

# ẢNH HƯỞNG CỦA XÁC ĐỊNH PEEP TỐI ƯU THEO CẮT LỚP PHỔI ĐIỆN KHÁNG ĐẾN MỘT SỐ CHỈ SỐ HUYẾT ĐỘNG TRONG ARDS NGOẠI KHOA

Nguyễn Việt Minh<sup>1,2,✉</sup>, Lưu Quang Thuý<sup>1,2</sup>

Trịnh Văn Đồng<sup>1,2</sup>, Nguyễn Thị Huyền<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Y Hà Nội

<sup>2</sup>Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức

<sup>3</sup>Bệnh viện Bạch Mai

*Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng huyết động của xác định PEEP theo EIT ở người bệnh ARDS trung bình–nặng liên quan chấn thương hoặc hậu phẫu. Thử nghiệm lâm sàng ngẫu nhiên có đối chứng tại Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức từ 5/2025 đến 5/2026. Có 125 người bệnh được phân tích, gồm 63 người bệnh nhóm EIT và 62 người bệnh nhóm Chứng. Mức PEEP ở nhóm EIT cao hơn nhóm Chứng tại Ngày 2 và Ngày 3. Không ghi nhận khác biệt về diễn biến theo thời gian giữa hai nhóm đối với nhịp tim, huyết áp tâm thu, huyết áp tâm trương, huyết áp trung bình, lactate máu động mạch, tình trạng sử dụng norepinephrine và liều norepinephrine ở các quan sát có dùng thuốc. Xác định PEEP theo EIT làm thay đổi chiến lược PEEP nhưng không ghi nhận tín hiệu bất lợi huyết động rõ rệt.*

**Từ khóa:** ARDS, cắt lớp phổi điện kháng, PEEP, huyết động, ARDS chấn thương, ARDS hậu phẫu.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hội chứng suy hô hấp cấp tiến triển (ARDS) là nguyên nhân quan trọng gây suy hô hấp nặng tại khoa hồi sức tích cực. Định nghĩa Berlin và định nghĩa toàn cầu mới giúp chuẩn hóa chẩn đoán, mở rộng khả năng nhận diện ARDS trong nhiều bối cảnh lâm sàng.<sup>1,2</sup> Thông khí bảo vệ phổi với thể tích khí lưu thông thấp là nền tảng điều trị ARDS.<sup>3</sup> Tuy nhiên, lựa chọn áp lực dương cuối thì thở ra (PEEP) vẫn còn tranh luận. PEEP quá thấp làm tăng xẹp phế nang và đóng mở phế nang chu kỳ. PEEP quá cao có thể gây quá căng phổi, tăng áp lực trong lồng ngực và ảnh hưởng bất lợi đến tuần hoàn.<sup>4-6</sup>

Ở người bệnh ARDS liên quan chấn thương hoặc hậu phẫu, việc xác định PEEP càng khó khăn. Chấn thương ngực, dập phổi và thay đổi cơ

học thành ngực làm tổn thương phổi không đồng nhất, gây rối loạn thông khí/tưới máu.<sup>7-10</sup> Người bệnh hậu phẫu có thể giảm dự trữ tuần hoàn do gây mê, mất máu, thay đổi áp lực ổ bụng và tình trạng viêm sau phẫu thuật. PEEP cao hoặc RM có thể làm giảm hồi lưu tĩnh mạch, giảm tiền gánh thất phải và tăng nhu cầu vận mạch.<sup>8</sup>

Cắt lớp phổi điện kháng (EIT) là phương pháp theo dõi tại giường, không xâm lấn, cho phép đánh giá phân bố thông khí theo vùng và ước tính đồng thời xẹp phổi, quá căng phổi trong quá trình xác định PEEP.<sup>11,12</sup> Một số nghiên cứu cho thấy EIT có thể hỗ trợ cá thể hóa PEEP và cải thiện các thông số hô hấp.<sup>13-16</sup> Bằng chứng về ảnh hưởng của xác định PEEP theo EIT đến các chỉ số huyết động còn hạn chế, đặc biệt ở ARDS liên quan chấn thương hoặc hậu phẫu. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của xác định PEEP theo EIT đến một số chỉ số huyết động ở người bệnh ARDS trung bình đến nặng liên quan chấn thương hoặc hậu phẫu.

Tác giả liên hệ: Nguyễn Việt Minh

Trường Đại học Y Hà Nội

Email: vietminh1510@gmail.com

Ngày nhận: 29/05/2026

Ngày được chấp nhận: 22/06/2026

## II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

### 1. Đối tượng

#### *Tiêu chuẩn lựa chọn*

Người bệnh liên quan chấn thương hoặc hậu phẫu có thở máy xâm nhập, chẩn đoán ARDS mức độ trung bình đến nặng theo định nghĩa toàn cầu 2023.

#### *Tiêu chuẩn loại trừ*

- Tuổi < 18 hoặc > 90; chấn thương sọ não hoặc đột quỵ cấp nặng với Glasgow < 8; chấn thương ngực kèm tràn khí dưới da hoặc tràn khí trung thất; chống chỉ định với tăng CO<sub>2</sub> máu; tình trạng cần thở máy kéo dài; đã sử dụng liệu pháp hô hấp cứu vãn trước đó (ECMO, hít NO, nằm sấp); bệnh giai đoạn cuối đang chăm sóc giảm nhẹ; suy đa tạng nặng với thời gian sống dự kiến < 7 ngày; mang thai, cho con bú hoặc tổn thương da tại vị trí đặt điện cực; có thiết bị điện cấy ghép gây nhiễu EIT; tiền sử dị ứng vật liệu điện cực; từ chối tham gia hoặc đang tham gia đồng thời nghiên cứu khác.

