

37 Congreso
Nacional
CENTRO DE
CONVENCIONES
INTERNACIONALES

Barcelona
22/25
MAYO 2024

Seram
Sociedad Española de Radiología Médica

Ferm
FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE RADIOLOGÍA MÉDICA

RC | RADÍOLÒGS
DE CATALUNYA

ESTUDIO ECOGRÁFICO DE LA PARÁLISIS DIAFRAGMÁTICA

Giancarlo Rosati Flores, Beatriz Villatoro Ramírez, Cristina Isabel Nacimiento López, María Arias Ortega, Antonio Hernández Castro, Rocío Lerma Ortega, Juan Carlos García Nieto, Javier González-Spínola San-Gil.

Hospital General Mancha Centro, Alcázar de San Juan (Ciudad Real)

- **Objetivo Docente:** Resaltar el valor de la ecografía en la evaluación de la parálisis diafragmática. Para ello se realizará una revisión de casos mostrando imágenes.
- **Revisión del tema:** La parálisis diafragmática, causada por diversas condiciones, se ha evaluado tradicionalmente mediante pruebas de función pulmonar, radiografías y fluoroscopia. Sin embargo, la ecografía ha ganado prominencia como una técnica no invasiva y en tiempo real que permite una evaluación dinámica del diafragma. La ecografía proporciona información sobre los movimientos del diafragma y detecta asimetrías. Además, puede identificar la causa subyacente de la parálisis, como una lesión del nervio frénico. La ventaja adicional es su accesibilidad e inocuidad.
- **Conclusión:** La ecografía es valiosa para la evaluación de la parálisis diafragmática. Ofrece información en tiempo real y facilita la identificación de la causa. Su inclusión en la práctica clínica contribuye a una detección temprana y un manejo efectivo de esta afección, mejorando la calidad de atención.

INTRODUCCIÓN: FUNCIÓN E INERVACIÓN

- El **diafragma** tiene como función principal permitir el intercambio gaseoso, siendo el **PRINCIPAL MÚSCULO RESPIRATORIO**.
- Fisiológicamente, cuando se contrae, se mueve en sentido caudal, incrementando la presión intraabdominal y disminuyendo la presión intrapleural. Esta reducción en la presión pleural resulta en una disminución en la presión intraalveolar. Una vez la presión intraalveolar se hace subatmosférica, el aire entra al alveolo. Entonces, el diafragma se relaja y asciende durante la espiración, permitiendo la salida del aire. También ayuda a incrementar la presión abdominal para la defecación, la micción y el llanto, y trabaja en conjunto con el esfínter esofágico al ejercer presión en el hiato esofágico y prevenir el reflujo.
- El diafragma está inervado por los nervios frénicos, que le proporcionan movilidad y sensibilidad. Se originan de la 3a-6a raíz cervical y descienden por el mediastino hasta llegar al diafragma donde se ramifican en su cara superior e inferior.

REVISIÓN DEL TEMA: FISIOPATOLOGÍA Y CLÍNICA

- La disminución del movimiento diafragmático puede producirse por alteraciones neurológicas centrales o periféricas, distrofias musculares y por injurias traumáticas del nervio frénico. También se puede observar disfunción diafragmática en el caso de patología torácica o abdominal adyacente.
- La parálisis del diafragma puede afectar a uno o a ambos lados, siendo la AFECTACIÓN UNILATERAL la más frecuente.
- Los síntomas clínicos de parálisis diafragmática incluyen disnea, más evidente en posición supina, dificultad para el destete del oxígeno o ventilación mecánica, elevación del diafragma en las radiografías de tórax, dificultad respiratoria inexplicable, respiración paradójica e incluso neumonía recurrente o colapso pulmonar unilateral recurrente.
- El diagnóstico precoz es importante porque aumenta el riesgo de complicaciones como neumonía, paro respiratorio, aumenta el tiempo de retirada de la ventilación mecánica y podría modificar el tratamiento terapéutico.

REVISIÓN DEL TEMA: EXPLORACIÓN ECOGRÁFICA

- La ecografía tiene la ventaja de ser relativamente sencilla, inocua, indolora, repetible y realizable a pie de cama, proporcionando imágenes en tiempo real, lo que la hace ideal para evaluar el espesor diafragmático y la excursión con diferentes maniobras.
- Se recomienda emplear un ecógrafo de alta calidad con capacidad para imágenes en tiempo real y modos específicos.
- El MODO B útil en la visualización anatómica y el grosor del diafragma, pero también para valorar la existencia de patologías que pueden influir en su cinética, como el derrame pleural o peritoneal. El MODO M sirve para evaluar la movilidad diafragmática durante la respiración.

REVISIÓN DEL TEMA: EXPLORACIÓN ECOGRÁFICA

La exploración se lleva a cabo con unas características:

- El paciente debe encontrarse en posición semisentada o semireclinada para facilitar la evaluación del diafragma durante la respiración.
- Instrucciones al paciente: Se le indica al paciente que realice respiraciones profundas y sostenidas para observar el movimiento del diafragma durante el ciclo respiratorio.
- Maniobras Específicas: Se pueden realizar maniobras adicionales, como la maniobra de Valsalva o la inspiración máxima sostenida, para evaluar la respuesta del diafragma en diferentes condiciones respiratorias.

