

· 论著 ·

膜解剖理念下达芬奇机器人远端胃癌根治术的临床应用

刘炜, 付海啸, 张轩, 王凯, 刘浩, 李腾腾, 陈帅伟, 张文卓, 符炜*

徐州医科大学附属医院 胃肠外科, 江苏 徐州 221000

【摘要】 目的 评价膜解剖理念下达芬奇机器人远端胃癌根治术的围手术期安全性及短期疗效。**方法** 选取2022年6月至2025年6月徐州医科大学附属医院胃肠外科收治的98例胃中下部癌患者。所有患者均接受膜解剖理论指导的达芬奇机器人远端胃癌根治术, 回顾性分析患者的手术时间、术中出血量、淋巴结清扫数目、术后30 d内并发症发生率及术后住院时间。**结果** 所有手术均顺利完成, 无中转开腹病例。平均手术时间为 (240.77 ± 18.85) min, 术中出血量为 (37.95 ± 12.33) ml。平均淋巴结清扫总数为 (30.80 ± 5.66) 枚, 胰腺上缘区域淋巴结(No.5、7、8a、9、11p、12a组)清扫数目分别为 (1.32 ± 0.83) 枚、 (5.71 ± 1.98) 枚、 (3.29 ± 1.98) 枚、 (1.43 ± 0.82) 枚、 (1.55 ± 0.81) 枚、 (1.25 ± 0.70) 枚。术后平均住院时间为 (8.02 ± 0.98) d。术后30 d总体并发症发生率7.1%, 其中Clavien-Dindo I级3例(3.1%), II级4例(4.1%), 无III级及以上并发症。**结论** 在膜解剖理论指导下开展达芬奇机器人远端胃癌根治术, 有利于术中的淋巴结清扫分离, 具有良好的手术安全性和短期疗效。

【关键词】 膜解剖; 远端胃癌根治术; 达芬奇机器人手术; 临床应用

Clinical application of da Vinci robotic distal radical gastrectomy under the guidance of membrane anatomy concept

Liu Wei, Fu Haixiao, Zhang Xuan, Wang Kai, Liu Hao, Li Tengting, Chen Shuaiwei, Zhang Wenzhuo, Fu Wei*

Department of Gastrointestinal Surgery, the Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221000, Jiangsu, China

*Corresponding author: Fu Wei, E-mail: fuwei1530@163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the perioperative safety and short-term efficacy of da Vinci robot-assisted distal radical gastrectomy based on the membrane anatomy theory. **Method** A total of 98 patients with middle or lower gastric cancer admitted to the Department of Gastrointestinal Surgery, the Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University between June 2022 and June 2025 were selected. All patients underwent the membrane anatomy-guided da Vinci robot-assisted distal radical gastrectomy. Data on operative time, intraoperative blood loss, number of dissected lymph nodes, postoperative 30-day complication rate, and postoperative hospital stay were retrospectively analyzed. **Result** All operations were successfully completed without conversion to open surgery. The mean operative time was (240.77 ± 18.85) minutes, with an intraoperative blood loss of (37.95 ± 12.33) ml. The mean total number of dissected lymph nodes was (30.80 ± 5.66) . The numbers of lymph nodes harvested from the superior border of the pancreas (No.5, 7, 8a, 9, 11p, and 12a) were (1.32 ± 0.83) , (5.71 ± 1.98) , (3.29 ± 1.98) , (1.43 ± 0.82) , (1.55 ± 0.81) , and (1.25 ± 0.70) , respectively. The mean postoperative hospital stay was (8.02 ± 0.98) days. The overall complication rate was 7.1%, including 3 cases (3.1%) of Clavien-Dindo grade I and 4 cases (4.1%) of grade II, with no grade III or higher complications. **Conclusion** Da Vinci robot-assisted distal radical gastrectomy guided by the membrane anatomy theory facilitates intraoperative lymph node separation, demonstrating favorable operative safety and short-term outcomes.

【Key words】 Membrane anatomy; Distal radical gastrectomy; Da Vinci robotic surgery; Clinical application

* 通信作者: 符炜, E-mail: fuwei1530@163.com

胃癌是全球常见的消化道恶性肿瘤,发病率和死亡率均位居前五,严重威胁人类健康^[1]。对于胃中下部的进展期胃癌,根治性远端胃癌切除术联合D2淋巴结清扫是实现肿瘤根治的核心标准术式^[2]。然而,胃周解剖层次复杂,如何在实现彻底清扫的同时,最大限度地减少术中副损伤与术后并发症,始终是胃肠外科医生面临的挑战^[3]。在此背景下,龚建平教授^[4]提出的“膜解剖”理论为指导精准胃切除术提供了新的解剖学视角。该理论强调在胚胎发育期间形成的天然筋膜间隙中进行解剖分离,不仅能实现完整的系膜切除,确保淋巴结清扫的完整性与彻底性,更能清晰显露并保护重要的血管、神经,从而显著减少术中出血和周围组织脏器损伤^[5-6]。近年来,外科手术器械的发展为精准外科理念的实践提供了有力支持,其技术优势与膜解剖所要求的精细、无血且层次清晰的手术操作高度契合^[7-8]。本研究通过对行膜解剖理论指导的达芬奇机器人远端胃癌根治术的98例胃中下部癌患者进行回顾性分析,旨在评价该术式的围手术期安全性与短期疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究回顾性分析2022年6月至2025年6月徐州医科大学附属医院胃肠外科收治的98例胃中下部癌患者资料。所有患者均行达芬奇Xi机器人手术,无中转开腹病例。手术均由同一位主刀医师完成,手术团队已度过达芬奇Xi机器人手术平台学习曲线。

