



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá



Ultrasonografía clínica en **cuidado crítico y urgencias** (POCUS)



Educación **Continua**

Generamos experiencias educativas

Contenido

Videoclase 1: Fundamentos de la ecografía pulmonar	4
1. Fundamentos físicos de la ecografía pulmonar	4
2. Anatomía ecográfica torácica	4
3. Transductores y su elección.....	4
4. Técnica de exploración y ergonomía	5
5. Patrón ecográfico pulmonar normal	5
6. Signos ecográficos básicos.....	5
7. Líneas a y su interpretación	6
8. Líneas b y síndrome intersticial	6
9. Protocolos de exploración pulmonar	6
10. Errores técnicos frecuentes	6
11. Conclusiones.....	7
Videoclase 2: Pulmón patológico	7
1. Principio fisiopatológico: aire versus líquido.....	7
2. Patrón ecográfico pulmonar normal como referencia	7
3. Neumotórax: patrón ecográfico característico	8
4. Punto pulmonar y confirmación del neumotórax	8
5. Ausencia de deslizamiento pleural: diagnóstico diferencial.....	8
6. Líneas b y pérdida parcial de aire pulmonar.....	8
7. Distribución de líneas b y correlación clínica.....	9
8. Derrame pleural: identificación ecográfica.....	9
9. Signos ecográficos del derrame pleural	9
10. Derrames complejos y organizados	9
11. Consolidación pulmonar y hepatización	10
12. Broncograma aéreo: dinámico versus estático	10
13. Protocolo BLUE y diagnóstico sindromático	10
14. Conclusiones.....	10

Videoclase 3: Evaluación ecográfica del diafragma.....	11
1. Importancia clínica del diafragma en UCI y urgencias	11
2. Anatomía funcional relevante para ecografía.....	11
3. Ventanas ecográficas y elección del transductor	11
4. Excursión diafragmática: técnica y lectura	12
5. Valores orientadores de excursión y significado clínico	12
6. Grosor diafragmático en zona de aposición.....	12
7. Fracción de engrosamiento: qué representa y cómo se interpreta	13
8. Factores que alteran la función del diafragma en el paciente crítico	13
9. Patrones ecográficos de disfunción y parálisis	13
10. Aplicaciones prácticas en la toma de decisiones	14
11. Estandarización y formación del operador.....	14
12. Conclusiones.....	14

Guía de estudio

Videoclase 1: Fundamentos de la ecografía pulmonar

La sesión presenta la ecografía pulmonar como una herramienta clínica fundamental, enfocada en comprender sus bases físicas, la anatomía ecográfica del tórax y los artefactos esenciales. Este módulo se plantea como el fundamento teórico necesario para las sesiones prácticas posteriores, enfatizando que la ecografía pulmonar debe ser reproducible, sistemática y clínicamente útil.

1. Fundamentos físicos de la ecografía pulmonar

La ecografía pulmonar se basa en la interacción del ultrasonido con la interfaz aire-tejido. Debido a la gran diferencia de impedancia acústica entre el aire y los tejidos, la mayor parte del ultrasonido se refleja en la pleura, lo que impide visualizar el pulmón como un tejido sólido. En consecuencia, la interpretación ecográfica pulmonar se centra en los artefactos que se generan a nivel de la línea pleural. Los cambios en la proporción aire-líquido del pulmón modifican estos artefactos y permiten inferir distintas condiciones patológicas.

2. Anatomía ecográfica torácica

Para una exploración ordenada, cada hemitórax se divide en zonas anterior, lateral y posterior. Las zonas anteriores se relacionan principalmente con los lóbulos superiores, las laterales con el lóbulo medio o la língula, y las posteriores con los lóbulos inferiores. Se destaca la región posterolateral basal (PLAPS) como un punto clave para identificar derrames pleurales y consolidaciones dependientes. Este mapa anatómico facilita la correlación entre los hallazgos ecográficos y la anatomía pulmonar real.

3. Transductores y su elección

La selección del transductor depende del objetivo de la exploración. El transductor sectorial o de fase es especialmente útil en pacientes críticos, ya que permite evaluar el corazón, las bases pulmonares y la región PLAPS en una sola exploración.

El transductor convexo, de baja frecuencia, es ideal para la evaluación de derrames pleurales y consolidaciones profundas debido a su mayor penetración.

El transductor lineal, de alta frecuencia, se utiliza para la evaluación detallada de la línea pleural, el deslizamiento pleural y la búsqueda de neumotórax. Más que memorizar el tipo de sonda, se enfatiza la necesidad de elegirla según si se requiere profundidad o detalle superficial.

