

# 基于ICG-R15、ALBI、AFP及HBV-DNA的肝切除术肝衰竭预测模型：一项多中心回顾性研究

葛金龙, 沈正超, 侯 辉\*

安徽医科大学第二附属医院普外科, 安徽 合肥

收稿日期: 2026年4月13日; 录用日期: 2026年5月7日; 发布日期: 2026年5月15日

## 摘要

目的: 建立并验证基于吲哚菁绿15分钟滞留率(ICG-R15)、ALBI评分、甲胎蛋白(AFP)及HBV-DNA载量的肝切除术后肝功能衰竭(posthepatectomy liver failure, PHLF)发生风险预测模型。方法: 回顾性纳入2017年2月至2024年12月安徽医科大学第二附属医院及皖南医科大学第一附属医院接受择期肝切除术的578例患者。以国际肝脏外科研究组(ISGLS)标准定义PHLF, 并将B/C级事件作为结局。采用多因素Logistic回归筛选独立预测因子并构建列线图, 通过受试者工作特征曲线下面积(AUC)、校准曲线和决策曲线分析(DCA)评价模型性能, 并采用1000次Bootstrap重抽样和5折交叉验证进行内部验证。结果: 共纳入578例患者, 其中72例发生B/C级PHLF (12.5%)。最终纳入ICG-R15、ALBI评分、 $\log_{10}(\text{AFP} + 1)$ 及HBV-DNA  $\geq 1000$  IU/mL 4个独立预测因子。模型开发集AUC为0.844 (95% CI 0.798~0.890), Bootstrap校正后AUC为0.839, Hosmer-Lemeshow检验 $P = 0.554$ , DCA显示在5%~35%阈值范围内具有较好净获益。结论: 基于ICG-R15、ALBI评分、AFP及HBV-DNA构建的列线图模型具有良好的区分度、校准度与临床应用价值, 可用于肝切除术前的个体化PHLF风险评估。

## 关键词

肝切除术, 术后肝功能衰竭, 吲哚菁绿滞留率, ALBI评分, 甲胎蛋白, HBV-DNA, 预测模型

## Prediction Model of Posthepatectomy Liver Failure Based on ICG-R15, ALBI, AFP and HBV-DNA: A Multicenter Retrospective Study

\*通讯作者。

文章引用: 葛金龙, 沈正超, 侯辉. 基于 ICG-R15、ALBI、AFP 及 HBV-DNA 的肝切除术后肝衰竭预测模型: 一项多中心回顾性研究[J]. 临床医学进展, 2026, 16(5): 1203-1212. DOI: 10.12677/acm.2026.1651920

**Jinlong Ge, Zhengchao Shen, Hui Hou\***

Department of General Surgery, The Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

Received: April 13, 2026; accepted: May 7, 2026; published: May 15, 2026

**Abstract**

**Objective:** This paper aims to develop and validate a predictive model for posthepatectomy liver failure (PHLF) based on the indocyanine green retention rate at 15 minutes (ICG-R15), ALBI score, alpha-fetoprotein (AFP), and HBV-DNA level. **Methods:** This retrospective study included 578 patients who underwent elective hepatectomy between February 2017 and December 2024 at the Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University and the First Affiliated Hospital of Wannan Medical University. PHLF was defined according to the International Study Group of Liver Surgery (ISGLS), and grade B/C events were used as the endpoint. Multivariable logistic regression was used to identify independent predictors and construct a nomogram. Model performance was evaluated using the area under the receiver operating characteristic curve (AUC), calibration plots, and decision curve analysis (DCA), with internal validation by 1000-bootstrap resampling and 5-fold cross-validation. **Results:** Among the 578 enrolled patients, 72 developed grade B/C PHLF (12.5%). Four independent predictors were retained in the final model: ICG-R15, ALBI score,  $\log_{10}(\text{AFP} + 1)$ , and  $\text{HBV-DNA} \geq 1000 \text{ IU/mL}$ . The model yielded an AUC of 0.844 (95% CI 0.798~0.890) in the overall cohort and a bootstrap-corrected AUC of 0.839; the Hosmer-Lemeshow test was non-significant ( $P = 0.554$ ). DCA demonstrated favorable net benefit across threshold probabilities of 5% to 35%. **Conclusions:** The nomogram based on ICG-R15, ALBI score, AFP, and HBV-DNA demonstrates good discrimination, calibration, and clinical utility, and may serve as a practical tool for individualized pre-operative PHLF risk assessment.

