



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2022.04.012
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2022.04.012
Chinese Journal of General Surgery, 2022, 31(4):497-506.

· 临床研究 ·

机器人辅助胃癌根治术后腹腔感染的危险因素及预后分析

马雕龙^{1,2}, 狐鸣², 苏阿德³, 许永成^{1,2}, 何兴龙^{1,2}, 杨婧², 房伟², 苏河², 马云涛²

(1. 甘肃中医药大学第一临床医学院, 甘肃 兰州 730000; 2. 甘肃省人民医院 普外临床医学中心/甘肃省外科肿瘤分子诊断与精准治疗重点实验室, 甘肃 兰州 730000; 3. 兰州大学第二临床医学院, 甘肃 兰州 730030)

摘要

背景与目的: 腹腔感染是胃癌根治术后常见的并发症, 但目前有关机器人辅助胃癌根治术后发生腹腔感染的影响因素及相关预后研究报道较少。本研究旨在分析和探讨机器人辅助胃癌根治术后发生腹腔感染的危险因素及预后, 以期为临床提供参考。

方法: 回顾甘肃省人民医院普外一科2017年1月—2021年3月行机器人辅助胃癌根治术的262例胃癌患者临床资料, 分析患者术后腹腔感染的发生情况及其影响因素, 以及术后腹腔感染对患者治疗结局与预后的影响。

结果: 在262例患者中, 14例(5.34%)术后发生腹腔感染, 感染原因分别为腹腔脓肿12例(4.58%)、横结肠瘘1例(0.38%)、胰瘘1例(0.38%); Clavien-Dindo分级包括II级9例(3.44%), IIIa级4例(1.53%), IIIb级1例(0.38%)。单因素分析结果显示, 体质量指数(BMI)、术前白蛋白、术前贫血、肿瘤直径、术中联合脏器切除、术中出血量、pTNM分期、N分期、肿瘤淋巴管侵犯、神经侵犯和术后第3天中性粒细胞百分比(NEUT%)与机器人辅助胃癌根治术后发生腹腔感染有关(均 $P<0.05$); 多因素 Logistic 回归分析结果表明, BMI $<18.5 \text{ kg/m}^2$ ($OR=11.160$, 95% $CI=2.289\sim54.410$, $P=0.003$)、术前白蛋白 $<30 \text{ g/L}$ ($OR=6.612$, 95% $CI=1.630\sim26.820$, $P=0.008$)、术中联合脏器切除 ($OR=5.236$, 95% $CI=1.068\sim25.661$, $P=0.041$)、肿瘤淋巴管侵犯 ($OR=8.151$, 95% $CI=1.771\sim37.52$, $P=0.007$) 和术后第3天 NEUT% ($OR=1.208$, 95% $CI=1.069\sim1.366$, $P=0.003$) 是机器人辅助胃癌根治术后患者发生腹腔感染的独立危险因素。对术后第1、3、7天 NEUT% 行 ROC 曲线分析, 结果表明, 术后第3天 NEUT% 诊断术后腹腔感染的 AUC (0.805) 最大, 其最佳截断值为 82.65%, 敏感度为 71.4%, 特异度为 84.7%。与无术后腹腔感染的患者比较, 有感染患者术后首次通气时间、首次进流食时间、术后 1~7 d 腹腔引流量、腹腔引流管拔除时间、术后住院时间及住院总费用均明显增加 (均 $P<0.05$)。生存分析结果显示, 术后腹腔感染患者的总生存率低于无腹腔感染患者 (45.4% vs. 67.8%, $P=0.046$)。

结论: 对于有以上危险因素的患者, 在行机器人辅助胃癌根治术后要积极预防腹腔感染的发生, 从而促进患者术后恢复、改善患者术后生存。术后第3天 NEUT% 对于预测机器人辅助胃癌根治术后腹腔感染有一定的价值。

关键词

胃肿瘤; 胃切除术; 机器人手术; 腹腔内感染; 危险因素; 预后

中图分类号: R735.2

基金项目: 甘肃省自然科学基金资助项目 (20JR5RA145); 国家卫健委胃肠肿瘤诊治重点实验室开放基金资助项目 (NLDTG2020019); 甘肃省外科肿瘤分子诊断与精准治疗重点实验室开放基金资助项目 (2019GSZSYS04); 甘肃省人民医院内科研基金资助项目 (21GSSYB-6)。

收稿日期: 2021-11-12; **修订日期:** 2022-03-22。

作者简介: 马雕龙, 甘肃中医药大学第一临床医学院硕士研究生, 主要从事胃肠道肿瘤的基础与临床方面的研究 (苏阿德为共同第一作者)。

通信作者: 马云涛, Email: YuntaoMa2018@126.com

Analysis of risk factors and prognosis of intra-abdominal infection after robotic-assisted radical gastric cancer resection

MA Diaolong^{1,2}, HU Ming², SU Ade³, XU Yongcheng^{1,2}, HE Xinglong^{1,2}, YANG Jing², FANG Wei², SU He², MA Yuntao²

(1. The First Clinical Medicine College of Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China; 2. General Surgery Clinical Medicine Center/Key Laboratory of Molecular Diagnostics and Precision Medicine for Surgical Oncology in Gansu Province, Gansu Provincial Hospital, Lanzhou 730000, China; 3. Lanzhou University Second Hospital, Lanzhou 730030, China)

Abstract

Background and Aims: Intra-abdominal infection is a common complication after radical gastrectomy for gastric cancer. However, there are few studies concerning the influencing factors for intra-abdominal infection after robotic-assisted radical gastrectomy and the associated prognosis. Therefore, this study was conducted to analyze the risk factors for intra-abdominal infection after robotic-assisted radical gastrectomy and the associated prognosis, so as to provide a reference for clinical practice.

Methods: The clinical data of 262 gastric cancer patients undergoing robotic-assisted radical gastrectomy from January 2017 to March 2021 in the First Department of General Surgery, Gansu Provincial Hospital were reviewed. The incidence of postoperative intra-abdominal infection and its influencing factors as well as the influence of postoperative intra-abdominal infection on the treatment outcomes and prognosis of the patients were analyzed.

