



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE ECOGRAFÍA DE LA FUNCIÓN DIAFRAGMÁTICA

	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
FECHA	Enero 2020		
NOMBRE	Vazquez Martínez JL ¹ Coca Pérez A ² Sánchez Porras M ³		
CARGO	¹ Jefe de sección UCIP. Hospital Ramón y Cajal ² Médico Adjunto UCIP. Hospital Ramón y Cajal ³ Médico Adjunto UCIP. Hospital Ramón y Cajal		Grupo de Trabajo Ecografía
REVISION	Enero 2023 (habitualmente 3 años desde realización)		



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE ECOGRAFÍA DE LA FUNCIÓN DIAFRAGMÁTICA

Índice

1. Introducción
2. Causa de lesión diafragmática
3. Disfunción diafragmática
4. Exploración ecográfica del diafragma
5. Evaluación ecográfica de la función diafragmática
6. Limitaciones
7. Guía rápida
8. Bibliografía



1. Introducción

El diafragma es el principal músculo respiratorio. Caracterizado por tener una forma abovedada, consta de una parte fibrosa central (sirve básicamente como anclaje) y otra periférica, muscular, cuya contracción genera el típico movimiento cráneo-caudal diafragmático (1).

2. Causa de lesión diafragmática

La disminución del movimiento diafragmático puede producirse por alteraciones neurológicas centrales o periféricas, distrofias musculares y por injurias traumáticas del nervio frénico (a destacar, traumatismo de parto, del plexo braquial, asociadas a canalizaciones vasculares centrales, cirugía de extremidad superior y corrección de cardiopatías congénitas). En niños sometidos a ventilación mecánica, se produce hasta una atrofia del 3,4% diario, que empeora por el uso de relajantes musculares (2). También se puede observar disfunción diafragmática en el caso de patología torácica o abdominal adyacente: enfermedad pulmonar intersticial y enfermedad obstructiva crónica, neumonías, masas torácicas o abdominales y grandes colecciones líquidas (derrames pleurales o ascitis).

3. Disfunción diafragmática

Desde el punto de vista clínico, el espectro de la disfunción es muy amplio, desde el hallazgo ocasional de una elevación diafragmática en una Rx Tórax, hasta fallo respiratorio inexplicable con retención de CO₂, fallos de extubación, o prolongación de los tiempos de destete de la ventilación mecánica.

4. Exploración ecográfica del diafragma

La exploración ecográfica tiene la ventaja de ser relativamente sencilla, inocua (no precisa irradiar), indolora (a diferencia de la electromiografía), repetible y realizable a pie de cama (3).



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE ECOGRAFÍA DE LA FUNCIÓN DIAFRAGMÁTICA

- Ventana abdominal o subdiafragmática: sonda phased-array o convex (baja frecuencia) (Figura 1)
 - Exploración subcostal: entre línea medio-clavicular y axilar anterior, apuntando hacia arriba y hacia atrás (para escanear perpendicularmente la cúpula diafragmática a través del hígado o del bazo) (4)
 - El diafragma se identifica como una estructura compuesta de dos líneas hipercoicas, una craneal (pleura) y otra caudal (peritoneo) en el medio de las cuales se encuentra la imagen hipoecoica correspondiente al propio músculo frénico
 - 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)

- Ventana torácica o supradiafragmática: sonda lineal (alta frecuencia) o convex (niños mayorcitos) (Figura 1)
 - Exploración intercostal baja, generalmente línea medio-axilar
 - La apariencia del diafragma en esa aproximación suele ser de una única línea hipercoica fácilmente identificable
 - La existencia de patología pulmonar o derrame pleural facilita su visión



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE ECOGRAFÍA DE LA FUNCIÓN DIAFRAGMÁTICA