**Keywords****Hepatectomy, Posthepatectomy Liver Failure, Indocyanine Green Retention Rate, ALBI Score, Alpha-Fetoprotein, HBV-DNA, Prediction Model**

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Open Access

**1. 引言**

肝切除术是肝细胞癌(HCC)等肝脏肿瘤的主要根治手段之一,但术后肝衰竭(posthepatectomy liver failure, PHLF)仍是限制肝切除范围与影响预后的关键并发症。既往研究报道 PHLF 的发生率存在较大差异(约 0.7%~35%),在大范围肝切除后约 8%,而重度 PHLF 的死亡率可显著升高,部分报道可达 50%左右[1][2]。本研究采用国际肝脏外科研究组(International Study Group of Liver Surgery, ISGLS)提出的 PHLF 定义与分级标准[3]。

当前临床上常用的 Child-Pugh 分级和终末期肝病模型(MELD)主要用于评估基础肝功能,但在预测肝切除术后结局方面仍有不足[4]。相比之下,吲哚菁绿 15 分钟滞留率(ICG-R15)能较好地反映肝脏的血流灌注以及肝细胞的摄取与排泄功能,因此在亚洲地区成为肝切除术前评估的重要指标[5]-[7]。近年来,白蛋白-胆红素(ALBI)评分作为一种客观、连续的肝能量化方法,已被证实适用于肝功能储备分层,并

在预测包括 PHLF 在内的肝切除术后结局中显示出优势[8]-[10]。此外, AFP 作为肝细胞癌常用的血清标志物, 与肿瘤负荷及预后相关[11][12], 而 HBV-DNA 载量可作为病毒复制活性的指标, 其高水平通常与肝脏炎症及术后肝功能异常有关[13]。

基于上述情况, 本研究旨在整合 ICG-R15、ALBI 评分、AFP 和 HBV-DNA 载量, 构建并验证一个可视化列线图预测模型, 以实现肝切除术前对 ISGLS B/C 级 PHLF 风险的个体化评估, 同时采用 AUC、校准曲线、决策曲线及交叉验证等方法, 对该模型的区分度、校准性及实际应用价值进行全面评价。

## 2. 资料与方法

### 2.1. 研究对象

本研究为多中心回顾性队列研究。连续纳入 2017 年 2 月至 2024 年 12 月在安徽医科大学第二附属医院及皖南医科大学第一附属医院肝胆外科接受择期肝切除术的成年患者, 共 578 例。

纳入与排除标准:

研究纳入标准: 1) 术前 1 周内完成 ICG-R15 检测, 2) 临床 - 病理及围手术期资料完整(关键变量缺失率 < 15%), 3) 术后住院时间  $\geq 5$  天或有完整随访记录。

研究排除标准: 1) 急诊/外伤性肝破裂手术, 2) 合并严重心、肺、肾功能不全(如 NYHA III~IV 级或 eGFR < 30 mL/min/1.73 m<sup>2</sup>), 3) 术前行其他脏器切除或联合手术。

### 2.2. 结局与变量定义

本研究中, 术后肝衰竭(posthepatectomy liver failure, PHLF)依据国际肝脏外科研究组(International Study Group of Liver Surgery, ISGLS)制定的标准进行界定[3]。按照该标准, PHLF 指的是患者在手术后第 5 天及其以后, 出现血清胆红素(TBIL)和国际标准化比值(INR)同时升高且大于正常值的现象。预测因子包括: ICG-R15 (术前 7 天内检测), ALBI 评分( $ALBI = 0.66 \times \log_{10}[\text{总胆红素}(\mu\text{mol/L})] - 0.085 \times \text{白蛋白}(\text{g/L})$ )[9], AFP 呈右偏分布, 故采用  $\log_{10}(\text{AFP} + 1)$  转换以减小偏态与极端值影响, 提高模型拟合稳定性, HBV-DNA 按 1000 IU/mL 分组(<1000 与  $\geq 1000$  IU/mL)。其余变量包括人口学特征、肝功能/凝血/炎症指标及肝硬化相关信息等。

