



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.250592
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.250592
China Journal of General Surgery, 2026, 35(1):105-113.

· 专题研究 ·

氩气刀与普通电刀在肝硬化背景肝细胞癌根治性肝切除中的疗效与安全性比较

叶涛铸¹, 余睿¹, 林大奎¹, 彭建超¹, 黄兴华^{1,2}, 胡还章^{1,2}

(1. 福建医科大学福总临床医学院, 福建 福州 350025; 2. 中国人民解放军联勤保障部队第九〇〇医院 肝胆胰外科, 福建 福州 350025)

摘要

背景与目的: 在肝硬化背景下行肝细胞癌(HCC)根治性切除术时, 肝断面止血方式可能影响围手术期安全性及远期预后。本研究比较氩气刀与普通电刀处理肝断面对术后并发症及生存结局的影响。

方法: 回顾性分析2013年1月—2020年1月于中国人民解放军联勤保障部队第九〇〇医院行根治性肝切除的肝硬化背景HCC患者204例。根据术中肝断面处理方式分为氩气刀组($n=103$)和普通电刀组($n=101$)。比较两组围手术期指标、术后并发症发生情况以及总生存期(OS)和无复发生存期(RFS)。

结果: 两组患者基线资料差异无统计学意义(均 $P>0.05$)。与普通电刀组相比, 氩气刀组术后肝切除术后肝功能衰竭(PHLF)发生率显著降低(0.0% vs. 5.9%, $P=0.036$), 术中输血量亦明显下降(12.6% vs. 23.8%, $P=0.039$)。两组术后第1天肝功能指标、总体并发症发生率及严重并发症发生率差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。生存分析显示, 氩气刀组1、3、5年OS和RFS率均显著高于普通电刀组(OS: $P=0.034$; RFS: $P=0.003$)。复发模式分析显示, 氩气刀组未见切缘复发, 而普通电刀组发生8例($P=0.011$)。

结论: 在肝硬化背景下行HCC根治性肝切除术时, 采用氩气刀处理肝断面可降低PHLF和术中输血发生率, 并与OS和RFS改善相关, 在保证围手术期安全性的同时具有潜在肿瘤学获益, 值得进一步推广和通过前瞻性研究加以验证。

关键词

癌, 肝细胞; 肝硬化; 肝切除术; 止血技术; 氩离子凝固术

中图分类号: R735.7

Efficacy and safety of argon plasma coagulation compared with conventional electrocautery knife in radical hepatectomy for hepatocellular carcinoma with cirrhosis

YE Taozhu¹, YU Rui¹, LIN Dakui¹, PENG Jianchao¹, HUANG Xinghua^{1,2}, HU Huanzhang^{1,2}

(1. Fuzong Clinical Medical College of Fujian Medical University, Fuzhou 350025, China; 2. Department of Hepatobiliary and Pancreatic Surgery, the 900th Hospital of PLA Joint Logistic Support Force, Fuzhou 350025, China)

Abstract

Background and Aims: In cirrhotic patients undergoing radical hepatectomy for hepatocellular

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目(2024J011157)。

收稿日期: 2025-10-26; **修订日期:** 2026-01-13。

作者简介: 叶涛铸, 福建医科大学福总临床医学院硕士研究生, 主要从事肝癌、肝移植临床方面的研究。

通信作者: 黄兴华, Email: xinghua2013@yeah.net; 胡还章, Email: huhuanzhang@126.com

carcinoma (HCC), the technique used for hepatic transection may influence perioperative outcomes and long-term prognosis. This study compared argon plasma coagulation (APC) with a conventional electrosurgical knife (EK) in terms of postoperative complications and survival outcomes.

Methods: A retrospective analysis was conducted on 204 cirrhotic HCC patients who underwent radical hepatectomy in the 900th Hospital of PLA Joint Logistic Support Force between January 2013 and January 2020. Patients were divided into an APC group ($n=103$) and an EK group ($n=101$) according to the method used for hepatic transection. Perioperative outcomes, postoperative complications, overall survival (OS), and recurrence-free survival (RFS) were compared between groups.

Results: Baseline characteristics were comparable between the two groups (all $P>0.05$). The incidence of post-hepatectomy liver failure was significantly lower in the APC group than that in the EK group (0.0% vs. 5.9%, $P=0.036$), as was the intraoperative transfusion rate (12.6% vs. 23.8%, $P=0.039$). No significant differences were observed in postoperative day 1 liver function parameters, overall complications, or severe complications (all $P>0.05$). Survival analysis demonstrated significantly higher 1-, 3-, and 5-year OS and RFS rates in the APC group compared with the EK group (OS: $P=0.034$; RFS: $P=0.003$). Recurrence pattern analysis showed that no margin recurrence was observed in the APC group, whereas eight cases occurred in the EK group ($P=0.011$).