Results: Among the 262 patients, postoperative intra-abdominal infection occurred in 14 cases (5.34%). The causes for infection were intraperitoneal abscess in 12 cases (4.58%), transverse colon fistula in one case (0.38%) and pancreatic fistula in one case (0.38%), respectively; the Clavien-Dindo classification included grade II in 9 cases (3.44%), grade IIIa in 4 cases (1.53%), and grade IIIb in one case (0.38%). The results of univariate analysis showed that body mass index (BMI), preoperative albumin, preoperative anemia, tumor diameter, synchronous other organ resection, intraoperative blood loss, pTNM stage, N stage, lymphovascular invasion, nerve invasion and the percentage of neutrophils (NEUT%) on postoperative day (POD) 3 were significantly associated with the occurrence of intra-abdominal infection after robotic-assisted radical gastrectomy (all $P < 0.05$). The results of multiple logistic regression analysis revealed that BMI $< 18.5 \text{ kg/m}^2$ ($OR = 11.160$, 95% $CI = 2.289-54.410$, $P = 0.003$), preoperative albumin $< 30 \text{ g/L}$ ($OR = 6.612$, 95% $CI = 1.630-26.820$, $P = 0.008$), synchronous other organ resection ($OR = 5.236$, 95% $CI = 1.068-25.661$, $P = 0.041$), tumor lymphovascular invasion ($OR = 8.151$, 95% $CI = 1.771-37.52$, $P = 0.007$) and NEUT% on POD 3 ($OR = 1.208$, 95% $CI = 1.069-1.366$, $P = 0.003$) were independent risk factors for intra-abdominal infection in patients after robotic-assisted radical gastrectomy. The results ROC curve analysis of the NEUT% on POD 1, 3 and 7 demonstrated that the NEUT% on POD 3 had the largest AUC (0.805) for diagnosis of intra-abdominal infection, with the cut-off value of 82.65%, sensitivity of 71.4% and specificity of 84.7%. In patients with postoperative intra-abdominal infection compared with those without intra-abdominal infection, the time to first gas passage, time to first food intake, volumes of abdominal drainage on POD 1 to 7, time to drainage tube removal, length of postoperative hospital stay and total medical cost were all significantly increased (all $P < 0.05$). The results of survival analysis indicated that the overall survival rate of patients with intra-abdominal infection was lower than that of patients without intra-abdominal infection (45.4% vs. 67.8%, $P = 0.046$).

Conclusion: For patients with above risk factors, aggressive preventive measures against intro-

abdominal infection should be implemented after robotic-assisted radical gastrectomy, and thereby promotes the postoperative recovery and improves the postoperative prognosis of them. The NEUT% on POD 3 has certain application value for predicting intro-abdominal infection after robotic-assisted radical gastrectomy.

Key words

Stomach Neoplasms; Gastrectomy; Robotic Surgical Procedures; Intraabdominal Infections; Risk Factors; Prognosis

CLC number: R735.2

胃癌是常见的消化系统恶性肿瘤,全世界发病率和病死率均处于较高水平。根据2020年全球癌症统计最新数据^[1],胃癌发病率占恶性肿瘤第4位,病死率居第3位,造成严重的人口健康负担。腹腔感染是胃癌根治术后常见的感染性并发症,包括吻合口瘘、胰瘘、肠瘘、淋巴漏、腹腔出血和腹腔脓肿等,既往研究报道腹腔感染的发生率为3.4%~14.3%^[2-3],严重影响患者的预后^[4-5]。因此,探究和分析胃癌根治术后腹腔感染发生的危险因素,是降低胃癌根治术后腹腔感染发生和提高患者生存率的关键^[6]。

自2002年Hashizume等^[7]首次报道机器人辅助胃癌根治术以来,经过20年的发展,机器人辅助胃切除术在国际上得到了广泛的认可^[8]。研究报道表明机器人手术系统具有高清的3D操作视野便于高度灵巧与精细的操作,术后具有切口小、恢复快及疼痛轻的特点^[9-11],使得机器人辅助胃癌根治术以微创优势在胃癌的临床治疗上得到了广泛的应用,但术后腹腔感染的发生仍是困扰外科医生的一大难题^[12]。近年来,关于腹腔镜和开腹胃癌根治术后腹腔感染发生的研究报道较多,但有关机器人辅助胃癌根治术后发生腹腔感染的报道少见,本研究回顾性分析机器人辅助胃癌根治术后发生腹腔感染的危险因素、发生率及预后情况,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取甘肃省人民医院普外一科2017年1月—2021年3月收治的262例行机器人辅助胃癌根治术的患者,对其临床资料进行回顾性分析。本研究已通过甘肃省人民医院医学伦理委员会审批(批号2022-026),术前患者及家属均签署知情同意书。

1.2 纳入及排除标准

纳入标准:(1)患者年龄18~80岁,性别不限;(2)无其他恶性肿瘤疾病的病史;(3)术前未进行新辅助化疗、放疗、免疫治疗及分子靶向药物治疗等;(4)经内镜活检病理证实为原发性胃腺癌(乳头状癌、管状癌、黏液腺癌、印戒细胞癌或低分化癌);(5)行机器人辅助胃癌根治术,D₁₊或D₂淋巴结清扫、腹腔内消化道重建;(6)术后病理确定为R₀切除。排除标准:(1)因出血、穿孔、梗阻等行急诊手术,既往有胃切除手术史;(2)有内镜黏膜切除术或内镜黏膜下剥离病史;(3)有既往上腹部手术史(腹腔镜胆囊切除术除外);(4)术中或术后证实有远处转移;(5)术后病理学检查证实肿瘤切缘阳性的患者。