4. Técnica de exploración y ergonomía

La correcta técnica es tan importante como la interpretación. El paciente puede evaluarse en posición supina, semisentada o sentada, según su tolerancia. El transductor se coloca longitudinalmente entre los espacios intercostales, con el marcador orientado hacia la cabeza, permitiendo visualizar dos costillas con sus sombras acústicas y la línea pleural entre ellas. Se recomienda explorar de forma sistemática las zonas anterior, lateral y posterior de cada hemitórax, adoptando siempre el mismo orden para garantizar reproducibilidad y facilitar la comparación en estudios seriados.

5. Patrón ecográfico pulmonar normal

En un pulmón sano se observa una línea pleural fina, brillante y continua, que presenta un movimiento rítmico con la respiración conocido como deslizamiento pleural. Por debajo de esta línea aparecen las líneas A, que son artefactos horizontales, paralelos y equidistantes, característicos de un pulmón bien aireado. Reconocer este patrón normal es esencial para identificar cualquier alteración patológica posterior.

6. Signos ecográficos básicos

El signo del murciélago confirma una adecuada colocación del transductor en el espacio intercostal, identificando las costillas como las “alas” y la pleura como la “cabeza”. El deslizamiento pleural es un signo dinámico clave que indica el contacto entre la pleura visceral y parietal; su presencia descarta neumotórax en la región explorada. En modo M, este movimiento se traduce en el signo del mar y la arena, útil para documentar objetivamente el deslizamiento pleural.

7. Líneas a y su interpretación

Las líneas a son artefactos horizontales de reverberación que se originan en la línea pleural. Su presencia, junto con un deslizamiento pleural conservado, indica un pulmón bien aireado sin compromiso intersticial significativo. Este patrón se considera normal y es la referencia base para comparar otros hallazgos ecográficos.

8. Líneas b y síndrome intersticial

Las líneas b verdaderas son artefactos verticales que nacen en la pleura, se extienden hasta el fondo de la pantalla sin atenuarse, borran las líneas a y se mueven con el deslizamiento pleural. La presencia de tres o más líneas b por espacio intercostal se considera patológica. Su distribución orienta el diagnóstico: cuando son difusas y simétricas sugieren edema pulmonar cardiogénico; cuando son focales o se asocian a pleura irregular, pueden indicar neumonía, SDRA o consolidaciones localizadas.

9. Protocolos de exploración pulmonar

Una exploración de tres zonas por hemitórax ofrece un equilibrio adecuado entre rapidez y rendimiento diagnóstico en contextos de urgencias y cuidado intensivo. Protocolos más extensos se emplean para cuantificar la carga intersticial, monitorizar la respuesta al tratamiento o estratificar el riesgo en pacientes con patología cardíaca. Algoritmos como el protocolo BLUE integran los patrones ecográficos pulmonares con la evaluación de trombosis venosa profunda para orientar la causa de la falla respiratoria aguda.

10. Errores técnicos frecuentes

Una ganancia excesiva puede generar líneas b falsas y llevar a sobreestimar el síndrome intersticial. La orientación inadecuada del transductor respecto a la pleura puede distorsionar los patrones ecográficos. El uso de presets incorrectos o de armónicos puede eliminar los artefactos relevantes; en muchos casos, el preset abdominal con armónicos apagados resulta más adecuado. La omisión de la región PLAPS puede llevar a pasar por alto derrames y consolidaciones basales.

11. Conclusiones

La ecografía pulmonar no busca imágenes “bonitas”, sino la interpretación lógica de patrones ecográficos que reflejan cambios fisiopatológicos. La estandarización de la técnica, junto con una correcta interpretación de los artefactos, permite construir síndromes ecográficos que apoyan de manera efectiva la toma de decisiones clínicas.

Videoclase 2: Pulmón patológico

La sesión se centra en comprender el “lenguaje” del pulmón enfermo a través de la ecografía, con el objetivo de interpretar los patrones ecográficos de forma razonada y transformarlos en decisiones clínicas rápidas y seguras al lado del paciente. Se enfatiza que la ecografía pulmonar no se basa en imágenes aisladas, sino en la integración de patrones, su distribución y el contexto clínico.

1. Principio fisiopatológico: aire versus líquido

Toda la ecografía pulmonar gira alrededor de una pregunta fundamental: cuánto aire y cuánto líquido hay en el pulmón. Un pulmón predominantemente aireado genera artefactos, mientras que la pérdida de aire y el aumento de líquido, proteínas o células produce cambios ecográficos predecibles. Esta progresión va desde la aparición de líneas B hasta consolidaciones, hepatización y, en muchos casos, derrame pleural asociado.