Conclusion: In cirrhotic patients undergoing radical hepatectomy for HCC, APC is associated with reduced PHLF and intraoperative transfusion without increasing perioperative morbidity, and is correlated with improved OS and RFS. These findings suggest that APC may provide oncological and safety advantages, warranting further validation in prospective multicenter studies.

Key words

Carcinoma, Hepatocellular; Liver Cirrhosis; Hepatectomy; Hemostatic Techniques; Argon Plasma Coagulation

CLC number: R735.7

肝癌在全球癌症负担中位居前列，为癌症相关死亡的第三大原因^[1]，在所有原发性肝癌中，肝细胞癌（hepatocellular carcinoma, HCC）约占75%~85%^[2]。目前，对具备手术适应证的HCC患者而言，根治性肝切除术仍是实现长期生存的主要治疗手段^[3]。然而，诸多临床研究表明，合并肝硬化的HCC患者在接受肝切除术时存在更高的术中出血量及术后并发症发生风险^[4-6]。肝硬化背景不仅影响肝脏的正常解剖结构，还导致肝组织再生能力下降、肝功能储备减少，从而使这类患者术后发生肝切除术后肝功能衰竭（post-hepatectomy liver failure, PHLF）的风险显著提高^[7]。因此，在肝硬化背景下开展肝切除术，对术式的选择、器械应用及术中决策提出了更为严苛的要求。

传统电刀通过高频电流与组织直接接触产生高温碳化以实现止血，是目前外科止血的常用工具^[8]。氩气刀则通过电离氩气生成等离子束，引导高频电流在非接触状态下作用于组织表面，不仅可迅速止血，还能在更浅且更均匀的凝血层中减

少对周围正常肝组织的损伤^[9]。尽管两种电外科设备在临床广泛应用，但关于其在HCC根治性肝切除中的并发症谱及预后差异的系统比较研究仍然有限，缺乏充分的循证证据。

本研究基于临床实践，将在肝硬化背景下采用氩气刀与普通电刀处理肝断面的方式进行比较，分析其对HCC根治切除术中临床预后的影响，旨在为HCC根治术术式优化提供循证医学依据，并推动微创外科中能源设备在肝癌手术中的精细化应用。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究为单中心回顾性研究，纳入了2013年1月—2020年1月期间，在中国人民解放军联勤保障部队第九〇〇医院肝胆胰外科接受根治性切除的HCC患者资料。纳入标准：(1) 术后病理诊断为肝硬化背景下的HCC；(2) 术后病理检查确认手术切缘阴性；(3) 无肝外转移。排除标准：(1) 术前接

受过肝脏射频、微波消融,介入,免疫,靶向等抗肿瘤治疗;(2)合并其他非HCC恶性肿瘤;(3)随访资料或术后并发症资料不完整;(4)因不明原因或与研究无关原因死亡。最终共有204例患者被纳入研究(图1)。本研究已获得中国人民解放军联勤保障部队第九〇〇医院伦理委员会批准(编号:2024-040)。

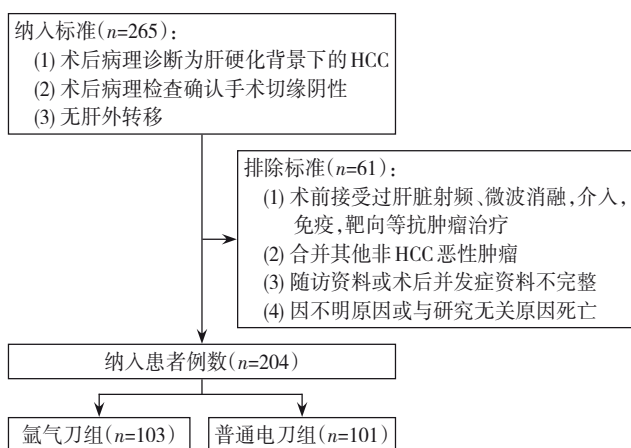


图1 患者筛选流程图

Figure 1 Flowchart of patient selection

1.2 手术方法

所有患者术前均接受常规术前评估与准备。所有患者均行开放式或腹腔镜手术,同时视情况采用Pringle法阻断肝门,控制术中出血。使用超声刀对肝实质进行小心仔细的离断,如遇明显出血点或胆汁漏点,采用缝合或缝线结扎进行处理。较小的血管由止血夹闭合,较大血管使用可吸收编织线进行结扎。对于Glisson鞘的一级或二级主干分支,通常采用两道结扎固定以确保封闭效果。对于主要的血管结构,则使用切割闭合器进行离断闭合处理。

氩气刀组在切除肿瘤后,使用氩气刀[CONMED 7550型号,康美医疗器械(中国)有限公司]对肝断面进行喷凝止血。开放式手术使用常规氩气刀头,腹腔镜手术使用长柄氩气刀头,两者能量平台与喷凝原理一致。具体操作为:设定功率120~150 W,气流速率3~6 L/min,喷头距离切面约1 cm,以自上而下、自左向右的顺序,均匀缓慢移动,不留空隙,形成致密的薄痂层。普通电刀组则使用单极高频电凝设备(Force FX-8型号,美国柯惠公司)喷凝模式对肝脏断面进行接触式电凝止血,开放式手术使用常规单极电刀头,