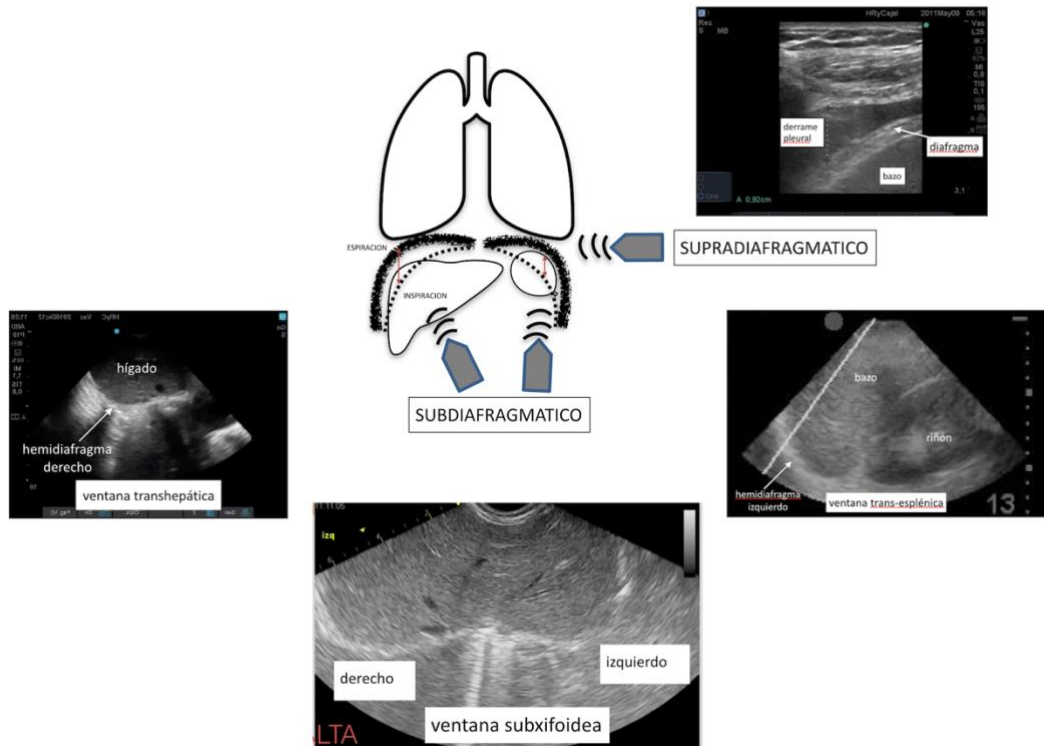


Figura 1. Exploración del diafragma (supra- y subdiafragmática)

- Ventana subxifoidea (plano transversal): sonda convex o phased-array (baja frecuencia) (Figura 2)
 - En niños permite la visualización simultánea de ambos hemidiafragmas, muy útil para comparar sus respectivas motilidades (especialmente útil para el diagnóstico de lesiones unilaterales)
 - Valoración de movimiento paradójico de un hemidiafragma respecto al otro (ascenso hemidiafragma afectado durante la inspiración, y lo contrario en espiración)



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE ECOGRAFÍA DE LA FUNCIÓN DIAFRAGMÁTICA

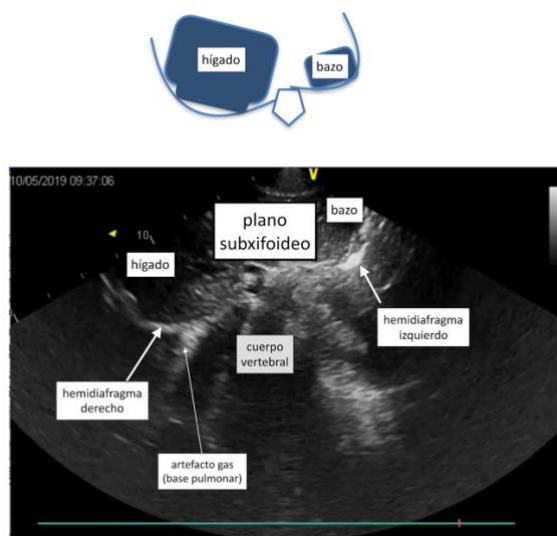


Figura 2. Imagen subxifoidea de ambos hemidiafragmas

5. Evaluación ecográfica de la función diafragmática

- Determinación del nivel de posicionamiento del hemidiafragma (alto en caso de parálisis; en niños críticos y en decúbito se suelen apreciar mas alto de lo normal sin que ello implique necesariamente una lesión frénica)
- Monitorización de la excursión diafragmática (disminuída en paresias, ausente o paradójica en parálisis frénica unilateral) (Figura 3)
 - Debe realizarse en respiración espontánea, desconectándose la VM en el caso de niños intubados para evitar la interferencia de la PEEP o de la presión soporte. En caso de no ser posible, los resultados tienen valor limitado, precisándose controles evolutivos
 - Por comparación con lado contralateral. Se debe tener en cuenta que la excursión del lado izquierdo es mayor que la del derecho (5) Se puede valorar la existencia o no de movimiento paradójico
 - Modo B: valoración cualitativa del movimiento, especialmente útil en parálisis o paresias unilaterales



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE ECOGRAFÍA DE LA FUNCIÓN DIAFRAGMÁTICA

- Modo M (análisis de los cambios de una estructura ecográfica en el tiempo) permite cuantificar la máxima excursión diafragmática (existen tablas de movilidad normal según diferentes edades pediátricas que en cualquier caso deben ser individualizados)
- Limitaciones: en niños especialmente, la presencia de motilidad (+) no descarta parálisis, pues el movimiento puede ser debido al movimiento pasivo del diafragma inducido por la musculatura respiratoria accesoria (6)

