre que día a día impulsa las ganas de seguir adelante con mis propósitos profesionales, apoyándome enérgicamente y dándome la seguridad para llegar a mis metas.*

*A mi hermana Mirella que tuvo un desprendimiento incondicional, el cariño, respeto y el mismo entusiasmo por conseguir hacer realidad mi vocación con tantos años de experiencia.*

*A mi hija Mariana que con su presencia impulsa siempre mi vida, con sencillez, humildad, inocencia, alegría y siempre con una sonrisa incomparable.*

## AGREDECIMIENTOS

Mis agradecimientos a Dios a todas las personas que me acompañaron e hicieron posible el desarrollo y el término de mi carrera profesional, sobre todo a mi asesor Lic. César Farje Napa que con su nivel y profesionalismo que lo caracteriza pudo guiar con éxito este trabajo de investigación.

## RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Resumen: La Ultrasonografía es una técnica de imagen que está basada en la recepción de ondas de ultrasonido, esta técnica se ha venido empleando desde 1912 sin aplicación clínica, luego se empleó un modo específico que fue aceptado y después de la llegada de la escala de grises en 1974, se estableció el uso hasta la actualidad. La Ultrasonografía pulmonar es la técnica empleada en el tórax para determinar el tipo de patología que presente el paciente (neumonía, neumotórax, IRA, consolidaciones pulmonares, atelectasias), siendo unas de las ventajas importantes, la carencia de irradiación y el fácil transporte. Los signos específicos que interpreta la USP van a determinar la patología que presente el paciente en UCI, relacionando las líneas hipo e hiperecogénicas, identificando así, la neumonía, la IRA, el neumotórax y las consolidaciones pulmonares, entre ellas, el signo de la estratósfera, el signo de límite regular e irregular, signo de la playa, entre otros. La ultrasonografía pulmonar podría convertirse en un medio de evidencia terapéutica en la práctica profesional del fisioterapeuta para corroborar los efectos de la intervención de la especialidad y la evolución del paciente, usando la movilización precoz como estrategia principal.

Palabras Claves: Ultrasonografía Pulmonar, Movilización Precoz, líneas hiperecogénicas, Unidad de Cuidados Intensivos.

## Physiotherapeutic management in the pulmonary ultrasonography

### ABSTRACT AND KEYWORDS

**Abstract:** Ultrasonography is an imaging technique that is based on the reception of ultrasound waves, this technique has been used since 1912 without clinical application, then a specific mode was used that was accepted and after the arrival of the gray scale in 1974, use was established until today. Pulmonary Ultrasonography is the technique used in the thorax to determine the type of pathology that the patient presents (pneumonia, pneumothorax, ARF, pulmonary consolidations, atelectasis), being one of the important advantages, the lack of irradiation and easy transport. The specific signs interpreted by the USP will determine the pathology presented by the patient in the Intensive Care Unit, linking the hypo and hyperechoic lines, thus identifying pneumonia, severe respiratory insufficiency, pneumothorax and pulmonary consolidation, including the sign of the stratosphere, the sign of regular and irregular limit, and sign of the beach, among others. Pulmonary ultrasonography could become a means of therapeutic evidence in the professional practice of the physiotherapist to corroborate the effects of specialty intervention and patient evolution, using early mobilization as the main strategy.

**Keywords:** Pulmonary Ultrasonography, Early Mobilization, Hyper echogenic Lines, Intensive Care Unit.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	8
1. CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	10
1.1. ULTRASONOGRAFÍA .....	10
1.1.1. Tipos de Ultrasonografía .....	10
1.1.2. Características de la ultrasonografía .....	13
1.1.3. Ultrasonografía Pulmonar.....	14
1.1.3.1. Indicaciones de la USP.....	14
1.1.3.2. Contraindicaciones de la USP.....	17
1.1.3.3. Ventajas de la USP (8).....	17
1.1.3.4. Criterios de Diagnóstico de la USP.....	18
1.1.3.5. Procedimiento de la USP.....	21
1.1.3.6. Equipo multidisciplinario de la USP.....	21
2. CAPÍTULO II: MANEJO CLÍNICO.....	22
2.1. Diagnóstico clínico diferencial.....	22
2.1.1. Neumotórax .....	22
2.1.2. Consolidaciones Pulmonares .....	22
2.1.3. USP en Derrame Pleural .....	23
2.1.4. Síndrome Alveolo Intersticial.....	23
2.1.5. Sensibilidad y Especificidad de la ultrasonografía pulmonar.....	24
3. CAPÍTULO III: MANEJO FISIOTERAPÉUTICO .....	25
3.1. Orientación Fisioterapéutica:.....	25
3.1.1. Tratamientos inespecíficos .....	25
3.1.2. Manejo Fisioterapéutico: Efecto de la terapia cinética combinada y la terapia de percusión en la resolución de la atelectasia en pacientes críticamente enfermos. ....	26
3.1.3. Movilización precoz: .....	26
CONCLUSIONES.....	27
RECOMENDACIONES .....	28
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29
ANEXOS.....	31
Anexo 1: Área de exploración USP.....	31
Anexo 2: Posición del paciente .....	32
Anexo 3: Líneas del USP .....	33

Anexo 4: Imagen normal de la USP .....	34
Anexo 5: Derrame pleural – USP .....	35
Anexo 6: Compromiso Alveolo Intersticial - USP .....	36
Anexo 7: Pared torácica normal .....	37
Anexo 8: Consolidación Pulmonar - USP .....	38
Anexo 9: Signo de la estratósfera - Neumotórax.....	39
Anexo 10: Signo del punto pulmonar – Neumotórax.....	40
Anexo 11: Movilización precoz .....	41

## INTRODUCCIÓN

La Ultrasonografía Pulmonar (USP) ha tenido lugar desde 1986, en donde los primeros estudios utilizando estos equipos fueron aplicados a animales, posteriormente utilizado en la práctica clínica con resultados relevantes y comparativos como primeros estudios experimentales. La Ultrasonografía es una técnica sonográfica basada en la capacidad que tienen los tejidos para reflejar y refractar las ondas en los equipos especializados.

En la actualidad se emplea el ultrasonido pulmonar en las Unidades de Cuidados Intensivos como ayuda para el diagnóstico clínico, como también para el tratamiento. Un estudio realizado en Europa (Bélgica, Francia y Suiza) en el 2015, demostró los impactos diagnósticos y terapéuticos del ultrasonido pudiendo ser de utilidad en un 87% de casos para diagnóstico y en un 13% para orientación de procedimientos. Concluyeron a su vez que el Ultrasonido Pulmonar para la evaluación diagnóstica es de uso extenso. (1)

Un artículo publicado en España titulado Ecografía clínica en la unidad de cuidados intensivos: cambiando un paradigma médico, menciona que todas las modalidades de ultrasonografía pueden tener interés en la UCI, tanto para ayudar a tomar decisiones como para guiar la realización de procedimientos. La formación en ecografía clínica debería incluir todas las técnicas de ultrasonografía y debería contarse en todo momento con la tutela de otros intensivistas y otros especialistas con mayor experiencia. (2)

Un estudio realizado en México titulado Patrones ultrasonográficos pulmonares en el enfermo grave señala que el ultrasonido pulmonar (USP) es una excelente herramienta para el diagnóstico de enfermedades pleuropulmonares, su seguimiento y toma de decisiones en la Unidad de Cuidados Intensiva (UCI), en el estudio utilizaron la descripción de los patrones ultrasonográficos para diferentes enfermedades pulmonares, donde concluyeron que el USP practicado en la Unidad de Terapia Intensiva es uno de los procedimientos diagnósticos más promisorios en la medicina intensiva, por lo que de seguro se extenderá su práctica e indicaciones. (3)

