FACTORS ASSOCIATED WITH INTRA-AORTIC BALLOON PUMP USE IN PATIENTS WITH LEFT VENTRICULAR DYSFUNCTION AFTER CARDIAC SURGERY AT HANOI HEART HOSPITAL

Vu Thi Thuc Phuong, Tran Cong Thanh, Phan Van Hoc*

Hanoi Heart Hospital - 92 Tran Hung Dao, Cua Nam Ward, Hanoi City Vietnam

Received: 07/10/2026
Revised: 20/10/2026; Accepted: 23/10/2026

ABSTRACT

Low cardiac output syndrome in patients with reduced left ventricular systolic function undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass often requires hemodynamic support, and the intra-aortic balloon pump (IABP) is one of the commonly used mechanical circulatory support devices. Early identification of factors associated with IABP use may facilitate risk assessment and preparation of an appropriate circulatory support strategy for these patients.

Objective: To identify factors associated with the indication for intra-aortic balloon pump (IABP) use in patients with reduced left ventricular function undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass.

Patients and Methods: This retrospective case–control study included 663 adult patients with a left ventricular ejection fraction (LVEF) <40% who underwent cardiac surgery with cardiopulmonary bypass at Hanoi Heart Hospital from May 2018 to March 2025. Of these, 188 patients received IABP support and 475 patients did not. Multivariable logistic regression analysis was performed to identify factors independently associated with IABP use.

Results: Patients in the IABP group had higher proportions of NYHA class III–IV. They also had a lower mean LVEF, a larger left ventricular end-diastolic diameter (LVEDD), and higher blood lactate levels than patients in the non-IABP group. Multivariable analysis identified five factors independently associated with IABP use: LVEF <30% (OR = 2.6; 95% CI: 1.6–4.2; p < 0.001), LVEDD >60 mm (OR = 1.9; 95% CI: 1.3–2.9; p = 0.002), lactate >2 mmol/L (OR = 2.8; 95% CI: 1.8–4.5; p < 0.001), emergency surgery (OR = 1.8; 95% CI: 1.1–3.0; p = 0.028), and combined valvular and coronary artery surgery (OR = 1.6; 95% CI: 1.05–2.6; p = 0.036). Intensive care unit stay and total hospital stay were longer in the IABP group, whereas in-hospital mortality did not differ significantly between the two groups (4.3% vs. 4.2%; p = 0.979).

Conclusion: In patients with LVEF <40% undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass, LVEF <30%, LVEDD >60 mm, lactate >2 mmol/L, emergency surgery, and combined valvular and coronary artery surgery were independently associated with IABP use.

Keywords: *Intra-aortic balloon pump; left ventricular dysfunction; cardiac surgery; cardiopulmonary bypass.*

CÁC YẾU TỐ LIÊN QUAN ĐẾN CHỈ ĐỊNH BÓNG ĐỐI XUNG ĐỘNG MẠCH CHỦ TRÊN BỆNH NHÂN SUY GIẢM CHỨC NĂNG THẤT TRÁI SAU PHẪU THUẬT TIM TẠI BỆNH VIỆN TIM HÀ NỘI

Vũ Thị Thục Phương, Trần Công Thành, Phan Văn Học*

TÓM TẮT

Hội chứng cung lượng tim thấp ở bệnh nhân suy giảm chức năng tâm thu thất trái được phẫu thuật tim có tuần hoàn ngoài cơ thể thường cần các biện pháp hỗ trợ huyết động, trong đó bóng đối xung động mạch chủ (IABP) là một phương tiện được sử dụng phổ biến. Việc xác định sớm các yếu tố liên quan đến chỉ định IABP giúp chủ động đánh giá nguy cơ và chuẩn bị chiến lược hỗ trợ tuần hoàn cho những bệnh nhân này.

Mục tiêu: Xác định các yếu tố liên quan đến chỉ định sử dụng bóng đối xung động mạch chủ (IABP) ở bệnh nhân suy giảm chức năng thất trái được phẫu thuật tim có tuần hoàn ngoài cơ thể.

Đối tượng và phương pháp: Nghiên cứu bệnh-chứng hồi cứu trên 663 bệnh nhân người lớn có phân suất tống máu thất trái (EF) <40%, được phẫu thuật tim có tuần hoàn ngoài cơ thể tại Bệnh viện Tim Hà Nội từ tháng 5/2018 đến tháng 3/2025. Có 188 bệnh nhân được sử dụng IABP và 475 bệnh nhân không sử dụng IABP. Hồi quy Logistic đa biến xác định các yếu tố liên quan độc lập đến chỉ định IABP.

Kết quả: Nhóm IABP có tỷ lệ NYHA III-IV cao hơn, EF trung bình thấp hơn, LVEDD lớn hơn và lactate máu cao hơn so với nhóm không IABP. Phân tích đa biến ghi nhận 5 yếu tố còn liên quan có ý nghĩa thống kê với chỉ định IABP: EF <30% (OR=2,6; KTC 95%: 1,6-4,2; p<0,001), LVEDD >60 mm (OR=1,9; KTC 95%: 1,3-2,9; p=0,002), lactate >2 mmol/L (OR=2,8; KTC 95%: 1,8-4,5; p<0,001), phẫu thuật cấp cứu (OR=1,8; KTC 95%: 1,1-3,0; p=0,028) và phẫu thuật phối hợp van tim - mạch vành (OR=1,6; KTC 95%: 1,05-2,6; p=0,036). Thời gian nằm hồi sức và nằm viện ở nhóm IABP dài hơn; tử vong trong viện chưa ghi nhận khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai nhóm (4,3% so với 4,2%; p=0,979).

Kết luận: Ở bệnh nhân có EF <40% được phẫu thuật tim có tuần hoàn ngoài cơ thể, EF <30%, LVEDD >60 mm, lactate >2 mmol/L, phẫu thuật cấp cứu và phẫu thuật phối hợp van tim - mạch vành là những yếu tố liên quan độc lập đến chỉ định sử dụng IABP.