腹腔镜手术使用单极电凝棒;两者均为单极高频电凝固止血,能量平台与止血原理相同。设定功率为40~60 W,具体功率由术者根据断面渗血情况实时调整;止血顺序同氩气刀组,均匀覆盖肝断面实现止血。术中氩气刀或普通电刀的选择并非随机分配,主要取决于术者个人习惯及患者术中肝断面渗血情况。同时,两组均遵循精准解剖处理原则,两组电外科设备未用于大范围凝固,仅用于断面弥漫性渗血的浅表止血,以避免过度热损伤。

1.3 观察指标

1.3.1 基线资料 基线资料包括年龄、性别、体质指数(body mass index, BMI)、丙氨酸氨基转移酶(alanine aminotransferase, ALT)、天门冬氨酸氨基转移酶(aspartate aminotransferase, AST)、白蛋白-胆红素(albumin-bilirubin, ALBI)分级、甲胎蛋白(α -fetoprotein, AFP)、乙型肝炎病毒(hepatitis B virus, HBV)感染、HBV-DNA载量、肿瘤最大直径、肿瘤数量、中国肝癌分期系统(China Liver Cancer staging system, CNLC)分期、肿瘤包膜、微血管侵犯(microvascular invasion, MVI)、切除范围、切除方式、手术方式。其中,连续变量AFP水平及肿瘤最大直径的分组标准依据《原发性肝癌诊疗指南(2024版)》^[10]进行分层。HBV-DNA载量根据实验室检测结果进行分类,定义HBV-DNA \geq 500 IU/mL为病毒复制活跃状态。

1.3.2 结局变量 主要指标包括术后第1天ALT、AST、白蛋白、总胆红素肝功能相关指标,以及术后并发症包括胆汁漏、PHLF、腹腔出血、腹腔感染(包括腹腔脓肿形成及胆汁漏相关腹腔感染)、腹水、胸腔积液、肺炎及切口感染。并根据并发症Clavien-Dindo分级^[11-12]对术后并发症进行定义分类和记录。将III~V级并发症定义为严重并发症^[13]。此外,次要指标包括两组患者的手术时间、术中出血量、是否术中输血、住院时间、腹腔引流管拔除时间。

1.4 随访

随访主要通过门诊复查及电话随访等方式进行。术后前6个月,患者需每个月进行随访。术后6个月至2年内,每3个月进行1次随访;术后2~5年内,每年进行1次随访。本研究的主要终点指标为总生存期(overall survival, OS)和无复发生存期(recurrence-free survival, RFS)。同时,对患

者肿瘤复发情况进行记录对比,作为次要终点指标。末次随访时间2025年1月31日。

1.5 统计学处理

使用SPSS 29.0进行所有统计分析。正态分布的计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验。非正态分布的计量资料以中位数(四分位间距) $[M(IQR)]$ 表示,组间比较采用Mann-Whitney U 检验。计数资料以例数(百分比) $[n(\%)]$ 表示,组间比较采用 χ^2 检验。OS和RFS采用Kaplan-Meier曲线进行分析,组间差异采用Log-rank检验评估。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

共纳入204例患者,男169例(82.84%),女35例(17.16%),平均年龄(52.41 ± 11.58)岁,HBV感染183例(89.71%)。其中肝断面的处理采用普通电刀101例(普通电刀组),采用氩气刀103例(氩气刀组),普通电刀组与氩气刀组患者基线资料特征平衡,差异无统计学意义(均 $P>0.05$)(表1)。

表1 普通电刀组与氩气刀组患者基线资料比较

Table 1 Comparison of baseline characteristics between the EK group and the APC group

