

基于白蛋白-胆红素评分的肝胆管结石病肝切除围手术期严重并发症的列线图临床预测模型

曹明,孙浩然,金章留,张彬,汪雷

(安徽医科大学第二附属医院普外科,合肥 230601)

摘要 **目的** 构建基于白蛋白-胆红素(ALBI)评分的列线图(Nomogram)模型预测肝胆管结石病肝切除围手术期严重并发症风险。**方法** 回顾性分析163例行肝切除术的肝胆管结石病患者的临床资料,通过单因素及多因素Logistic回归筛选肝切除围手术期严重并发症的独立危险因素,建立Nomogram模型并验证其预测效能。**结果** 163例患者中低分级ALBI组患者66例,高分级ALBI组患者97例。两组患者的性别、总胆红素、白蛋白、严重并发症比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。163例患者围手术期发生严重并发症40例。年龄 >60 岁($OR=5.49, P<0.001$)、高分级ALBI组($OR=8.30, P<0.001$)、胆道手术史($OR=2.60, P=0.035$)、肝切除范围 ≥ 3 个肝段($OR=2.75, P=0.028$)、开放手术($OR=4.00, P=0.009$)是发生严重并发症的独立危险因素。成功构建了预测肝胆管结石病肝切除围手术期严重并发症的Nomogram预测模型。内部验证显示,该模型的受试者工作特征曲线下面积(AUC)为0.865,优于各传统单一预测因子。模型校准曲线贴近理想曲线,平均绝对误差(MAE)=0.027。决策曲线分析(DCA)表明,在阈值概率 $>10\%$ 时,该模型具有临床净获益,且优于传统预测因子。**结论** 成功建立并验证了一个基于ALBI评分的Nomogram模型,可用于预测肝胆管结石病肝切除围手术期严重并发症。该模型展现出良好的预测效能与较高的临床实用价值,可作为术前风险评估与术后风险分层的有效工具。

关键词 ALBI评分;肝胆管结石病;肝切除术;围手术期管理;并发症;列线图

中图分类号 R 575.62

文献标志码 A **文章编号** 1000-1492(2026)03-0569-07

doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2026.03.025

肝胆管结石病是一种以肝内胆管结石形成为主要特征的慢性胆道疾病,在东亚地区高发^[1]。对于局限于肝段或肝叶的复杂性肝胆管结石,肝切除术已成为目前公认的根本性治疗手段,其通过彻底清除病灶、引流梗阻胆管,显著降低结石复发率并改善患者长期预后^[2]。随着腔镜等技术的发展,肝胆管结石病肝切除术的安全性显著提高。但是,肝胆管结石病往往病程迁延,易导致反复胆管炎,甚至肝实质纤维化、肝叶萎缩,故该类患者行肝叶切除术围手术期并发症率仍高达20%~40%^[3]。这些并发症不仅延长患者住院时间、增加医疗费用,还可能影响手术的远期效果,甚至导致患者死亡。白蛋白-胆红素(albumin-bilirubin, ALBI)评分是近年来被提出用于评估肝功能的良好模型,弥补了传统Child-Pugh分级的主观缺陷和单一检测指标的片面^[4]。目前ALBI评分用于评估肝胆管结石病肝切

除围手术期严重并发症的研究较少。该研究首次整合ALBI评分与围手术期变量,构建可视化预测工具,旨在探讨协助临床医师选择合适的治疗与手术方式,减少手术并发症,改善预后。

1 材料与方法

1.1 病例资料 采用回顾性队列研究方法。收集2014年2月—2024年2月在安徽医科大学第二附属医院肝胆外科行肝切除术的163例肝胆管结石病患者的临床资料。该研究设计符合《赫尔辛基宣言》,通过安徽医科大学第二附属医院伦理委员会的批准(编号:SL-YX2024-233)。患者或其家属均签署知情同意书。

1.2 纳入标准与排除标准 纳入标准:①术后病理学诊断为肝胆管结石病;②符合手术指征且无手术禁忌证。排除标准:①合并恶性肿瘤如胆管癌等;②术后随访资料不全;③临床病理资料缺失。

1.3 ALBI评分的计算 术前ALBI评分以 $(0.66 \times \text{Log}_{10} \text{总胆红素}) - (0.085 \times \text{白蛋白})$ 计算,总胆红素(total bilirubin, TBil)以 $\mu\text{mol/L}$ 表示,白蛋白(albumin, ALB)以g/L表示。ALBI分为3级,评分 ≤ -2.60