Từ khóa: *Bóng đối xung động mạch chủ; suy giảm chức năng thất trái; phẫu thuật tim; tuần hoàn ngoài cơ thể.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Suy tim cấp và hội chứng cung lượng tim thấp sau phẫu thuật tim là những biến chứng nặng, có thể tiến triển thành sốc tim và cần hỗ trợ tuần hoàn cơ học khi huyết động không cải thiện với điều trị nội khoa [1,2]. Ở nhóm bệnh nhân có phân suất tống máu thất trái (EF) giảm trước mổ, suy giảm chức năng tâm thu làm hạn chế khả năng đáp ứng với các thay đổi huyết động. Mặt khác, quá

Bệnh viện Tim Hà Nội - 92 Trần Hưng Đạo, P. Cửa Nam, Tp. Hà Nội, Việt Nam
**Tác giả liên hệ: Trần Công Thành*
Email: trancongthanh@timhanoi.vn - Tel: 0358590095
Ngày nhận: *07/10/2026* ***Ngày sửa:*** *20/10/2026*
Ngày chấp nhận: *23/10/2026*
DOI: *10.47972/vjcts.vi.1943*

trình ngừng tim, tái tưới máu càng làm giảm chức năng tim và khó khăn trong cai tuần hoàn ngoài cơ thể (THNCT) [1,3]. Chính vì vậy cần đánh giá nguy cơ trước phẫu thuật nhằm hỗ trợ nhận diện sớm nhóm bệnh nhân có nguy cơ cao và giúp chủ động trong các phương án hỗ trợ tuần hoàn.

Bóng đối xung động mạch chủ (IABP) là phương tiện hỗ trợ tuần hoàn cơ học tăng tưới máu động mạch vành trong thì tâm trương và giảm hậu gánh thất trái trước thì tâm thu. Với ưu điểm là kỹ thuật tương đối đơn giản, triển khai nhanh ngay trong phòng mổ hoặc hồi sức giúp IABP trở thành phương tiện hỗ trợ tuần hoàn phổ biến trong phẫu thuật tim [3,4]. Tuy nhiên, các nghiên cứu chưa thống nhất về lợi ích của IABP dự phòng ở bệnh nhân nguy cơ cao [5,6,7].

Trong thực hành, quyết định sử dụng IABP thường dựa vào nhiều yếu tố. Miceli và cộng sự đã xây dựng thang điểm dự báo nhu cầu IABP ở bệnh nhân phẫu thuật bắc cầu chủ - vành và ghi nhận EF thấp, phẫu thuật cấp cứu và một số đặc điểm lâm sàng trước mổ có liên quan rõ với việc phải sử dụng IABP [8]. Tác giả Ergüneş ghi nhận thời gian THNCT và thời gian phẫu thuật kéo dài là các yếu tố liên quan độc lập với sử dụng IABP ở bệnh nhân CABG [9]. Tác giả Gao phân tích yếu tố suy giảm EF có liên quan đến sử dụng IABP quanh phẫu thuật CABG [10].

Tại Việt Nam, các nghiên cứu về IABP chủ yếu mô tả hiệu quả huyết động hoặc kết quả điều trị ở số lượng bệnh nhân còn hạn chế; chưa có dữ liệu về những yếu tố liên quan đến chỉ định IABP ở bệnh nhân suy giảm chức năng thất trái được phẫu thuật tim có THNCT. Nhận diện sớm nhóm bệnh nhân nguy cơ cao sử dụng IABP giúp ê-kíp chủ động hơn về phương tiện, theo dõi huyết động và kế hoạch hồi sức. Vì vậy, chúng tôi tiến hành nghiên cứu nhằm xác định các yếu tố liên quan đến chỉ định IABP ở bệnh nhân có EF <40% được phẫu thuật tim có THNCT.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Tất cả bệnh nhân người lớn trên 18 tuổi có phân suất tống máu thất trái trước phẫu thuật EF <40%, được phẫu thuật tim có sử dụng THNCT tại Bệnh viện Tim Hà Nội trong thời gian từ tháng 5/2018 đến tháng 3/2025.

- Tiêu chuẩn lựa chọn gồm: Tuổi >18, siêu âm tim trước mổ có EF <40% và hồ sơ có đủ các dữ liệu cần thiết cho nghiên cứu.

- Tiêu chuẩn loại trừ: Gồm hở van động mạch chủ trung bình hoặc nặng, tách thành động mạch chủ, bệnh động mạch ngoại biên nặng, phẫu thuật tim bẩm sinh, sử dụng thiết bị hỗ trợ tuần hoàn cơ học dài hạn tiên phát, trường hợp IABP phối hợp với thiết bị hỗ trợ tuần hoàn cơ học khác và hồ sơ bệnh án không đầy đủ.

2.2. Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu bệnh-chứng hồi cứu. Cỡ mẫu là toàn bộ bệnh nhân thỏa mãn tiêu chuẩn lựa chọn trong thời gian nghiên cứu. Các bệnh nhân được chia thành hai nhóm: nhóm IABP gồm những bệnh nhân được sử dụng bóng đối xung động mạch chủ trong giai đoạn phẫu thuật - hồi sức và nhóm No-IABP gồm những bệnh nhân không sử dụng IABP.

2.3. Quy trình gây mê và tuần hoàn ngoài cơ thể

Các bệnh nhân được gây mê toàn thân và theo dõi huyết động xâm lấn theo quy trình thường quy của Khoa Gây mê hồi sức. Huyết áp động mạch được theo dõi qua catheter động mạch quay hoặc động mạch đùi, kết hợp catheter tĩnh mạch trung tâm và theo dõi nhiệt độ trung tâm. Trong THNCT sử dụng bộ trao đổi oxy màng, lưu lượng mục tiêu khoảng 2,4 L/phút/m^2, huyết áp động mạch trung bình được duy trì trên 50 mmHg bằng điều chỉnh lưu lượng và thuốc vận mạch khi cần. Bảo vệ cơ tim bằng dung dịch liệt tim máu ấm; nhiệt độ trực tràng được duy trì trên 36°C trong giai đoạn THNCT.

2.4. Chỉ định và kỹ thuật đặt IABP:

Chỉ định IABP khi bệnh nhân không cai được

tuần hoàn ngoài cơ thể do rối loạn chức năng tim, có hội chứng cung lượng tim thấp, sốc tim không đáp ứng đầy đủ với điều trị nội khoa. Quyết định dựa trên đánh giá tổng hợp chức năng tim, tình trạng huyết động, tưới máu cơ quan và đáp ứng với thuốc trợ tim–vận mạch [3,4].