1.3 手术方法

1.3.1 Trocar布局 “3+2”模式机器人辅助胃癌根治术中的Trocar位置根据笔者以往的手术经验确定,如图1所示。首先,通过脐下2 cm取1.2 cm的垂直切口,放置12 mm Trocar为观察孔,用CO₂建立气腹,压力维持在12 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),经Trocar进入光源;在直视下将12 mm Trocar放置于左侧锁骨中线平脐水平处,作为第一助手操作孔,于左侧腋前线与肋缘交点下2 cm处切开皮肤放置8 mm Trocar,作为1号机械臂孔,同法于右侧锁骨中线平脐水平处切开皮肤置入8 mm Trocar,作为2号机械臂孔;于右侧腋中线与肋缘交点下切开1 cm皮肤放置5 mm Trocar,作为第二助手操作孔;所有Trocar的位置都与患者的体型相适应并做相应调整,为避免机械臂之间相互碰撞,相邻Trocar间距保持>8 cm,随后安装1号臂同时置入超声刀,安装2号臂同时置入无损伤抓钳。

1.3.2 手术操作 手术操作均按照《机器人胃癌手术专家共识(2015年版)》^[13]进行。早期胃癌患者行D₁₊或D₂淋巴结清扫术,进展期胃癌患者常规行D₂淋巴结清扫术,手术由具有丰富机器人辅助胃癌根治术经验的医师完成。

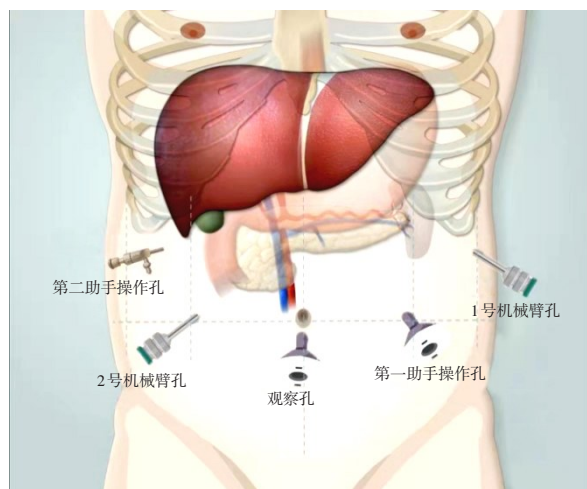


图1 “3+2”模式机器人胃癌根治术Trocar布局

Figure 1 Trocar layout of the "3+2" mode for robotic-assisted radical gastrectomy

1.4 腹腔感染诊断标准及观察指标

1.4.1 诊断标准 患者术后30 d内除腹壁以外其他任何腹腔脏器或手术部位存在下列感染征象之一：

(1) 术后出现发热，血象增高；(2) 伴有腹痛、腹胀和明显的腹膜刺激征；(3) 腹腔引流液呈脓性，通过影像学检查或再次手术后证实存在腹腔内感染病变；(4) 有明确感染来源的吻合口瘘、胰瘘、十二指肠残端瘘、肠瘘、淋巴漏、腹腔出血等^[14-15]。按照Clavien-Dindo并发症分级标准对腹腔感染进行分级^[15]。

1.4.2 观察指标 患者年龄、性别、BMI、术前白蛋白、术前贫血、肿瘤直径、术前合并症、目标区域手术史、肿瘤切除范围、术中联合脏器切除、手术时间、术中出血量、术中中转开腹、肿瘤pTNM分期、T分期、N分期、肿瘤分化程度、淋巴结清扫总数、肿瘤淋巴血管侵犯、神经侵犯、脉管癌栓、术后第1、3、7天中性粒细胞百分比(NEUT%)。

1.5 随访方法

采用门诊复诊及电话的方式进行随访。患者术后前2年内每3个月随访1次，2年后每6个月随访1次。总生存期被定义为从手术时间为随访起点至任何原因死亡的时间或直到随访结束的时间。

末次随访日期为2021年9月30日。

1.6 统计学处理

数据分析使用SPSS 26.0和GraphPad Prism 8.0.2统计学软件。基线数据计量资料用均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示，两组样本均来自正态总体且总体方差齐时采用独立样本 t 检验；计数资料用绝对值或率来表示。单因素结果分析采用 χ^2 检验(Pearson χ^2 、连续性修正、Fisher精确检验)，将单因素分析有差异($P < 0.05$)的临床因素进一步纳入多因素Logistic回归分析，多因素Logistic回归模型分析使用逐步回归法筛选独立危险因素，建立回归方程。使用多因素Logistic回归分析筛选出的独立危险因素建立风险预测模型，采用ROC曲线对模型进行评估， $P < 0.05$ 为差异有统计学意义，参数的置信区间估计为95%置信区间(CI)。通过Kaplan-Meier法计算总生存率，中位随访时间使用逆Kaplan-Meier法计算，采用Log-rank检验进行生存率比较， $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者术前资料与一般情况

262例患者中，男216例(82.44%)，女46例(17.56%)；患者平均年龄为(59.61 \pm 10.46)岁，年龄范围为26~79岁；平均BMI为(22.72 \pm 3.39) kg/m²；行部分胃切除术患者112例，全胃切除术患者150例。262例患者中，14例(5.34%)患者发生腹腔感染的原因：腹腔脓肿12例(4.58%)、横结肠瘘1例(0.38%)、胰瘘1例(0.38%)；Clavien-Dindo分级II级9例(3.44%)，IIIa级4例(1.53%)，IIIb级1例(0.38%)。将腹腔感染患者(感染组)与无腹腔感染患者(非感染组)间的临床病理因素进行单因素分析，结果显示，BMI、术前白蛋白、术前贫血、肿瘤直径、术中联合脏器切除、术中出血量、肿瘤pTNM分期、肿瘤N分期、肿瘤淋巴血管侵犯、神经侵犯和术后第3天NEUT%是影响患者术后发生腹腔感染的相关因素(均 $P < 0.05$) (表1)。

表 1 机器人辅助胃癌根治术后腹腔感染发生的单因素分析

Table 1 Univariate analysis of the occurrence of intra-abdominal infection after robotic-assisted gastrectomy