Un artículo en México en el año 2017 utilizó la Ultrasonografía pulmonar en la titulación del PEEP en pacientes con síndrome de insuficiencia respiratoria aguda, donde evaluaron su utilidad y el potencial de reclutamiento calculado por éste. Se aplicó en 14 pacientes y los resultados que evidenciaron fue de 19 de ellos (70%) entre hombres y mujeres, concluyendo que realizar la USP es factible, útil y es otra herramienta importante en la sobre distensión pulmonar. (4)

Todos estos estudios realizados son de suma importancia para considerar la utilización de la USP como diagnóstico y procedimientos clínicos en la observación del progreso o estado de estructuras intratorácicas que presenten alguna lesión, como también dar importancia a la realización de este procedimiento del Fisioterapeuta en la Unidad de Cuidados Intensivos.

## 1. CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. ULTRASONOGRAFÍA

Es una técnica de diagnóstico que utiliza el sonido. Esta técnica de imagen está basada en la emisión y recepción de ondas de ultrasonido, y las imágenes se obtienen mediante el procesamiento electrónico de los haces ultrasónicos (ecos) reflejados por las diferentes interfaces tisulares y estructuras corporales.

El uso práctico del ultrasonido se ha desarrollado lentamente, en buena parte debido a las limitaciones impuestas por el material. En 1912 se realizó el primer experimento en el que se utilizó el ultrasonido, en la búsqueda del naufragio del Titanic. En la Segunda Guerra Mundial se desarrolló el SONAR (sound navigation and ranging). Después de la guerra el Dr. Douglas Howry aplicó esta tecnología a la medicina, pero hasta el descubrimiento y aplicación del modo B no se difundió su uso en el diagnóstico médico.

El siguiente gran avance ocurrió en 1974 con la llegada de la imagen en escala de grises. La aplicación de los ordenadores ha llegado a la aplicación de la escala de grises y la ecografía en tiempo real. Posteriormente se desarrollaron nuevas aplicaciones como el Doppler Color o el Power Doppler, que configurarían definitivamente la técnica como la conocemos hoy en día. (9)

#### 1.1.1. Tipos de Ultrasonografía

La división de la ultrasonografía se puede entender de acuerdo al órgano que se desea evaluar.

##### Ecografía abdominal

Se trata de revisar órganos ubicados en el abdomen, como el bazo, el hígado el páncreas y el riñón. Es utilizado en cuadros de dolores abdominales, infecciones renales o fiebre y permite identificar hernias, tumores, o daños después de un golpe.

## Ultrasonido de mama

Los ecografistas de mama utilizan frecuencias y transductores especializados para crear imágenes de diagnóstico de los tejidos mamarios. A menudo es un complemento útil para las mamografías, corroborar o contradecir la imagen de rayos X.

## Endoscopia:

Se inserta un endoscopio en el cuerpo, generalmente a través de la boca, para examinar áreas como su estómago o garganta (esófago). Por lo general, se administra un sedante para mantener la calma y un aerosol con anestesia local para adormecer la garganta, ya que una ecografía endoscópica puede ser incómoda. (2)

Localización corporal	Diagnóstico ecográfico	Intervenciones eco guiadas
Cabeza	Diámetro de la vaina del nervio óptico Posición de la línea media, hidrocefalia y hematomas Ecografía Doppler transcraneal	
Cuello	Estado de la vía aérea Enfermedad arterial carotídea Enfermedad arterial vertebral Trombosis venosa yugular Presencia de adenopatías	Canalización de vena yugular interna Intubación endotraqueal Traqueotomía percutánea
Tórax	Posición del tubo endotraqueal Detección de atelectasias Detección de neumotórax Diagnóstico de neumonías Monitorización de reclutamiento pulmonar Diagnóstico de edema pulmonar Cuantificación y cualificación del derrame pleural Estudio del diafragma Ecocardiografía básica y avanzada Ecografía del trauma torácico (contusiones, fracturas, hemotórax, etc.)	Drenaje de neumotórax Toracocentesis Pericardiocentesis Canalización de vena subclavia y axilar

Abdomen	<p>Detección de hidronefrosis</p> <p>Detección de globo vesical</p> <p>FAST</p> <p>Líquido libre intraperitoneal</p> <p>Hematomas de pared abdominal</p> <p>Colecistitis aguda</p> <p>Síndrome aórtico agudo</p> <p>Detección de patología hepática, sus complicaciones y signos de hipertensión portal</p> <p>Detección de isquemia intestinal embólica (edema de asas y obstrucción de la arteria mesentérica superior)</p>	Paracentesis
Extremidades	<p>Trombosis venosa femoral y poplítea</p> <p>Presencia de flujo arterial en zonas distales cuando hay sospecha de isquemia</p> <p>Detección de complicaciones de las técnicas de acceso vascular (pseudoaneurismas, fístulas)</p>	<p>Canalización de vena y arteria femoral</p> <p>Canalización de PICC y vías periféricas</p> <p>Extracción de hemocultivos</p>
General	<p>Hematomas y cuerpos extraños</p> <p>Edema, miositis y celulitis</p> <p>Evaluación de la polineuropatía/miopatía del paciente crítico</p>	Punción de hematomas

### 1.1.2. Características de la ultrasonografía

#### Frecuencia

La frecuencia de una onda de US consiste en el número de ciclos o de cambios de presión que ocurren en un segundo. La frecuencia la cuantificamos en ciclos por segundo o hertz. La frecuencia está determinada por la fuente emisora del sonido y por el medio a través del cual está viajando.

El US es un sonido cuya frecuencia se ubica por arriba de 20 kHz. Las frecuencias que se utilizan en Medicina para fines de diagnóstico clínico están comprendidas más frecuentemente en el rango de 2-28 MHz, y con fines experimentales se manejan frecuencias superiores a 50 MHz.

#### Velocidad de propagación

Es la velocidad a la que puede viajar el sonido a través de un medio. El promedio de velocidad de propagación en tejidos blandos es de 1540 m/s (330 m/s a través del aire). La propagación del sonido supone un transporte de energía en forma de ondas mecánicas sin transporte de materia por lo que la velocidad de propagación está determinada por las características del medio, especialmente la densidad y la compresibilidad. La velocidad es inversamente proporcional a la compresibilidad: las moléculas en los tejidos más compresibles están muy separadas por lo que transmiten el sonido más lentamente. En general, el sonido viaja a mayor velocidad en los sólidos que en los líquidos y en los líquidos mayor que en los gases. En el aire la velocidad de propagación es tan lenta que las estructuras que lo contienen no pueden ser evaluadas por ultrasonido.

#### Amplitud

La amplitud es la altura máxima que alcanza una onda. Hace referencia a la intensidad del sonido y se mide en decibelios (dB).

## Longitud de onda

Se define como la distancia entre el inicio y el fin de un ciclo. La unidad de medida es el milímetro (mm). La longitud de onda se obtiene dividiendo la velocidad entre la frecuencia.

