doi:10.11659/jjssx.10E024081

·临床研究·

# 腹腔镜解剖性肝切除术后肝再生的影响因素及其与预后的关系

毕京鹏[1],常青青[2],张建国[3] (1.山东第一医科大学附属人民医院肝胆血管外科,山东 济南 271100;2.山东第一医科大学附属人民医院内分泌代谢病科,山东 济南 271100;3.火箭军特色医学中心肝胆外科,北京 100088)

[摘 要] **目的** 分析影响腹腔镜解剖性肝切除术(LALR)后肝再生的危险因素,并探究术后肝再生能力与患者预后的关系。**方法** 回顾性分析2021年1月至2023年12月山东第一医科大学附属人民医院收治的156例接受LALR治疗的肝癌患者临床资料。根据CT检查进行肝三维重建及模拟切除,计算术后肝再生率。以术后1个月中位肝再生率为基准,将患者分为高再生组和低再生组,单因素及多因素分析影响术后肝再生的危险因素;采用*Kaplan-Meier*生存曲线分析术后肝再生能力与患者无瘤生存率及总生存率的关系。**结果** 术后1周再生后肝体积(FRLV)与术后残肝体积(RLV)比较,差异有统计学意义($P<0.05$);术后1个月和3个月肝再生率明显高于术后1周($P<0.05$);术后1周肝体积净增长率明显高于术后1个月和3个月($P<0.05$)。术后1个月中位肝再生率为27.81%。单因素分析显示,性别、年龄、饮酒史、合并肝硬化、术前预测RLV、术前预测标准残肝体积(SRLV)及术后血小板计数(PLT)与术后肝再生相关($P<0.05$);多因素分析显示,合并肝硬化、高术前预测RLV及SRLV是影响术后肝再生的独立危险因素($P<0.05$)。术后随访显示,高再生组患者累计无瘤生存率低于低再生组(61.20% *vs.* 75.28%,*Log-rank* $\chi^2=3.577$,$P=0.043$),2组患者累计总生存率比较差异无统计学意义(74.63% *vs.* 80.89%,*Log-rank* $\chi^2=1.024$,$P=0.312$)。**结论** 对于接受LALR的肝癌患者,并发肝硬化、高术前预测RLV及SRLV是影响术后早期肝再生的独立危险因素,且患者术后肝再生能力越高,无瘤生存率越低。

[关键词] 腹腔镜解剖性肝切除术;肝癌;肝再生;危险因素;预后
[中图分类号] R734.2 [文献标志码] A [收稿日期] 2024-10-22

## Influencing factors of liver regeneration after laparoscopic anatomic liver resection and its relationship with prognosis

BI Jing-peng[1], CHANG Qing-qing[2], ZHANG Jian-guo[3] (1. Department of Hepatobiliary and Vascular Surgery, People's Hospital Affiliated to Shandong First Medical University, Jinan Shandong 271100, China; 2. Department of Endocrinology and Metabolic Diseases, People's Hospital Affiliated to Shandong First Medical University, Jinan Shandong 271100, China; 3. Department of Hepatobiliary Surgery, Rocket Force Characteristic Medical Center, Beijing 100088, China)

**Abstract: Objective** To analyze the risk factors affecting liver regeneration after laparoscopic anatomic liver resection (LALR), and to explore the relationship between postoperative liver regeneration and the prognosis of patients. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 156 patients with liver cancer who underwent LALR treatment at the People's Hospital Affiliated to Shandong First Medical University from January 2021 to December 2023. Three-dimensional liver reconstruction and simulated resection were performed based on CT examination, and the postoperative liver regeneration rate was calculated. The patients were divided into the high regeneration group and the low regeneration group based on the median liver regeneration rate 1 month after surgery, and the univariate and multivariate analyses were performed to analyze the risk factors affecting postoperative liver regeneration. The relationships between postoperative liver regeneration capacity and tumor-free survival rate and overall survival rate of patients were analyzed using the *Kaplan-Meier* survival curve. **Results** Significant difference was observed between the future remnant liver volume (FRLV) 1 week after operation and the remnant liver volume (RLV) after operation ($P<0.05$). The liver regeneration rates 1 month and 3 months after operation were significantly higher than that 1 week after operation ($P<0.05$). The net growth rate of liver volume 1 week after operation was significantly higher than that 1 month and 3 months after operation ($P<0.05$). The median liver regeneration rate 1 month after operation was 27.81%. Univariate analysis showed that gender, age, drinking history, combined with liver cirrhosis, preoperative predictional RLV, preoperative predictional standard residual liver volume (SRLV), and postoperative platelet count (PLT) were closely related to liver regeneration after operation ($P<0.05$). Multivariate analysis showed that combined with liver cirrhosis, and high preoperative predictional RLV and SRLV were the independent factors affecting liver regeneration after operation ($P<0.05$). The postoperative follow-up showed that the cumulative tumor-free survival rate of the high regeneration group was lower than that of the low regeneration group (61.20% *vs.* 75.28%, *Log-rank* $\chi^2=3.577$, $P=0.043$), and there was no statistically significant difference in the cumulative overall survival rate between the two groups (74.63%

