

Échographie du diaphragme en réanimation

Diaphragm Ultrasound in the Critically Ill

B. Jung · A. Guillon · pour la Commission de la recherche translationnelle de la SRLF

Reçu le 28 décembre 2017 ; accepté le 14 mai 2018
© SRLF et Lavoisier SAS 2018

Résumé L'échographie du diaphragme est un examen réalisable au lit du patient pour l'évaluation de la trophicité et l'approximation de la force de contraction du diaphragme. Après prise en compte des paramètres de validité et des conditions respiratoires de la mesure, l'évaluation échographique peut permettre d'évaluer le risque de sevrage difficile de la ventilation mécanique.

Mots clés Diaphragme · Échographie · Sevrage de la ventilation mécanique

Abstract The ultrasound exam of the diaphragm is feasible at the patient's bedside and it allows the evaluation of both the diaphragm trophicity and the approximation of the diaphragm force production. After careful consideration of the respiratory conditions and the validity parameters, the diaphragm ultrasound evaluation may help to anticipate difficult weaning from mechanical ventilation.

Keywords Diaphragm · Ultrasound · Weaning

B. Jung (✉)
Département de médecine intensive et de réanimation,
assistance respiratoire prolongée et accueil des grands brûlés,
hôpital Lapeyronie, CHU de Montpellier,
191, avenue du Doyen-Gaston-Giraud,
F-34295 Montpellier cedex 05, France
e-mail : b-jung@chu-montpellier.fr

Institut national de la santé et de la recherche médicale
et Centre national de la recherche scientifique,
université de Montpellier-I, CHU Arnaud-de-Villeneuve,
371, avenue du Doyen-Gaston-Giraud,
F-34295 Montpellier cedex 05, France

A. Guillon
Service de réanimation polyvalente, CHU de Tours,
centre d'études des pathologies respiratoires,
F-37000 Tours, France

Inserm U1100, faculté de médecine,
10, boulevard Tonnellé, F-37032 Tours cedex, France

Comment ça marche ?

Chez le patient de réanimation, sepsis, ventilation mécanique, chirurgie, perturbations électrolytiques, neuromyotoxiques (stéroïdes, curares, aminoglycosides, benzodiazépines, propofol, colimycine...) altèrent la fonction contractile du diaphragme, principal muscle inspiratoire [1]. L'exploration échographique du diaphragme permet au lit du patient d'estimer deux paramètres mesurés en mode Temps-Mouvement (TM) :

- la trophicité musculaire par la mesure de l'épaisseur diaphragmatique ;
- la force de contraction diaphragmatique par la mesure de l'excursion diaphragmatique et par la mesure de la fraction d'épaississement du diaphragme.

Les principales fenêtres et mesures sont présentées dans les figures 1, 2 ainsi que dans la vidéo 1, disponible en ligne.

Afin d'optimiser la reproductibilité des mesures et permettre des acquisitions répétées dans le temps, il est important de respecter les règles suivantes [2] :

- choisir une sonde 3–5 MHz (sonde « cardiologique ») pour la mesure de l'excursion diaphragmatique en fenêtre sous-costale sur la ligne médioaxillaire et une sonde 10 MHz (sonde « vasculaire ») pour la mesure de l'épaisseur et de la fraction d'épaississement, en fenêtre axillaire sur la ligne d'apposition costale (8°–10° espace intercostal) ;
- favoriser la fenêtre transhépatique explorant l'hémicoupe droite, l'interposition de gaz digestifs pouvant gêner l'exploration de l'hémicoupe gauche, même en abord trans-splénique ;
- installer le patient en position demi-assise avec une inclinaison du lit mesurée à 30–45°. La course diaphragmatique est en effet limitée par les organes abdominaux lorsque le patient est allongé ;
- vérifier que l'exploration TM est bien réalisée perpendiculairement au diaphragme pour les mesures de l'excursion diaphragmatique et de l'épaisseur (Fig. 1) ;



Fig. 1 Réalisation d'une échographie diaphragmatique au lit du patient. Fenêtre sous-costale, sur la ligne médioclaviculaire permettant de mesurer la course diaphragmatique à l'aide d'une exploration en mode Temps-Mouvement perpendiculaire au diaphragme. La sonde est une sonde cardiologique (3–5 MHz). La mesure de la course diaphragmatique est réalisée dans les conditions décrites ci-dessus, et la mesure doit suivre un feuillet diaphragmatique