指标	普通电刀组($n=101$)	氩气刀组($n=103$)	$t/\chi^2/Z$	P
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$)	52.94 \pm 11.36	51.89 \pm 11.82	0.64	0.520
BMI(kg/m^2 , $\bar{x}\pm s$)	22.98 \pm 2.94	22.43 \pm 3.08	1.30	0.194
性别 $[n(\%)]$				
男	83(82.18)	86(83.50)		
女	18(17.82)	17(16.50)	0.06	0.803
ALT[U/L, $M(IQR)$]	36.20(26.40~56.70)	36.00(25.75~55.70)	-0.05	0.962
AST[U/L, $M(IQR)$]	39.10(26.00~53.00)	36.50(25.45~54.05)	-0.29	0.770
ALBI分级 $[n(\%)]$				
1	73(72.28)	81(78.64)		
2	28(27.72)	22(21.36)	1.12	0.291
AFP[ng/mL, $n(\%)]$				
<400	72(71.29)	68(66.02)		
\geq 400	29(28.71)	35(33.98)	0.66	0.418
HBV $[n(\%)]$				
无	9(8.91)	12(11.65)		
有	92(91.09)	91(88.35)	0.41	0.520
HBV-DNA载量[IU/mL, $n(\%)]$				
<500	49(48.51)	58(56.31)		
\geq 500	52(51.49)	45(43.69)	1.24	0.265
肿瘤最大直径[cm, $n(\%)]$				
<5	64(63.37)	64(62.14)		
\geq 5	37(36.63)	39(37.86)	0.03	0.856
肿瘤数量 $[n(\%)]$				
单发	84(83.17)	94(91.26)		
多发	17(16.83)	9(8.74)	3.00	0.083
CNLC分期 $[n(\%)]$				
Ia	49(48.51)	57(55.34)		
Ib	24(23.76)	23(22.33)		
IIa	8(7.92)	5(4.85)	3.74	0.442
IIb	0(0.00)	2(1.94)		
IIIa	20(19.80)	16(15.53)		
肿瘤包膜 $[n(\%)]$				
无	66(65.35)	59(57.28)		
有	35(34.65)	44(42.72)	1.40	0.237

表1 普通电刀组与氩气刀组患者基线资料比较(续)

Table 1 Comparison of baseline characteristics between the EK group and the APC group (continued)

指标	普通电刀组(n=101)	氩气刀组(n=103)	$i/\chi^2/Z$	P
MVI[n(%)]				
无	66(65.35)	78(75.73)	2.65	0.104
有	35(34.65)	25(24.27)		
切除范围[n(%)]				
大部分切除	71(70.30)	72(69.90)	0.00	0.951
小部分切除	30(29.70)	31(30.10)		
切除方式[n(%)]				
非解剖性	79(78.22)	82(79.61)	0.06	0.807
解剖性	22(21.78)	21(20.39)		
手术方式[n(%)]				
开放	75(74.26)	84(81.55)	1.58	0.209
腔镜	26(25.74)	19(18.45)		

2.2 主要结局

在合并肝硬化且接受根治性切除的HCC患者中,共有62例(30.39%)出现术后并发症,其中严重并发症12例(5.88%)。两组患者术后第1天AST、ALT、白蛋白及总胆红素差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。相对于普通电刀组,氩气刀组PHLF发生率更低($P=0.036$)。两组在胆汁漏、腹腔感染、腹水、胸腔积液、肺炎及切口感染方面差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。从数值上看,

氩气刀组总体并发症发生率较低,而严重并发症发生率较高,但上述差异均未达到统计学意义(均 $P>0.05$) (表2)。严重并发症12例(普通电刀组5例,氩气刀组7例),主要包括PHLF、胆汁漏、出血、腹水及胸腔积液。其中,PHLF患者1例行重症监护支持治疗;胆汁漏、腹水及胸腔积液患者主要行穿刺引流处理;1例术后出血患者行再次手术止血。所有患者经积极治疗后均顺利恢复,无围手术期死亡。

表2 普通电刀组与氩气刀组患者主要结局比较

Table 2 Comparison of primary outcomes between the EK group and the APC group

主要结局	普通电刀组(n=101)	氩气刀组(n=103)	Z/χ^2	P
术后肝功能指标[M(IQR)]				
AST(U/L)	241.60(125.10~392.80)	228.80(124.55~403.20)	-0.26	0.799
ALT(U/L)	243.60(144.00~382.20)	243.00(128.90~414.00)	-0.16	0.871
总胆红素($\mu\text{mol/L}$)	18.80(13.30~28.40)	18.00(14.25~27.10)	-0.21	0.836
白蛋白(g/L)	33.60(30.50~36.90)	34.20(31.20~36.15)	-0.41	0.680
术后并发症[n(%)]				
PHLF	6(5.94)	0(0.00)	4.39	0.036
胆汁漏	10(9.90)	7(6.80)	0.64	0.422
出血	2(1.98)	3(2.91)	0.00	1.000
腹腔感染	2(1.98)	2(1.94)	0.00	1.000
腹水	10(9.90)	12(11.65)	0.16	0.687
胸腔积液	9(8.91)	11(10.68)	0.18	0.671
肺炎	9(8.91)	6(5.83)	0.71	0.399
切口感染	4(3.96)	2(1.94)	0.19	0.661
总并发症 ¹⁾	36(35.64)	26(25.24)	2.61	0.106
严重并发症	5(4.95)	7(6.80)	0.31	0.575