因素	感染组 (n=14)	非感染组 (n=248)	t/χ^2	P	因素	感染组 (n=14)	非感染组 (n=248)	t/χ^2	P
年龄[岁,n(%)]					pTNM分期[n(%)]				
<60	8(57.14)	128(51.61)	0.162	0.687	I	1(7.14)	52(20.97)	8.013	0.013
≥60	6(42.86)	120(48.39)			II	1(7.14)	84(33.87)		
性别[n(%)]					III	12(85.72)	112(45.16)		
男	10(71.43)	206(83.06)	0.566	0.452	T分期[n(%)]				
女	4(28.57)	42(16.94)			T1	1(7.14)	37(14.91)	2.586	0.448
BMI [kg/m ² ,n(%)]					T2	2(14.29)	21(8.47)		
<18.5	5(35.71)	22(8.87)	10.331	0.006	T3	9(64.28)	120(48.39)		
≥18.5	9(64.29)	226(91.13)			T4	2(14.29)	70(28.23)		
术前白蛋白[g/L,n(%)]					N分期[n(%)]				
<30	9(64.29)	53(21.37)	8.289	0.001	N0	2(14.29)	105(42.34)	9.133	0.017
≥30	5(35.71)	195(78.63)			N1	1(7.14)	50(20.16)		
术前贫血[n(%)]					N2	3(21.43)	28(11.29)		
有	9(64.29)	72(29.03)	7.711	0.013	N3	8(57.14)	65(26.21)		
无	5(35.71)	176(70.97)			肿瘤分化程度[n(%)]				
肿瘤直径[cm,n(%)]					低分化	2(14.29)	82(33.06)	3.389	0.311
<4	3(21.43)	140(56.45)	5.220	0.010	低-中分化	5(35.71)	64(25.81)		
≥4	11(78.57)	108(43.55)			中分化	6(42.86)	94(37.90)		
术前合并症[n(%)]					高分化	1(7.14)	8(3.23)		
有	5(35.71)	52(20.97)	1.693	0.333	淋巴结清扫总数[枚,n(%)]				
无	9(64.29)	196(79.03)			<30	9(64.29)	179(72.18)	0.407	0.739
目标区域手术史[n(%)]					≥30	5(35.71)	69(27.82)		
有	1(7.14)	7(2.82)	0.013	0.908	淋巴血管侵犯[n(%)]				
无	13(92.86)	241(97.18)			有	10(71.43)	95(38.31)	4.753	0.014
切除范围[n(%)]					无	4(28.57)	153(61.69)		
部分胃	4(28.57)	108(43.55)	0.680	0.270	神经侵犯[n(%)]				
全胃	10(71.43)	140(56.45)			有	11(78.57)	128(51.61)	2.860	0.049
术中联合脏器切除[n(%)]					无	3(21.43)	120(48.39)		
是	5(35.71)	16(6.45)	15.391	0.001	脉管癌栓[n(%)]				
否	9(64.29)	232(93.55)			有	8(57.14)	111(44.76)	0.820	0.365
手术时间[min,n(%)]					无	6(42.86)	137(55.24)		
<300	9(64.29)	171(68.95)	0.134	0.944	NEUT%($\bar{x} \pm s$)				
≥300	5(35.71)	77(31.05)			术后 1 d	87.16±6.64	86.80±45.54	-0.029	0.977
术中出血量[mL,n(%)]					术后 3 d	83.70±5.40	76.14±7.51	-3.711	<0.001
<200	6(42.86)	180(72.58)	5.685	0.037	术后 7 d	75.04±9.24	71.77±7.35	-1.598	0.111
≥200	8(57.14)	68(27.42)							
术中中转开腹[n(%)]									
是	1(7.14)	1(0.40)	1.570	0.104					
否	13(92.86)	247(99.60)							

2.2 Logistic 多因素回归分析

Logistic 多因素回归分析结果显示: 患者 BMI<18.5 kg/m²、术前白蛋白<30 g/L、术中联合脏器切

除、肿瘤淋巴血管侵犯和术后第 3 天 NEUT%是患者术后发生腹腔感染的独立危险因素 (均 P<0.05) (表 2)。

表2 机器人辅助胃癌根治术后腹腔感染发生的多因素分析

Table 2 Multivariate analysis of the occurrence of intra-abdominal infection after robot-assisted radical gastrectomy for gastric cancer

临床因素	B	SE	Wald	P	OR(95% CI)
BMI	2.412	0.808	8.906	0.003	11.160(2.289~54.410)
术前白蛋白	1.889	0.714	6.991	0.008	6.612(1.630~26.820)
联合脏器切除	1.655	0.811	4.167	0.041	5.236(1.068~25.661)
淋巴血管侵犯	2.098	0.779	7.254	0.007	8.151(1.771~37.526)
术后3 d NEUT%	0.189	0.063	9.124	0.003	1.208(1.069~1.366)

2.3 NEUT%预测价值的ROC曲线分析

本研究将患者术后第1、3、7天NEUT%作为测量指标行ROC曲线分析,选择与最大Youden指数截止点对应的阈值作为预测机器人辅助胃癌根

治术后腹腔感染发生的最佳截断值,结果表明术后第3天NEUT% AUC最大,为0.805,最佳截断值为82.65%,敏感度为71.4%,特异度为84.7%(表3-4)(图2)。

表3 术后NEUT%预测机器人辅助胃癌根治术后发生腹腔感染的AUC

Table 3 The AUC of postoperative NEUT% for predicting intra-abdominal infection after robotic-assisted radical gastrectomy

临床因素	AUC	SE	P	95% CI
术后第1天NEUT%	0.601	0.078	0.203	0.449~0.754
术后第3天NEUT%	0.805	0.059	<0.001	0.690~0.921
术后第7天NEUT%	0.656	0.082	0.049	0.496~0.816

