

001) and proliferation degree ( $P = 0.029$ ). The kinetic growth rate (KGR) showed no significant difference between the two groups ( $P = 0.675$ ). In the second-stage surgery, the ALPPS group exhibited longer operative time, higher blood loss, and increased complication rates. No significant differences were observed in overall survival or progression-free survival between the two groups ( $P > 0.05$ ). **Conclusions** CPLOD surgery has demonstrated liver proliferation capabilities comparable to those of the ALPPS technique in the treatment of patients with liver tumors and insufficient FLR. It has higher safety.

**[Key words]** Future liver remnant; Future liver remnant volume augmentation technique; Associating liver partition and portal vein ligation for staged hepatectomy; Hepatic malignant tumors

原发性或继发性肝脏恶性肿瘤的最佳治疗方法是边缘阴性的手术切除<sup>[1,2]</sup>。其中未来残余肝脏 (future liver remnant, FLR) 的体积和功能是决定治疗适应证和术后预后的关键因素之一。然而,对于一些复杂的肝脏疾病,广泛的肝脏切除可能导致 FLR 体积不足,从而可能引发危及生命的肝功能衰竭<sup>[3]</sup>。对于 FLR 不足的恶性肿瘤患者,可以采取带有治愈目的的预留肝脏扩增技术 (future liver remnant volume augmentation technique, FLR-VAT)<sup>[4]</sup>,使 FLR 快速增长以满足病灶根治性切除的肝脏体积要求,随着此类技术的发展,目前在临床中已扩大了外科手术候选人的范围。最初门静脉栓塞术 (portal vein embolization, PVE) 由于其微创性和安全性的特点,成为解决 FLR 不足的最常见方案,也是肝脏扩增技术发展的基石<sup>[5]</sup>。目前已经积累了大量的数据证明了其技术的安全性和有效性。然而,由于该技术存在 FLR 增生效率低以及肿瘤进展的潜在危险,有 10% ~ 30% 的患者在 PVE 后被迫放弃肝切除<sup>[6,7]</sup>。随后,各个中心开始尝试使用联合肝脏离断及门脉结扎的分次肝切除术 (associating liver partition and portal vein ligation for staged hepatectomy, ALPPS) 技术,以解决 PVE 的 FLR 增长速度过慢的局限性。尽管 ALPPS 带来了更快的 FLR 生长速度,但也产生了诸如胆漏、出血、感染和死亡率增加等并发症<sup>[8~10]</sup>。此外,ALPPS 出现了 FLR 的“质”和“量”不同步增长的现象<sup>[11~13]</sup>。Guiu 和 Le Roy 提出了肝静脉剥脱术 (liver venous deprivation, LVD) 实现了 FLR 的快速肥大<sup>[14]</sup>。该技术避免了 ALPPS 术后的风险,但面临着非靶区栓塞和脱落、移位导致的严重并发症<sup>[15]</sup>。此外,由于血管栓塞材料种类和技术入路的不同也会产生不同的 FLR 增生效果<sup>[15,16]</sup>。

由于目前三种主流的肝脏体积扩增技术存在的缺点,本团队在 2022 年开展了腹腔镜下 FLR-VAT 的初步探索,成功对一例患有胰腺神经内分泌

肿瘤伴肝脏多发转移的患者进行了 FLR 体积扩增和肿瘤根治性切除<sup>[17]</sup>。基于此,发展出了一种新 FLR-VAT,即联合门静脉结扎和肝脏流出道剥夺术 (combined portal vein ligation and venous outflow deprivation, CPLOD)。本研究的目的是系统性收集四川省人民医院 2020 年 1 月至 2025 年 1 月行 CPLOD 和 ALPPS 的二步肝切除术数据,评估及分析 CPLOD 这一新技术相较于传统 ALPPS 技术的优势和差异。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 通过检索四川省医学科学院·四川省人民医院住院电子病历系统,收集从 2020 年 1 月至 2025 年 1 月因 FLR 不足行 CPLOD 和 ALPPS 的肝脏恶性肿瘤患者的一般临床资料;所有患者术前签署手术相关知情同意书。纳入标准:①经影像学评估后,判断 FLR 体积不足(扣除病灶体积后),其标准为:经腹部增强 CT 肝容积测量结果显示 FLR/TLV 比值<30%;对于伴有肝脂肪变性、肝纤维化、胆汁淤积等肝病背景的患者,比例的阈值为<40%。②已排除或无法采取其余的 FLR-VAT(如常规 PVE、PVL)。③经多学科诊疗 (multi-disciplinary treatment, MDT) 讨论后患者一般情况及心肺功能能耐受分期手术。④肝功能为 Child A 级,或 B 级经治疗后转化为 A 级。⑤病理学结果为恶性肿瘤。排除标准:①肝脏 FLR 中或肝外存在不可切除的肿瘤转移。②肿瘤侵犯肝脏关键脉管不具备肝切除技术的可行性。③在一期术中或术后采用过其他非常规或计划治疗(如放射性粒子植入、TACE 等),且对研究中结果评估影响显著。④病历资料不完整或随访过程中失联。

