

KIỂM CHUẨN THỦ THUẬT ĐO ÁP LỰC THỰC QUẢN Ở NGƯỜI BỆNH SUY HÔ HẤP CẤP TIẾN TRIỂN

Nguyễn Ngọc Tú^{1,2}, Triệu Hoàng Kim Ngân², Phạm Chí Thành²,
Phạm Đoàn Gia Khang¹, Nguyễn Phú Nhất¹, Đặng Lê Minh Khang¹,
Trần Thanh Linh², Phạm Thị Ngọc Thảo²

TÓM TẮT

Đặt vấn đề: Đo áp lực thực quản (P_{es}) ở người bệnh suy hô hấp cấp tiến triển (ARDS) hiện nay có nhiều ứng dụng trên lâm sàng. Để đảm bảo chính xác, cần có quy trình và kiểm chuẩn. **Mục tiêu nghiên cứu:** Xác định đặc điểm phương pháp kiểm tra tắc nghẽn trong kiểm chuẩn vị trí, thể tích bóng. Từ đó góp phần xây dựng quy trình kỹ thuật đo áp lực thực quản ở bệnh nhân thông khí nhân tạo xâm nhập. **Đối tượng và phương pháp:** Nghiên cứu quan sát tiến cứu. Tiêu chuẩn chọn là bệnh nhân được chẩn đoán ARDS mức độ trung bình, nặng theo tiêu chuẩn Berlin 2012 có thông khí nhân tạo xâm nhập, nhập khoa Hồi sức cấp cứu Bệnh viện Chợ Rẫy từ tháng 11 năm 2021 đến tháng 12 năm 2023. **Kết quả:** Có 46 bệnh nhân được đưa vào nghiên cứu. Ông thông đo áp lực thực quản được đặt có trung vị là 1 (1 – 1,5) lần, số lần đặt ống thông đo áp lực thực quản lại nhiều nhất là 4 lần. Thời gian đặt có trung vị 5 (3 – 6) phút. $\Delta P_{aw}/\Delta P_{es}$ trong kiểm tra tắc nghẽn áp lực dương có giá trị trung vị là 0,93 (0,89 – 0,95). **Kết luận:** Đo áp lực thực quản trong thông khí nhân tạo là một thủ thuật có thể thực hiện ngay tại giường bệnh. Tuy nhiên, để tránh sai số kết quả cần đặt bóng đúng vị trí, hiệu chuẩn và các bước đo đặc phải được thực hiện theo một quy trình kỹ thuật. **Từ khóa:** áp lực thực quản, áp lực dương cuối thì thở ra, suy hô hấp cấp tiến triển.

SUMMARY

THE CALIBRATION OF ESOPHAGEAL PRESSURE MEASUREMENT IN ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME PATIENTS

Background: The placement of an esophageal balloon catheter in Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) patients has many clinical applications. To ensure accuracy parameters, a standardized and calibrated procedure was required. **Objectives:** To identify the characteristics of an occlusion test method by correcting the position and volume of the balloon. Accordingly, the development of a procedural protocol for placing an esophageal balloon catheter. **Methods:** A prospective observational study was conducted. The inclusion criteria were patients diagnosed with moderate to severe ARDS according to the Berlin 2012 criteria

admitted to the Intensive Care Unit from November 2021 to December 2023. **Results:** A total of 46 patients were included in the study. The median number of times an esophageal balloon catheter was placed was 1 (Interquartile Range[IQR] 1 – 1.5), with a maximum of 4 times. The median placement time was 5 (IQR 3 – 6) minutes. The median $\Delta P_{aw}/\Delta P_{es}$ during occlusion tests was 0.93 (IQR 0.89 – 0.95). **Conclusions:** Esophageal balloon catheter placement in mechanically ventilated patients is feasible at the bedside. However, it was adjusted to place the balloon in the correct position and calibrated according to procedural protocols to minimize result errors.

