·临床研究·

基于 LI-RADS 参数的肝细胞癌术后早期复发风险列线图模型与决策树模型价值比较

刘烨鼎，汤力宇，周擎云

【摘要】目的　基于肝脏影像报告及数据系统（LI-RADS）参数的肝细胞癌术后早期复发风险预测列线图模型与决策树模型价值比较。**方法**　选取 2022 年 1 月至 2024 年 1 月丽水市中心医院收治的肝细胞癌患者 150 例，根据术后早期是否复发将患者分为复发组（64 例）和未复发组（86 例）。采用二元 Logistic 回归分析肝细胞癌患者术后早期复发的危险因素，构建列线图风险预测模型和决策树模型，绘制受试者工作特征（ROC）曲线，分析模型预测价值。**结果**　两组肝硬化、包膜、肿瘤分期、门静脉癌栓及 LI-RADS 分级差异均有统计学意义（均 $P < 0.05$）。多因素分析显示，肝硬化、包膜、肿瘤分期、门静脉癌栓及 LI-RADS 分级均是肝细胞癌患者术后早期复发的危险因素（均 $P < 0.05$）。列线图风险预测模型显示，肝细胞癌患者术后早期复发受 LI-RADS 分级影响最大，其次为门静脉癌栓、肝硬化及肿瘤分期，受包膜影响相对较小。决策树模型分析显示，LI-RADS 分级为 LR-3 ～ 5 的患者术后早期复发比例更高；在 LI-RADS 分级为 LR-3 ～ 5 节点下，有肝硬化的患者术后早期复发比例更高；在无肝硬化节点下，包膜不完整的患者术后早期复发比例更高；在 LI-RADS 分级为 LR-1 ～ 2 节点下，有门静脉癌栓的患者术后早期复发比例更高；在无门静脉癌栓节点下，肿瘤分期Ⅲ～Ⅳ的患者术后早期复发比例更高。列线图风险预测模型及决策树模型的曲线下面积（*AUC*）分别为 0.889、0.852，两种模型的 *AUC* 差异无统计学意义（$Z=1.72$，$P > 0.05$）。**结论**　基于肝硬化、包膜、肿瘤分期、门静脉癌栓、LI-RADS 分级构建的列线图风险预测模型及决策树模型均可较准确预测肝细胞癌患者术后早期复发。

【关键词】　肝细胞癌；术后早期复发；肝脏影像报告及数据系统；风险预测；列线图模型；决策树模型
doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2025.07.005
【中图分类号】　R735.7　**【文献标志码】**　A　**【文章编号】**　1671-0800(2025)07-0679-04

肝细胞癌是全球范围内常见的恶性肿瘤之一，其高发病率与致死率严重威胁人类的生命健康[1]。随着医学技术的进步，手术切除成为早期肝细胞癌患者的首选治疗方案。然而，尽管手术技术不断改进，肝细胞癌的 5 年复发转移率仍高达 40%～ 70%，极大影响患者的生存质量和预后[2-3]。因此，准确预测肝细胞癌患者术后早期复发风险，对于制定个性化的治疗策略、优化术后管理以及提高患者生存率具有重要意义。近年来，肝脏影像报告及数据系统（liver imaging reporting and data system，LI-RADS）作为专门针对肝细胞癌的影像报告分析系统，被广泛应用于肝细胞癌的诊断、分期及预后评估。LI-RADS 分级基于病灶的影像学特征，能较为准确地反映肝细胞癌的生物学行为，为预测肝细胞癌术后复发提供了潜在的影像学标志物[4]。列线图模型可通过整合多个影响因素，直观展示个体化的风险预测结果，便于临床决策[5]。决策树模型，则通过递归划分数据集，构建树形结构，实现分类预测，具有直观易懂、易于解释的特点[6]。本研究基于 LI-RADS 参数，构建肝细胞癌术后早期复发风险预测的列线图模型与决策树模型，并比较两种模型在预测肝细胞癌术后早期复发风险中的价值，现报道如下。

1　资料与方法

1.1　一般资料　选取 2022 年 1 月至 2024 年 1 月丽水市中心医院收治的 150 例肝细胞癌患者作为研究对象。纳入标准：（1）经病理组织学检查确诊为肝细胞癌；（2）接受肝细胞癌切除手术，且手术记录完整；（3）术前行 MRI 或 CT 等影像学检查，并根据 LI-RADS 标准对肝脏病灶进行评估；（4）临床资料完整。排除标准：（1）胆管癌、转移性肝癌等其他类型的肝脏恶性肿瘤者；（2）合并有其他严重疾病（如心、肺、肾等重要脏器功能不全）者；（3）影像学、病理学或随