纳入标准:①经内镜活检病理学和影像学检查证实为胃腺癌。②经评估具备D2根治术指征、肿瘤浸润深度 $\leq T_4$ 期且临床分期为I~III期(非转移性)的胃癌。③患者年龄18~75岁。④患者无严重心、肺等重要器官功能不全,术前美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级I~III级。⑤患者能够耐受全身麻醉以及机器人较长手术时间。⑥患者或法定监护人已经充分理解手术信息并签署知情同意书。

排除标准:①晚期胃癌,如有远处转移或腹膜播散。②临床评估提示患者存在广泛的淋巴结转移或其他器官受累。③患者有严重的凝血功能障碍或其他不能控制的出血风险。④患者有严重心、肺、肝、肾功能不全,无法耐受手术应激。⑤过去曾接受

过复杂腹部手术,存在严重粘连。⑥患者有心理疾病或认知障碍,无法理解手术风险或提供知情同意。

本研究已获得徐州医科大学附属医院医学伦理委员会批准(XYFY2024-JS039-01),患者及家属均签署手术知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 布孔及小纱块制作

患者取仰卧位,大字型、头高足低。脐上2 cm戳孔,建立气腹(10~12 mmHg),采用5孔法布局:分别为脐上缘2 cm、左侧1 cm置8 mm Trocar作为观察孔R3;右腋前线肋缘下置8 mm Trocar作为第1机械臂操作孔R1;R1与R3弧形连线的中点处为第2机械臂操作孔R2;左腋前线肋缘下置8 mm Trocar作为第4机械臂主操作孔R4;R3与R4连线向左下形成的等边三角形左下顶点置12 mm Trocar辅助孔(图1)。第3机械臂连接机器人内镜(达芬奇系统),第1机械臂连接卡地亚抓钳,第2机械臂连接有孔双极镊,第4机械臂连接Maryland双极镊。小纱块制作:器械护士于手术台上将无菌纱条两端毛边向内对折,形成光滑的“豆腐块”状结构,再以丝线缝合开口,最终制成1.5 cm×1.5 cm、表面平整、无松散线头的规整纱块。助手以胃钳夹持小纱块作为保护垫,将钳端深入小纱块对折形成的夹层内,使其完全包裹钳头,用于后续按压组织以暴露操作空间。

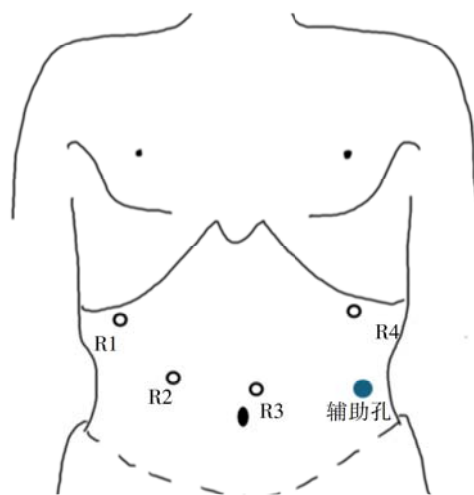


图1 布孔

1.2.2 手术步骤及操作要点

悬吊肝脏与小弯侧显露:Maryland双极镊切开肝胃韧带,进入小网膜囊,荷包线悬吊肝脏(图2A)。显露胃小弯侧系膜,沿膈肌脚与胃系膜二者间

隙打开胃膈韧带(图2B)。R2机械臂抓持右膈肌筋膜向腹侧对抗,游离右侧膈肌脚与胃小弯系膜后方的Toldt间隙,至脾上极动脉上方留置纱条标记,后续与胃背侧系膜的游离层面贯通(图2C)。

胃大弯区操作:R1机械臂钳持胃窦部大弯侧网膜血管弓并向右上方提起,助手于R1左侧10 cm夹持大弯侧胃网膜动脉弓向左上方,R2机械臂牵拉大网膜形成稳定三角牵拉,使大网膜呈“瀑布样”充分展开(图2D)。距离大网膜血管弓约3 cm的无血管区切开网膜,进入网膜囊。向左逐步离断大网膜,直至显露胃网膜左血管。R1机械臂将胃大弯侧整体向右上腹牵拉。术者调整R2机械臂与助手的牵拉位置及力度,以维持胃结肠韧带的理想张力。在稳定暴露下,于胃网膜左血管发出大网膜第一支及脾下极血管的近端,将其结扎离断(图2E)。

幽门下操作:R1机械臂钳持胃窦部大弯侧网膜血管弓并向右上方提起,助手于同水平面向腹侧牵拉网膜血管弓,使大网膜再次呈“瀑布样”悬挂展开状。原网膜囊切开处自左向右继续分离,至网膜囊右侧界,离断胃后壁与胰腺间粘连。此时以钝性分离为主,向十二指肠肝曲方向分离横结肠系膜、胃网膜右系膜与大网膜三者之间的融合筋膜(图3A)。助手夹持小纱块向尾侧按压横结肠系膜,R2机械臂抓持胃网膜右系膜向左上方牵拉,形成对抗张力。向十二指肠降部逐步将横结肠系