### 2.3. 统计学方法

所有统计学分析均在 R4.3.1 中完成。建模前进行数据预处理, 包括异常值检查、变量类型与单位统一及必要的变量变换(如对 AFP 取对数处理), 主分析中, 对缺失值采用分类变量众数填充、连续变量中位数填充, 并进一步通过多重插补进行敏感性分析, 连续变量共线性采用方差膨胀因子(VIF)评估, 并据此对候选变量进行共线性筛查。连续变量根据分布以均数  $\pm$  标准差或中位数(四分位距)表示, 分类变量以例数(百分比)表示, 组间比较分别采用 t 检验或 Mann-Whitney U 检验, 以及  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验。模型预测性能以受试者工作特征曲线下面积(AUC)评价区分度, 结合校准曲线评估校准度, 同时采用决策曲线分析(DCA)评估临床净获益[14], 所有检验均为双侧检验, 以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 3. 结果

### 3.1. 基线特征与单因素分析

#### 3.1.1. 患者基线特征

本研究共收集 578 例接受肝切除术的成年患者, 该队列的中位年龄为 59 岁(四分位数范围: 52~68

岁), 其中男性占比为 71.6% (414/578)。所有患者均接受了吲哚菁绿 15 分钟滞留率(ICG-R15)的检测, 其检测结果的中位值为 4.7% (四分位数范围: 2.7%~7.7%)。根据国际肝脏外科研究组(ISGLS)的标准, 共有 72 例患者术后出现肝衰竭(PHLF), 发生率为 12.5% (72/578)。

与未发生 PHLF 组相比, PHLF 组在 ICG-R15、ALBI 评分、AFP 对数转换值、HBV-DNA 分组, 以及部分凝血功能与肝功能相关指标上存在差异(均  $P < 0.05$ ), 其余基线特征比较见表 1。

### 3.1.2. 单因素分析结果

对候选预测变量进行单因素 Logistic 回归分析(表 1)。其中, ICG-R15 (吲哚菁绿 15 分钟滞留率)、ALBI 评分(白蛋白 - 胆红素评分)、 $\log_{10}(\text{AFP} + 1)$ 、PT(凝血酶原时间)及肝硬化状态与 PHLF 发生风险显著相关(均  $P < 0.001$ ), HBV-DNA 定量分组、乙肝感染状态、MELD 评分(终末期肝病模型评分)及 Child-Pugh 分级亦与 PHLF 发生相关( $P < 0.001$ ), 此外, 性别、HB (血红蛋白)、WBC (白细胞)与 TBIL (总胆红素)与 PHLF 发生呈统计学相关( $P < 0.05$ )。为识别 PHLF 的独立危险因素, 按单因素分析  $P < 0.10$  纳入候选, 并结合临床相关性将 AST ( $P = 0.088$ )一并纳入, 随后对候选变量进行共线性筛查并剔除与主要变量高度共线的衍生指标(如 INR、ALB、TBIL), 最终形成 13 个候选变量进入多因素分析。

**Table 1.** Baseline characteristics and results of univariate analysis

**表 1.** 基线特征及单因素分析结果

变量	整体 (n = 578)	未发生 PHLF (n = 506)	发生 PHLF (n = 72)	组间 P 值	单因素 OR 值 (95% CI)	单因素 分析 P 值
吲哚菁绿 15 分钟滞留率(R15)	4.7 (2.7, 7.7)	4.3 (2.5, 6.8)	10.2 (6.0, 15.7)	<0.001	1.112 (1.08~1.149)	<0.0001
血红蛋白(HB)	131 (119, 143)	131 (120, 143)	128 (113, 136)	0.012	0.983 (0.97~0.995)	0.0069
白细胞(WBC)	5.30 (4.29, 6.67)	5.40 (4.40, 6.70)	4.59 (3.32, 6.30)	0.003	0.854 (0.746~0.964)	0.0159
血小板(PLT)	160 (115, 212)	165 (119, 216)	123 (78, 167)	<0.001	0.99 (0.986~0.994)	<0.0001
凝血酶原时间(PT)	11.80 (11.20, 12.70)	11.70 (11.10, 12.60)	12.60 (12.05, 14.30)	<0.001	1.576 (1.335~1.87)	<0.0001
国际标准化比值(INR)	0.99 (0.93, 1.07)	0.98 (0.93, 1.06)	1.08 (0.97, 1.20)	<0.001	198.671 (28.518~1498.536)	<0.0001
总胆红素(TBIL)	14 (11, 20)	13 (10, 19)	19 (14, 25)	<0.001	1.01 (1.001~1.021)	0.0384
天门冬氨酸氨基转氨酶(AST)	29 (22, 44)	28 (22, 40)	43 (29, 67)	<0.001	1.002 (0.999~1.004)	0.0879
白蛋白(ALB)	39.6 (36.2, 42.1)	39.8 (36.6, 42.5)	36.3 (33.8, 39.3)	<0.001	0.871 (0.825~0.918)	<0.0001
肝硬化状态				<0.001	0.245 (0.139~0.417)	<0.0001
发生肝硬化	249 (43%)	197 (39%)	52 (72%)			
未发生肝硬化	329 (57%)	309 (61%)	20 (28%)			

