

## 机器人、腹腔镜与开腹胃癌根治术的临床疗效对比

冯鹏<sup>1</sup>, 吴思渔<sup>1</sup>, 张惟帆<sup>2</sup>, 刘昭<sup>1</sup>, 夏鹏<sup>1</sup>

(1. 西安交通大学第一附属医院肿瘤外科 陕西 西安 710061; 2. 西安交通大学第一附属医院肝胆外科 陕西 西安 710061)

**摘要** 目的: 通过与腹腔镜辅助胃切除术 (Laparoscopic-assisted Gastrectomy, LAG) 和开腹胃切除术 (Open Gastrectomy, OG) 对比, 评价机器人辅助胃切除术 (Robot-assisted Gastrectomy, RAG) 的优势。方法: 选取西安交通大学第一附属医院 2017 年 1 月—2019 年 7 月接受胃切除术的 147 例胃癌患者为研究对象, 其中 42 例行达芬奇机器人辅助胃癌根治术的患者为 RAG 组, 44 例行腹腔镜辅助胃癌根治术的患者为 LAG 组, 61 例行开腹胃癌根治术的患者为 OG 组。比较 3 组患者的手术时间、术中失血量、清扫淋巴结数量、术后恢复、学习曲线等短期指标, 以及长期指标总生存期 (Overall Survival, OS)。结果: 3 组相比, 机器人组术中失血量最少 ( $P=0.033$ )、术后首次经肛门排气时间最短 ( $P<0.001$ )、首次摄入流食时间最短 ( $P=0.004$ )、术后住院时间最短 ( $P=0.023$ )、淋巴结清扫数目最多 ( $P=0.044$ ), 手术时间最长 ( $P<0.001$ ) 且治疗费用最高 ( $P<0.001$ )。但 3 组在术后引流、术后白细胞计数和早期并发症方面无显著差异 ( $P>0.05$ )。CUSUM 法显示, 17 例后, RAG 的学习曲线达到稳定。此外, 在 3 组中 OS 结果相似。结论: 与 LAG 和 OG 相比, RAG 具有一定的短期疗效优势, 是一种安全可靠的手术方法。

**关键词** 机器人辅助手术; 腹腔镜手术; 开腹手术; 胃癌根治术

**中图分类号** R608 R735.2 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2023) 04-0350-10

收稿日期: 2022-03-16 录用日期: 2022-11-28

Received Date: 2022-03-16 Accepted Date: 2022-11-28

基金项目: 西安交通大学第一附属医院临床研究课题 (XJTU1AF-CRF-2020-019)

Foundation Item: Clinical Research Project of the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University (XJTU1AF-CRF-2020-019)

通讯作者: 夏鹏, Email: pengxia12321@163.com

Corresponding Author: XIA Peng, Email: pengxia12321@163.com

引用格式: 冯鹏, 吴思渔, 张惟帆, 等. 机器人、腹腔镜与开腹胃癌根治术的临床疗效对比 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2023, 4 (4): 350-359.

Citation: FENG P, WU S Y, ZHANG W F, et al. Comparison of clinical efficacy on robot-assisted, laparoscopic and open radical gastrectomy for gastric cancer [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2023, 4(4): 350-359.

# Comparison of clinical efficacy on robot-assisted, laparoscopic and open radical gastrectomy for gastric cancer

FENG Peng<sup>1</sup>, WU Siyu<sup>1</sup>, ZHANG Weifan<sup>2</sup>, LIU Zhao<sup>1</sup>, XIA Peng<sup>1</sup>

(1.Department of Surgical Oncology, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China;

2.Department of Hepatobiliary Surgery, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China)

**Abstract** **Objective:** To evaluate the advantages of robot-assisted gastrectomy (RAG) by comparing with laparoscopic-assisted gastrectomy (LAG) and open gastrectomy (OG). **Methods:** 147 gastric cancer patients who underwent gastrectomy in our hospital from January 2017 to July 2019 were selected into this study and retrospectively analyzed. 42 patients underwent RAG were divided into the RAG group, 44 patients into the LAG group and 61 patients into the OG group. Short-term indicators such as operative time, intraoperative blood loss, dissected lymph nodes, postoperative recovery, learning curve, and long-term indicators such as overall survival (OS) of the three groups were compared. **Results:** Compared with the other two groups on short-term outcomes, the RAG group had the least intraoperative blood loss ( $P=0.033$ ), the shortest time to first flatus( $P<0.001$ ), shortest time to first intake liquid diet ( $P=0.004$ ), shortest postoperative hospital stay ( $P=0.023$ ), the largest number of dissected lymph nodes ( $P=0.044$ ), the longest operative time ( $P<0.001$ ), and the highest treatment cost ( $P<0.001$ ). However, there were no significant differences in postoperative drainage, postoperative WBC count and early complications among the three group ( $P>0.05$ ). The cumulative sum (CUSUM) method showed that learning curve of RAG reached stability after 17 cases of operation. In addition, similar OS was observed among the three groups. **Conclusion:** Compared with LAG and OG, RAG has certain advantages in short-term outcomes, which is a safe and reliable way to treat gastric cancer.

