

Đánh giá tác động của một số yếu tố chu phẫu đối với rối loạn chức năng gan ghép sớm

Evaluating the impact of perioperative factors on early allograft dysfunction

Ngô Đình Trung* và Đỗ Văn Nam

Bệnh viện Trung ương Quân đội 108

Tóm tắt

Mục tiêu: Đánh giá tác động của các yếu tố chu phẫu đối với rối loạn chức năng gan ghép sớm (Early allograft dysfunction - EAD) ở bệnh nhân ghép gan từ người hiến sống. **Đối tượng và phương pháp:** Nghiên cứu mô tả, hồi cứu trên 198 bệnh nhân ghép gan từ người hiến sống tại Bệnh viện Trung ương Quân đội 108 từ tháng 01/2020 đến tháng 06/2025. **Kết quả:** Tỷ lệ EAD là 15,2%. Các yếu tố tiên lượng độc lập đối với EAD bao gồm điểm MELD trước ghép (OR = 1,06; $p < 0,001$), thời gian thiếu máu nóng (OR = 1,09; $p = 0,001$) và nồng độ lactate máu ngày N1 (OR = 1,39; $p < 0,001$). Mô hình tiên lượng kết hợp 3 yếu tố tiên độc lập cho thấy có giá trị tốt trong dự báo EAD với AUC = 0,812; độ nhạy = 73,3% và độ đặc hiệu = 78,4%; $p < 0,001$. **Kết luận:** Các yếu tố chu phẫu bao gồm điểm MELD trước ghép, thời gian thiếu máu nóng và nồng độ lactate máu ngày N1 có tác động đáng kể đến kết cục EAD sau ghép gan. Mô hình tiên lượng kết hợp ba yếu tố này cho giá trị dự báo tốt và có tiềm năng ứng dụng trong thực hành lâm sàng.

Từ khóa: EAD, rối loạn chức năng gan ghép sớm, người hiến sống

Summary

Objective: To evaluate the impact of perioperative factors on early allograft dysfunction (EAD) in patients undergoing liver transplantation from living donors. **Subjects and Methods:** A descriptive, retrospective study was conducted on 198 patients who underwent living donor liver transplantation at the Central Military Hospital 108 from January 2020 to June 2025. **Results:** The EAD rate was 15.2%. Independent predictive factors for EAD included pre-transplant MELD score (OR = 1.06; $p < 0.001$), warm ischemia time (WIT) (OR = 1.09; $p = 0.001$), and lactate level on day 1 (OR = 1.39; $p < 0.001$). A combined predictive model incorporating these three independent factors demonstrated good predictive value for EAD with an AUC = 0.812; sensitivity = 73.3% and specificity = 78.4%; $p < 0.001$. **Conclusion:** Perioperative factors, including the pre-transplant MELD score, warm ischemia time, and lactate level on day 1, significantly impact the outcome of EAD after liver transplantation. The combined predictive model using these three factors provides good predictive value and has potential clinical applications.

Keywords: EAD, early allograft dysfunction, living donor

Ngày nhận bài: 10/01/2026, ngày chấp nhận đăng: 20/01/2026

* Tác giả liên hệ: bsngotrung@gmail.com - Bệnh viện Trung ương Quân đội 108

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rối loạn chức năng gan ghép sớm (EAD) là một trong những biến chứng nghiêm trọng ảnh hưởng đến kết quả ghép gan, có thể dẫn đến mất chức năng gan ghép hoặc tử vong sớm¹. Tỷ lệ EAD dao động từ 10,9% đến 33,6% trong các nghiên cứu (NC) quốc tế, tùy thuộc vào nhiều yếu tố trước, trong và sau ghép²⁻⁴. Mặc dù đã có khá nhiều nghiên cứu trên thế giới về các yếu tố chu phẫu gây EAD sau ghép gan, nhưng kết quả không đồng nhất và dữ liệu NC về vấn đề này ở các trung tâm ghép gan tại Việt Nam đến nay vẫn còn rất hạn chế.