IABP được đặt qua động mạch đùi theo kỹ thuật Seldinger. Các máy được sử dụng tại đơn vị chủ yếu là CS100 và CS300 (MAQUET), thể tích bóng được lựa chọn theo chiều cao bệnh nhân. Đầu bóng được đặt trong động mạch chủ ngực xuống, ngay dưới chỗ xuất phát động mạch dưới đòn trái và phía trên động mạch thận; vị trí được kiểm tra bằng X-quang. IABP được vận hành ở chế độ tự động với tỷ lệ hỗ trợ ban đầu 1:1. Nguồn đồng bộ là điện tâm đồ hoặc dạng sóng áp lực động mạch, tùy tình trạng nhịp tim và chất lượng tín hiệu. Sau đặt bóng, bệnh nhân được theo dõi huyết áp động mạch, hiệu quả đối xung, tưới máu chi dưới, nước tiểu, số lượng tiểu cầu và vị trí catheter. Bóng được cai dần khi huyết động ổn định và nhu cầu thuốc trợ tim vận mạch giảm.

2.5. Biến số nghiên cứu

Các biến trước phẫu thuật gồm tuổi, giới, chiều cao, cân nặng, chỉ số khối cơ thể, tăng huyết áp, đái tháo đường, tăng cholesterol máu, bệnh phổi tắc nghẽn mạn tính, nhồi máu cơ tim trong vòng 3 tháng, phân độ suy tim NYHA, phẫu thuật cấp cứu, tiền sử mổ lại, EF và đường kính cuối tâm trương thất trái (LVEDD). Các xét nghiệm trước mổ gồm bạch cầu, tiểu cầu, hemoglobin, AST, ALT, mức lọc cầu thận và lactate máu.

Các biến trong phẫu thuật gồm thời gian phẫu thuật, thời gian THNCT, thời gian kẹp động mạch chủ và loại phẫu thuật: phẫu thuật van tim, phẫu thuật mạch vành, phẫu thuật phối hợp van tim - mạch vành, phẫu thuật van tim - động mạch chủ và các phẫu thuật khác. Kết quả sớm được ghi nhận trong thời gian nằm viện gồm thời gian thở máy, thời gian nằm hồi sức, thời gian nằm viện, suy thận cấp cần lọc máu, nhiễm trùng, tai biến mạch máu não, rối loạn nhịp thất nặng, chảy máu phải mổ lại và tử vong trong viện. Ở nhóm IABP, chúng tôi ghi nhận thêm biến chứng mạch máu tại chi đặt bóng, tụ máu hoặc giả phình, giảm tiểu cầu và sự cố kỹ thuật của bóng.

2.6. Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý bằng phần mềm SPSS phiên bản 22. Biến định lượng được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn nếu có phân bố chuẩn hoặc trung vị [khoảng tứ phân vị] nếu phân bố không chuẩn. Biến định tính được biểu diễn bằng tần số và tỷ lệ phần trăm. So sánh giữa hai nhóm sử dụng t-test hoặc Mann-Whitney U đối với biến định lượng và Chi-square hoặc Fisher đối với biến định tính. Các yếu tố liên quan đến sử dụng IABP được khảo sát bằng hồi quy logistic đơn biến. Những biến có $p<0,10$ ở phân tích đơn biến được lựa chọn cho mô hình đa biến. Ngưỡng sàng lọc nhằm hạn chế loại bỏ sớm những yếu tố có thể còn liên quan sau hiệu chỉnh; cách tiếp cận kết hợp sàng lọc đơn biến với lựa chọn theo cơ sở chuyên môn đã được sử dụng trong nghiên cứu phẫu thuật tim [11]. Thời gian THNCT và thời gian kẹp động mạch chủ được đưa thêm vào mô hình trên cơ sở các nghiên cứu trước về mối liên quan với nhu cầu IABP và hội chứng cung lượng tim thấp sau phẫu thuật [9,12]. Hai biến thời gian được phân tích dưới dạng liên tục, với OR tính cho mỗi 10 phút tăng. Kết quả được trình bày bằng OR, khoảng tin cậy 95% và giá trị p; ngưỡng ý nghĩa thống kê được xác định là $p<0,05$.

2.7. Đạo đức nghiên cứu

Nghiên cứu đã được thông qua Hội đồng Đạo đức Bệnh viện Tim Hà Nội. Dữ liệu được thu thập hồi cứu từ hồ sơ bệnh án, được mã hóa và bảo mật, chỉ sử dụng cho mục đích nghiên cứu khoa học. Nghiên cứu không làm thay đổi quyết định điều trị và không can thiệp thêm trên người bệnh.

3. KẾT QUẢ

Trong thời gian từ tháng 5/2018 đến tháng 3/2025, có 663 bệnh nhân suy giảm chức năng thất trái EF <40% được phẫu thuật tim có THNCT đủ

tiêu chuẩn đưa vào nghiên cứu tại Bệnh viện Tim Hà Nội. Trong đó 188 bệnh nhân được sử dụng IABP, chiếm 28,4%, và 475 bệnh nhân không sử dụng IABP, chiếm 71,6%. Kết quả so sánh đặc điểm trước mổ, trong mổ, phân tích hồi quy đa biến và kết quả sớm được trình bày ở các bảng dưới đây.

Về đặc điểm trước phẫu thuật, tuổi trung bình chưa ghi nhận khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai nhóm (64,15 ± 11,82 so với 63,40 ± 12,29 tuổi; p=0,474). Tỷ lệ NYHA III-IV cao hơn (48,4% so với 39,2%). Trên siêu âm tim, EF trung bình ở nhóm IABP thấp hơn rõ (30,3 ± 2,38% so với 35,5 ± 4,3%), trong khi LVEDD lớn hơn (65,4 ± 12,42 mm so với 55,5 ± 10,3 mm). Lactate trước mổ ở nhóm IABP cũng cao hơn, 2,25 ± 0,88 mmol/L so với 1,50 ± 0,34 mmol/L. Các bệnh lý nền thường gặp, chỉ số huyết học, men gan và mức lọc cầu thận không có khác biệt rõ giữa hai nhóm.

Trong phẫu thuật, thời gian mổ, thời gian THNCT và thời gian kẹp động mạch chủ chưa ghi nhận khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai nhóm. Phẫu thuật mạch vành đơn thuần gặp ít hơn ở nhóm IABP, trong khi phẫu thuật phối hợp van tim - mạch vành gặp nhiều hơn. Sau phân tích hồi quy Logistic đa biến, các yếu tố còn liên quan độc lập với chỉ định IABP gồm EF <30%, LVEDD >60 mm, lactate >2 mmol/L, phẫu thuật cấp cứu và phẫu thuật phối hợp van tim - mạch vành. Về kết quả sớm, nhóm IABP có thời gian nằm hồi sức và nằm viện dài hơn, nhưng tỷ lệ tử vong trong viện không khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nhóm No-IABP. Các kết quả chi tiết được trình bày ở Bảng 1 đến Bảng 5.

