



# Ultrassonografia do diafragma — ferramenta essencial para pneumologistas e intensivistas

Luigi Vetrugno<sup>1,2</sup>, Daniele Orso<sup>1,2</sup>, Tiziana Bove<sup>1,2</sup>

“É sempre tolice dar conselhos: mas dar bons conselhos é fatal.”

Oscar Wilde

O diafragma é o principal músculo inspiratório, e sua contínua subida e descida pode ser comparada ao monótono movimento para cima e para baixo de um pistão de motor. O diafragma nunca para, contraindo-se e relaxando ao longo da vida, exceto, é claro, durante a anestesia ou se bloqueado pelo uso de agentes paralisantes na UTI. O movimento perpétuo do diafragma gera a chamada pressão transdiafragmática, cujo valor se relaciona diretamente com a força necessária para a obtenção de ventilação adequada. No passado, apenas centros especializados, equipados para fins de pesquisa, possuíam as ferramentas apropriadas necessárias para avaliar a força desse músculo, que podia ser avaliada de duas maneiras. A primeira modalidade envolve a medição da pressão transdiafragmática (em  $\text{cmH}_2\text{O}$ ) e emprega uma sonda com balão duplo — um balão é inserido no esôfago e o outro, no estômago. Na segunda modalidade, a força diafragmática é medida indiretamente, por meio da medição da pressão de contração (em  $\text{cmH}_2\text{O}$ ) — pressão gerada na ponta externa do tubo endotraqueal. No entanto, em ambos os casos, para gerar um esforço inspiratório máximo voluntário em pacientes não colaborativos, é necessária a estimulação magnética cervical do nervo frênico. Não é preciso dizer que ambas as técnicas são altamente invasivas e acompanhadas por limitações. A limitação mais importante é que nunca é possível excluir paralisia diafragmática unilateral, pois um hemidiafragma é capaz de compensar o hemidiafragma contralateral.<sup>(1)</sup>

Tendo em mente as limitações das técnicas acima mencionadas, o uso contemporâneo da ultrassonografia para avaliação da função diafragmática na prática clínica oferece algumas vantagens importantes. Embora a técnica de ultrassonografia para avaliação do diafragma tenha sido originalmente publicada há uns 20 anos por Wait et al.,<sup>(2)</sup> Santana et al.,<sup>(3)</sup> em seu artigo publicado na presente edição do JBP, descrevem de forma clara e precisa que foi apenas nos últimos 10 anos que a importância dessa abordagem passou a ser explorada em mais detalhes, especialmente dentro da UTI.

Mais de 60% dos pacientes internados na UTI apresentam alguma forma de disfunção diafragmática em termos de diminuição da atividade unilateral ou bilateral do diafragma (fraqueza), função abolida (paralisia) ou movimento paradoxal. Além disso, 80% dos pacientes desenvolvem disfunção diafragmática durante a ventilação mecânica (VM).<sup>(1-4)</sup> Um estudo recente<sup>(5)</sup> mostrou que o tipo mais frequente de choque na UTI (ou seja, choque séptico) está associado a atrofia preferencial diafragmática. Essa perda preferencial de volume muscular do diafragma,

quando comparada à do músculo psoas, cria uma condição denominada disfunção diafragmática induzida por sepse. Esse estudo fornece evidências que sustentam a ideia de que a perda de volume muscular do diafragma está associada à perda de força.<sup>(5)</sup>