Do đó, chúng tôi tiến hành NC này nhằm đánh giá tác động của một số yếu tố chu phẫu đối với EAD, giúp cung cấp thông tin quan trọng để tối ưu hóa quy trình ghép gan, giảm thiểu biến chứng sau ghép và nâng cao chất lượng điều trị bệnh nhân.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Đối tượng

Bệnh nhân (BN) được phẫu thuật ghép gan từ người hiến sống tại Bệnh viện TWQĐ 108 trong khoảng thời gian từ tháng 01/2020 đến tháng 06/2025.

Tiêu chuẩn lựa chọn

BN ghép gan từ người hiến sống.

Tuổi từ 18 tuổi trở lên.

Tiêu chuẩn loại trừ

BN tử vong trong tuần đầu tiên sau ghép.

BN có rối loạn chức năng gan trong tuần đầu tiên sau ghép được xác định là do biến chứng kỹ thuật trong ghép.

Hồ sơ bệnh nhân không đủ dữ liệu để phục vụ nghiên cứu.

2.2. Phương pháp

Thiết kế nghiên cứu: Nghiên cứu mô tả, hồi cứu, đơn trung tâm.

Cỡ mẫu nghiên cứu:

Áp dụng công thức ước tính cỡ mẫu cho 1 tỷ lệ:

$$n = \frac{Z_{(1-\alpha/2)}^2 p(1-p)}{d^2}$$

Trong đó:

n là cỡ mẫu tối thiểu.

α là mức ý nghĩa thống kê, NC này chúng tôi lựa chọn $\alpha = 5\%$.

$Z_{1-\alpha/2}$ được tính dựa trên mức ý nghĩa thống kê, với $\alpha = 5\%$ thì $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$.

p là tỷ lệ ước đoán, NC này chúng tôi áp dụng p = 14,4%, đây là tỷ lệ rối loạn chức năng gan ghép sớm ở theo nghiên cứu của Hakeem (2021)¹.

d là mức sai số tuyệt đối, NC này chúng tôi lựa chọn là 0,05.

Như vậy số BN tối thiểu cần đưa vào nghiên cứu theo công thức trên là 189 BN. Trong quá trình thu thập dữ liệu, 250 BN đã được đưa vào sàng lọc, 52 BN được loại ra khỏi nghiên cứu theo tiêu chuẩn loại trừ, còn lại 198 BN đủ điều kiện đã được chọn lựa tham gia vào nghiên cứu, đảm bảo cỡ mẫu đủ lớn để đạt được độ chính xác và tin cậy cao trong phân tích.

Thu thập dữ liệu nghiên cứu:

Dữ liệu của BN được thu thập từ hồ sơ bệnh án điện tử và bệnh án giấy, thu thập các thông tin chu phẫu (trước, trong và sau ghép gan).

Dựa trên các thông tin thu thập được, tiến hành phân loại BN thành 2 nhóm có rối loạn chức năng gan ghép sớm (EAD) và không rối loạn chức năng gan ghép sớm theo tiêu chuẩn chẩn đoán EAD của Olthof (2010)⁵. Cụ thể, BN được chẩn đoán là EAD nếu thỏa mãn ít nhất một trong các tiêu chuẩn sau:

Bilirubin toàn phần $\geq 171 \mu\text{mol/L}$ hoặc;

INR $\geq 1,6$ vào ngày thứ 7 sau ghép hoặc;

Men gan GOT hoặc GPT $> 2000 \text{UI/L}$ trong 7 ngày đầu sau ghép;

Và các rối loạn kể trên không có liên quan đến các biến chứng kỹ thuật trong ghép.

Cách tính độ thanh thải lactate máu 12h sau ghép⁶:

Độ thanh thải lactate máu = $(\text{Lactate T0} - \text{Lactate T1}) \times 100 / \text{Lactate T0}$;

Trong đó, Lactate T0 là nồng độ lactate máu thời điểm nhập vào khoa hồi sức ghép tạng (ngay sau ghép), Lactate T1 là nồng độ lactate máu sáng ngày thứ nhất (N1) sau ghép (12 giờ sau thời điểm T0).