REVISIÓN DEL TEMA: EXPLORACIÓN ECOGRÁFICA

La exploración ecográfica puede realizarse a través de TRES VENTANAS DIFERENTES, aunque nos centraremos en las dos primeras: abdominal (subdiafragmática), torácica (supradiafragmática) o subxifoidea (plano transversal).

VENTANA ABDOMINAL O SUBDIAFRAGMÁTICA: Colocación subcostal con sonda convex, entre línea medio-clavicular y axilar anterior, apuntando hacia craneal y posterior (para escanear perpendicularmente la cúpula diafragmática a través del hígado o del bazo).

- En este caso el diafragma se identifica como una estructura compuesta de dos líneas hiperecoicas, una craneal (pleura) y otra caudal (peritoneo) en el medio de las cuales se encuentra la imagen hipoecoica correspondiente al propio músculo frénico [Figura 1 y 2].

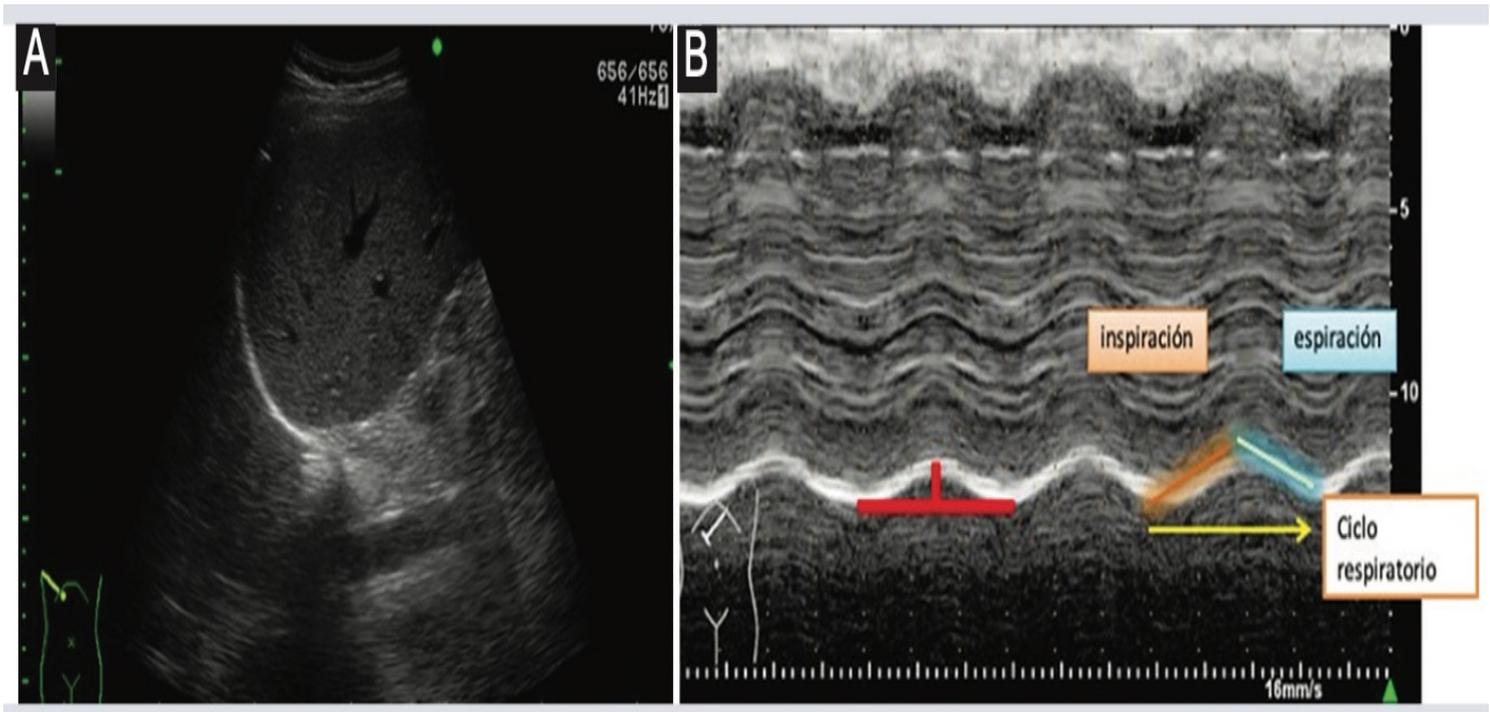
- Exploración sencilla en lado derecho, más difícil en lado izquierdo por la presencia del gas de la cámara gástrica y porque la ventana transónica del bazo es menor (en la exploración del hemidiafragma izquierdo se aconseja una aproximación más coronal y/o paralela al eje de las costillas). Condiciones como esplenomegalia o hepatomegalia con un gran lóbulo izquierdo pueden facilitar la evaluación del diafragma izquierdo.