**Key words** Robot-assisted surgery; Laparoscopic surgery; Open Surgery; Radical gastrectomy

胃癌是常见的恶性肿瘤，其死亡率在全球癌症中排名第三<sup>[1]</sup>。在中国，胃癌也是癌症相关死亡的主要原因，晚期胃癌患者的存活率较低、复发率较高<sup>[2]</sup>。目前胃癌的治疗方法主要是根治性胃切除术。20世纪末，腹腔镜辅助胃切除术（Laparoscopic-assisted Gastrectomy, LAG）被引入<sup>[3]</sup>。与传统的开腹胃切除术（Open Gastrectomy, OG）相比，LAG在短期和长期肿瘤学结果方面具有重要意义<sup>[4-6]</sup>。然而，腹腔镜辅助手术亦存在一定的局限性，包括成像效果差、操作困难、手震颤、学习曲线长等<sup>[7-8]</sup>。2003年，Hashizume M等人<sup>[9]</sup>首次报道了机器人辅助胃切除术（Robot-assisted Gastrectomy, RAG）。到目前为止，已

有很多研究比较了RAG、LAG和OG的临床疗效<sup>[10-13]</sup>，但是不同中心报道的结果不尽相同。本文旨在比较西安交通大学第一附属医院肿瘤外科RAG、LAG和OG三种不同术式治疗胃癌的临床疗效。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

本研究为单中心回顾性队列研究，选取我院2017年1月—2019年7月接受胃切除术的147例胃癌患者作为研究对象（RAG组42例，LAG组44例，OG组61例）。3组间年龄、性

别、BMI、ASA 分级评分等基本信息相比, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。纳入标准: ①所有患者均经病理检查确诊为胃癌; ②所有患者均接受常规检查, 如胃镜、CT; ③术前未行放化疗等; ④无上腹部手术史; ⑤所有患者在手术前签署知情同意书; ⑥临床病理资料完整。排除标准: ①合并严重慢性基础疾病, ASA> III级; ②合并其他恶性肿瘤; ③肿瘤侵犯其他器官及远处转移, 无手术治疗适应证; ④因出血、穿孔、梗阻等行急诊手术。

## 2 方法

### 2.1 手术方法

所有手术均由同一位主刀医生完成, 所有患者均采用气管插管全身麻醉, 患者术中采取头高脚低左侧高的仰卧位。机器人手术的 Trocar 布局同文献<sup>[14]</sup>, 腹腔镜手术使用通用的 5 孔法, 开腹手术采用上腹部正中切口。手术切除范围及淋巴结清扫按照日本胃癌治疗指南(第 5 版)<sup>[15]</sup>进行。RAG 组和 LAG 组消化道重建采用上腹部小切口, 行手辅助胃肠道吻合。远端胃和全胃采用 Roux-en-Y 方式行消化道重建, 近端胃行胃后壁与食管直接吻合。

### 2.2 手术结果评估

围手术期收集患者的年龄、性别、BMI 等基线特征。此外, 临床病理特征如美国麻醉医师协会 (American Society of Anesthesiologists, ASA) 评分及病理性肿瘤淋巴结转移情况。其中, TNM 分期的标准是基于美国癌症联合委员会 (American Joint Committee on Cancer, AJCC) 制定的标准<sup>[16]</sup>。记录并对比分析 3 组术中失血量、手术时间、淋巴结清扫数量、腹腔引流量、术后首次经肛门排气时间、术后首次进食流食时间及并发症发病率、术后白细胞计数等, 以评

估术后的短期结果。记录患者的术后住院时间, 对出院患者进行定期随访并收集患者的 OS 数据。OS 用于衡量患者的长期结果, 以进一步评估不同手术方法的优缺点。

### 2.3 学习曲线

CUSUM 方法用于评估 RAG 的学习曲线, 公式为  $S_n = \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)$ , 其中  $S_n$  是每个数据  $n_i$  之间的差异的累积和所有数据  $\mu$  的平均值。在本研究中,  $x_i$  代表每个 RAG 的运行时间,  $n$  代表病例总数。因 RAG 中没有失败案例, 所以不需要风险调整 CUSUM (RA-CUSUM)<sup>[17]</sup>。

### 2.4 统计学方法

所有数据采用 SPSS 26.0 统计学软件进行分析。连续变量表示为均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ), 两组均值比较用  $t$  检验, 正态分布数据使用 One-way ANOVA 分析, 非正态分布数据使用 Kruskal-Wallis 检验。分类变量由病例数 (%) 表示, 并使用  $\chi^2$  检验或 Fisher's exact 检验进行分析。总生存期使用 Kaplan-Meier 生存曲线绘制, 并使用 Log-rank 检验来比较 3 组手术之间的差异。以  $P<0.05$  为差异具有统计学意义。