## 1.2 手术方法

**1.2.1 一期和二期手术前准备** 合并梗阻性黄疸患者,必要时行内镜下鼻胆管引流术或经皮经肝胆管引流术引流胆汁,改善梗阻性黄疸,降低并维持总胆红素水平在正常上限 2 倍以下 ( $60 \mu\text{mol/L}$ )。且在术前完善腹部增强 CT、MRI,三维重建及全身 PET-CT,以评估患者肿瘤负荷、肝脏受侵范围以及是否存在血管变异情况。通过 CT 可以精准测量 FLR 和全肝体积 (total liver volume, TLV)。结合吲哚氰绿 (Indocyanine green, ICG) 试验评估患者肝脏

【基金项目】四川省科学技术厅科研基金资助项目(编号:2021YFS0375);青年人才四川省人民医院基金(编号:2022QN33)

【通讯作者】张 宇

的储备功能,要求术前 ICG R15<10%。

**1.2.2 手术过程** CPLOD 手术细节已在此前论文中详细描述<sup>[18]</sup>。大致原则为根据术前规划,对病侧肝脏的门静脉分支进行结扎。同时,在肝动脉上策略性地放置不可吸收的标记,这些标记将保留至手术第二阶段,方便术者快速识别和操作。采用超声刀对肝静脉及肝短静脉进行细致解剖,并逐一完成离断。手术示意图见图 1。ALPPS 手术过程遵循“no-touch”原则的前入路 ALPPS 术<sup>[19]</sup>,首先采用超声技术明确肿瘤与 FLR 之间的界限。接下来,切除胆囊并暴露第一肝门,预置第一肝门阻断带。使用超声刀游离肝脏,进入 Gisseni 鞘,解剖分离病侧门静脉,采用丝线结扎或直接离断。逐步离断肝实质,确保精准切除,直至暴露肝后下腔静脉前方。

**1.3 观察指标** 一期和二期手术中情况,FLR 及

TLV 体积变化,肝功能变化,并发症发生类型与等级,分期手术间隔时间。FLR 动态增长率(kinetic growth rate, KGR)定义为肝脏每日的动态体积增长,计算公式为(FLR 体积二期术前-FLR 体积一期术前)/分期手术时间。技术成功定义为按计划成功进行 CPLOD 及 ALPPS。临床成功定义为患者的 FLR 体积增加到进行满足二期手术所需的程度,且二期手术成功行病灶根治性切除。住院期间及出院后 90 天内的不良事件,包括并发症和死亡率,均使用 Clavien-Dindo 分级系统,且重大术后并发症被归类为≥3a 级<sup>[20]</sup>。在第二阶段手术后的术后第五日,使用国际肝胆外科研究组(International Research Group of Liver Surgery, ISGLS)制定的国际标准评估肝衰竭等级<sup>[21]</sup>。

