·论　　著·
（肝癌的局部治疗进展专题）

PALBI对早期肝细胞癌病人微波消融术后RFS、OS的预测价值

梁天佐，戴朝六，赵阳，贾昌俊，周鑫，秦然
中国医科大学附属盛京医院肝胆脾外科，辽宁 沈阳 110000

［摘要］ **目的**　探讨血小板-白蛋白-胆红素指数（platelet-albumin-bilirubin index，PALBI）对接受微波消融术的早期肝细胞癌（hepatocellular carcinoma，HCC）病人预后的预测价值，并构建预后预测模型。**方法**　回顾性分析2012年1月至2023年12月在中国医科大学附属盛京医院行微波消融术的149例早期HCC病人的临床及随访资料。采用逆Kaplan-Meier法估算中位随访时间。通过受试者操作特征（ROC）曲线确定最佳截断值，分析PALBI水平与临床病理特征的关系。采用Kaplan-Meier曲线和Cox回归分析生存差异及独立预后因素，构建列线图预测模型，并通过一致性指数（C-index）、ROC曲线、校准曲线及决策曲线分析评估模型效能。**结果**　149例早期HCC病人的中位随访时间为58个月（95%*CI*：51～64）。PALBI水平与肿瘤长径、甲胎蛋白、乙型肝炎病毒感染、肝功能Child-Pugh评级、门脉高压、肿瘤数量相关（$P<0.05$）。Kaplan-Meier曲线显示，低PALBI组与高PALBI组的2、3、5年总生存率分别为94.7%/62.3%、83.0%/41.8%、66.0%/23.6%，无复发生存率分别为91.5%/50.9%、77.7%/29.1%、58.5%/16.4%（$P<0.05$）。多因素Cox回归分析显示，年龄、肿瘤长径、PALBI为总生存期（overall survival，OS）的独立预后因素；肝硬化、肿瘤长径、PALBI为无复发生存期（recurrence-free survival，RFS）的独立预后因素。基于此构建的列线图模型预测OS的2、3、5年ROC曲线下面积分别为0.84、0.80、0.81；预测RFS的ROC曲线下面积分别为0.83、0.78、0.81。校准曲线显示模型校准良好。**结论**　PALBI是接受微波消融术的HCC病人预后的独立预测因子，基于PALBI构建的列线图模型能有效预测病人术后生存情况，为该特定人群的个体化预后评估提供了新的循证依据。

［关键词］ 肝细胞癌；血小板-白蛋白-胆红素指数；微波消融术；预后
［中图分类号］R735.7　［文献标识码］A　**DOI**：10.3969/j.issn.1003-5591.2026.03.006

Predictive value of PALBI for RFS and OS after microwave ablation in patients with early hepatocellular carcinoma

Liang Tianzuo, *Dai Chaoliu*, *Zhao Yang*, *Jia Changjun*, *Zhou Xin*, *Qin Ran*
Department of Hepatobiliary and Spleen Surgery, *Shengjing Hospital of China Medical University*, *Liaoning Shenyang* 110000, *China*
Corresponding author: *Dai Chaoliu*, *Email*: 278170678 @*qq.com*

［**Abstract**］ **Objective**　To investigate the prognostic value of the platelet-albumin-bilirubin index (PALBI) in patients with early hepatocellular carcinoma (HCC) undergoing microwave ablation and to develop a prognostic prediction model. **Methods**　A retrospective analysis was performed on the clinical and follow-up data of 149 patients with HCC who underwent microwave ablation at Shengjing Hospital of China Medical University from January 2012 to December 2023. The inverse Kaplan-Meier method was used to estimate the median follow-up time. The optimal cutoff value was determined using receiver

基金项目：辽宁省科技厅民生科技计划联合计划项目（2021JH2/10300127）
作者简介：梁天佐，硕士研究生在读，主要从事肝脏外科方面的研究，Email：1124263818@qq.com
通信作者：戴朝六，Email：278170678@qq.com

operating characteristic (ROC) curves, and the association between PALBI level and clinicopathological characteristics was analyzed. Kaplan-Meier curves and Cox regression analysis were used to assess survival differences and identify independent prognostic factors. A nomogram prediction model was then constructed, and its performance was evaluated using the concordance index (C-index), ROC curves, calibration curves, and decision curve analysis. **Results** The median follow-up time was 58 months (95% *CI*: 51-64). PALBI level was associated with tumor diameter, alpha-fetoprotein, hepatitis B virus infection, Child-Pugh class, portal hypertension, and tumor number ($P<0.05$). Kaplan-Meier analysis showed that the 2-, 3-, and 5-year overall survival rates in the low-PALBI and high-PALBI groups were 94.7%/62.3%, 83.0%/41.8%, and 66.0%/23.6%, respectively, and the corresponding recurrence-free survival rates were 91.5%/50.9%, 77.7%/29.1%, and 58.5%/16.4%, respectively ($P<0.05$). Multivariate Cox regression analysis showed that age, tumor diameter, and PALBI were independent prognostic factors for overall survival (OS); cirrhosis, tumor diameter, and PALBI were independent prognostic factors for recurrence-free survival (RFS). Based on these findings, the nomogram model achieved ROC areas under the curve of 0.84, 0.80, and 0.81 for predicting 2-, 3-, and 5-year OS, respectively, and 0.83, 0.78, and 0.81 for predicting RFS, respectively. The calibration curves showed good agreement between predicted and observed outcomes. **Conclusion** PALBI is an independent prognostic factor in patients with HCC undergoing microwave ablation. The nomogram model developed based on PALBI can effectively predict postoperative survival and provides new evidence for individualized prognostic assessment in this specific population.