Keywords: Acute Respiratory Distress Syndrome, Esophageal pressure, Positive end-expiratory pressure.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hội chứng suy hô hấp cấp tiến triển (ARDS) là một tình trạng đe dọa tính mạng, được đặc trưng bởi sự giảm oxy hóa máu, kháng trị với các liệu pháp oxy thông thường. Sinh bệnh học của ARDS trải qua các giai đoạn: tiết dịch, tăng sinh và xơ hoá. Từ đó gây ra hiện tượng tăng tính thấm của hàng rào phế nang-mao mạch, ngập dịch trong lòng phế nang, dẫn đến rối loạn chức năng trao đổi khí. ARDS được chẩn đoán dựa vào tiêu chuẩn Berlin 2012, có cập nhật vào năm 2023 của Hội Hồi sức tích cực Châu Âu (ESICM) [1]. Với việc ứng dụng các phương pháp theo dõi và điều trị mới hiện nay, mặc dù tỷ lệ tử vong giảm 1,1% mỗi năm qua các giai đoạn, nhưng tỷ lệ tử vong chung ở người bệnh ARDS trong tất cả các nghiên cứu là 43% [2]. Chính vì có tỷ lệ tử vong cao, nên việc chẩn đoán và điều trị người bệnh ARDS vẫn đang là một thách thức cho các bác sĩ lâm sàng.

Đo áp lực thực quản là một công cụ có giá trị với ứng dụng trên lâm sàng ngày càng được mở rộng trong các thập kỷ qua. Các ứng dụng lâm sàng hiện nay có thể kể đến như: sử dụng giá trị áp lực xuyên phổi để điều chỉnh PEEP, đánh giá tương tác bệnh nhân – máy thở, đánh giá nỗ lực hô hấp của bệnh nhân, đánh giá công thở, rối loạn chức năng cơ hoành do thở máy và đánh giá tắc nghẽn đường hô hấp trên. Tuy nhiên để ứng dụng được một cách chính xác, cần có kinh nghiệm chuyên môn để đặt và phân tích dữ liệu từ bóng thực quản theo một quy trình đầy đủ.

Tại Việt Nam, việc ứng dụng lâm sàng của kỹ

¹Đại học Y Dược TP.Hồ Chí Minh.

²Bệnh viện Chợ Rẫy

Chịu trách nhiệm chính: Nguyễn Ngọc Tú

Email: ngoctu@ump.edu.vn

Ngày nhận bài: 3.01.2024

Ngày phản biện khoa học: 19.2.2024

Ngày duyệt bài: 5.3.2024

thuật đo áp lực thực quản ở người bệnh ARDS vẫn chưa được áp dụng nhiều. Vì vậy, chúng tôi tiến hành đề tài này nhằm xác định đặc điểm phương pháp kiểm tra tắc nghẽn trong kiểm chuẩn vị trí, thể tích bóng áp lực thực. Từ đó góp phần xây dựng quy trình kỹ thuật đo áp lực thực quản ở bệnh nhân thông khí nhân tạo xâm nhập.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Thiết kế nghiên cứu. Nghiên cứu quan sát tiến cứu.

Tiêu chuẩn nhận bệnh. Bệnh nhân ≥ 16 tuổi điều trị tại Khoa Hồi sức cấp cứu Bệnh viện Chợ Rẫy với chẩn đoán ARDS mức độ trung bình, nặng dựa theo tiêu chuẩn Berlin năm 2012 [3].

Tiêu chuẩn loại trừ. Bệnh nhân được sử dụng các biện pháp khác để cải thiện tình trạng oxy hoá máu: nằm sấp, ECMO. Bệnh nhân có các bệnh phổi đi kèm: bệnh phổi tắc nghẽn mạn tính, thuyên tắc phổi. Bệnh nhân tăng áp lực nội sọ, tràn khí màng phổi, tụt huyết áp không đáp ứng với các biện pháp hồi sức. Bệnh nhân có các bệnh lý thực quản như: giãn tĩnh mạch thực quản, chấn thương hoặc phẫu thuật thực quản gần đây.

Địa điểm nghiên cứu. Khoa Hồi sức cấp cứu, Bệnh viện Chợ Rẫy.

Thời gian nghiên cứu. Từ tháng 11 năm 2021 đến tháng 12 năm 2023.

Phương pháp thu thập số liệu. Tất cả bệnh nhân nhập vào khoa Hồi sức cấp cứu thỏa các tiêu chuẩn nhận bệnh và không có các tiêu chuẩn loại trừ. Thân nhân bệnh nhân đồng ý tham gia nghiên cứu được thu nhận vào nghiên cứu. Thu thập số liệu dựa vào phiếu thu thập xây dựng sẵn. Các biến số thu thập trực tiếp.

Kỹ thuật chọn mẫu. Chọn các bệnh nhân thỏa tiêu chí nhận vào và không có tiêu chí loại trừ với cách chọn mẫu liên tục cho đến khi đủ số lượng bệnh nhân cần cho nghiên cứu.