基金项目：　浙江省医药卫生科技计划（2022ZH085）
作者单位：　323000 浙江省丽水，丽水市中心医院
通信作者：　刘烨鼎，Email：15988060679@163.com

Modern Practical Medicine, July 2025, Vol. 37, No. 7

访资料不完整者。根据术后早期复发与否划分为复发组（64 例）与未复发组（86 例）。本研究获得丽水市中心医院科研伦理审查委员会批准，豁免/免除知情同意。

1.2 方法 收集患者临床资料，包括性别、年龄、肿瘤家族史、乙型肝炎、肝硬化、包膜、肿瘤大小、肿瘤数目、肿瘤分期、手术切缘、术中输血、术中腹腔积液、血管侵犯、门静脉癌栓、LI-RADS 分级及 Child-Pugh 肝功能分级等。

1.3 统计方法 应用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。计数资料用频数和百分比表示，组间比较采用χ^2检验；计量资料用均数±标准差表示，组间比较采用t检验；危险因素分析采用二元 Logistic 回归分析，并进行共线性诊断；构建列线图风险预测模型和决策树模型，绘制受试者工作特征（receiver operator characteristic，ROC）曲线，计算曲线下面积（area under the curve，*AUC*），并采用 Delong 检验比较分析模型的预测价值。$P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床资料比较 两组患者肝硬化、包膜、肿瘤分期、门静脉癌栓、LI-RADS 分级差异均有统计学意义（均 $P < 0.05$），见表 1。

2.2 肝细胞癌患者术后早期复发的多因素分析 以肝细胞癌患者术后早期复发作为因变量（术后早期复发=1，术后早期未复发=0），以肝硬化（有=1，无=0）、包膜（不完整=1，完整=0）、肿瘤分期（Ⅲ～Ⅳ=1，Ⅰ～Ⅱ=0）、门静脉癌栓（有=1，无=0）、LI-RADS 分级（LR-3 ～ 5=1，LR-1 ～ 2=0）作为自变量，进行二元 Logistic 回归分析。结果显示，肝硬化、包膜、肿瘤分期、门静脉癌栓、LI-RADS 分级均是肝细胞癌患者术后早期复发的独立危险因素（均 $P < 0.05$）；对这 5 个危险因素进行共线性检验，*VIF* 均小于 10，提示无共线性，可纳入模型构建，见表 2。

2.3 列线图风险预测模型构建 基于肝硬化、包膜、肿瘤分期、门静脉癌栓及 LI-RADS 分级构建肝细胞癌患者术后早期复发的列线图风险预测模型，见图 1。

表 1 两组肝细胞癌患者临床资料比较

项目	类别	复发组（n=64）	未复发组（n=86）	χ^2（t）值	P 值
性别[例（%）]	男	39（60.94）	47（54.65）	0.59	＞0.05
	女	25（39.06）	39（45.35）		
年龄（岁）		53.6±7.3	52.9±6.8	（0.59）	＞0.05
肿瘤家族史[例（%）]		23（35.94）	27（31.40）	0.34	＞0.05
乙型肝炎[例（%）]		41（64.06）	52（60.47）	0.20	＞0.05
肝硬化[例（%）]		43（67.19）	31（36.05）	14.24	＜0.05
包膜[例（%）]	不完整	38（59.38）	29（33.72）	9.77	＜0.05
	完整	26（40.63）	57（66.28）		
肿瘤大小[例（%）]	＞5 cm	31（48.44）	36（41.86）	0.64	＞0.05
	≤5 cm	33（51.56）	50（58.14）		
肿瘤数目[例（%）]	单发	42（65.63）	61（70.93）	0.48	＞0.05
	多发	22（34.38）	25（29.07）		
肿瘤分期[例（%）]	Ⅰ～Ⅱ	29（45.31）	64（74.42）	13.19	＜0.05
	Ⅲ～Ⅳ	35（54.69）	22（25.58）		
手术切缘[例（%）]	＜1 cm	30（46.88）	45（52.33）	0.44	＞0.05
	≥1 cm	34（53.13）	41（47.67）		
术中输血[例（%）]		38（59.38）	44（51.16）	1.00	＞0.05
术中腹腔积液[例（%）]		19（29.69）	21（24.42）	0.52	＞0.05
血管侵犯[例（%）]		25（39.06）	30（34.88）	0.28	＞0.05
门静脉癌栓[例（%）]		48（75.00）	34（39.53）	18.62	＜0.05
LI-RADS 分级[例（%）]	LR-1 ～ 2	23（35.94）	63（73.26）	20.89	＜0.05
	LR-3 ～ 5	41（64.06）	23（26.74）		
Child-Pugh 肝功能分级[例（%）]	A 级	56（87.50）	82（95.35）	3.07	＞0.05
	B 级	8（12.50）	4（4.65）		
	C 级	0	0		