REVISIÓN DEL TEMA: EXPLORACIÓN ECOGRÁFICA

VENTANA TORÁCICA O SUPRADIAPHRAGMÁTICA:
sonda lineal (alta frecuencia) o convex.

- Exploración intercostal baja, generalmente línea medio-axilar
- La apariencia del diafragma en esa aproximación suele ser de una única línea ecogénica fácilmente identificable. La existencia de patología pulmonar o derrame pleural facilita su visión.

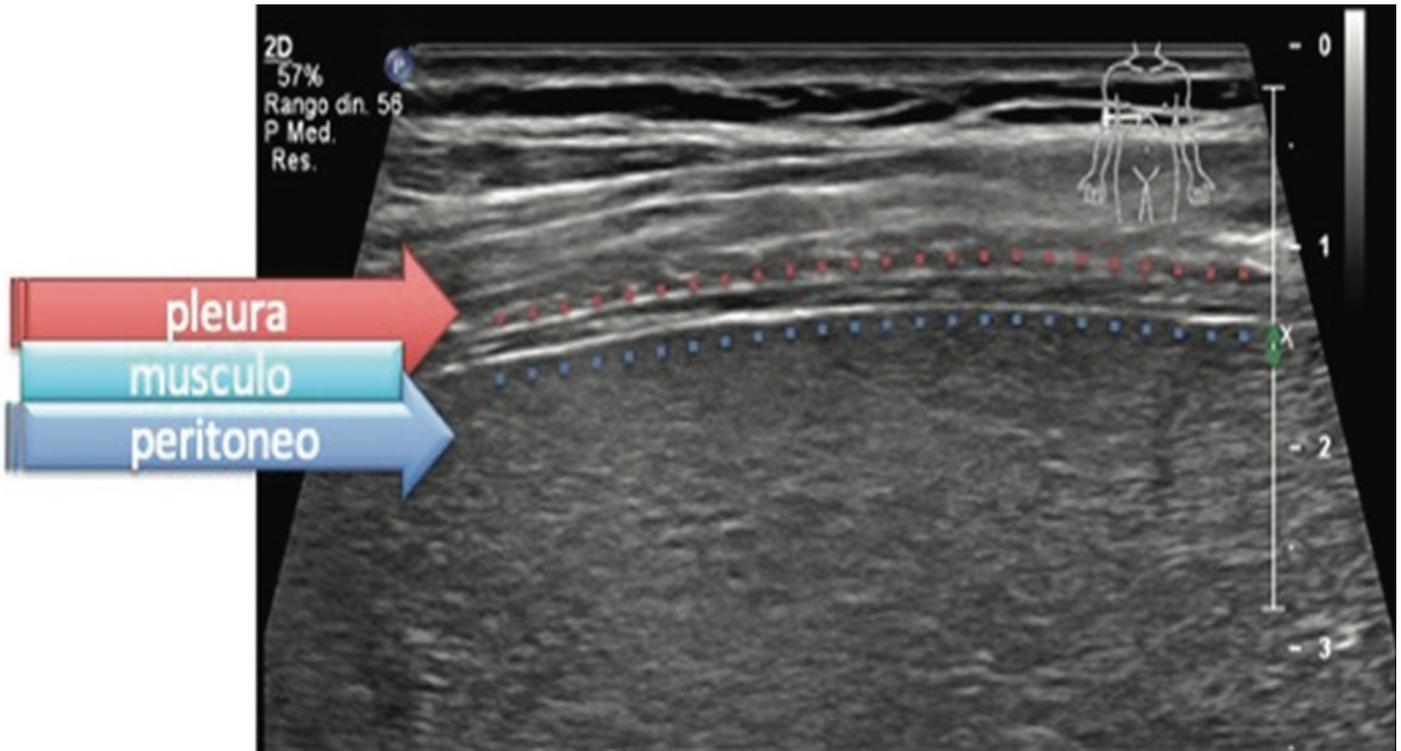
REVISIÓN DEL TEMA: EXPLORACIÓN ECOGRÁFICA



[Figura 1]. A: imagen ecográfica del domo diafragmático. En este abordaje se evalúan su continuidad, ecogenicidad, integridad y movimiento cefalocaudal.

B: modo M. En el trazo del movimiento, la altura máxima es excursión, y el ciclo es la suma de inspiración (naranja) y espiración (azul).