Phương pháp chọn mẫu: chọn mẫu thuận tiện.

Mô tả dữ liệu. Biến định lượng được trình bày dưới dạng trung bình \pm độ lệch chuẩn khi có phân bố chuẩn. Biến định lượng không có phân phối chuẩn được trình bày dưới dạng trung vị (khoảng tứ phân vị 25th – 75th). Biến định tính được trình bày dưới dạng tần suất (phần trăm).

Phân tích số liệu. Kiểm tra biến định lượng có phân bố chuẩn hay không bằng phép kiểm Shapiro – Wilk khi cỡ mẫu nhỏ hơn 50.

Biến định lượng có phân phối chuẩn khi mức ý nghĩa $p > 0,05$.

Quy trình đo áp lực thực quản. Ống thông thực quản được sử dụng là Nutrivent (nhà

sản xuất SIDAM, Ý), kết hợp giữa việc sử dụng chức năng ống thông dạ dày để cung cấp dinh dưỡng, dẫn lưu với đồng thời tính năng theo dõi áp lực thực quản. Cấu tạo bằng chất liệu polyurethane có vạch chia xác định vị trí, sọc Radiopac dọc theo toàn bộ chiều dài ống thông. Ngoài ra có điểm đánh dấu cản quang ở vị trí thực quản.

Mô tả quy trình đặt ống thông:

- Kiểm tra tính toàn vẹn của ống thông và bóng bằng cách bơm một thể tích khí nhất định theo khuyến cáo qua cổng bơm bóng.

- Nếu ống thông dạ dày đã được đặt trước đó, có thể cần thiết rút ống thông trước khi tiến hành đặt bóng.

- Trên ống thông thường có các vạch dấu chỉ độ sâu để giúp xác định vị trí bóng, và độ sâu nên đặt bóng được xác định bằng khoảng cách từ cánh mũi qua dải tai đến mồm mũi kiểm.

- Bôi trơn ống thông, bóng sau khi đã xả hết khí và đặt qua đường mũi hoặc miệng vào thực quản và dạ dày.

- Các vạch chỉ độ sâu trên ống thông giúp định hướng và đánh giá độ sâu phù hợp.

- Kiểm tra ống thông đã vào dạ dày bằng cách bơm hơi vào đầu ngoài của ống thông và nghe.

- Có thể xác nhận vị trí bóng bằng cách kết nối với thiết bị theo dõi áp lực và bơm bóng với thể tích được khuyến cáo. Vị trí bóng được xác nhận nằm trong dạ dày khi có sự xuất hiện của các sóng nhô lên trên đường áp lực khi ấn nhẹ lên thành bụng ¼ trên trái.

- Sau khi đặt bóng vào dạ dày và bơm bóng với thể tích được khuyến cáo bởi nhà sản xuất, rút dần ống thông đến vị trí giữa 1/3 giữa và 1/3 dưới của thực quản.

- Thực hiện thử nghiệm đánh giá tắc nghẽn áp lực dương: ép nhẹ ngoài lồng ngực, áp suất trong lồng ngực có sự thay đổi và sự thay đổi này lan truyền đồng đều giữa đường thở, khoang màng phổi và thực quản. Tính tỉ số $\Delta P_{es}/\Delta P_{aw}$ và điều chỉnh sao cho nằm trong khoảng 0,9 đến 1,1. Nếu tỉ số trên nằm ngoài khoảng này, cần kiểm tra lại thể tích bơm bóng đầu tiên và sau đó là vị trí bóng.

- Cố định vị trí ống thông thực quản sau khi thực hiện các bước kiểm chuẩn.

- Chụp X-quang ngực thẳng tại giường để kiểm tra lại.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Có 46 bệnh nhân thỏa tiêu chuẩn nghiên cứu và được đưa vào nghiên cứu.

Đặc điểm chung của bệnh nhân

Bảng 1. Đặc điểm nhân trắc học

Đặc điểm nhân trắc học	N = 46
Giới tính nam, n (%)	32 (69,6)
Tuổi (năm), TB ± ĐLC	49,8 ± 15,5
Chiều cao (m), TV (KTPV 25 th – 75 th)	1,62 (1,60 – 1,67)
Cân nặng (kg), TV (KTPV 25 th – 75 th)	67 (55 – 75)
Cân nặng lý tưởng (kg), TB ± ĐLC	58,5 ± 6,51
BMI (kg/m ²), TB ± ĐLC	24,7 ± 4,39

Bệnh nhân giới tính nam chiếm tỷ lệ đa số là 69,6%. Bệnh nhân chủ yếu ở độ tuổi trung niên với trung bình 49,8 ± 15,5 tuổi. BMI của bệnh nhân ở mức tương đối cao với trung bình 24,7 ± 4,39 kg/m².