## 3 结果

### 3.1 基线临床病理特征

RAG 组患者 42 例、LAG 组患者 44 例和 OG 组患者 61 例 (见表 1)。术中根据患者的肿瘤位置选择远端、近端或全胃切除。在切除范围的选择上, 3 组之间无统计学差异 ( $P=0.36$ )。3 组淋巴结清扫范围 ( $P=0.07$ ) 和  $R_0$  切除方式 ( $P=0.34$ ) 相似, 差异无统计学意义。3 组病理 T 分期、N 分期与 TNM 分期相比, 差异无统计学意义 ( $P=0.06$ ,  $P=0.62$ ,  $P=0.33$ )。

### 3.2 手术短期结局

RAG 组和 LAG 组手术均成功实施, 无中转

表 1 患者临床基线特征 [n(%)]

Table 1 Baseline characteristics of patients [n(%)]

项目	RAG 组 (n=42)	LAG 组 (n=44)	OG 组 (n=61)	P 值
年龄 (岁)				0.07 <sup>a</sup>
≥ 60	21 (50.00)	22 (50.00)	42 (68.85)	
< 60	21 (50.00)	22 (50.00)	19 (31.15)	
性别				0.08 <sup>a</sup>
男	31 (73.81)	40 (90.91)	46 (75.41)	
女	11 (26.19)	4 (9.09)	15 (24.59)	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.98±3.17	21.94±2.53	22.36±3.63	0.30 <sup>b</sup>
ASA				0.16 <sup>a</sup>
1 or 2	30 (71.43)	35 (79.55)	38 (62.30)	
3 or 4	12 (28.57)	9 (20.45)	23 (37.70)	
淋巴结清扫范围				0.07 <sup>c</sup>
D1	2 (4.76)	4 (9.09)	3 (4.92)	
D1+	13 (30.95)	9 (20.45)	6 (9.84)	
D2	27 (64.29)	31 (70.46)	52 (85.24)	
病理 T 分期				0.06 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub>	15 (35.72)	13 (29.55)	9 (14.75)	
T <sub>2</sub>	4 (9.52)	8 (18.18)	6 (9.84)	
T <sub>3</sub>	1 (2.38)	5 (11.36)	9 (14.75)	
T <sub>4</sub>	22 (52.38)	18 (40.91)	37 (60.66)	
病理 N 分期				0.62 <sup>a</sup>
N <sub>0</sub>	19 (45.23)	19 (43.18)	19 (31.15)	
N <sub>1</sub>	9 (21.43)	6 (13.64)	16 (26.23)	
N <sub>2</sub>	7 (16.67)	10 (22.73)	12 (19.67)	
N <sub>3</sub>	7 (16.67)	9 (20.45)	14 (22.95)	
TNM 分期				0.33 <sup>a</sup>
I	16 (38.10)	17 (38.64)	14 (22.95)	
II	5 (11.90)	5 (11.36)	6 (9.84)	
III	21 (50.00)	22 (50.00)	41 (67.21)	
切缘				0.34 <sup>c</sup>
阴性	42 (100.00)	44 (100.00)	59 (96.72)	
阳性	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (3.28)	
切除类型				0.36 <sup>a</sup>
远端胃	17 (40.48)	22 (50.0)	29 (47.54)	
近端胃	12 (28.57)	5 (11.36)	8 (13.11)	
全胃	13 (30.95)	17 (38.64)	24 (39.35)	

注：数据为  $\bar{x} \pm s$  或  $n(\%)$ ；a.  $\chi^2$  检验；b. One-way ANOVA 分析；c. Fisher's exact 检验

开放手术。其中，RAG 组手术时间最长，OG 组手术时间最短 [RAG: (300.50 ± 46.17) min, LAG: (282.41 ± 63.67) min, OG: (209.61 ± 49.77) min,  $P < 0.01$ ]; RAG 组术中失血量最少 [RAG: (114.52 ± 84.14) ml, LAG: (137.73 ± 72.04) ml, OG: (153.61 ± 67.41) ml,  $P = 0.03$ ], 差异有统计学意义; 同样, RAG 组的首次摄入流食时间 [RAG: (5.50 ± 1.20) d, LAG: (5.90 ± 0.90) d, OG: (6.00 ± 0.80) d,  $P < 0.01$ ]、术后住院时间 [RAG: (8.50 ± 1.90) d, LAG: (9.20 ± 2.50) d, OG: (9.80 ± 2.00) d,  $P < 0.02$ ] 均低于其他两组; 而两两比较中, RAG 组与 LAG 组相比、LAG 组与 OG 组相比, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。RAG 组术后首次经肛门排气时间最短 [RAG: (4.70 ± 1.20) d, LAG: (5.40 ± 1.10) d, OG: (5.50 ± 0.90) d,  $P < 0.01$ ], 而两两比较中, LAG 组与 OG 组差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