## Escala de grises

Las estructuras corporales están formadas por distintos tejidos, lo que da lugar a múltiples interfaces que originan, en imagen digital, la escala de grises. El elemento orgánico que mejor transmite los ultrasonidos es el agua, por lo que ésta produce una imagen ultrasonográfica anecoica (negra). En general, los tejidos muy celulares son hipoecoicos, dado su alto contenido de agua, mientras que los tejidos fibrosos son hiperecoicos, debido al mayor número de interfaces presentes en ellos. (6)

### 1.1.3. Ultrasonografía Pulmonar

Esta técnica de ultrasonido, sobre la aplicación en la zona torácica tiene como fundamento el reflejo de las ondas sonoras que traduce el aire. En 1986 se practicó ésta en los caballos para la evaluación pleuropulmonar por el Dr. Rantanen, luego el Dr. Wernecke y cols. lo introdujeron a la práctica clínica haciendo un estudio comparativo de 20 sujetos sanos y 8 sujetos con Neumotórax, observando en estos últimos la pérdida de la movilidad pleural normal (3,11).

#### 1.1.3.1. Indicaciones de la USP

Dentro de las indicaciones de aplicación del equipo se pueden diferenciar las siguientes:

- Derrame pleural, guía para toracocentesis y colocación de drenaje pleural, (indicación más habitual)
- Neumotórax
- Síndrome alveolo Intersticial (fibrosis pulmonar, fallo cardiaco, síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), lesión pulmonar aguda)
- Consolidación pulmonar (atelectasia, contusión pulmonar, neumonía, infarto pulmonar, tumor).
- Movilidad diafragmática

- Guía para comprobación de una correcta entubación orotraqueal.
- Evaluación de la respuesta a antibioterapia en la neumonía asociada a ventilación mecánica.

### Utilidad de la ecografía torácica

Estudio de la pared torácica	
Tumoraciones	Visualización de las características, delimitación y como guía de punciones
Fracturas costales	Pacientes con dolor localizado en donde las radiografías no muestra hallazgos
Nódulos linfáticos	Estudio de adenopatías y guía de punciones
Pulmón	
Neumonías	Visualización de zonas de pulmón condensadas
Atelectasias	Visualización del parénquima pulmonar colapsado y en ocasiones flotando sobre liquido pleural
Abscesos	Delimitación de abscesos periféricos y como guía de punciones
Enfermedad intersticial	Aumento de artefactos en “cola de cometa” líneas B
Cavidades periféricas	Guía para toma de muestras
Tumoraciones periféricas	Guía para punciones
Embolismo pulmonar	En casos de infartos pulmonares
Pleura	
Derrames	Cuantía y características del derrame
Empiemas	Loculaciones y guía para colocación de drenajes
Lesiones sólidas	Guía para punciones
Examen dinámico	Diagnóstico rápido de neumotórax
Mediastino	
Aumento de mediastino	Características del aumento: sólido-líquido
Adenopatías	Valoración de adenopatías y punciones
Derrame pericárdico	Cuantificación y valoración de taponamiento
Síndrome de vena cava superior	Valoración de colaterales
Diafragma	
Estudio de movilidad diafragmática	Diagnóstico de parálisis diafragmática.

Modificada de Beckh S et al. Real-Time Chest Ultrasonography. A comprehensive Review for the Pulmonologist. Chest 2002; 122: 1759-73. (14)

### 1.1.3.2. Contraindicaciones de la USP

La ultrasonografía pulmonar no tiene contraindicación alguna, puesto que es una técnica no invasiva.

### 1.1.3.3. Ventajas de la USP (8)

- a. Inocua: Carece de radiación ya que se basa en el empleo de los ultrasonidos; como técnica diagnóstica no tiene efectos biológicos sobre el organismo.
- b. Permite controles repetidos: Muy importante para conocer la evolución en traumatismos, litiasis, patología crónica, pos cirugía, etc.
- c. Fácil acceso y/o desplazable: El ecógrafo puede desplazarse sin necesidad de mover al paciente: en una unidad de cuidados intensivos (UCI) o en un box de Urgencias, o también llevar un equipo portátil a un domicilio.
- d. Dinámica: El tiempo real cobra aun mayor importancia en exploraciones como: movimiento de las válvulas cardiacas, flujo vascular, deslizamiento de un tendón, desplazamiento de un cálculo, etc.
- e. Ecolpación: La compresión dirigida con el transductor puede ser una gran ayuda: se observa la consistencia de una masa, si hay dolor selectivo o no en una zona sospechosa (por ejemplo: colelitiasis con Murphy ecográfico positivo), si una colección fluctúa o si una vena con sospecha de trombosis no se deprime, etc.
- f. Reproducible: La sistemática exploratoria en ecografía se ha estandarizado y permite reproducir un estudio por otro ecografista.
- g. Punción dirigida: La ecografía puede ser utilizada para guiar una punción con fines diagnósticos o terapéuticos: aspiración para citología, drenaje o infiltraciones precisas.
- h. Contrastes ecográficos: Se está avanzando en este campo pues mejora las prestaciones en determinados estudios vasculares y de tumores. (8)

#### 1.1.3.4. Criterios de Diagnóstico de la USP

Pared torácica normal: La pleura visceral y la parietal normales no siempre pueden ser visualizada por ecografía. Normalmente se suele ver como una fina línea de unos 2 mm de grosor hiperecogénica. Entre ellas se encuentra el espacio pleural, que no mide más de 0,3-0,5 mm en su estado normal. Con los movimientos respiratorios las dos hojas pleurales se deslizan una sobre la otra. El signo de deslizamiento de las dos hojas pleurales nos sirve para detectar dónde se encuentra la superficie del pulmón. El parénquima pulmonar normal, al contener aire en su interior, no transmite los ecos por lo que no puede ser visualizado con claridad. Las costillas dejan una sombra acústica posterior. (14) (Anexo 7)

Existen tres modos básicos de presentar las imágenes ecográficas. El modo A o de amplitud es el que se empleó inicialmente para distinguir entre estructuras quísticas y las sólidas. Hoy en día es excepcionalmente empleado, salvo para comprobar los parámetros técnicos viendo la amplitud a las distintas profundidades. El modo M se emplea con las estructuras en movimiento, como el corazón, y muestra la amplitud en el eje vertical, el tiempo y la profundidad en el eje horizontal. El modo B es la representación pictórica de los ecos y es la modalidad empleada en todos los equipos de ecografía en tiempo real. (2) (5) (Anexo 4)

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.

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 (comet tail artifact): líneas hiperecogénicas verticales que parten desde la pleura y alcanzan el final de la pantalla. Si son múltiples se denominan patrón B o cohetes (lung rockets). 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). (Anexo 3)

## Signos de Ecografía Pulmonar

Signo del deslizamiento pleural (gliding o sliding sign): imagen en modo real del movimiento de la pleura visceral (que acompaña al pulmón) sobre la parietal

Signo de la orilla (seashore sign): en modo M se distinguen 2 zonas bien diferenciadas. La parte superior, que corresponde a la pared torácica, formada por líneas horizontales paralelas. La parte inferior, desde la pleura, de aspecto granulado, como arena de playa (sandy beach)

Signo de la medusa (jellyfish sign) o de la lengua (tonguelike sign): se corresponde con una atelectasia completa del lóbulo pulmonar (generalmente inferior) que flota sobre un derrame pleural masivo

Signo de la sinusoide (sinusoid sign): movimiento centrifugo (hacia el transductor) de la línea que representa la interface, generalmente la pleura visceral, con la inspiración

Signo del plancton: imágenes puntiformes hiperecogénicas móviles en el seno de un derrame pleural. Son indicativas de un exudado o hemotórax

Signo del punto pulmonar (lung pointsign): en modo M se produce una sucesión de imágenes normales (arenosas) durante la inspiración y anormales (líneas horizontales) durante la espiración. Es el punto del tórax en el que en inspiración el pulmón toca o alcanza a la pared torácica en el seno de un neumotórax no masivo.