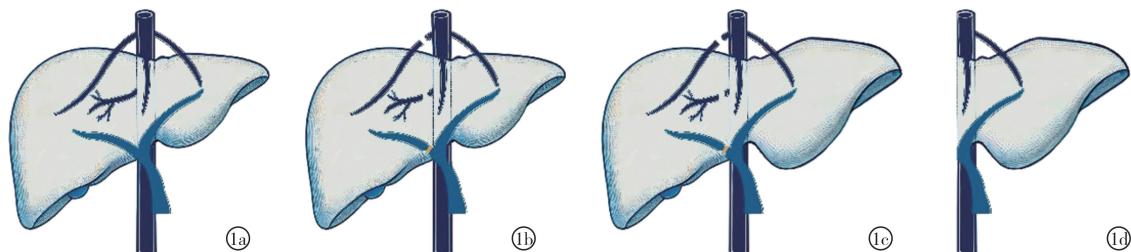


图 1 手术流程 a:CPLOD 术前;b:门静脉结扎,肝静脉和肝短静脉离断;c:预留侧肝脏肥大;d:完整切除病侧肝脏

**1.4 统计学方法** 应用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析。定量变量以均值±标准差或中位数和范围进行描述;分类变量以例数(%)描述。分类变量使用 Pearson 卡方检验或 Fisher's exact 检验进行组间比较。连续变量根据数据分布的特点,使用独立样本 t 检验或 Mann-Whitney U 检验进行组间比较。采用 Kaplan-Meier 法计算 OS 和 PFS 率。对数秩检

验用于评估生存结果的差异。 $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 患者一般资料** 符合本研究的患者共 30 例,其中 CPLOD 组 17 例,ALPPS 组 13 例。两组患者一般临床基线资料比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较

| 项目                      |     | CPLOD (n=17) | ALPPS (n=13) | P     |
|-------------------------|-----|--------------|--------------|-------|
| 性别[n(%)]                | 男   | 10(58.8)     | 10(76.9)     | 0.515 |
|                         | 女   | 7(41.2)      | 3(23.1)      |       |
| 年龄(岁)                   |     | 51.4±9.0     | 48.9±4.0     | 0.318 |
| BMI(kg/m <sup>2</sup> ) |     | 21.3±4.1     | 22.4±3.1     | 0.413 |
| HBV 感染[n(%)]            | 是   | 7(41.2)      | 7(53.8)      | 0.711 |
|                         | 否   | 10(58.2)     | 6(46.2)      |       |
| ECOG-PS 评分[n(%)]        | 0 分 | 14(70.6)     | 9(69.2)      | 0.241 |
|                         | 1 分 | 3(29.4)      | 4(30.8)      |       |
| Child-Pugh 分级[n(%)]     | A 级 | 15(88.2)     | 10(76.9)     | 0.256 |
|                         | B 级 | 2(11.8)      | 3(23.1)      |       |
| MELD 评分(分)              |     | 4.0±1.3      | 4.6±1.6      | 0.251 |
| 化疗史[n(%)]               | 有   | 4(23.5)      | 2(15.4)      | 0.673 |
|                         | 无   | 13(76.5)     | 11(84.6)     |       |

| 项目               | CPLOD (n=17) |          | ALPPS (n=13) | P     |
|------------------|--------------|----------|--------------|-------|
| 肿瘤最大径(cm)        | 7.4±2.1      |          | 8.2±2.3      | 0.337 |
| 肿瘤数目[n(%)]       | ≤3 个         | 13(76.5) | 11(92.3)     | 0.673 |
|                  | >3 个         | 4(23.5)  | 2(7.7)       |       |
| 病理学结果[n(%)]      | HCC          | 10(58.8) | 11(84.6)     | 0.308 |
|                  | ICC          | 3(17.6)  | 1(7.7)       |       |
|                  | NELM         | 4(23.5)  | 1(7.7)       |       |
| ICG-R15(%)       | 6.9±1.6      |          | 8.6±3.1      | 0.090 |
| Ishake 纤维化[n(%)] | 无纤维化(S0)     | 16(94.1) | 10(76.9)     | 0.351 |
|                  | 轻度纤维化(S1-S2) | 1(5.9)   | 3(23.1)      |       |

HCC;肝细胞癌;ICC;肝内胆管癌;NELM;胰腺神经内分泌肿瘤肝转移

**2.2 一期术中及术后情况** 两组患者均完成一期 CPLOD 及 ALPPS 手术,手术成功率 100%。在一期手术中,ALPPS 组的手术时间显著长于 CPLOD 组,术中出血量高于 CPLOD 组( $P<0.001$ )。两组术中输血的比例差异无统计学意义( $P=0.169$ ),但 ALPPS 组有 3 例患者接受输血,CPLOD 组无输血病例。术后并发症方面,根据 Clavien-Dindo 分级,AL-

PPS 组的 I 级并发症发生率低于 CPLOD 组(2 例 vs 14 例),但 II 级并发症的发生率相对较高(8 例 vs 3 例)。此外,ALPPS 组出现了 3 例 III 级并发症,而 CPLOD 组无 III 级及以上并发症。ALPPS 组患者 II 级以上并发症发生率及严重程度均高于 CPLOD 组患者( $P=0.015$ )。见表 2。