REVISIÓN DEL TEMA: EXPLORACIÓN ECOGRÁFICA



[Figura 2]. Anatomía ecográfica normal. Se identifica una estructura de tres capas, de craneal a caudal: pleura, músculo diafragmático y peritoneo. La pleura y el peritoneo se observan lineales e hiperecoicos, y el músculo hipoecoico con imágenes lineales hiperecoicas interpuestas

REVISIÓN DEL TEMA: EXPLORACIÓN ECOGRÁFICA

EXCURSIÓN DIAFRAGMÁTICA:

Con el modo bidimensional (modo B) se obtiene la mejor imagen de la línea de exploración. *[Figuras 3 y 4]*

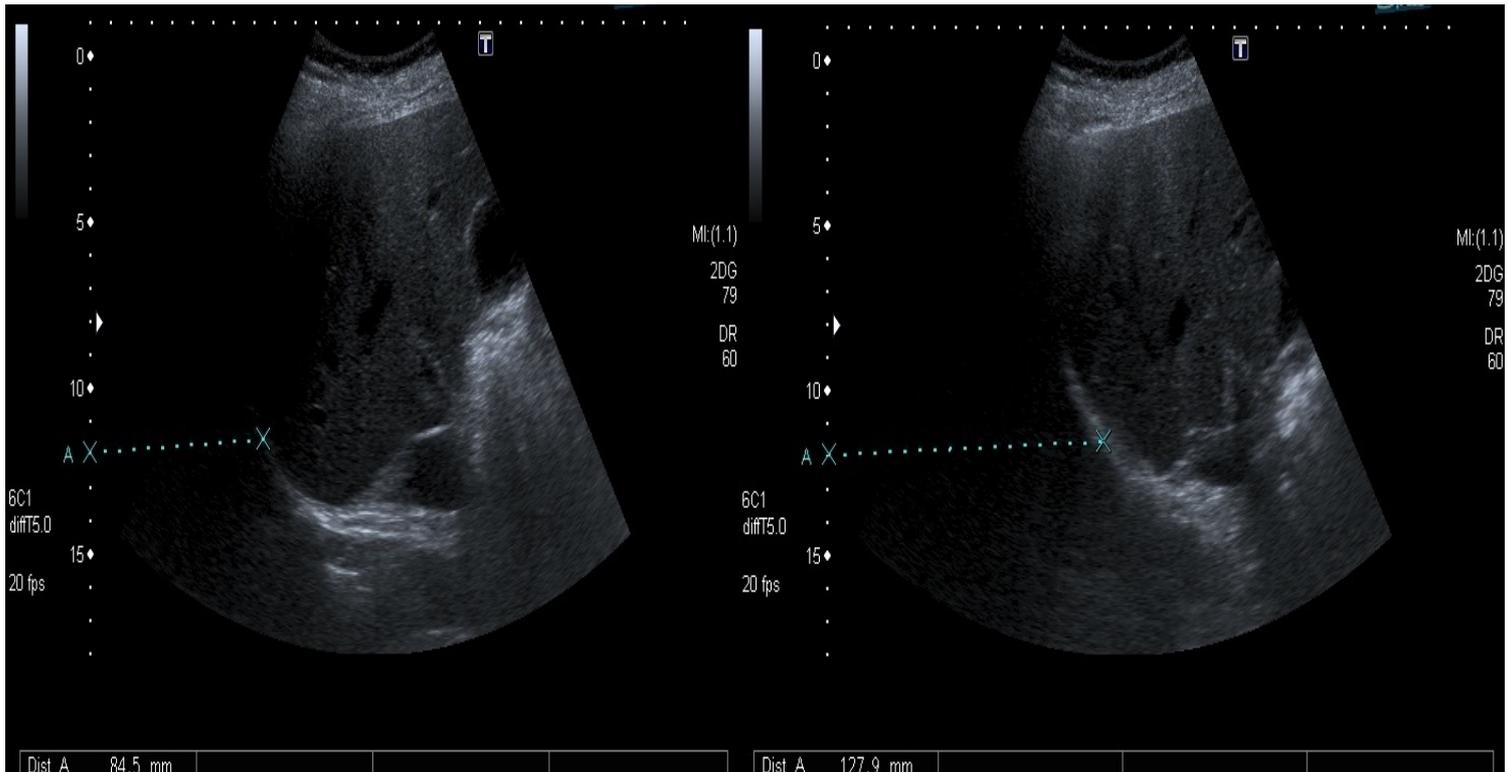
Posteriormente, utilizamos el modo M para visualizar el movimiento de las estructuras anatómicas dentro de la línea seleccionada. En el modo M, la excursión diafragmática (desplazamiento en mm o cm), la velocidad de la contracción diafragmática, el tiempo inspiratorio y la duración del ciclo pueden ser medidos. En pacientes sanos suele ser asimétrica, con una mayor excursión del lado izquierdo. *[Figuras 5 y 6]*

Un rango normal de variabilidad de lado a lado es menor del 50%.
Valores normales:

- Respiración silenciosa: 1,5 - 2 cm.
- Respiración profunda: 5 - 7,5 cm.
- Sniffing: 2,5 - 3 cm.

En la parálisis diafragmática se observa un movimiento ausente o paradójico del hemidiafragma, mientras que en la paresia se muestra un movimiento reducido durante la inspiración.