Signo de la estratosfera (stratospfere sign) o del código de barras (bar code sign): en modo M solo se visualizan líneas horizontales paralelas

Signo del límite regular (quad sign): de los bordes bien definidos (regulares). Se produce en el derrame pleural, al estar siempre localizado entre ambas pleuras

Signo del límite irregular (shred sign, signo de la scie o dientes de sierra): de las tiras o bordes irregulares. Se produce en la consolidación, generalmente neumónica, y el borde más profundo está sin definir, salvo que afecte a todo un lóbulo

Signo del latido pulmonar (lung pulse): en modo M el aspecto granulado se intensifica con líneas verticales a intervalos coincidentes con el latido cardiaco. Representa un paso intermedio hacia la atelectasia completa, como sucede en los primeros momentos tras una intubación selectiva

Signo del artefacto pulmonar (cardiac-lung): en pacientes en ventilación mecánica se observa en la ventana apical de la ecocardiografía transtorácica una masa intracardiaca, que en modo M presenta un patrón respirofásico similar al signo de sinusoide. Se trata de una imagen especular de una consolidación pulmonar o derrame pleural

M. Colmenero et al. Utilidad de la ecografía pulmonar en la unidad de medicina intensiva. 0210-5691 2010 El sevier España, S.L. y SEMICYUC. doi: 10.1016/j.medin.2010.04.004 (12)

#### 1.1.3.5. Procedimiento de la USP

Para explorar todo el tórax el paciente debe colocarse sentado, con el brazo elevado y las manos colocadas detrás de la nuca. Con ello obtendremos una mayor apertura de los espacios intercostales, para conseguir una mejor penetración de los ultrasonidos, evitando la sombra acústica que producen las costillas. (Anexo 1)

En los pacientes críticos, la exploración se realiza en la posición de decúbito supino, que permite un fácil abordaje antero lateral. Se establecen que son suficientes 4 áreas en cada hemitórax, y que lo dividen en 2 zonas, anterior y lateral, con la línea axilar anterior como divisoria. A su vez, cada zona se divide en una superior y otra inferior según una línea horizontal que atravesaría la unión del tercio medio con el inferior del esternón. La exploración comenzaría por la zona anterosuperior y acabaría por el latero inferior, con cortes longitudinales y transversales. A veces es necesario el estudio de las zonas dorsales, para lo que es precisa una ligera inclinación del paciente, que se logra exclusivamente con una leve aducción del brazo ipsolateral. (Anexo 2)

#### 1.1.3.6. Equipo multidisciplinario de la USP

Dentro del equipo multidisciplinario que se encarga del estudio, la interpretación, la aplicación, el cuidado y las observaciones que necesita esta técnica se encuentran: Médicos Neumólogos, Médicos intensivistas, Médicos Radiólogos, TM en radiología, TM en Fisioterapia Cardiorrespiratoria, Licenciados en Enfermería, profesional técnico de enfermería.

## 2. CAPÍTULO II: MANEJO CLÍNICO

### 2.1. Diagnóstico clínico diferencial

#### 2.1.1. Neumotórax

En el caso del neumotórax, se observa la pérdida del movimiento ondulante de la línea pleural, lo que está en relación al 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 sobrepuestas a lo que se denomina «Signo de la Estratosfera» (Anexo 9)

También se observa la modificación del patrón ultrasonográfico asociado a los movimientos respiratorios (inspiración-espriación), 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, la 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 espriación, a esta imagen se le denomina «Signo del Punto Pulmonar» (3) (Anexo 10)

#### 2.1.2. Consolidaciones Pulmonares

En el caso de neumonías, con ecografía se pueden visualizar consolidaciones en contacto con la pleura visceral. La ecogenicidad variará dependiendo de la aireación de la zona de neumonía. Característicamente se observan pequeñas zonas puntiformes hiperecogénicas, que corresponden con aire atrapado en el tejido pulmonar condensado. En algunos casos se puede observar broncograma aéreo ecográfico, como zonas hiperecogénicas en forma de ramificaciones. En el caso de infartos pulmonares secundarios a tromboembolismo pulmonar, se observa una zona hipoecogénica de morfología triangular; en algunos casos existe una pequeña zona hiperecogénica central que corresponde con aire atrapado en el bronquiolo. (14) (Anexo 8)

### 2.1.3. USP en 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” (curtain sign), que se presenta tanto en el tiempo real como en el modo M. (Anexo 5)

### 2.1.4. 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:

- 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 Cuetes (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. (11) (Anexo 6)

### 2.1.5. Sensibilidad y Especificidad de la ultrasonografía pulmonar

Estudio	Sensibilidad %	Especificidad %
Derrame pleural	94	97
Consolidación alveolar	90	98
Síndrome intersticial	93	93
Neumotórax	100	96
Neumotórax oculto	80	100

Raúl Carrillo Esper, Jorge Raúl Carrillo Córdova, Luis Daniel Carrillo Córdova. Patrones ultrasonográficos pulmonares en el enfermo grave. Vol. XXV, Núm. 1 / Ene.-Mar. 2011 pp 24-32

### 3. CAPÍTULO III: MANEJO FISIOTERAPÉUTICO

#### 3.1. Orientación Fisioterapéutica:

Uno de los objetivos principales dentro del manejo fisioterapéutico en Cuidados Intensivos es “lograr la expansión del pulmón afectado” cuando nos encontramos frente a un caso clínico de disfunciones diafragmáticas, que generen una insuficiencia respiratoria. Ante ello es imprescindible la intervención de la Fisioterapia para estimular la biomecánica torácica normal, juntamente con la vigilancia permanente de los demás profesionales a cargo.

Los ultrasonidos permiten observar el movimiento diafragmático en una variedad de condiciones normales y patológicas; puede evaluar las características del movimiento diafragmático, como la amplitud, la fuerza y la velocidad de contracción, los patrones especiales de movimiento y los cambios en el grosor del diafragma durante la inspiración. Estos parámetros diafragmáticos ecográficos pueden proporcionar información valiosa en la evaluación y el seguimiento de pacientes con debilidad diafragmática o parálisis, y pueden ayudar potencialmente a comprender la disfunción pulmonar causante de una insuficiencia respiratoria.

En un estudio observacional en España en donde observaron 4 casos de disfunción diafragmática resaltaron la importancia del manejo fisioterapéutico ante los hallazgos favorables en la Ultrasonografía pulmonar practicada en UCI de un nosocomio. El caso clínico específico presentó una disfunción multiorgánica por sus lesiones de ingreso: traumatismo craneoencefálico severo, traumatismo facial, traumatismo torácico derecho con rotura de aorta ascendente contenida, neumotórax, contusión pulmonar y fracturas costales múltiples, traumatismo locomotor con fractura de cuello femoral izquierdo, traumatismo de raquis con fractura de apófisis transversas derechas C7, D2, D4, y todas las lumbares y aumento espacio epidural posterior C2-C4 en relación con hematoma cervical. A nivel torácico presentó consolidación pulmonar (contusión / sobreinfección) y derrame pleural izquierdo persistente con elevación hemidiafragmática derecha. (16)

##### 3.1.1. Tratamientos inespecíficos

- Humidificación e Hidratación

- Técnicas de fisioterapia respiratoria dirigida por especialistas
- Respiración con ventilación con presión positiva intermitente (IBPP), Presión positiva respiratoria continua (CPAP) y presión positiva al final de la espiración (PEEP).
- Broncoscopías

3.1.2. Manejo Fisioterapéutico: Efecto de la terapia cinética combinada y la terapia de percusión en la resolución de la atelectasia en pacientes críticamente enfermos.