2025-11-07 接收

基金项目:国家自然科学基金项目(编号:82400738);安徽省卫生健康科研项目(编号:AHWJ2022b028)

作者简介:曹明,男,主治医师,硕士;

汪雷,男,副主任医师,博士,硕士生导师,通信作者, E-mail: w19252@126.com

为1级; $-2.60 < \text{评分} \leq -1.39$ 为2级; 评分 > -1.39 为3级^[5]。根据该评分分级标准,本研究将ALBI评分2级和3级患者定义为高分级ALBI组,将ALBI评分1级患者定义为低分级ALBI组。

1.4 观察指标、评价标准与截断值 观察指标:①术前不同分级ALBI组患者的临床资料比较;②术前不同分级ALBI组患者的围手术期严重并发症比较;③影响患者肝切除术后严重并发症发生的因素分析。评价标准:严重并发症为Clavein-Dindo(CD)分级III~IV级的并发症。截断值:依据既往报道^[6]的各指标常用截断值:年龄为60岁,美国麻醉医师协会体格状况分级(ASA)为II级,术中出血量为400 mL,手术时长为6 h,体质量指数(body mass index, BMI)为24.5 kg/m²,ALB为35 g/L,TBil为34.2 μmol/L,肝切除范围为3个肝段,将连续变量转化为分类变量。

1.5 Nomogram 模型构建与验证的方法 根据多因素 Logistic 分析的结果建立 Nomogram 模型。每个预测变量刻度线对应分数刻度线上的得分(Points),所有变量分数相加即为该患者总得分,总得分刻度线对应风险预测值(严重并发症发生概率)。对 Nomogram 模型进行 1 000 次等大小且有放回的自助抽样以验证其预测能力,进行预测性能验证,绘制校准图,并基于得分绘制受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC)。分析 ROC 曲线下面积(area under curve, AUC),并进行决策曲线分析(decision curve analysis, DCA),以量化不同阈值概率下的净效益,评估 Nomogram 模型的临床价值,并与单一的ALBI分级、ALB、TBil进行比较。

1.6 统计学处理 采用 R 4.5.0 软件对数据进行分析, *F* 检验方差齐性 Shapiro-Wilktest 检验正态分布,组间比较采用 *t* 检验(符合正态分布且方差齐)或 Mann-Whitney *U* 检验(非正态分布或方差不齐)。分类变量采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验(当理论频数过小时)进行比较。将单因素 Logistic 回归分析中差异有统计学意义($P < 0.05$)的变量,进一步纳入多因素 Logistic 回归分析,以筛选肝胆管结石病肝切除围手术期严重并发症发生的独立危险因素。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同术前 ALBI 评分患者的临床资料比较 163 例肝胆管结石病患者中,低分级ALBI组患者66例,高分级ALBI组患者97例。两组性别、TBil、ALB、严重并发症比较,差异有统计学意义($P <$

0.05)。两者年龄、BMI、高血压、糖尿病、胆道手术史、ASA、肝切除术、手术方式、胆肠吻合术、手术时长、术中输血、术中出血量比较,差异均无统计学意义。见表1。

表1 低分级ALBI组和高分级ALBI组肝胆管结石病患者的临床资料比较[n(%)]

Tab. 1 Clinical characteristics of hepatolithiasis patients: low versus high ALBI grade groups [n(%)]