表4 术后第1、3、7天NEUT%对机器人辅助胃癌根治术后发生腹腔感染的预测界值

Table 4 Predictive cut-off value of the first, third, and 7th d NEUT% after surgery for intra-abdominal infection after robotic-assisted radical gastrectomy

临床因素	Youden指数	灵敏度(%)	特异度(%)	最佳截断值(%)	阳性似然比	阴性似然比
术后第1天NEUT%	0.262	100	26.2	80.90	1.355	0
术后第3天NEUT%	0.561	71.4	84.7	82.65	4.667	0.338
术后第7天NEUT%	0.416	71.4	70.2	74.65	2.396	0.407

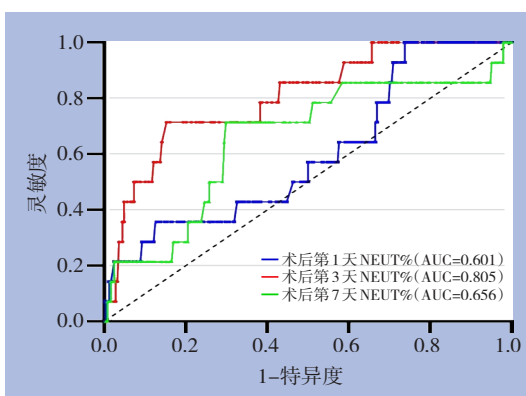


图2 术后NEUT%诊断术后腹腔感染的ROC曲线

Figure 2 The ROC curves of postoperative NEUT% for diagnosis of intra-abdominal infection after robotic-assisted radical gastrectomy

2.4 术后恢复情况及住院费用

两组患者术后首次通气时间、首次进流食时间、术后1~7 d腹腔引流量、腹腔引流管拔除时间、术后住院时间及住院总费用均有统计学意义(均 $P<0.05$)(表5)。

2.5 随访生存情况

本研究262例患者中位随访时间为28(6~56)个月。随访期间有12例失访,52例死亡,其中48例为肿瘤相关性死亡,4例死于其他原因。非感染组患者术后1、2、3年总生存率分别为94.8%、82.8%、73.4%,截止随访时间总生存率为67.8%;感染组患者术后1、2、3年总生存率分别为78.6%、70.4%、54.4%,截止随访时间总生存率为45.4%,中位生存时间为39个月,两组患者的生存率差异具有统计学意义($P=0.046$)(图3)。

表5 两组患者术后恢复情况及住院费用比较

Table 5 Comparison of postoperative recovery status and hospitalization costs between the two groups of patients

临床资料	感染组(n=14)	非感染组(n=248)	t	P
首次通气时间(d)	2.93±0.47	2.17±0.64	-4.345	<0.001
首次进流食时间(d)	4.21±0.58	3.53±0.50	-4.924	<0.001
腹腔引流量(mL)				
术后第1天	224.29±61.73	152.14±64.46	-4.083	<0.001
术后第3天	113.57±28.49	77.88±35.60	-3.683	<0.001
术后第5天	57.14±26.14	32.29±21.43	-4.172	<0.001
术后第7天	29.64±15.62	6.11±8.46	-9.568	<0.001
腹腔引流管拔除时间(d)	9.64±1.95	6.84±4.52	-2.304	0.022
术后住院天数(d)	15.07±4.60	10.63±2.03	-7.241	<0.001
住院总费用(元)	105 511.78±28 956.46	90 284.35±20 829.11	-2.601	0.010

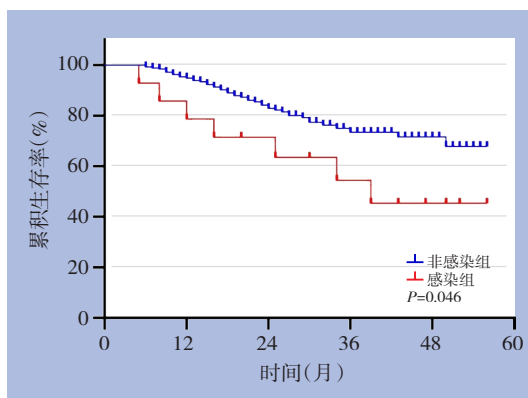


图3 两组患者术后总生存曲线

Figure 3 Postoperative overall survival curves of the two groups of patients

3 讨论

3.1 腹腔感染的发生率

既往国内外不同医疗中心研究报道腹腔镜和开腹胃癌根治术后腹腔感染的发生率为3.4%~14.3%^[2-4],本研究机器人辅助胃癌根治术后腹腔感染的发生率为5.3%,其中II级、IIIa级、IIIb级发生率分别为3.44%、1.53%、0.38%,严重腹腔感染性并发症(≥IIIa级)发生率为1.91%,与既往文献报道相似。日本的一项研究^[16]表明机器人胃切除术后腹腔感染的发生率显著低于腹腔镜胃切除术,其研究结果发现机器人组吻合口瘘、胰瘘、腹腔脓肿、腹腔内出血发生率分别为1.7%、0.8%、0、0.6%,发生率为3.1%,腹腔镜组吻合口瘘、胰漏、腹腔脓肿、腹腔出血发生率分别为6.3%、2.1%、1.5%、0.4%,发生率为10.3%,且机器人组和腹腔镜组吻合口瘘发生率和腹腔脓肿发生率具有统计

学差异,与其研究结果相比,本研究腹腔脓肿发生率较高。国内的一项研究^[17]表明,机器人辅助胃癌手术、腹腔镜辅助胃癌手术和开放性胃癌手术3种术式术后总并发症发生率的差异无统计学意义,但机器人组和腹腔镜组的吻合口瘘发生率明显高于开放组,腹腔镜组IIIa级并发症高于机器人组和开放组,机器人组吻合口出血率和IIIb级并发症高于其他两组。