- Người bệnh chấn thương ngực, đưng dập phổi hoặc tràn khí màng phổi đã dẫn lưu ổn định vẫn được đưa vào nghiên cứu khi đặt được đai EIT đúng vị trí và tín hiệu đạt chất lượng phân tích.

### 2. Phương pháp

#### *Thiết kế nghiên cứu*

Nghiên cứu tiến cứu, thử nghiệm lâm sàng ngẫu nhiên có đối chứng.

#### *Thời gian và địa điểm nghiên cứu*

Từ tháng 5/2025 đến 05/2026 tại Trung tâm gây mê và hồi sức ngoại khoa, Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức.

#### *Cỡ mẫu và cách chọn mẫu*

Sử dụng công thức so sánh hai trung bình độc lập. Cỡ mẫu được ước tính dựa trên chênh lệch HATB tại Ngày 1 từ nghiên cứu thử nghiệm. HATB ngày 1 ở nhóm EIT là  $80,3 \pm 3,2$

mmHg, ở nhóm Chứng là  $83,0 \pm 3,5$  mmHg. Với chênh lệch kỳ vọng 2,7 mmHg,  $\alpha = 0,05$  và lực mẫu 90%, cỡ mẫu tối thiểu là 33 người bệnh mỗi nhóm; dự phòng 20%, cần ít nhất 40 người bệnh mỗi nhóm.

Người bệnh được phân ngẫu nhiên theo tỷ lệ 1:1 vào nhóm EIT hoặc nhóm Chứng bằng ngẫu nhiên khối với kích thước khối thay đổi, sử dụng bảng số ngẫu nhiên tạo bằng máy tính. Việc che giấu phân nhóm được thực hiện bằng phong bì kín, đánh số thứ tự liên tiếp và chỉ mở sau khi người bệnh đủ tiêu chuẩn nghiên cứu và đã ký cam kết tham gia. Do đặc điểm can thiệp, bác sĩ điều trị không được làm mù.

#### *Can thiệp*

Trước thủ thuật, người bệnh được an thần sâu với RASS  $\leq -3$ , không có nhịp tự thở và được hút sạch dịch tiết đường thở. Hai nhóm đều được thông khí bảo vệ phổi với thể tích khí lưu thông 4 - 6 mL/kg cân nặng lý tưởng, áp lực cao nguyên  $\leq 30$  cmH<sub>2</sub>O, mục tiêu PaO<sub>2</sub> 55 - 80 mmHg hoặc SpO<sub>2</sub> 88 - 95%. Các biện pháp hỗ trợ như nằm sấp hoặc ECMO được áp dụng khi có chỉ định lâm sàng.

Ở nhóm EIT, PEEP được xác định dựa trên EIT. EIT được thực hiện bằng hệ thống Enlight 2100 (Timpel, São Paulo, Brazil). Đai 32 điện cực được đặt quanh lồng ngực tại khoang liên sườn 4 - 6. Nghiệm pháp huy động phế nang (RM) là một phần của quy trình chuẩn độ, thực hiện với PEEP 24 cmH<sub>2</sub>O và áp lực thở vào 15 cmH<sub>2</sub>O trong 30 giây. Sau đó, PEEP được giảm dần từ 24 cmH<sub>2</sub>O xuống 6 cmH<sub>2</sub>O, mỗi bước 2 cmH<sub>2</sub>O trong 30 giây.<sup>13</sup> PEEP tối ưu được xác định tại điểm cắt giữa đường cong xẹp phế nang và quá căng phế nang, phản ánh cân bằng giữa huy động và giãn quá mức.<sup>11,12</sup> Mức PEEP này được duy trì ít nhất 12 giờ và chuẩn độ được lặp lại trong Ngày 1 đến Ngày 3. Huyết áp động mạch, nhịp tim, SpO<sub>2</sub> và nhu cầu vận mạch được theo dõi liên tục, xác định

PEEP được dừng khi HATB < 65 mmHg hoặc giảm > 20% so với nền dù đã điều chỉnh vận mạch, SpO<sub>2</sub> < 88%, xuất hiện rối loạn nhịp mới, tăng nhu cầu thuốc vận mạch hoặc nghi ngờ chấn thương áp lực. Tụt huyết áp thoáng qua được xử trí ưu tiên bằng điều chỉnh vận mạch; truyền dịch không được sử dụng thường quy để nâng huyết áp.

Ở nhóm Chứng, PEEP được cài đặt theo bảng PEEP thấp/FiO<sub>2</sub> của nghiên cứu ALVEOLI<sup>4</sup>. Không thực hiện RM thường quy.

### ***Biến số nghiên cứu***

Đặc điểm chung đối tượng nghiên cứu: tuổi, giới, chiều cao, cân nặng, BMI, điểm APACHE II, điểm SOFA, bệnh mạn tính, mức độ nặng ARDS khi vào nghiên cứu. Biến liên quan can thiệp: mức PEEP từ Ngày 0 đến Ngày 3. Kết cục chính: diễn biến HATB từ Ngày 0 đến Ngày 3. Kết cục phụ: huyết áp tâm thu (HATT), huyết áp tâm trương (HATTr), nhịp tim, nồng độ lactate máu động mạch, tình trạng sử dụng norepinephrine và liều norepinephrine trong thời gian theo dõi. Các chỉ số theo dõi được ghi nhận sau điều chỉnh PEEP 1 giờ từ Ngày 0 đến Ngày 3.