[通信作者] 张建国,E-mail:zjg_1981@sina.com

*vs*. 80.89%, *Log-rank* $\chi^2$=1.024, *P*=0.312). **Conclusion** For patients with liver cancer undergoing LALR, combined with liver cirrhosis, and high preoperative predictional RLV and SRLV are the independent risk factors influencing early postoperative liver regeneration. Moreover, the higher the patients′ postoperative liver regeneration capacity, the lower the tumor-free survival rate.

**Keywords:** laparoscopic anatomic liver resection; liver cancer; liver regeneration; risk factors; prognosis

正常情况下,肝具有强大的再生功能,当手术、肝硬化、炎症等诱发肝损伤时,各种反馈信号刺激肝细胞增殖,残肝细胞由静止状态转为快速生长状态,促使受损肝细胞再生,启动肝再生过程,以维持肝功能的正常运转[1-2]。肝切除术后足够的残肝体积(remnant liver volume,RLV)和肝再生能力对恢复肝功能有重要意义,当术后RLV不足时,易发生肝功能衰竭,这是造成患者术后死亡的原因之一[3-4]。良好的肝再生能力是减少肝切除术后肝功能衰竭发生及保证肝功能恢复的关键。虽然既往对于肝再生的研究并不少,但大多是基于动物肝切除模型,缺乏相关的临床证据,并且目前临床对肝再生的研究由于肝体积评估方法的不同及临床混杂因素偏倚较大,导致术后肝再生影响因素结果差异较大。精准评估肝切除术后肝再生情况,分析可能的危险因素具有重要意义。此外,有观点认为,手术虽然切除了临床可见病灶,但体内仍存在处于休眠状态的微癌灶,术后肝再生过程可能会改变肿瘤微环境,激活休眠的微肿瘤,导致肿瘤复发,这提示肝再生并非单纯的肝功能修复过程,其与肿瘤复发的风险可能存在复杂交互作用,故在关注肝再生对肝功能恢复作用的同时,需重视其对肿瘤复发的潜在影响[5]。肝再生率是临床评价肝切除术后残肝再生能力的重要指标,所以本研究利用CT三维可视化重建技术,通过计算腹腔镜解剖性肝切除术(laparoscopic anatomic liver resection,LALR)后肝再生率,基于术前、术中及术后因素全面分析影响LALR后肝再生的危险因素,并观察肝再生率与患者预后的关系,以期为术前制定精准手术方案及提高患者术后生存质量提供相关参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

选取2021年1月至2023年12月山东第一医科大学附属人民医院收治的156例接受LALR治疗的肝癌患者,对其临床资料进行回顾性分析,其中男94例、女62例,年龄(57.93±5.42)岁,体质量指数(body mass index,BMI)为(23.22±2.57)kg/m$^2$。纳入标准:①术后病理明确为原发性肝癌;②接受LALR治疗;③术前吲哚菁绿试验15 min滞留率为0~10%;④术前肝功能Child-Pugh分级为A或B级;⑤术前行增强CT扫描,能够实现肝三维重建、模拟手术及肝体积测量,术后行腹部CT复查;⑥围术期未使用抗凝药物、升血小板药物,未进行血小板输注;⑦临床资料完整。排除标准:①中转开腹或行姑息手术;②多发肿瘤,且肿瘤位于多个肝区段;③接受过门静脉栓塞术、肝动脉插管化疗栓塞术或其他治疗;④合并肺、肾等其他器官肿瘤。本研究经山东第一医科大学附属人民医院伦理委员会审核批准(批准号:LALR-20240415),患者及家属均对手术方案知情同意。