2.3. Phân tích số liệu

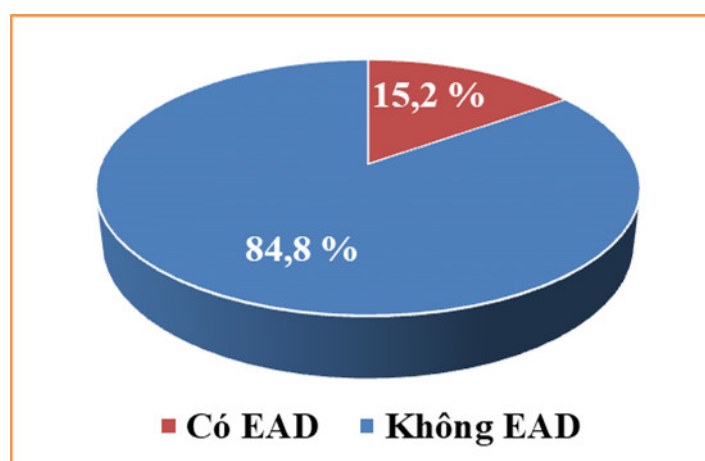
Phân tích số liệu theo phương pháp thống kê y học, sử dụng phần mềm xử lý số liệu SPSS 27.0, vẽ biểu đồ đường cong ROC và phân tích giá trị tiên lượng bằng phần mềm Medcalc phiên bản 22.017. Các biến định tính được phân tích bằng kiểm định chi-square hoặc kiểm định Fisher's exact (nếu tần số kỳ vọng < 5), các biến liên tục có phân phối chuẩn sử dụng kiểm định t độc lập, và không phân phối chuẩn sử dụng kiểm định Mann-Whitney U. Các yếu tố liên quan đến rối loạn chức năng gan ghép sớm được khảo sát bằng hồi quy logistic đơn biến. Những biến có $p < 0,20$ trong phân tích đơn biến và/hoặc có ý nghĩa lâm sàng được đưa vào mô hình hồi quy logistic đa biến. Mô hình đa biến được xây

dựng theo phương pháp backward stepwise (stepdown), bằng cách loại dần các biến không còn ý nghĩa thống kê ở từng bước để xác định các yếu tố liên quan độc lập. Kết quả được trình bày bằng OR và khoảng tin cậy 95%. Ngưỡng ý nghĩa thống kê là $p < 0,05$.

2.4. Đạo đức của nghiên cứu

Nghiên cứu đã tuân thủ đầy đủ các quy định đạo đức trong nghiên cứu y sinh học. Đây là một nghiên cứu mô tả, hồi cứu, không có bất kỳ can thiệp nào đối với người bệnh, không có xung đột về lợi ích. Mọi thông tin cá nhân của BN đều được bảo mật tuyệt đối và chỉ được sử dụng cho mục đích nghiên cứu.

III. KẾT QUẢ



Hình 1. Tỷ lệ rối loạn chức năng gan ghép sớm

Nhận xét: Trong nghiên cứu của chúng tôi có 30/198 BN có rối loạn chức năng gan ghép sớm, chiếm tỷ lệ 15,2% tổng số BN.

Bảng 1. So sánh một số đặc điểm lâm sàng, cận lâm sàng giữa 2 nhóm

Biến số	Có EAD (n=30)	Không EAD (n=168)	Giá trị p
Các đặc điểm trước ghép			
Tuổi, Q2 (Q1-Q3), năm	54 (42-63)	54 (45-61)	0,629
Nam giới, n (%)	22 (73,3)	143 (85,1)	0,111
Điểm MELD, Q2 (Q1-Q3)	25 (14-37)	14 (8-28)	<0,001
Điểm Child-Pugh, Q2 (Q1-Q3)	10 (8-12)	8 (5-10)	<0,001
Chỉ định ghép gan, n (%)			0,051
ALF	2 (6,7)	4 (2,4)	—