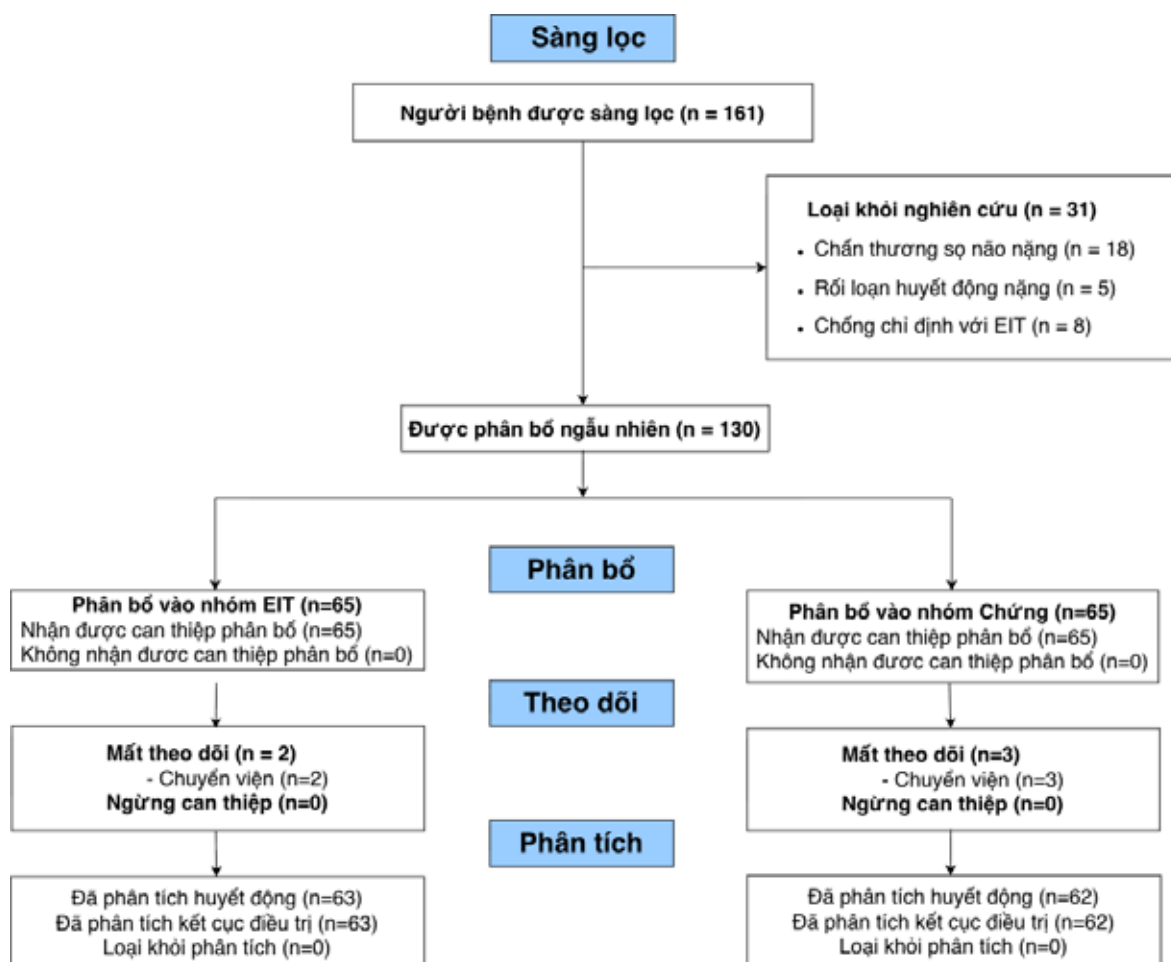
### ***Thống kê và xử lý số liệu***

Các biến định lượng được trình bày bằng

trung bình ± độ lệch chuẩn hoặc trung vị (khoảng tứ phân vị) tùy phân bố; biến định tính bằng số lượng (tỷ lệ phần trăm). So sánh giữa hai nhóm sử dụng kiểm định t Student, Mann-Whitney U, Chi-square hoặc Fisher khi thích hợp. Các biến đo lặp theo thời gian được phân tích bằng mô hình hỗn hợp tuyến tính (LMM) để đánh giá ảnh hưởng của thời gian, nhóm và tương tác nhóm × thời gian; so sánh hậu kiểm được hiệu chỉnh Sidak. Lactate được chuyển log tự nhiên trước khi đưa vào LMM. Đối với biến có hoặc không sử dụng norepinephrine theo thời gian, mô hình ước lượng phương trình tổng quát nhị phân (GEE). Liều norepinephrine ở các quan sát có dùng thuốc được phân tích bằng GEE phân bố gamma, hàm liên kết log. Xử lý số liệu bằng phần mềm SPSS 27.0 và R 4.6.0/Rstudio; p < 0,05 được xem là có ý nghĩa thống kê.

### **3. Đạo đức nghiên cứu**

Nghiên cứu được Hội đồng Đạo đức Trường Đại học Y Hà Nội phê duyệt theo quyết định số 1879/GCN-HMUIRB ngày 05/05/2025. Người bệnh hoặc người đại diện hợp pháp được giải thích đầy đủ về mục tiêu, phương pháp và các nguy cơ có thể gặp, đồng thời ký cam kết đồng thuận tham gia nghiên cứu. Nghiên cứu tuân thủ các nguyên tắc của Tuyên bố Helsinki.