### 1.2 LALR

根据肿瘤具体部位,指导患者采取相应体位,全身麻醉下选择5孔法进行手术,建立气腹,置入Trocar。常规探查腹腔,解剖第一肝门,根据手术类型选择性断开肝周韧带,解剖第二肝门,游离肝周;结合术中超声,确定拟切除的肝段、肝叶,电凝标记拟切除肝段、肝叶所在Glisson鞘肝表面位置;超声刀联合电凝切开肝组织,暴露目标肝段、肝叶,用Hemolock夹夹闭后予以离断,根据缺血边界用电凝钩于肝表面标记切线;吲哚菁绿荧光显影下离断肝实质,根据肝断面出血情况选择性行第一肝门阻断,取出标本,常规检查创面,留置引流管,术毕。

### 1.3 肝三维重建及体积测量

医学影像管理系统中导出术前与术后腹腔CT图像,数据导入计算机辅助手术系统进行肝、肿瘤、血管的三维重建。应用手术系统与三维重建系统明确肝总体积(total liver volume,TLV)、切除肝体积、RLV及再生后肝体积(future remnant liver volume,FRLV),计算肝再生体积、肝再生率、肝体积净增长率、体表面积(body surface area,BSA)与标准残肝体积(standard remnant liver volume,SRLV)。肝再生体积=FRLV−RLV;肝再生率=(FRLV−RLV)/RLV×100%;肝体积净增长率=($FRLV_{1个月/3个月}$−$FRLV_{1周/1个月}$)/$FRLV_{1周/1个月}$×100%,其中$FRLV_{1个月/3个月}$为术后1~3个月的FRLV,$FRLV_{1周/1个月}$为术后1周至术后1个月的FRLV;BSA(m$^2$)=0.006 1×身高(cm)+0.012 8×体质量(kg)−0.152 9;SRLV=RLV/BSA。

### 1.4 观察指标

收集患者性别、年龄、BMI、肿瘤直径、饮酒史、

是否合并肝硬化、是否合并乙肝、肝功能Child-Pugh分级、乙型肝炎病毒脱氧核糖核酸(hepatitis B virus deoxyribonucleic acid,HBV-DNA)等临床资料,手术方式、手术时间、术中出血量、肝门阻断总时间、肝门阻断次数、是否术中输血等手术指标,术前预测RLV、SRLV等肝再生指标,术前及术后谷丙转氨酶(alanine aminotransferase,ALT)、谷草转氨酶(aspartate aminotransferase,AST)、白蛋白(albumin,ALB)、总胆红素(total bilirubin,TBIL)、血小板计数(platelet count,PLT)等实验室指标,以及术后肝衰竭情况等资料。术后通过电话或门诊复查的形式对患者进行随访,随访时间截至2024年5月,统计患者无瘤生存率及总生存率。

### 1.5 统计学方法

应用SPSS 27.0统计学软件分析数据,计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,2组间比较采用独立样本$t$检验,多组间比较采用方差分析;计数资料以频数表示,组间比较行$\chi^2$检验。采用多因素*Logistic*回归模型分析影响术后肝再生的危险因素;采用*Kaplan-Meier*生存曲线分析肝再生与患者预后的关系。$P$<0.05表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 术后肝再生情况

入组患者术后RLV为(785.54±69.23)mL,与术后1周FRLV比较,差异有统计学意义($P$<0.05);术后1个月和3个月肝再生率明显高于术后1周($P$<0.05);术后不同时间点FRLV、肝再生体积比较,差异均无统计学意义($P$>0.05);术后1周肝体积净增长率明显高于术后1个月和3个月,术后1个月肝体积净增长率明显高于术后3个月($P$<0.05),见表1。

**表1 术后不同时间点肝再生情况($\bar{x}\pm s$,$n$=156)**

| 时间 | FRLV(mL) | 肝再生体积(mL) | 肝再生率(%) | 肝体积净增长率(%) |
|---|---|---|---|---|
| 术后1周 | 937.17±104.26 | 151.63±13.85 | 19.30±3.35 | 19.30±3.35 |
| 术后1个月 | 1 013.48±186.60 | 227.94±19.73 | 29.02±4.12* | 8.14±1.76* |
| 术后3个月 | 1 029.34±202.17 | 243.80±22.42 | 31.04±4.20* | 1.57±0.42*# |
| $F$ | 2.758 | 2.639 | 4.255 | 5.795 |
| $P$ | 0.065 | 0.073 | 0.016 | 0.004 |

