

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2026.05.015
文章编号: 1005-8982 (2026) 05-0097-07

临床研究·论著

基于血栓弹力图和凝血功能指标构建输血原位肝移植患者临床转归的预测模型*

卜亮¹, 杨娟², 张琳³

(1. 西安大兴医院 输血科, 陕西 西安 710016; 2. 长安医院 输血科, 陕西 西安 710016;
3. 西安交通大学第一附属医院 检验科, 陕西 西安 710061)

摘要: **目的** 探讨血栓弹力图 (TEG) 和凝血功能指标对输血原位肝移植 (OLT) 患者临床转归 (以术后严重并发症为主要观察终点) 的影响。**方法** 回顾性分析2022年2月—2024年9月西安大兴医院和西安交通大学第一附属医院106例行OLT术患者的临床资料。依据9:1定量将患者随机分为训练集 (95例) 与验证集 (11例)。根据患者术后3个月内是否发生Clavien-Dindo分级≥3级的并发症, 将其分为严重并发症组与无严重并发症组。比较两组患者基础资料。采用多因素一般Logistic回归模型分析OLT术患者术后发生严重并发症的影响因素。基于影响因素构建OLT术患者术后发生严重并发症的列线图预测模型并加以验证。**结果** 训练集中, 95例行OLT术患者中, 发生严重并发症22例, 占23.2%。验证集中, 11例行OLT术患者中, 发生严重并发症2例, 占18.2%。训练集中严重并发症组和无严重并发症组性别构成、肝移植病因、终末期肝病模型评分、年龄、体质量指数、血小板计数、白细胞计数、活化部分凝血活酶时间、凝血酶时间、凝血因子反应时间、凝血综合指数及术中出血量比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。严重并发症组纤维原蛋白 (FIB)、最大幅度 (MA)、夹角均高于无严重并发症组 ($P<0.05$), 凝血酶原时间 (PT) 低于无严重并发症组 ($P<0.05$)。FIB高、MA高、夹角高和PT低均为OLT术患者术后发生严重并发症的影响因素 ($P<0.05$)。训练集模型预测OLT术患者术后发生严重并发症的最佳截断值为0.412, 此阈值下对应的敏感性为88.5% (95% CI: 0.781, 0.989), 特异性为85.0% (95% CI: 0.746, 0.954), 曲线下面积 (AUC) 为0.885 (95% CI: 0.811, 0.958)。验证集风险总分的最佳截断值为0.358, 此阈值下对应的敏感性为85.3% (95% CI: 0.768, 0.938), 特异性为86.7% (95% CI: 0.782, 0.952), AUC为0.879 (95% CI: 0.814, 0.944)。**结论** 基于TEG和凝血功能指标建立的列线图预测模型对OLT术患者术后发生严重并发症具有良好的预测效能。

关键词: 血栓弹力图; 凝血功能; 输血; 原位肝移植; 临床转归

中图分类号: R657.3

文献标识码: A

A predictive model for the clinical outcome of patients undergoing orthotopic liver transplantation with blood transfusion was constructed based on thromboelastography and coagulation function*

Bu Liang¹, Yang Juan², Zhang Lin³

(1. Department Blood Transfusion, Xi'an Daxing Hospital, Xi'an, Shaanxi 710016, China; 2. Chang'an Hospital Blood Transfusion Department, Xi'an, Shaanxi 710016, China; 3. Department of Laboratory Medicine, First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710061, China)

收稿日期: 2025-10-26

* 基金项目: 陕西省科技厅重点研发计划项目 (No: 2023-ZDLSF-33)