Bảng 1. Đặc điểm lâm sàng và cận lâm sàng trước phẫu thuật

Biến số	IABP (n=188)	No-IABP (n=475)	P -value
Tuổi (năm)	64,15 ± 11,82	63,40 ± 12,29	0,474
Nữ/Nam	86/102	213/262	0,833
BMI (kg/m²)	22,53 ± 2,88	22,55 ± 3,34	0,942
Tăng huyết áp, n (%)	66 (35,1)	152 (32,0)	0,443
Đái tháo đường, n (%)	35 (18,6)	96 (20,2)	0,642
Tăng cholesterol máu, n (%)	41 (21,8)	112 (23,6)	0,626
COPD, n (%)	22 (11,7)	71 (14,9)	0,278
NMCT <3 tháng, n (%)	35 (18,6)	111 (23,4)	0,183
NYHA III-IV, n (%)	91 (48,4)	186 (39,2)	0,030
Phẫu thuật cấp cứu, n (%)	21 (11,2)	32 (6,7)	0,058
Mổ lại, n (%)	14 (7,4)	32 (6,7)	0,746
EF (%)	30,3 ± 2,38	35,5 ± 4,3	<0,001
LVEDD (mm)	65,4 ± 12,42	55,5 ± 10,3	<0,001
Bạch cầu (10^9/L)	6,76 ± 2,81	6,64 ± 2,45	0,586
Tiểu cầu (10^9/L)	188,90 ± 66,07	183,33 ± 63,05	0,312
Hemoglobin (g/L)	121,07 ± 18,69	118,92 ± 19,13	0,190
AST (U/L)	22,18 ± 6,34	23,34 ± 7,12	0,052
ALT (U/L)	28,34 ± 7,65	29,14 ± 8,32	0,254

Biến số	IABP (n=188)	No-IABP (n=475)	P -value
Mức lọc cầu thận trước mổ	64,53 ± 10,38	65,50 ± 12,35	0,341
Lactate (mmol/L)	2,25 ± 0,88	1,50 ± 0,34	<0,001

BMI: chỉ số khối cơ thể; COPD: bệnh phổi tắc nghẽn mạn tính; NMCT: nhồi máu cơ tim; EF: phân suất tống máu thất trái; LVEDD: đường kính cuối tâm trương thất trái; GFR: mức lọc cầu thận.

Nhận xét: Nhóm IABP có tỷ lệ NYHA III-IV cao hơn nhóm No-IABP, EF trung bình thấp hơn, LVEDD lớn hơn và lactate máu cao hơn có ý nghĩa thống kê. Các bệnh lý nền, chỉ số huyết học, men gan và chức năng thận trước mổ không có sự khác biệt rõ giữa hai nhóm.

Bảng 2. Đặc điểm trong phẫu thuật

Biến số	IABP (n=188)	No-IABP (n=475)	P -value
Thời gian phẫu thuật (giờ)	4,33 ± 1,37	4,38 ± 1,53	0,696
Thời gian CPB (phút)	95,8 ± 25,2	98,02 ± 23,2	0,279
Thời gian kẹp ĐMC (phút)	63,4 ± 22,6	65,1 ± 20,02	0,343
Phẫu thuật van tim, n (%)	86 (45,7)	192 (40,4)	0,211
Phẫu thuật mạch vành, n (%)	43 (22,9)	164 (34,5)	0,004
Van tim + mạch vành, n (%)	39 (20,7)	63 (13,3)	0,016
Van tim + động mạch chủ, n (%)	12 (6,4)	36 (7,6)	0,592
Phẫu thuật khác, n (%)	8 (4,3)	20 (4,2)	0,979

Nhận xét: Thời gian phẫu thuật, thời gian tuần hoàn ngoài cơ thể và thời gian kẹp động mạch chủ chưa ghi nhận khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai nhóm. Phẫu thuật mạch vành đơn thuần gặp ít hơn ở nhóm IABP, trong khi phẫu thuật phối hợp van tim - mạch vành gặp nhiều hơn.

Bảng 3. Phân tích hồi quy Logistic đơn biến các yếu tố liên quan đến chỉ định IABP

Yếu tố	OR	KTC 95%	P -value
NYHA III–IV	1,46	1,04–2,05	0,030
EF <30%	2,10	1,35–3,27	0,001
LVEDD >60 mm	1,80	1,25–2,60	0,002
Lactate >2 mmol/L	3,50	2,20–5,50	<0,001
Phẫu thuật cấp cứu	1,74	0,98–3,11	0,060
NMCT <3 tháng	0,75	0,49–1,15	0,184
Mổ lại so với không	1,11	0,58–2,14	0,746
Mạch vành đơn thuần	0,56	0,38–0,83	0,004
Van tim + mạch vành	1,71	1,10–2,66	0,017
Thời gian CPB	1,05	0,96–1,15	0,382
Thời gian kẹp ĐMC	1,03	0,94–1,12	0,375

Nhận xét: EF <30%, LVEDD >60 mm, lactate >2 mmol/L, NYHA III–IV và phẫu thuật phối hợp van tim–mạch vành liên quan với odds sử dụng IABP cao hơn; phẫu thuật mạch vành đơn thuần liên quan với odds thấp hơn (p<0,05). Phẫu thuật cấp cứu ngưỡng sàng lọc p<0,10 để xem xét trong mô hình đa biến.

Bảng 4. Phân tích hồi quy Logistic đa biến các yếu tố liên quan đến chỉ định IABP

Biến số	OR hiệu chỉnh	KTC 95%	P -value
EF <30%	2,6	1,6-4,2	<0,001
LVEDD >60 mm	1,9	1,3-2,9	0,002
Lactate >2 mmol/L	2,8	1,8-4,5	<0,001

Biến số	OR hiệu chỉnh	KTC 95%	P -value
NYHA III-IV	1,2	0,8-1,8	0,280
Phẫu thuật cấp cứu	1,8	1,1-3,0	0,028
Phẫu thuật mạch vành đơn thuần	0,8	0,5-1,2	0,300
Phẫu thuật van + mạch vành	1,6	1,05-2,6	0,036
Thời gian CPB	1,03	0,97-1,09	0,350
Thời gian kẹp ĐMC	1,02	0,95-1,10	0,520

Nhận xét: Sau phân tích đa biến, 5 yếu tố còn liên quan có ý nghĩa thống kê với chỉ định IABP gồm EF <30%, LVEDD >60 mm, lactate >2 mmol/L, phẫu thuật cấp cứu và phẫu thuật phối hợp van tim - mạch vành.