Variables	Low ALBI (n=66)	High ALBI (n=97)	P value
Sex			0.009
Female	50 (75.8)	54 (55.7)	
Male	16 (24.2)	43 (44.3)	
Age (years)			0.665
≤60	39 (59.1)	54 (55.7)	
>60	27 (40.9)	43 (44.3)	
BMI (kg/m ²)			0.324
≤24.5	48 (72.7)	77 (79.4)	
>24.5	18 (27.3)	20 (20.6)	
Hypertension			0.994
No	51 (77.3)	75 (77.3)	
Yes	15 (22.7)	22 (22.7)	
Diabetes			1.000
No	63 (95.5)	92 (94.8)	
Yes	3 (4.5)	5 (5.2)	
Biliary surgery			0.758
No	37 (56.1)	52 (53.6)	
Yes	29 (43.9)	45 (46.4)	
ASA			0.653
≤2	66 (100.0)	95 (97.9)	
>2	0 (0)	2 (2.1)	
TBil (μmol/L)			0.005
≤34.2	65 (98.5)	83 (85.6)	
>34.2	1 (1.5)	14 (14.4)	
ALB (g/L)			< 0.001
>35	65 (98.5)	66 (68.0)	
≤35	1 (1.5)	31 (32.0)	
Surgical approach			0.928
Open	39 (59.1)	58 (59.8)	
Laparoscopic	27 (40.9)	39 (40.2)	
Hepatectomy (segmentectomy)			0.668
<3	43 (65.2)	60 (61.9)	
≥3	23 (34.8)	37 (38.1)	
Choledochojunostomy			0.715
No	63 (95.5)	90 (92.8)	
Yes	3 (4.5)	7 (7.2)	
Operation time (h)			0.824
≤6	48 (72.7)	69 (71.1)	
>6	18 (27.3)	28 (28.9)	
Blood transfusion			0.248
No	66 (100.0)	93 (95.9)	
Yes	0 (0)	4 (4.1)	
Blood loss (mL)			0.818
≤400	56 (84.8)	81 (83.5)	
>400	10 (15.2)	16 (16.5)	
Severe complications			<0.001
No	61 (92.4)	62 (63.9)	
Yes	5 (7.6)	35 (36.1)	

2.2 影响患者肝切除术后严重并发症发生的危险因素分析 163例患者中40例患者围手术期发生严重并发症。单因素 Logistic 分析结果显示,年龄、BMI、胆道手术史、ALBI 分级、手术方式、肝切除范围是影响肝胆管结石病患者肝切除术后严重并发症发生的相关因素 ($P < 0.05$);性别、高血压、糖尿病、ASA 评分、TBil、ALB、行胆肠吻合术、术中输血、术中出血量不是影响肝胆管结石病患者肝切除术后严重并发症发生的相关因素 ($P > 0.05$)。多因素 Logistic 分析结果显示,年龄、ALBI 分级、胆道手术史、手术方式、肝切除范围是影响肝胆管结石病肝切除术后严重并发症发生的独立危险因素 ($P < 0.05$)。见表 2。

2.3 Nomogram 模型验证的结果 基于多因素 Logistic 回归分析筛选出的独立危险因素,构建了一个用于个体化预测肝胆管结石病肝切除围手术期严重并发症发生风险的列线图模型(图 1)。该列线图整合了 5 个独立预测因子:年龄($OR: 5.49, 95\%CI: 2.12 \sim 14.23, P < 0.001$)、胆道手术史($OR: 2.60, 95\%CI: 1.07 \sim 6.30, P = 0.035$)、ALBI 分级($OR: 8.30, 95\%CI: 2.74 \sim 25.08, P < 0.001$)、手术方式($OR: 0.25, 95\%CI: 0.09 \sim 0.70, P = 0.009$)以及肝切除范围($OR: 2.75, 95\%CI: 1.11 \sim 6.81, P = 0.028$)。图中各变量的得分长度直观反映了其对总风险的贡献度。高分级 ALBI 组的评分跨度最大,贡献分值最高,表明它是预测术后严重并发症最强的风险因素。其次为年龄 > 60 岁和肝切除范围 ≥ 3 个肝段。有胆道手术史也贡献了显著的风险分值。

而腹腔镜手术方式则对应负向评分,表明其为保护性因素,能降低总分从而降低预测风险。Nomogram 模型($AUC = 0.865$)高于 ALBI 分级($AUC = 0.685$)、ALB ($AUC = 0.569$)、TBil ($AUC = 0.522$),表明 Nomogram 模型较传统单一预测指标对术后严重并发症的预测更加可靠,见图 2。校准图曲线所示, Nomogram 模型校准曲线贴近理想曲线,平均绝对误差(mean absolute error, MAE) = 0.027,表明模型与实际观测结果吻合良好(图 3A)。DCA 显示阈值概率 $> 10\%$ 时模型具有净获益,相比 ALBI 分级、ALB、TBil 的净收益更高(图 3B)。表明 Nomogram 模型较传统单一预测指标有更大的临床价值。