Biến số	Có EAD (n=30)	Không EAD (n=168)	Giá trị p
ACLF	11 (36,7)	45 (26,8)	—
Ung thư gan	6 (20,0)	82 (48,8)	—
Xơ gan mất bù	10 (33,3)	34 (20,2)	—
Khác	1 (3,3)	3 (1,8)	—
GOT, Q2 (Q1-Q3), UI/L	71 (45-140)	67 (41-121)	0,372
GPT, Q2 (Q1-Q3), UI/L	51 (32-100)	48 (35-89)	0,967
Bilirubin toàn phần, Q2 (Q1-Q3), $\mu\text{mol/l}$	272 (40-458)	113 (64-175)	<0,001
Tiểu cầu, Q2 (Q1-Q3), G/L	59 (37-118)	113 (64-175)	0,004
Các đặc điểm trong ghép			
Thời gian phẫu thuật, Q2 (Q1-Q3), phút	414 (398-450)	412 (373-430)	0,114
Lượng máu mất, Q2 (Q1-Q3), mL	2550 (1600-3100)	2300 (1700-3062)	0,806
Lượng máu truyền, Q2 (Q1-Q3), mL	1500 (1000-2150)	1500 (1000-1112)	0,592
Thời gian thiếu máu nóng, Q2 (Q1-Q3), phút	38 (33-45)	34 (29-40)	0,011
Thời gian thiếu máu lạnh, Q2 (Q1-Q3), phút	75 (60-91)	75 (66-78)	0,586
Các đặc điểm sau ghép			
Dùng thuốc vận mạch sau ghép	8 (26,7)	21 (12,5)	0,043
Nồng độ lactate máu ngày N0	6,5 (4,3-8,9)	6,0 (4,5-8,1)	0,651
Nồng độ lactate máu ngày N1	3,6 (2,1-5,6)	2,5 (1,7-3,3)	0,005
Độ thanh thải lactate máu 12h sau ghép	36,8 (0-63)	58,2 (36,3-73,5)	0,002

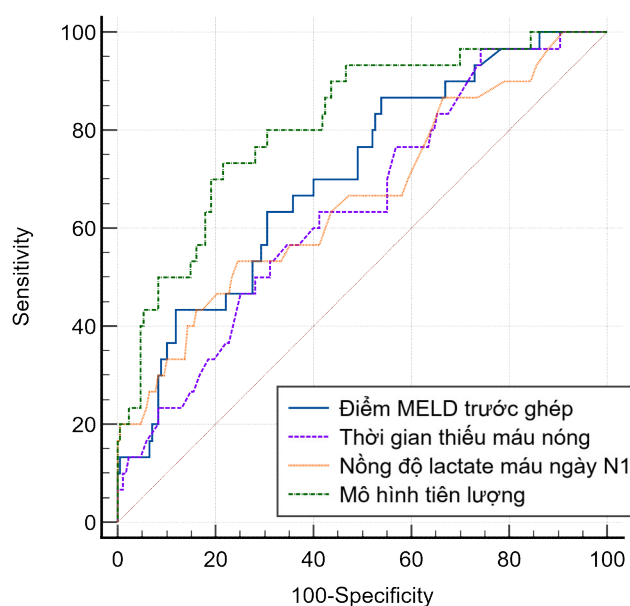
Nhận xét: Thời điểm trước ghép, nhóm có rối loạn chức năng gan ghép sớm (EAD) có điểm MELD và điểm Child-Pugh cao hơn, đồng thời các chỉ số bilirubin toàn phần, tiểu cầu, cũng cao hơn rõ rệt so với nhóm không EAD ($p < 0,05$). Tuy nhiên, không có sự khác biệt đáng kể về tuổi và giới tính giữa hai nhóm. Thời điểm trong ghép, chỉ thấy có sự khác biệt có ý nghĩa về thời gian thiếu máu nóng, các yếu tố khác không cho thấy có sự khác biệt giữa 2 nhóm nghiên cứu. Sau ghép, nhóm EAD có nồng độ lactate máu ngày N1 sau ghép và nhu cầu sử dụng thuốc vận mạch cao hơn, trong khi độ thanh thải lactate máu 12 giờ sau ghép thấp hơn đáng kể so với nhóm không EAD ($p < 0,05$).

Bảng 2. Hồi quy logistic đơn biến và đa biến xác định yếu tố nguy cơ rối loạn chức năng gan sớm sau ghép

Biến số	Hồi quy Logistic					
	Đơn biến			Đa biến (stepdown)		
	OR	95% CI của OR	p	OR	95% CI của OR	p
Điểm MELD trước ghép	1,06	1,03-1,09	<0,001	1,06	1,02-1,10	<0,001
Bilirubin TP trước ghép, mg/dL	1,05	1,02-1,08	0,002	—	—	—
Tiểu cầu trước ghép/10, G/L	0,99	0,98-1,00	0,084	—	—	—
Lượng máu mất trong ghép/100, mL	0,99	0,96-1,03	0,680	—	—	—
Lượng máu truyền trong ghép/100, mL	1,00	0,96-1,04	0,947	—	—	—