*:与术后1周相比,$P$<0.05;#:与术后1个月相比,$P$<0.05

### 2.2 临床特征及术前因素对肝再生的影响

以术后1个月中位肝再生率(27.81%)为基准,将入组患者分为低再生组(89例)和高再生组(67例)。2组患者性别、年龄、饮酒史、合并肝硬化、术前预测RLV及术前预测SRLV比较,差异均有统计学意义($P$<0.05),2组患者BMI、肿瘤直径、合并乙肝、肝功能Child-Pugh分级、HBV-DNA、术前ALT、术前AST、术前ALB、术前TBIL、术前PLT比较,差异均无统计学意义($P$>0.05),见表2。

### 2.3 术中、术后因素对肝再生的影响

2组患者手术时间、术中出血量、肝门阻断总时间、肝门阻断次数、是否术中输血、手术方式、是否术后肝衰竭、术后ALT、术后AST、术后ALB、术后TBIL比较,差异无统计学意义($P$>0.05);2组患者术后PLT比较,差异有统计学意义($P$<0.05),见表3。

### 2.4 肝再生多因素*Logistic*回归分析

以患者肝再生情况为因变量(赋值:0=肝再生率>27.81%,1=肝再生率≤27.81%),以合并肝硬化(赋值:0=未合并肝硬化,1=合并肝硬化)、饮酒史(赋值:0=无饮酒史,1=有饮酒史)、性别(赋值:0=女,1=男)、术后PLT(赋值:0=术后PLT≤125×10$^9$/L,1=术后PLT>125×10$^9$/L)、术前预测RLV、术前预测SRLV、年龄为自变量进行*Logistic*回归分析,结果显示,合并肝硬化、高术前预测RLV、高术前预测SRLV是影响LALR后肝再生的独立危险因素($P$<0.05),见表4。

### 2.5 预后情况

所有患者均获得随访,随访时间5~40个月,中位随访时间25个月。高再生组患者术后中位复发时间为19个月,低再生组患者术后中位复发时间为25个月。*Kaplan-Meier*生存曲线显示,高再生组患者累计无瘤生存率明显低于低再生组(61.20% *vs.* 75.28%,*Log-rank* $\chi^2$=3.577,$P$=0.043);2组患者累计总生存率比较差异无统计学意义(74.63% *vs.* 80.89%,*Log-rank* $\chi^2$=1.024,$P$=0.312),见图1。

## 3 讨论

正常状态下,成人肝细胞多处于静息状态,当受到感染、创伤或其他刺激时,肝会启动调控,展现出强大的再生与代偿能力,恢复肝体积与功能,以维持人体正常生理机能[4]。LALR后因为RLV过小,肝功能减退,难以满足患者机体需求,易导致术后发生肝功能衰竭,影响患者机体恢复,严重时可造成患者死亡[6]。

**表2 临床特征及术前因素与肝再生的关系**

| 项目 | | 低再生组（$n$=89） | 高再生组（$n$=67） | $\chi^2/t$ | $P$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 性别（例） | 男 | 60 | 34 | 4.435 | 0.035 |
| | 女 | 29 | 33 | | |
| 年龄（岁） | | 58.73±5.51 | 56.87±5.37 | 2.110 | 0.036 |
| BMI（kg/m$^2$） | | 23.13±2.49 | 23.34±2.53 | 0.518 | 0.605 |
| 肿瘤直径（cm） | | 3.74±1.26 | 4.04±1.03 | 1.589 | 0.114 |
| 饮酒史（例） | 有 | 58 | 32 | 4.745 | 0.029 |
| | 无 | 31 | 35 | | |
| 合并肝硬化（例） | 是 | 67 | 36 | 7.913 | 0.004 |
| | 否 | 22 | 31 | | |
| 合并乙肝（例） | 是 | 69 | 49 | 0.400 | 0.526 |
| | 否 | 20 | 18 | | |
| 肝功能Child-Pugh分级（例） | A级 | 76 | 57 | 0.003 | 0.955 |
| | B级 | 13 | 10 | | |
| HBV-DNA（例） | ≤$10^6$ U/L | 66 | 56 | 1.992 | 0.158 |
| | >$10^6$ U/L | 23 | 11 | | |
| 术前ALT（例） | ≤40 μmol/L | 47 | 37 | 0.089 | 0.764 |
| | >40 μmol/L | 42 | 30 | | |
| 术前AST（例） | ≤40 U/L | 45 | 36 | 0.154 | 0.695 |
| | >40 U/L | 44 | 31 | | |
| 术前ALB（例） | ≤35 g/L | 25 | 12 | 2.189 | 0.138 |
| | >35 g/L | 64 | 55 | | |
| 术前TBIL（例） | ≤22 μmol/L | 57 | 42 | 0.030 | 0.862 |
| | >22 μmol/L | 32 | 25 | | |
| 术前PLT（例） | ≤125×$10^9$/L | 15 | 10 | 0.106 | 0.745 |
| | >125×$10^9$/L | 74 | 57 | | |
| 术前预测RLV（mL） | | 843.65±75.35 | 708.37±66.49 | 11.667 | 0.000 |
| 术前预测SRLV（mL/m$^2$） | | 523.90±84.32 | 422.11±92.80 | 7.149 | 0.000 |