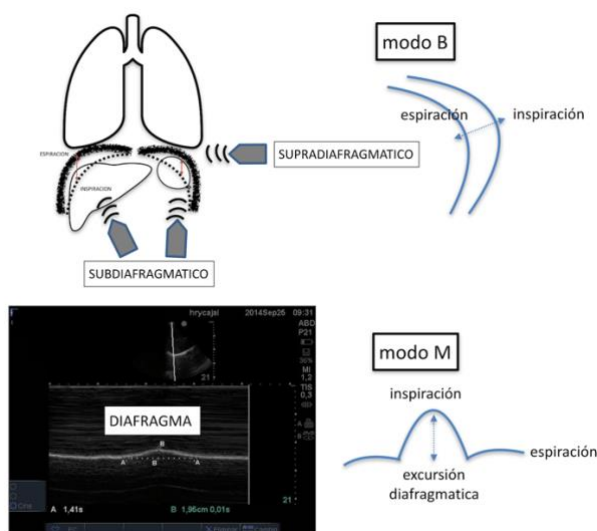


Figura 3. Análisis de la motilidad diafragmática

- Medición del grosor diafragmático (modo B)
 - Zona de aposicionamiento (donde las vísceras abdominales alcanzan la caja torácica inferior), generalmente 8^o-10^o espacio intercostal
 - Puede detectarse un incremento (caso de edema generalizado), o un adelgazamiento (atrofia)
 - Mediciones seriadas resultan muy útiles para categorizar el esfuerzo inspiratorio del paciente (7) en el periodo de weaning



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE ECOGRAFÍA DE LA FUNCIÓN DIAFRAGMÁTICA

- Cálculo de la fracción de engrosamiento diafragmático (modo-M) (Figura 4)
 - En modo M, se calcula porcentualmente la diferencia entre el máximo grosor diafragmático (tele-inspiratorio) y el mínimo (tele-espiratorio) respecto al tele-espiratorio (8)
 - Se aconseja el uso de zoom para facilitar la exactitud de la medición
 - Valores normales: mayor del 36%
 - Constata la presencia o no de contracción muscular (descarta movimiento inducido por musculatura accesoria y permite controlar evolutivamente la eficacia de un entrenamiento de cara al weaning) frénica

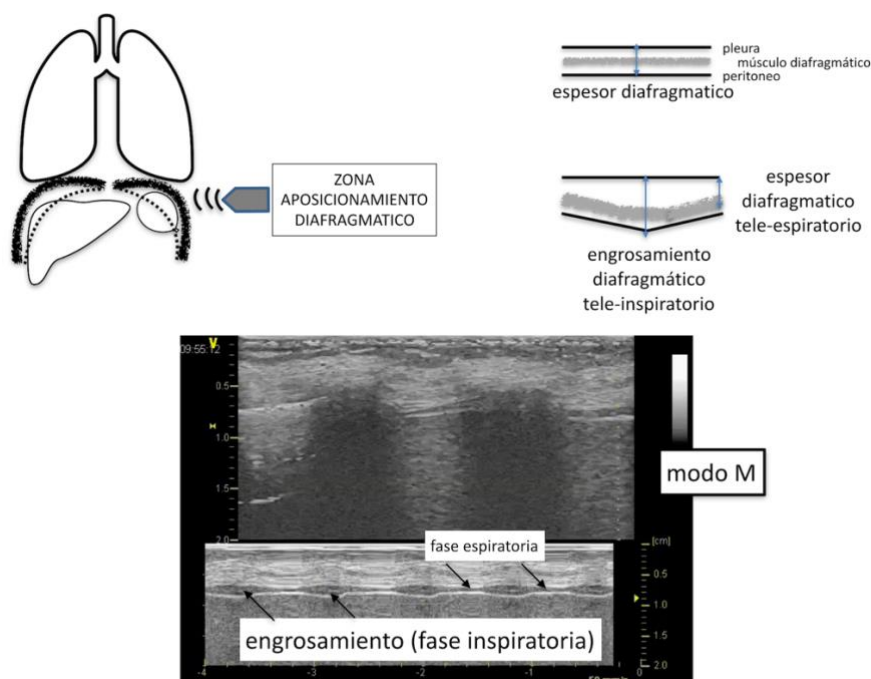


Figura 4. Análisis del engrosamiento diafragmático

- Cálculo de la velocidad de contracción (max excursión/tiempo en alcanzar máx excursión) (9), especialmente indicado para predecir el éxito del weaning