[通信作者] 杨娟, E-mail: 13201711986@163.com

Abstract: Objective To analyze the influencing factors of thromboelastography (TEG) and coagulation function on the clinical outcome of patients undergoing orthotopic liver transplantation (OLT) after blood transfusion, using postoperative major complications as the primary observational endpoint, and to construct a predictive model. **Methods** A retrospective method was adopted. A total of 106 patients who underwent OLT in Xi'an Daxing Hospital and the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University between February 2022 and September 2024 were selected. According to 9:1, they were quantitatively and randomly divided into the training set ($n = 95$) and the validation set ($n = 11$). Based on the occurrence of Clavien-Dindo grade ≥ 3 complications within 3 months after surgery, patients were categorized into a major complications group and a no major complications group. The basic data of the two groups were compared, the factors influencing the occurrence of major complications after OLT were analyzed, and a predictive model for major complications after OLT was constructed and verified. **Results** In the training set, among 95 patients who underwent OLT, 22 cases had major complications, accounting for 23.2%. In the validation set, among the 11 patients who underwent OLT, 2 cases had major complications, accounting for 18.2%. In the training set, there were no statistically significant differences ($P > 0.05$). the major complications group had higher levels of FIB, MA, and Angle, and a lower PT compared to the no major complications group ($P < 0.05$). Higher FIB, higher MA, higher Angle, and lower PT were all identified as influencing factors for the occurrence of major complications after OLT ($P < 0.05$). In the training set, the optimal cut-off value of the model for predicting major complications after OLT was 0.412, with a corresponding sensitivity of 88.5% (95% CI: 0.781, 0.989) and specificity of 85.0% (95% CI: 0.746, 0.954). The area under the curve (AUC) was 0.885 (95% CI: 0.811, 0.958). In the validation set, the optimal cut-off value for the risk score was 0.358, with a sensitivity of 85.3% (95% CI: 0.768, 0.938) and a specificity of 86.7% (95% CI: 0.782, 0.952). The AUC was 0.879 (95% CI: 0.814, 0.944). **Conclusion** TEG and coagulation function are associated with the occurrence of major complications after OLT. The establishment of a nomogram prediction model has a good predictive effect on the major complications after OLT.

Keywords: thromboelastography; coagulation function; blood transfusion; orthotopic liver transplantation; clinical outcome

原位肝移植术(orthotopic liver transplantation, OLT)作为治疗终末期肝脏疾病的关键手段,能显著改善患者生存状况和生活质量,已在全球范围内广泛开展^[1-2]。肝移植术后并发症和病死率问题依然是临床面临的重大挑战,特别是在输血管理方面,这些问题已经成为影响患者疾病转归的关键因素。因此,深入研究接受 OLT 术患者术后临床转归状况,构建有效的预后预测模型,对于优化 OLT 术后管理、降低并发症发生率具有重要的意义。血栓弹力图(Thromboelastography, TEG)作为一种先进的凝血功能监测技术,近年来在肝移植领域得到了广泛的关注和应用^[3]。TEG 通过模拟全血在体外凝固的过程,能够全面地反映凝血、纤溶、血小板功能等多个方面的信息,为临床决策提供更为准确、全面的凝血功能状态评估^[4]。凝血功能作为机体止血机制的重要组成部分,在 OLT 术后患者管理方面占有重要的地位^[5-6]。肝脏作为人体内最重要的凝血因子合成器官,其功能状态直接影响凝血系统的功能平衡。因此,准确评估患者凝血功能状态,调整治疗

方案,对于保障 OLT 术患者安全至关重要。本研究基于 TEG 和传统凝血功能指标构建 OLT 患者术后发生严重并发症的预测模型,并验证其预测效能,以期改善 OLT 术患者预后提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2022 年 2 月—2024 年 9 月西安大兴医院和西安交通大学第一附属医院 106 例行 OLT 术患者的临床资料。其中,男性 55 例,女性 51 例;年龄 39 ~ 66 岁,平均(52.5 ± 2.6)岁;基础肝病包括原发性肝癌 40 例、失代偿期乙型肝炎肝硬化 33 例、自身免疫性肝病 9 例、酒精性肝硬化 8 例、血吸虫肝硬化 4 例、多囊肝 4 例、急性或慢加急性肝衰竭 4 例、肝移植术后移植植物功能衰竭 2 例、先天性胆管扩张 2 例。患者均接受 OLT 术。依据 9:1 定量将患者随机分为训练集(95 例)与验证集(11 例)。本研究经医院医学伦理委员会审核批准(No: 2024097),患者及其家属均签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准:①接受 OLT 手术治疗;②TEG 及凝血功能指标检测数据等临床资料完整;③年龄 ≥ 18 岁。排除标准:①术前接受过抗凝或抗血小板治疗,且停药时间 < 7 d;②有血栓或上消化道出血病史;③合并精神性疾病或认知功能障碍,无法配合完成研究。