膜放下。随后以锐性分离为主,走行于胰前筋膜表面依次显露胃网膜右静脉及胰十二指肠上前静脉,并于二者汇合处上方离断胃网膜右静脉(图3B)。提起胃窦显露十二指肠后壁,游离出胃十二指肠动脉(gastroduodenal artery, GDA)。沿GDA向远端分离,辨明其分出的胃网膜右动脉与胰十二指肠上动脉后,在胃网膜右动脉根部予以结扎离断(图3C)。继续向十二指肠方向离断幽门下血管,完成No.6组淋巴结清扫。R1机械臂抓持胃窦后壁向腹侧抬起,助手以小纱块按压胰头,R2机械臂将十二指肠向右侧推开,沿GDA与十二指肠的间隙向十二指肠头侧方向继续分离至幽门上方。充分展开十二指肠球部与胰头之间的潜在间隙,完成胃网膜右系膜整块切除。

幽门上操作:继十二指肠球部周围完全分离后,直线切割闭合器完成十二指肠离断。将远端胃及大网膜整体翻向左上腹,充分显露肝门区及胰腺上缘。R1机械臂夹持胃右血管蒂向左侧牵拉,R2机械臂夹持肝十二指肠韧带外侧缘,助手则持小纱块向尾侧牵拉,三者协同使肝十二指肠韧带充分展露并保持直线化(图4A)。自肝固有动脉起始部内侧缘开始,沿动脉走行方向打开肝十二指肠韧带内侧腹膜。在此过程中,清晰显露胃右动脉根部并上夹离断(图4B)。同平面显露并处理胃右静脉,完整切除No.5组淋巴结。随后,R1机械臂

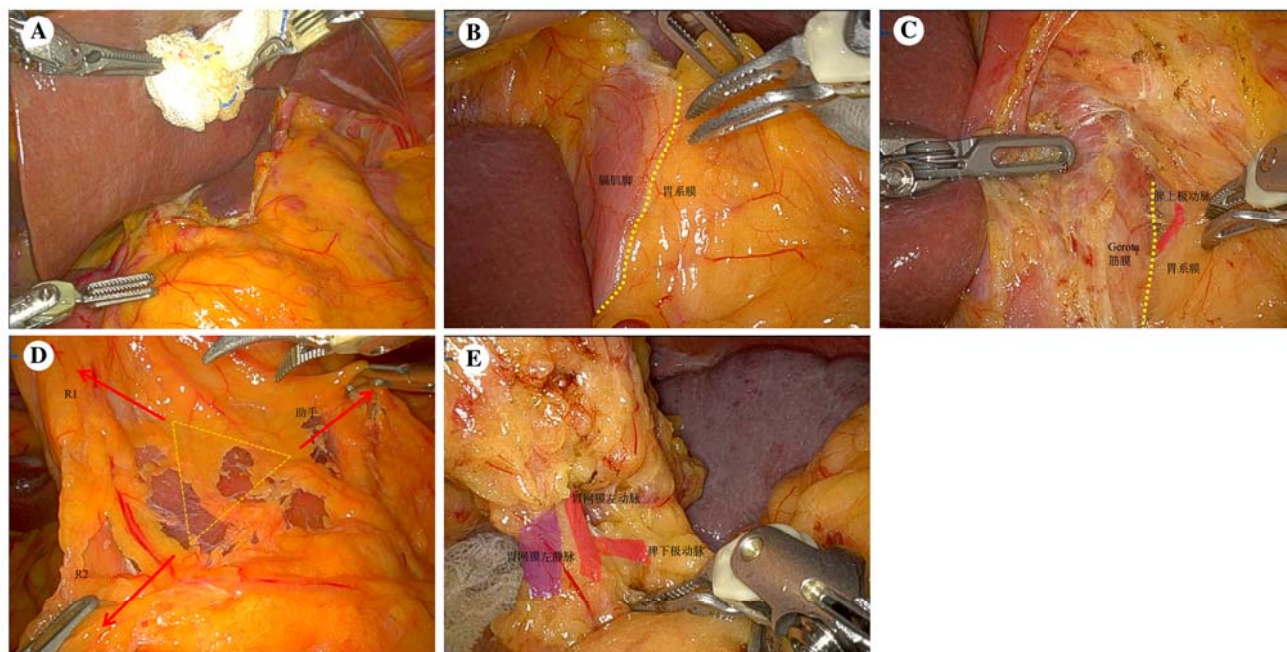


图2 胃大弯区操作

注:A,悬吊肝脏;B,切开膈肌脚与胃系膜交界;C,显露脾上极血管;D,大网膜三角牵拉;E,游离胃网膜左血管根部。

提起已游离的 No.5 组淋巴脂肪组织, R2 机械臂夹持肝固有动脉血管鞘对抗牵拉, Maryland 双极镊则紧贴肝固有动脉左侧面向肝门方向继续分离。此操作延续至肝左、右动脉分叉处, 并与初始切开线汇合, 从而将肝固有动脉前方及内侧淋巴组织整体切除。同步沿门静脉前方及内侧壁进行解剖, 清扫该区域淋巴组织, 充分显露门静脉, 完成 No.12a 组淋巴结清扫(图 4C)。

胰腺上操作: R1 机械臂牵拉胃胰皱襞, R2 机械臂牵拉肝胰皱襞, 助手向尾侧按压胰腺, 形成 U 型牵拉(图 5A), 沿胰腺上缘切开胰腺被膜进入胰后间隙, 切除肝总动脉前方 No.8a 组淋巴结。继续切开胃胰皱襞, 向胃左血管投影根部游离出胃左静脉予以结扎离断(图 5B)。R1 机械臂持续牵拉胃左动脉投影区, 助手持小纱块向尾侧按压胰腺对抗, 然后沿胰腺上缘、胃左血管投影根部向左侧游离出脾动脉起始段, 显露胃背侧系膜与 Gerota 筋膜之间的 Toldt 间隙(图 5C)。沿脾动脉向左侧游离并继续向头侧扩展, 显露脾静脉及背侧的 Gerota 筋膜, 并与头侧游离平面相贯通, 显露头侧留置的纱条。此时 No.11 组淋巴结呈系膜样, 沿脾动脉表面向左侧游离至胃后动脉, 完成 No.11p