注:1)部分患者含1种以上并发症

Note: 1) Some patients have more than one complication

2.3 次要结局

两组患者在手术时间、术中出血量、住院时间及腹腔引流管拔除时间等方面差异均无统计学

意义 (均 $P>0.05$)，但氩气刀组术中输血率明显低于电刀组 ($P=0.039$) (表3)。

表3 普通电刀组与氩气刀组患者次要结局比较

Table 3 Comparison of secondary outcomes between the EK group and the APC group

次要结局	普通电刀组(n=101)	氩气刀组(n=103)	Z/ χ^2	P
手术时间[min, M(IQR)]	160.00(120.00~190.00)	150.00(120.00~191.50)	-0.40	0.687
术中出血量[mL, M(IQR)]	300.00(100.00~500.00)	300.00(100.00~475.00)	-0.38	0.705
术中输血[n(%)]				
是	24(23.76)	13(12.62)	4.26	0.039
否	77(76.24)	90(87.38)		
住院时间[d, M(IQR)]	17.00(14.00~21.00)	17.00(14.00~20.50)	-0.20	0.845
腹腔引流管拔除时间[d, M(IQR)]	5.00(0.00~7.00)	5.00(0.00~8.00)	-1.04	0.296

2.4 预后情况

氩气刀组1、3、5年OS率为95.4%、86.3%、84.8%，普通电刀组1、3、5年OS率为89.3%、75.9%、69.9%，氩气刀组的OS率明显优于普通电

刀组 ($P=0.034$)。氩气刀组1、3、5年RFS率为73.2%、56.5%、52.7%；普通电刀组1、3、5年RFS率为59.1%、44.9%、27.3%，氩气刀组的RFS率明显优于普通电刀组 ($P=0.003$) (图2)。

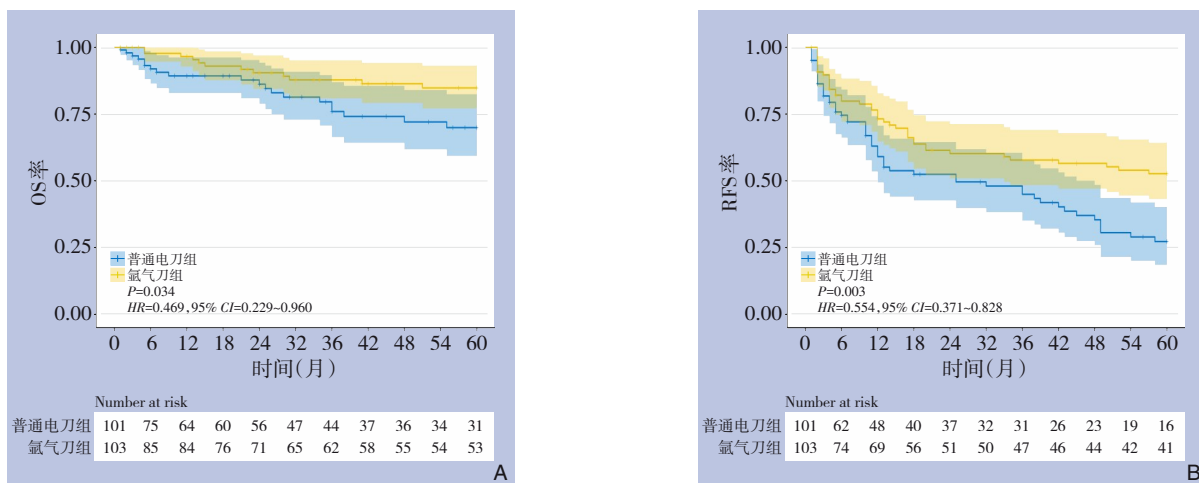


图2 氩气刀组和普通电刀组患者的生存曲线 A: OS; B: RFS

Figure 2 Kaplan-Meier survival curves for patients treated with APC and EK A: OS; B: RFS

2.5 复发情况

通过两组患者复发模式的对比分析发现，氩气刀在术后切缘复发的控制上展现出明显优势 ($P=0.011$)，但在其他复发类型中，包括肝内复发

(含单发与多发)、肝外复发、肝内合并肝外复发及早期复发 (<1年)，两组间差异均无统计学意义 (均 $P>0.05$) (表4)。

表4 氩气刀组和普通电刀组患者术后复发情况比较[n (%)]

Table 4 Comparison of postoperative recurrence patterns between the EK group and the APC group [n (%)]

复发模式	普通电刀组(n=101)	氩气刀组(n=103)	χ^2	P
早期复发(<1年)	35(34.65)	24(23.30)	3.20	0.074
切缘复发	8(7.92)	0(0.00)	6.52	0.011
肝外复发	8(7.92)	4(3.88)	1.50	0.220
单处肝内复发	15(14.85)	17(16.50)	0.11	0.745
多处肝内复发	26(25.74)	22(21.36)	0.54	0.461
肝内+外复发	9(8.91)	3(2.91)	3.31	0.069

3 讨论

自20世纪20年代以来,电刀已成为外科手术中用于组织切割与凝血止血的常规器械,因操作简便、成本较低而被广泛采用^[14]。氩气刀则于20世纪70年代首次应用于开放手术,随后迅速推广至内镜治疗及多个外科领域^[15]。既往多项研究显示,氩气刀在减少术后并发症、改善预后方面具有一定优势^[16-19]。然而,在肝硬化背景下接受HCC根治性切除的患者中,不同肝断面处理策略对术后并发症及预后的影响仍缺乏系统性比较与高质量循证评估,尚需进一步研究。