[**Key words**] Hepatocellular carcinoma; Platelet-albumin-bilirubin index; Microwave ablation; Prognosis

肝细胞癌(hepatocellular carcinoma, HCC)占所有原发性肝癌病例的75%～85%[1],其导致的死亡人数在所有癌症中高居第3位[2]。对于早期HCC病人,追求根治性治疗是改善长期预后的核心策略。微波消融作为一种微创、有效的局部热消融技术,因其对肝功能要求相对较低、可重复操作性强等优点,已成为早期HCC的重要治疗选择之一,尤其适用于不适合或不愿接受手术切除的病人[3-4]。然而,即便是接受了根治性微波消融治疗,HCC病人的长期生存结局仍表现出显著的异质性。部分病人在术后短期内即出现复发或转移,导致无复发生存期(recurrence-free survival, RFS)和总生存期(overall survival, OS)远低于预期[5-6]。因此,如何在治疗前精准筛选出高危复发与死亡风险的病人,并据此制定个体化的治疗策略与术后随访方案,已成为提升HCC整体疗效的关键环节。

目前,HCC的预后评估多依赖于肿瘤分期[如巴塞罗那临床肝癌(BCLC)分期、中国肝癌分期(CNLC)]和传统的肝功能评价体系(如Child-Pugh分级)。但Child-Pugh分级中包含腹水、肝性脑病等主观指标,可能影响评估的客观性与一致性[7-9]。近年来,血小板-白蛋白-胆红素指数(platelet-albumin-bilirubin index, PALBI)应运而生[10]。该指数通过数学公式整合了血小板计数、血清白蛋白和总胆红素3项指标,分别对应肝脏的合成功能、排泄功能以及门静脉高压3个核心维度,能够更为客观、精确地量化肝功能的真实状态。已有证据表明,PALBI在接受肝切除术、经导管动脉化疗栓塞术(transcatheter arterial chemoembolization, TACE)等不同治疗模式的HCC病人中,均展现出优于传统分级的预后预测效能[10-14]。然而,专门针对接受微波消融治疗的HCC病人,PALBI的预后预测价值尚缺乏系统性的研究证据。

本研究拟通过回顾性队列分析,系统探讨术前PALBI对接受根治性微波消融治疗的HCC病人RFS及OS的预测价值,分析其与关键临床病理特征的内在关联,并构建基于PALBI的预后预测模型,为该群体的个体化风险评估及精准术后管理提供新的循证依据。

资料与方法

一、研究对象

通过查阅医院电子病历系统,回顾性分析2012年1月至2023年12月在中国医科大学附属盛京医院行微波消融术的原发性HCC病人的临床资料及随访资料。病人的纳入标准:(1)依据《原发性肝癌诊疗指南(2024年版)》,通过病理学或影像学诊断为HCC;(2)接受微波消融术;(3)首次确诊的HCC。排除标准:(1)接受联合手术切除治疗;(2)术前接受介入、化疗或任何全身性治疗;(3)合并其他部位肿瘤;(4)合并严重的血液系统及免疫系统疾病。本研究已经中国医科大学附属盛京医院伦理委员会批准(伦理批号:2025PS1787K)。

共收集病例资料193例,排除了临床资料不完

整 8 例，术前接受过手术切除治疗 14 例，术前接受介入、化疗或任何全身性治疗 10 例，失访 12 例。最终有 149 例病人纳入本项研究。

二、治疗方法

微波消融设备为南京亿高公司生产的冷却轴系统（频率为 2 450 MHz），手术由肝胆外科医生执行（5～10 年微波消融经验）。消融路径包括经皮消融（89 例）与经腹腔镜消融（60 例）。所有病人均在超声定位下进行，根据肿瘤大小、部位，确定最佳治疗策略；对于肿瘤长径在 2 cm 以内的肿瘤，将消融针放置在肿瘤中心，对于 2～3 cm 的肿瘤将消融针置于肿瘤两侧，对于超过 3 cm 的肿瘤，通过重新定位消融针进行多次重叠消融。根据肿瘤的大小和形状，将水循环微波消融针依次放置在肿瘤的不同区域，尽量实现肿瘤的完全消融，边缘超过 1 cm。每个周期消融输出功率为 60～80 W，时间 3 min。

三、资料收集和随访

收集资料包括：病人年龄，性别，体重指数，术前 7 d 的化验指标［血小板计数、胆红素、白蛋白、甲胎蛋白、乙型肝炎病毒（HBV）检测等］，肿瘤学相关资料（肿瘤长径、肿瘤数量、肝硬化、门脉高压），同时为病人评定肝功能 Child-Pugh 分级及 CNLC。

根据资料计算 PALBI，PALBI[4]=2.02×$\log_{10}$［胆红素（μmol/L）］－0.37×｛$\log_{10}$［胆红素（μmol/L）］｝^{2}－0.04×白蛋白（g/L）－3.48×$\log_{10}$［血小板计数（×10^9/L）］＋1.01×｛$\log_{10}$［血小板计数（×10^9/L）］｝^{2}。

病人随访方式为门诊复查和电话随访，随访数据主要包括 OS、RFS。随访截止日期为 2025 年 12 月 31 日。中位随访时间采用逆 Kaplan-Meier 法计算。观察的主要结局为 OS，次要结局为 RFS。OS 是指从术后第 1 天至病人死亡或随访截止日期的时间；RFS 是指术后第 1 天到第 1 次复发的时间。

四、统计学方法

应用 SPSS27.0 和 R4.2.0 进行统计分析。连续型变量呈偏态分布的采用 $M(Q_1, Q_3)$ 表示，分类型变量以绝对数值（百分比）表示。采用 Spearman 相关系数分析 PALBI 水平与连续型变量的相关性，采用 Mann-Whitney U 检验分析 PALBI 水平在分类变量不同水平间的差异。利用受试者操作特征（ROC）曲线及约登指数获取 PALBI 最佳截断值，根据截断值将病人分为高 PALBI 组与低 PALBI 组。采用 Kaplan-Meier 法绘制生存曲线，log-rank 检验比较组间差异。将单因素 Cox 分析中 $P<0.05$ 的因素纳入多因素 Cox 回归模型，分别确定 OS 及 RFS 的独立预后因素。基于多因素分析结果构建列线图预测模型，采用一致性指数（C-index）、ROC 曲线、校准曲线及决策曲线分析（decision curve analysis，DCA）评估模型效能。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。鉴于本研究为探索性分析，组间基线特征比较时未进行多重比较校正。

结　果

一、基本临床资料

本研究的中位随访时间为 58 个月（95%*CI*：51～64）。本组 149 例病人的 PALBI 为 -3.832～-0.727，中位数为 -2.612。通过 ROC 曲线及最大约登指数寻找的 PALBI 最佳截止值为 -2.469，根据此最佳截止值将 149 例病人分为高 PALBI 组（PALBI＞－2.469）与低 PALBI 组（PALBI≤－2.469），其中高 PALBI 组 94 例，低 PALBI 组 55 例，两组资料详见表 1。