组淋巴结清扫。最后, R1 机械臂提拉胃左系膜, 保持操作张力, 沿 Toldt 间隙向膈肌脚方向解剖, 显露胃左动脉根部左侧缘, 将其完全骨骼化后上夹离断, 从而完整切除 No.7、9 组淋巴结(图 5D), 此时可见胃背侧系膜后方 Gerota 筋膜保留完整(图 5E)。于患者上腹部取小切口, 移除手术标本(图 5F)。

1.3 观察指标

收集患者性别、年龄、合并基础疾病、体重指数(body mass index, BMI)、肿瘤位置等基线资料。主要观察指标包括手术时间、术中出血量、淋巴结清扫总数、胰腺上缘区域淋巴结(No.5、7、8a、9、11p、12a 组)清扫数目、术后并发症发生率。次要观察指标包括疼痛分级、住院时间、术后首次进食时间、术后首次下床时间、术后拔管时间、住院费用和出院后 30 d 内再次住院率。其中, 术后并发症记录至术后 30 d, 依据 Clavien-Dindo 分级标准进行评估。疼痛分级的评估时间为术后 24 h, 依据世界卫生组织疼痛分级标准进行评估。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 进行数据分析。符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。计数资料以频数或率或构成比(%)表示。

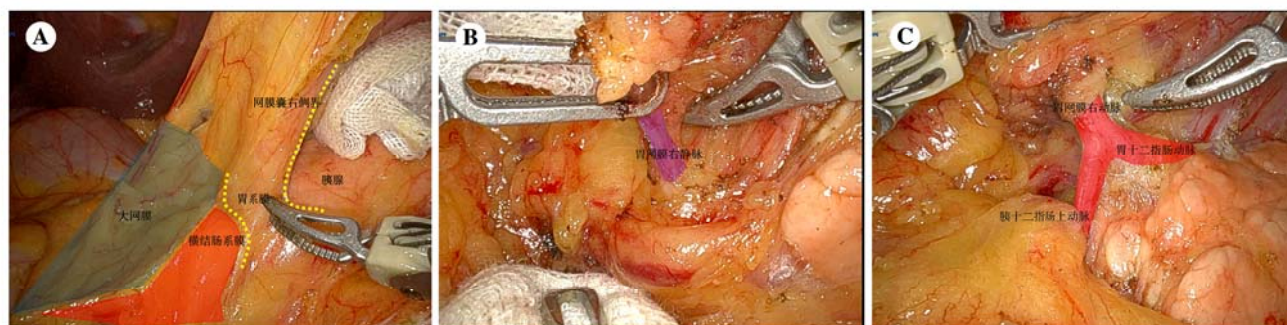


图 3 幽门下操作

注: A, 游离横结肠系膜与胃系膜的融合筋膜; B, 游离胃网膜右静脉根部; C, 骨骼化胃网膜右动脉、胰十二指肠上动脉和胃十二指肠动脉交汇处。

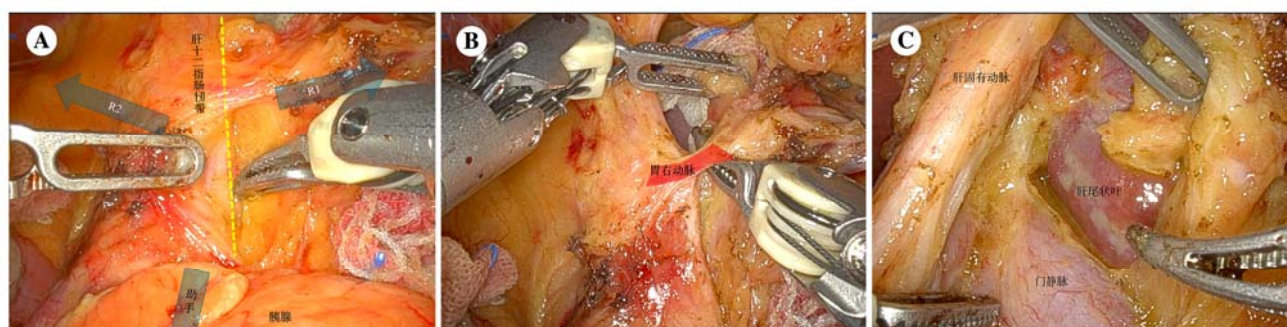


图 4 幽门上操作

注: A, 肝十二指肠韧带直线化牵拉; B, 离断胃右动脉; C, 完成 No.12a 组淋巴结清扫。

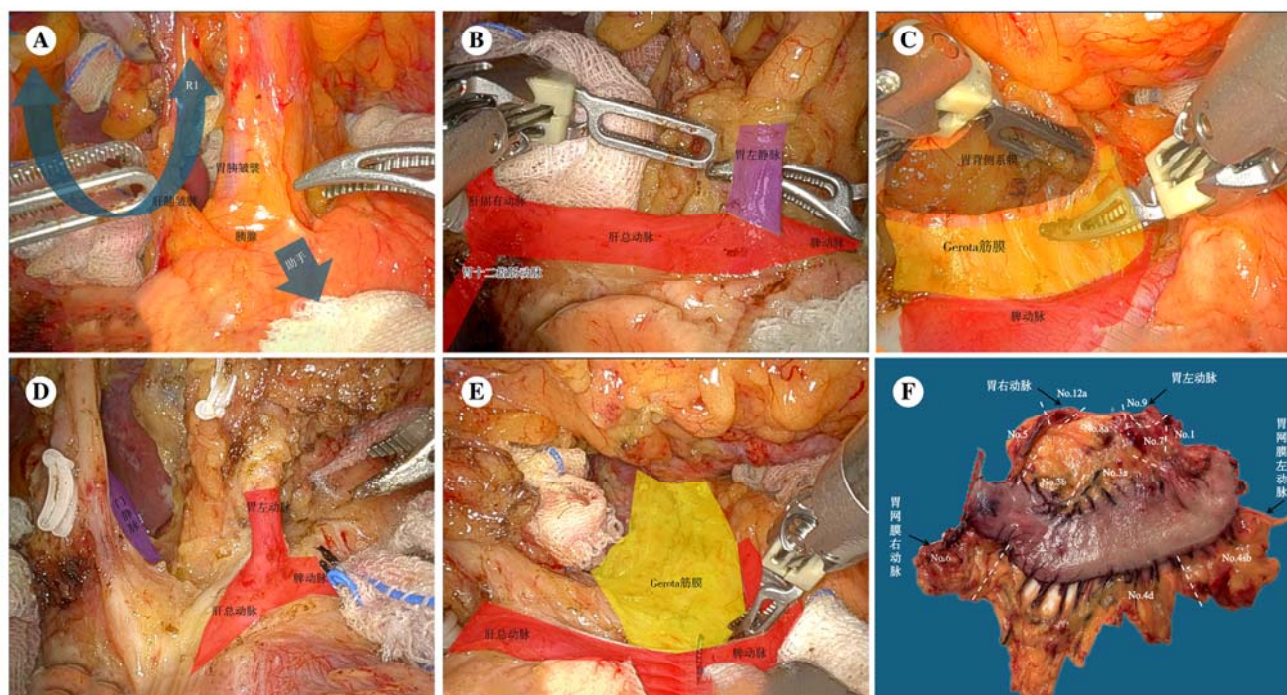


图5 胰腺上操作

注:A,胰腺上区形成U型牵拉;B,游离胃左静脉根部;C,胃背侧系膜的Toldt间隙;D,离断胃左动脉;E,胃背侧系膜后方Gerota筋膜层面光滑完整;F,远端胃切除标本淋巴结分区。

2 结果

2.1 患者基线资料