淋巴结清扫是胃癌根治术后的关键环节。在 3 组手术中, RAG 组清扫淋巴结数目最多 [RAG: (26.80 ± 7.70) 枚, LAG: (25.90 ± 8.40) 枚, OG: (23.40 ± 5.90) 枚,  $P = 0.04$ ], 两两比较中, RAG 组与 LAG 组、LAG 组与 OG 组差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。而 3 组按 D1、D1+ 和 D2 淋巴结清扫范围分组后, 在淋巴结清扫数方面差异无统计学意义 (如图 1)。3 组患者术后引流比较, 差异均无统计学意义, 而两两比较中, RAG 组与 OG 组胃管引流量差异有统计学意义 ( $P = 0.04$ )。3 组患者住院期间并发症发生率比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。3 组术后白细胞计数差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 而两两比较中, RAG 组与 OG 组术前和术后第 3 d 白细胞计数方面相比, 差异有统计学意义 ( $P = 0.02$ ,  $P = 0.03$ ), 如图 2。然而, RAG 组的治疗费用最高 [RAG: (124 002.59 ± 16 636.45) 元, LAG:

(102 138.29 ± 17 492.23) 元, OG: (98 077.55 ± 17 120.58) 元,  $P < 0.01$ ], 而两两比较中, LAG 组与 OG 组差异无统计学意义 ( $P = 0.24$ ) (见表 2)。

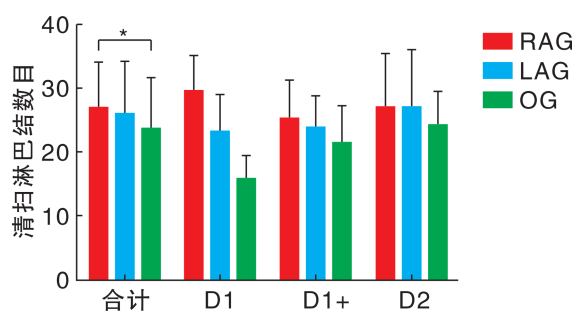


图 1 淋巴结清扫数量  
Figure 1 Number of dissected lymph nodes of the three groups

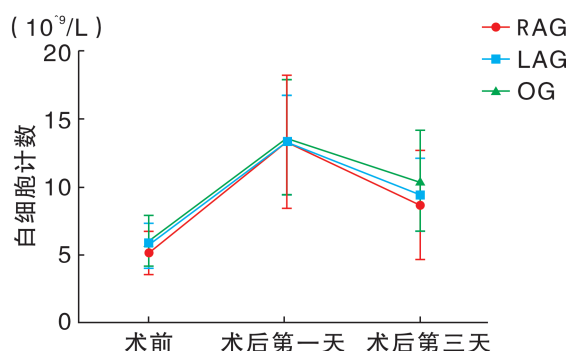


图 2 术前、术后第 1 d 和术后第 3 d 白细胞计数  
Figure 2 WBC counts before surgery, 1 d and 3 d after surgery of the three groups

### 3.3 RAG 的学习曲线

RAG 手术时间随着病例数的增加而缩短 ( $R^2 = 0.1636$ ,  $P = 0.0079$ ), 如图 3, 但 LAG、OG 手术时间与病例数无明显关系 ( $P = 0.8582$ ,  $P = 0.0758$ ), 见表 3。CUSUM 图显示了 17 例为跨学习曲线掌握手术所需的最小手术病例数 (如图 4)。而 CUSUM 学习曲线的最佳拟合方程为  $y = 0.04x^3 - 3.2527x^2 + 70.377x - 83.946$ , 拟合优度确定系数  $R^2 = 0.7617$ 。