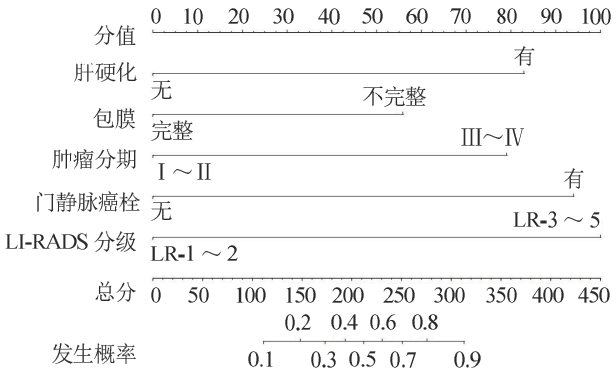
注：LI-RADS 为肝脏影像报告及数据系统

表 2　肝细胞癌患者术后早期复发的多因素分析与共线性诊断

变量	*β* 值	*SE* 值	Waldχ^2 值	*P* 值	*OR* 值（95%*CI*）	*VIF*
肝硬化	1.806	0.492	13.456	＜0.05	6.085（2.319 ～ 15.970）	1.032
包膜	1.216	0.462	6.916	＜0.05	3.375（1.363 ～ 8.354）	1.027
肿瘤分期	1.722	0.495	12.095	＜0.05	5.596（2.120 ～ 14.767）	1.021
门静脉癌栓	2.047	0.497	17.000	＜0.05	7.748（2.928 ～ 20.506）	1.009
LI-RADS 分级	2.178	0.493	19.557	＜0.05	8.831（3.363 ～ 23.190）	1.018

肝细胞癌患者术后早期复发受LI-RADS分级影响最大，其次为门静脉癌栓、肝硬化及肿瘤分期。

2.4　决策树模型构建　通过分类节点变量，数据被有效划分为 7 个子集，首要分类层次依据变量为LI-RADS分级，第二层分类依据变量为肝硬化、门静脉癌栓，第三层分类依据变量为包膜、肿瘤分期、肝硬化，见图 2。LI-RADS 分级为 LR-3 ～ 5 患者术后早期复发率更高，在 LI-RADS 分级为 LR-3 ～ 5 且有肝硬化患者中复发风险更高，无肝硬化但包膜不完整的患者复发风险亦高；LI-RADS 分级 LR-1 ～ 2 但有门静脉癌栓的患者复发风险仍高，无门静脉癌栓但肿瘤分期Ⅲ～Ⅳ患者复发率高。



注：LI-RADS 为肝脏影像报告及数据系统

图 1　肝细胞癌术后早期复发的列线图风险预测模型

2.5　列线图风险预测模型及决策树模型的预测价值

列线图风险预测模型及决策树模型的 *AUC* 分别为 0.889、0.852，两种模型均对肝细胞癌患者术后早期复发有一定预测价值，两种模型的 *AUC* 差异无统