本研究纳入的98例患者中,男性78例,女性20例。患者平均年龄为 (62.74 ± 11.18) 岁,平均BMI为 (23.79 ± 3.64) kg/m²,营养风险筛查2002(nutritional risk screening 2002, NRS 2002)评分 ≥ 3 分的患者31例。ASA分级以Ⅱ级为主(65/98, 66.3%)。合并基础疾病者共34例,包括高血压16例,糖尿病7例,心脏疾病6例,脑部疾病5例。肿瘤位于胃中部者15例,胃下部者83例。术前临床分期(cTNM分期)包括Ⅰ期38例、Ⅱ期40例及Ⅲ期20例(表1)。24例患者接受术前新辅助治疗,方案为奥沙利铂+替吉奥+程序性死亡受体1(programmed death-1, PD-1)抑制剂。

2.2 手术相关指标

所有手术均顺利完成,无中转开腹。平均手术时间为 (240.77 ± 18.85) min,术中出血量为 (37.95 ± 12.33) ml,无术中输血病例。术后平均住院时间为 (8.02 ± 0.98) d(表2)。

2.3 术后恢复与并发症发生情况

患者术后首次排气时间为 (2.61 ± 0.69) d,首次进食时间为 (5.43 ± 0.78) d,腹腔引流管拔除时

间为 (7.53 ± 0.72) d。术后24 h有76.5%患者为轻度疼痛(Ⅰ级)。术后30 d内总体并发症发生率为7.1%(7/98),Clavien-Dindo分级情况:Ⅰ级3例(淋巴漏3例),Ⅱ级4例(切口感染1例,肺部感染1例,胃瘫1例,十二指肠残端漏1例),无Ⅲ级及以上并发症。其中1例胃瘫经持续胃肠减压、肠外营养支持及针灸治疗后恢复正常功能;1例十二指肠残端漏经禁食、持续胃肠减压、腹腔双套管冲洗及加强肠外营养支持后康复。出院后30 d内无病例需再次住院(表2)。

2.4 淋巴结清扫与术后病理

术后平均淋巴结清扫总数为 (30.80 ± 5.66) 枚。胰腺上缘区域淋巴结清扫数目分别为No.5组 (1.32 ± 0.83) 枚, No.7组 (5.71 ± 1.98) 枚, No.8a组 (3.29 ± 1.98) 枚, No.9组 (1.43 ± 0.82) 枚, No.11p组 (1.55 ± 0.81) 枚, No.12a组 (1.25 ± 0.70) 枚。肿瘤最大直径为 (3.90 ± 1.75) cm,所有切缘均阴性。术后病理TNM分期:Ⅰ期20例,Ⅱ期56例,Ⅲ期22例(表3)。术后接受辅助化疗者68例,化疗方案为奥沙利铂+替吉奥。