Bảng 5. Kết quả sớm sau phẫu thuật và biến chứng liên quan IABP

Biến số	IABP (n=188)	No-IABP (n=475)	P -value
Suy thận cấp cần lọc máu, n (%)	22 (11,7)	52 (10,9)	0,781
Nhiễm trùng, n (%)	48 (25,5)	132 (27,8)	0,556
Tai biến mạch máu não, n (%)	5 (2,7)	13 (2,7)	0,956
Rối loạn nhịp thất nặng, n (%)	15 (8,0)	29 (6,1)	0,382
Chảy máu phải mổ lại, n (%)	9 (4,8)	17 (3,6)	0,470
Thời gian thở máy (ngày), trung vị [IQR]	3,5 [2,1-5,5]	3,1 [2,0-4,2]	0,08
Nằm hồi sức (ngày)	10,2 ± 4,5	7,5 ± 3,2	<0,001
Nằm viện (ngày)	25,0 ± 8,0	18,0 ± 6,5	<0,001
Tử vong trong viện, n (%)	8 (4,3)	20 (4,2)	0,979
Biến chứng mạch máu do IABP, n (%)	6 (3,2)	-	-
Thiếu máu chi dưới, n (%)	3 (1,6)	-	-
Tụ máu/giả phình vị trí đặt, n (%)	3 (1,6)	-	-
Giảm tiểu cầu, n (%)	15 (8,0)	-	-
Sự cố kỹ thuật/vỡ bóng, n (%)	1 (0,5)	-	-

Thời gian nằm hồi sức và thời gian nằm viện ở nhóm IABP dài hơn có ý nghĩa thống kê. Thời gian thở máy, suy thận cấp cần lọc máu, nhiễm trùng, tai biến mạch máu não, rối loạn nhịp thất nặng, chảy máu phải mổ lại và tử vong trong viện không khác biệt có ý nghĩa giữa hai nhóm. Trong nhóm IABP, biến chứng mạch máu gặp 3,2%, giảm tiểu cầu 8,0% và sự cố kỹ thuật/vỡ bóng 0,5%.

4. BÀN LUẬN

Nghiên cứu của chúng tôi gồm 663 bệnh nhân có EF <40% được phẫu thuật tim có tuần hoàn ngoài cơ thể, trong đó 188 bệnh nhân sử dụng IABP. Sau phân tích hồi quy Logistic đa biến, các yếu tố liên quan có ý nghĩa thống kê với chỉ định IABP là EF <30%, LVEDD >60 mm, lactate >2 mmol/L, phẫu thuật cấp cứu và phẫu thuật phối hợp van tim - mạch vành. Các yếu tố này phản ánh

vấn đề ở bệnh nhân suy chức năng thất trái: mức độ suy co bóp và tái cấu trúc thất trái, tình trạng tưới máu mô trước phẫu thuật và mức độ nặng của cuộc mổ. Kết quả phù hợp với thực hành lâm sàng, bởi quyết định sử dụng IABP thường được đưa ra khi khả năng dự trữ của tim không còn đủ để vượt qua giai đoạn cai THNCT hoặc khi huyết động xấu đi dù đã sử dụng thuốc trợ tim vận mạch.

4.1. Chức năng và cấu trúc thất trái trước phẫu thuật

Trong nghiên cứu của chúng tôi, EF trung bình ở nhóm IABP là 30,3 ± 2,38%, thấp hơn rõ so với nhóm No-IABP 35,5 ± 4,3% (p<0,001). Khi phân tích đa biến, EF <30% liên quan với odds sử dụng IABP cao hơn sau hiệu chỉnh (OR=2,6; KTC 95%: 1,6–4,2). Mức EF dưới 30% thể hiện co bóp thất trái giảm nặng và dự trữ co bóp hạn chế. Khi thả kẹp động mạch chủ và cai THNCT, tim phải trở lại đảm nhiệm cung lượng hệ thống trong thời gian ngắn; ở bệnh nhân EF thấp, tăng hậu gánh, thiếu thể tích hoặc rối loạn nhịp cũng làm cung lượng tim giảm đáng kể.

Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Miceli và cộng sự trên bệnh nhân phẫu thuật bắc cầu chủ - vành. Tác giả ghi nhận EF giảm là một trong những yếu tố dự báo mạnh nhất nhu cầu IABP; mức độ liên quan tăng lên khi EF giảm sâu, đặc biệt ở nhóm EF <30% [8]. Tác giả Kralev và cộng sự nghiên cứu riêng nhóm EF ≤30% cũng cho thấy đây là quần thể có nguy cơ cao của hội chứng cung lượng tim thấp sau phẫu thuật [13]. Tác giả He và Gao khi phân tích bệnh nhân bệnh mạch vành có rối loạn chức năng thất trái cũng ghi nhận nhóm EF thấp thường cần hỗ trợ tuần hoàn sớm hơn [14]. So với các nghiên cứu trên, quần thể của chúng tôi bao gồm cả phẫu thuật van tim và phẫu thuật phối hợp. Tuy vậy, EF <30% có mối liên quan độc lập, cho thấy mức độ suy chức năng thất trái là một yếu tố nền trong các loại phẫu thuật.

Bên cạnh EF, LVEDD cũng có sự khác biệt rõ giữa hai nhóm. LVEDD trung bình ở nhóm IABP là 65,4 ± 12,42 mm, cao hơn nhóm No-IABP 55,5 ± 10,3 mm; sau hiệu chỉnh, LVEDD >60 mm vẫn liên quan với chỉ định IABP với OR=1,9. EF và LVEDD phản ánh mức độ suy co bóp và kích thước thất trái tại thời điểm đánh giá. Một thất trái giãn lớn thường có sức căng thành cao, hiệu quả co bóp kém và dễ mất bù hơn khi tiền gánh thất trái thay đổi đột ngột trong phẫu thuật.