A VM é a técnica de suporte de vida de curto prazo mais utilizada no mundo. No entanto, embora a VM forneça uma forma indiscutivelmente vital de suporte à vida, salvando pacientes de uma doença subjacente, aliviar o trabalho do diafragma pode rapidamente levar a atrofia diafragmática e afetar fortemente o desfecho clínico do paciente.<sup>(6)</sup> O primeiro grupo a introduzir o conceito de disfunção diafragmática induzida pelo ventilador foi Vassilikopoulos et al.,<sup>(7)</sup> que postularam que o rápido desuso das fibras diafragmáticas durante a VM é a causa subjacente dessa condição. Cinco anos depois, Levine et al.<sup>(8)</sup> forneceram evidências cruciais, demonstrando que a inatividade diafragmática durante a VM resulta em acentuada atrofia das fibras musculares do diafragma humano. Grosu et al.<sup>(9)</sup> comprovaram essas evidências, relatando uma redução de 6% na espessura do diafragma nas primeiras 48 h após o início da VM em pacientes de UTI. Portanto, sepse e VM na UTI são agora reconhecidas como os dois principais fatores responsáveis pela disfunção diafragmática em pacientes críticos, e cunhou-se o termo “fraqueza diafragmática associada à doença crítica” para se referir a todos esses mecanismos.<sup>(1)</sup> No entanto, muitos outros processos de doença podem afetar a função do diafragma em termos de propriedades contráteis, inervação ou mesmo ambas; por exemplo, lesões traumáticas, efeito de massa, doença inflamatória, doença neurológica, anestesia regional e condições idiopáticas.

Na presente edição do JBP, Santana et al.<sup>(3)</sup> fornecem uma revisão detalhada da literatura sobre os aspectos técnicos de como a ultrassonografia diafragmática pode ser utilizada para avaliar a função diafragmática durante a respiração normal, a respiração profunda e o fungar. São apresentados de forma clara os principais achados e aplicações clínicas em pacientes críticos. Os autores também avaliam outras condições que podem potencialmente induzir disfunção diafragmática, incluindo asma, fibrose cística, DPOC e distúrbios neuromusculares.<sup>(3)</sup> No que diz respeito a pacientes com DPOC no PS, a ultrassonografia diafragmática só recentemente foi identificada como uma ferramenta adequada para monitorar pacientes com insuficiência respiratória hipercápnica aguda e dispneia grave submetidos a ventilação não invasiva.<sup>(10)</sup>

1. Dipartimento di Medicina, Anestesia e Terapia Intensiva Clinica, Università degli Studi di Udine, Udine, Italia.

2. Dipartimento di Anestesia e Terapia Intensiva, Azienda Sanitaria universitaria Friuli Centrale-ASUFC-Ospedale Santa Maria della Misericordia of Udine, Udine, Italia.



**Figura 1.** Olhe para o diafragma com outros “olhos”.

Santana et al.<sup>(3)</sup> também relatam como avaliar a excursão diafragmática utilizando a incidência subcostal no modo B e a varredura transversal. Isso é de particular interesse, pois há relato de que a abordagem longitudinal é preferível.<sup>(11)</sup> Valores normais de excursão diafragmática em voluntários saudáveis foram descritos anteriormente.<sup>(11)</sup> No entanto, a medição da excursão diafragmática (deslocamento) só pode ser realizada em pacientes com respiração espontânea, tais como pacientes recém-internados na UTI ou pacientes intubados submetidos a teste de respiração espontânea para fins de desmame. Por outro lado, a avaliação ultrassonográfica da excursão diafragmática durante a VM fornece resultados errôneos, pois mede não apenas o esforço

exercido pelo paciente, mas também a potência do ventilador. Santana et al.<sup>(3)</sup> afirmam que o uso da fração de espessamento (FE), calculada por meio da espessura diafragmática no final da inspiração (Tdi-insp) e no final da expiração (Tdi-exp) na zona de aposição —  $FE = [(Tdi-insp - Tdi-exp)/Tdi-exp] \times 100$  — poderia ser um melhor indicador da atividade do diafragma durante a VM. A FE é uma expressão da contração muscular e, portanto, pode ser utilizada para medir a atividade do diafragma e avaliar se o suporte ventilatório pode ser manejado pelo paciente em questão. De fato, alguns pacientes sob VM são expostos a superassistência (o alívio excessivo da carga do diafragma pelo ventilador reduz ou abole o esforço inspiratório) ou subassistência (sobrecarga do diafragma por assistência ventilatória insuficiente) — ambas causadoras de miotrauma diafragmático. Também sabemos que a dissincronia paciente-ventilador leva a miotrauma diafragmático em razão da carga muscular excêntrica.<sup>(12)</sup> O consenso geral até o momento é que a FE deve ser mantida dentro da faixa normal, entre 15% e 30%, tal como em indivíduos saudáveis respirando em repouso, o que parece estar associado a menor duração da VM.<sup>(6)</sup>