表 2 两组一期手术结果比较

| 指标                     | CPLOD 组    |    | ALPPS 组     | 统计量             | P      |
|------------------------|------------|----|-------------|-----------------|--------|
| 手术时间(min)              | 180.3±13.0 |    | 354±46.0    | $t=13.217$      | <0.001 |
| 手术出血量(ml)              | 120±51.5   |    | 544.6±152.5 | $t=9.623$       | <0.001 |
| 手术输血(n)                | 是          | 0  | 3           | $\chi^2=4.359$  | 0.169  |
|                        | 否          | 17 | 10          |                 |        |
| Clavien-Dindo 并发症等级(n) | I 级        | 14 | 2           | $\chi^2=13.949$ | 0.015  |
|                        | II 级       | 3  | 8           |                 |        |
|                        | III 级      | 0  | 3           |                 |        |
|                        | IV 级       | 0  | 0           |                 |        |

**2.3 肝脏体积增生情况** 两组在术前 FLR 的绝对值、FLR/TLV 比值方面差异无统计学意义( $P>0.05$ )。在术后 FLR 增生程度方面,CPLOD 组患者 2 期术前 FLR 体积明显高于 ALPPS 组( $P<0.001$ ),FLR/TLV 比值也显著高于 ALPPS 组( $P=0.029$ )。

ALPPS 组的手术间隔短于 CPLOD 组( $P<0.001$ ),但术后 FLR 肥大率低于 CPLOD 组( $P=0.023$ )。两组 KGR 差异无统计学意义( $P=0.675$ ),提示两种术式在短期内的肝脏体积增长速率相近。见表 3。

表 3 两组 FLR 增生情况比较

| 指标               | CPLOD 组         | ALPPS 组         | 统计量       | P      |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------|--------|
| 1 期术前 FLR(ml)    | 372.9±26.3      | 356.9±41.3      | $t=1.221$ | 0.238  |
| 1 期术前 FLR/TLV(%) | 30.2±3.0        | 30.7±2.1        | $t=0.537$ | 0.595  |
| 2 期术前 FLR(ml)    | 674.3±46.9      | 600.0±52.4      | $t=4.026$ | <0.001 |
| 2 期术前 FLR/TLV(%) | 49.2±4.6        | 45.4±4.3        | $t=2.327$ | 0.029  |
| 手术间隔(天)          | 14.3±2.5        | 10.9±2.0        | $t=4.137$ | <0.001 |
| FLR 肥大率(%)       | 82.1±12.6       | 68.9±15.6       | $t=2.492$ | 0.023  |
| KGR(mm/天)        | 22.1(11.5~37.6) | 22.9(18.1~24.6) | $U=87.5$  | 0.675  |

**2.4 二期手术中及术后情况** 两组患者均完成二步肝切除术,二期术前评估 FLR 未出现肿瘤转移,手术临床成功率 100%。两组手术时间、术中出

血量方面差异无统计学意义( $P>0.05$ )。在 Clavien-Dindo 并发症分级方面,两组差异无统计学意义( $P=0.141$ ),但 ALPPS 组存在临床值得关注的高等级

并发症趋势,其中 I 级并发症的比例较低(3 例 vs 12 例),II 级及以上并发症的发生率则相对更高(II 级 7 例 vs 5 例,III 级 3 例 vs 0 例)。此外,根据 IS-GLS 对术后肝衰竭的分级标准,CPLOD 组所有肝衰患者均为 A 级(2 例),而 ALPPS 组中 6 例患者为 A 级,另有 3 例患者为 B 级。CPLOD 组发生肝衰竭概率明显小于 ALPPS( $P=0.002$ )。两组肝衰竭等级差异无统计学意义( $P=0.667$ )。进一步分析发现,术后发生肝衰竭的患者均为二期手术间隔时间较短者。其中,CPLOD 组的 2 例 A 级肝衰竭患者的手术间隔时间分别为 10 天和 12 天,而 ALPPS 组 3 例 B 级肝衰竭患者的手术间隔时间分别为 8 天、8 天和 9 天。CPLOD 组患者二期术后未发生严重并发症和 B 级以上肝功能衰竭。整体住院时间 CPLOD 组患者长于 ALPPS 组( $P<0.001$ )。见表 4。