二、PALBI 与病人临床病理特征相关性分析

在高 PALBI 组与低 PALBI 组之间观察到病人在肿瘤长径、甲胎蛋白（AFP）水平、HBV 感染、Child-Pugh 分级、门脉高压、肿瘤数量方面差异均有统计学意义（均 $P<0.05$）。高 PALBI 组病人表现出更大的肿瘤长径、更高的 AFP 水平、更高的 Child-Pugh B 级比例、更高的门脉高压比例及更高的多发肿瘤比例（表 1）。

Spearman 相关性分析显示，PALBI 与 AFP 水平（$r=0.645$，$P<0.001$）、肿瘤长径（$r=0.486$，$P<0.001$）、年龄（$r=0.203$，$P=0.013$）呈显著正相关（表 2）。Mann-Whitney U 检验显示，伴有 HBV 感染、Child-Pugh B 级、合并门脉高压、肿瘤多发的病人 PALBI 水平更高（均 $P<0.05$）（表 3）。

三、PALBI 与病人预后的关系

Kaplan-Meier 生存曲线显示，低 PALBI 组与高 PALBI 组的中位 RFS 分别为 66 个月与 24 个月，中位 OS 分别为 75 个月与 24 个月，差异均有统计学意义（均 $P<0.001$）。低 PALBI 组与高 PALBI 组的 2、3、5 年总生存率分别为 94.7%/62.3%、83.0%/41.8%、66.0%/23.6%；2、3、5 年无复发生存率分别为 91.5%/50.9%、77.7%/29.1%、58.5%/16.4%，见图 1。

单因素 Cox 回归分析显示，年龄、HBV 感染、肝硬化、门脉高压、肿瘤数量、肿瘤长径、PALBI 分组与 OS 相关（表 4）；HBV 感染、肝硬化、肿瘤数量、肿

表1　低PALBI组与高PALBI组肝细胞癌病人的基线特征比较

变量	总体(149例)	低PALBI(94例)	高PALBI(55例)	$\chi^2(Z)$值[a]	P值[a]
体重指数(kg/m²)	23.66(21.70,26.03)	23.60(21.41,25.71)	23.93(22.51,26.67)	-1.30	0.194
年龄(岁)	57.0(51.0,64.0)	55.5(49.0,63.8)	60.0(52.5,64.5)	-1.58	0.113
肿瘤长径(cm)	2.10(1.70,2.70)	1.80(1.52,2.30)	2.80(2.35,3.05)	-6.91	<0.001
甲胎蛋白				37.94	<0.001
≤20 μg/L	65(43.62)	59(62.77)	6(10.91)		
>20 μg/L	84(56.38)	35(37.23)	49(89.09)		
性别				0.18	0.673
男	106(71.14)	68(72.34)	38(69.09)		
女	43(28.86)	26(27.66)	17(30.91)		
HBV感染				10.88	<0.001
无	24(16.11)	8(8.51)	16(29.09)		
有	125(83.89)	86(91.49)	39(70.91)		
Child-Pugh分级				12.21	<0.001
A级	111(74.50)	79(84.04)	32(58.18)		
B级	38(25.50)	15(15.96)	23(41.82)		
肝硬化				2.07	0.150
无	31(20.81)	23(24.47)	8(14.55)		
有	118(79.19)	71(75.53)	47(85.45)		
门脉高压症				11.56	<0.001
无	50(33.56)	41(43.62)	9(16.36)		
有	99(66.44)	53(56.38)	46(83.64)		
CNLC				0.80	0.370
Ⅰa期	122(81.88)	79(84.04)	43(78.18)		
Ⅰb期	27(18.12)	15(15.96)	12(21.82)		
肿瘤数量				8.62	0.003
单发	110(73.83)	77(81.91)	33(60.00)		
多发	39(26.17)	17(18.09)	22(40.00)		

注：PALBI. 血小板-白蛋白-胆红素指数；HBV. 乙型肝炎病毒；CNLC. 中国肝癌分期；连续型变量用$M(Q_1,Q_3)$表示，分类型变量以例(%)表示；[a]低PALBI组与高PALBI组间比较。

表2　病人PALBI水平与各连续型临床病理特征的相关性

变量	PALBI水平	
	r	P值
甲胎蛋白	0.645	<0.001
肿瘤长径	0.486	<0.001
年龄	0.203	0.013
体重指数	0.056	0.504

注：采用Spearman相关性检验；PALBI. 血小板-白蛋白-胆红素指数。

瘤长径、PALBI分组与RFS相关(表5)。

多因素Cox回归分析显示，年龄、肿瘤长径、PALBI分组为OS的独立预后因素(表6)；肝硬化、肿瘤长径、PALBI分组为RFS的独立预后因素(表7)。比例风险假设检验均满足(P>0.05)。

四、预测模型构建及检验

基于多因素Cox回归分析结果，分别构建预测OS和RFS的列线图模型(图2、图3)。内部验证结果显示，预测OS的C-index为0.76(95%*CI*：0.68～0.83)，见图4A；预测RFS的C-index为0.73(95%*CI*：0.67～0.79)，见图4B。时间依赖性ROC曲线显示，列线图预测OS的2、3、5年曲线下面积(area under the curve，AUC)分别为0.84、0.80、0.81；预测RFS的2、3、5年AUC分别为0.83、0.78、0.81(图5A～F)。校准曲线显示模型预测概率与实际观察概率具有较好的一致性(图6A～F)。DCA曲线显示列线图在较宽的风险阈值范围内具有较好的临床净收益(图7A～F)。