一项针对HCC非根治性切除术的研究显示,与普通电刀相比,氩气刀可降低术后复发率并改善OS^[20]。然而,氩气刀在HCC根治性肝切除术中的临床价值尚未得到充分评估。本中心对204例肝硬化背景下接受HCC根治术的患者分析表明,术中采用氩气刀处理肝断面可较普通电刀显著提高OS与RFS,该发现与HCC非根治性切除术中的结论一致。此外,进一步对术后复发模式的分析显示,氩气刀在减少切缘复发方面具有显著优势。在对大鼠的实验研究中,Yamagata等^[21]采用氩气刀进行肝癌切缘处理,结果提示可增加切缘凝固层深度,有效杀灭切缘肿瘤细胞,对预防切除面周围复发具有潜在价值。氩气刀的切缘复发控制优势与非接触式喷凝止血特性,在一定程度上降低术中肿瘤细胞播散及脱落的风险,从而可能进一步转化为预后优势。相比之下,普通电刀通过直接接触组织进行止血,较易造成组织碳化、碎裂及电极粘连等现象,这些因素理论上可能增加肿瘤细胞残留和局部种植的风险。

笔者还观察到,氩气刀降低了PHLF的发生率。该优势可能与其等离子体喷凝机制相关:其自适应流动特性使其在作用过程中具备“损伤自限性”,可将热损伤深度稳定控制在数毫米范围内^[22-24]。动物研究^[25]亦显示,在相同功率(120 W)条件下,氩气刀对猪肝造成的组织损伤深度与体积均低于普通电刀。需要指出的是,在肝硬化背景的HCC根治性切除中,降低PHLF较其他并发症更能转化为实质性的患者获益。肝硬化患者的功能储备与再生能力受限,一旦发生严重PHLF,常引发凝血障碍、进行性多器官功能衰竭等级联事件,从而显著放大早期死亡与再干预风险^[26]。结

果显示,氩气刀可显著降低术中输血的发生率。术中输血除与出血量相关外,还受术前血红蛋白及凝血功能等因素影响^[27,28]。氩气刀对断面弥漫性渗血的快速控制,可能减少持续性微量出血及反复止血操作,从而降低输血发生率,减轻缺血-再灌注对残肝的打击。因此,在肝硬化背景下,使用氩气刀具有更好的安全性。

值得注意的是,氩气刀组总体并发症发生率低于普通电刀组,但严重并发症发生率却呈现相反趋势。该现象可能与两组并发症构成差异及严重并发症事件数较少的统计学特征共同相关。具体而言,氩气刀组中Clavien-Dindo I级、II级非严重并发症发生率较低,从而降低了总体并发症发生率水平;而严重并发症事件数较少(7例 vs. 5例),导致少数病例的分布差异即可在百分比上被放大,呈现出相反趋势。此外,氩气刀组中严重并发症以需经穿刺引流处理的胸腔积液为主。既往研究^[29-30]表明,肝脏术后胸腔积液的发生常与低白蛋白血症、肝炎病史、慢性阻塞性肺炎病史等密切相关,而不完全取决于手术操作本身。因此,该类并发症更可能反映患者全身状态因素,而非局部手术相关风险的增加。因此,对严重并发症发生率差异的解读需保持谨慎,仍有待更大样本量研究进一步验证。

尽管本研究得到了一些有意义的结果,但仍存在局限。其一,术中器械选择由术者偏好及根据实际情况决定,可能引入选择性偏倚;其二,小样本单中心研究设计限制了结论的外部推广性。后续研究宜开展多中心、前瞻性随机对照试验,并结合更规范的分层与匹配策略,以进一步验证并巩固本研究结论。