Ergüneş và cộng sự ghi nhận kích thước thất trái lớn là một trong các yếu tố liên quan đến việc phải đặt IABP ở bệnh nhân phẫu thuật mạch vành [9]. Trong nghiên cứu của chúng tôi, EF <30% và LVEDD >60 mm cùng còn ý nghĩa trong mô hình đa biến gợi ý rằng chỉ nhìn EF có thể chưa phản ánh đầy đủ nguy cơ. Trên thực tế, hai bệnh nhân có cùng EF 30% nhưng một người có thất trái giãn rất lớn, hở van mạn tính hoặc bệnh cơ tim giãn sẽ có dự trữ huyết động khác với một bệnh nhân có buồng thất trái ít giãn hơn.

4.2. Lactate và tình trạng tưới máu trước phẫu thuật

Nhóm IABP có lactate trung bình 2,25 ± 0,88 mmol/L, cao hơn nhóm No-IABP 1,50 ± 0,34 mmol/L; Lactate >2 mmol/L liên quan với odds sử dụng IABP cao hơn sau hiệu chỉnh (OR hiệu chỉnh=2,8; KTC 95%: 1,8–4,5; p<0,001). Lactate tăng thường được xem như dấu hiệu của mất cân bằng giữa cung cấp và tiêu thụ oxy ở mô, nhưng trong thực hành nó không hoàn toàn đặc hiệu cho cung lượng tim thấp. Đau, stress, catecholamine, chức năng gan và nhiều yếu tố khác cũng có thể ảnh hưởng tới lactate. Vì vậy giá trị của lactate nên được đặt trong bối cảnh lâm sàng cùng với huyết áp, chức năng thất trái và dấu hiệu tưới máu ngoại vi.

Hajjar và cộng sự cho thấy lactate cao có liên quan với các biến chứng lớn sau phẫu thuật tim [15]. Tác giả Hakim và cộng sự gần đây cũng ghi nhận lactate trong giai đoạn sớm sau phẫu thuật có giá trị tiên lượng tử vong [16]. Hai nghiên cứu này chủ yếu đánh giá lactate sau phẫu thuật và kết cục, khác với nghiên cứu của chúng tôi sử dụng lactate trước mổ để phân tích liên quan với chỉ định IABP. Dù khác thời điểm và mục tiêu, các kết quả đều cho thấy lactate là một chỉ dấu nhạy với tình trạng dự

trữ tuần hoàn. Ở những bệnh nhân EF thấp, lactate đã tăng trước phẫu thuật có thể là dấu hiệu bệnh nhân đang ở gần giới hạn bù trừ; khi chịu thêm tác động của gây mê, THNCT và thiếu máu - tái tưới máu, khả năng cần hỗ trợ cơ học sẽ cao hơn.

4.3. Các yếu tố lâm sàng và đặc điểm phẫu thuật

Tỷ lệ NYHA III-IV ở nhóm IABP cao hơn nhóm No-IABP (48,4% so với 39,2%; p=0,030), nhưng sau phân tích đa biến NYHA III-IV không còn liên quan có ý nghĩa thống kê. Điều này có thể do NYHA phản ánh triệu chứng lâm sàng của suy tim và có sự chồng lấp thông tin với EF, kích thước thất trái và tình trạng tưới máu. Khi các yếu tố khách quan hơn được đưa đồng thời vào mô hình, mức độ triệu chứng đơn thuần có thể giảm sức liên quan. Kết quả này cũng nhắc rằng quyết định chuẩn bị hỗ trợ tuần hoàn không nên chỉ dựa trên mức NYHA mà cần kết hợp siêu âm tim, xét nghiệm và tình trạng huyết động thực tế.

Tỷ lệ phẫu thuật cấp cứu sau hiệu chỉnh là yếu tố độc lập với OR=1,8. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu Miceli, trong đó phẫu thuật cấp cứu làm tăng nhu cầu IABP ở bệnh nhân CABG [8]. Tác giả Gao và cộng sự cũng ghi nhận tình trạng nguy cơ trước mổ có ảnh hưởng rõ đến việc sử dụng IABP chu phẫu [10]. Bệnh nhân mổ cấp cứu thường có ít thời gian để điều chỉnh thiếu máu cơ tim, suy tim, rối loạn điện giải hoặc tình trạng thể tích trước mổ; một số trường hợp vào phòng mổ trong bối cảnh huyết động đã không ổn định. Do đó chỉ cần co bóp cơ tim giảm sau THNCT là bệnh nhân có thể kém đáp ứng đủ với thuốc trợ tim và cần IABP.

Phẫu thuật phối hợp van tim - mạch vành cũng còn ý nghĩa sau hiệu chỉnh với OR=1,6. Đây là nhóm bệnh nhân có hai cơ chế bệnh cùng tồn tại: bệnh van tim gây thay đổi tiền gánh - hậu gánh và tái cấu trúc buồng tim kéo dài, trong khi bệnh mạch vành làm giảm dự trữ tưới máu cơ tim. Sau sửa hoặc thay van, tiền gánh của thất trái thay đổi; đồng thời cơ tim phải phục hồi sau giai đoạn thiếu máu và tái tưới máu. Sự kết hợp này làm quá trình cai THNCT khó khăn hơn so với một số phẫu thuật đơn thuần. Trong nghiên cứu Sharma, IABP cũng được sử dụng nhiều ở nhóm phẫu thuật tim hở có mức độ bệnh nặng và phẫu thuật phối hợp [17]. Tuy nhiên, đây là mối liên quan quan sát được và không nên hiểu rằng bản thân loại phẫu thuật là nguyên nhân trực tiếp dẫn đến đặt IABP.

Một điểm khác trong nghiên cứu là thời gian THNCT và thời gian kẹp động mạch chủ chưa ghi nhận khác biệt giữa hai nhóm, đồng thời chưa có liên quan ý nghĩa trong phân tích đa biến. Về sinh lý bệnh, THNCT và thời gian thiếu máu cơ tim kéo dài có thể làm tăng tổn thương thiếu máu - tái tưới máu, phản ứng viêm và rối loạn chức năng cơ tim sau mổ. Tuy nhiên, thời gian CPB trung bình và thời gian kẹp động mạch chủ của hai nhóm khá tương đồng. Vì vậy, trong mô hình hiện tại, EF, LVEDD và lactate trước mổ có liên quan có ý nghĩa với sử dụng IABP, còn thời gian THNCT chưa đạt ý nghĩa thống kê. Kết quả cũng cho thấy không phải mọi yếu tố thường được coi là nguy cơ trong phẫu thuật tim đều dự báo được việc sử dụng IABP khi phân tích trên một quần thể đã chọn sẵn EF <40%.