1.3 临床检测

所有检测基于患者术前常规诊疗过程中采集并留存的血液标本。麻醉诱导后、手术开始前采集所有患者外周血静脉血,以柠檬酸钠抗凝、混匀。使用日本希森美康公司生产的 CA1500 血凝仪检测凝血酶原时间(prothrombin time, PT)、活化部分凝血活酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)、凝血酶时间(thrombin time, TT)及纤维蛋白原(Fibrinogen, FIB)。使用深圳麦科田生物公司生产的 Haema T4TEG 测试仪行 TEG 检测,加入凝血触发剂 20 μL 至反应杯底,向 Kaolin 试剂容器中加入抗凝血 1 mL,混匀,取混合液 340 μL 加入反应杯,启动测试。①最大幅度(maximum extent, MA)反映血块最大尺寸,提示血小板聚集功能,正常参考范围 50 ~ 70 mm;②夹角反映血块形成速度,缺乏纤维蛋白原时夹角会减小;③凝血因子反应时间(reaction time, R)反映凝血开始到纤维蛋白开始形成的时间,正常参考值 4 ~ 8 min;④凝血综合指数(comprehensive coagulation index, CI)综合评估凝血状态,正常参考值-3 ~ +3。

1.4 并发症分级

按照 Clavien-Dindo 分级^[7],将 OLT 术后并发症分为 5 级。1 ~ 3 级并发症需手术或介入治疗,包括血管问题,如门静脉狭窄等、胆道问题,如胆漏等和其他,如胸腹水等;4 级并发症主要为器官衰竭,需特殊治疗;5 级并发症可能导致死亡。根据患者术后 3 个月内是否发生 Clavien-Dindo 分级 ≥ 3 级的并发症,将其分为严重并发症组和无严重并发症组。

1.5 统计学方法

数据分析采用 SPSS 26.0 统计软件。计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较用 t 检验;计数资料以构成比或率(%)表示,比较用 χ^2 检验;影响因素分析用多因素一般 Logistic 回归模型;绘制受试

者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线;建立 Nomogram 列线图模型,用 C-index 指数评估区分度,应用 Hosmer-Lemeshow 检验评估拟合度。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床转归

临床转归的主要观察终点设定为术后严重并发症。训练集 95 例行 OLT 术患者中,术后发生严重并发症 22 例(23.2%);验证集 11 例行 OLT 术患者中,术后发生严重并发症 2 例(18.2%)。

2.2 严重并发症组和无严重并发症组临床资料比较

训练集中严重并发症组和无严重并发症组性别构成、肝移植病因构成、终末期肝病模型(model for end-stage liver disease, MELD)评分、年龄、体质量指数(body mass index, BMI)、血小板计数(platelet count, PLT)、白细胞计数(white blood cell, WBC)、APTT、TT、R、CI 及术中出血量比较,经 t/χ^2 检验,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。训练集中严重并发症组和无严重并发症组 FIB、MA、夹角及 PT 比较,经 t 检验,差异均有统计学意义($P < 0.05$);严重并发症组 FIB、MA、夹角高于无严重并发症组,PT 低于无严重并发症组。见表 1。

2.3 影响 OLT 术患者术后发生严重并发症的多因素一般 Logistic 回归分析

以 OLT 术患者是否发生严重并发症(否=0,是=1)为因变量,FIB、PT、MA 和夹角(均为实测值)为自变量进行多因素一般 Logistic 回归分析。结果显示:FIB 高 [$\hat{O}R = 8.427$ (95% CI: 2.940, 24.159)]、MA 高 [$\hat{O}R = 15.263$ (95% CI: 4.737, 49.182)]、夹角高 [$\hat{O}R = 1.688$ (95% CI: 1.329, 2.144)] 及 PT 低 [$\hat{O}R = 0.652$ (95% CI: 0.223, 1.907)] 均为 OLT 患者术后发生严重并发症的危险因素($P < 0.05$)。见表 2。