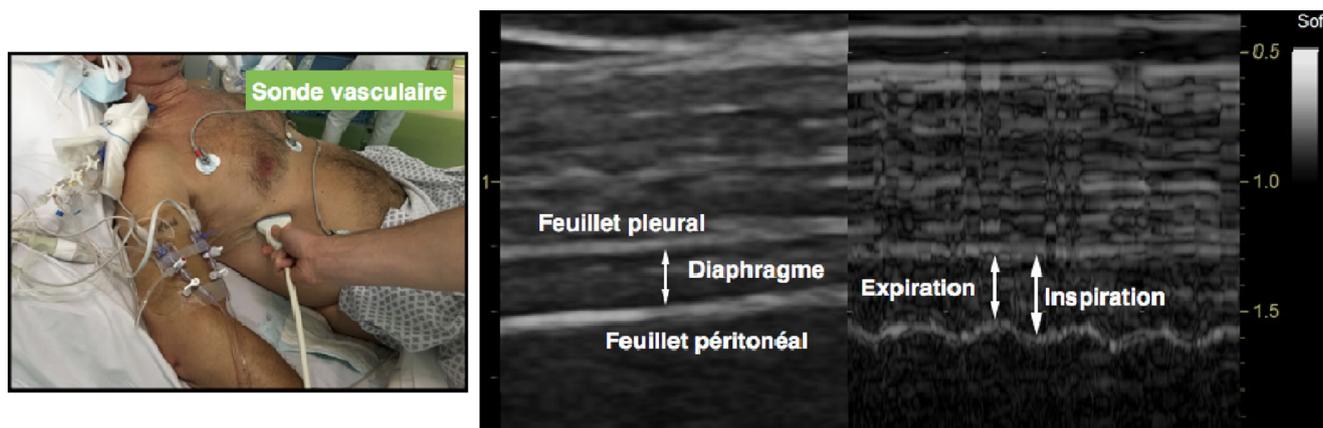


Fig. 2 Réalisation d'une échographie diaphragmatique au lit du patient. La sonde est une sonde vasculaire (8–10 MHz). L'image en fenêtre axillaire permet de mesurer l'épaisseur diaphragmatique et la fraction d'épaississement à l'aide d'une exploration en mode Temps-Mouvement en général dans le 9^e ou le 10^e espace intercostal. La fraction d'épaississement est égale à (Épaisseur téléinspiratoire – Épaisseur téléexpiratoire) / Épaisseur téléexpiratoire, exprimée en pourcentage

- assurer la standardisation (e.g., contrôle des stimuli systémiques comme la douleur, posture du patient, modalités d'assistance respiratoire). En ventilation spontanée, la contraction diaphragmatique à l'inspiration s'accompagne d'un raccourcissement des fibres musculaires et donc d'un épaississement du diaphragme. Pendant l'expiration, le muscle se relâche et son épaisseur diminue. Le suivi de l'épaisseur du diaphragme au cours du séjour nécessite une rigueur dans la mesure, au mieux au plus bas volume pulmonaire soit en téléexpiratoire. La mesure de l'épaisseur diaphragmatique doit par ailleurs comprendre le muscle et exclure les feuillets pleural et péritonéal.
- les conditions ventilatoires influencent l'évaluation diaphragmatique. Il faut distinguer en pratique les mesures réalisées dans les situations suivantes [3] :
 - ventilation calme *sans* assistance ventilatoire (épreuve de ventilation spontanée en tube en T) reflétant l'effort nécessaire pour générer un volume courant en situation stable ;
 - ventilation calme *avec* assistance ventilatoire : le degré d'assistance ventilatoire doit être pris en compte dans

Tableau 1 Critères simplifiés d'évaluation de la force diaphragmatique dans le diagnostic et le pronostic du sevrage difficile de la ventilation mécanique (modifié d'après Zambon et al)			
Paramètre	Condition de mesure	Valeurs seuils	Performance du prétest
Fraction d'épaississement [6–8]	Ventilation calme pendant une épreuve de ventilation spontanée	20–30 %	Se = 80–90 % Sp = 70–80 %
Excursion [9]	Ventilation calme pendant une épreuve de ventilation spontanée	10–14 mm	Se = 60 % Sp = 75 %

Se : sensibilité ; Sp : spécificité. La fraction d'épaississement est égale à (Épaisseur téléinspiratoire – Épaisseur téléexpiratoire) / Épaisseur téléexpiratoire, exprimée en pourcentage

l'interprétation des mesures et dans le suivi des mesures au cours du séjour ;

- ventilation en capacité vitale ou *sniff test* (reniflement maximal) au cours d'une épreuve de ventilation spontanée : la valeur mesurée doit tenir compte de la participation parfois difficile du patient et reflète la force maximale développable.

Indications cliniques validées

En pratique clinique, l'évaluation diaphragmatique à l'échographie est réalisée dans le cadre du sevrage de la ventilation mécanique afin d'apprécier la fonction diaphragmatique [4] et de prédire le succès du sevrage de la ventilation [5] au décours d'une épreuve de ventilation spontanée (Tableau 1).

Le seul examen musculaire périphérique ne permet de prédire à lui seul ni la présence d'une dysfonction diaphragmatique associée ni le succès ou l'échec du sevrage [6]. L'évaluation du diaphragme ne se conçoit que dans le cadre d'une évaluation multimodale [5], clinique et paraclinique, l'utilisation d'un seul paramètre (estimation de la force de contraction diaphragmatique) pour prédire succès vs échec de sevrage manquant cruellement de spécificité.