3 讨论

肝胆管结石病是中国常见而难治的胆道疾病,以长江流域等地区为代表的部分区域高发^[7]。其病情复杂、并发症多、复发率高、并有恶变的可能,其治疗问题仍然是当前胆道外科面临的难题。目前对肝胆管结石的治疗,肝部分切除术是当前公认为治疗肝胆管结石最有效的方法^[8]。然而,由于肝胆管结石病本身的特点,如长期的肝胆管结石病常伴随的肝脏萎缩-增生综合征和肝门区解剖结构转位,显著增加了肝切除术的不确定性。同时,长期的慢性胆管炎可导致胆汁性肝硬化及门静脉高压,这不仅显著增加了术中出血风险,也降低了患者的手术耐受性,从而导致手术风险增高,术后并发症发生率上升。

肝切除术后围手术期严重并发症严重影响肝

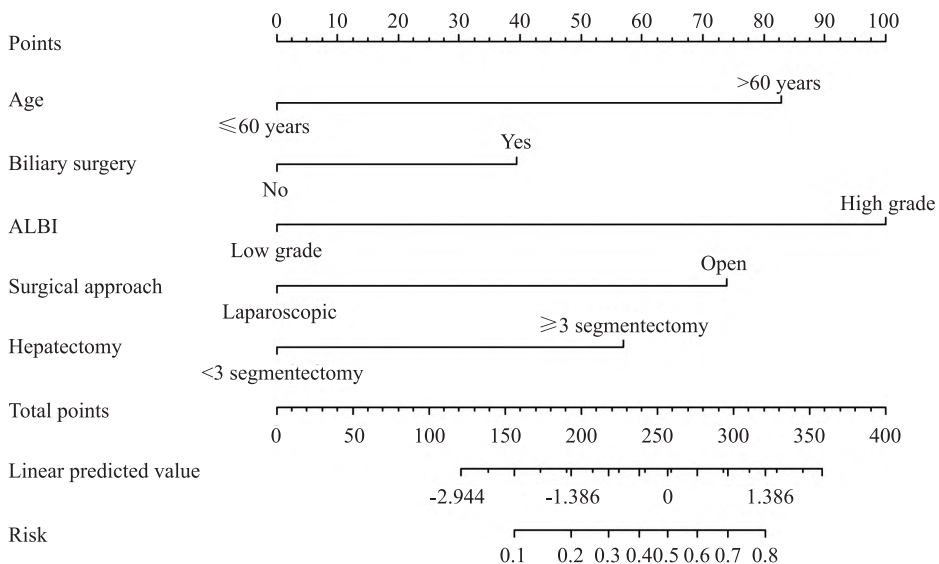


图 1 肝胆管结石病肝切除围手术期严重并发症的 Nomogram 预测模型

Fig. 1 Nomogram for prediction of severe perioperative complications after hepatectomy for hepatolithiasis

表2 163例肝胆管结石患者肝切除围手术期严重并发症的单因素和多因素分析[n(%)]

Tab. 2 Univariate and multivariate analyses of severe perioperative complications after hepatectomy in 163 patients with hepatolithiasis [n(%)]