Đặc điểm suy hô hấp cấp tiến triển**Bảng 2. Đặc điểm suy hô hấp cấp tiến triển**

Đặc điểm suy hô hấp cấp tiến triển	N = 46
Thở máy ≥ 48 giờ trước nghiên cứu	6 (13)
Mức độ nặng theo tiêu chuẩn Berlin	
Nặng, n (%)	11 (23,9)
Trung bình, n (%)	35 (76,1)
Có tổn thương phổi trước khi ARDS, n (%)	23 (50)
Nhiễm khuẩn huyết, n (%)	23 (50)
WBC (K/ μ L), TV (KTPV 25 th – 75 th)	14,3 (9,25 – 21,4)
CRP (mg/L), TV (KTPV 25 th – 75 th)	124 (67 – 192)

Thời gian từ lúc thở máy ở bệnh nhân ARDS cho đến lúc được đưa vào nghiên cứu tập trung nhiều nhất là từ 24 – 48 giờ chiếm tỷ lệ 71,7%. Đa số bệnh nhân ARDS ở mức độ trung bình, chiếm tỷ lệ 76,1%. Tỷ lệ bệnh nhân có tổn thương phổi trước khi ARDS chiếm 50%.

Nhiễm khuẩn huyết chiếm tỷ lệ 50%. WBC và CRP của bệnh nhân đa số ở mức tăng.

Kỹ thuật đặt ống thông đo áp lực thực quản**Bảng 3. Kỹ thuật đặt ống thông đo áp lực thực quản**

Ống thông đo áp lực thực quản	TV (KTPV 25 th – 75 th)	Nhỏ nhất	Lớn nhất
Số lần đặt	1 (1 – 1,75)	1	4
Thời gian đặt (phút), n (%)	5 (3 – 6)	1	16
$\Delta P_{aw}/\Delta P_{es}$	0,93 (0,89 – 0,95)	0,84	0,98

Ống thông đo áp lực thực quản được đặt có trung vị 1 (1 – 1,5) lần, số lần đặt ống thông đo áp lực thực quản lại nhiều nhất là 4 lần. Thời gian đặt tương đối nhanh có trung vị 5 (3 – 6) phút, lâu nhất là 16 phút.

$\Delta P_{aw}/\Delta P_{es}$ trong kiểm tra tắc nghẽn áp lực dương ở mức cho phép.

IV. BÀN LUẬN

Bệnh nhân trong nghiên cứu của chúng tôi đa số là nam giới, chiếm tỷ lệ 69,6%. Các nghiên cứu khác cho thấy bệnh nhân ARDS có nam giới thường chiếm tỷ lệ nhiều hơn. Số liệu nghiên cứu LUNG SAFE thu thập từ 459 ICU trên 50 quốc gia khắp 5 châu lục vào năm 2014, có tổng cộng 2.377 bệnh nhân ARDS cho thấy bệnh nhân nam chiếm tỷ lệ 62% [4]. Tại Việt Nam, nghiên cứu của tác giả Lương Quốc Chính và CS [5] tại BV Bạch Mai, trong số 126 bệnh nhân ARDS được chẩn đoán từ năm 2015 – 2017, tỷ lệ nam giới chiếm tỷ lệ 65,9% tương tự như nghiên cứu của chúng tôi. Nguyên nhân có thể là do nguy cơ của chấn thương, tổn thương phổi do hút thuốc ít gặp ở nữ hơn so với nam. Sự khác biệt hormone như estrogen và testosterone cũng có thể ảnh hưởng đến phản ứng viêm và chức năng miễn dịch, gây ảnh hưởng đến nguy cơ xảy ra ARDS. Phản ứng viêm cũng được giảm ít hơn ở nữ nhờ vào hormone estrogen. Độ tuổi của bệnh nhân trong nghiên cứu của chúng tôi đa số ở lứa tuổi trung niên, tương đối trẻ hơn so với các nghiên cứu khác trên thế giới. Nhưng đa số các nghiên cứu vẫn tập trung chủ yếu ở lứa tuổi trung niên (45 – 65 tuổi). Những yếu tố như viêm phổi, nhiễm khuẩn huyết, hít sặc thường xảy ra ở bệnh nhân lớn tuổi làm tăng tỷ lệ mới mắc ARDS. Vì vậy, sau khi hiệu chỉnh với các yếu tố bệnh lý nặng, một số tác giả đã cho thấy tỷ lệ mới mắc ARDS ít hơn ở bệnh nhân lớn tuổi so với bệnh nhân trẻ tuổi. Bệnh nhân trẻ tuổi mắc ARDS thường có nguy cơ phẫu thuật cao và viêm tụy cấp.