**Sơ đồ 1. Sơ đồ tuyển chọn và phân nhóm người bệnh trong nghiên cứu**

### III. KẾT QUẢ

Có 161 người bệnh được sàng lọc. Có 31 trường hợp bị loại: chấn thương sọ não nặng (n = 18), rối loạn huyết động nặng (n = 5), chống chỉ định với EIT (n = 8). Có 130 người bệnh được phân bổ ngẫu nhiên vào nhóm EIT (n = 65) và nhóm Chứng (n = 65). Có 5 trường hợp chuyển viện trong thời gian theo dõi: 2 ở nhóm

EIT, 3 ở nhóm Chứng. Có 125 người bệnh được phân tích, gồm 63 ở nhóm EIT và 62 ở nhóm Chứng (Sơ đồ 1). Chỉ người bệnh có đủ dữ liệu theo dõi được đưa vào phân tích.

#### **Đặc điểm đối tượng nghiên cứu**

Đặc điểm nhân khẩu học và lâm sàng ban đầu tương đồng giữa hai nhóm (Bảng 1).

**Bảng 1. Đặc điểm ban đầu của người bệnh nghiên cứu**

|                | Nhóm EIT, n = 63 | Nhóm Chứng, n = 62 | p     |
|----------------|------------------|--------------------|-------|
| Tuổi (năm)     | 54,2 ± 16,6      | 53,4 ± 19,9        | 0,807 |
| Giới nữ, n (%) | 8 (12,7)         | 14 (22,6)          | 0,147 |

|                                             | Nhóm EIT, n = 63 | Nhóm Chứng, n = 62 | p     |
|---------------------------------------------|------------------|--------------------|-------|
| Chiều cao (cm)                              | 167 (162 – 171)  | 167 (159,5 – 172)  | 0,703 |
| Cân nặng (kg)                               | 66,3 ± 7,5       | 64,9 ± 12,0        | 0,442 |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> )                    | 23,9 ± 1,8       | 23,4 ± 2,8         | 0,284 |
| Điểm APACHE II                              | 13 (10 – 16)     | 13 (10 – 18)       | 0,890 |
| Điểm SOFA                                   | 9,92 ± 3         | 9,98 ± 3,2         | 0,908 |
| <i>Bệnh mạn tính</i>                        |                  |                    |       |
| Tăng huyết áp, n (%)                        | 16 (25,4)        | 13 (21,0)          | 0,558 |
| Đái tháo đường, n (%)                       | 13 (20,6)        | 7 (11,3)           | 0,154 |
| Bệnh gan mạn tính, n (%)                    | 4 (6,4)          | 6 (9,7)            | 0,530 |
| Bệnh khác, n (%)                            | 11 (17,5)        | 9 (14,5)           | 0,653 |
| <i>Độ nặng ARDS</i>                         |                  |                    |       |
| Trung bình, n (%)                           | 37 (58,7)        | 42 (67,7)          | 0,296 |
| Nặng, n (%)                                 | 26 (41,3)        | 20 (32,3)          |       |
| <i>Bối cảnh lâm sàng khi vào nghiên cứu</i> |                  |                    |       |
| Hậu phẫu, n (%)                             | 16 (25,4)        | 15 (24,2)          | 0,876 |
| Chấn thương, n (%)                          | 47 (74,6)        | 47 (75,8)          |       |
| Điểm ISS*                                   | 35,7 ± 10,6      | 33,7 ± 11,5        | 0,383 |

*EIT, Cắt lớp phổi điện kháng; SOFA, Thang điểm đánh giá suy tạng, APACHE II, Thang điểm đánh giá sinh lý cấp tính và sức khỏe mạn tính II; BMI, Chỉ số khối cơ thể; ARDS, Hội chứng suy hô hấp cấp tiến triển; ISS, Thang điểm độ nặng chấn thương. Dữ liệu được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, trung vị (khoảng tứ phân vị) hoặc số lượng (tỷ lệ phần trăm)*

*\* Điểm ISS chỉ được tính ở nhóm người bệnh ARDS do chấn thương (nhóm EIT: n = 47; nhóm Chứng: n = 47)*

### **Diễn biến PEEP và huyết động**

PEEP có diễn biến khác biệt giữa hai nhóm theo thời gian, giá trị cao hơn ở nhóm EIT tại Ngày 2 và Ngày 3. Không ghi nhận khác biệt về diễn biến theo thời gian giữa hai nhóm đối với nhịp tim, HATT, HATT<sub>r</sub>, HATB (Bảng 2). Tất cả người bệnh nhóm EIT hoàn thành quy trình xác

định PEEP. Không có trường hợp phải dừng quy trình xác định PEEP do rối loạn huyết động. Không sử dụng truyền dịch thường quy để nâng huyết áp trong quá trình xác định PEEP. Không ghi nhận chấn thương áp lực trong thời gian theo dõi.