Variables	Severe complications		Univariable		Multivariable	
	No (n=123)	Yes (n=40)	OR (95% CI)	P value	OR (95% CI)	P value
Sex			1.43 (0.69-2.96)	0.341		
Female	81 (65.9)	23 (57.5)				
Male	42 (34.1)	17 (42.5)				
Age (years)			3.86 (1.81-8.25)	<0.001	5.49 (2.12-14.23)	<0.001
≤60	80 (65.0)	13 (32.5)				
>60	43 (35.0)	27 (67.5)				
BMI (kg/m ²)			0.29 (0.10-0.88)	0.029	0.77 (0.21-2.84)	0.695
≤24.5	89 (72.4)	36 (90.0)				
>24.5	34 (27.6)	4 (10.0)				
Hypertension			1.99 (0.89-4.41)	0.092		
No	99 (80.5)	27 (67.5)				
Yes	24 (19.5)	13 (32.5)				
Diabetes			1.03 (0.20-5.30)	0.975		
No	117 (95.1)	38 (95.0)				
Yes	6 (4.9)	2 (5.0)				
Biliary surgery			2.52 (1.21-5.25)	0.014	2.60 (1.07-6.30)	0.035
No	74 (60.2)	15 (37.5)				
Yes	49 (39.8)	25 (62.5)				
ASA			3.13 (0.19-51.19)	0.424		
≤2	122 (99.2)	39 (97.5)				
>2	1 (0.8)	1 (2.5)				
ALBI (grade)			6.89 (2.53-18.75)	<0.001	8.30 (2.74-25.08)	<0.001
Low	61 (49.6)	5 (12.5)				
High	62 (50.4)	35 (87.5)				
TBil (μmol/L)			1.61 (0.52-5.04)	0.410		
≤34.2	113 (91.9)	35 (87.5)				
>34.2	10 (8.1)	5 (12.5)				
ALB (g/L)			2.21 (0.96-5.05)	0.061		
>35	103 (83.7)	28 (70.0)				
≤35	20 (16.3)	12 (30.0)				
Surgical approach			0.28 (0.12-0.66)	0.003	0.25 (0.09-0.70)	0.009
Open	65 (52.8)	32 (80.0)				
Laparoscopic	58 (47.2)	8 (20.0)				
Hepatectomy (segmentectomy)			2.38 (1.15-4.93)	0.019	2.75 (1.11-6.81)	0.028
<3	84 (68.3)	19 (47.5)				
≥3	39 (31.7)	21 (52.5)				
Choledochojejunostomy			3.37 (0.92-12.32)	0.066		
No	118 (95.9)	35 (87.5)				
Yes	5 (4.1)	5 (12.5)				
Operation time (h)			1.31 (0.61-2.84)	0.489		
≤6	90 (73.2)	27 (67.5)				
>6	33 (26.8)	13 (32.5)				
Blood transfusion			9.89 (1.00-97.96)	0.050		
No	122 (99.2)	37 (92.5)				
Yes	1 (0.8)	3 (7.5)				
Blood loss (mL)			1.16 (0.45-3.01)	0.758		
≤400	104 (84.6)	33 (82.5)				
>400	19 (15.4)	7 (17.5)				

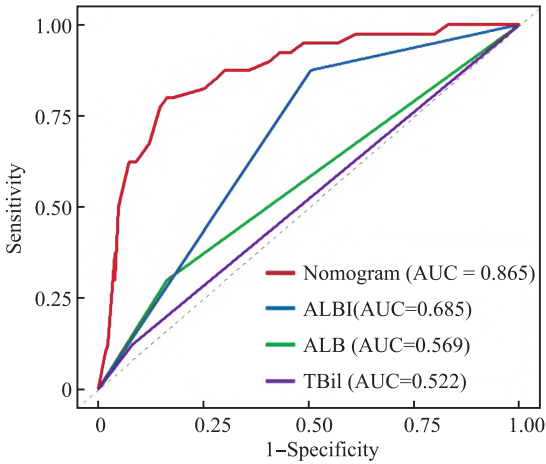


图2 Nomogram模型与ALBI分级、ALB、TBil的ROC曲线比较
Fig. 2 ROC curves of the Nomogram model versus ALBI grade, albumin, and total bilirubin

症反应。其综合评估特性尤其契合肝胆管结石病常伴有的胆汁性肝硬化及复杂病理生理背景,然而该领域尚缺乏相关研究。本研究首次在肝胆管结石病中证实,高分级ALBI是肝切除围手术期严重并发症的独立危险因素。在此基础上,构建了Nomogram预测模型,以提升预测精度,为临床个体化风险评估提供实用工具。

本研究结果与既往研究^[10]相符,进一步通过Nomogram整合多指标进行风险预测,也与同类研究^[11]结论一致。高分级ALBI组患者肝胆管结石病肝切除术围手术期风险显著增加,其病理生理机制可能涉及多个方面:①肝脏储备功能严重受损:ALBI评分整合了ALB(反映合成功能)与TBil(反映排泄功能)两项核心指标。高分值提示肝实质广泛损伤及代谢解毒能力下降^[12],直接导致术中生理代偿能力不足及术后肝功能衰竭风险升高。②凝血-抗凝系统失衡:肝脏合成功能障碍显著降低凝血因子(尤其是维生素K依赖性因子)及抗凝蛋白产量^[13]。同时,胆汁淤积引发的维生素K吸收障碍进一步加剧凝血异常,致使术中出血风险及术后血栓/出血性并发症发生率同步上升。③全身性炎症反应失控:ALBI评分与全身炎症状态密切相关。高分值患者常伴随胆汁淤积性肝损伤及肠道菌群移位,触发炎症递质(如TNF- α , IL-6)大量释放^[14]。研究^[15]表明,ALBI 2-3级患者术前中性粒细胞/淋巴细胞比值(NLR)显著高于1级患者,表明其存在更剧烈的炎症反应,这不仅加重器官损伤,更易诱发脓毒症及多器官功能障碍。