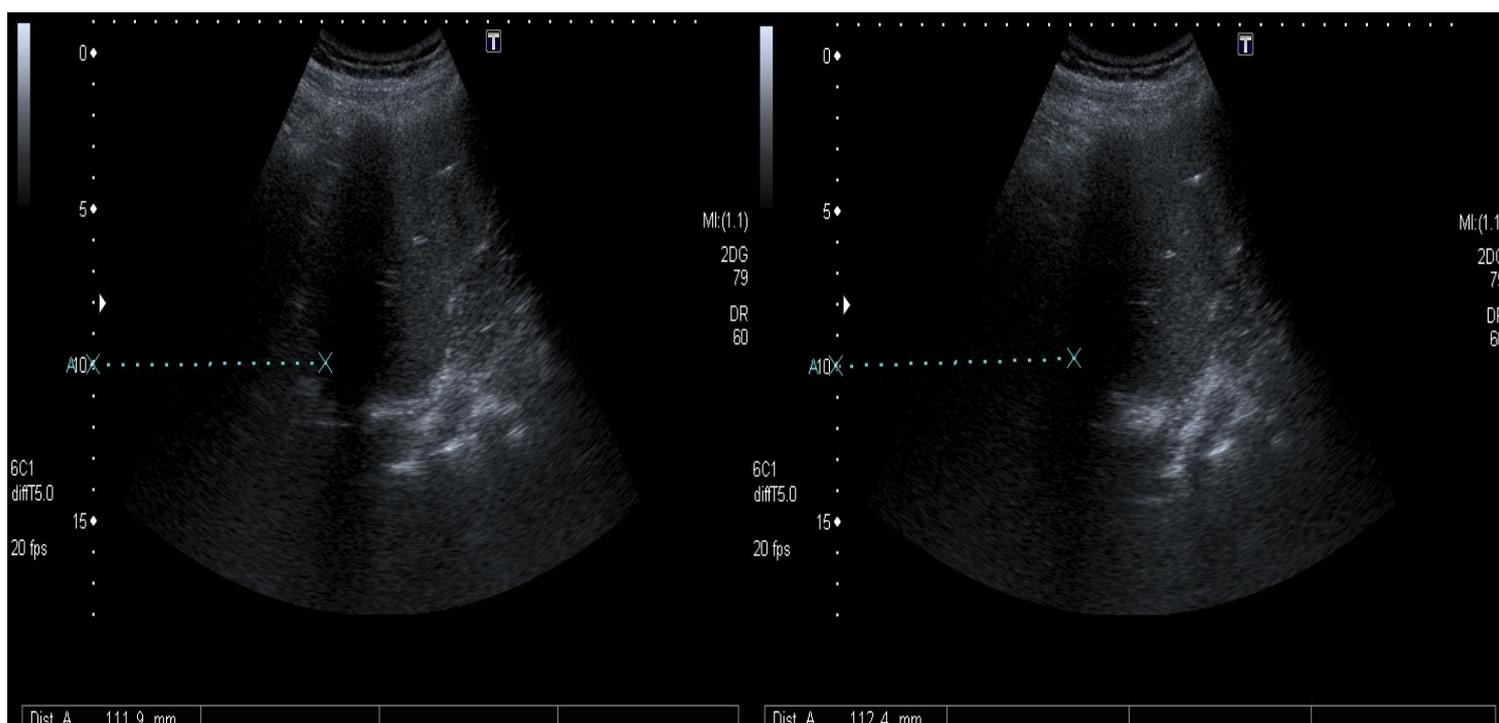
REVISIÓN DEL TEMA: EXPLORACIÓN ECOGRÁFICA



[Figura 3]. Imágenes longitudinales paralelas al eje del cuerpo en la línea axilar media derecha, obtenidas al final de una espiración normal (imagen izquierda) y al final de una inspiración máxima (imagen derecha), en el mismo punto anatómico. Tomamos como referencia una medida externa, como la barra de escala de grises de la izquierda de la pantalla para ubicarnos al realizar la medición en el mismo punto tanto en la inspiración como en la espiración.