续表

是否感染乙肝				<0.001	0.335 (0.184~0.58)	0.0002
乙肝感染	318 (55%)	263 (52%)	55 (76%)			
乙肝未感染	260 (45%)	243 (48%)	17 (24%)			
HBV-DNA 定量分组				<0.001	2.754 (1.641~4.589)	0.0001
HBV-DNA < 1000	438 (76%)	397 (78%)	41 (57%)			
HBV-DNA ≥ 1000	140 (24%)	109 (22%)	31 (43%)			
Child-Pugh 分级				<0.001	3.248 (1.607~6.285)	0.0006
Child-Pugh A	529 (92%)	471 (93%)	58 (81%)			
Child-Pugh B	49 (8.5%)	35 (6.9%)	14 (19%)			
终末期肝病模型评分(MELD)	7 (6, 9)	7 (6, 8)	9 (7, 11)	<0.001	1.107 (1.046~1.171)	0.0004
白蛋白 - 胆红素评分(ALBI)	-2.60 (-2.84, -2.29)	-2.62 (-2.88, -2.35)	-2.20 (-2.52, -1.92)	<0.001	4.323 (2.628~7.255)	<0.0001
AFP 对数转换值 (log <sub>10</sub> (AFP + 1))	0.74 (0.53, 1.92)	0.69 (0.49~1.21)	1.94 (0.88~2.51)	<0.001	1.65 (1.383~1.97)	<0.0001

### 3.2. 多因素 Logistic 回归分析

将单因素分析中具有统计学意义或临床相关性的 13 个候选变量纳入多因素 Logistic 回归模型, 并结合 AIC 准则进行逐步筛选。最终保留 ICG-R15 (OR = 1.100, 95% CI 1.062~1.145, P < 0.001)、ALBI 评分 (OR = 2.529, 95% CI 1.069~5.816, P = 0.032)、log<sub>10</sub>(AFP + 1) (OR = 1.556, 95% CI 1.247~1.946, P < 0.001)及 HBV-DNA ≥ 1000 IU/mL (OR = 2.067, 95% CI 1.025~4.247, P = 0.044)4 个独立预测因子(见表 2)。

**Table 2.** Results of multivariate Logistic regression analysis

**表 2.** 多因素 Logistic 回归分析结果

变量	OR	95% CI	P	显著性
吡啶菁绿 15 分钟滞留率(R15)	1.1	(1.062~1.145)	<0.001	***
血小板(PLT)	0.996	(0.99~1.001)	0.124	
凝血酶原时间(PT)	1.146	(0.919~1.423)	0.2202	
肝硬化状态(未发生 vs 发生)	0.767	(0.344~1.659)	0.507	
白蛋白 - 胆红素评分(ALBI)	2.529	(1.069~5.816)	0.0315	*
AFP 对数转换值(log <sub>10</sub> (AFP + 1))	1.556	(1.247~1.946)	<0.001	***
HBV-DNA 定量分组(≥1000 IU/mL)	2.067	(1.025~4.247)	0.0443	*

续表

乙肝感染状态(阴性)	0.936	(0.365~2.359)	0.8888
Child-Pugh 分级(A 级)	0.456	(0.146~1.35)	0.1647
性别(女)	0.608	(0.239~1.408)	0.2663
血红蛋白(HB)	0.993	(0.977~1.01)	0.427
白细胞(WBC)	0.988	(0.839~1.136)	0.872
天门冬氨酸氨基转氨酶(AST)	0.998	(0.994~1.001)	0.1881