2.4 列线图预测模型的建立、验证及预测效能评估

根据 TEG 和凝血功能等临床参数构建 OLT 患者术后 3 个月内发生严重并发症的列线图模型(见图 1)。经 Bootstrap 法内部验证,C-index 指数为 0.7,绘制 Calibration 曲线,校正曲线与理想曲线拟合较好($P = 0.271$)。见图 2。

表 1 严重并发症组与无严重并发症组临床资料比较

组别	n	男/女/例	MELD评分 ($\bar{x} \pm s$)	年龄/ (岁, $\bar{x} \pm s$)	BMI/ (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	PLT/ ($\times 10^9/L$, $\bar{x} \pm s$)	WBC/ ($\times 10^9/L$, $\bar{x} \pm s$)	APTT/ (s, $\bar{x} \pm s$)	TT/ (s, $\bar{x} \pm s$)
严重并发症组	22	15/7	17.3 ± 2.6	51.6 ± 2.6	23.6 ± 1.8	122.6 ± 14.6	11.0 ± 1.5	43.3 ± 6.0	18.5 ± 2.1
无严重并发症组	73	34/39	17.9 ± 2.6	52.8 ± 2.5	24.1 ± 1.9	124.5 ± 16.0	11.0 ± 1.5	41.0 ± 6.3	17.8 ± 1.9
χ^2/t 值		3.160	0.949	1.956	1.095	0.498	0.082	1.517	1.478
P值		0.075	0.345	0.054	0.276	0.620	0.935	0.133	0.143

组别	FIB/ (g/L, $\bar{x} \pm s$)	PT/ (s, $\bar{x} \pm s$)	MA/ (mm, $\bar{x} \pm s$)	R/ (min, $\bar{x} \pm s$)	CI ($\bar{x} \pm s$)	夹角/ [(°), $\bar{x} \pm s$]	术中出血量/ (mL, $\bar{x} \pm s$)
严重并发症组	2.4 ± 0.5	14.0 ± 1.5	63.5 ± 2.5	4.6 ± 0.6	1.1 ± 0.3	65.6 ± 2.5	1510.6 ± 42.7
无严重并发症组	1.9 ± 0.4	15.6 ± 1.5	60.7 ± 2.3	4.4 ± 0.5	1.0 ± 0.3	63.3 ± 2.1	1492.6 ± 39.0
χ^2/t 值	4.841	4.386	4.906	1.569	1.371	4.305	1.856
P值	0.000	0.000	0.000	0.120	0.174	0.000	0.067

分组	类型 例(%)									
	原发性 肝癌	肝炎后肝硬 化失代偿期	自身免疫性 肝病	酒精性 肝硬化	血吸虫 肝硬化	多囊肝	急性或慢加 急性肝衰竭	肝移植术后移 植物功能衰竭	先天性胆 管扩张	
严重并发症组	7(31.8)	5(22.7)	3(13.6)	2(9.1)	1(4.6)	1(4.6)	1(4.6)	1(4.6)	1(4.6)	
无严重并发症组	30(41.1)	26(35.6)	4(5.5)	5(6.9)	2(2.7)	2(2.7)	2(2.7)	1(1.4)	1(1.4)	
χ^2/t 值					4.752					
P值					0.447					

表 2 影响OLT术患者术后发生严重并发症的多因素一般Logistic回归分析参数

自变量	b	S _b	Wald χ^2 值	P值	OR值	95% CI	
						下限	上限
FIB	2.293	1.079	4.512	0.034	9.901	1.194	82.112
PT	-0.867	0.365	5.639	0.018	0.420	0.205	0.859
MA	0.730	0.223	10.662	0.001	2.074	1.339	3.214
夹角	0.613	0.226	7.335	0.007	1.846	1.185	2.876