Este es un estudio que tuvo como objetivo principal, determinar el papel de la terapia cinética combinada con la percusión mecánica en la resolución de la atelectasia establecida de los pulmones. Para ello se estudiaron a 24 pacientes con insuficiencia respiratoria, ventilados mecánicamente o respirando espontáneamente, que demostraron atelectasias de pulmón entero segmentarias, lobares o unilaterales. Concluyeron que la terapia de KT y P mecánica dio como resultado una resolución parcial o completa de atelectasia significativamente mayor en comparación con la terapia convencional. (17,18)

3.1.3. Movilización precoz:

Se basa en un conjunto de movimientos planificados y con una progresión definida, empezando por los movimientos que el paciente es capaz de hacer, con el objetivo de volver al estatus inicial antes del ingreso en la UCI. Estos movimientos incluyen la elevación del cabezal, cambios posturales, ejercicios pasivos y posteriormente activos en la cama, sedestación al borde de la cama, sedestación en la silla y deambulaci3n. Adem3s, introducimos de manera progresiva las actividades de la vida diaria. Este manejo en UCI hace posible la recuperaci3n de pacientes cr3ticos de manera precoz, as3 disminuir su estad3a en las unidades intensivas evitando procesos infecciosos intrahospitalarios. (19) (Anexo 11)

## CONCLUSIONES

1. La ultrasonografía pulmonar es una técnica de diagnóstico por imágenes que revela el reflejo acústico de las estructuras intratorácicas, son precisas e ilustrativas ya que contiene información visual del estado y el comportamiento de las estructuras parenquimatosas del Sistema Respiratorio, dando a conocer las anomalías que pueden presentarse en el análisis de imágenes en escala de grises que proyecta.
2. La ultrasonografía pulmonar en la insuficiencia respiratoria aguda evidencia las características típicas en los hallazgos mediante las imágenes proyectadas, teniendo como ventaja especial, la diferencia de colores en escala de grises. Poniendo en manifiesto la patología hallada, sin llegar a la confusión con otras representaciones gráficas para otras anomalías, siendo para la IRA las proyecciones típicas en cualquiera de los casos.
3. Las características de la ultrasonografía pulmonar son: Frecuencia, Velocidad de propagación, Amplitud, Longitud de onda, Escala de grises. Estas características técnicas de los equipos mediante los principios físicos expuestos garantizan la precisión del estudio de las estructuras intratorácicas, pudiendo darnos visualizaciones asertivas para las diferentes patologías.
4. Los criterios de diagnóstico de la USP se basan en la presencia de líneas que tienen como interpretación signos diferenciales para cada patología pulmonar, ya que para estas patologías se consiguen hallazgos con rasgos específicos, diferenciándolas entre sí. Pues, los hallazgos gráficos de la escala de grises reflejan los detalles del comportamiento anómalo de las estructuras intratorácicas.
5. La USP tiene como ventajas la carencia de irradiación, fácil de transportar, sin límites de aplicación, sobre todo para ser utilizado en la unidad de cuidados intensivos en donde no es posible el ingreso de equipos amplios de diagnósticos por imágenes, logrando el mayor confort del especialista y comodidad para el paciente crítico.

## RECOMENDACIONES

1. Se sugiere que el fisioterapeuta siga formando parte del equipo multidisciplinario de Unidad de cuidados Intensivos, porque es una profesional que aporta a la pronta recuperación del paciente crítico mediante el estímulo del movimiento de estructuras torácicas y el sistema respiratorio.
2. Se sugiere que el fisioterapeuta debe conocer la interpretación y el resultado de la USP en las distintas patologías de abordaje en su especialidad, capacitarse y emplear el conocimiento para observar los resultados post intervención intrahospitalaria, ambulatoria y domiciliaria. Ya que el equipo es muy versátil para transportarlo.
3. Se sugiere que el fisioterapeuta pueda usar el ultrasonógrafo para medir los efectos de su intervención terapéutica. Al inicio y al término de una sesión, como también en períodos regulares con el fin de conocer el progreso favorable y recuperable del paciente crítico en las diferentes patologías que se traducen en la USP.
4. El Fisioterapeuta y el Médico intensivista deben plantear objetivos de tratamiento para la recuperación precoz del paciente en UCI, desde varios puntos de vista profesional médico y fisioterapéutico, logrando que sea favorable. Así, el paciente crítico no podrá adquirir infecciones intrahospitalarias que agraven el avance de su recuperación.
5. La Ultrasonografía pulmonar podrá ser un medio de evidencia en la práctica profesional del fisioterapeuta, ya que se puede emplear como instrumento para la medición de resultados dentro del manejo fisioterapéutico especializado en Rehabilitación Pulmonar

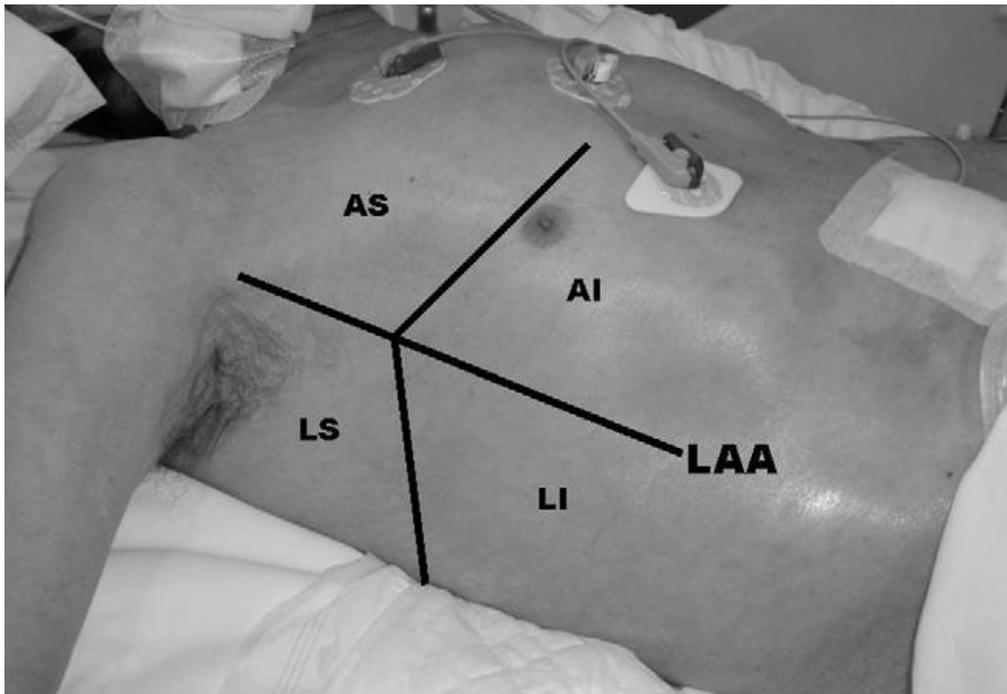
## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zieleskiewicz L. et al. Point-of-care ultrasound in intensive care units: assessment of 1073 procedures in a multicentric, prospective, observational study. *Intensive Care Med.*, 41 (2015), pp. 1638-1647
2. Álvarez J. Ecografía clínica en la unidad de cuidados intensivos: cambiando un paradigma médico. en representación del Club de Ecografía UCI Madrid de la SOMIAMA. DOI: 10.1016/j.medin.2015.10.008
3. Carrillo R. et al. Patrones ultrasonográficos pulmonares en el enfermo grave. Vol. XXV, Núm. 1 / Ene.-Mar. 2011 pp 24-32
4. Torres O. Utilidad del ultrasonido de pulmón en la titulación de la PEEP en pacientes con síndrome de insuficiencia respiratoria aguda clasificación Berlín moderado y grave. *Med Crit* 2017;31(1):7-15
5. Pineda C. Principios Físicos Básicos del Ultrasonido. *Rev. chil. reumatol.* 2009; 25(2):60-66
6. Granados M. Instituto Pediátrico del Corazón. Hospital 12 de octubre. Madrid. Principios básicos de ecografía. Disponible en: [https://www.academia.edu/36802714/Principios\\_b%C3%A1sicos\\_de\\_ecograf%C3%ADa](https://www.academia.edu/36802714/Principios_b%C3%A1sicos_de_ecograf%C3%ADa)
7. Kossoff G. Basic physics and imaging characteristics of ultrasound. *World J Surg.* 2000; 24:134-42. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10633140>
8. Díaz N. et al. Ecografía: principios físicos, ecógrafos y lenguaje ecográfico. *SEMERGEN.* 2007;33(7):362-9
9. Ortega D. Historia del ultrasonido: el caso chileno. *Revista Chilena de Radiología.* Vol. 10 N° 2, año 2004; 89-92
10. Rafael J. Tipos de Ecografía Médica. Recuperado de la web: <https://www.grupoimd.com.co/blog/tipos-de-ecografia/>