## 2.5 生存分析 本研究的中位随访时间为 34.5 个

表 4 两组二期手术结果比较

| 指标                     | CPLOD 组     | ALPPS 组     | 统计量             | P      |
|------------------------|-------------|-------------|-----------------|--------|
| 手术时间(min)              | 289.4±67.7  | 324.5±56.9  | $t=1.541$       | 0.135  |
| 手术出血量(ml)              | 412.4±134.5 | 506.6±202.5 | $t=1.450$       | 0.163  |
| Clavien-Dindo 并发症等级(n) |             |             |                 | 0.141  |
| I 级                    | 12          | 3           |                 |        |
| II 级                   | 5           | 7           |                 |        |
| III 级                  | 0           | 3           |                 |        |
| IV 级                   | 0           | 0           |                 |        |
| 是否发生肝衰竭(n)             |             |             | $\chi^2=10.482$ | 0.002  |
| 是                      | 2           | 9           |                 |        |
| 否                      | 15          | 4           |                 |        |
| ISGLS 分级(n)            |             |             |                 | 1.000  |
| A 级                    | 2           | 6           |                 |        |
| B 级                    | 0           | 3           |                 |        |
| C 级                    | 0           | 0           |                 |        |
| 整体住院时间(天)              | 30.5±4.4    | 24.15±3.0   | $t=4.692$       | <0.001 |

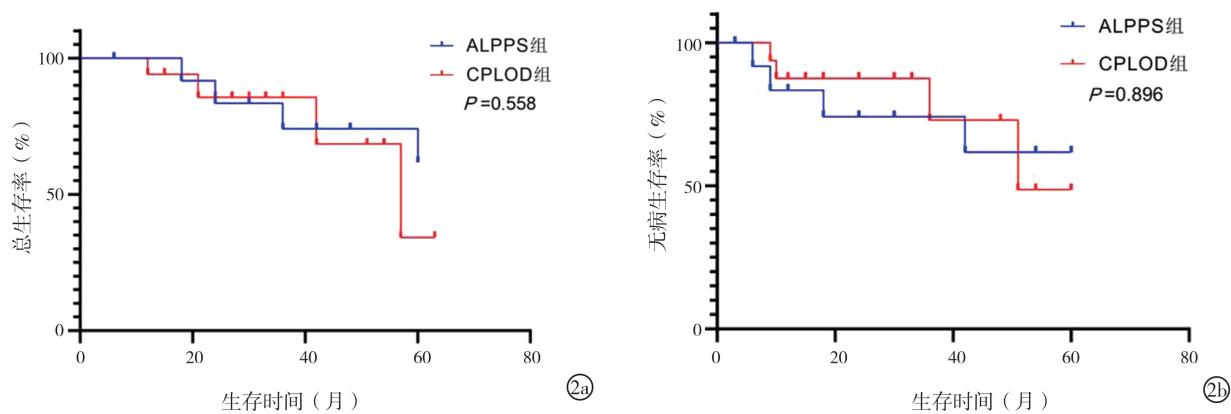


图 2 Kaplan-meier 生存曲线分析 a:总生存率;b:无病生存率

## 3 讨论

对于原发性肝脏或转移性肝脏病变,RO 手术切除是获得长期生存的最佳机会<sup>[1]</sup>。然而,过度广泛

的根治性切除可能导致 FLR 体积不足,无法维持正常的肝脏功能,从而导致术后肝功能衰竭和死亡风险增加。限制肝脏切除范围的因素主要是 FLR 的

体积和肝脏的储备功能。本研究中,可行的肝脏手术所需的 FLR 体积和功能要求为:无肝脏疾病时,FLR/TLV 比率大于 30%;有肝脂肪变性和术前化疗史时,病毒性肝炎和轻度肝纤维化患者大于 40%<sup>[4]</sup>。此外,我们通过 ICG-R15 试验量化评估肝脏储备功能,以最大限度地减少术后肝功能衰竭的风险,并分析肝脏整体储备功能的变化。对于 FLR 不足的患者,既往多采用系统治疗(例如 TACE,HA-IC,免疫及靶向治疗)、肝脏移植技术及姑息性治疗<sup>[22,23]</sup>。而此类治疗模式都面临者各自缺点。FLR-VAT 是解决该问题的另外一种策略,通过扩增 FLR 体积来达到根治性切除要求。