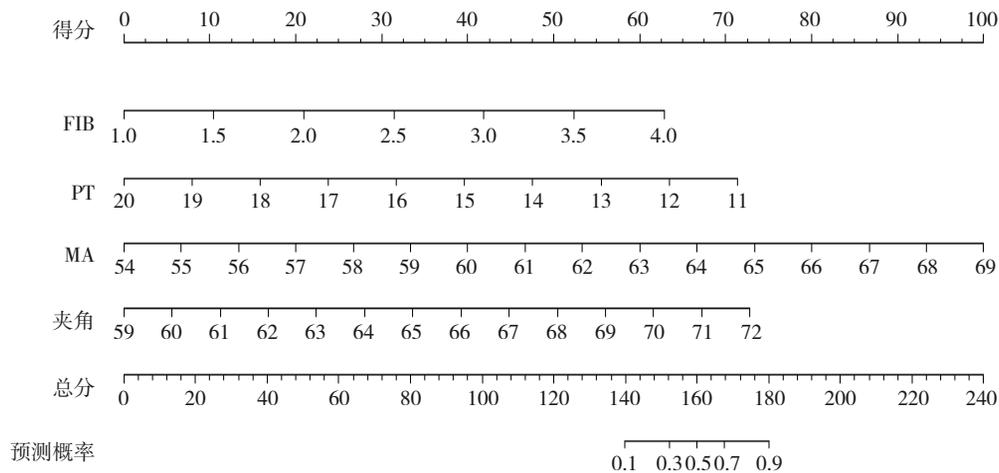


图 1 OLT 患者术后 3 个月内发生严重并发症的列线图预测模型

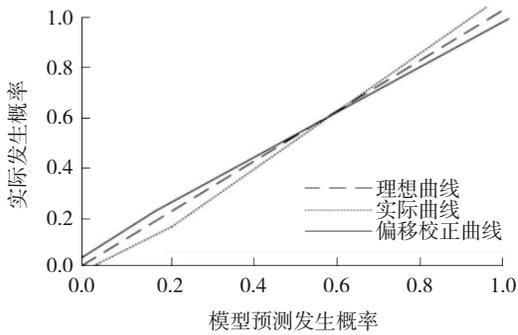


图2 列线图模型验证曲线

本研究通过列线图模型将FIB、MA、夹角及PT的贡献值整合为一个连续型的风险总分,该分值根据各指标实测值在列线图对应轴上的得分累加后映射至总风险轴计算得出,分值越高表明模型预测的术后严重并发症风险越大。以OLT术后发生严重并发症为因变量、风险总分为自变量做ROC曲线,训练集模型预测OLT术患者术后发生严重并发症的最佳截断值为0.412,此阈值下对应的敏感性为88.5% (95% CI: 0.781, 0.989)、特异性为85.0% (95% CI: 0.746, 0.954)。曲线下面积 (area under the curve, AUC) 为0.885 (95% CI: 0.811, 0.958)。见图3。

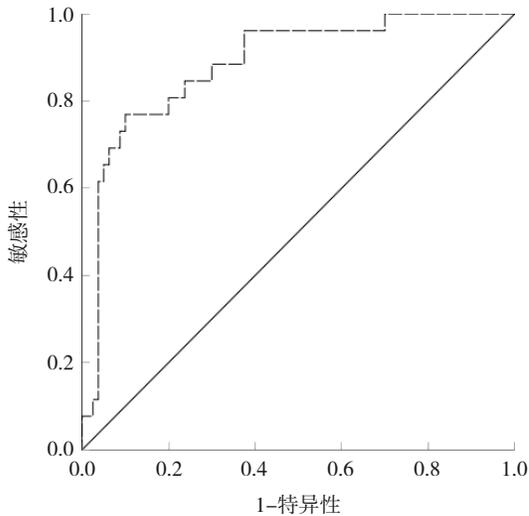


图3 训练集模型预测OLT术患者术后发生严重并发症的ROC曲线

验证集风险总分的最佳截断值为0.358,此阈值下对应的敏感性为85.3% (95% CI: 0.768, 0.938),特异性为86.7% (95% CI: 0.782, 0.952),AUC为0.879 (95% CI: 0.814, 0.944)。见图4。