表 2 术后短期结果

Table 2 Short-term outcomes of patients of the three group

项目	RAG 组 (n=42)	LAG 组 (n=44)	OG 组 (n=61)	P 值	RAG-LAG P 值	RAG-OG P 值	LAG-OG P 值
手术时间 (min)	300.50 ± 46.17	282.41 ± 63.67	209.61 ± 49.77	< 0.01 <sup>a</sup>	0.13 <sup>d</sup>	< 0.01 <sup>d</sup>	< 0.01 <sup>d</sup>
术中出血量 (ml)	114.52 ± 84.14	137.73 ± 72.04	153.61 ± 67.41	0.03 <sup>b</sup>	0.17 <sup>d</sup>	0.01 <sup>d</sup>	0.25 <sup>d</sup>
首次经肛门排气时间 (d)	4.70 ± 1.20	5.40 ± 1.10	5.50 ± 0.90	< 0.01 <sup>a</sup>	< 0.01 <sup>d</sup>	< 0.01 <sup>d</sup>	0.64 <sup>d</sup>
首次摄入流食时间 (d)	5.50 ± 1.20	5.90 ± 0.90	6.00 ± 0.80	< 0.01 <sup>a</sup>	0.08 <sup>d</sup>	< 0.01 <sup>d</sup>	0.29 <sup>d</sup>
腹腔引流量 (ml)	315.33 ± 158.80	328.41 ± 206.15	382.05 ± 423.46	0.50 <sup>b</sup>	0.74 <sup>d</sup>	0.33 <sup>d</sup>	0.44 <sup>d</sup>
胃管引流量 (ml)	221.79 ± 171.46	261.02 ± 275.15	329.26 ± 339.67	0.15 <sup>b</sup>	0.43 <sup>d</sup>	0.04 <sup>d</sup>	0.28 <sup>d</sup>
早期并发症				> 0.99 <sup>c</sup>	1 <sup>c</sup>	0.90 <sup>c</sup>	1 <sup>c</sup>
吻合口瘘	1 (2.30)	2 (4.50)	2 (3.30)				
吻合口出血	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (1.60)				
胃排空延迟	0 (0.00)	1 (2.30)	1 (1.60)				
肺部感染	2 (4.70)	1 (2.30)	2 (3.30)				
清扫淋巴结数目 (枚)	26.80 ± 7.70	25.90 ± 8.40	23.40 ± 5.90	0.04 <sup>b</sup>	0.63 <sup>d</sup>	0.01 <sup>d</sup>	0.08 <sup>d</sup>
术后住院时间 (d)	8.50 ± 1.90	9.20 ± 2.50	9.80 ± 2.00	0.02 <sup>b</sup>	0.17 <sup>d</sup>	< 0.01 <sup>d</sup>	0.21 <sup>d</sup>
白细胞计数 (10 <sup>9</sup> /L)							
术前	5.14 ± 1.60	5.65 ± 1.62	6.00 ± 1.93	0.05 <sup>b</sup>	0.14 <sup>d</sup>	0.02 <sup>d</sup>	0.33 <sup>d</sup>
术后第 1 d	13.33 ± 4.88	13.08 ± 3.73	13.63 ± 4.25	0.81 <sup>b</sup>	0.79 <sup>d</sup>	0.75 <sup>d</sup>	0.49 <sup>d</sup>
术后第 3 d	8.69 ± 4.04	9.42 ± 2.74	10.40 ± 3.77	0.06 <sup>b</sup>	0.33 <sup>d</sup>	0.03 <sup>d</sup>	0.15 <sup>d</sup>
住院费用 (元)	124 002.59 ± 16 636.45	102 138.29 ± 17 492.23	98 077.55 ± 17 120.58	< 0.01 <sup>b</sup>	< 0.01 <sup>d</sup>	< 0.01 <sup>d</sup>	0.24 <sup>d</sup>

注：数据为  $\bar{x} \pm s$  或  $n$  (%)；a. Kruskal-Wallis 检验；b. One-way ANOVA 分析；c. Fisher's exact 检验；d.  $t$  检验

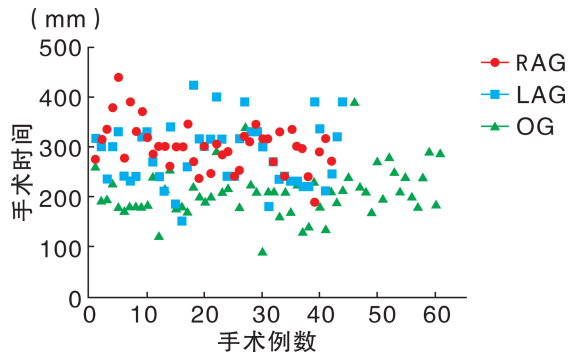


图3 不同手术方式的用时  
Figure 3 Different operative time of the three surgical methods

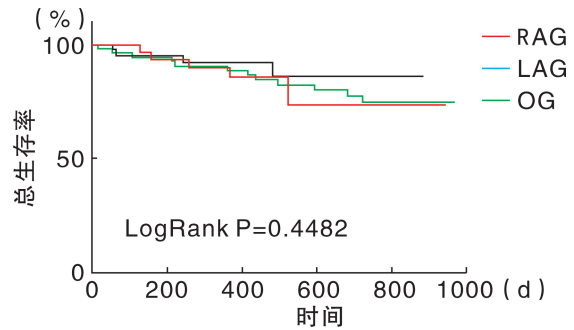


图5 不同手术方法的总生存期  
Figure 5 Different overall survival of the three groups

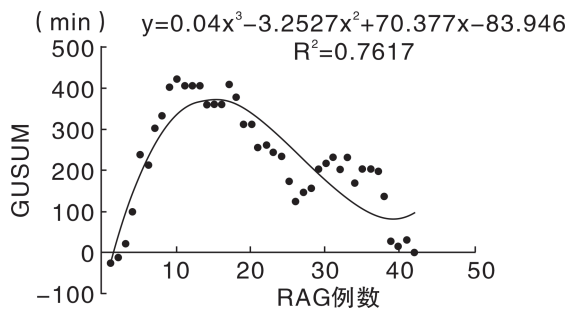


图4 RAG的学习曲线  
Figure 4 Cumulative sum (CUSUM) of RAG

### 3.4 手术长期结局

所有患者均成功随访，中位随访时间为426（13~970）d。其中，RAG组中死亡5例，LAG组中死亡4例，OG组中死亡12例。3组患者的总生存率相当（如图5），差异无统计意义（ $P=0.4482$ ）。