**Bảng 2. Diễn biến PEEP và huyết động ở hai nhóm nghiên cứu**

| <b>Biến số</b>               | <b>Thời điểm</b> | <b>Nhóm EIT</b> | <b>Nhóm Chứng</b> | <b>p thời điểm</b> | <b>p tương tác</b> |
|------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| PEEP<br>(cmH <sub>2</sub> O) | Ngày 0           | 6 (6 – 7)       | 6 (5 – 8)         | 0,633              | < 0,001            |
|                              | 1h               | 10 (9 – 11)     | 10 (8 – 10)       | 0,868              |                    |
|                              | Ngày 1           | 9 (8 – 10)      | 8 (8 – 10)        | 0,160              |                    |
|                              | Ngày 2           | 9 (8 – 10)      | 8 (5 – 8)         | < 0,001            |                    |
|                              | Ngày 3           | 9 (8 – 10)      | 5 (5 – 8)         | < 0,001            |                    |
| Nhịp tim<br>(lần/phút)       | Ngày 0           | 93,3 ± 20,0     | 98,4 ± 15,8       | 0,089              | 0,120              |
|                              | 1h               | 92,8 ± 18,5     | 98,7 ± 17,4       | 0,049              |                    |
|                              | Ngày 1           | 92,3 ± 16,7     | 94,2 ± 16,3       | 0,538              |                    |
|                              | Ngày 2           | 93,9 ± 14,8     | 92,2 ± 15,9       | 0,587              |                    |
|                              | Ngày 3           | 96,6 ± 15,1     | 93,0 ± 14,7       | 0,234              |                    |
| HATT<br>(mmHg)               | Ngày 0           | 124,6 ± 11,2    | 124,2 ± 11,7      | 0,843              | 0,114              |
|                              | 1h               | 125,2 ± 9,9     | 122,8 ± 11,1      | 0,182              |                    |
|                              | Ngày 1           | 125,1 ± 9,7     | 123,7 ± 9,6       | 0,421              |                    |
|                              | Ngày 2           | 123,0 ± 9,9     | 124,8 ± 8,0       | 0,305              |                    |
|                              | Ngày 3           | 125,9 ± 9,8     | 123,2 ± 9,9       | 0,135              |                    |
| HATTr<br>(mmHg)              | Ngày 0           | 62,4 ± 6,3      | 63,9 ± 5,7        | 0,219              | 0,454              |
|                              | 1h               | 62,5 ± 7,1      | 64,3 ± 6,5        | 0,113              |                    |
|                              | Ngày 1           | 63,7 ± 6,5      | 65,9 ± 6,8        | 0,062              |                    |
|                              | Ngày 2           | 64,2 ± 6,9      | 65,2 ± 6,2        | 0,363              |                    |
|                              | Ngày 3           | 65,7 ± 6,0      | 65,1 ± 7,4        | 0,618              |                    |
| HATB<br>(mmHg)               | Ngày 0           | 82,9 ± 5,4      | 83,8 ± 5,4        | 0,358              | 0,107              |
|                              | 1h               | 83,2 ± 6,2      | 83,7 ± 6,2        | 0,583              |                    |
|                              | Ngày 1           | 84,1 ± 5,8      | 85,3 ± 6,3        | 0,223              |                    |
|                              | Ngày 2           | 83,6 ± 5,9      | 84,9 ± 5,0        | 0,238              |                    |
|                              | Ngày 3           | 85,8 ± 5,3      | 84,1 ± 6,1        | 0,111              |                    |

*Dữ liệu trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn hoặc trung vị (khoảng tứ phân vị).*

*p thời điểm biểu thị so sánh giữa hai nhóm cùng thời điểm từ hậu kiểm Sidak của mô hình LMM.*

*p tương tác biểu thị sự khác biệt về diễn biến theo thời gian giữa hai nhóm từ mô hình LMM*

Nồng độ lactate máu động mạch và tình trạng sử dụng norepinephrine thay đổi theo thời gian trong toàn bộ mẫu, nhưng không có khác biệt về diễn biến theo thời gian giữa hai

nhóm. Ở các quan sát có dùng norepinephrine, liều thuốc cũng không khác biệt giữa hai nhóm (Bảng 3, **Biểu đồ 1**).

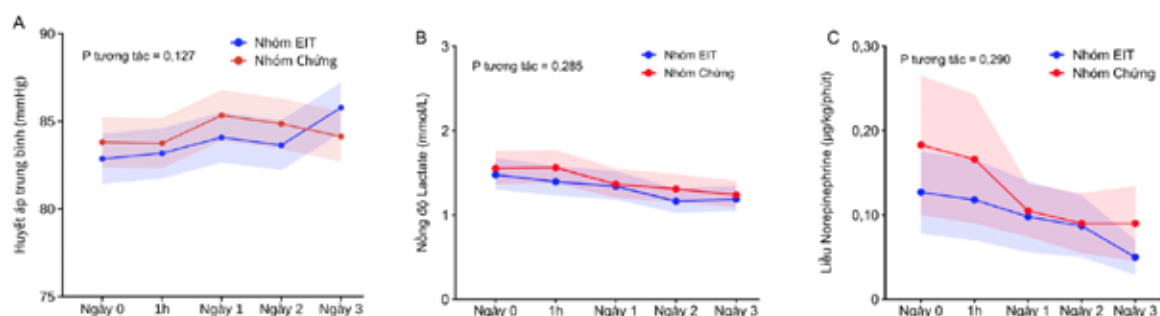
**Bảng 3. Nồng độ lactate máu động mạch và norepinephrine**