2. Patrón ecográfico pulmonar normal como referencia

Antes de interpretar el pulmón patológico, es indispensable reconocer el patrón normal. Este se caracteriza por una línea pleural fina, regular y brillante, con deslizamiento pleural visible durante la respiración. Debajo de la pleura aparecen líneas a horizontales, paralelas y equidistantes. En modo m, este patrón se confirma con el signo del mar y la arena. En las bases pulmonares, el signo de la cortina indica un pulmón sano sin derrame ni consolidación.

3. Neumotórax: patrón ecográfico característico

El neumotórax ocurre cuando el aire se introduce en la cavidad pleural y separa la pleura visceral de la parietal. Ecoográficamente se manifiesta como una línea pleural regular, pero sin deslizamiento pleural y sin líneas B. En modo M aparece el signo del código de barras, con líneas horizontales uniformes tanto en la pared torácica como en el pulmón. Este hallazgo debe interpretarse siempre dentro del contexto clínico, ya que puede observarse también en apnea o ventilación mecánica controlada.

4. Punto pulmonar y confirmación del neumotórax

El hallazgo más específico del neumotórax es el punto pulmonar, que corresponde a la zona donde el pulmón aún contacta de forma intermitente la pared torácica. En tiempo real se observa una transición entre un área con deslizamiento pleural y otra sin él. En modo M, esta transición se traduce en la alternancia entre el signo del mar y la arena y el signo del código de barras. La identificación del punto pulmonar prácticamente confirma el diagnóstico y orienta sobre el tamaño del neumotórax.

5. Ausencia de deslizamiento pleural: diagnóstico diferencial

La ausencia de deslizamiento pleural no siempre implica neumotórax. Condiciones como fibrosis pulmonar, atelectasias, intubación selectiva, pleurodesis o decorticación pueden producir una pleura inmóvil sin aire libre en la cavidad pleural. La lógica diagnóstica debe ser secuencial: si hay deslizamiento, se descarta neumotórax; si no hay deslizamiento, pero existen líneas B o punto pulmonar, también se descarta; solo en ausencia de ambos y con un contexto clínico compatible se debe considerar neumotórax.

6. Líneas B y pérdida parcial de aire pulmonar

Las líneas B representan el segundo gran patrón del pulmón patológico. Son artefactos verticales que nacen en la pleura, borran las líneas A, alcanzan el fondo

de la pantalla sin atenuarse y se mueven con la respiración. Reflejan una pérdida parcial de aire por edema, inflamación o engrosamiento intersticial. La clave diagnóstica no es el número absoluto, sino su distribución y el aspecto de la pleura.

7. Distribución de líneas b y correlación clínica

Cuando las líneas b son difusas, simétricas y se asocian a una pleura delgada y regular, sugieren edema pulmonar cardiogénico. Si aparecen de forma parcheada, intercaladas con áreas normales y con pleura irregular, orientan hacia neumonía extensa o síndrome de distrés respiratorio agudo. Las líneas b focales se asocian con neumonías segmentarias o patologías pulmonares localizadas. La tipografía del patrón es tan importante como la imagen misma.

8. Derrame pleural: identificación ecográfica

El derrame pleural se visualiza como un espacio anecoico o hipoecoico entre la pleura visceral y la parietal. La ecografía permite detectar volúmenes muy pequeños y caracterizar el tipo de líquido. El signo del cuadrilátero aparece cuando se identifican las dos pleuras y las sombras acústicas de las costillas delimitando el líquido. La movilidad del líquido y de la pleura visceral con la respiración confirma que se trata de un derrame libre.

9. Signos ecográficos del derrame pleural

El signo del senoide, observado en modo m, muestra el movimiento rítmico de la pleura visceral acercándose y alejándose de la pleura parietal, indicando líquido libre. El signo de la espina ocurre cuando el líquido permite la visualización de la columna vertebral por encima del diafragma. En derrames grandes puede observarse el signo de la medusa, donde el pulmón parcialmente colapsado flota y se mueve dentro del líquido, indicando colapso pasivo por compresión.

10. Derrames complejos y organizados

Cuando el derrame evoluciona, pueden aparecer tabiques, ecos internos y compartimentos, hallazgos típicos de empiemas o derrames inflamatorios

crónicos. Estos cambios ecográficos tienen implicaciones directas en el diagnóstico y en la conducta terapéutica.