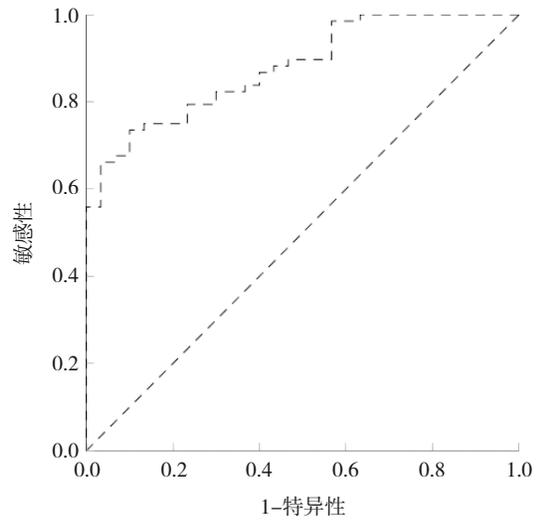


图4 验证集模型预测OLT术患者术后发生严重并发症的ROC曲线

3 讨论

OLT作为治疗终末期肝病(如肝硬化、急性肝衰竭、肝恶性肿瘤等)的手段之一,为众多患者带来生存希望^[8-9]。然而,肝脏作为凝血因子合成、代谢及清除的核心器官,其功能衰竭导致的凝血功能紊乱贯穿肝移植围手术期全程^[10-12]。在无肝期、新肝期等关键阶段,患者不仅面临因凝血因子合成减少、纤溶亢进引发的严重出血风险,还可能因血流动力学改变、血管内皮损伤而存在血栓形成隐患^[13-14]。本研究95例行OLT术患者中,术后发生严重并发症占比23.2%。因此,分析影响OLT术后发生严重并发症因素具有重要意义。

凝血功能指标能够反映血浆凝血因子的活性,但此类指标存在一定的局限性,如主要基于体外血浆分析,无法完全模拟体内的凝血环境,也难以全面评估血小板与凝血因子之间的相互作用、FIB的功能状态及纤溶活性的变化^[15-16]。TEG通过实时监测血液凝固过程中的黏弹性变化,能够全面展现凝血的各个方面,包括凝血因子的活性、血小板功能、FIB质量及纤溶活性^[17-19]。本研究经多因素一般Logistic回归分析,FIB、MA、夹角、PT均是OLT术患者术后发生严重并发症的影响因素。在OLT术患者中,FIB水平异常可能导致凝血功能障碍,进而影响术后恢复和临床转归;高FIB作为急性时相反应蛋白,在肝移植这类重大手术的应激和全身炎症反应状态下显著升高,可能更

主要地反映了严重的内皮损伤和促炎状态，其本身不仅是血栓形成的风险因素，更是术后全身性病理生理紊乱的一个关键标志^[20]。MA 反映血小板的聚集功能和凝血块的最大强度。高 MA 可能表示血小板过度激活，这直接增加了血栓形成的风险。在乙型肝炎肝硬化并发上消化道出血的患者中，高 MA 被证实是患者进展为弥散性血管内凝血的独立危险因素^[21]。该研究提示，高 MA 在病理状态下更倾向于与内皮损伤和炎症反应共同作用，驱动微血栓形成等严重并发症，而不仅仅是发挥止血功能。夹角反映凝血块形成速度，其增大提示凝血功能增强，快速的凝血块形成同样可能增加微血管乃至大血管血栓形成的风险，不利于移植物灌注和术后恢复。PT 缩短同样提示血液处于高凝状态。可见，TEG 和凝血功能在 OLT 术患者临床转归中扮演着至关重要的角色。本研究中提示高 FIB、高 MA、高夹角及低 PT 等高凝状态指标与术后严重并发症风险增加显著相关，这与肝移植围手术期传统上更为关注的“低凝-出血风险”模型存在差异^[22]。本研究将 Clavien-Dindo ≥ 3 级的并发症定义为严重并发症，其血管及胆道等组分（如门静脉或肝动脉血栓）的发生与系统性高凝状态直接相关，而后者主要源于肝移植手术创伤及缺血-再灌注损伤所诱发的全身炎症反应与内皮损伤^[23]。在此病理生理背景下，升高的 FIB 与增强的 MA 共同促进了血栓形成，进而加重组织损伤及多器官功能障碍风险。既往研究多聚焦于围手术期即刻的低凝阶段，而本研究以术后 3 个月内的严重并发症为终点，更全面地揭示了继发于炎症与内皮损伤的高凝相关不良事件^[24]。对于肝移植患者的凝血管理，有必要建立覆盖围手术期至术后早期的动态评估体系，在积极防范出血的同时，也应高度重视由炎症及内皮损伤所驱动的高凝状态及相关血栓风险。