| Biến số                          | Thời điểm | Nhóm EIT        | Nhóm Chứng      | p thời điểm | p tương tác |
|----------------------------------|-----------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|
| Lactate máu động mạch (mmol/L)   | Ngày 0    | 1,4 (1,1 – 2,1) | 1,3 (1,0 – 2,0) | 0,583       | 0,285       |
|                                  | 1h        | 1,3 (1,0 – 2,0) | 1,3 (1,0 – 2,3) | 0,216       |             |
|                                  | Ngày 1    | 1,4 (1,0 – 1,8) | 1,3 (0,9 – 1,9) | 0,840       |             |
|                                  | Ngày 2    | 1,1 (0,9 – 1,5) | 1,3 (0,9 – 1,9) | 0,193       |             |
|                                  | Ngày 3    | 1,1 (0,9 – 1,5) | 1,2 (0,9 – 1,7) | 0,644       |             |
| Liều norepinephrine (µg/kg/phút) | Ngày 0    | 0,06 (0 – 0,17) | 0,05 (0 – 0,18) | —           | 0,443       |
|                                  | 1h        | 0,05 (0 – 0,14) | 0,04 (0 – 0,18) | —           |             |
|                                  | Ngày 1    | 0,04 (0 – 0,10) | 0,07 (0 – 0,16) | —           |             |
|                                  | Ngày 2    | 0,03 (0 – 0,10) | 0,05 (0 – 0,11) | —           |             |
|                                  | Ngày 3    | 0 (0 – 0,08)    | 0,03 (0 – 0,11) | —           |             |
| Có dùng norepinephrine, n (%)    | Ngày 0    | 35 (55,6)       | 37 (59,7)       | —           | 0,290       |
|                                  | 1h        | 36 (57,1)       | 36 (58,1)       | —           |             |
|                                  | Ngày 1    | 38 (60,3)       | 40 (64,5)       | —           |             |
|                                  | Ngày 2    | 34 (54,0)       | 36 (58,1)       | —           |             |
|                                  | Ngày 3    | 24 (38,1)       | 32 (51,6)       | —           |             |

Dữ liệu được trình bày dưới dạng trung vị (khoảng tứ phân vị) hoặc số lượng (tỷ lệ phần trăm).

p tại thời điểm chỉ trình bày cho lactate, lấy từ hậu kiểm Sidak của mô hình LMM.

p tương tác biểu thị sự khác biệt về diễn biến theo thời gian giữa hai nhóm từ mô hình tương ứng: LMM đối với lactate, GEE gamma-log đối với liều norepinephrine ở các quan sát có dùng thuốc và GEE nhị phân đối với tình trạng có/không dùng norepinephrine. Dấu “—” biểu thị không trình bày p tại thời điểm do phân tích chính sử dụng GEE cho dữ liệu đo lặp.



**Biểu đồ 1. Diễn biến HATB, lactate và liều norepinephrine từ Ngày 0 đến Ngày 3**

(A) Huyết áp trung bình; (B) nồng độ lactate máu động mạch; (C) liều norepinephrine. Đường biểu diễn thể hiện giá trị trung bình ước tính; vùng tô mờ biểu thị khoảng tin cậy 95%. Giá trị p biểu thị sự khác biệt về diễn biến theo thời gian giữa hai nhóm từ mô hình phân tích tương ứng

## IV. BÀN LUẬN

Nghiên cứu cho thấy xác định PEEP theo EIT tạo ra mức PEEP khác với bảng PEEP thấp/ $\text{FiO}_2$ . Nhóm EIT có PEEP cao hơn nhóm chứng tại Ngày 2 và Ngày 3. Nhịp tim, HATT, HATT<sub>r</sub>, HATB, lactate máu động mạch, tỷ lệ dùng norepinephrine và liều norepinephrine không ghi nhận xu hướng bất lợi rõ rệt giữa hai nhóm trong thời gian theo dõi. Kết quả này gợi ý khả năng dung nạp huyết động ngắn hạn của chiến lược PEEP theo EIT ở người bệnh ARDS ngoại khoa, trong điều kiện an thần sâu, theo dõi sát và có tiêu chí dừng rõ ràng.

ARDS liên quan chấn thương hoặc hậu phẫu là quần thể có nguy cơ rối loạn huyết động cao. Người bệnh có thể kèm mất máu, sốc, truyền dịch, tăng áp lực ổ bụng, đau, thay đổi cơ học thành ngực và rối loạn chức năng thất phải.<sup>9,10</sup> PEEP cao làm tăng áp lực trong lồng ngực, giảm hồi lưu tĩnh mạch, giảm tiền gánh thất phải và có thể tăng sức cản mạch phổi khi quá căng phổi. PEEP phù hợp ở phổi còn khả năng huy động có thể giảm xẹp phế nang, cải thiện phân bố thông khí, giảm shunt và hạn chế đóng mở phế nang chu kỳ.<sup>8</sup> Trong nghiên cứu này, PEEP ở nhóm EIT cao hơn nhưng HATB không giảm so với nhóm chứng. Lactate máu

động mạch diễn biến tương tự giữa hai nhóm. Nhu cầu norepinephrine cũng không tăng rõ rệt ở nhóm EIT. Ba nhóm chỉ số này bổ sung cho nhau. HATB phản ánh áp lực tưới máu hệ thống. Lactate cung cấp thông tin gián tiếp về tưới máu mô và chuyển hóa. Norepinephrine phản ánh nhu cầu hỗ trợ vận mạch. Nếu PEEP theo EIT gây ảnh hưởng huyết động có ý nghĩa, có thể kỳ vọng giảm HATB, tăng lactate hoặc tăng nhu cầu vận mạch. Nghiên cứu không ghi nhận xu hướng này.