Applications en recherche

L'échographie du diaphragme permet :

- d'évaluer au cours du séjour d'un patient ventilé mécaniquement la trophicité musculaire par la mesure de l'épaisseur du diaphragme. Ainsi, il a été montré [2] que l'absence d'activité diaphragmatique au cours de la ventilation mécanique contrôlée était associée à une diminution de l'épaisseur diaphragmatique au cours du séjour ;
- d'évaluer la fraction d'épaississement qui est corrélée à la force de contraction diaphragmatique estimée après sti-

mulation phrénique magnétique bilatérale en ventilation invasive spontanée avec aide inspiratoire. Une fraction d'épaississement inférieure à 29 % était associée à une augmentation de la durée de ventilation et de séjour [10] ;

- d'estimer le travail inspiratoire de manière non invasive au décours de différentes modalités ventilatoires (variation de l'assistance ventilatoire en aide inspiratoire) par la mesure de l'excursion et de la fraction d'épaississement [11].

Conclusion

L'échographie diaphragmatique est une technique non invasive permettant d'apprécier de manière séquentielle la mobilité (excursion) et la contraction (épaississement) du diaphragme chez le patient ventilé mécaniquement. Il s'agit d'une technique de choix pour explorer les difficultés de sevrage de la ventilation mécanique et l'impact de différentes modalités ventilatoires sur la contraction diaphragmatique.

Remerciements David Chapeau, kinésithérapeute, département de médecine intensive et de réanimation, assistance respiratoire prolongée et accueil des grands brûlés, hôpital Lapeyronie, CHU de Montpellier

Liens d'intérêts : les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt.

Références

1. Jaber S, Petrof BJ, Jung B, Chanques G, Berthet JP, Rabuel C, Bouyabrine H, Courouble P, Koechlin-Ramonatxo C, Sebbane M, Similowski T, Scheuermann V, Mebazaa A, Capdevila X, Mornet D, Mercier J, Lacampagne A, Philips A, Matecki S, (2011) Rapidly progressive diaphragmatic weakness and injury during mechanical ventilation in humans. *Am J Respir Crit Care Med* 183: 364–371

2. Zambon M, Greco M, Bocchino S, Cabrini L, Beccaria PF, Zangrillo A, (2017) Assessment of diaphragmatic dysfunction in the critically ill patient with ultrasound: a systematic review. *Intensive Care Med* 43: 29–38
3. Umbrello M, Formenti P, Longhi D, Galimberti A, Piva I, Pezzi A, Mistraletti G, Marini JJ, Iapichino G, (2015) Diaphragm ultrasound as indicator of respiratory effort in critically ill patients undergoing assisted mechanical ventilation: a pilot clinical study. *Crit Care* 19: 161
4. Lerolle N, Guérot E, Dimassi S, Zegdi R, Faisy C, Fagon JY, Diehl JL, (2009) Ultrasonographic diagnostic criterion for severe diaphragmatic dysfunction after cardiac surgery. *Chest* 135: 401–407
5. Silva S, Ait Aissa D, Cocquet P, Hoarau L, Ruiz J, Ferre F, Rousset D, Mora M, Mari A, Fourcade O, Riu B, Jaber S, Bataille B, (2017) Combined thoracic ultrasound assessment during a successful weaning trial predicts postextubation distress. *Anesthesiology* 127(4): 666–674
6. Jung B, Moury PH, Mahul M, de Jong A, Galia F, Prades A, Albaladejo P, Chanques G, Molinari N, Jaber S, (2015) Diaphragmatic dysfunction in patients with ICU-acquired weakness and its impact on extubation failure. *Intensive Care Med* 42: 853–861
7. DiNino E, Gartman EJ, Sethi JM, McCool FD, (2014) Diaphragm ultrasound as a predictor of successful extubation from mechanical ventilation. *Thorax* 69: 431–435
8. Blumhof S, Wheeler D, Thomas K, McCool FD, Mora J, (2016) Change in diaphragmatic thickness during the respiratory cycle predicts extubation success at various levels of pressure support ventilation. *Lung* 194: 519–525
9. Kim SH, Na S, Choi JS, Na SH, Shin S, Koh SO, (2010) An evaluation of diaphragmatic movement by M-mode sonography as a predictor of pulmonary dysfunction after upper abdominal surgery. *Anesth Analg* 110: 1349–1354
10. Dubé BP, Dres M, Mayaux J, Demiri S, Similowski T, Demoule A, (2017) Ultrasound evaluation of diaphragm function in mechanically ventilated patients: comparison to phrenic stimulation and prognostic implications. *Thorax* 72: 811–818
11. Vivier E, Mekontso Dessap A, Dimassi S, Vargas F, Lyazidi A, Thille AW, Brochard L, (2012) Diaphragm ultrasonography to estimate the work of breathing during non-invasive ventilation. *Intensive Care Med* 38: 1–8