本组资料中患者围手术期发生严重并发症概率为24.5%。本研究结果显示,年龄>60岁、胆道手术史、开放手术、肝切除范围 ≥ 3 个肝段是术后严重并发症发生的独立危险因素。既往研究^[16]表明:高龄患者(>60岁)因器官功能储备下降和并发症增多,对手术耐受性显著降低。因此,高龄被认为是增加术后并发症风险的重要因素。高龄患者常常肝胆管结石病史更为长久,并且可能已经经历了数次胆道手术。既往胆道手术史可能导致腹腔内粘连、解剖结构改变、炎症和纤维化等,使得手术区域的分离和重要结构的识别变得更加困难和危险,提升了手术的复杂度,增加了组织损伤风险,导致术后恢复时间延长,并发症风险增加^[8]。本研究中腹腔镜手术患者的严重并发症发生率低于开放手术,而两组术前ALBI分级差异无统计学意义。这

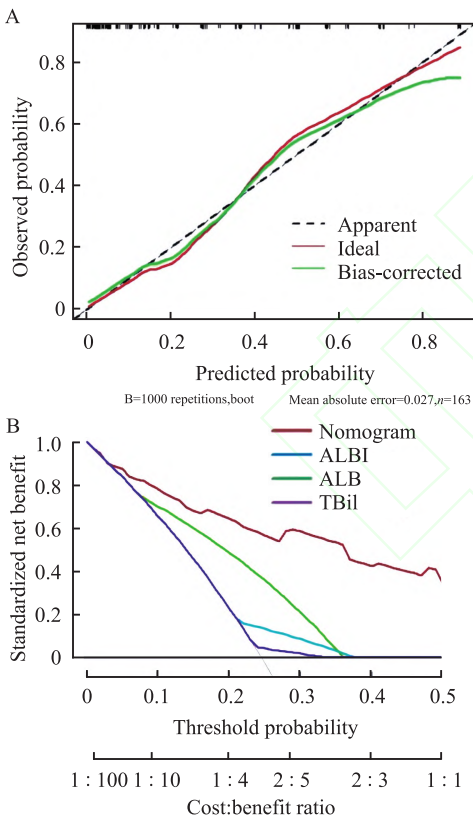


图3 Nomogram预测模型的校准曲线与DCA曲线

Fig. 3 Calibration and DCA of the Nomogram prediction model

A: Calibration curve of the Nomogram model; Apparent: The uncalibrated prediction curve; Bias-corrected: The bias-corrected prediction curve; Ideal: The ideal reference line; B: DCA comparing the Nomogram model with the ALBI grade, albumin, and total bilirubin.

胆管结石病患者的预后,因此,其预防至关重要。虽然研究^[9]表明血清TBil或低ALB血症等单项指标与术后严重并发症相关,但ALBI评分能更全面、可靠地评估患者的肝脏储备功能、凝血状态及全身炎

表明 ALBI 评分升高的患者对腹腔镜手术的耐受性优于开放手术。其潜在机制可能与腹腔镜手术的微创优势相关:术中出血更少、腹壁损伤更小(减少侧支静脉及淋巴回流中断),且二氧化碳气腹可减轻局部免疫反应和手术应激^[17]。此外,相关研究^[18-19]指出,腹腔镜手术的肝脏操作更少、术中液体需求更低,可能进一步减轻肝脏损伤。这些因素共同作用,降低了腹腔镜手术的严重并发症风险。扩大肝切除范围(如半肝或以上)则直接削弱残余肝功能储备,升高术后肝衰竭,术后感染和其他并发症发生的风险。本研究结果与上述研究结果一致。

本研究的局限性:回顾性设计固有的选择偏倚难以完全避免,尽管通过多因素分析校正已知混杂因素,仍可能存在未测量的混杂变量影响结论可靠性;数据来源局限于单中心,其病例构成与诊疗流程的差异性可能限制研究结果的普适性。未来需通过多中心、大样本的前瞻性队列研究对上述结论进行外部验证。