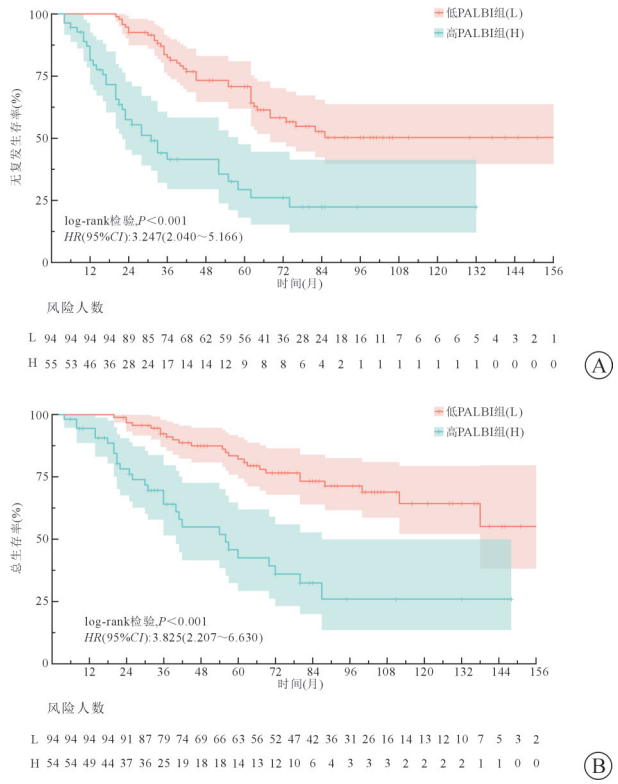
讨　论

近年来，PALBI在肝胆恶性肿瘤病人生存预后中预测价值研究主要集中在接受外科手术切除、免疫靶向治疗等病人群体中，而对接受消融的病人群体的关注较少，特别是对于接受微波消融术的原发

表 3　肝细胞癌病人 PALBI 水平与各二分类临床病理特征的相关性[$M(Q_1, Q_3)$]

变量	PALBI 水平	Z 值	P 值
性别		－0.396	0.692
男	－2.61（－2.90，－2.33）		
女	－2.60（－2.85，－2.35）		
HBV 感染		－3.194	0.001
无	－2.38（－2.56，－2.22）		
有	－2.62（－2.92，－2.36）		
Child-Pugh 分级		－3.917	＜0.001
A 级	－2.63（－2.92，－2.44）		
B 级	－2.36（－2.63，－2.02）		
肝硬化		－1.298	0.194
无	－2.64（－2.93，－2.47）		
有	－2.60（－2.87，－2.28）		
门脉高压症		－2.985	0.003
无	－2.69（－2.92，－2.55）		
有	－2.54（－2.83，－2.26）		
肿瘤数量		－2.753	0.006
单发	－2.63（－2.92，－2.39）		
多发	－2.45（－2.64，－2.26）		
CNLC		－0.761	0.446
Ⅰa 期	－2.61（－2.88，－2.35）		
Ⅰb 期	－2.53（－2.85，－2.30）		

注：HBV. 乙型肝炎病毒；CNLC. 中国肝癌分期；PALBI. 血小板-白蛋白-胆红素指数。



注：PALBI. 血小板-白蛋白-胆红素指数；*HR*. 风险比；*CI*. 置信区间。

图 1　低 PALBI 组与高 PALBI 组之间的 Kaplan-Meier 生存曲线　A. 无复发生存率；B. 总生存率

表 4　肝细胞癌病人总生存期单因素 Cox 回归分析

变量	*HR*（95％置信区间）	P 值
体重指数		
＜24 kg/m^2	1.00（Reference）	
≥24 kg/m^2	0.72（0.41～1.27）	0.261
性别		
男	1.00（Reference）	
女	1.07（0.59～1.92）	0.831
年龄		
＜60 岁	1.00（Reference）	
≥60 岁	2.17（1.26～3.74）	0.005
HBV 感染		
无	1.00（Reference）	
有	0.45（0.24～0.86）	0.016
Child-Pugh 分级		
A 级	1.00（Reference）	
B 级	1.13（0.62～2.06）	0.679
肝硬化		
无	1.00（Reference）	
有	2.76（1.18～6.49）	0.020
门脉高压		
无	1.00（Reference）	
有	1.89（1.01～3.55）	0.046
肿瘤数量		
单发	1.00（Reference）	
多发	2.44（1.40～4.27）	0.002
肿瘤长径		
≤5 cm	1.00（Reference）	
＞5 cm	3.13（1.71～5.75）	＜0.001
CNLC		
Ⅰa 期	1.00（Reference）	
Ⅰb 期	1.51（0.81～2.82）	0.199
甲胎蛋白		
≤20 μg/L	1.00（Reference）	
＞20 μg/L	2.53（1.39～4.60）	0.002
PALBI 分组		
低 PALBI 组	1.00（Reference）	
高 PALBI 组	3.82（2.21～6.63）	＜.001

注：HBV. 乙型肝炎病毒；CNLC. 中国肝癌分期；PALBI. 血小板-白蛋白-胆红素指数；β. 回归系数；*SE*. 标准误；*HR*. 风险比。

性 HCC 病人，目前还尚未见有报道。本研究创新性地在接受微波消融的原发性 HCC 病人群体中对 PALBI 的预后预测作用进行了分析，并阐述了 PALBI 与各临床病理特征之间可能的相关性。本研究揭示了 PALBI 与早期 HCC 病人的甲胎蛋白水平、肿瘤长径、HBV 感染、肝硬化、门静脉高压、肿瘤分化程度、肿瘤的 CNLC 等临床病理特征之间可能的关联，发现 PALBI 是原发性 HCC 病人微波消融术后 RFS、OS 的独立预测因子，具有良好的预测作用，并为未来对 PALBI 在 HCC 病人中的进一步研究提供了一定方向。

表5　肝细胞癌病人无复发生存期单因素Cox回归分析

变量	*HR*（95%置信区间）	*P*值
体重指数		
＜24 kg/m²	1.00（Reference）	
≥24 kg/m²	1.19（0.75～1.88）	0.469
性别		
男	1.00（Reference）	
女	0.61（0.35～1.07）	0.085
年龄		
＜60岁	1.00（Reference）	
≥60岁	1.28（0.81～2.03）	0.292
HBV感染		
无	1.00（Reference）	
有	0.56（0.32～0.99）	0.049
Child-Pugh分级		
A级	1.00（Reference）	
B级	1.37（0.83～2.26）	0.213
肝硬化		
无	1.00（Reference）	
有	2.73（1.35～5.52）	0.005
门脉高压		
无	1.00（Reference）	
有	1.18（0.73～1.90）	0.501
肿瘤数量		
单发	1.00（Reference）	
多发	2.03（1.24～3.32）	0.005
肿瘤长径		
≤5 cm	1.00（Reference）	
＞5 cm	2.54（1.56～4.15）	＜0.001
CNLC		
Ⅰa期	1.00（Reference）	
Ⅰb期	1.16（0.66～2.04）	0.613
甲胎蛋白		
≤20 μg/L	1.00（Reference）	
＞20 μg/L	1.56（0.98～2.49）	0.060
PALBI分组		
低PALBI组	1.00（Reference）	
高PALBI组	3.25（2.04～5.17）	＜0.001