**表3 术中、术后因素与肝再生的关系**

| 项目 | | 低再生组（$n$=89） | 高再生组（$n$=67） | $\chi^2/t$ | $P$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 手术时间（min） | | 266.44±78.31 | 242.16±83.13 | 1.880 | 0.064 |
| 术中出血量（mL） | | 428.61±46.83 | 434.75±39.32 | 0.882 | 0.390 |
| 肝门阻断总时间（min） | | 31.54±9.62 | 32.45±10.53 | 0.579 | 0.577 |
| 肝门阻断次数（例） | ≤2次 | 78 | 59 | 0.006 | 0.936 |
| | ≥3次 | 11 | 8 | | |
| 术中输血（例） | 是 | 27 | 17 | 0.465 | 0.495 |
| | 否 | 62 | 50 | | |
| 手术方式（例） | 左半肝切除 | 28 | 24 | 0.327 | 0.567 |
| | 右半肝切除 | 61 | 43 | | |
| 术后肝衰竭（例） | 是 | 3 | 1 | 0.539 | 0.463 |
| | 否 | 86 | 66 | | |
| 术后ALT（例） | ≤40 μmol/L | 40 | 28 | 0.154 | 0.694 |
| | >40 μmol/L | 49 | 39 | | |
| 术后AST（例） | ≤40 U/L | 52 | 40 | 0.025 | 0.872 |
| | >40 U/L | 37 | 27 | | |
| 术后ALB（例） | ≤35 g/L | 31 | 20 | 0.431 | 0.512 |
| | >35 g/L | 58 | 47 | | |
| 术后TBIL（例） | ≤22 μmol/L | 52 | 36 | 0.343 | 0.558 |
| | >22 μmol/L | 37 | 31 | | |
| 术后PLT（例） | ≤125×$10^9$/L | 23 | 29 | 5.232 | 0.022 |
| | >125×$10^9$/L | 66 | 38 | | |

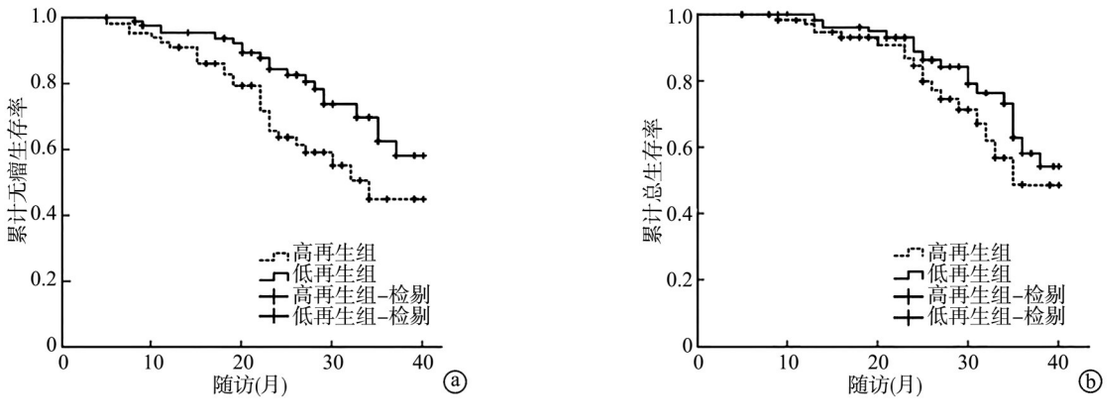
肝再生是确保术后肝功能恢复、减少术后肝功能失代偿以及术后肝功能衰竭发生的关键[7]。由于不同患者肝再生率具有一定差异，且肝再生过程受诸多因素影响，所以分析影响肝再生的危险因素对指导手术方案的制定及改善患者预后具有重要意义。