Thời gian áp dụng kỹ thuật đo P_{es} của các nghiên cứu đo P_{es} tương đối ngắn sau khi bệnh nhân ARDS được thở máy. Nghiên cứu của Beitler và CS [6] có thời gian ngắn từ 22 (13 – 31) giờ sau khi đặt nội khí quản. Thực hiện đo P_{es} càng sớm, càng giúp phản ánh đúng cơ học hô hấp của bệnh nhân trong giai đoạn sớm ARDS, giúp tối ưu hoá cài đặt máy thở theo P_{es} sớm, từ đó đánh giá đúng hiệu quả cài đặt máy thở theo P_{es} trước khi phổi bị tổn thương do thở máy nhiều hơn. Bệnh nhân trong nghiên cứu của chúng tôi có thời gian thở máy < 48 giờ trước khi bắt đầu nghiên cứu chiếm đến 87%.

Nghiên cứu của chúng tôi chỉ chọn những bệnh nhân ARDS ở mức trung bình, nặng theo tiêu chuẩn Berlin. Đối tượng chọn mẫu này tương tự như nghiên cứu của tác giả Beitler và CS [6]. Trong nghiên cứu của chúng tôi, đa số

ARDS ở mức độ trung bình chiếm tỷ lệ 76,1%. Nghiên cứu của tác giả Talmor và CS [7], tác giả Chen và CS [8] chọn tất cả bệnh nhân ARDS từ nhẹ, trung bình và nặng. Tuy nhiên vẫn đa số tập trung vào bệnh nhân ARDS mức độ trung bình.

Kỹ thuật đặt ống thông đo P_{es} là một kỹ thuật dễ dàng thực hiện. Nghiên cứu của chúng tôi cho thấy đa số bệnh nhân được đặt sonde đo P_{es} thành công chỉ trong 1 lần, đặt lại nhiều nhất là 4 lần. Không tốn quá nhiều thời gian khi đặt ống thông đo P_{es} , thời gian đặt trung vị là từ 5 (3 – 6) phút, lâu nhất là 16 phút. Tuy nhiên, điểm khó nhất là phải kiểm tra độ chính xác của P_{es} đo được. Thời gian đặt bóng đo áp lực thực quản nói trên chưa bao gồm thời gian kiểm tra và chuẩn hoá bóng đo áp lực thực quản. Sau khi thấy được sóng dao động của tim trên P_{es} , bước tiếp theo là chuẩn hoá thể tích khí bơm vào bóng chèn. Bơm thể tích khí quá ít vào bóng chèn sẽ dẫn đến ước đoán P_{es} thấp hơn thực tế. Trái lại, thể tích bóng chèn quá lớn sẽ ước đoán P_{es} quá cao. Thể tích bơm tối ưu sẽ cho ra sự dao động P_{es} lớn nhất, phụ thuộc vào cấu trúc bóng chèn, áp lực cấu trúc lồng ngực xung quanh, tư thế bệnh nhân, kiểu thở của bệnh nhân. Tuy nhiên, việc áp dụng tìm thể tích khí bơm bóng chèn tối ưu là lãng phí thời gian, không cần thiết trên thực hành lâm sàng [9]. Mỗi loại và kích thước ống thông đo P_{es} sẽ có thể tích khí cần bơm theo khuyến cáo. Nghiên cứu của Talmor [7] và nghiên cứu của Beitler [6] sử dụng phương pháp nhìn bằng mắt để đánh giá kết quả. Chúng ta có thể thực hiện kiểm tra tắc nghẽn để xem vị trí và thể tích bóng chèn có phù hợp hay không. Nghiên cứu cho thấy tỷ lệ thay đổi $\Delta P_{aw}/\Delta P_{es}$ từ 0,8 – 1,2, mức độ sai số cho phép 20% là có thể áp dụng trên lâm sàng, lý tưởng hoá là 0,9 – 1,1. Nghiên cứu của Chen và CS [8] có tỷ lệ thay đổi $\Delta P_{aw}/\Delta P_{es}$ từ 0,91 (0,84 – 1). Trong nghiên cứu của chúng tôi, tỷ lệ thay đổi $\Delta P_{aw}/\Delta P_{es}$ trong kiểm tra tắc nghẽn là 0,93 (0,89 – 0,95), nhỏ nhất là 0,84 và lớn nhất là 0,98, tất cả đều trong giới hạn cho phép từ 0,8 – 1,2. Nghiên cứu của Mezidi và CS [10] thực hiện đo P_{es} trên bệnh nhân COVID-19 bị ARDS cũng lấy mức $\Delta P_{aw}/\Delta P_{es}$ từ 0,8 – 1,2 để chuẩn hoá bóng chèn. Vì vậy, kết quả P_{es} đo được trong nghiên cứu của chúng tôi là đáng tin cậy để áp dụng vào phân tích nghiên cứu lâm sàng.