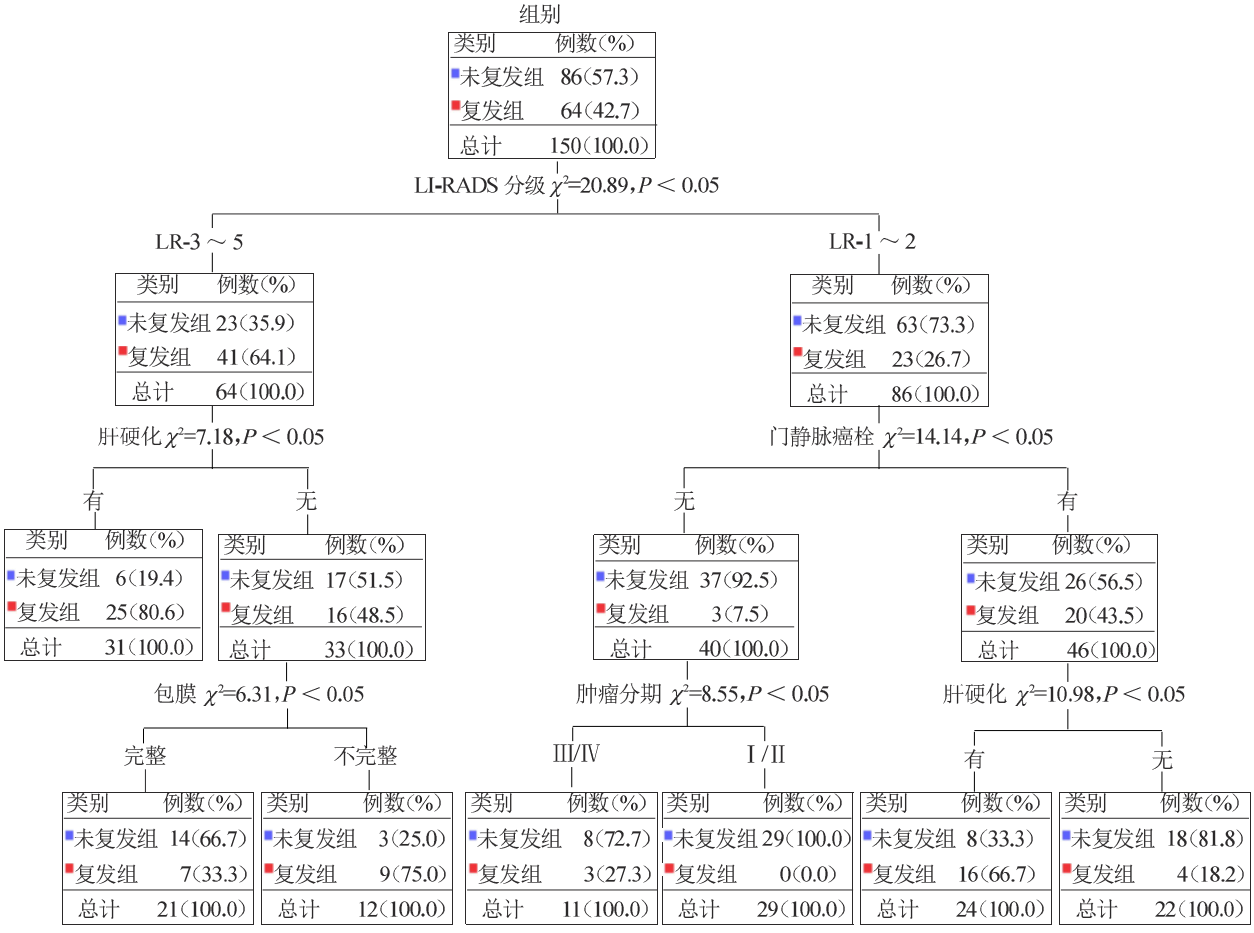


图 2　肝细胞癌术后早期复发的决策树模型

计学意义（Z=1.72，P ＞ 0.05），见表 3。

3 讨论

肝细胞癌术后早期复发是影响患者生存质量和预后的关键因素[7]。本研究发现，肝硬化、包膜、肿瘤分期、门静脉癌栓、LI-RADS 分级均是肝细胞癌患者术后早期复发的独立危险因素。分析原因：肝硬化患者由于肝脏结构改变，癌细胞易于扩散和转移[8]；包膜不完整意味着肿瘤突破原有生长限制，癌细胞易通过淋巴管或血管进入血液循环，增加浸润和转移的风险[9]；肿瘤分期越高，恶性程度和生长速度越快，复发风险也相应增加[10]；门静脉癌栓的存在表明癌细胞已发生肝内或肝外转移，增加了术后复发风险[11]；LI-RADS 分级为 LR-3 ～ 5，其影像学特征已显示出一定的恶性特征或已被确诊为恶性肝细胞癌，术后复发的可能性较大[12]。