注: 显著性标记: \*\*\*P &lt; 0.001, \*\*P &lt; 0.01, \*P &lt; 0.05。

### 3.3. 模型性能评价

#### 3.3.1. 预测模型总体性能

基于上述 4 个独立预测因子构建的 Logistic 回归模型具有较好的区分度、校准度及内部稳健性(见表 3、图 1)。

#### 3.3.2. 模型区分能力

该模型在开发集上展现出良好的区分度, 其受试者工作特征曲线下面积(AUC)为 0.844 (95% CI 0.798~0.890)。当以 10.3% (即 0.103)作为最佳截断概率时, 模型的敏感度和特异度分别为 80.6%和 74.7%。经 1000 次 Bootstrap 重抽样内部验证后, 校正后的 AUC 为 0.839, 进一步的 5 折交叉验证结果显示, 模型的平均 AUC 为 0.839, 标准差为 0.021, 提示模型具有较好的区分能力和稳定性(见图 1(a)、表 3)。

#### 3.3.3. 模型校准度与拟合优度

模型预测概率与实际发生率总体一致(见图 1(b))。校准曲线显示平均绝对误差为 0.014, 校准截距为 -0.032, 校准斜率为 0.978, Hosmer-Lemeshow 检验 P = 0.554, 提示模型校准度良好(见表 3)。

#### 3.3.4. 内部验证与稳健性

1000 次 Bootstrap 重抽样及 5 折交叉验证结果均提示该模型具有较好的内部稳健性(见表 3)。

**Table 3.** Model performance and internal validation results

**表 3.** 模型性能与内部验证结果

类别	指标	数值
区分度	开发集 AUC (95% CI)	0.844 (0.798~0.890)
	最佳截断概率	0.103
	敏感度	80.6%
	特异度	74.7%
校准度	校准斜率(Calibration slope)	0.978
	校准截距(Calibration intercept)	-0.032
	Hosmer-Lemeshow 检验 P 值	0.554
	平均绝对误差(Mean absolute error)	0.014
	Nagelkerke R <sup>2</sup>	0.193 (19.3%)
	AIC	265.4
内部验证	Bootstrap 校正后 AUC	0.839
	5 折 CV 平均 AUC ± SD	0.839 ± 0.021

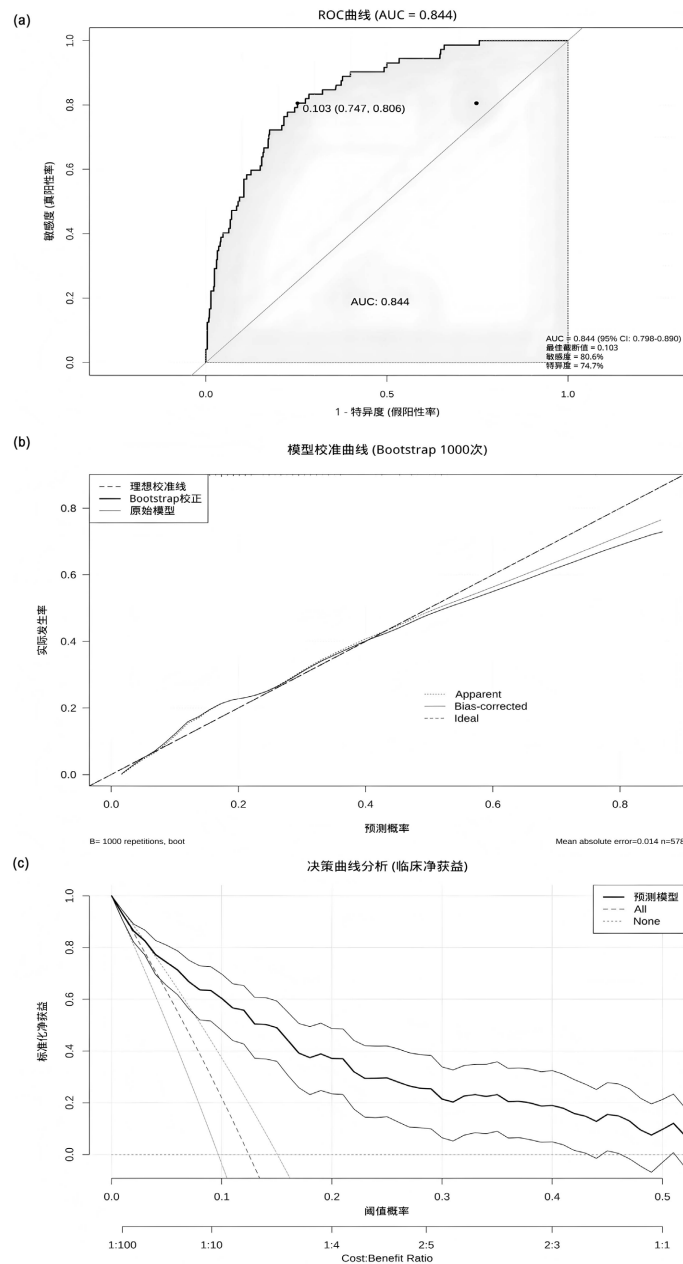
注: AUC 为受试者工作特征曲线下面积, CI 为置信区间, SD 为标准差, HL 为 Hosmer-Lemeshow, AIC 为赤池信息准则, R<sup>2</sup> 为 Nagelkerke 决定系数。