Các đặc điểm trước và trong phẫu thuật giúp nhận diện những bệnh nhân có khả năng cần hỗ trợ IABP, còn ê-kíp quyết định đặt bóng dựa trên diễn biến huyết động cụ thể. Những tình huống như không cai được THNCT, hội chứng cung lượng tim thấp hoặc sốc tim không đáp ứng đầy đủ với điều trị nội khoa là cơ sở lâm sàng để cân nhắc sử dụng thiết bị [3,4]. Nghiên cứu tập trung phân tích các đặc điểm bệnh nhân và phẫu thuật liên quan đến sử dụng IABP; tình trạng huyết động và mức hỗ trợ thuốc tại thời điểm quyết định đặt bóng chưa thuộc phạm vi khảo sát chi tiết.

4.4. Kết quả sớm sau phẫu thuật và biến chứng liên quan IABP

Thời gian nằm hồi sức ở nhóm IABP là 10,2 ± 4,5 ngày, dài hơn nhóm No-IABP 7,5 ± 3,2 ngày; thời gian nằm viện tương ứng là 25,0 ± 8,0 và 18,0 ± 6,5 ngày, có thể liên quan đến mức độ nặng của bệnh và nhu cầu hỗ trợ tuần hoàn. Ngoài việc cần

duy trì IABP trong một khoảng thời gian, các bệnh nhân này thường cần nhiều thuốc trợ tim vận mạch hơn, theo dõi huyết động sát hơn và cai hỗ trợ tuần hoàn thận trọng hơn. Tác giả Sharma và Lorusso cũng ghi nhận thời gian hồi sức và biến cố sau mổ chịu ảnh hưởng lớn bởi mức độ nặng của bệnh nhân được chỉ định IABP [17,18].

Tỷ lệ tử vong trong viện của nhóm IABP trong nghiên cứu là 4,3%, không khác biệt so với nhóm No-IABP 4,2% (p=0,979). Kết quả này thấp hơn tỷ lệ tử vong được báo cáo ở một số quần thể IABP sau phẫu thuật tim. Tác giả Lorusso và cộng sự báo cáo tử vong sớm khoảng 12,7% ở nhóm bệnh nhân phẫu thuật tim có sử dụng IABP, trong khi các nghiên cứu về IABP được chỉ định sau sốc tim hoặc sau phẫu thuật van có thể ghi nhận tỷ lệ cao hơn nữa [18,19]. Sự khác nhau nhiều khả năng liên quan đến quần thể nghiên cứu và thời điểm chỉ định. Nghiên cứu của chúng tôi chỉ chọn bệnh nhân EF <40%, đồng thời loại các trường hợp IABP phối hợp với thiết bị hỗ trợ tuần hoàn cơ học khác; do đó có thể đã loại khỏi phân tích một số bệnh nhân sốc tim nặng nhất.

Điểm cần nhấn mạnh là chưa ghi nhận khác biệt có ý nghĩa thống kê về tử vong trong viện giữa hai nhóm. Đây là nghiên cứu hồi cứu và tồn tại rõ hiện tượng nhiễu do chỉ định: nhóm được sử dụng IABP có EF thấp hơn, thất trái giãn hơn, lactate cao hơn và tỷ lệ mổ cấp cứu nhiều hơn. Các thử nghiệm ngẫu nhiên của Ranucci và Ferreira không cho thấy lợi ích sống còn khi sử dụng IABP thường quy ở toàn bộ bệnh nhân nguy cơ cao, trong khi phân tích gộp và một số nghiên cứu quan sát lại ghi nhận lợi ích ở các nhóm chọn lọc [5,6,7] Do đó, kết quả của chúng tôi được hiểu theo hướng mô tả những bệnh nhân nào thường phải sử dụng IABP trong thực hành, chứ chưa đánh giá hiệu quả điều trị của IABP so với không sử dụng.

Biến chứng mạch máu liên quan IABP gặp ở 6 bệnh nhân, chiếm 3,2%; trong đó thiếu máu chi dưới 1,6% và tụ máu hoặc giả phình tại vị trí đặt 1,6%. Giảm tiểu cầu gặp 8,0% và sự cố kỹ thuật/vỡ bóng 0,5%. Tổng quan của de Jong cho thấy tỷ lệ biến chứng mạch máu sau đặt IABP thay đổi khá rộng giữa các nghiên cứu, phụ thuộc vào cỡ catheter, đường vào, bệnh mạch máu ngoại biên, thời gian sử dụng và cách định nghĩa biến chứng [20]. Tác giả Lorusso trong nghiên cứu đa trung tâm ghi nhận biến chứng mạch máu khoảng 7,2%, cao hơn tỷ lệ của chúng tôi [18]. Tuy vậy không thể kết luận kỹ thuật tại trung tâm làm giảm biến chứng vì nghiên cứu không được thiết kế để so sánh phương pháp đặt bóng. Việc loại bệnh động mạch ngoại biên nặng ngay từ đầu cũng làm quần thể nghiên cứu có nguy cơ biến chứng mạch máu thấp hơn.

4.5. Ý nghĩa thực hành và hạn chế của nghiên cứu

Các yếu tố còn ý nghĩa trong phân tích đa biến đều có thể nhận biết trước hoặc ngay trong giai đoạn chuẩn bị phẫu thuật: EF, LVEDD, lactate, tình trạng mổ cấp cứu và loại phẫu thuật. Vì vậy giá trị thực tế của kết quả không nằm ở việc tạo ra một ngưỡng bắt buộc để đặt IABP, mà ở việc giúp ê-kíp nhận diện sớm bệnh nhân có nguy cơ huyết động cao. Các đặc điểm EF <30%, thất trái giãn >60 mm và lactate đã trên 2 mmol/L trước mổ cần được chuẩn bị kỹ hơn về các phương tiện đánh giá huyết động và phương án hỗ trợ tuần hoàn. Với trường hợp phẫu thuật cấp cứu hoặc phẫu thuật phối hợp van - mạch vành, mức độ cảnh giác càng cần cao hơn. Quyết định đặt IABP vẫn phải dựa trên diễn biến huyết động thực tế và đánh giá của quá trình điều trị.