## 4 讨论

随着达芬奇机器人手术系统的不断发展，微创手术技术也发展到了一个新水平<sup>[18]</sup>。虽然已有较多研究比较了RAG、LAG和OG的临床疗效，但是不同中心报道的结果不尽相同。本研究共纳入147例胃癌患者，根据手术方式分为RAG组、LAG组和OG组。通过收集临床病理特征、术中和术后相关指标，比较三种不同手术方法的优缺点。

术前患者基线特征分析结果表明，3组患者在年龄、性别、BMI和ASA评分上差异无统计学意义，这表明个体差异导致的误差可以忽略。患者肿瘤的位置和病理分期等对胃癌的切除范围有较大影响<sup>[19]</sup>，本研究未发现三组患者在上述参数的分布方面有显著差异。

随后，本研究分析了术后的短期结果。在

表3 病例数与手术时间的最佳拟合方程

Table 3 Best fitting equation of cases and operative time

组别	方程	$R^2$ 值	$P$ 值
RAG 组	$Y=-1.5220X+333.2$	0.1636	0.0079
LAG 组	$Y=0.1374X+279.3$	0.0008	0.8582
OG 组	$Y=0.6423X+189.7$	0.0525	0.0758
RAG 组 CUSUM	$Y=0.04X^3-3.2527X^2+70.3770X-83.946$	0.7617	0.0172

手术时间方面，RAG 组最长，OG 组最短。这可能是由于 RAG 需要额外的对接时间<sup>[11, 20]</sup>；另一个原因可能是外科医生的 LAG 和 OG 手术经验更丰富。虽然 RAG 组手术时间最长，但其术中失血量最少。这主要是因为达芬奇手术机器人有更高的稳定性和更大的自由度，可以帮助术者在狭窄的空间操作自如，而且 3D 图像可以提供更广阔、更清晰的视野。在手术过程中，尤其是清扫淋巴结时，精确、灵活的操作对患者的伤害更小<sup>[21]</sup>。研究表明，由于 RAG 的损伤较小，肠功能恢复较快<sup>[22]</sup>，这与我们的研究结果相同——RAG 组的首次经肛门排气和首次摄入流食的时间最短。最后，这种损伤小、恢复快的方法使得住院时间明显缩短，这与 Kim M C 等人<sup>[23]</sup>的研究结果一致。此外，3 组间术后腹腔引流、胃管引流结果相似，这可能与组内数据差异较大。术后应激反应较为常见，且与术后并发症密切相关，白细胞计数可以充分反映患者的术后应激状态<sup>[10]</sup>。在本研究中，笔者收集并对比了 3 组术前、术后第 1 d 和术后第 3 d 的白细胞计数，但 3 组间白细胞计数未见显著差异，两两比较结果表明，RAG 组与 OG 组在术前和术后第 3 d 白细胞计数方面差异有统计学意义，这可能是由于本研究中样本量较小导致的偏差。此外，本研究中胃癌根治术常见的早期并发症（如吻合口瘘、吻合口出血、肺部感染、胃排空延迟）相比，3 组结果相似。然而，有研究表明，RAG 的并发症少于 LAG 和 OG<sup>[24]</sup>。造成研究结果不一致的原因可能与本研究中样本量较少相关，并发症的数量不足以反映 RAG 的优势。

清扫淋巴结的数量与胃癌患者的预后密切相关<sup>[25]</sup>。本研究结果表明，RAG 组淋巴结清扫总数多于 OG 组。胃癌根治术淋巴结清扫范围根据切除范围和 cTNM 分期来确定，其范围分为 D1、D1+ 和 D2<sup>[26]</sup>。本研究分别统计了 D1、

D1+ 和 D2 类别清扫的淋巴结数量。虽然未见统计学差异，但 RAG 组的清扫淋巴结数是 3 组中最高的，可见 RAG 由于机器人高清 3D 视野和灵活的机械臂，在淋巴结清扫方面具有一定的优势。

研究表明，有熟练 LAG 经验的外科医生将很快克服 RAG 的学习曲线<sup>[27]</sup>。然而，对于 RAG 学习曲线的研究，仍然缺乏足够大的样本数据。本研究采用 CUSUM 方法对已经具备达芬奇手术资质的外科医生的学习曲线进行评估，并以手术时间作为衡量指标。结果表明，CUSUM 值在第 17 个病例达到峰值，这意味着需要积累 17 个病例才能熟练掌握 RAG 手术，低于精通 LAG 的病例数<sup>[28-29]</sup>。随着达芬奇手术机器人在全球的普及，这项技术的短学习曲线也将成一个巨大优势。