**3.1 CPLOD 安全性** CPLOD 不涉及肝脏实质的劈裂。与 ALPPS 相比,CPLOD 能够显著缩短手术时间并减少术中出血量。本研究显示,CPLOD 的手术时间为(180.3±13)分钟,明显低于 ALPPS 组的手术时间(354±46)分钟( $P<0.001$ )。此外,CPLOD 仅对病侧肝实质外脉管进行裸化,便于迅速识别和止血,术中出血量得以有效控制。在 CPLOD 组中,术中出血量为(120±51.5)ml。而 ALPPS 由于在肝脏劈裂过程中增加了出血量,手术视野易受污染,手术难度增加,这可能导致细微肝蒂的错误处理或遗漏,从而加大术后出血、胆漏及感染的风险。以往报告中,部分实质劈裂的 ALPPS 组患者的术后并发症发生率为 43.5%,死亡率为 4.9%。相比之下,完全实质劈裂的 ALPPS 组的并发症发生率为 56.5%,死亡率为 18.9%<sup>[24]</sup>。研究表明,门静脉栓塞或结扎后,门脉血流量减少,肝动脉则通过代偿性扩张增加栓塞侧的血流量,这种反应有助于肿瘤的进展,且与肝动脉的缓冲作用密切相关<sup>[25]</sup>。如果在一期手术中结扎或限制肝动脉血流,会导致肝脏实质梗死并导致肝再生失败。CPLOD 通过减少门脉血流量并完整离断病侧肝脏流出道,增加病侧流出道的阻力,从而有助于减弱肝动脉的缓冲作用<sup>[4]</sup>。病侧流出道的梗阻有助于促进肝脏内侧枝循环的形成,这一机制在二期大范围肝切除术后能有效避免 FLR 淤血带来的高并发症风险及肝衰竭的发生。

此外既往研究表明,尽管 ALPPS 术后患者 FLR 体积增加较快,但肝功能恢复存在延迟,这可能是 ALPPS 术后并发症率和死亡率较高的原因之一<sup>[24]</sup>。本研究中的 ALPPS 组患者,尽管短期内 FLR 体积满足了二期大范围肝切除的要求,但 ALPPS 术后肝衰发生率较高,且与 CPLOD 组相比差异显著( $P=0.002$ ),提示 FLR 的功能未完全成熟。

**3.2 CPLOD 有效性** ALPPS 作为经典的 FLR-VAT,已在临床实践中取得显著成果。大量研究显

示,ALPPS 术后 7 天 FLR 增生率可达 68%~80%,这一结果与本研究中的 ALPPS 组 FLR 肥大率( $82.1\% \pm 12.6\%$ )相近<sup>[9,27,28]</sup>。在本研究中,CPLOD 术后 FLR 体积迅速增加,中位 KGR 值为 22.1 ml/d(范围:11.5~37.6 ml/d),与 ALPPS 组的中位 KGR(22.9 ml/d,范围:18.1~24.6 ml/d)相比无显著差异( $P=0.675$ )。在既往关于 LVD 的研究中,FLR 中位体积从 409 ml(范围:345~601 ml)增加至 624 ml(范围:510~807 ml),FLR 体积占比由 28.2% 提高至 40.9%,FLR 的平均增生率为 45.0%<sup>[14,29]</sup>。同时,Meta 分析显示,PVE 和 PVL 诱导的 FLR 增生率分别为 37.9%~39% 和 27%<sup>[30,31]</sup>。与既往 LVD、PVE 和 PVL 的研究相比,本研究结果显示 CPLOD 在促进 FLR 增生方面可能具有更大的潜力,提示该术式能够有效诱导肝脏代偿性增生,提高 FLR 的安全切除阈值。

**3.3 CPLOD 创新性** 肝短静脉对于肝脏的引流具有重大意义,在肝脏静脉系统中存在显著的个体差异,包括血管的走行、分布、数量、引流区域以及血流量的变化,这些差异在不同人群和不同疾病状态下尤为突出<sup>[32]</sup>。肝短静脉根据其血管分布区域不同,主要负责引流对应肝段的血液<sup>[33]</sup>。当肝静脉受阻或被人为离断时,肝短静脉可作为肝脏血液回流的备用通道,甚至在某些情况下成为唯一的血流引流通道<sup>[33]</sup>。在 FLR-VAT 中,LVD 主要通过栓塞主肝静脉,而忽视了对肝短静脉的处理。这种做法可能导致栓塞侧肝脏的流出道剥夺不完全,从而影响 FLR 肥大的程度和速度。本研究中,CPLOD 通过腹腔镜技术或视野直视下,能够准确判断、评估并离断引流肝脏右叶的肝短静脉,从而确保肝脏流出道的充分剥夺。这种方法的优势在于减少了术中肝实质的解剖操作,降低了术后并发症风险,同时加速了肝脏的代偿性增生。