3.2 腹腔感染的危险因素分析

本研究发现术前白蛋白<30 g/L、术中联合脏器切除是机器人辅助胃癌根治术后患者发生腹腔感染的独立危险因素,Li等^[18]对3 024例胃癌根治术后患者进行回顾性研究,结果表明术前低蛋白血症、术中联合脏器切除是患者术后感染性并发症发生的独立危险因素,Kunisaki等^[19]及Mao等^[20]也指出术中联合脏器切除是胃癌根治术后发生腹腔感染的影响因素,本研究结果与其一致;白蛋白含量是评价患者机体营养状态是否达标的重要指标,白蛋白含量低表明机体存在负氮平衡,容易导致体内代谢物的大量堆积,患者术后更易发生腹腔感染;联合脏器切除因扩大了手术切除范围,使得组织创伤程度更大,增加了术后发生腹腔感染的风险。Liu等^[21]研究发现术前体质量减轻≥5%与感染性并发症的发生率独立相关,Chen等^[22]研究发现低BMI与严重的胃切除术后并发症独立相关,本研究结果发现患者BMI<18.5 kg/m²是机器人辅助胃癌根治术后患者发生腹腔感染的独立危险因素,与其结果相同;然而,也有研究发现BMI≥25 kg/m²和肥胖患者是胃切除术后并发症增加的危险因素^[23-24];Yasunaga等^[24]在全国30 765例胃肠

道癌症手术患者队列中研究发现, BMI与预后的关系呈U型, BMI<18.5 kg/m²或超重的患者比正常体重患者有更多的术后并发症, 且病死率显著增加; 低BMI患者发生腹腔感染可能与胃癌患者身体过度消耗, 营养储备减少, 缺乏机体必需氨基酸和维生素等大量营养物质, 机体免疫功能下降有关。Zhao等^[25]研究发现胃癌根治术中失血量多是影响术后腹腔感染发生的独立危险因素, 本研究未发现这一结果, 大量随机对照研究证实机器人手术中失血量低^[26], 由此可见, 机器人手术可能是术后腹腔感染发生的保护因素。李亚周等^[27]对白细胞计数、NEUT%、红细胞分布宽度、血清降钙素原、中性粒细胞/淋巴细胞比值单独和联合检测在血流感染(BSI)早期诊断中的应用价值展开研究, 结果发现单独检测中NEUT%早期诊断BSI的AUC值最大, 为0.785, 86.35%为截断值, 敏感度为68.45%、特异度为73.81%, 本研究对术后NEUT%展开研究, 结果发现术后3d NEUT%是胃癌根治术后腹腔感染发生的独立危险因素, AUC值为0.805, 最佳截断值为82.65%, 敏感度为71.4%, 特异度为84.7%, 预测效能较高。本研究还发现肿瘤淋巴管侵犯是机器人辅助胃癌根治术后腹腔感染发生的独立危险因素, Kang等^[28]研究结果表明肿瘤淋巴管侵犯是胃癌患者淋巴结转移的重要预测因子, 当肿瘤淋巴管侵犯时, 淋巴结转移的风险会显著增加, 两者之间可能具有协同作用, 因此, 实施胃癌根治术时可能需要扩大淋巴结的清扫范围, 清扫中操作不当容易引起淋巴管网的阻塞以及破裂, 最终导致腹腔感染^[29]。

3.3 转归和预后

感染组患者的转归情况均较非感染组差, 住院费用也相对高, 提示机器人辅助胃癌根治术后发生腹腔感染的患者近期疗效较差。本研究中感染组患者生存率明显低于非感染组, 与Wang等^[3]的倾向性评分匹配研究结果相似, 也提示胃癌根治术后发生腹腔感染患者预后差。

3.4 腹腔感染的预防措施

3.4.1 外科医生 术前应详细了解患者的病史, 完善对重要脏器功能的评估, 纠正低蛋白血症及其他术前合并症, 提高患者对手术操作的耐受力; 术中在彻底切除肿瘤组织时注重精细操作, 减少损伤正常的组织和脏器; 由于部分腹腔感染患者的

临床表现具有非特异性, 故早期诊断、合理应用抗生素是治疗的关键步骤; 使用抗生素之前加强药敏试验检测, 选取对患者病情适合的抗生素, 避免造成抗生素耐药性, 避免长时间使用导致患者二次感染。

3.4.2 护理人员 加强术后对患者腹腔引流管的精细护理, 每天详细查看并记录腹腔引流量以及引流液的颜色, 并勤换引流袋。护理人员还应加强对术后患者的体位护理, 便于引流液流出和避免腹腔引流管的滑落^[30]。

3.4.3 营养支持 合理控制患者的饮食摄入和有效的营养支持能提高患者的机体免疫力, 降低术后腹腔感染的发生, 加快术后康复。

综上所述, 患者BMI<18.5 kg/m²、术前白蛋白<30 g/L、术中联合脏器切除、肿瘤淋巴管侵犯和术后第3天NEUT%是机器人辅助胃癌根治术后患者发生腹腔感染的独立危险因素, 腹腔感染患者的预后更差。这些危险因素与腹腔镜或开腹胃癌根治术后发生腹腔感染的危险因素相似, 但机器人术后腹腔感染发生率更低。实施机器人辅助胃癌根治术前应全面评估患者的病情, 术中精细操作, 术后密切观察病情变化及合理应用抗生素, 对于存在危险因素的患者尽早采取干预措施, 降低术后腹腔感染的发生率和提高患者的生存率。但本研究是单中心的回顾性研究, 且纳入腹腔感染患者的样本量仅14例, 样本数量有限, 还需要更大样本量的多中心研究和前瞻性研究进一步分析和论证, 寻找更多机器人辅助胃癌根治术后发生腹腔感染的临床预测指标, 使用多指标联合预测术后腹腔感染发生的危险因素, 为临床诊治提供更大的参考价值。

利益冲突: 所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71(3):209-249. doi: 10.3322/caac.21660.
- [2] Fujiya K, Tokunaga M, Mori K, et al. Long-term survival in patients with postoperative intra-abdominal infectious complications after curative gastrectomy for gastric cancer: a propensity score matching analysis[J]. Ann Surg Oncol, 2016, 23