注：HBV. 乙型肝炎病毒；CNLC. 中国肝癌分期；PALBI. 血小板-白蛋白-胆红素指数；*β*. 回归系数；*SE*. 标准误；*HR*. 风险比。

本研究通过ROC曲线确定了PALBI在微波消融病人中预测生存结局的最佳截断值为－2.469。多因素Cox回归分析在控制了性别、年龄、肿瘤大小、数量等潜在混杂因素后，仍确认PALBI分组是OS和RFS的独立预测因子。这一发现与PALBI在肝切除、TACE等治疗模式中的研究结论高度一致[15-16]，并将其有效性和适用性稳健地拓展至微波消融治疗领域。这表明，无论采取何种以根治为目的的局部治疗手段，由PALBI量化的肝功能基础状态都是决定病人远期结局的核心要素。

本研究发现，PALBI水平与多项临床病理特征存在显著关联。高PALBI组病人表现出更大的肿瘤长径和更高的AFP水平[17-18]。AFP升高通常与肿瘤细胞增殖活跃、分化程度差、血管侵犯风险增加等更具侵袭性的生物学表型相关[19-21]。肿瘤长径是TNM分期和治疗决策的基础，更大长径的肿瘤

表6　影响肝细胞癌病人总生存期的多因素Cox回归分析

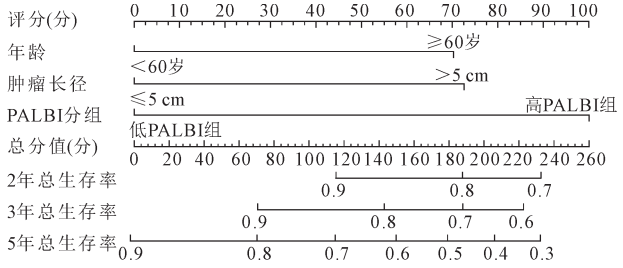
变量	*β*值	*SE*值	*Z*值	*P*值	*HR*（95% *CI*）
年龄					
＜60岁					1.00（Reference）
≥60岁	0.74	0.29	2.59	0.010	2.10（1.20～3.68）
HBV感染					
无					1.00（Reference）
有	－0.45	0.36	－1.25	0.210	0.64（0.32～1.29）
肝硬化					
无					1.00（Reference）
有	0.90	0.46	1.94	0.053	2.45（0.99～6.09）
门脉高压					
则无					1.00（Reference）
有	－0.05	0.35	－0.16	0.876	0.95（0.48～1.88）
肿瘤数量					
单发					1.00（Reference）
多发	0.55	0.31	1.79	0.073	1.74（0.95～3.17）
肿瘤长径					
≤5 cm					1.00（Reference）
＞5 cm	0.68	0.34	1.97	0.049	1.97（1.01～3.86）
甲胎蛋白					
≤20 μg/L					1.00（Reference）
＞20 μg/L	0.03	0.39	0.07	0.946	1.03（0.48～2.19）
PALBI分组					
低PALBI组					1.00（Reference）
高PALBI组	0.83	0.37	2.21	0.027	2.29（1.10～4.76）

注：HBV. 乙型肝炎病毒；PALBI. 血小板-白蛋白-胆红素指数；*β*. 回归系数；*SE*. 标准误；*HR*. 风险比；*CI*. 置信区间。

表7　肝细胞癌病人无复发生存期的多因素Cox回归分析

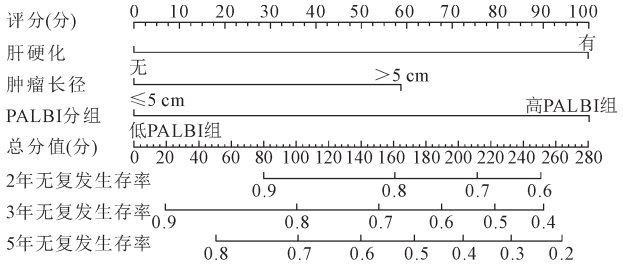
变量	*β*值	*SE*值	*Z*值	*HR*（95% *CI*）	*P*值
HBV感染					
无				1.00（Reference）	
有	－0.36	0.30	－1.20	0.69（0.38～1.26）	0.231
肝硬化					
无				1.00（Reference）	
有	0.88	0.36	2.42	2.42（1.18～4.93）	0.015
肿瘤数量					
单发				1.00（Reference）	
多发	0.39	0.26	1.49	1.48（0.89～2.46）	0.135
肿瘤长径					
≤5 cm				1.00（Reference）	
＞5 cm	0.54	0.27	1.99	1.72（1.01～2.93）	0.046
PALBI分组					
低PALBI组				1.00（Reference）	
高PALBI组	0.79	0.27	2.92	2.20（1.30～3.73）	0.004

注：HBV. 乙型肝炎病毒；PALBI. 血小板-白蛋白-胆红素指数；*β*. 回归系数；*SE*. 标准误；*HR*. 风险比；*CI*. 置信区间。



注：PALBI. 血小板-白蛋白-胆红素指数；低PALBI组. PALBI≤－2.469；高PALBI组. PALBI>－2.469。

图2　预测肝细胞癌病人2、3、5年总生存率的列线图



注：PALBI. 血小板-白蛋白-胆红素指数；低PALBI组. PALBI≤－2.469；高PALBI组. PALBI>－2.469。

图3　预测肝细胞癌病人2、3、5年无复发生存率的列线图

意味着更高的局部复发风险[6,22]。PALBI与这两项指标的强正相关提示，PALBI升高可能间接反映了肿瘤本身更具侵袭性的本质[21,23]。此外，高PALBI组中合并HBV感染、Child-Pugh B级及门脉高压的病人比例更高，这一发现符合慢性肝病进展的病理