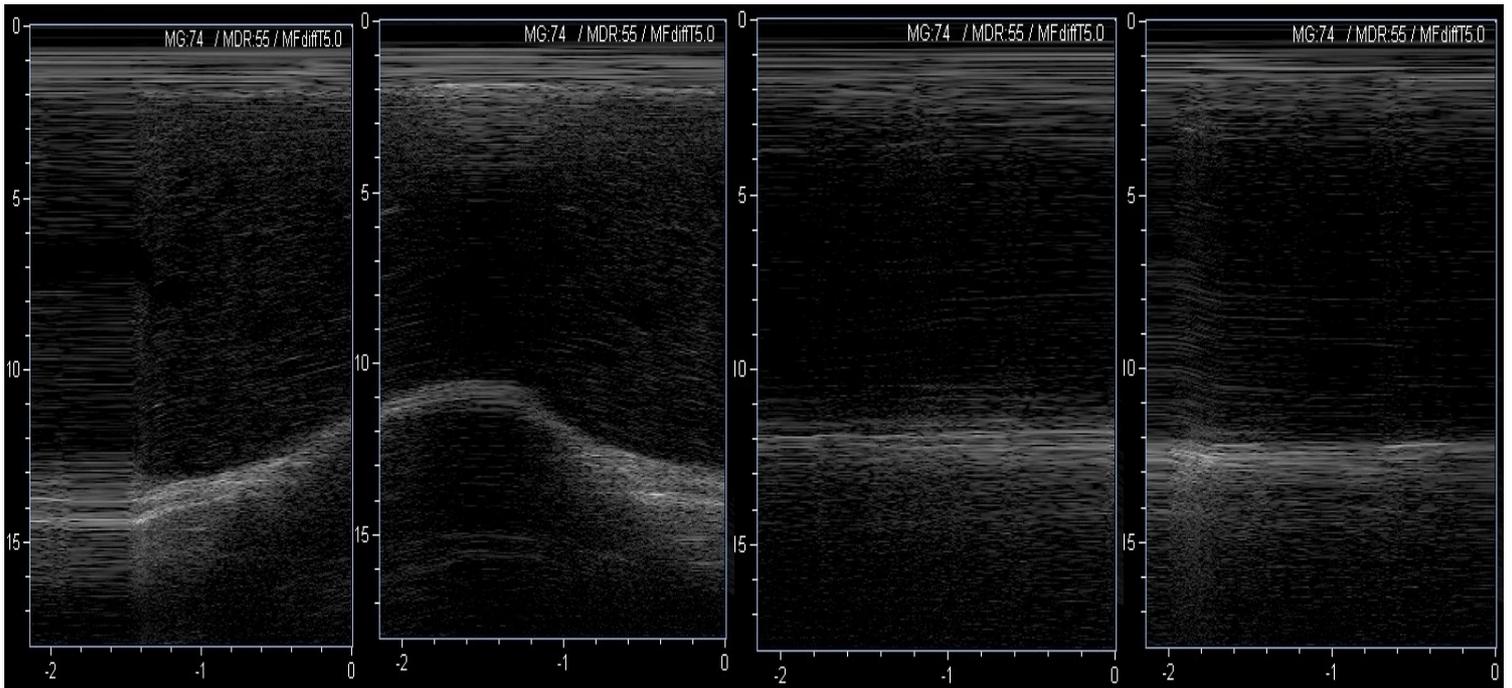
Una vez obtenidos los valores hacemos la diferencia de ellos y obtendremos el máximo desplazamiento diafragmático. Se observa movilidad del diafragma superior a 25 mm y por lo tanto, se puede descartar la disfunción diafragmática.

REVISIÓN DEL TEMA: EXPLORACIÓN ECOGRÁFICA



[Figura 4]. Imágenes del hipocondrio izquierdo, siguiendo las mismas directrices que la diapositiva anterior. A la izquierda nos encontramos en espiración normal y a la derecha en inspiración máxima (imagen derecha), en el mismo punto anatómico. En este caso, se identifica una movilidad diafragmática menor a 25 mm, por lo que se confirma disfunción diafragmática.

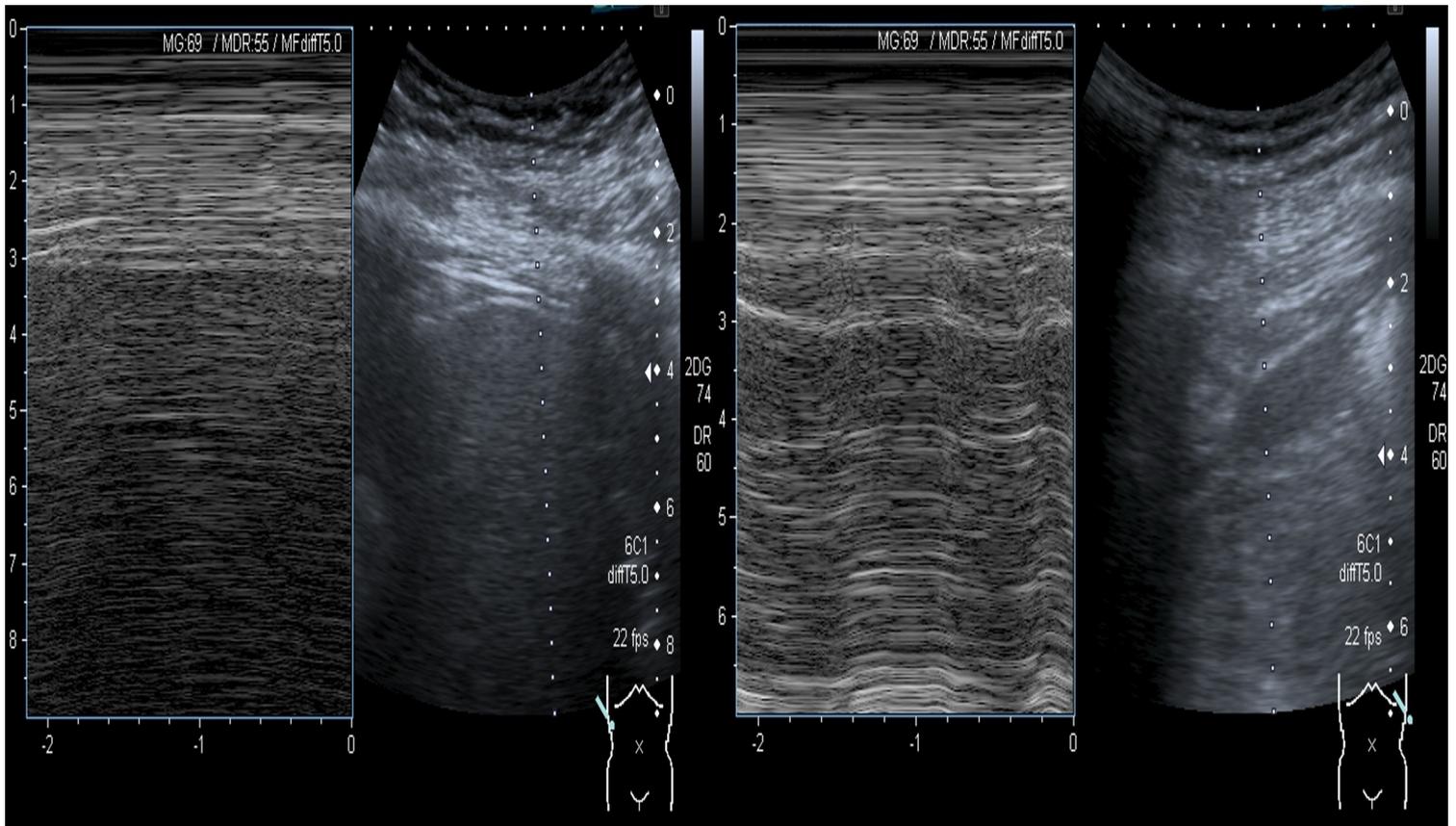
REVISIÓN DEL TEMA: EXPLORACIÓN ECOGRÁFICA