**表4 肝再生多因素*Logistic*回归分析**

| 因素 | $\beta$ | $S.E$ | $Wald$ | $P$ | $OR$（95%$CI$） |
|---|---|---|---|---|---|
| 合并肝硬化 | −0.695 | 0.325 | 4.557 | 0.033 | 0.500（0.264~0.943） |
| 术前预测RLV | −0.624 | 0.301 | 4.275 | 0.039 | 0.536（0.297~0.967） |
| 术前预测SRLV | −0.637 | 0.324 | 3.866 | 0.049 | 0.530（0.275~0.998） |
| 术后PLT | 0.614 | 0.418 | 2.154 | 0.142 | 1.848（0.814~4.193） |
| 饮酒史 | −0.588 | 0.463 | 1.617 | 0.204 | 0.556（0.224~1.377） |
| 年龄 | −0.559 | 0.377 | 2.197 | 0.138 | 0.572（0.273~1.197） |
| 性别 | 0.568 | 0.431 | 1.731 | 0.188 | 1.763（0.758~4.119） |

据报道，肝再生通常在肝切除术后6个月内进行，术后2周内肝再生速度较快，术后1~2个月时再生速度渐缓，此后再生速度缓慢趋于稳定[8-11]。本研究中术后1周时FRLV较RLV明显增加，肝体积净增长率最高，术后1~3个月时肝再生率逐渐稳定，与上述报道肝再生过程相一致。随后本研究以术后1个月中位肝再生率为基准进行分组，经多因素分析证实，合并肝硬化是影响LALR后肝再生的独立危险因素之一。这可能是由于肝硬化是由持续性肝损伤所引起，损伤的肝内过度积累细胞外基质蛋白，导致肝结构扭曲、再生结节与纤维性瘢痕形成，肝血流阻力增加，在肝切除后，肝静脉回流不畅及门静脉的过度灌注使得肝动脉灌注不足，肝供氧降低，进而导致肝再生能力下降[12]。此外，肝窦内皮细胞可为肝细胞的增殖提供关键的生长因子，而硬化的肝窦内皮细胞会发生毛细血管化，使肝细胞与肝窦间的物质交换受到阻碍，易导致肝细胞缺血、营养流失，不利于肝再生[13]。我国肝癌患者大多合并不同程度的肝硬化，术前已存在肝细胞功能受损，行肝切除术后肝细胞减少，剩余肝组织功能欠佳，机体正常生理功能下降[14]，故在术前应精准评估肝硬化患者的RLV和质量，尽可能预留足够的RLV，以避免术后发生肝再生不良及肝衰竭。

RLV也是影响肝再生能力的重要因素之一。研究报道，RLV不足20%可导致术后肝衰竭，影响患者生存[15]。当切除较大体积的肝时，为维持术后肝功能稳态，机体可激活代偿应答，分泌肝细胞生长因子、表皮生长因子等细胞因子，并通过JAK/STAT、PI3K/Akt等信号通路构成正负反馈调节网络，驱动残肝实质细胞增殖，促进残肝生长[16-17]。本研究结果也证实，高术前预测RLV及SRLV是术后肝再生的独立危险因素，在保证残肝可维持基本肝功能的安全范围内，RLV每减少1 mL，术后肝再生率增加0.536倍，通过将RLV标准化为SRLV，可消除身高、体质量等个体差异对肝体积评估的干扰，证实上述关联具有普适性。因此，