EIT hỗ trợ xác định PEEP dựa trên cân bằng giữa xẹp phổi và quá căng phổi theo vùng. Đây không phải là chiến lược tăng PEEP cố định. Mục tiêu là tránh PEEP quá thấp gây xẹp phổi tái diễn, đồng thời hạn chế PEEP quá cao gây quá căng phổi và bất lợi tuần hoàn. Các chỉ số toàn cục như PEEP, áp lực đường thở hoặc  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  không mô tả được phân bố thông khí vùng. Phương pháp xác định điểm cân bằng giữa xẹp và quá căng phổi đã được đề xuất từ các nghiên cứu so sánh EIT với cắt lớp vi tính và phát triển thành phác đồ tại giường.<sup>11-13</sup> Kết quả của chúng tôi phù hợp với nghiên cứu của Becher và cộng sự. Tối ưu hóa thông khí theo EIT làm tăng PEEP và cải

thiện oxy hóa, nhưng không ghi nhận thay đổi có ý nghĩa về cung lượng tim hoặc lưu vận mạch.<sup>17</sup> Các nghiên cứu EIT khác chủ yếu tập trung vào oxy hóa, cơ học hô hấp và kết cục lâm sàng. Họ và cộng sự ghi nhận xác định PEEP sớm theo EIT không làm giảm tử vong có ý nghĩa thống kê, có xu hướng cải thiện phục hồi chức năng cơ quan sớm và không ghi nhận chấn thương áp lực mới.<sup>14</sup> Tại Việt Nam, Đinh Văn Trung và cộng sự ghi nhận PEEP dưới hướng dẫn EIT cải thiện oxy hóa, độ giãn nở, áp lực đẩy và điểm SOFA, chưa cải thiện rõ tử vong 28 ngày, thời gian thở máy, thời gian nằm ICU hoặc nhu cầu ECMO.<sup>15</sup> Tổng quan hệ thống gần đây cho thấy PEEP xác định theo EIT có thể cải thiện độ giãn nở phổi, giảm áp lực đẩy, nhưng bằng chứng về tử vong, ngày không thở máy và biến cố bất lợi vẫn chưa chắc chắn do số nghiên cứu còn ít và thiết kế không đồng nhất.<sup>16</sup> Nghiên cứu hiện tại bổ sung dữ liệu về huyết động ở quần thể ARDS ngoại khoa.

Các nghiên cứu trước đây cho thấy PEEP cao không tự động cải thiện kết cục trong ARDS. Nghiên cứu ALVEOLI không chứng minh lợi ích tử vong của PEEP cao so với PEEP thấp.<sup>4</sup> Phân tích gộp gợi ý lợi ích của PEEP cao có thể tập trung ở ARDS trung bình đến nặng, nhưng không đồng nhất giữa các quần thể.<sup>5</sup> Ngược lại, ART cho thấy RM mạnh kèm xác định PEEP theo độ giãn nở có thể làm tăng tử vong và chấn thương áp lực.<sup>6</sup> Vì vậy, vấn đề không phải là tăng PEEP, mà là chọn PEEP phù hợp cho từng người bệnh. EIT hỗ trợ mục tiêu này bằng cách đánh giá cân bằng giữa xẹp phổi và quá căng phổi theo vùng, đồng thời vẫn cần theo dõi sát huyết động.

PEEP cao và RM có thể gây tụt huyết áp, giảm hồi lưu tĩnh mạch, tăng áp lực thất phải, quá căng phổi và chấn thương áp lực. Trong nghiên cứu này, quy trình xác định PEEP theo

EIT có tiêu chí dừng rõ ràng. Người bệnh được theo dõi huyết áp, nhịp tim, SpO<sub>2</sub> và nhu cầu vận mạch. Không có trường hợp phải dừng quy trình do rối loạn huyết động. Không ghi nhận chấn thương áp lực trong thời gian theo dõi. Khi có bất ổn huyết động, cần giảm PEEP, điều chỉnh vận mạch, đánh giá tình trạng thể tích, siêu âm tim khi cần và loại trừ tràn khí màng phổi.

Nghiên cứu có điểm mạnh là thiết kế ngẫu nhiên có đối chứng, thực hiện trên quần thể ARDS ngoại khoa còn ít dữ liệu, quy trình xác định PEEP theo EIT được chuẩn hóa và các chỉ số huyết động được phân tích theo dữ liệu đo lặp. Hạn chế gồm nghiên cứu đơn trung tâm, cỡ mẫu còn hạn chế, không làm mù bác sĩ điều trị và thời gian theo dõi ngắn. Các chỉ số mạch, huyết áp và khí máu được ghi nhận sau điều chỉnh PEEP 1 giờ, chưa phản ánh biến động huyết động tức thời trong từng bước RM. Nghiên cứu chưa đo trực tiếp cung lượng tim, chức năng thất phải hoặc áp lực xuyên phổi; chưa chuẩn hóa ghi nhận biến động huyết động tức thời theo từng bước RM và từng mức PEEP. Lượng dịch truyền quanh thủ thuật cũng chưa được thu thập có hệ thống, nên chưa đánh giá được ảnh hưởng của dịch truyền lên biến đổi huyết động tức thời.

## V. KẾT LUẬN

Ở người bệnh ARDS trung bình đến nặng liên quan chấn thương hoặc hậu phẫu, mức PEEP được cài đặt ở nhóm EIT cao hơn nhóm Chứng tại Ngày 2 và Ngày 3; không đi kèm xu hướng bất lợi rõ rệt về huyết áp động mạch trung bình, lactate máu động mạch hoặc nhu cầu norepinephrine trong thời gian theo dõi. Kết quả gợi ý khả năng dung nạp huyết động của chiến lược PEEP theo EIT được thực hiện trong điều kiện theo dõi huyết động chặt chẽ và có tiêu chí dừng rõ ràng.

## VI. KHUYẾN NGHỊ

Cần nhắc EIT để hỗ trợ xác định PEEP ở người bệnh ARDS ngoại khoa trung bình đến nặng tại cơ sở có đủ thiết bị và nhân lực. Khi áp dụng, cần theo dõi sát huyết động, oxy hóa, cơ học hô hấp, lactate và nhu cầu vận mạch. Cần nghiên cứu đa trung tâm, cỡ mẫu lớn hơn, theo dõi dài hơn, có đánh giá cung lượng tim, chức năng thất phải và dịch truyền quanh thủ thuật để xác định rõ nhóm người bệnh phù hợp.

## LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin trân trọng cảm ơn Trung tâm Gây mê và Hồi sức ngoại khoa, Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức đã hỗ trợ trong quá trình triển khai nghiên cứu và thu thập số liệu.

Nghiên cứu không nhận tài trợ từ bất kỳ tổ chức hoặc cá nhân nào. Các tác giả cam kết không có xung đột lợi ích liên quan đến nội dung và kết quả nghiên cứu.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Matthay MA, Arabi Y, Arroliga AC, et al. A New Global Definition of Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. Jan 1 2024; 209(1): 37-47. doi:10.1164/rccm.202303-0558WS.
2. Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. *Jama*. Jun 20 2012; 307(23): 2526-33. doi:10.1001/jama.2012.5669.
3. Brower RG, Matthay MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, Wheeler A. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. May 4 2000; 342(18): 1301-8. doi:10.1056/nejm200005043421801.
4. Brower RG, Lanken PN, MacIntyre N, et al. Higher versus lower positive end-expiratory pressures in patients with the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. Jul 22 2004; 351(4): 327-36. doi:10.1056/NEJMoa032193.
5. Briel M, Meade M, Mercat A, et al. Higher vs lower positive end-expiratory pressure in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: systematic review and meta-analysis. *Jama*. Mar 3 2010; 303(9): 865-73. doi:10.1001/jama.2010.218.
6. Cavalcanti AB, Suzumura É A, Laranjeira LN, et al. Effect of Lung Recruitment and Titrated Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) vs Low PEEP on Mortality in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *Jama*. Oct 10 2017; 318(14): 1335-1345. doi:10.1001/jama.2017.14171.
7. Amato MB, Meade MO, Slutsky AS, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. Feb 19 2015; 372(8): 747-55. doi:10.1056/NEJMsa1410639.
8. Joseph A, Petit M, Vieillard-Baron A. Hemodynamic effects of positive end-expiratory pressure. *Curr Opin Crit Care*. Feb 1 2024; 30(1): 10-19. doi:10.1097/mcc.0000000000001124.
9. Simon B, Ebert J, Bokhari F, et al. Management of pulmonary contusion and flail chest: an Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. *J Trauma Acute Care Surg*. Nov 2012; 73(5 Suppl 4): S351-61. doi:10.1097/TA.0b013e31827019fd.
10. Choudhary S, Pasrija D, Mendez MD. Pulmonary Contusion. *StatPearls*. StatPearls Publishing Copyright © 2026, StatPearls Publishing LLC.; 2026.
11. Frerichs I, Amato MB, van Kaam AH, et al. Chest electrical impedance tomography examination, data analysis, terminology, clinical use and recommendations: consensus

statement of the TRanslational EIT developmeNt stuDy group. *Thorax*. Jan 2017; 72(1): 83-93. doi:10.1136/thoraxjnl-2016-208357.

12. Costa EL, Borges JB, Melo A, et al. Bedside estimation of recruitable alveolar collapse and hyperdistension by electrical impedance tomography. *Intensive Care Med*. Jun 2009; 35(6): 1132-7. doi:10.1007/s00134-009-1447-y.

13. van der Zee P, Somhorst P, Endeman H, Gommers D. Electrical Impedance Tomography for Positive End-Expiratory Pressure Titration in COVID-19-related Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. Jul 15 2020; 202(2): 280-284. doi:10.1164/rccm.202003-0816LE.

14. He H, Chi Y, Yang Y, et al. Early individualized positive end-expiratory pressure guided by electrical impedance tomography in acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled clinical trial. *Crit Care*.

Jun 30 2021; 25(1): 230. doi:10.1186/s13054-021-03645-y.

15. Van Trung D, Giang BTH, Tuan DQ, et al. The impact of PEEP-guided electrical impedance tomography on oxygenation and respiratory mechanics in moderate-to-severe ARDS: a randomized controlled trial. *Sci Rep*. Nov 29 2025; 16(1): 391. doi:10.1038/s41598-025-29787-5.

16. Songsangvorn N, Xu Y, Lu C, et al. Electrical impedance tomography-guided positive end-expiratory pressure titration in ARDS: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. May 2024; 50(5): 617-631. doi:10.1007/s00134-024-07362-2.

17. Becher T, Buchholz V, Hassel D, et al. Individualization of PEEP and tidal volume in ARDS patients with electrical impedance tomography: a pilot feasibility study. *Ann Intensive Care*. Jun 2 2021; 11(1): 89. doi:10.1186/s13613-021-00877-7.

## Summary

### EFFECTS OF ELECTRICAL IMPEDANCE TOMOGRAPHY-GUIDED OPTIMAL PEEP SETTING ON SELECTED HEMODYNAMIC PARAMETERS IN SURGICAL ARDS

This study evaluated the hemodynamic effects of EIT-guided PEEP titration in patients with moderate-to-severe ARDS related to trauma or postoperative conditions. This randomized controlled trial was conducted at Viet Duc University Hospital from May 2025 to May 2026. A total of 125 patients were analyzed, including 63 patients in the EIT group and 62 patients in the control group. PEEP was set higher in the EIT group on Days 2 and 3. No between-group difference in temporal trends was observed for heart rate, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, mean arterial pressure, arterial lactate, norepinephrine use, or norepinephrine dose among observations with norepinephrine administration. Research showed that EIT-guided PEEP titration modified the PEEP strategy without showing a clear adverse hemodynamic signal.

**Keywords:** ARDS, electrical impedance tomography, PEEP, hemodynamics, trauma-related ARDS, postoperative ARDS.