3 种手术方法均可成功完成根治性胃切除术，远期疗效无显著差异。在随访期间，每组都有 1 例以上的死亡病例，但本研究未收集每例死亡的原因，也未收集到无进展生存期的数据。此外，本研究还存在以下不足：①本研究是单中心回顾性研究，样本量小，在数据收集和分析中存在一定的偏差；②本研究只分析了 RAG 的手术学习曲线，没有与 LAG 和 OG 组进行比较；③本研究未收集根治性胃切除术晚期并发症的数据，使得并发症的比较更加局限；④未区分早期和进展期胃癌患者，后续可单独进行研究。尽管存在缺点和不足，本研究结果足以证明 RAG 在胃癌根治术中的优势。

## 5 结论

RAG 是一种简单可行的手术方法，在根治性胃切除术中具有一定的优势，但其长期疗效仍需更多设计完善、多中心、大样本的随机对照试验来进一步验证。



## 参考文献

- [1] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2018, 68(6): 394–424.
- [2] Sano T, Sasako M, Yamamoto S, et al. Gastric cancer surgery: morbidity and mortality results from a prospective randomized controlled trial comparing D2 and extended para-aortic lymphadenectomy-Japan Clinical Oncology Group study 9501[J]. *J Clin Oncol*, 2004, 22(14): 2767–2773.
- [3] Uyama I, Ogiwara H, Takahara T, et al. Laparoscopic and minilaparotomy proximal gastrectomy and esophagogastrostomy: technique and case report[J]. *Surg Laparosc Endosc*, 1995, 5(6): 487–491.
- [4] Lee J H, Lee C M, Son S Y, et al. Laparoscopic versus open gastrectomy for gastric cancer: long-term oncologic results[J]. *Surgery*, 2014, 155(1): 154–164.
- [5] Kim H H, Hyung W J, Cho G S, et al. Morbidity and mortality of laparoscopic gastrectomy versus open gastrectomy for gastric cancer: an interim report—a phase iii multicenter, prospective, randomized trial (KLASS Trial)[J]. *Ann Surg*, 2010, 251(3): 417–420.
- [6] LIU F, HUANG C, XU Z, et al. Morbidity and mortality of laparoscopic vs open total gastrectomy for clinical stage I gastric cancer: the CLASS02 multicenter randomized clinical trial[J]. *JAMA Oncol*, 2020, 6(10): 1590–1597.
- [7] QIU H, AI J H, SHI J, et al. Effectiveness and safety of robotic versus traditional laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: an updated systematic review and meta-analysis[J]. *J Cancer Res Ther*, 2019, 15(7): 1450–1463.
- [8] Uyama I, Suda K, Nakauchi M, et al. Clinical advantages of robotic gastrectomy for clinical stage I/II gastric cancer: a multi-institutional prospective single-arm study[J]. *Gastric Cancer*, 2019, 22(2): 377–385.
- [9] Hashizume M, Sugimachi K. Robot-assisted gastric surgery[J]. *Surg Clin North Am*, 2003, 83(6): 1429–1444.
- [10] ZHANG K C, HUANG X H, GAO Y H, et al. Robot-assisted versus laparoscopy-assisted proximal gastrectomy for early gastric cancer in the upper location: comparison of oncological outcomes, surgical stress, and nutritional status[J]. *Cancer Control*, 2018, 25(1): 1073274818765999.
- [11] LIU H B, WANG W J, LI H T, et al. Robotic versus conventional laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: a retrospective cohort study[J]. *Int J Surg*, 2018. DOI: 10.1016/j.ijssu.2018.05.015.
- [12] Hosoda K, Mieno H, Ema A, et al. Safety and feasibility of robotic distal gastrectomy for stage IA gastric cancer: a phase II trial[J]. *J Surg Res*, 2019. DOI: 10.1016/j.jss.2019.01.049.
- [13] Park J M, Kim H I, Han S U, et al. Who may benefit from robotic gastrectomy? A subgroup analysis of multicenter prospective comparative study data on robotic versus laparoscopic gastrectomy[J]. *Ejso-Eur J Surg Onc*, 2016, 42(12): 1944–1949.
- [14] 余佩武, 陈凜, 曹晖, 等. 机器人胃癌手术专家共识 (2015 版)[J]. *中国研究型医院*, 2016, 3(1): 22–28.
- [15] Japanese Gastric Cancer Association. Japanese gastric cancer treatment guidelines 2018 (5th edition) [J]. *Gastric Cancer*, 2021, 24(1): 1–21.
- [16] Edge S B, Compton C C. The American Joint Committee on Cancer: the 7th edition of the AJCC cancer staging manual and the future of TNM[J]. *Ann Surg Oncol*, 2010, 17(6): 1471–1474.
- [17] Biswas P, Kalbfleisch J D. A risk-adjusted CUSUM in continuous time based on the Cox model[J]. *Stat Med*, 2008, 27(17): 3382–3406.
- [18] WANG S C, LING T L, ZHAO E H, et al. The surgical treatment of gastric cancer in the era of minimally invasive surgery[J]. *Minerva Chir*, 2017, 72(4): 334–346.
- [19] Tran T B, Worhunsky D J, Squires M H, et al. To Roux or not to Roux: a comparison between Roux-en-Y and Billroth II reconstruction following partial gastrectomy for gastric cancer[J]. *Gastric Cancer*, 2016, 19(3): 994–1001.
- [20] Park J Y, Jo M J, Nam B H, et al. Surgical stress after robot-assisted distal gastrectomy and its economic implications[J]. *Br J Surg*, 2012, 99(11): 1554–1561.
- [21] Lee J, Kim Y M, Woo Y, et al. Robotic distal subtotal gastrectomy with D2 lymphadenectomy for gastric cancer patients with high body mass index: comparison with conventional laparoscopic distal subtotal