Biến số	Hồi quy Logistic					
	Đơn biến			Đa biến (stepdown)		
	OR	95% CI của OR	p	OR	95% CI của OR	p
Thời gian thiếu máu nóng, phút	1,07	1,02-1,12	0,003	1,09	1,04-1,15	0,001
Thời gian thiếu máu lạnh, phút	1,00	0,98-1,03	0,447	—	—	—
Tổng thời gian phẫu thuật, phút	1,00	0,99-1,01	0,178	—	—	—
Dùng thuốc vận mạch sau ghép	2,54	1,00-6,44	0,049	—	—	—
Nồng độ lactate máu N0, mmol/L	0,96	0,85-1,10	0,619	—	—	—
Nồng độ lactate máu N1, mmol/L	1,40	1,18-1,67	<0,001	1,39	1,15-1,70	<0,001
Độ thanh thải lactate máu 12h, %	0,97	0,96-0,99	<0,001	—	—	—

Nhận xét: Trong phân tích hồi quy logistic đa biến, chỉ có 3 yếu tố: điểm MELD trước ghép, thời gian thiếu máu nóng và nồng độ lactat máu ngày N1 sau ghép là có mối liên quan độc lập với kết cục rối loạn chức năng gan sớm trong tuần đầu sau ghép với chỉ số Odds ratio (OR) lần lượt là 1,06; 1,09 và 1,39; $p < 0,05$. Một mô hình tiên lượng đã được xây dựng dựa trên ba yếu tố liên quan độc lập này.



Hình 2. Phân tích đường cong ROC về giá trị tiên lượng rối loạn chức năng gan sớm sau ghép của mô hình tiên lượng và một số yếu tố chu phẫu

Bảng 3. Đánh giá khả năng dự báo rối loạn chức năng gan sớm sau ghép của mô hình tiên lượng và một số yếu tố chu phẫu

Variable	AUC	p	Cut-off	Độ nhạy (%)	Độ đặc hiệu (%)
Điểm MELD trước ghép	0,703	<0,001	24	86,7	45,8
Thời gian thiếu máu nóng, phút	0,648	0,005	35	63,3	58,9
Nồng độ Lactate máu ngày N1 sau ghép, mmol/L	0,661	0,006	3,3	53,3	75,4
Mô hình tiên lượng	0,812	<0,001	—	73,3	78,4

Nhận xét: Kết quả đánh giá khả năng dự báo rối loạn chức năng gan sớm sau ghép (Hình 2 và Bảng 3) cho thấy trong 3 yếu tố tiên lượng độc lập EAD sau ghép, điểm MELD trước ghép là yếu tố tiên đoán mạnh nhất với $AUC = 0,703$, tại điểm cắt MELD = 24 cho độ nhạy là 86,7% và độ đặc hiệu là 45,8%. Thời gian thiếu máu nóng và nồng độ lactate máu ngày N1 có giá trị tiên đoán kém hơn với AUC lần lượt là 0,648 và 0,661, $p < 0,05$. Đặc biệt, mô hình tiên lượng được xây dựng dựa trên 3 yếu tố trên cho giá trị tiên đoán cao vượt trội với $AUC = 0,812$, $p < 0,001$.

IV. BÀN LUẬN

4.1. Tỷ lệ rối loạn chức năng gan ghép sớm

Rối loạn chức năng gan ghép sớm (EAD) là một trong những biến chứng nghiêm trọng trong ghép gan, ảnh hưởng lớn đến kết quả ghép và có thể dẫn đến mất chức năng gan ghép hoặc thậm chí là tử vong. Trong nghiên cứu của chúng tôi, tỷ lệ EAD là 15,2%, nằm trong khoảng tỷ lệ từ 10,9% đến 33,6% được ghi nhận trong các nghiên cứu quốc tế²⁻⁴. Tỷ lệ này có thể thay đổi dựa trên nhiều yếu tố như đặc điểm người hiến, người nhận, kỹ thuật ghép và năng lực chăm sóc chu phẫu. Tỷ lệ EAD 15,2% trong nghiên cứu của chúng tôi cho thấy chương trình ghép gan tại trung tâm đạt kết quả khả quan, nhưng vẫn cần phải có các biện pháp can thiệp hợp lý để giảm thiểu nguy cơ EAD và cải thiện kết cục của BN sau ghép.