- (Suppl 5):809–816. doi: [10.1245/s10434-016-5577-5](https://doi.org/10.1245/s10434-016-5577-5).
- [3] Wang JB, Que SJ, Chen QY, et al. Prognostic analysis of patients with intra-abdominal infectious complications after laparoscopic-assisted and open radical gastrectomy for gastric cancer-A propensity score-matching analysis[J]. *Surg Oncol*, 2021, 37: 101583. doi: [10.1016/j.suronc.2021.101583](https://doi.org/10.1016/j.suronc.2021.101583).
- [4] 王童博,毛启坤,张晓杰,等.新辅助治疗胃癌根治术患者术后并发症及其对预后的影响因素分析[J].*中华胃肠外科杂志*, 2021, 24(2): 160–166. doi: [10.3760/cma.j.cn.441530-20200420-00229](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn.441530-20200420-00229).
- Wang TB, Mao QK, Zhang XJ, et al. Postoperative complications and their influence on the prognosis factors in gastric cancer patients receiving neoadjuvant treatment[J]. *Chinese Journal of Gastrointestinal Surgery*, 2021, 24(2):160–166. doi: [10.3760/cma.j.cn.441530-20200420-00229](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn.441530-20200420-00229).
- [5] Krarup PM, Nordholm-Carstensen A, Jorgensen LN, et al. Anastomotic leak increases distant recurrence and long-term mortality after curative resection for colonic cancer: a nationwide cohort study[J]. *Ann Surg*, 2014, 259(5): 930–938. doi: [10.1097/SLA.0b013e3182a6f2fc](https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3182a6f2fc).
- [6] Han WH, Oh YJ, Eom BW, et al. Prognostic impact of infectious complications after curative gastric cancer surgery[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2020, 46(7):1233–1238. doi: [10.1016/j.ejso.2020.04.032](https://doi.org/10.1016/j.ejso.2020.04.032).
- [7] Hashizume M, Shimada M, Tomikawa M, et al. Early experiences of endoscopic procedures in general surgery assisted by a computer-enhanced surgical system[J]. *Surg Endosc*, 2002, 16(8): 1187–1191. doi: [10.1007/s004640080154](https://doi.org/10.1007/s004640080154).
- [8] 詹渭鹏,狐鸣,田宏伟,等.达芬奇机器人“3+2”模式在胰体尾切除术中的应用[J].*中国普通外科杂志*, 2019, 28(9):1061–1067. doi: [10.7659/j.issn.1005-6947.2019.09.005](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2019.09.005).
- Zhan WP, Hu M, Tian HW, et al. Application of “3+2” mode da Vinci robotic surgery in distal pancreatectomy[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2019, 28(9): 1061–1067. doi: [10.7659/j.issn.1005-6947.2019.09.005](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2019.09.005).
- [9] Lu J, Zheng CH, Xu BB, et al. Assessment of robotic versus laparoscopic distal gastrectomy for gastric cancer: a randomized controlled trial[J]. *Ann Surg*, 2021, 273(5):858–867. doi: [10.1097/SLA.0000000000004466](https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000004466).
- [10] 涂广平,孙吉春,聂晚频,等.机器人辅助与腹腔镜胰十二指肠切除术治疗胰腺癌的效果与安全性比较[J].*中国普通外科杂志*, 2020, 29(3):268–275. doi: [10.7659/j.issn.1005-6947.2020.03.003](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2020.03.003).
- Tu GP, Sun JC, Nie WP, et al. Comparison of efficacy and safety of robotic-assisted versus laparoscopic pancreaticoduodenectomy for pancreatic cancer[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2020, 29(3):268–275. doi: [10.7659/j.issn.1005-6947.2020.03.003](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2020.03.003).
- [11] 陈鹏,李瑞,董玲,等.达芬奇机器人胃癌根治术的近期可行性和安全性分析[J].*中国普通外科杂志*, 2018, 27(10): 1304–1311. doi: [10.7659/j.issn.1005-6947.2018.10.013](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2018.10.013).
- Chen P, Li R, Dong L, et al. Analysis of feasibility and safety of da Vinci robot radical gastrectomy for gastric cancer[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2018, 27(10):1304–1311. doi: [10.7659/j.issn.1005-6947.2018.10.013](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2018.10.013).
- [12] Wang WJ, Li HT, Chen P, et al. A propensity score-matched comparison of laparoscopic distal versus total gastrectomy for middle-third advanced gastric cancer[J]. *Int J Surg*, 2018, 60: 194–203. doi: [10.1016/j.ijso.2018.11.015](https://doi.org/10.1016/j.ijso.2018.11.015).
- [13] 《机器人胃癌手术专家共识(2015版)》版编审委员会.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. doi: [10.19450/j.cnki.jcrh.2016.01.006](https://doi.org/10.19450/j.cnki.jcrh.2016.01.006).
- Editorial Committee of expert consensus on robotic gastric cancer surgery (2015 edition). Expert consensus on robotic surgery in gastric cancer (2015 edition) [J]. *Journal of Chinese Research Hospitals*, 2016, 3(1):22–28. doi: [10.19450/j.cnki.jcrh.2016.01.006](https://doi.org/10.19450/j.cnki.jcrh.2016.01.006).
- [14] Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, et al. Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. Hospital Infection Control Practices Advisory Committee[J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 1999, 20(4):250–278. doi: [10.1086/501620](https://doi.org/10.1086/501620).
- [15] 中国胃肠肿瘤外科联盟,中国抗癌协会胃癌专业委员会.中国胃肠肿瘤外科术后并发症诊断登记规范专家共识(2018版)[J].*中国实用外科杂志*, 2018, 38(6): 589–595. doi: [10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2018.06.01](https://doi.org/10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2018.06.01).
- Chinese Alliance of Gastrointestinal Oncology surgery, Professional Committee of Gastric Cancer of Chinese Anti-Cancer Association. Chinese Expert Consensus on Diagnosis and Registration of Postoperative Complications in Gastrointestinal Tumor Surgery (2018 Edition) [J]. *Chinese Journal of Practical Surgery*, 2018, 38(6): 589–595. doi: [10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2018.06.01](https://doi.org/10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2018.06.01).
- [16] Shibasaki S, Suda K, Nakauchi M, et al. Non-robotic minimally invasive gastrectomy as an independent risk factor for postoperative intra-abdominal infectious complications: a single-center, retrospective and propensity score-matched analysis[J]. *World J Gastroenterol*, 2020, 26(11):1172–1184. doi: [10.3748/wjg.v26.i11.1172](https://doi.org/10.3748/wjg.v26.i11.1172).
- [17] 蓝焱,郗洪庆,张珂诚,等.开放和腹腔镜及机器人胃癌根治术后并发症发生情况的对比分析[J].*中华胃肠外科杂志*, 2017, 20(2): 184–189. doi: [10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2017.02.014](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2017.02.014).
- Lan X, Xi HQ, Zhang KC, et al. Comparison of complications following open, laparoscopic and robotic gastrectomy[J]. *Chinese Journal of Gastrointestinal Surgery*, 2017, 20(2): 184–189. doi: [10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2017.02.014](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2017.02.014).
- [18] Li Y, Tan BB, Fan LQ, et al. Clinicopathologic characteristics of