本研究列线图风险预测模型显示，肝细胞癌患者术后早期复发受 LI-RADS 分级影响最大，其次为门静脉癌栓、肝硬化及肿瘤分期，包膜影响相对较小。决策树模型显示，LI-RADS 分级为 LR-3 ～ 5 患者术后早期复发率更高，提示肿瘤侵袭性强、预后差，需加强术后监测，定期影像及标志物检测；在 LI-RADS 分级为 LR-3 ～ 5 且有肝硬化患者中，复发风险更高，需个性化治疗及综合策略；无肝硬化但包膜不完整的患者复发风险亦高，需强化术前评估、优化手术及术后辅助治疗，加强随访；LI-RADS 分级 LR-1 ～ 2 但有门静脉癌栓的患者，复发风险仍高，需加强术前评估、多学科讨论，制定个性化方案并增加随访；无门静脉癌栓但肿瘤分期Ⅲ～Ⅳ患者复发率高，需加强术后监测、辅助治疗，并指导患者改善生活方式以降低复发风险。

ROC 曲线显示，列线图风险预测模型及决策树模型的 AUC 分别为 0.889、0.852，表现出较高的预测价值，且两种模型的预测效果相近。这表明无论是通过整合多个影响因素的列线图模型，还是通过递归划分数据集的决策树模型，均能较准确地预测肝细胞癌患者术后早期复发的风险。

综上所述，基于肝硬化、包膜、肿瘤分期、门静脉癌栓、LI-RADS 分级构建的列线图风险预测模型及决策树模型均可较准确预测肝细胞癌患者术后早期复发。然而，本研究样本量有限，且变量选择范围未全面覆盖所有潜在影响因素，可能对结果造成偏倚，后续研究可扩大样本量，引入更全面的影响变量，以获得更可靠的结论。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明　刘烨鼎：研究指导、实验操作、论文撰写、论文修改；汤力宇，周擎云：数据整理、统计学分析

参 考 文 献

[1] 何华星,刘璐琳,刘颖茵,等.丁酸钠与索拉非尼可能通过 YAP 诱导铁死亡协同抑制肝癌细胞增殖[J].南方医科大学学报,2024,44(7):1425-1430.

[2] 陈杰,许超丽,刘洪.肝癌术后复发患者再次肝切除、局部消融治疗的临床疗效及其预后影响因素[J].肝脏,2024,29(6):648-651.

[3] 李玉民,魏育才.肝癌外科治疗再思考[J].中华医学杂志,2021,101(28):2179-2184.

[4] 胡维娟,王迪,周宣合,等.肝脏影像报告和数据系统中恶性辅助征象对小肝细胞癌的分类及诊断效能的影响[J].国际医学放射学杂志,2023,46(6):666-671,711.

[5] 瞿琦,张涛,张学琴,等.基于钆塞酸二钠增强MRI列线图预测MVI阴性肝细胞癌术后复发[J].放射学实践,2024,39(5):591-597.

[6] 霍秋莹,李鑫宇,李威,等.脑梗死患者降压治疗达标影响因素决策树模型分析[J].北华大学学报(自然科学版),2024,25(3):365-369.

[7] 李伟,曹丽君,吴斌,等.术前磁共振成像对肝癌患者射频术后复发的预测价值[J].武警医学,2024,35(7):613-616.

[8] 陈小萍,胡维杰,王婷婷.肝硬化背景下小肝癌微血管侵犯及复发的CT表现[J].肝脏,2022,27(10):1076-1079.

[9] 陈琰,张建华,陈坚,等.肝癌患者术后复发不同 miR-148amRNA 相对表达量观察[J].肝脏,2023,28(10):1191-1194,1198.

[10] CHEN Z H, ZHANG X P, LU Y G, et al. Actual long-term survival in HCC patients with portal vein tumor Thrombus after liver resection: A nationwide study[J]. Hepatol Int, 2020, 14(5): 754-764.

[11] 张沛茹,马晓路,郭林,等. 血清 GPC3 水平在原发性肝细胞肝癌复发预测中的应用价值[J]. 中华预防医学杂志,2023,57(6):885-890.

[12] 丁建民,龙磊,周洪雨,等.超声造影肝脏影像报告与数据系统对高危人群肝细胞癌的风险预测[J].中华超声影像学杂志,2020(2):138-142.

收稿日期：2025-01-11

（本文编辑：孙海儿）

表 3　肝细胞癌术后早期复发列线图风险预测模型及决策树模型的 ROC 曲线分析

模型	*AUC*	*SE* 值	*P* 值	95%*CI*	临界值	约登指数	敏感度	特异度
列线图风险预测模型	0.889	0.026	＜ 0.05	0.838 ～ 0.941	0.337	0.630	0.828	0.802
决策树模型	0.852	0.031	＜ 0.05	0.791 ～ 0.912	0.500	0.583	0.781	0.802