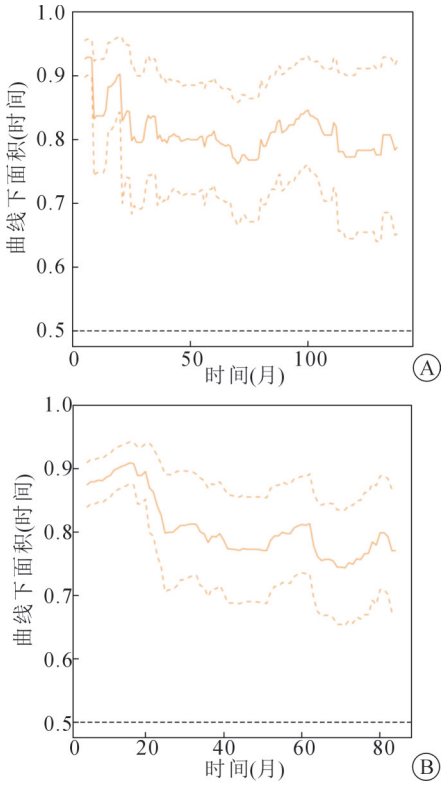


图4　肝细胞癌病人总生存期、无复发生存期一致性指数（图中2条橙色虚线表示95%置信区间）　A. 总生存期；B. 无复发生存期

生理逻辑，表明PALBI本质上是反映慢性肝病严重程度的综合量化指标[22,24-25]。

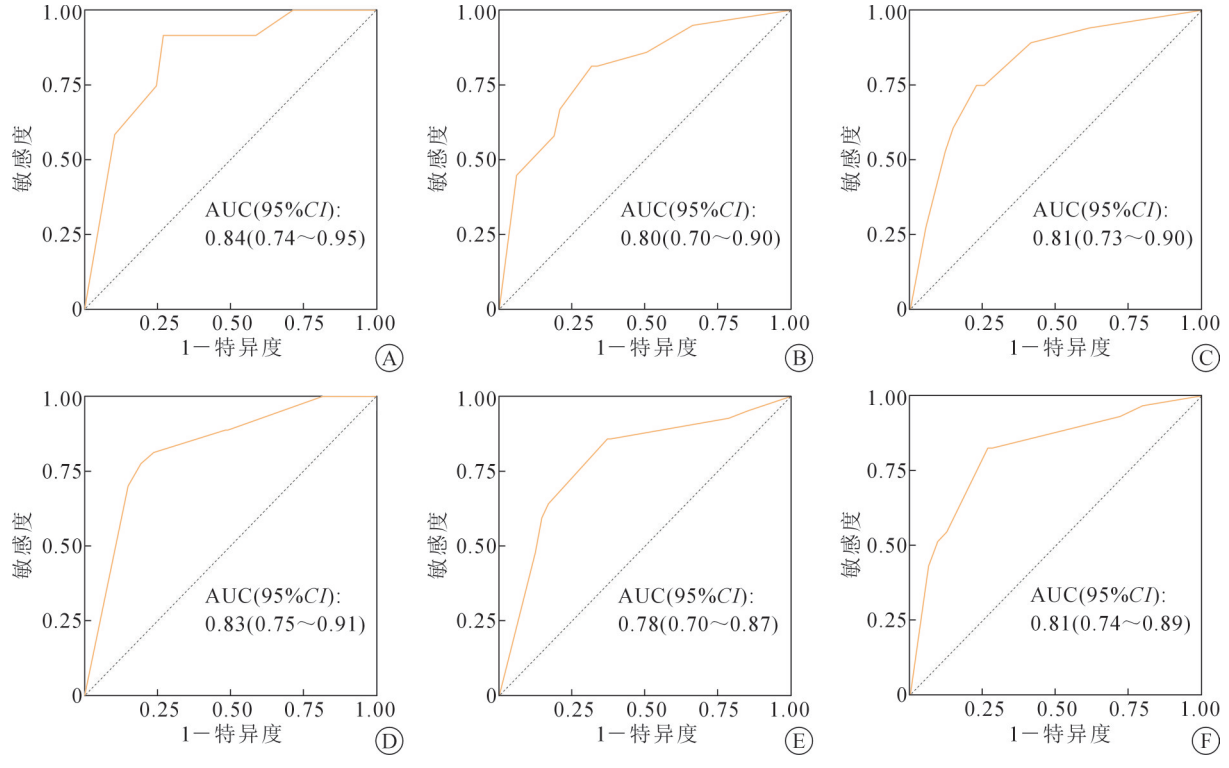


图5　预测肝细胞癌病人总生存率、无复发生存率的受试者工作特征（ROC）曲线（AUC. 曲线下面积；*CI*. 置信区间）　A～C分别为预测2、3、5年总生存率所对应的ROC曲线；D～F分别为预测2、3、5年无复发生存率所对应的ROC曲线