### 3.3.5. 模型决策曲线分析

决策曲线分析结果(见图 1(c))表明, 在 5%~35%的阈值概率范围内, 本模型较“全体干预”或“完全不干预”策略具有更高净获益, 提示其具有一定的临床应用价值。

### 3.3.6. 敏感性分析结果

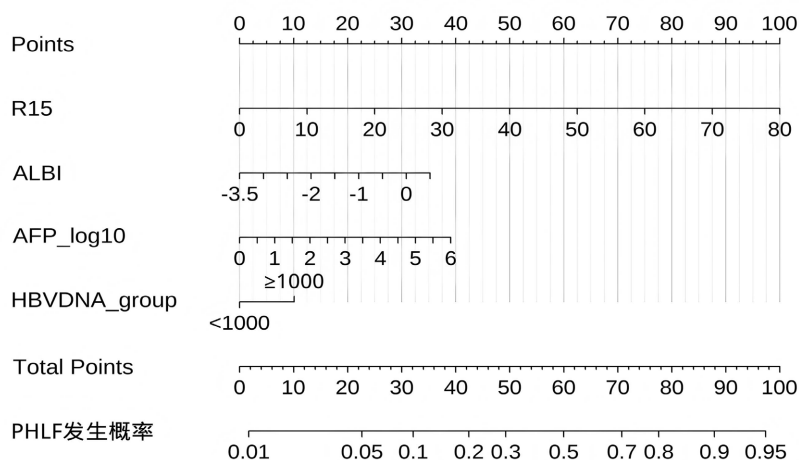
采用多重插补法处理缺失数据后, 主要预测因子的效应方向与主分析一致, 提示模型结果具有较好的稳健性。



**Figure 1.** (a) Receiver operating characteristic curve (ROC curve); (b) Calibration curve; (c) Decision curve analysis (DCA)

**图 1.** (a) 受试者工作特征曲线(ROC 曲线); (b) 校准曲线; (c) 决策曲线分析(DCA)

### 3.4. 列线图构建与风险评估



注: r15: 吲哚菁绿 15 分钟滞留率; ALBI: 白蛋白 - 胆红素评分; AFP- $\log_{10}$ : AFP 对数转换值; HBV-DNA: 定量分组。

**Figure 2.** Nomogram for predicting PHLF risk: integrating four independent factors, ICG-R15, ALBI score,  $\log_{10}(\text{AFP} + 1)$  and HBV-DNA value group, the individual PHLF risk was intuitively and quickly assessed by summing each score

**图 2.** 预测 PHLF 风险的列线图: 整合 ICG-R15、ALBI 评分、 $\log_{10}(\text{AFP} + 1)$  及 HBV-DNA 值分组四个独立因子, 通过累加各项得分直观快速评估个体化 PHLF 风险

基于最终构建的多因素 Logistic 回归模型, 本研究绘制了用于预测个体 PHLF 风险的列线图 (Nomogram) (见图 2)。该模型综合纳入 ICG-R15、ALBI 评分、 $\log_{10}(\text{AFP} + 1)$  及 HBV-DNA 分组 4 个变量。临床应用中, 可根据患者各变量对应分值累加获得总分, 并进一步换算为个体发生 PHLF 的预测概率。ROC 曲线分析显示, Youden 指数最大点对应的最佳统计学截断值为 10.3%。鉴于模型输出为连续预测概率, 其更适用于术前个体化风险评估。