3 讨论

胃癌根治术术式的改变始终围绕如何实现肿

表1 98例接受膜解剖理念下达芬奇机器人远端胃癌根治术患者的一般资料

项目	数据
性别[例(%)]	
男	78(79.6)
女	20(20.4)
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	62.74±11.18
合并基础疾病[例(%)]	
高血压	16(16.3)
糖尿病	7(7.1)
心脏疾病	6(6.1)
脑部疾病	5(5.1)
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	23.79±3.64
NRS 2002 评分[例(%)]	
<3分	67(68.4)
≥3分	31(31.6)
ECOG 评分[例(%)]	
0分	45(45.9)
1分	31(31.6)
2分	16(16.4)
3分	4(4.1)
4分	2(2.0)
ASA 分级[例(%)]	
I级	22(22.4)
II级	65(66.3)
III级	11(11.2)
肿瘤位置[例(%)]	
胃中部	15(15.3)
胃下部	83(84.7)
cTNM 分期[例(%)]	
I期	38(38.8)
II期	40(40.8)
III期	20(20.4)
cT 分期[例(%)]	
1期	14(14.3)
2期	47(48.0)
3期	30(30.6)
4期	7(7.1)
cN 分期[例(%)]	
0期	42(42.9)
1期	26(26.5)
2期	25(25.5)
3期	5(5.1)
术前癌胚抗原(μg/L, $\bar{x} \pm s$)	16.15±5.60
术前白细胞($\times 10^9$ /L, $\bar{x} \pm s$)	5.89±1.86
术前白蛋白(g/L, $\bar{x} \pm s$)	40.43±3.77
术前新辅助治疗[例(%)]	24(24.5)

注: BMI, 体重指数; NRS 2002, 营养风险筛查 2002; ECOG, 美国东部肿瘤协作组; ASA, 美国麻醉医师协会。

表2 98例接受膜解剖理念下达芬奇机器人远端胃癌根治术患者的围手术期资料

项目	数据
术后首次排气时间(d, $\bar{x} \pm s$)	2.61±0.69
术后首次进食时间(d, $\bar{x} \pm s$)	5.43±0.78
引流管拔除时间(d, $\bar{x} \pm s$)	7.53±0.72
术后住院时间(d, $\bar{x} \pm s$)	8.02±0.98
住院费用(万元, $\bar{x} \pm s$)	8.50±1.34
术后并发症[例(%)]	7(7.1)
淋巴漏	3(3.1)
切口感染	1(1.0)
肺部感染	1(1.0)
胃瘫	1(1.0)
十二指肠残端漏	1(1.0)
术后并发症 Clavien-Dindo 分级[例(%)]	
I级	3(3.1)
II级	4(4.1)
III级	0(0)
手术时间(min, $\bar{x} \pm s$)	240.77±18.85
术中出血量(ml, $\bar{x} \pm s$)	37.95±12.33
术中输血[例(%)]	0(0)
术后疼痛分级[例(%)]	
I级	75(76.5)
II级	18(18.4)
III级	5(5.1)
IV级	0(0)
再次住院率[例(%)]	0(0)

瘤的“整块切除”(en-bloc)与淋巴结的彻底清扫^[9-10]。本研究回顾性分析了 98 例接受基于膜解剖理念的达芬奇机器人远端胃癌根治术患者的资料,结果显示平均淋巴结清扫总数为(30.80±5.66)枚,术中出血量为(37.95±12.33) ml,术后总体并发症发生率为 7.1%,且无 III 级及以上严重并发症。这些短期疗效与安全性数据表明,膜解剖理论与机器人手术平台的结合具有临床应用潜力。

近年来,专家学者对胃系膜结构与功能的认识逐渐发生变化。龚建平教授^[11-12]用“桌子模型”形象地描述了胃背侧系膜近侧段结构(proximal segmentation of the dorsal mesogastrium, PSDM)。这一概念不仅为胃系膜完整切除提供了理论依据,也革新了胃周淋巴结的归属问题。日本学者 Shinohara 等^[13]提出的系统性胃系膜切除理念(systemic mesogastric excision, SME)与龚建平的 PSDM 模型高度契合。两者均强调系膜作为一个功能单位的整体性,通

表 3 98 例接受膜解剖理念下达芬奇机器人远端胃癌根治术患者的术后病理

项目	数据
肿瘤分化程度[例(%)]	
印戒细胞	7(7.1)
低分化	32(32.7)
中分化	44(44.9)
高分化	15(15.3)
阳性切缘[例(%)]	0(0)
淋巴结清扫总数(枚, $\bar{x} \pm s$)	30.80 $\pm$ 5.66
No.5 组淋巴结	1.32 $\pm$ 0.83
No.7 组淋巴结	5.71 $\pm$ 1.98
No.8a 组淋巴结	3.29 $\pm$ 1.98
No.9 组淋巴结	1.43 $\pm$ 0.82
No.11p 组淋巴结	1.55 $\pm$ 0.81
No.12a 组淋巴结	1.25 $\pm$ 0.70
术后病理 TNM 分期[例(%)]	
I 期	20(20.4)
II 期	56(57.1)
III 期	22(22.4)
pT 分期[例(%)]	
1 期	24(24.5)
2 期	26(26.5)
3 期	29(29.6)
4 期	19(19.4)
pN 分期[例(%)]	
0 期	28(28.6)
1 期	33(33.7)
2 期	20(20.4)
3 期	17(17.3)
肿瘤最大直径(cm, $\bar{x} \pm s$)	3.90 $\pm$ 1.75
术后辅助化疗[例(%)]	68(69.4)