11. Carrillo R. y cols. Ultrasonido pulmonar en la unidad de terapia intensiva. Fundamentos y aplicaciones clínicas. Cir Ciruj 2009; 77:323-328.
12. Colmenero M. et al. Utilidad de la ecografía pulmonar en la unidad de medicina intensiva. 0210-5691 2010 El sevier España, S.L. y SEMICYUC. doi: 10.1016/j.medin.2010.04.004
13. Sánchez J. (2013). Utilidad de la ecografía portátil en el paciente con disnea aguda. Colegio oficial de médicos de Madrid. Disponible en: <https://www.fesemi.org/sites/default/files/documentos/ponencias/i-reunion-ecografia/ecografia-portatil-paciente-disnea-aguda.pdf>
14. Arenas Gordillo M. La ecografía como técnica neumológica. Disponible en: [https://www.neumosur.net/files/publicaciones/ebook/4-ECO\\_TECNICA-Neumologia-3\\_ed.pdf](https://www.neumosur.net/files/publicaciones/ebook/4-ECO_TECNICA-Neumologia-3_ed.pdf)
15. García H. et al. Semiología pulmonar por ultrasonido - monitorización dinámica disponible junto al paciente. revcolombanesthesiol.2015;43(4):290–298
16. Rocca Ch. Evaluación ecográfica de la función diafragmática en el paciente crítico. Disponible en: <https://anestesiario.org/2018/evaluacion-ecografica-de-la-funcion-diafragmatica-en-el-paciente-critico/>
17. Díaz A. Atelectasias en UCI. Disponible en: [http://uciperu.com/uciperu\\_archivos/atelectasiasuci.pdf](http://uciperu.com/uciperu_archivos/atelectasiasuci.pdf)
18. Raoof S. et al. Efecto de la terapia cinética combinada y la terapia de percusión sobre la resolución de la atelectasia en pacientes críticamente enfermos. Disponible en: <https://doi.org/10.1378/chest.115.6.1658>
19. Magret M. Movilización precoz en UCI: se puede. Hospital Universitari Joan XXIII, Tarragona. España. Disponible en: <https://humanizandoloscuidadosintensivos.com/es/movilizacion-precoz-en-uci-se-puede/>

## ANEXOS

### Anexo 1: Área de exploración USP



Áreas de exploración. AI: antero inferior; AS: anterosuperior; LAA: línea axilar anterior; LI: latero inferior LS: latero superior.

Referencia: M. Colmenero et al. Utilidad de la ecografía pulmonar en la unidad de medicina intensiva. 0210-5691 2010 El sevier España, S.L. y SEMICYUC. doi: 10.1016/j.medin.2010.04.004

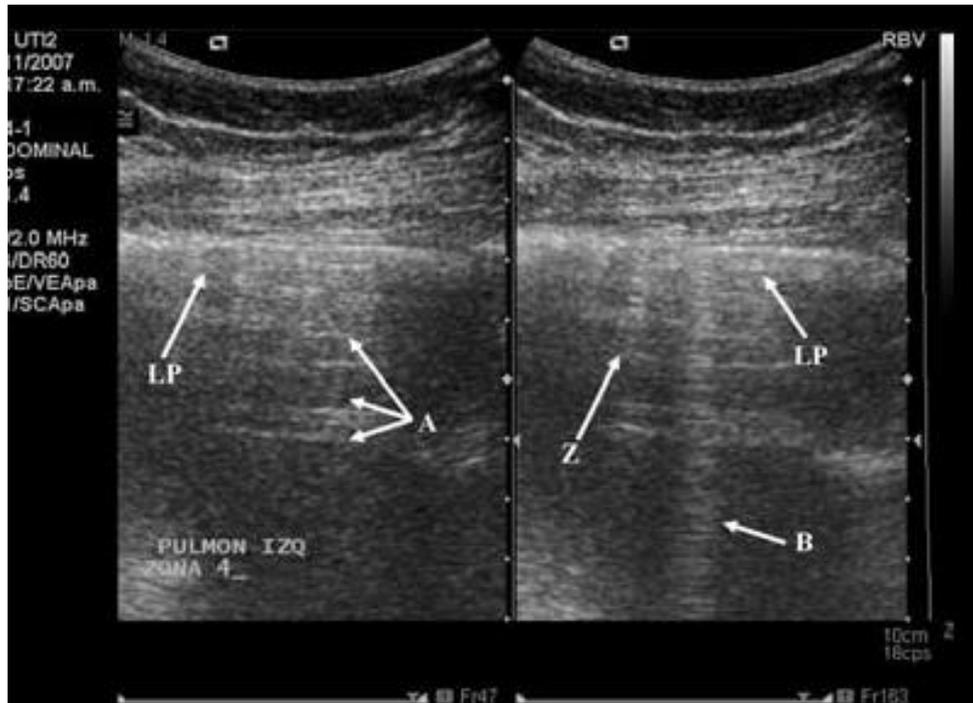
## Anexo 2: Posición del paciente



Posición del paciente para la exploración. Izq.:  
Paciente en sedente, exploración basal posterior.  
Der: Posición para la exploración de los senos  
costo diafragmáticos y diafragma.