- gastrectomy with D2 lymphadenectomy[J]. Surg Endosc, 2015, 29(11): 3251–3260.
- [22] Kim M C, Kim K H, Kim H H, et al. Comparison of laparoscopy-assisted by conventional open distal gastrectomy and extraperigastric lymph node dissection in early gastric cancer[J]. J Surg Oncol, 2005, 91(1): 90–94.
- [23] Kim M C, Heo G U, Jung G J. Robotic gastrectomy for gastric cancer: surgical techniques and clinical merits[J]. Surg Endosc, 2010, 24(3): 610–615.
- [24] Yang S Y, Roh K H, Kim Y N, et al. Surgical outcomes after open, laparoscopic, and robotic gastrectomy for gastric cancer[J]. Ann Surg Oncol, 2017, 24(7): 1770–1777.
- [25] Okajima W, Komatsu S, Ichikawa D, et al. Prognostic impact of the number of retrieved lymph nodes in patients with gastric cancer[J]. J Gastroenterol Hepatol, 2016, 31(9): 1566–1571.
- [26] Eom B W, Yoon H M, Ryu K W, et al. Comparison of surgical performance and short-term clinical outcomes between laparoscopic and robotic surgery in distal gastric cancer[J]. EjsEur J Surg Onc, 2012, 38(1): 57–63.
- [27] Park S S, Kim M C, Park M S, et al. Rapid adaptation of robotic gastrectomy for gastric cancer by experienced laparoscopic surgeons[J]. Surg Endosc, 2012, 26(1): 60–67.
- [28] Lee B, Lee Y T, Park Y S, et al. Learning curve of pure single-port laparoscopic distal gastrectomy for gastric cancer[J]. J Gastric Cancer, 2018, 18(2): 182–188.
- [29] Jung D H, Son S Y, Park Y S, et al. The learning curve associated with laparoscopic total gastrectomy[J]. Gastric Cancer, 2016, 19(1): 264–272.

## · 简 讯 ·

### 《机器人外科学杂志（中英文）》征稿及 2023 年征订启事

《机器人外科学杂志（中英文）》（Chinese Journal of Robotic Surgery, 简称 CJRS）是由中国出版集团主管，世界图书出版公司主办，中国医师协会医学机器人医师分会和中国抗癌协会腔镜与机器人外科分会等协办的国内公开发行的机器人外科与智慧医学全学科学术期刊（CN 10-1650/R, ISSN 2096-7721），旨在刊载机器人外科学领域新进展、新成果、新技术，促进机器人外科学的应用和发展，推动学术交流，提高我国在该领域的科研、临床水平和国际影响力。

本刊倡导理论与实践相结合，提高与普及相结合，并实行严格的专家审稿制度，依据稿件学术质量，公平、客观地取舍稿件。初设述评、临床研究、综述、基础研究、病例研究、专栏、讲座、教学研究、护理研究、指南与共识、学术争鸣、国内外学术动态等栏目。本刊为双月刊，大 16 开本，图随文走，全彩印刷，定价 50 元，全年 6 期（300 元），可直接向本刊编辑部订阅（户名：世界图书出版西安有限公司；开户行：工商银行西安市北大街支行；账号：3700 0205 0924 5232 147）。

**本刊对录用论文免费快速发表，不收取作者任何费用，也未授权或委托任何个人或网站受理作者投稿，谨防诈骗。**

**投稿方式：1、官网投稿系统：[www.jqrwkxzz.com](http://www.jqrwkxzz.com)；2、编辑部信箱：[jqrwkxzz@163.com](mailto:jqrwkxzz@163.com)。编辑部电话：029-87286478。**

本刊编辑部