## 4. 讨论

PHLF 依然是肝切除术后最为严重的并发症之一。为更好地评估 PHLF, 本研究依据国际肝脏外科研究组(International Study Group of Liver Surgery, ISGLS)制定的标准对其进行了定义和分级[3], 并在多中心队列中建立了一个包含 ICG-R15、ALBI 评分、 $\log_{10}(\text{AFP} + 1)$  及 HBV-DNA 载量四项指标的列线图预测模型。模型在开发集中表现出良好的区分度、校准度及临床净获益, 1000 次 Bootstrap 与五折交叉验证结果亦提示其具有较好的内部稳健性。

从变量构成的角度来看, ICG-R15 以连续形式纳入模型中, 有效避免了因采用固定阈值(如 10%)进行二分类可能导致的信息损失[5]-[7]。而 ALBI 评分则利用白蛋白和胆红素这两项客观指标来衡量肝功能储备, 并能够进一步区分 Child-Pugh 评分中 A 级人群的肝功能差异[9]。既往研究亦显示, ALBI 评分与肝切除术后的不良结局存在一定相关性[8] [10]。另外,  $\log_{10}(\text{AFP} + 1)$  作为一种广泛应用的肿瘤标志物, 能够在一定程度上反映肿瘤负荷及预后差异[11] [12], 并可能通过提示肿瘤生物学行为和肝炎活动影响术后肝功能恢复, 而 HBV-DNA 水平高则表明病毒复制活跃, 研究表明其与术后快速肝功能衰退(PHLF)风险增加有关[13]。

本研究构建的模型在临床应用上具有一定实用性。与依赖 CT/MRI 三维重建及未来残肝体积(FLR)测

量的方法相比,本模型所需的 ICG-R15、ALBI 评分、AFP 及 HBV-DNA 均为术前常规可获得指标,获取便捷且成本较低,更适合作为肝切除术前的初步风险筛查工具。对于模型提示风险较高的患者,仍应进一步接受三维重建及 FLR/sFLR 测算,并结合拟行切除范围等因素进行综合评估。由于本模型未纳入 FLR/sFLR 等关键影像学参数,因此不能独立用于指导 PVE 等特定干预措施。

本研究为多中心回顾性研究,虽进行了 Bootstrap 和交叉验证,但仍缺乏外部验证。部分重要围手术期因素,如肝切除范围、术中失血/输血及围手术期抗病毒治疗方案等,未纳入分析。尤其未纳入影像学测量的未来残肝体积及标准化未来残肝体积(FLR/sFLR)等影像学参数,可能影响模型在复杂手术情境中的适用性。因此,本模型更适用于术前风险识别与进一步检查分流,而不宜被解释为针对切除范围选择或 PVE 实施与否的独立决策模型。最后,本研究未采用预测模型偏倚风险与适用性评估工具(PROBAST) [15]对模型进行系统评估,后续外部验证研究可纳入该流程,以进一步提升研究的透明度和可重复性。