Nghiên cứu có một số hạn chế. Thứ nhất, đây là nghiên cứu hồi cứu tại một trung tâm nên chịu ảnh hưởng bởi cách lựa chọn bệnh nhân và thói quen chỉ định IABP của Bệnh viện Tim Hà Nội. Kết quả sử dụng IABP phản ánh đồng thời mức độ nặng của bệnh nhân và quyết định lâm sàng của bác sĩ, do đó không hoàn toàn đồng nghĩa với chỉ định IABP theo nghĩa sinh lý học. Thứ hai, nghiên cứu chưa phân nhóm theo thời điểm đặt IABP trước, trong hoặc sau mổ và chưa khảo sát chi tiết tình trạng huyết động, mức hỗ trợ thuốc tại thời điểm quyết định đặt bóng. Các nghiên cứu trước ghi nhận thời điểm sử dụng IABP có liên quan đến

tiên lượng [21]. Việc bổ sung những thông tin này sẽ giúp phân tích cụ thể hơn các tình huống chỉ định và kết quả điều trị theo từng nhóm bệnh nhân. Thứ ba, những bệnh nhân sử dụng IABP phối hợp với thiết bị hỗ trợ tuần hoàn cơ học khác đã bị loại khỏi nghiên cứu; đây có thể là nhóm sốc tim nặng nhất và việc loại bỏ có thể làm kết quả tử vong của nhóm IABP thấp hơn thực tế. Nghiên cứu cũng chưa có dữ liệu theo dõi dài hạn sau xuất viện, chưa phân tích đầy đủ một số thang điểm nguy cơ tổng hợp và không đánh giá tác động của thời gian sử dụng IABP. Vì vậy, các yếu tố EF <30%, LVEDD >60 mm, lactate >2 mmol/L, phẫu thuật cấp cứu và phẫu thuật phối hợp van - mạch vành nên được xem là những yếu tố liên quan trong quần thể nghiên cứu, chưa phải tiêu chuẩn độc lập để chỉ định IABP dự phòng. Cần có các nghiên cứu tiến cứu, đa trung tâm và phân tích riêng theo thời điểm đặt IABP giúp làm rõ hơn giá trị của các yếu tố này.

5. KẾT LUẬN

EF <30%, LVEDD >60 mm, lactate >2 mmol/L, phẫu thuật cấp cứu và phẫu thuật phối hợp van tim - mạch vành là những yếu tố liên quan độc lập với chỉ định sử dụng IABP ở bệnh nhân suy giảm chức năng thất trái được phẫu thuật tim có tuần hoàn ngoài cơ thể. Các yếu tố này hỗ trợ nhận diện sớm nhóm bệnh nhân nguy cơ cao và giúp chủ động trong các phương án hỗ trợ tuần hoàn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Masud F, et al. Cardiogenic shock in perioperative and intraoperative settings: a team approach. Methodist DeBakey Cardiovasc J. 2020;16(1):e1–e7.

2. Condello I, et al. Perioperative incidence of ECMO and IABP on 5901 mitral valve surgery procedures. J Cardiothorac Surg. 2022;17(1):38.

3. Gonzalez LS, Chaney MA. Balloon pump counterpulsation part II: perioperative hemodynamic support and new directions. Anesth Analg. 2020;131(3):792-807.

4. Gillespie LE, et al. The intra-aortic balloon pump: a focused review of physiology, transport logistics, mechanics, and complications. J Soc Cardiovasc Angiogr Interv. 2024;3(5):101337.

5. Deppe AC, et al. Preoperative intra-aortic balloon pump use in high-risk patients prior to coronary artery bypass graft surgery decreases the risk for morbidity and mortality: a meta-analysis of 9,212 patients. J Card Surg. 2017;32(3):177-185.

6. Ranucci M, et al. A randomized controlled trial of preoperative intra-aortic balloon pump in coronary patients with poor left ventricular function undergoing coronary artery bypass surgery. Crit Care Med. 2013;41(11):2476-2483.

7. Rocha Ferreira GS, et al. Effect of a perioperative intra-aortic balloon pump in high-risk cardiac surgery patients: a randomized clinical trial. Crit Care Med. 2018;46(8):e742–e750.

8. Miceli A, et al. A clinical score to predict the need for intraaortic balloon pump in patients undergoing coronary artery bypass grafting. Ann Thorac Surg. 2010;90(2):522-526.

9. Ergüneş K, et al. Predictors of intra-aortic balloon pump insertion in coronary surgery and mid-term results. Korean J Thorac Cardiovasc Surg. 2013;46(6):444–448.

10. Gao J, Zhao Q, Cheng Y. Age- and sex-related differences in risk factors for perioperative intra-aortic balloon pump application in patients undergoing coronary artery bypass grafting. Front Surg. 2024;11:1395518

11. Cheng XF, et al. Risk factors for postoperative myocardial injury-related cardiogenic shock in patients undergoing cardiac surgery. J Cardiothorac Surg. 2023;18:220. doi:10.1186/s13019-023-02312-3.

12. Al-Sarraf N, et al. Cross-clamp time is an independent predictor of mortality and mor-

bidity in low- and high-risk cardiac patients. Int J Surg. 2011;9(1):104–109. doi:10.1016/j.ijsu.2010.10.007.

13. Kralev A, et al. Impact of prophylactic intra-aortic balloon pump on early outcomes in patients with severe left ventricular dysfunction undergoing elective coronary artery bypass grafting with cardiopulmonary bypass. Int J Cardiol. 2023;385:8-15.

14. He XY, Gao CQ. Peri-operative application of intra-aortic balloon pumping reduced in-hospital mortality of patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction. Chin Med J. 2019;132(8):935-942.

15. Hajjar LA, et al. High lactate levels are predictors of major complications after cardiac surgery. J Thorac Cardiovasc Surg. 2013;146(2):455-460.

16. Hakim MZ, et al. Early mortality in cardiac surgery - is lactate significant? Braz J Cardiovasc Surg. 2024;39(5):e20230245.

17. Sharma S, et al. A multivariate and retrospective analysis of the impact of intra-aortic balloon counterpulsation in open-heart surgery. Sci Rep. 2024;14(1):29534.

18. Lorusso R, et al. Contemporary outcomes of cardiac surgery patients supported by the intra-aortic balloon pump. Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2022;35(1):ivac091.

19. Liang M, et al. Outcome analysis for prediction of intraaortic balloon pump support failure and long-term survival in high-risk patients undergoing mitral valve surgery. Artif Organs. 2020;44(8):827-836.

20. de Jong MM, et al. Vascular complications following intra-aortic balloon pump implantation: an updated review. Perfusion. 2018;33(2):96-104.

21. Jannati M, Attar A. Intra-aortic balloon pump postcardiac surgery: a literature review. J Res Med Sci. 2019;24:6.