综上所述,在肝硬化背景下HCC根治术中,氩气刀较普通电刀显示出更优的肿瘤学获益,并在总体安全性方面表现突出,具有进一步推广应用的潜力。

作者贡献声明:叶涛铸为文章主要撰写人,完成主要临床数据收集和统计、文献资料收集分析及文章初稿的写作;余睿、林大奎、彭建超参与临床数据收集和统计;黄兴华、胡还章指导论文写作和修改,全体作者都阅读并同意最终的文本。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Bray F, Laversanne M, Sung H, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2024, 74(3):229–263. doi:10.3322/caac.21834.
- [2] Llovet JM, Kelley RK, Villanueva A, et al. Hepatocellular carcinoma[J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2021, 7:6. doi:10.1038/s41572-020-00240-3.
- [3] Zhou J, Sun HC, Wang Z, et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of primary liver cancer (2022 edition)[J]. *Liver Cancer*, 2023, 12(5):405–444. doi:10.1159/000530495.
- [4] Cipriani F, Aldrighetti L, Ratti F, et al. Impact of liver cirrhosis, severity of cirrhosis, and portal hypertension on the difficulty and outcomes of laparoscopic and robotic major liver resections for primary liver malignancies[J]. *Ann Surg Oncol*, 2024, 31(1): 97–114. doi:10.1245/s10434-023-14376-5.
- [5] Zheng J, Liang X, Wu AGR, et al. Impact of liver cirrhosis, severity of cirrhosis and portal hypertension on the difficulty of laparoscopic and robotic minor liver resections for primary liver malignancies in the anterolateral segments[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2024, 50(1):107252. doi:10.1016/j.ejso.2023.107252.
- [6] Lim C, Scatton O, Wu AGR, et al. Impact of liver cirrhosis and portal hypertension on minimally invasive limited liver resection for primary liver malignancies in the posterosuperior segments: an international multicenter study[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2023, 49(10): 106997. doi:10.1016/j.ejso.2023.106997.
- [7] Joliat GR, Delabays C, Uldry E, et al. Specific items of enhanced recovery after surgery for liver surgery in cirrhotic patients: a systematic review[J]. *World J Surg*, 2025, 49(8):2125–2143. doi:10.1002/wjs.12677.
- [8] Ji GW, Wu YZ, Wang X, et al. Experimental and clinical study of influence of high-frequency electric surgical knives on healing of abdominal incision[J]. *World J Gastroenterol*, 2006, 12(25):4082–4085. doi:10.3748/wjg.v12.i25.4082.
- [9] Sankaranarayanan G, Resapu RR, Jones DB, et al. Common uses and cited complications of energy in surgery[J]. *Surg Endosc*, 2013, 27(9):3056–3072. doi:10.1007/s00464-013-2823-9.
- [10] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政司. 原发性肝癌诊疗指南(2024年版)[J]. *中国普通外科杂志*, 2024, 33(4):475–530. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.04.001.
Department of Medical Administration, National Health Commission of the People's Republic of China. Guidelines for the diagnosis and treatment of primary liver cancer (2024 edition)[J]. *China Journal of General Surgery*, 2024, 33(4): 475–530. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.04.001.
- [11] Clavien PA, Barkun J, de Oliveira ML, et al. The Clavien-Dindo classification of surgical complications: five-year experience[J]. *Ann Surg*, 2009, 250(2):187–196. doi:10.1097/SLA.0b013e3181b13ca2.
- [12] Breitenstein S, DeOliveira ML, Raptis DA, et al. Novel and simple preoperative score predicting complications after liver resection in noncirrhotic patients[J]. *Ann Surg*, 2010, 252(5): 726–734. doi:10.1097/SLA.0b013e3181fb8c1a.
- [13] Aramaki O, Takayama T, Higaki T, et al. Decreased blood loss reduces postoperative complications in resection for hepatocellular carcinoma[J]. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2014, 21(8):585–591. doi:10.1002/jhbp.101.
- [14] Meeuwse FC, Guédon ACP, Arkenbout EA, et al. The art of electrosurgery: trainees and experts[J]. *Surg Innov*, 2017, 24(4): 373–378. doi:10.1177/1553350617705207.
- [15] Raiser J, Zenker M. Argon plasma coagulation for open surgical and endoscopic applications: state of the art[J]. *J Phys D Appl Phys*, 2006, 39(16):3520. doi:10.1088/0022-3727/39/16/S10.
- [16] Knabe M, Wetzka J, Welsch L, et al. Radiofrequency ablation versus hybrid Argon plasma coagulation in Barrett's esophagus: a prospective randomised trial[J]. *Surg Endosc*, 2023, 37(10):7803–7811. doi:10.1007/s00464-023-10313-5.
- [17] Tarim K, Kilic M, Koseoglu E, et al. Feasibility, safety and efficacy of Argon beam coagulation in robot-assisted partial nephrectomy for solid renal masses ≤ 7 cm in size[J]. *J Robot Surg*, 2021, 15(5): 671–677. doi:10.1007/s11701-020-01158-4.
- [18] Gao Y, Chu WX, Hou L, et al. Comparing the effects of Argon plasma coagulation and interferon therapy in patients with vaginal intraepithelial neoplasia: a single-center retrospective study[J]. *Arch Gynecol Obstet*, 2024, 310(1):561–569. doi:10.1007/s00404-024-07477-3.
- [19] Wang H, Ahn JY, Noh JH, et al. Clinical outcomes of Argon plasma coagulation for the treatment of gastric low-grade dysplasia[J]. *Gastrointest Endosc*, 2024, 100(2): 221–230. doi:10.1016/j.gie.2024.01.025.
- [20] 沈裕厚, 谢振斌, 岳爱民, 等. 肝癌切除术中氩气刀处理残肝断面
对术后肿瘤局部复发的影响[J]. *中华肿瘤防治杂志*, 2016, 23(8): 525–529.
Shen YH, Xie ZB, Yue AM, et al. Effect of Argon plasma coagulation treatment on local recurrence of tumor after hepatic resection[J]. *Chinese Journal of Cancer Prevention and Treatment*, 2016, 23(8):525–529.
- [21] Yamagata M, Matsumata T, Ikeda Y, et al. Recurrence near the resection line of hepatocellular carcinoma in the anterosuperior subsegment of the liver: the effect of the Argon beam coagulator[J]. *Hepatogastroenterology*, 1995, 42(1):9–12.