4.2. Tác động của một số yếu tố chu phẫu với rối loạn chức năng gan ghép sớm

Điểm MELD trước ghép là yếu tố tiên đoán độc lập mạnh nhất với EAD trong số các yếu tố chu phẫu đơn lẻ được nghiên cứu (Bảng 3), cứ mỗi 1 điểm MELD tăng lên, nguy cơ EAD sau ghép tăng lên 6% ($OR = 1,06$; $p < 0,001$). Phát hiện này phù hợp với các nghiên cứu quốc tế, Li và cộng sự (2025) đã tiến hành nghiên cứu đa trung tâm và đưa ra kết luận điểm MELD là yếu tố dự báo độc lập cho EAD sau ghép với $OR = 1,08$; $p < 0,05$ ². Tương tự, nghiên cứu của Ikegami và cộng sự (2014) trên đối tượng ghép gan từ người hiến sống cũng cho thấy điểm D-MELD, kết hợp tuổi của người hiến tặng và điểm

MELD của người nhận, là một yếu tố dự báo mạnh mẽ về kết cục sau ghép, với điểm số cao hơn cho thấy tăng nguy cơ rối loạn chức năng gan ghép và tử vong⁷. Điểm MELD phản ánh mức độ nặng của bệnh gan trước ghép, BN có MELD cao thường có tình trạng toàn thân kém, rối loạn đông máu, suy thận, và các biến chứng khác của xơ gan giai đoạn cuối, tất cả đều là những yếu tố làm tăng nguy cơ biến chứng sau ghép, trong đó có EAD.

Bên cạnh điểm MELD trước ghép, thời gian thiếu máu nóng cũng là yếu tố liên quan độc lập với EAD sau ghép gan ($OR = 1,09$; $p = 0,001$). Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Chae và cộng sự (2016) khi các tác giả đưa ra nhận định rằng thời gian thiếu máu nóng kéo dài liên quan đến tăng nguy cơ tổn thương thiếu máu tái tưới máu, là cơ chế quan trọng gây ra EAD sau ghép gan⁸. Việc cải thiện kỹ thuật phẫu thuật và thực hiện các biện pháp nhằm giảm thiểu thời gian thiếu máu nóng đóng vai trò then chốt trong việc hạn chế tổn thương gan ghép do thiếu máu.

Trong các yếu tố sau ghép, nồng độ lactate máu ngày N1 được xác định là yếu tố nguy cơ độc lập cho EAD ($OR = 1,39$; $p < 0,001$). Lactate máu cao phản ánh tình trạng thiếu oxy và chuyển hóa kỵ khí, thường gặp khi gan mới ghép chưa thể chuyển hóa lactate hiệu quả. Nghiên cứu của Hyeyeon Cho và cộng sự (2023) cũng xác định lactate máu là yếu tố dự báo EAD với $AUC = 0,84$; $p < 0,05$ ⁹. Theo dõi lactate máu trong giai đoạn sớm giúp phát hiện sớm bệnh nhân có nguy cơ cao EAD và cho phép can thiệp kịp thời.

Kết quả ở Bảng 2 cho thấy độ thanh thải lactate máu tại thời điểm 12 giờ sau ghép có liên quan với rối loạn chức năng gan sớm sau ghép trong phân tích đơn biến. Tuy nhiên, trong phân tích đa biến, mối liên quan này không còn có ý nghĩa thống kê.

4.3. Mô hình tiên lượng

Một phát hiện quan trọng của nghiên cứu là mô hình dự báo kết hợp ba yếu tố gồm điểm MELD, thời gian thiếu máu nóng và nồng độ lactate máu ngày N1 đạt $AUC = 0,812$ ($p < 0,001$), cao hơn so với từng yếu tố riêng lẻ. Kết quả này cho thấy việc kết hợp các chỉ số trước ghép, trong mổ và sau ghép sớm có

thể cải thiện khả năng dự báo rối loạn chức năng gan ghép sớm. Trong thực hành lâm sàng, mô hình này có thể hỗ trợ nhận diện sớm những bệnh nhân nguy cơ cao ngay trong những ngày đầu sau ghép, từ đó giúp tăng cường theo dõi, điều chỉnh chiến lược điều trị và can thiệp kịp thời nhằm cải thiện kết quả sau ghép.