综上,本研究提出了一种新型外科手术 CPLOD,作为治疗伴有 FLR 不足的肝恶性肿瘤的策略。与传统的 ALPPS 相比,CPLOD 在肝脏再生能力上表现不逊色,并展现出更高的安全性。该手术通过更精确的静脉血流控制和避免肝实质的劈裂,减少了术后严重并发症的发生。

## 【参考文献】

- [1] Maki H, Hasegawa K. Advances in the surgical treatment of liver cancer[J]. Bioscience Trends, 2022, 16(3): 178-188.
- [2] Reynolds IS, Cromwell PM, Walshe JM, et al. Hepatic resection for breast cancer related liver metastases: A single institution experience[J]. Scand J Surg, 2022, 111(1): 14574969221088684.
- [3] Entezari P, Toskich BB, Kim E, et al. Promoting surgical resection

- through future liver remnant hypertrophy [J]. Radiographics, 2022, 42(7): 2166-2183.
- [4] Kim D, Cornman-Homonoff J, Madoff DC. Preparing for liver surgery with "Alphabet Soup": PVE, ALPPS, TAE-PVE, LVD and RL[J]. Hepatobiliary Surgery and Nutrition, 2020, 9(2): 136-151.
- [5] Sivakumar I, Liddell RP. A review of portal vein embolization prior to hepatic resection[J]. Journal of Surgical Oncology, 2024, 130(3): 435-442.
- [6] Bell RJ, Hakeem AR, Pandanaboyana S, et al. Portal vein embolization versus dual vein embolization for management of the future liver remnant in patients undergoing major hepatectomy: meta-analysis[J]. BJS open, 2022, 6(6): zrac131.
- [7] Shindoh J, Tzeng CWD, Aloia TA, et al. Safety and efficacy of portal vein embolization before planned major or extended hepatectomy: an institutional experience of 358 patients[J]. Journal of Gastrointestinal Surgery, 2014, 18(1): 45-51.
- [8] Hernandez-Alejandro R, Ruffolo LI, Alikhanov R, et al. Associating Liver Partition and Portal Vein Ligation for Staged Hepatectomy (ALPPS) procedure for colorectal liver metastasis[J]. International Journal of Surgery (London, England), 2020, 82S: 103-108.
- [9] Díaz Vico T, Granero Castro P, Alcover Navarro L, et al. Two stage hepatectomy (TSH) versus ALPPS for initially unresectable colorectal liver metastases: a systematic review and meta-analysis[J]. European Journal of Surgical Oncology, 2023, 49(3): 550-559.
- [10] Lang H, Baumgart J, Mittler J. Associated liver partition and portal vein ligation for staged hepatectomy (ALPPS) registry: what have we learned[J]. Gut and Liver, 2020, 14(6): 699-706.
- [11] Du S, Wang Z, Lin D. A bibliometric and visualized analysis of preoperative future liver remnant augmentation techniques from 1997 to 2022[J]. Frontiers in Oncology, 2023, 13: 1185885.
- [12] Yamamoto Y. Evaluation of Liver Function and the Role of Biliary Drainage before Major Hepatic Resections[J]. Visceral Medicine, 2021, 37(1): 10-17.
- [13] Boubaddi M, Marichez A, Adam JP, et al. Comprehensive review of future liver remnant (FLR) assessment and hypertrophy techniques before major hepatectomy: how to assess and manage the FLR[J]. Annals of Surgical Oncology, 2024, 31(13): 9205-9220.
- [14] Guiu B, Chevallier P, Denys A, et al. Simultaneous trans-hepatic portal and hepatic vein embolization before major hepatectomy: the liver venous deprivation technique[J]. European Radiology, 2016, 26(12): 4259-4267.
- [15] 贺本松, 肖鸣, 张琪佳, 等. 肝静脉剥脱术的研究进展[J]. 临床肝胆病杂志, 2025, 41(1): 183-188.
- [16] Sugawara S. Portal vein embolization using n-butyl cyanoacrylate-glue: what impact does a central vascular plug have[J]. Cardiovascular and Interventional Radiology, 2022, 45(4): 459-460.
- [17] Wu G, Jiang JP, Cheng DH, et al. Novel liver vein deprivation technique that promotes increased residual liver volume (with video): A case report[J]. World Journal of Clinical Cases, 2022, 10(31): 11579-11584.