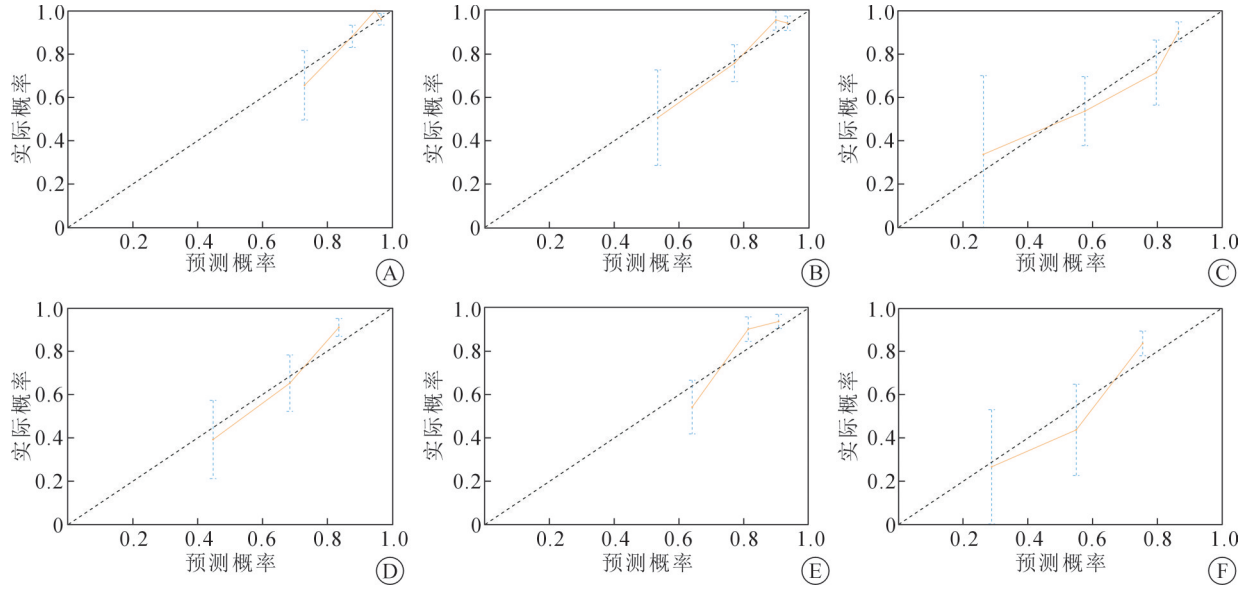


图6　预测肝细胞癌病人总生存率、无复发生存率的校准曲线　A～C 分别为预测 2、3、5 年总生存率的校准曲线；D～F 分别为预测 2、3、5 年无复发生存率的校准曲线

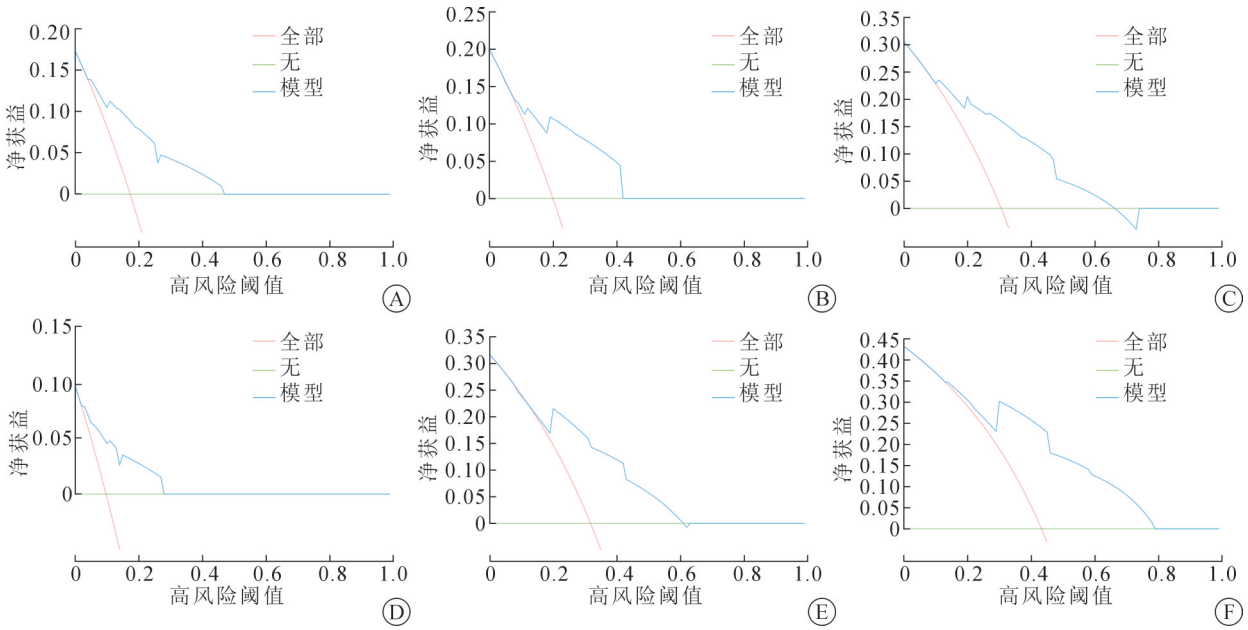


图7　预测肝细胞癌病人总生存率和无复发生存率的决策曲线分析（DCA）　A～C 分别为预测 2、3、5 年总生存率的 DCA 曲线；D～F 分别为预测 2、3、5 年无复发生存率的 DCA 曲线

本研究构建的列线图预测模型在内部验证中表现出良好的区分度和校准度，预测 OS 和 RFS 的 2、3、5 年 AUC 均超过 0.78，DCA 曲线显示其具有较好的临床净收益。这表明该模型能够为微波消融术后病人的个体化风险分层提供有价值的决策辅助工具。本研究也存在一定局限性。首先，单中心回顾性设计可能存在选择偏倚。其次，样本量相对有限，且所有病人均来自同一医疗中心，限制了研究结果的外推性。第三，本研究确定的 PALBI 截断值尚未经过外部独立队列验证，未来需要多中心研究进一步验证。此外，本研究构建的预测模型仅在原始数据集上进行了内部评估，缺乏外部验证。

本研究表明，在接受根治性微波消融治疗的早期 HCC 病人中，术前 PALBI 是一个强有力的独立预后预测因子。基于 PALBI 等关键因素构建的列线图预测模型，初步显示出良好的预测效能和临床实用性，为微波消融术后病人的个体化风险分层和精细化临床管理提供了有价值的决策辅助工具。

利益冲突　所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

[1] Patel KR, Menon H, Patel RR, et al. Locoregional therapies for hepatocellular carcinoma: a systematic review and meta-analysis [J]. JAMA Netw Open, 2024, 7(11): e2447995. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2024.47995.

[2] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71(3): 209-249. DOI: 10.3322/caac.21660.

[3] Singal AG, Llovet JM, Yarchoan M, et al. AASLD Practice Guidance on prevention, diagnosis, and treatment of hepatocellular carcinoma[J]. Hepatology, 2023, 78(6): 1922-1965. DOI: 10.1097/hep.0000000000000466.

[4] 陈怡,施荣杰,张凤莲,等. PALBI评分在肝癌患者中的临床应用现状[J]. 胃肠病学和肝病学杂志,2022,31(12):1342-1345,1352. DOI:10.3969/j.issn.1006-5709.2022.12.005.