Referencia: M. Arenas Gordillo. La ecografía  
como técnica neumológica. Disponible en:  
[https://www.neumosur.net/files/publicaciones/eb  
ook/4-ECO\\_TECNICA-Neumologia-3\\_ed.pdf](https://www.neumosur.net/files/publicaciones/eb<br/>ook/4-ECO_TECNICA-Neumologia-3_ed.pdf)

### Anexo 3: Líneas del USP



Ultrasonido pulmonar donde se observa línea pleural (LP), línea A (A), línea Z (Z), línea B (B).

Referencia: R. Carrillo y cols. Ultrasonido pulmonar en la unidad de terapia intensiva. Fundamentos y aplicaciones clínicas. Cir Ciruj 2009; 77:323-328.

Anexo 4: Imagen normal de la USP

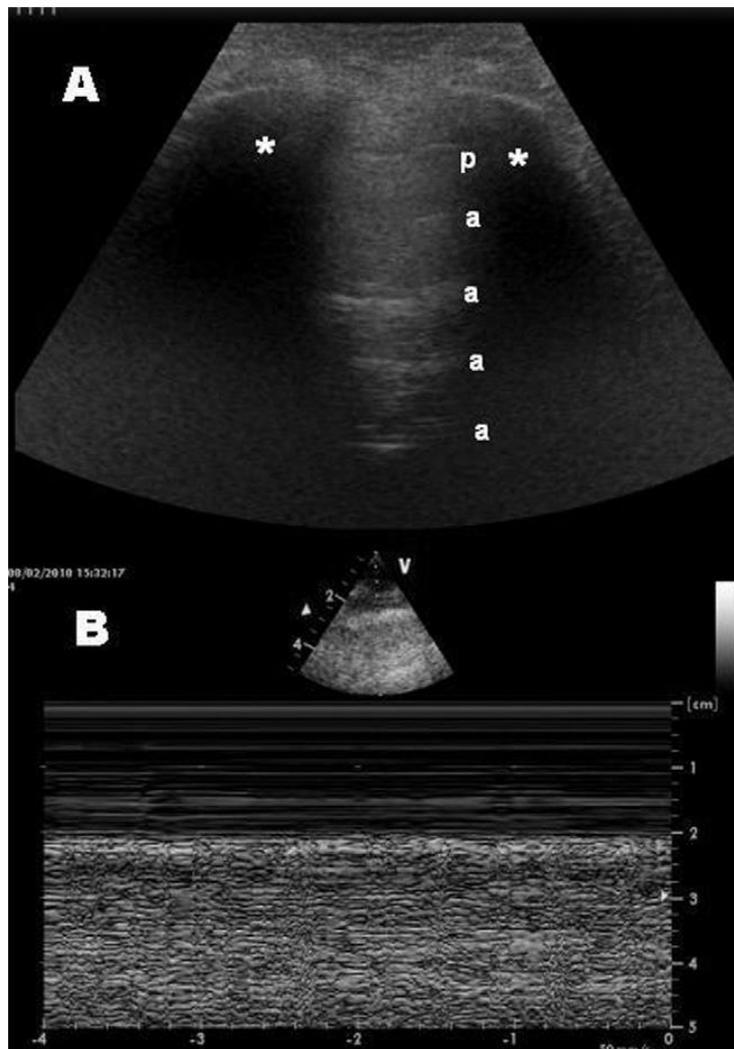


Imagen normal. A) Modo bidimensional: signo del murciélago. B) Modo M: signo de la orilla de playa. (\*): Sombra costal; a: líneas A; p: línea pleural. (12)

Referencia: M. Colmenero et al. Utilidad de la ecografía pulmonar en la unidad de medicina intensiva. 0210-5691 2010 El sevier España, S.L. y SEMICYUC. doi: 10.1016/j.medin.2010.04.004

Anexo 5: Derrame pleural – USP

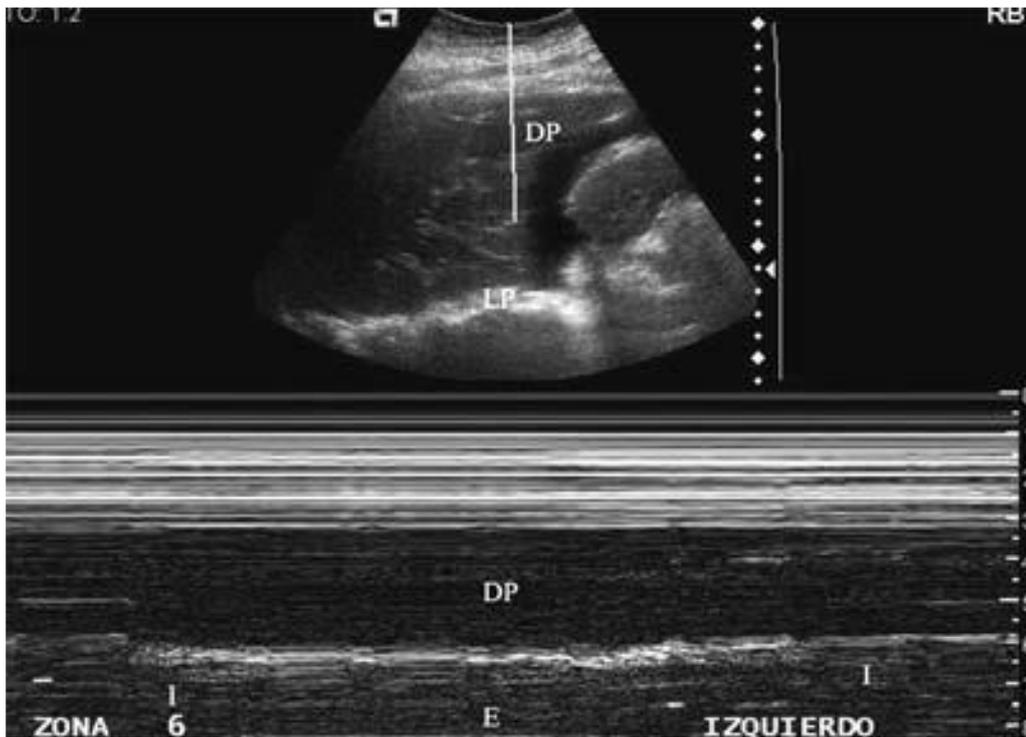


Imagen ultrasonográfica característica de derrame pleural. Imagen superior: derrame pleural (DP), imagen hipoecoica que desplaza la línea pleural (LP) y colapsa el parénquima pulmonar. Imagen inferior: “signo de la cortina”, donde se observa en modo M desplazamiento pleural con los movimientos respiratorios condicionado por el derrame pleural (DP). I = inspiración, E = espiración. (11)

Referencias: R. Carrillo y cols. Ultrasonido pulmonar en la unidad de terapia intensiva. Fundamentos y aplicaciones clínicas. Cir Ciruj 2009; 77:323-328.

## Anexo 6: Compromiso Alveolo Intersticial - USP



Imagen ultrasonográfica de compromiso alvéolo-intersticial. Nótese la abundancia de «Líneas B» (B) que se originan de la «Línea pleural» (LP) y borran las «Líneas A».

Referencias: R. Carrillo y cols. Ultrasonido pulmonar en la unidad de terapia intensiva. *Fundamentos y aplicaciones clínicas. Cir Ciruj* 2009; 77:323-328.

## Anexo 7: Pared torácica normal



Visión ecográfica con transductor convexo de la pared torácica normal.