Để ứng dụng được một cách chính xác, cần có kinh nghiệm chuyên môn để đặt và phân tích dữ liệu từ bóng thực quản theo một quy trình đầy đủ. Bên cạnh đó, cần xem xét đây không phải công cụ dành cho tất cả bệnh nhân, việc

can thiệp trên bệnh nhân cần nhằm trả lời một câu hỏi lâm sàng cụ thể. Chính vì vậy cần có thêm các nghiên cứu trong nước và trên thế giới để đánh giá lợi ích của phương pháp này.

V. KẾT LUẬN

Trên lâm sàng, để có giá trị áp lực xuyên phổi thường dùng phương pháp đo áp lực thực quản trực tiếp thông qua ống thông đặt qua mũi hoặc miệng. Đây là một thủ thuật có thể thực hiện ngay tại giường bệnh. Tuy nhiên để đạt được các hiệu quả như mong đợi thì việc đặt bóng đúng vị trí, hiệu chuẩn và các kỹ thuật đo đặc đúng đóng vai trò quan trọng để tránh sai số kết quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Grasselli G, Calfee CS, Camporota L, et al.** ESICM guidelines on acute respiratory distress syndrome: definition, phenotyping and respiratory support strategies. *Intensive Care Med.* 2023; 49(7): 727-759.
2. **Sedhai YR, Yuan M, Ketcham SW, et al.** Validating Measures of Disease Severity in Acute Respiratory Distress Syndrome. *Ann Am Thorac Soc.* 2021; 18(7): 1211-1218.
3. **Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, et al.** Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. *Jama.* 2012; 307(23): 2526-2533.
4. **McNicholas BA, Madotto F, Pham T, et al.** Demographics, management and outcome of women and men with Acute Respiratory Distress Syndrome in the LUNG SAFE prospective cohort study. *European Respiratory Journal.* 2019: 1900609.
5. **Chinh LQ, Manabe T, Son DN, et al.** Clinical epidemiology and mortality on patients with acute respiratory distress syndrome (ARDS) in Vietnam. *PLoS One.* 2019; 14(8): e0221114.
6. **Beitler JR, Sarge T, Banner-Goodspeed VM, et al.** Effect of Titrating Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) With an Esophageal Pressure-Guided Strategy vs an Empirical High PEEP-Fio2 Strategy on Death and Days Free From Mechanical Ventilation Among Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2019; 321(9): 846-857.
7. **Talmor D, Sarge T, Malhotra A, et al.** Mechanical ventilation guided by esophageal pressure in acute lung injury. *N Engl J Med.* 2008; 359(20): 2095-2104.
8. **Chen L, Grieco DL, Beloncle F, et al.** Partition of respiratory mechanics in patients with acute respiratory distress syndrome and association with outcome: a multicentre clinical study. *Intensive Care Medicine.* 2022; 48(7): 888-898.
9. **Baedorf Kassis E and Talmor D.** Clinical application of esophageal manometry: how I do it. *Critical Care.* 2021; 25(1): 6.
10. **Mezidi M, Daviet F, Chabert P, et al.** Transpulmonary pressures in obese and non-obese COVID-19 ARDS. *Ann Intensive Care.* 2020; 10(1): 129.