过完整切除胃系膜来实现淋巴结的彻底清扫^[14]。本研究平均清扫淋巴结数量为(30.80 $\pm$ 5.66)枚,不仅超过了胃癌 D2 根治术要求的最低数目 15 枚,也达到了国内外许多中心关于“高质量 D2 淋巴结清扫”(≥25 或 30 枚)的推荐标准^[15]。在膜解剖理论指导下,手术遵循“层面优先、血管导向”的原则,尤其在胰腺上缘(No.7、8a、9、11p 组等)通过系统进入并维持胃左系膜与 Gerota 筋膜间的 Toldt 间隙,实现了系膜的完整剥离与胃系膜内淋巴脂肪组织的整块切除。该区域淋巴结清扫数目的保证,不仅是解剖层面完整显露的结果,更关键的是避免了因平面不清导致的淋巴结碎裂或残留,从而提高淋巴结检出率并真实反映淋巴结转移状态。相比之下,传统非层面化操作易因解剖层次混

乱而遗漏微小淋巴结或导致淋巴结破碎,影响病理评估与分期准确性。

胰腺上区是胃背侧系膜在胚胎发育中旋转、折叠并与后腹膜发生广泛融合的核心区域。胃背侧系膜在此处与后腹膜的 Gerota 筋膜、Treitz 筋膜之间形成“膜桥”。胰腺上区复杂的解剖关系使清扫时易发生胰腺损伤、主要血管出血及淋巴漏。因此,本研究严格遵守先保持层面最后离断血管的膜解剖原则,这一策略有助于避免因盲目分离导致的血管误伤和层次混乱。本研究数据显示,术后总体并发症发生率为 7.1%,未发生与胰腺上区操作直接相关的严重并发症。这一结果与近期一项关于机器人远端胃切除术的研究(术后并发症发生率 15%)相比处于更优的水平^[16]。以胃左系膜区域清扫为例,R1 机械臂向腹侧提起胃左血管投影区,充分张紧胃胰皱襞,可以显露该区域内走行的胃左静脉、迷走神经及丰富的淋巴管^[17]。在此基础上,借助肝固有动脉与胃左血管形成的 U 型牵拉,可以保证在胃左动脉根部两侧清扫时,都能进入到胃左系膜后方与 Gerota 筋膜之间的 Toldt 间隙。遵守先层面后血管的清扫游离原则,充分显露胃左动脉可以降低出血风险^[18]。此外,在胰腺保护方面,双极电凝器械(如 Maryland 钳)结合机器人机械臂的 7 个自由度、震颤过滤及运动缩放功能,使术者能够在狭小、深在的胰后间隙进行极其精细的解剖。器械腕部的灵活转动允许以最佳角度接触组织,实现准确的凝闭与分离,同时避免为获得暴露而过度牵拉或撬动胰腺,从操作层面减少了机械性损伤。助手对胰腺的保护性按压暴露也至关重要。助手持胃钳,钳端深入小纱块对折形成的夹层内,使其完全包裹钳头,可确保器械尖端不与胰腺组织直接接触。通过小纱块均匀分散压力,可在保持暴露的同时,最大限度地减轻对胰腺实质的钝性压迫损伤。

在膜解剖理论指导下的胃癌根治术中,实现精准、可靠的止血是维持清晰术野、保护重要结构与减少并发症的核心^[19]。本研究中,患者术中出血量(37.95 $\pm$ 12.33) ml,术中无输血病例。这一结果提示,在贯彻膜解剖层面化分离原则的基础上,机器人手术系统的技术特性可能带来了额外的止血优势。相较于郑逸川等^[20]报道的膜解剖理念下腹腔镜手术出血量(70.27 $\pm$ 5.01) ml,本研究的出血量进一步降低。探究原因是膜解剖理念和机器人

器械优势在出血量控制上得到共同体现。笔者团队结合机器人手术平台特点,总结差异化的止血策略。若淋巴结清扫过程中创面渗血,可采用“边吸边凝”的协同策略:助手使用带有电凝作用的吸引器持续、轻柔地吸除积血,保持术野关键点清晰。同时,在“柔和电凝”模式(80 W)下,对渗血点进行电凝。此策略通过吸引器维持视野,避免了盲目、大面积的电灼,最大程度保护了周围正常组织和精细的解剖平面。若小血管出血则以“夹闭-双极电凝”进行程序化处理,对于明确的小动脉或静脉性出血,遵循“先控制、后处理”的原则。具体程序为:①精确夹闭。用 Maryland 双极镊精确钳夹出血点,或将其连同少量周围组织一并夹住。②稳定凝闭。夹闭后短暂停顿,确认钳夹位置准确,调整 Maryland 双极镊功率(4档-80 W)再启动电凝。此步骤至关重要,可确保电流在钳尖之间稳定流动,有效凝闭血管,并最大程度减少长时间电凝时电流向周围组织的扩散。③蛋白冷却。电凝停止后,保持器械夹闭状态约 2 s,待凝闭组织的蛋白质充分冷却、固化后再松开。此举能有效避免因过早松开导致凝闭处撕裂或与器械头端粘连引发的再出血。笔者团队学习日本宇山一郎团队经验,游离清扫过程中通过助手和多种电器械配合,将双极电凝的物理过程转化为可控、可靠的技术动作^[21]。

本研究尚存在若干局限性。样本量较小且为单臂回顾性设计,可能存在选择偏倚,且对某些次要结局的统计检验效能有限。所有手术均由同一团队完成,相关结果和结论仍需要多中心的前瞻性研究加以验证。此外,本研究缺乏对手术切除标本的系统性评分,缺少客观的胃系膜完整性的评价指标。