a:累计无瘤生存率;b:累计总生存率

**图1 2组患者术后累计无瘤生存率和总生存率对比**

术前应考虑患者肝硬化程度及RLV,精准制定手术方案,评估术后肝再生情况,保留足够安全肝体积以维持机体生理功能,降低术后肝衰竭风险。

本研究显示,性别、年龄、饮酒史、术后PLT与术后肝再生能力也存在一定联系,虽然上述因素不是影响肝再生的独立危险因素,但临床也应给予重视,采取个性化治疗方案。

本研究还发现,高再生组患者累计无瘤生存率明显低于低再生组,而2组患者累计总生存率差异无统计学意义。分析原因可能是肝切除术后,机体启动肝再生程序以代偿肝组织的缺失,但这一过程可能为肿瘤复发创造了潜在条件。多数肝癌的复发与微小转移灶的复燃有关,当肝切除后,体内原本处于休眠状态的微小转移灶被活化,肿瘤细胞增殖与衰亡速度的平衡状态被肝再生打破,进而增加了肿瘤复发或转移的风险[5]。但总生存率受多种因素(如后续治疗、肝功能储备等)的影响,肝再生介导的复发风险可能被其他预后因素所中和,进而导致2组患者总生存率无统计学差异。所以术后应密切观察,及时评估复发情况,早期给予干预策略,从而改善患者预后情况。

综上所述,合并肝硬化、高术前预测RLV及SRLV是影响LALR后早期肝再生的独立危险因素,肝再生能力越高术后复发风险越高,患者无瘤生存期越短。术前应考虑患者肝硬化程度,精准制定手术方案,尽可能保留足够的RLV以降低术后复发风险,提高患者生存率。但本研究为回顾性分析,缺乏前瞻性对照,肝再生指标的测量可能受主观因素影响,并且随访时间有限,未能进一步观察术后不同时期肝再生规律,肝再生与患者术后远期生存情况的关系还需进一步研究。

## [参考文献]


[1] Michalopoulos GK, Bhushan B. Liver regeneration: biological and pathological mechanisms and implications[J]. Nat Rev Gastroenterol Hepatol, 2021, 18(1): 40-55. doi: 10.1038/s41575-020-0342-4.

[2] Yagi S, Hirata M, Miyachi Y, et al. Liver regeneration after hepatectomy and partial liver transplantation[J]. Int J Mol Sci, 2020, 21(21): 8414. doi: 10.3390/ijms21218414.

[3] Zhang Y, Li B, He Q, et al. Comparison of liver regeneration between donors and recipients after adult right lobe living-donor liver transplantation[J]. Quant Imaging Med Surg, 2022, 12(6): 3184-3192. doi: 10.21037/qims-21-1077.

[4] Gadd VL, Aleksieva N, Forbes SJ. Epithelial plasticity during liver injury and regeneration[J]. Cell Stem Cell, 2020, 27(4): 557-573. doi: 10.1016/j.stem.2020.08.016.

[5] 韩俊峰,沈中阳,高 伟,等. 肝脏切除术后肝再生对肿瘤复发影响的实验研究[J]. 实用器官移植电子杂志, 2022, 10(5): 413-417. doi: 10.3969/j.issn.2095-5332.2022.05.007.

[6] Milana F, Famularo S, Diana M, et al. How much is enough? A surgical perspective on imaging modalities to estimate function and volume of the future liver remnant before hepatic resection[J]. Diagnostics (Basel), 2023, 13(17): 2726. doi: 10.3390/diagnostics13172726.

[7] Hora S, Wuestefeld T. Liver injury and regeneration: current understanding, new approaches, and future perspectives[J]. Cells, 2023, 12(17): 2129. doi: 10.3390/cells12172129.

[8] Ben-Moshe S, Veg T, Manco R, et al. The spatiotemporal program of zonal liver regeneration following acute injury[J]. Cell Stem Cell, 2022, 29(6): 973-989. e10. doi: 10.1016/j.stem.2022.04.008.

[9] 欧阳高雄,肖燕燕,任 远,等. 肝切除术后肝脏再生临床应用研究进展[J]. 医学综述, 2019, 25(2): 296-301. doi: 10.3969/j.issn.1006-2084.2019.02.017.

[10] Gong WF, Zhong JH, Lu Z, et al. Evaluation of liver regeneration and post-hepatectomy liver failure after hemihepatectomy in patients with hepatocellular carcinoma[J]. Biosci Rep, 2019, 39(8): BSR20190088. doi: 10.1042/BSR20190088.

[11] 保 梅,张嘉军,刘普文,等. 半肝切除术后早期肝再生的影响因素分析[J]. 精准医学杂志, 2022, 37(2): 126-130. doi: 10.13362/j.jpmed.202202007.