6. Limitaciones

- Mala ventana acústica (neumotórax, distensión abdominal por íleo...)
- La medición debe ser lo más perpendicular a la cúpula (en caso contrario se infraestiman las mediciones) (1)

7. Guía rápida

- Ventanas de exploración, equipamiento y planos

VENTANA	SONDA	EXPLORACIÓN	DIAFRAGMA
Abdominal o subdiafragmática	phased-array o convex (baja frecuencia)	Subcostal (línea medio-clavicular y axilar anterior, apuntando hacia atrás) Usar Foco	-hemidiafragma (doble línea hipercoica, en sandwich) -cúpula diafragmática a través del hígado o del bazo
Torácica o supradiafragmática	sonda lineal (alta frecuencia) o convex (niños mayorcitos)	-intercostal baja (línea medio-axilar) -transversal al espacio intercostal	hemidiafragma (mejor definido si derrame pleural)
Ventana subxifoidea	convex o phased-array (baja frecuencia)	plano transversal	-ambos hemidiafragmas. -difícil definir doble estructura lineal lado izquierdo sin patología asociada



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE ECOGRAFÍA DE LA FUNCIÓN DIAFRAGMÁTICA

- Evaluación ecográfica de la función diafragmática:
 - Elevación o no del hemidiafragma, motilidad y engrosamiento
 - Respiración espontánea, sin P soporte ni PEEP idealmente
 - Modo B: posicionamiento diafragmático (modo B)
 - Zona de aposicionamiento (8º-10º espacio intercostal).
 - Mediciones seriadas, útiles para valorar el esfuerzo inspiratorio del paciente en el periodo de weaning.
 - Modo M:
 - Máxima excursión diafragmática (motilidad)
 - Movimiento paradójico
 - Cálculo de la fracción de engrosamiento diafragmático (valores normales: mayor del 36%)
 - Cálculo de la velocidad de contracción (max excursión/tiempo en alcanzar máx excursión)
 - especialmente indicado para predecir el éxito del weaning

8. Bibliografía

1. Nadel J, Murray J (2010) Textbook of respiratory medicine, 5th edn. Saunders Elsevier, Philadelphia
2. Glau CL, Conlon TW, Himebauch AS, Yehya N, Weiss SL, Berg RA et al. (2018) Progressive diaphragm atrophy in pediatric acute respiratory. failure. *Pediatr Crit Care Med* 19:406–411
3. Gil-Juanmiquel L, Gratacós M, Castilla-Fernández Y, Piqueras JK, Baust T, Raguer N, Balcells J, Perez-Hoyos S, Abella R, Sanchez-de-Toledo J. Bedside ultrasound for the Diagnosis of Abnormal Diaphragmatic Motion in Children After Heart Surgery *PCCM* 2016



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE ECOGRAFÍA DE LA FUNCIÓN DIAFRAGMÁTICA

4. Boussuges A, Gole Y, Blanc P. Diaphragmatic Motion Studied by M-Mode Ultrasonography* Methods, Reproducibility, and Normal Values. CHEST 2009; 135:391–400
5. Eugenio O. Gerscovich, MD, Michael Cronan, RDMS, John P. McGahan, MD, Kiran Jain, MD, C. Darryl Jones, MD, Craig McDonald, MD Ultrasonographic Evaluation of Diaphragmatic Motion J Ultrasound Med 20:597–604, 2001
6. Vázquez Martínez JL, López de Pedro A, Coca Pérez A, Montero Yeboles R, Pérez-Caballero Macarrón C. “Bilateral diaphragmatic paresis after cardiac surgery: the key is the clinical point-of-care ultrasound” Int J Crit Care Emerg Med 2018; 4:031.
7. Umbrello M, Formenti P, Longhi D, Galimberti A, Piva I, Pezzi A, Mistraletti G, Marini J, Iapichino G. Diaphragm ultrasound as indicator of respiratory effort in critically ill patients undergoing assisted mechanical ventilation: a pilot clinical study. Critical Care (2015) 19:161
8. Vivier E, Roche-Campo F, Brochard L, Mekontso Dessap A (2017) Determinants of diaphragm thickening fraction during mechanical ventilation: an ancillary study of a randomised trial. Eur Respir J 50:1700783
9. Turton P, Sondus AL, Aidarous, Welters I. A narrative review of diaphragm ultrasound to predict weaning from mechanical ventilation: where are we and where are we heading? Ultrasound J 2019; 11:2-7
10. Matamis D, Soilemezi E, Tsgourias M, Akoumianaki E, Dimassi S, Boroli F et al. Sonographic evaluation of the diaphragm in critically ill patients. Technique and clinical applications. Intensive Care Med 2013; 39:801–810