列线图模型是一种基于多因素分析的预测工具，能够将多个变量整合在一起，为临床决策提供直观、量化的依据。本研究构建了 OLT 术患者术后发生严重并发症的列线图预测模型，后经 ROC 曲线分析证实，预测 OLT 术患者术后发生严重并发症敏感性为 88.5%、特异性为 85.0%，AUC 为 0.885。表明该列线图模型在预测 OLT 术患者术后

发生严重并发症具有良好的预测效能。

综上所述，基于 TEG 和凝血功能与 OLT 术患者术后发生严重并发症相关，本研究构建的列线图预测模型初步显示有较好的预测潜力，但需要更大样本的外部验证。本研究仍存在一定局限性：样本量有限，可能导致模型效能的评估不够稳定和可靠；作为一项回顾性研究，存在固有的选择偏倚和信息偏倚风险；此外，模型仅纳入凝血相关指标，未考虑患者全身状态（如合并症、免疫功能）、手术因素（如手术时间长、无肝期时间）等对临床转归的影响。因此，本研究结论尚需在更大规模、多中心的前瞻性队列中进行外部验证，并进一步整合多维临床指标，以优化模型并提高其在 OLT 患者术后管理中的指导价值。

参 考 文 献：

- [1] YOON Y I, LIM J H, LEE S G, et al. Role of extracorporeal membrane oxygenation as a salvage therapy for liver transplantation recipients in a high-volume transplant center[J]. *Liver Transpl*, 2023, 29(1): 67-79.
- [2] YANG L Q, ZHU L, QI B, et al. Dexmedetomidine use during orthotopic liver transplantation surgery on early allograft dysfunction: a randomized controlled trial[J]. *Int J Surg*, 2024, 110(9): 5518-5526.
- [3] 蒋波笛, 孟祥红, 李瑞平. 血栓弹力图及传统凝血试验对肝移植术中用血的影响[J]. *实用器官移植电子杂志*, 2023, 11(5): 441-446.
- [4] 汤发艳, 陈静, 王莉, 等. CT 联合血栓弹力图对深静脉血栓形成的评估价值[J]. *中国现代医学杂志*, 2025, 35(8): 67-72.
- [5] 叶丝陶, 黄晓铨, 陈世耀. 血浆纤维蛋白原水平预测乙型肝炎肝硬化患者内镜治疗后食管胃静脉曲张再出血风险效能分析[J]. *实用肝脏病杂志*, 2023, 26(3): 392-395.
- [6] VALENTI L, TRIPODI A, LA MURA V, et al. Clinical and genetic determinants of the fatty liver-coagulation balance interplay in individuals with metabolic dysfunction[J]. *JHEP Rep*, 2022, 4(12): 100598.
- [7] 张树庚, 张少博, 朱泽斌, 等. Clavien-Dindo 分级系统分析不同供肝类型肝移植患者术后早期并发症发生率比较研究[J]. *实用肝脏病杂志*, 2023, 26(5): 738-741.
- [8] GOWDA V K, SRINIVASAN V M, REDDY V S. Orthotopic liver transplantation (OLT) in arginase deficiency (AD)[J]. *Indian J Pediatr*, 2025, 92(6): 660-660.
- [9] CHENG L J, WANG X N. Advancements in the treatment of osteochondral lesions of the talus[J]. *J Orthop Surg Res*, 2024, 19(1): 827.
- [10] 杨宏富, 梁明, 李平娜, 等. 凝血指标对妊娠期急性脂肪肝患者的预后评价[J]. *中华危重病急救医学*, 2023, 35(6): 610-614.