[Figura 5]. En modo M se valora las estructuras diafragmáticas a ambos lados del paciente.

En las imágenes de la izquierda se observan cambios por movimientos respiratorios. Sin embargo, no existen cambios en modo M en el lado derecho. Hallazgos compatibles con parálisis diafragmática en el lado derecho.

REVISIÓN DEL TEMA: EXPLORACIÓN ECOGRÁFICA



[Figura 6]. Otro caso clínico. Observamos cambios por movimientos respiratorios en modo M en el lado izquierdo, con ausencia de estos en el lado derecho. En relación con parálisis diafragmática derecha.

REVISIÓN DEL TEMA: EXPLORACIÓN ECOGRÁFICA

ESPESOR DIAFRAGMÁTICO:

Se utiliza el transductor lineal y el modo bidimensional, de la misma manera que para la medición de la excursión diafragmática y se toman medidas del grosor diafragmático en inspiración y espiración.

El grosor normal del diafragma varía según autores, sobre todo teniendo en cuenta si se encuentra en relajación o al final de la inspiración. Un VALOR < 2 mm es compatible con parálisis diafragmática.

Algunos de ellos reflejan que el espesor en relajación es de $1,5 \pm 0,2$ mm, aumentando a $4,5 \pm 0,9$ mm al final de la inspiración. [Figura 7]