11. Consolidación pulmonar y hepatización

La consolidación aparece cuando el pulmón pierde completamente el aire y se llena de exudado o colapsa. Ecográficamente, el pulmón adquiere un aspecto similar al hígado, fenómeno conocido como hepatización. Puede observarse en neumonías, atelectasias, colapso por compresión o infartos pulmonares. El signo de la fragmentación, con un borde irregular entre pulmón aireado y consolidado, es típico de neumonía.

12. Broncograma aéreo: dinámico versus estático

El broncograma aéreo es uno de los signos más finos de la ecografía pulmonar. Cuando es dinámico, con movimiento del aire dentro de los bronquios durante la respiración, sugiere neumonía. Cuando es estático, orienta hacia atelectasia obstructiva. Esta diferencia tiene implicaciones importantes en el manejo clínico.

13. Protocolo BLUE y diagnóstico sindromático

El protocolo BLUE organiza el abordaje de la disnea aguda mediante perfiles ecográficos, integrando los hallazgos pulmonares con la evaluación venosa y la clínica. Un perfil a con trombosis venosa profunda orienta a embolia pulmonar; un perfil A sin trombosis y con sibilancias sugiere EPOC o asma; un perfil b difuso apunta a edema pulmonar cardiogénico; un perfil c con consolidación franca es compatible con neumonía; y un perfil a sin deslizamiento pleural orienta a neumotórax.

14. Conclusiones

El protocolo BLUE no debe memorizarse, sino comprenderse. El diagnóstico surge de la integración de los patrones ecográficos, su distribución y el contexto clínico del paciente. Reconocer el patrón normal evita errores diagnósticos, mientras que la correcta interpretación de los patrones patológicos permite realizar diagnósticos sindromáticos rápidos y precisos en pacientes con disnea aguda.

Videoclase 3: Evaluación ecográfica del diafragma

La sesión aborda cómo evaluar el diafragma mediante ecografía en pacientes de cuidado crítico y urgencias, destacando su importancia como principal músculo respiratorio y su impacto directo en la ventilación mecánica, el destete y la extubación. Se propone una evaluación estandarizada que permita mediciones reproducibles e interpretación clínica útil al lado del paciente, alineada con recomendaciones de consenso.

1. Importancia clínica del diafragma en UCI y urgencias

Aunque en el manejo ventilatorio se suele priorizar variables como presiones y parámetros de oxigenación, la función del diafragma puede ser el factor decisivo en el éxito o fracaso del destete. La disfunción diafragmática se asocia con destete difícil, ventilación prolongada, mayor estancia hospitalaria y mayor mortalidad. La ecografía permite valorar en tiempo real si el diafragma está trabajando de forma efectiva, si está sobrecargado o si se encuentra prácticamente inactivo.

2. Anatomía funcional relevante para ecografía

El diafragma es una cúpula músculo-tendinosa que separa tórax y abdomen, con inserciones en costillas inferiores, esternón y columna lumbar, y un centro tendinoso. Desde el punto de vista ecográfico se priorizan dos regiones: el domo diafragmático, que se visualiza mejor por ventana subcostal, y la zona de aposición, donde el músculo se apoya sobre la parrilla costal y se presta para medir grosor. La semiología ecográfica busca capturar los cambios de posición y de engrosamiento del diafragma a lo largo del ciclo respiratorio.

3. Ventanas ecográficas y elección del transductor

Para medir excursión se utiliza una sonda convexa de baja frecuencia, generalmente desde la ventana subcostal anterior derecha aprovechando el hígado como ventana acústica. Para medir grosor y fracción de engrosamiento se utiliza una sonda lineal de alta frecuencia ubicada sobre la zona de aposición, típicamente entre el octavo y décimo espacio intercostal en la línea axilar media o

anterior. La elección de ventana y transductor responde a qué variable funcional se quiere cuantificar.

4. Excursión diafragmática: técnica y lectura

La excursión se mide colocando la sonda convexa en el hipocondrio derecho, orientada hacia el domo posterior, hasta identificar el diafragma como una línea hiperecogénica móvil por encima del hígado. Una vez localizada en modo b, se activa el modo m para registrar la curva de movimiento durante el ciclo respiratorio. La excursión corresponde a la distancia vertical entre el punto de final de espiración y el pico de inspiración; una curva de mayor amplitud indica un movimiento más efectivo del diafragma. Esta medición es útil para seguimiento y para evaluar el comportamiento durante la prueba de respiración espontánea.