## 5. 结论

本研究所构建的模型为临床提供了一种基于常规指标的 PHLF 术前风险评估工具,具有较好的区分度、校准度和一定的临床应用价值,适用于个体化风险筛查与初步评估。

## 声明

本研究经安徽医科大学第二附属医院伦理委员会批准(批件号: YX2024-189),研究遵循《赫尔辛基宣言》。

## 参考文献

- [1] Kauffmann, R. and Fong, Y. (2014) Post-Hepatectomy Liver Failure. *Hepatobiliary Surgery and Nutrition*, **3**, 238.
- [2] Ray, S., Mehta, N.N., Golhar, A. and Nundy, S. (2018) Post Hepatectomy Liver Failure—A Comprehensive Review of Current Concepts and Controversies. *Annals of Medicine and Surgery*, **34**, 4-10. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2018.08.012>
- [3] Rahbari, N.N., Garden, O.J., Padbury, R., Brooke-Smith, M., Crawford, M., Adam, R., *et al.* (2011) Posthepatectomy Liver Failure: A Definition and Grading by the International Study Group of Liver Surgery (ISGLS). *Surgery*, **149**, 713-724. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2010.10.001>
- [4] Cucchetti, A., Ercolani, G., Vivarelli, M., Cescon, M., Ravaioli, M., La Barba, G., *et al.* (2006) Impact of Model for End-Stage Liver Disease (MELD) Score on Prognosis after Hepatectomy for Hepatocellular Carcinoma on Cirrhosis. *Liver Transplantation*, **12**, 966-971. <https://doi.org/10.1002/lt.20761>
- [5] Imamura, H., Sano, K., Sugawara, Y., Kokudo, N. and Makuuchi, M. (2005) Assessment of Hepatic Reserve for Indication of Hepatic Resection: Decision Tree Incorporating Indocyanine Green Test. *Journal of Hepato-Biliary-Pancreatic Surgery*, **12**, 16-22. <https://doi.org/10.1007/s00534-004-0965-9>
- [6] Hemming, A.W., Scudamore, C.H., Shackleton, C.R., Pudek, M. and Erb, S.R. (1992) Indocyanine Green Clearance as a Predictor of Successful Hepatic Resection in Cirrhotic Patients. *The American Journal of Surgery*, **163**, 515-518. [https://doi.org/10.1016/0002-9610\(92\)90400-1](https://doi.org/10.1016/0002-9610(92)90400-1)
- [7] Lau, H., Man, K., Fan, S., Yu, W., Lo, C. and Wong, J. (1997) Evaluation of Preoperative Hepatic Function in Patients with Hepatocellular Carcinoma Undergoing Hepatectomy. *British Journal of Surgery*, **84**, 1255-1259. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2168.1997.02770.x>
- [8] Marasco, G., Alemanni, L.V., Colecchia, A., Festi, D., Bazzoli, F., Mazzella, G., *et al.* (2021) Prognostic Value of the Albumin-Bilirubin Grade for the Prediction of Post-Hepatectomy Liver Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, **10**, Article 2011. <https://doi.org/10.3390/jcm10092011>
- [9] Johnson, P.J., Berhane, S., Kagebayashi, C., Satomura, S., Teng, M., Reeves, H.L., *et al.* (2015) Assessment of Liver Function in Patients with Hepatocellular Carcinoma: A New Evidence-Based Approach—The ALBI Grade. *Journal of Clinical Oncology*, **33**, 550-558. <https://doi.org/10.1200/jco.2014.57.9151>
- [10] Wang, Y., Zhong, J., Su, Z., Huang, J., Lu, S., Xiang, B., *et al.* (2016) Albumin-Bilirubin versus Child-Pugh Score as a Predictor of Outcome after Liver Resection for Hepatocellular Carcinoma. *British Journal of Surgery*, **103**, 725-734. <https://doi.org/10.1002/bjs.10095>

- 
- [11] Tangkijvanich, P., Anukulakarnkusol, N., Suwangool, P., Lertmaharit, S., Hanvivatvong, O., Kullavanijaya, P., *et al.* (2000) Clinical Characteristics and Prognosis of Hepatocellular Carcinoma: Analysis Based on Serum Alpha-Fetoprotein Levels. *Journal of Clinical Gastroenterology*, **31**, 302-308. <https://doi.org/10.1097/00004836-200012000-00007>
- [12] Tateishi, R., Yoshida, H., Shiina, S., Imamura, H., Hasegawa, K., Teratani, T., *et al.* (2005) Proposal of a New Prognostic Model for Hepatocellular Carcinoma: An Analysis of 403 Patients. *Gut*, **54**, 419-425. <https://doi.org/10.1136/gut.2003.035055>
- [13] Huang, G., Lau, W.Y., Shen, F., Pan, Z., Fu, S., Yang, Y., *et al.* (2014) Preoperative Hepatitis B Virus DNA Level Is a Risk Factor for Postoperative Liver Failure in Patients Who Underwent Partial Hepatectomy for Hepatitis B-Related Hepatocellular Carcinoma. *World Journal of Surgery*, **38**, 2370-2376. <https://doi.org/10.1007/s00268-014-2546-7>
- [14] Vickers, A.J. and Elkin, E.B. (2006) Decision Curve Analysis: A Novel Method for Evaluating Prediction Models. *Medical Decision Making*, **26**, 565-574. <https://doi.org/10.1177/0272989x06295361>
- [15] Moons, K.G.M., Wolff, R.F., Riley, R.D., Whiting, P.F., Westwood, M., Collins, G.S., *et al.* (2019) PROBAST: A Tool to Assess Risk of Bias and Applicability of Prediction Model Studies: Explanation and Elaboration. *Annals of Internal Medicine*, **170**, W1-W33. <https://doi.org/10.7326/m18-1377>