Referencias: M. Arenas Gordillo. La ecografía como técnica neumológica. Disponible en: [https://www.neumosur.net/files/publicaciones/ebook/4-ECO\\_TECNICA-Neumologia-3\\_ed.pdf](https://www.neumosur.net/files/publicaciones/ebook/4-ECO_TECNICA-Neumologia-3_ed.pdf)

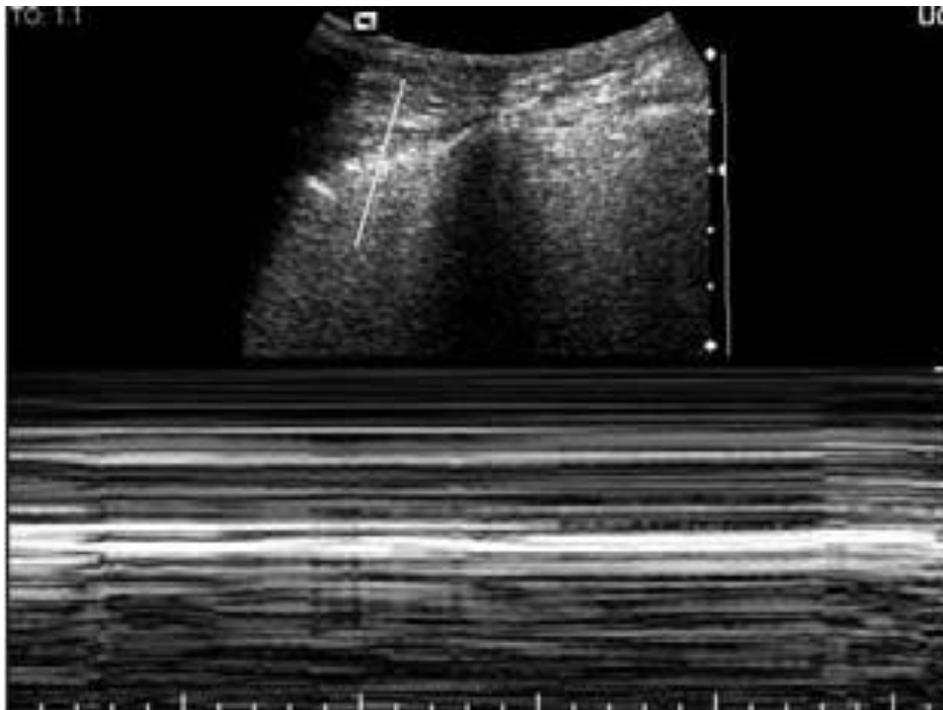
## Anexo 8: Consolidación Pulmonar - USP



Consolidación pulmonar con broncograma aéreo ecográfico. (14)

Referencias: M. Arenas Gordillo. La ecografía como técnica neumológica. Disponible en: [https://www.neumosur.net/files/publicaciones/ebook/4-ECO\\_TECNICA-Neumologia-3\\_ed.pdf](https://www.neumosur.net/files/publicaciones/ebook/4-ECO_TECNICA-Neumologia-3_ed.pdf)

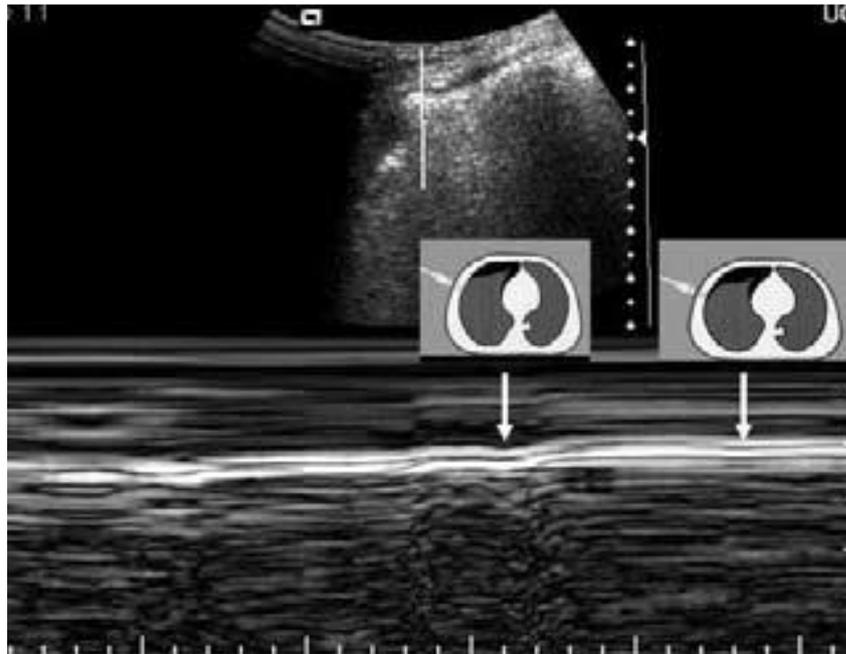
## Anexo 9: Signo de la estratósfera - Neumotórax



Signo de la estratosfera. Imagen superior, se observa pérdida de la línea pleural y ausencia de líneas B. Imagen inferior simultánea en Modo M, en donde se observan exclusivamente líneas horizontales (características del “Signo de la estratosfera”), pérdida de la línea pleural y del “Signo de la Playa”.

Referencias: R. Carrillo et al. Patrones ultrasonográficos pulmonares en el enfermo grave. Vol. XXV, Núm. 1 / Ene.-Mar. 2011 pp 24-32

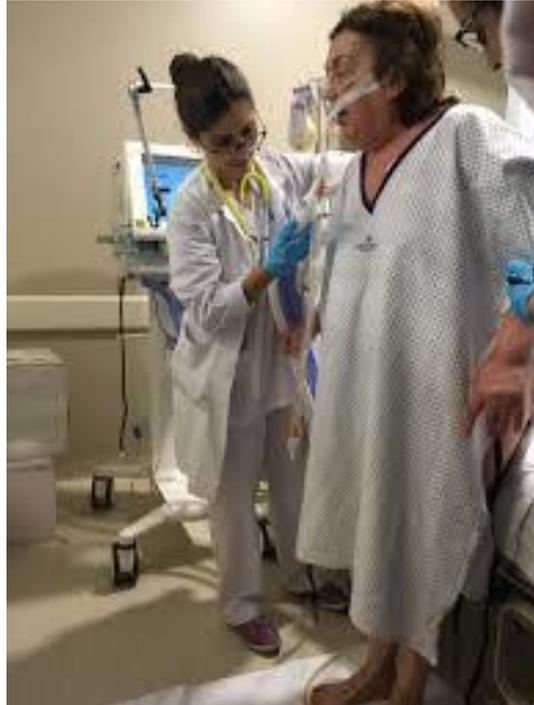
## Anexo 10: Signo del punto pulmonar – Neumotórax



Signo del “Punto pulmonar”, caracterizado por alternancia en el Modo M del “Signo de la playa” (SP) durante la inspiración y el “Signo de la estratosfera” (SE) durante la espiración, ver recuadro. Línea pleural (flechas).

Referencias: R. Carrillo et al. Patrones ultrasonográficos pulmonares en el enfermo grave. Vol. XXV, Núm. 1 / Ene.-Mar. 2011 pp 24-32

## Anexo 11: Movilización precoz



Apoyo a la movilización precoz.

Referencias: D. Villalba. Rehabilitación física en la UCI.  
Disponible en:  
<https://www.sati.org.ar/images/RehabilitacionfisicaenlaUCICSyR2018.pdf>