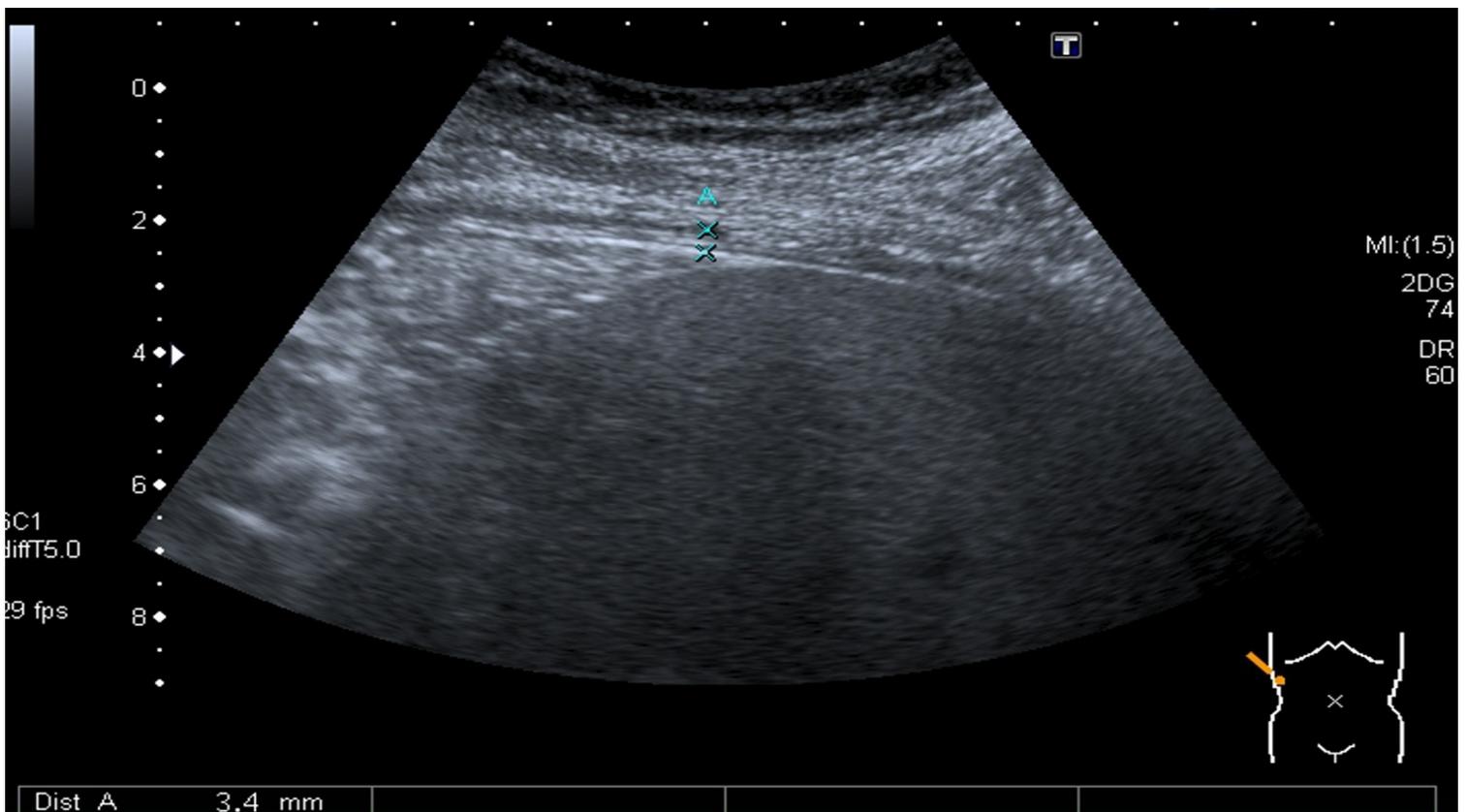
El valor más utilizado es la fracción de espesor del diafragma (DTF), calculada a partir de la fórmula: (espesor al final de la inspiración - espesor al final de la espiración) / espesor al final de la espiración x 100. Un DTF INFERIOR AL 20% es compatible con parálisis.

Un diafragma paralizado CRÓNICAMENTE es delgado, atrófico y no se engruesa durante la inspiración.

En pacientes con parálisis diafragmática, el aumento del su grosor durante la inspiración es un buen factor pronóstico ya que se correlaciona con la mejora de la función inspiratoria y el aumento de la capacidad vital secundario a la reinervación.

REVISIÓN DEL TEMA: EXPLORACIÓN ECOGRÁFICA

ESPESOR DIAFRAGMÁTICO:



[Figura 7]. Medición del espesor diafragmático, que presenta un valor mayor a 2 mm en relajación. Se descartar parálisis diafragmática en este lado.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO ECOGRÁFICO

Las limitantes en la evaluación por ecografía son:

- Pobre ventana acústica (neumotórax, distensión abdominal por íleo, etc)
- Obesidad
- Requiere cierta colaboración del paciente en algunas maniobras (inspiración máxima, olfateo)
- Falsos negativos en parálisis diafragmática aguda y falsos positivos en individuos pequeños

CONCLUSIONES:

- La ecografía es valiosa para la evaluación de la parálisis diafragmática.
- Ofrece información en tiempo real y facilita la identificación de la causa.
- Su inclusión en la práctica clínica contribuye a una detección temprana y un manejo efectivo de esta afección, mejorando la calidad de atención.

REFERENCIAS

1. Boussuges A, Gole Y, Blanc P. Diaphragmatic motion studied by M mode ultrasonography: Methods, reproducibility and normal values. Chest (2009); 135(2):391-400.
2. Diaphragmatic dysfunction. Ricoy J, Rodríguez-Núñez N, Álvarez-Dobaño JM, Toubes ME, Riveiro V, Valdés L. Pulmonology. 2019 Jul-Aug;25(4):223-235.
3. Gerscovich E, Cronan M, McGahan J.P, Jain K, Jones C, McDonald C. Ultrasonographic evaluation of diaphragmatic motion. J Ultrasound Med (2001) 20(6):597-604.
4. Matamis D, Soilemezi E, Tsagourias M, Akoumianaki E, Dimassi S, et al. Sonographic evaluation of the diaphragm in critically ill patients. Technique and clinical applications. Intensive Care Med. 2013;39:801-810
5. Goligher EC, Laghi F, Detsky ME, Farias P, Murray A, Brace D, Brochard LJ, Bolz SS, Rubenfeld GD, Kavanagh BP, Ferguson ND. Measuring diaphragm thickness with ultrasound in mechanically ventilated patients: feasibility, reproducibility and validity. Intensive Care Med. (2015); 41: 642-649.