- elderly with gastric cancer, and the risk factors of postoperative complications[J]. *J Invest Surg*, 2017, 30(6):394-400. doi: 10.1080/08941939.2016.1265617.
- [19] Kunisaki C, Sato S, Tsuchiya N, et al. Systemic review and meta-analysis of impact of splenectomy for advanced gastric cancer[J]. *In Vivo*, 2020, 34(6):3115-3125. doi: 10.21873/invivo.12145.
- [20] Mao CC, Chen XD, Lin J, et al. A novel nomogram for predicting postsurgical intra-abdominal infection in gastric cancer patients: a prospective study[J]. *J Gastrointest Surg*, 2018, 22(3): 421-429. doi: 10.1007/s11605-017-3580-1.
- [21] Liu X, Xue ZG, Yu JC, et al. Risk factors for postoperative infectious complications in elderly patients with gastric cancer[J]. *Cancer Manag Res*, 2020, 12: 4391-4398. doi: 10.2147/CMAR.S253649.
- [22] Chen HN, Chen XZ, Zhang WH, et al. The impact of body mass index on the surgical outcomes of patients with gastric cancer: a 10-year, single-institution cohort study[J]. *Medicine*, 2015, 94(42): e1769. doi: 10.1097/MD.0000000000001769.
- [23] Nakauchi M, Vos EL, Tang LH, et al. Association of obesity with worse operative and oncologic outcomes for patients undergoing gastric cancer resection[J]. *Ann Surg Oncol*, 2021, 28(12): 7040-7050. doi: 10.1245/s10434-021-09880-5.
- [24] Yasunaga H, Horiguchi H, Matsuda S, et al. Body mass index and outcomes following gastrointestinal cancer surgery in Japan[J]. *Br J Surg*, 2013, 100(10):1335-1343. doi: 10.1002/bjs.9221.
- [25] Zhao B, Huang X, Lu H, et al. Intraoperative blood loss does not independently affect the survival outcome of gastric cancer patients who underwent curative resection[J]. *Clin Transl Oncol*, 2019, 21(9):1197-1206. doi: 10.1007/s12094-019-02046-6.
- [26] Marano L, Fusario D, Savelli V, et al. Robotic versus laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses[J]. *Updates Surg*, 2021, 73(5): 1673-1689. doi: 10.1007/s13304-021-01059-7.
- [27] 李亚周, 马炜, 刘云, 等. 多指标联合检测在血流感染早期诊断中的价值[J]. *检验医学*, 2021, 36(8): 847-850. doi: 10.3969/j.issn.1673-8640.2021.08.014.
- Li YZ, Ma W, Liu Y, et al. Value of multi-index combined detection in early diagnosis of bloodstream infection[J]. *Laboratory Medicine*, 2021, 36(8): 847-850. doi: 10.3969/j.issn.1673-8640.2021.08.014.
- [28] Kang HJ, Chung H, Kim SG, et al. Synergistic effect of lymphatic invasion and venous invasion on the risk of lymph node metastasis in patients with non-curative endoscopic resection of early gastric cancer[J]. *J Gastrointest Surg*, 2020, 24(7): 1499-1509. doi: 10.1007/s11605-019-04302-0
- [29] 薛洪峰, 朱玉, 孔德才. 胃癌根治术后腹腔感染的相关影响因素分析[J]. *中华医院感染学杂志*, 2014, 24(9): 2241-2243. doi: 10.11816/cn.ni.2014-132283.
- Xue HF, Zhu Y, Kong DC. Related influencing factors for abdominal infections after radical resection of gastric cancer[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2014, 24(9):2241-2243. doi: 10.11816/cn.ni.2014-132283.
- [30] 向燕卿, 邓辉, 魏大琼. 胃癌根治术后腹腔淋巴漏合并腹腔感染的影响因素[J]. *中华医院感染学杂志*, 2014, 24(1):154-156. doi: 10.11816/cn.ni.2014-131551.
- Xiang YQ, Deng H, Wei DQ. Influencing factors for retroperitoneal lymph fistula complicated with abdominal infections after radical gastrectomy[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2014, 24(1): 154-156. doi:10.11816/cn.ni.2014-131551.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式: 马雕龙, 狐鸣, 苏阿德, 等. 机器人辅助胃癌根治术后腹腔感染的危险因素及预后分析[J]. *中国普通外科杂志*, 2022, 31(4):497-506. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2022.04.012

Cite this article as: Ma DL, Hu M, Su AD, et al. Analysis of risk factors and prognosis of intra-abdominal infection after robotic-assisted radical gastric cancer resection[J]. *Chin J Gen Surg*, 2022, 31(4):497-506. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2022.04.012