- [18] Liu T, Huang L, Liu J, et al. Liver vein deprivation combined with two-step hepatectomy for the treatment of advanced hepatic alveolar echinococcosis with remnant liver volume deficiency[J]. Asian J Surg, 2024, 47(5): 2397-2398.
- [19] Chan AC, Poon RT, Chan C, et al. Safety of ALPPS procedure by the anterior approach for hepatocellular carcinoma[J]. Ann Surg, 2016, 263(2): e14-e16.
- [20] Bolliger M, Krohnert JA, Molineus F, et al. Experiences with the standardized classification of surgical complications (Clavien-Dindo) in general surgery patients[J]. European surgery: ACA: Acta chirurgica Austriaca, 2018, 50(6): 256-261.
- [21] Rahbari NN, Garden OJ, Padbury R, et al. Posthepatectomy liver failure: a definition and grading by the International Study Group of Liver Surgery (ISGLS)[J]. Surgery, 2011, 149(5): 713-724.
- [22] Maki H, Hasegawa K. Advances in the surgical treatment of liver cancer[J]. Bioscience Trends, 2022, 16(3): 178-188.
- [23] Hamaya S, Oura K, Morishita A, et al. Cisplatin in liver cancer therapy[J]. International Journal of Molecular Sciences, 2023, 24(13): 10858.
- [24] Wu X, Rao J, Zhou X, et al. Partial ALPPS versus complete ALPPS for staged hepatectomy[J]. BMC gastroenterology, 2019, 19(1): 170.
- [25] Wen Z, Jin Z, Xu B, et al. Hepatic artery restriction operation combined with ALPPS (HARO-ALPPS), a novel ALPPS procedure for the treatment of hepatocellular carcinoma with severe fibrosis: retrospective clinical cohort study[J]. International Journal of Surgery (London, England), 2024, 110(9): 5662-5671.
- [26] Hadjivassiliou A, Hou X, Cardarelli-Leite L, et al. Contralateral hypertrophy post Yttrium-90 transarterial radioembolization in patients with hepatocellular carcinoma and portal vein tumor thrombus[J]. Cureus, 2024, 16(4): e59260.
- [27] Hotineanu A, Burgoci S, Bortă E. ALPPS Procedure. The new frontier in advanced liver surgery. Single centre experience and literature review[J]. Chirurgia (Bucharest, Romania: 1990), 2021, 116(4): 409-423.
- [28] Chan A, Zhang WY, Chok K, et al. ALPPS versus portal vein embolization for hepatitis-related hepatocellular carcinoma: a changing paradigm in modulation of future liver remnant before major hepatectomy[J]. Annals of Surgery, 2021, 273(5): 957-965.
- [29] Le Roy B, Perrey A, Fontarenky M, et al. Combined preoperative portal and hepatic vein embolization (Biembolization) to improve liver regeneration before major liver resection: a preliminary report[J]. World Journal of Surgery, 2017, 41(7): 1848-1856.
- [30] Van Lienden KP, Van Den Esschert JW, De Graaf W, et al. Portal vein embolization before liver resection: a systematic review[J]. Cardiovascular and Interventional Radiology, 2013, 36(1): 25-34.
- [31] Pandanaboyana S, Bell R, Hidalgo E, et al. A systematic review and meta-analysis of portal vein ligation versus portal vein embolization for elective liver resection[J]. Surgery, 2015, 157(4): 690-698.
- [32] Mehran R, Schneider R, Franchebois P. The minor hepatic veins: anatomy and classification[J]. Clinical Anatomy (New York, N.Y.), 2000, 13(6): 416-421.
- [33] Lv LL, Xu HB, Li SL, et al. Accessory hepatic vein recanalization for Budd-Chiari syndrome: a systematic review and meta-analysis[J]. BMC Gastroenterology, 2023, 23(1): 340.

(收稿日期:2025-03-13;修回日期:2025-04-09)

(本文编辑:彭 羽)