Nesse ponto, também é preciso reconhecer as limitações da ultrassonografia diafragmática. Pode ser impossível avaliar um paciente que apresenta janela acústica ruim; é difícil explorar o hemidiafragma esquerdo; e o nível de experiência do operador na realização de ultrassonografia diafragmática é importante. Dito isso, com uma quantidade adequada de proficiência de treinamento, a ultrassonografia diafragmática é uma técnica de fácil execução. Em conclusão, a mensagem central e bem fundamentada da revisão de Santana et al.<sup>(3)</sup> é clara: a ultrassonografia é uma técnica altamente apropriada para examinar o diafragma. Utilizem-na.

## CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

LV idealizou o editorial. Todos os autores participaram da redação e revisão do editorial. Todos os autores leram e aprovaram a versão final do editorial.

## REFERÊNCIAS

- Dres M, Goligher EC, Heunks LMA, Brochard LJ. Critical illness-associated diaphragm weakness. *Intensive Care Med.* 2017;43(10):1441-1452. <https://doi.org/10.1007/s00134-017-4928-4>
- Wait JL, Nahormek PA, Yost WT, Rochester DP. Diaphragmatic thickness-lung volume relationship in vivo. *J Appl Physiol* (1985). 1989;67(4):1560-1568. <https://doi.org/10.1152/jap.1989.67.4.1560>
- Santana PV, Cardenas LZ, Albuquerque ALP, Carvalho CRR, Caruso P. Diaphragmatic ultrasound: a review of its methodological aspects and clinical uses. *J Bras Pneumol.* 2020;46(6):e20200064.
- Umbrello M, Formenti P, Longhi D, Galimberti A, Piva I, Pezzi A, et al. Diaphragm ultrasound as indicator of respiratory effort in critically ill patients undergoing assisted mechanical ventilation: a pilot clinical study. *Crit Care.* 2015;19(1):161. <https://doi.org/10.1186/s13054-015-0894-9>
- Jung B, Nougaret S, Conseil M, Coisel Y, Futier E, Chanques G, et al. Sepsis is associated with a preferential diaphragmatic atrophy: a critically ill patient study using tridimensional computed tomography. *Anesthesiology.* 2014;120(5):1182-1191. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000201>
- Goligher EC, Dres M, Fan E, Rubenfeld GD, Scales DC, Herridge MS, et al. Mechanical Ventilation-induced Diaphragm Atrophy Strongly Impacts Clinical Outcomes. *Am J Respir Crit Care Med.* 2018;197(2):204-213. <https://doi.org/10.1164/rccm.201703-0536OC>
- Vassilakopoulos T, Petrof BJ. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. *Am J Respir Crit Care Med.* 2004;169(3):336-341. <https://doi.org/10.1164/rccm.200304-4893CP>
- Levine S, Nguyen T, Taylor N, Friscia ME, Budak MT, Rothenberg P, et al. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. *N Engl J Med.* 2008;358(13):1327-1335. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa070447>
- Grosu HB, Lee YI, Lee J, Eden E, Eikermann M, Rose KM. Diaphragm muscle thinning in patients who are mechanically ventilated. *Chest.* 2012;142(6):1455-1460. <https://doi.org/10.1378/chest.11-1638>
- Cammarota G, Sguazzotti I, Zanoni M, Messina A, Colombo D, Vignazia GL, et al. Diaphragmatic Ultrasound Assessment in Subjects With Acute Hypercapnic Respiratory Failure Admitted to the Emergency Department. *Respir Care.* 2019;64(12):1469-1477. <https://doi.org/10.4187/respcare.06803>
- Vetruigno L, Guadagnin GM, Barbariol F, Langiano N, Zangrillo A, Bove T. Ultrasound Imaging for Diaphragm Dysfunction: A Narrative Literature Review. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2019;33(9):2525-2536. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2019.01.003>
- Bruni A, Garofalo E, Pelaja C, Messina A, Cammarota G, Murabito P, et al. Patient-ventilator asynchrony in adult critically ill patients. *Minerva Anestesiol.* 2019;85(6):676-688. <https://doi.org/10.23736/S0375-9393.19.13436-0>