综上所述,高分级 ALBI、年龄 > 60 岁、既往胆道手术史、开放手术方式及肝切除范围 ≥ 3 个肝段是肝胆管结石病肝切除术后围手术期严重并发症的独立危险因素。基于此构建的 Nomogram 预测模型在本研究队列中展现出良好的预测效能,其预测精度显著优于传统单一指标。将有助于有效控制术后并发症风险,从而保障患者的围手术期安全,具有重要的临床意义。对于高分级 ALBI 组的患者,腹腔镜手术更有优势,提示在严格筛选病例前提下微创手术更具安全性优势。

参考文献

- [1] Lu W, Li Z Y, Yang Z M, et al. Hepatolithiasis pathogenesis update[J]. *Hepatol Res*, 2025, 55(2): 168-80. doi:10.1111/hepr.14153.
- [2] Wang W, Yang C, Wang J, et al. Hepatolithiasis classification based on anatomical hepatectomy[J]. *J Gastrointest Surg*, 2023, 27(5): 914-25. doi:10.1007/s11605-022-05572-x.
- [3] 滕金豪,陈伟棠,潘孟,等.胆石症的形成机制及外科治疗现状[J]. *安徽医科大学学报*, 2024, 59(8): 1489-94. doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2024.08.030.
- [4] Johnson P J, Berhane S, Kagebayashi C, et al. Assessment of liver function in patients with hepatocellular carcinoma: a new evidence-based approach-the ALBI grade [J]. *J Clin Oncol*, 2015, 33(6): 550-8. doi:10.1200/JCO.2014.57.9151.
- [5] Deng M, Ng S W Y, Cheung S T, et al. Clinical application of Albumin-Bilirubin (ALBI) score: the current status [J]. *Surgeon*, 2020, 18(3): 178-86. doi:10.1016/j.surge.2019.09.002.
- [6] García D, Marino C, Ferreira Coelho F, et al. Liver resection for hepatolithiasis: a multicenter experience in Latin America [J]. *Surgery*, 2023, 173(2): 299-304. doi:10.1016/j.surg.2022.10.024.
- [7] Zheng L, Ye Z Y, Ma J J. Effect of cholesterol metabolism on hepatolithiasis [J]. *World J Gastroenterol*, 2025, 31(1): 99960. doi:10.3748/wjg.v31.i1.99960.
- [8] 尹新民,蔡成之,朱斯维.肝胆管结石多次胆道术后再手术对策[J]. *中国实用外科杂志*, 2024, 44(3): 273-7. doi:10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2024.03.08.
- [9] Yin X M, Cai C Z, Zhu S W. Hepatobiliary stones are countermeasures for multiple biliary tract surgery after surgery [J]. *Chin J Pract Surg*, 2024, 44(3): 273-7. doi:10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2024.03.08.
- [9] Peng Y, Wei Q, He Y, et al. ALBI versus child-pugh in predicting outcome of patients with HCC: a systematic review[J]. *Expert Rev Gastroenterol Hepatol*, 2020, 14(5): 383-400. doi:10.1080/17474124.2020.1748010.
- [10] Taylor G A, Fagenson A M, Kuo L E, et al. Predicting operative outcomes in patients with liver disease: albumin-bilirubin score vs model for end-stage liver disease-sodium score [J]. *J Am Coll Surg*, 2021, 232(4): 470-80. e2. doi:10.1016/j.jamcollsurg.2020.11.020.
- [11] Zeng J, Chen G, Zeng J, et al. Development of nomograms to predict outcomes for large hepatocellular carcinoma after liver resection [J]. *Hepatol Int*, 2025, 19(2): 428-40. doi:10.1007/s12072-024-10754-7.
- [12] Jindal A, Sarin S K. Epidemiology of liver failure in Asia-Pacific region [J]. *Liver Int*, 2022, 42(9): 2093-109. doi:10.1111/liv.15328.
- [13] Lim H I, Cuker A. Thrombocytopenia and liver disease: pathophysiology and periprocedural management [J]. *Hematology Am Soc Hematol Educ Program*, 2022, 2022(1): 296-302. doi:10.1182/hematology.2022000408.
- [14] Zhu J, Wang D, Liu C, et al. Development and validation of a new prognostic immune - inflammatory - nutritional score for predicting outcomes after curative resection for intrahepatic cholangiocarcinoma: a multicenter study [J]. *Front Immunol*, 2023, 14: 1165510. doi:10.3389/fimmu.2023.1165510.
- [15] Zhang H, Li Q, Huang G, et al. Construction and validation of a novel prognostic model for intrahepatic cholangiocarcinoma based on a combined scoring system of systemic immune-inflammation index and albumin-bilirubin: a multicenter study [J]. *Front Oncol*, 2023, 13: 1239375. doi:10.3389/fonc.2023.1239375.
- [16] Kim J, Cho J Y, Han H S, et al. Validation of a difficulty scoring system for laparoscopic liver resection in hepatolithiasis [J]. *Surg*