综上所述,基于膜解剖理论的达芬奇机器人远端胃癌根治术通过程序化的操作流程与团队协同策略,在本研究中显示出良好的可行性与安全性。其优势是在高清稳定的视野下精准进入解剖层面,实现高质量的淋巴结清扫和极少的出血。本研究为膜解剖理念在机器人胃癌手术中的应用提供了具体的操作范式和初步临床证据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 刘炜、付海啸,负责文章整体设计和撰写;张轩、刘浩、李腾腾、陈帅伟,负责数据整理、分析;张轩,制作图表,负责数据登记、分析、审核以及文稿审核;王凯、符

炜,负责文稿审核、论文修改、经费支持

人工智能使用声明 本文未使用任何人工智能相关工具对文字及图表进行处理

参考文献

- [1] 李浩,刘沛华,张泉涌,等.基于血管导向的膜解剖层面下腹腔镜远端胃癌根治术要点与盲点[J/CD].消化肿瘤杂志(电子版),2025,17(1):27-33.
- [2] 白飞,王伟,李胜.新辅助治疗时代对胃癌外科发展趋势的影响与思考[J/CD].消化肿瘤杂志(电子版),2025,17(1):34-40.
- [3] 宫向良,刘征,丁梅,等.基于膜解剖 D2+CME 根治术治疗胃癌的近中期随访研究[J/CD].中华普外科手术学杂志(电子版),2024,18(3):267-270.
- [4] 龚建平.胃癌手术的膜解剖:从理论到临床实践[J].中华胃肠外科杂志,2021,24(1):15-20.
- [5] YAMASHITA K, KURODA D, HOSHINO N, et al. Impact of Mesogastric Excision on Long-Term Survival in Patients with Locally Advanced Gastric Cancer: A Propensity Score-Matched Analysis[J]. Ann Surg Oncol, 2023, 30(5): 2829-2837.
- [6] LI Z, WU H, LIN H, et al. The short- and long-term effect of membrane anatomy-guided laparoscopic D2 lymphadenectomy plus regional complete mesogastrium excision for locally advanced gastric cancer [J]. Surg Endosc, 2023, 37(6): 4990-5003.
- [7] LEE AY, KIM MC, CHO S, et al. Da Vinci robot-assisted endoscopic full-thickness gastric resection with regional lymph node dissection using a 3D near-infrared video system: a single-center 5-year clinical outcome [J]. Surg Endosc, 2024, 38(4): 2124-2133.
- [8] ZHAO D, DENG J, CAO B, et al. Short-term outcomes of D2 lymphadenectomy plus complete mesogastric excision for gastric cancer: a propensity score matching analysis [J]. Surg Endosc, 2022, 36(8): 5921-5929.
- [9] LEE CH, LEE HT, YEH ST, et al. A Reappraisal of Lymph Node Dissection for Gastric Adenocarcinoma during Upfront Gastrectomy-An Institutional Report[J]. Ann Ital Chir, 2025, 96(2): 228-243.
- [10] GRANIERI S, SILEO A, ALTOMARE M, et al. Short-Term Outcomes after D2 Gastrectomy with Complete Mesogastric Excision in Patients with Locally Advanced Gastric Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis of High-Quality Studies[J]. Cancers (Basel), 2023, 16(1): 199.
- [11] 龚建平.再论膜解剖的兴起与混淆[J].中华胃肠外

- 科杂志, 2020, 23(7): 629-633.
- [12] 龚建平. 从胃癌根治术角度浅谈胃背侧系膜近侧段的结构与功能 [J]. 中华外科杂志, 2020, 58(11): 822-825.
- [13] SHINOHARA H, KURAHASHI Y, KANAYA S, et al. Topographic anatomy and laparoscopic technique for dissection of no.6 infrapyloric lymph nodes in gastric cancer surgery [J]. *Gastric Cancer*, 2013, 16(4): 615-620.
- [14] TOYOTA K, ISHIDA H, MORI M, et al. Safe suprapancreatic lymph node dissection for gastric cancer with ectopic common hepatic artery [J]. *Asian J Endosc Surg*, 2024, 17(2): e13299.
- [15] 王林俊, 夏义文, 徐泽宽. 提高腹腔镜胃癌根治术手术安全性的关键技术环节 [J]. 中国实用外科杂志, 2025, 45(1): 69-74.
- [16] ITO A, NAKAUCHI M, FUJITA M, et al. Initial clinical experiences of robotic distal gastrectomy for gastric cancer using the Da VinciTM SP system: a single-center retrospective study [J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2025, 410(1): 110.
- [17] 张子臻, 曹晖. 精细解剖学对胃癌手术迷走神经保护的意义及操作要点分析 [J]. 中国实用外科杂志, 2025, 45(7): 759-762.
- [18] 胡建昆, 周浪, 陈小龙, 等. 胃癌根治术中胰腺上区淋巴结清扫的解剖学边界意义和要点 [J]. 中国实用外科杂志, 2025, 45(7): 779-783.
- [19] WANG Z, CHEN Q, ZHANG Y. The impact of precise hemostasis on postoperative pancreatic fistula and lymph leakage after laparoscopic gastrectomy: a systematic review and meta-analysis [J]. *Asian J Surg*, 2024, 47(1): 115-123.
- [20] 郑逸川. 膜解剖指导下精准手术理念在腹腔镜胃癌根治术的临床应用 [J]. 外科研究与新技术 (中英文), 2025, 14(1): 52-56.
- [21] OZTURK K, KAYA I, TURHAL G, et al. A comparison of electrothermal bipolar vessel sealing system and electrocautery in selective neck dissection [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2016, 273(11): 3835-3838.

收稿日期: 2025-12-19