4.4. Hạn chế của nghiên cứu

Nghiên cứu này có một số hạn chế: thiết kế hồi cứu, đơn trung tâm với cỡ mẫu còn hạn chế; chưa đánh giá một số yếu tố của người hiến và mảnh ghép như mức độ nhiễm mỡ gan ghép hay tỷ lệ mảnh ghép/trọng lượng cơ thể người nhận; đồng thời mô hình tiên lượng này cần được kiểm định thêm trên một nhóm xác nhận độc lập. Tuy vậy, nghiên cứu bước đầu đã giúp phát hiện các yếu tố chu phẫu có tác động đáng kể đến EAD sau ghép gan.

V. KẾT LUẬN

Nghiên cứu của chúng tôi bước đầu xác định ba yếu tố chu phẫu là điểm MELD trước ghép, thời gian thiếu máu nóng và nồng độ lactate máu ngày N1 sau ghép có tác động độc lập đến rối loạn chức năng gan ghép sớm. Mô hình dự báo kết hợp ba yếu tố này có khả năng phân tầng nguy cơ tốt, rất tiềm năng ứng dụng trong lâm sàng để hỗ trợ đội ngũ y tế trong việc điều trị và theo dõi BN sau ghép gan.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hakeem AR, Sandeep J, Subramaniam S, Sachan D, Jothamani D, Rajakumar A, et al. Therapeutic Plasma Exchange for Management of Early Allograft Dysfunction After Living Donor Liver Transplant: An Unmatched Cohort Study. *Experimental and Clinical Transplantation: Official Journal of the Middle East Society for Organ Transplantation*. 2021;19(11):1182-90. doi:10.6002/ect.2021.0064
2. Li Z, Raptis D, Rammohan A, Gunasekaran V, Hong S, Chen IC-Y, et al. Validation of a pretransplant risk prediction model for early allograft dysfunction after living-donor liver transplantation. *Transplantation*. 2025;10:1097. doi:10.1097/TP.0000000000005331
3. Pamecha V, Patil NS, Gattu T, Kumar G, Pattnaik B, Mohapatra N, et al. e-GLR score predicts early graft loss in adult live-donor liver transplantation. *Annals of Surgery Open*. 2023;4(4):e332. doi:10.1097/AS9.0000000000000332
4. Song J-L, Yang J, Yan L-N, Yang J-Y, Wen T-F, Li B, et al. A new index predicts early allograft dysfunction following living donor liver transplantation: a propensity score analysis. *Digestive and Liver Disease*. 2017;49(11):1225-32. doi:10.1016/j.dld.2017.06.007
5. Olthoff KM, Kulik L, Samstein B, Kaminski M, Abecassis M, Emond J, et al. Validation of a current definition of early allograft dysfunction in liver transplant recipients and analysis of risk factors. *Liver Transplantation*. 2010;16(8):943-9. doi:10.1002/lt.22091
6. Kim DG, Lee JY, Jung YB, Song SH, Lee JG, Han DH, et al. Clinical significance of lactate clearance for the development of early allograft dysfunction and short-term prognosis in deceased donor liver transplantation. *Clinical transplantation*. 2017;31(12):e13136. doi:10.1111/ctr.13136
7. Ikegami T, Imai D, Wang H, Yoshizumi T, Yamashita Y-i, Ninomiya M, et al. D-MELD as a predictor of early graft mortality in adult-to-adult living-donor liver transplantation. *Transplantation*. 2014;97(4):457-62. doi:10.1097/01.TP.0000435696.23525.d0
8. Chae MS, Koo JM, Park CS. Predictive role of intraoperative serum brain natriuretic peptide for early allograft dysfunction in living donor liver transplantation. *Annals of transplantation*. 2016;21:538-49. doi:10.12659/aot.899255
9. Cho H, Jung J-Y, Yoon H-K, Yang S-M, Lee H-J, Kim WH, et al. Serum neutrophil gelatinase-associated lipocalin and lactate level during surgery predict acute kidney injury and early allograft dysfunction after liver transplantation. *Scientific Reports*. 2023;13(1):8643. doi:10.1038/s41598-023-34372-9