[5] Craig AJ, von Felden J, Garcia-Lezana T, et al. Tumour evolution in hepatocellular carcinoma[J]. Nat Rev Gastroenterol Hepatol, 2020, 17(3): 139-152. DOI: 10.1038/s41575-019-0229-4.

[6] Shindoh J, Kobayashi Y, Kawamura Y, et al. Microvascular invasion and a size cutoff value of 2 cm predict long-term oncological outcome in multiple hepatocellular carcinoma: reappraisal of the American joint committee on cancer staging system and validation using the surveillance, epidemiology, and end-results database[J]. Liver Cancer, 2020, 9(2): 156-166. DOI: 10.1159/000504193.

[7] European Association for the Study of the Liver. EASL Clinical Practice Guidelines on the management of hepatocellular carcinoma[J]. J Hepatol, 2025, 82(2): 315-374. DOI: 10.1016/j.jhep.2024.08.028.

[8] Luo HM, Zhao SZ, Li C, et al. Preoperative platelet-albumin-bilirubin grades predict the prognosis of patients with hepatitis B virus-related hepatocellular carcinoma after liver resection: a retrospective study[J]. Medicine, 2018, 97(12): e0226. DOI: 10.1097/MD.0000000000010226.

[9] Wu BQ, Hu XS, Jin H, et al. Albumin-bilirubin and platelet-albumin-bilirubin grades for hepatitis B-associated hepatocellular carcinoma in Child-Pugh A patients treated with radical surgery: a retrospective observational study[J]. Medicine, 2019, 98(43): e17394. DOI: 10.1097/MD.0000000000017394.

[10] Liu PH, Hsu CY, Hsia CY, et al. ALBI and PALBI grade predict survival for HCC across treatment modalities and BCLC stages in the MELD Era[J]. J Gastroenterol Hepatol, 2017, 32(4): 879-886. DOI: 10.1111/jgh.13608.

[11] Johnson PJ, 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): 550-558. DOI: 10.1200/JCO.2014.57.9151.

[12] Ogasawara S, Chiba T, Ooka Y, et al. Liver function assessment according to the Albumin-Bilirubin (ALBI) grade in sorafenib-treated patients with advanced hepatocellular carcinoma[J]. Invest New Drugs, 2015, 33(6): 1257-1262. DOI: 10.1007/s10637-015-0292-9.

[13] Wang ZX, Peng W, Zhang XY, et al. Prognostic significance of postoperative change of PALBI grade for patients with hepatocellular carcinoma after hepatectomy[J]. Medicine, 2021, 100(11): e24476. DOI: 10.1097/MD.0000000000024476.

[14] Hansmann J, Evers MJ, Bui JT, et al. Albumin-bilirubin and platelet-albumin-bilirubin grades accurately predict overall survival in high-risk patients undergoing conventional transarterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma[J]. J Vasc Interv Radiol, 2017, 28(9): 1224-1231. e2. DOI: 10.1016/j.jvir.2017.05.020.

[15] Ni JY, Fang ZT, An C, et al. Comparison of albumin-bilirubin grade, platelet-albumin-bilirubin grade and Child-Turcotte-Pugh class for prediction of survival in patients with large hepatocellular carcinoma after transarterial chemoembolization combined with microwave ablation[J]. Int J Hyperthermia, 2019, 36(1): 841-853. DOI: 10.1080/02656736.2019.1646927.

[16] Ho SY, Liu PH, Hsu CY, et al. Prognostic performance of ten liver function models in patients with hepatocellular carcinoma undergoing radiofrequency ablation[J]. Sci Rep, 2018, 8(1): 843. DOI: 10.1038/s41598-018-19251-y.

[17] Jaruvongvanich V, Sempokuya T, Wong L. Is there an optimal staging system or liver reserve model that can predict outcome in hepatocellular carcinoma?[J]. J Gastrointest Oncol, 2018, 9(4): 750-761. DOI: 10.21037/jgo.2018.05.11.

[18] Pinato DJ, Kaneko T, Saeed A, et al. Immunotherapy in hepatocellular cancer patients with mild to severe liver dysfunction: adjunctive role of the ALBI grade[J]. Cancers, 2020, 12(7): 1862. DOI: 10.3390/cancers12071862.

[19] Oikonomou T, Goulis L, Doumtsis P, et al. ALBI and PALBI grades are associated with the outcome of patients with stable decompensated cirrhosis[J]. Ann Hepatol, 2019, 18(1): 126-136. DOI: 10.5604/01.3001.0012.7904.

[20] Lee SK, Song MJ, Kim SH, et al. Comparing various scoring system for predicting overall survival according to treatment modalities in hepatocellular carcinoma focused on Platelet-albumin-bilirubin (PALBI) and albumin-bilirubin (ALBI) grade: a nationwide cohort study[J]. PLoS One, 2019, 14(5): e0216173. DOI: 10.1371/journal.pone.0216173.

[21] Chedid MF, Picon RV, Chedid AD. ALBI and PALBI: novel scores for outcome prediction of cirrhotic outpatients awaiting liver transplantation[J]. Ann Hepatol, 2018, 17(6): 906-907. DOI: 10.5604/01.3001.0012.7190.

[22] Llovet JM, Villanueva A, Marrero JA, et al. Trial design and endpoints in hepatocellular carcinoma: AASLD consensus conference[J]. Hepatology, 2021, 73(S1): 158-191. DOI: 10.1002/hep.31327.

[23] Scheiner B, Pomej K, Kirstein MM, et al. Prognosis of patients with hepatocellular carcinoma treated with immunotherapy-development and validation of the CRAFITY score[J]. J Hepatol, 2022, 76(2): 353-363. DOI: 10.1016/j.jhep.2021.09.035.

[24] Llovet JM, Pinyol R, Kelley RK, et al. Molecular pathogenesis and systemic therapies for hepatocellular carcinoma[J]. Nat Cancer, 2022, 3(4): 386-401. DOI: 10.1038/s43018-022-00357-2.

[25] Merli M, Berzigotti A, Zelber-Sagi S, et al. EASL Clinical Practice Guidelines on nutrition in chronic liver disease[J]. J Hepatol, 2019, 70(1): 172-193. DOI: 10.1016/j.jhep.2018.06.024.

（收稿日期：2026-03-23）