5. Valores orientadores de excursión y significado clínico

En condiciones normales, la excursión del diafragma derecho suele estar alrededor de 1.5 a 2 cm en respiración tranquila y puede superar los 4 cm en inspiración profunda. En el paciente crítico, especialmente durante pruebas de respiración espontánea, se observa con frecuencia disminución de la excursión; valores bajos se han asociado con mayor riesgo de fracaso del destete. Más allá del número aislado, se insiste en integrar el dato con el esfuerzo clínico: un paciente con esfuerzo inspiratorio evidente, pero con poco desplazamiento diafragmático sugiere desacople entre esfuerzo y función efectiva.

6. Grosor diafragmático en zona de aposición

La medición del grosor se realiza en la zona de aposición con sonda lineal, identificando el diafragma como una estructura trilaminar: una línea hiperecogénica superficial (pleura), una banda hipoecoica intermedia (músculo) y una línea hiperecogénica profunda (peritoneo). El grosor se cuantifica midiendo la capa muscular, preferiblemente al final de la espiración y al final de la inspiración, para comparar el cambio dinámico asociado al esfuerzo respiratorio.

7. Fracción de engrosamiento: qué representa y cómo se interpreta

La fracción de engrosamiento estima cuánto participa el diafragma en el ciclo respiratorio, porque el diafragma se engrosa al inspirar. Se calcula comparando el grosor inspiratorio frente al grosor espiratorio, expresándolo como porcentaje. Esta medida es especialmente útil para valorar la competencia diafragmática y apoyar decisiones relacionadas con destete y extubación. En sujetos sanos, el engrosamiento puede ser amplio durante inspiración profunda; en pacientes críticos, una fracción baja se ha asociado con mayor riesgo de fracaso del destete.

8. Factores que alteran la función del diafragma en el paciente crítico

La ventilación mecánica completamente controlada, sin esfuerzo del paciente, favorece la atrofia diafragmática inducida por el ventilador, que puede desarrollarse en pocos días. En el extremo opuesto, una carga respiratoria alta por soporte insuficiente puede generar fatiga y lesión muscular. Además, la PEEP modifica la geometría: niveles altos pueden aplanar el domo y reducir la excursión aparente, mientras que niveles bajos aumentan el trabajo respiratorio. La ecografía permite monitorizar estos escenarios y observar si el grosor disminuye con el tiempo o si el diafragma trabaja en exceso cuando se reduce el soporte.

9. Patrones ecográficos de disfunción y parálisis

La excursión reducida durante una prueba de respiración espontánea sugiere disfunción. La ausencia casi total de movimiento orienta a parálisis y, si durante la inspiración el domo asciende en lugar de descender, se identifica un movimiento paradójico, típico de parálisis completa. En la zona de aposición, un grosor muy bajo sugiere atrofia, y una fracción de engrosamiento muy baja o incluso negativa indica mínima participación del diafragma o un patrón de deterioro severo. Integrar excursión y engrosamiento permite diferenciar un diafragma descondicionado (potencialmente recuperable) de una parálisis verdadera, con implicaciones pronósticas y terapéuticas diferentes.

10. Aplicaciones prácticas en la toma de decisiones

La ecografía diafragmática se utiliza para diagnosticar disfunción o parálisis, monitorizar atrofia inducida por ventilador, cuantificar esfuerzo respiratorio, estimar probabilidad de éxito del destete y la extubación, y ajustar el soporte ventilatorio. Para que estas medidas sean comparables y útiles, deben realizarse siempre de la misma forma, manteniendo la estandarización de la técnica y registrando cambios a lo largo del tiempo.

11. Estandarización y formación del operador

Se propone estandarizar el grosor midiendo siempre entre pleura y peritoneo en zona de aposición, y medir excursión con modo M en el domo, preferiblemente del lado derecho, usando el hemidiafragma derecho como aproximación del comportamiento global salvo sospecha de compromiso unilateral. En cuanto a competencia del operador, se sugiere un volumen mínimo de estudios para alcanzar habilidades básicas, idealmente con exploraciones bilaterales y un número relevante supervisado por un operador experto.

12. Conclusiones

La ecografía del diafragma es una herramienta dinámica, no invasiva y reproducible para evaluar función respiratoria en cuidado intensivo. Una evaluación completa debe incluir excursión (ventana subcostal) y grosor más fracción de engrosamiento (zona de aposición). La disminución del grosor a lo largo del tiempo y una fracción baja se asocian con atrofia y disfunción, aportando información valiosa para planear, monitorizar y ajustar el proceso de destete de ventilación mecánica.