- [11] ARCAS-BELLAS J J, SILJESTRÖM R, SÁNCHEZ C, et al. Use of transesophageal echocardiography during orthotopic liver transplantation: simplifying the procedure[J]. *Transplant Direct*, 2024, 10(2): e1564.
- [12] 段斌炜, 李娟, 张官铭, 等. 乙肝相关慢加急性肝衰竭患者肝移植术后影响生存的危险因素分析[J]. *国际外科学杂志*, 2022, 49(1): 40-46.
- [13] 张萌, 党至纯, 李婷, 等. 肝硬化合并与不合并原发性肝癌患者血小板数目及凝血功能差异比较研究[J]. *实用肝脏病杂志*, 2025, 28(4): 577-580.
- [14] ABENAVOLI L, AQUILA I, SACCO M A, et al. Liver damage and impaired coagulation in COVID-19 patients: a case series[J]. *Diseases*, 2023, 11(4): 141.
- [15] CHEN J J, XU G F, XIE Z P, et al. GPD2 inhibition impairs coagulation function via ROS/NF- κ B/P2Y12 pathway[J]. *Cell Mol Biol Lett*, 2025, 30(1): 84.
- [16] WANG S X, LV K B, ZHOU Y L, et al. A novel prognosis-prediction model based on coagulation indicators in secondary hemophagocytic lymphohistiocytosis[J]. *Ann Hematol*, 2023, 102(11): 3251-3259.
- [17] SCHOEPHOERSTER H, PAL A D. Thromboelastography (TEG) for the perianesthesia nurse[J]. *J Perianesth Nurs*, 2024, 39(2): 319-321.
- [18] ZHAO Z S, QI Y C, WU J W, et al. Thromboelastography (TEG) parameters as potential predictors of malignancy and tumor progression in colorectal cancer[J]. *World J Surg Oncol*, 2023, 21(1): 354.
- [19] Bassan T, Pastor J, Agulla B, et al. Reference range of kaolin-activated thromboelastography (TEG) values in healthy pet rabbits (*Oryctolagus cuniculus*)[J]. *Animals (Basel)*, 2023, 13(14): 2389.
- [20] 熊德琼, 彭德川, 谯从超. 血栓弹力图对乙型肝炎肝硬化患者脾切除术后门静脉血栓形成的预测意义[J]. *肝脏*, 2025, 30(4): 519-524.
- [21] 乔瓌, 朱长太, 苏斌, 等. 血栓弹力图参数联合血清白细胞表面分化抗原40配体、6-酮前列腺素F1 α 对乙型病毒性肝炎肝硬化上消化道出血伴发弥散性血管内凝血的早期诊断价值[J]. *临床内科杂志*, 2025, 42(10): 819-823.
- [22] 朱海洋, 贺理, 王勇军. 改进后大量输血策略在原位肝移植手术中的应用研究[J]. *临床输血与检验*, 2023, 25(6): 733-738.
- [23] GITTO S, FIORILLO C, ARGENTO F R, et al. Oxidative stress-induced fibrinogen modifications in liver transplant recipients: unraveling a novel potential mechanism for cardiovascular risk[J]. *Res Pract Thromb Haemost*, 2024, 8(6): 102555.
- [24] GAO Y, DONG B T, WANG Y, et al. Development of a predictive nomogram for post-liver transplantation complications using clinical parameters and liver stiffness measured by sound touch elastography[J]. *Ann Med*, 2025, 57(1): 2564928.

(张西倩 编辑)

本文引用格式: 卜亮, 杨娟, 张琳. 基于血栓弹力图和凝血功能指标构建输血原位肝移植患者临床转归的预测模型[J]. *中国现代医学杂志*, 2026, 36(5): 97-103.

Cite this article as: BU L, YANG J, ZHANG L. A predictive model for the clinical outcome of patients undergoing orthotopic liver transplantation with blood transfusion was constructed based on thromboelastography and coagulation function[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2026, 36(5): 97-103.