- Endosc, 2021, 35 (3) : 1148-55. doi: 10.1007/s00464-020-07479-7.
- [17] Liao K X, Chen L, Ma L, et al. Laparoscopic middle-hepatic-vein-guided anatomical hemihepatectomy in the treatment of hepatolithiasis: a 10-year case study[J]. *Surg Endosc*, 2022, 36 (2) : 881-8. doi:10.1007/s00464-021-08344-x.
- [18] Rodrigues T F D C, Silveira B, Tavares F P, et al. Open, laparoscopic, and robotic-assisted hepatectomy in resection of liver tumors: a non-systematic review [J]. *Arq Bras Cir Dig*, 2017, 30(2): 155-60. doi:10.1590/0102-6720201700020017.
- [19] 黄少坚, 李芷西, 梁汉标, 等. 腹腔镜肝切除术中转开放手术危险因素分析及风险预测模型的建立[J]. *中国实用外科杂志*, 2023, 43 (5) : 566-71. doi:10.19538/j. cjps. issn1005-2208.2023.05.17.
- Huang S J, Li Z X, Liang H B, et al. Analysis of risk factors and establishment of risk prediction model for conversion to open surgery in laparoscopic hepatectomy [J]. *Chin J Pract Surg*, 2023, 43 (5) : 566-71. doi: 10.19538/j. cjps. issn1005-2208.2023.05.17.

Nomogram clinical prediction model for severe perioperative complications of hepatic resection for hepatolithiasis based on the albumin-bilirubin score

Cao Ming, Sun Haoran, Jin Zhangliu, Zhang Bin, Wang Lei

(Department of General Surgery, The Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230601)

Abstract Objective To develop and validate a nomogram based on the albumin-bilirubin (ALBI) score for predicting the risk of severe perioperative complications in patients undergoing hepatectomy for hepatolithiasis. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 163 hepatolithiasis patients who underwent hepatectomy. Univariate and multivariate logistic regression analyses were used to identify independent risk factors for severe perioperative complications. A nomogram prediction model was constructed and its performance was evaluated. **Results** Among the 163 patients, 66 and 97 were classified into the low-grade and high-grade ALBI groups, respectively. Significant intergroup differences were observed in gender, total bilirubin, albumin levels, and the incidence of severe complications ($P < 0.05$). Severe complications occurred in 40 patients. Independent risk factors included age > 60 years ($OR = 5.49, P < 0.001$), high-grade ALBI ($OR = 8.30, P < 0.001$), history of biliary surgery ($OR = 2.60, P = 0.035$), hepatectomy (segmentectomy) ≥ 3 ($OR = 2.75, P = 0.028$), and open surgical approach ($OR = 4.00, P = 0.009$). A nomogram for predicting severe perioperative complications was successfully established. Internal validation showed that the model had an area under the ROC curve (AUC) of 0.865, which outperformed traditional single predictors. The calibration curve closely aligned with the ideal curve, with a mean absolute error (MAE) of 0.027. Decision curve analysis (DCA) demonstrated a net clinical benefit when the threshold probability exceeded 10%, superior to that of traditional predictors. **Conclusion** The ALBI score-based nomogram is successfully developed and validated to predict the risk of severe perioperative complications in hepatolithiasis patients undergoing hepatectomy. The model demonstrated favorable predictive performance and high clinical utility, serving as an effective tool for both preoperative risk assessment and postoperative risk stratification.

Key words ALBI score; hepatolithiasis; hepatic resection; perioperative management; complications; nomogram

Fund programs National Natural Science Foundation of China (No. 82400738); Health Research Project of Anhui Province (No. AHWJ2022b028)

Corresponding author Wang lei, E-mail: wl9252@126.com