[22] Xiao A, Liu DW, He DC, et al. Plasma scalpels: devices, diagnostics, and applications[J]. Biomedicines, 2022, 10(11):2967. doi:10.3390/biomedicines10112967.

[23] Grund KE, Straub T, Farin G. New haemostatic techniques: Argon plasma coagulation[J]. Baillieres Best Pract Res Clin Gastroenterol, 1999, 13(1):67-84. doi:10.1053/bega.1999.0009.

[24] Glowka TR, Standop J, Paschenda P, et al. Argon and helium plasma coagulation of porcine liver tissue[J]. J Int Med Res, 2017, 45(5):1505-1517. doi:10.1177/0300060517706576.

[25] Sperling J, Ziemann C, Schulz J, et al. A comparative evaluation of ablations produced by high-frequency coagulation-, Argon plasma coagulation-, and cryotherapy devices in porcine liver[J]. Int J Colorectal Dis, 2012, 27(9):1229-1235. doi:10.1007/s00384-012-1504-9.

[26] Kauffmann R, Fong Y. Post-hepatectomy liver failure[J]. Hepatobiliary Surg Nutr, 2014, 3(5): 238-246. doi: 10.3978/j.issn.2304-3881.2014.09.01.

[27] 熊勤. 肝肿瘤手术患者围手术期用血情况及输血相关因素分析[J]. 临床血液学杂志: 输血与检验版, 2013, 26(8):527-530. doi: 10.13201/j.issn.1004-2806-b.2013.04.035.

Xiong Q. Liver cancer surgery patients perioperative blood transfusion and related factor analysis[J]. Journal of Clinical Hematology: Blood Transfusion and Laboratory Medicine Edition, 2013, 26(8): 527-530. doi: 10.13201/j. issn. 1004-2806-b.2013.04.035.

[28] Mavros MN, Coburn NG, Davis LE, et al. Risk of venous thromboembolism in patients with elevated INR undergoing hepatectomy: an analysis of the American college of surgeons national surgical quality improvement program registry[J]. HPB (Oxford), 2021, 23(7):1008-1015. doi:10.1016/j.hpb.2020.10.016.

[29] 罗林, 陈浩, 程永浪, 等. 肝癌切除术后胸腔积液危险因素 Meta 分析[J]. 中国普通外科杂志, 2021, 30(7):761-771. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2021.07.002.

Luo L, Chen H, Cheng YL, et al. Meta-analysis of risk factors for pleural effusion after hepatectomy for liver cancer[J]. China Journal of General Surgery, 2021, 30(7): 761-771. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.07.002.

[30] 石岳峰, 邵英梅. 肝切除术后并发胸腔积液的原因及防治措施[J]. 临床肝胆病杂志, 2015, 31(9): 1551-1553. doi: 10.3969/j.issn.1001-5256.2015.09.048.

Shi YF, Shao YM. Cause and prevention of pleural effusion after liver resection[J]. Journal of Clinical Hepatology, 2015, 31(9): 1551-1553. doi:10.3969/j.issn.1001-5256.2015.09.048.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式:叶涛铸,余睿,林大奎,等. 氩气刀与普通电刀在肝硬化背景肝细胞癌根治性肝切除中的疗效与安全性比较[J]. 中国普通外科杂志, 2026, 35(1): 105-113. doi: 10.7659/j. issn. 1005-6947.250592

Cite this article as: Ye TZ, Yu R, Lin DK, et al. Efficacy and safety of argon plasma coagulation compared with conventional electrocautery knife in radical hepatectomy for hepatocellular carcinoma with cirrhosis[J]. Chin J Gen Surg, 2026, 35(1): 105-113. doi: 10.7659/j. issn.1005-6947.250592

本刊2026年各期重点内容安排

本刊2026年各期重点内容安排如下, 欢迎赐稿。

第1期 肝脏外科临床与实验研究

第2期 胆道外科临床与实验研究

第3期 胰腺外科临床与实验研究

第4期 胃肠肿瘤、减重代谢外科基础与临床研究

第5期 乳腺、甲状腺外科临床与实验研究

第6期 血管外科临床与实验研究

第7期 肝脏肿瘤基础与临床研究

第8期 胆道肿瘤基础与临床研究

第9期 胰腺肿瘤基础与临床研究

第10期 疝与腹壁外科临床与基础研究

第11期 甲状腺肿瘤基础与临床研究

第12期 血管外科基础与临床研究

中国普通外科杂志编辑部