

机器人手术系统与开腹胰十二指肠切除术围手术期疗效的 Meta 分析

张涛¹ 杨建武¹ 李连勇² 张蕊¹ 陈琰²

¹战略支援部队特色医学中心普通外科, 北京 100101; ²战略支援部队特色医学中心
消化内科, 北京 100101

通信作者: 陈琰, Email: yanchen9139@163.com

【摘要】 胰十二指肠切除术(PD)是胰腺外科极具挑战的一项手术。机器人手术系统在精细操作方面具有明显优势,在特定患者中,微创(腹腔镜及机器人手术系统)PD较常规开腹PD创伤更小,展现出良好的安全性及可行性。机器人手术系统与腹腔镜系统在手术视野、手术操作和吻合方式上存在差异。笔者查阅国内外相关文献,采用Meta分析评价机器人手术系统与开腹PD围手术期的疗效。

【关键词】 胰腺疾病; 胰腺外科; 胰十二指肠切除术; 开腹手术; 机器人手术系统; Meta分析

基金项目: 战略支援部队特色医学中心学科助推计划(21XK0102)

Perioperative efficacy of robotic versus open approach for pancreaticoduodenectomy: a Meta-analysis

Zhang Tao¹, Yang Jianwu¹, Li Lianrong², Zhang Rui¹, Chen Yan²

¹Department of General Surgery, Strategic Support Force Medical Center, Beijing 100101, China; ²Department of Gastroenterology, Strategic Support Force Medical Center, Beijing 100101, China

Corresponding author: Chen Yan, Email: yanchen9139@163.com

【Abstract】 Pancreatoduodenectomy (PD) is a very challenging operation in pancreatic surgery. Robotic surgery system has obvious advantages in precise operation. In specific patients, minimally invasive (laparoscopic and robotic surgery system) PD is less invasive than conventional open PD, showing good safety and feasibility. There are some differences between robotic surgery system and laparoscopic system in surgical field of vision, surgical operation and anastomosis mode. The authors review the relevant studies and conduct a Meta-analysis to evaluate the perioperative efficacy of robotic versus open approach for PD.

【Key words】 Pancreatic diseases; Pancreatic surgery; Pancreatoduodenectomy; Open surgery; Robotic surgery system; Meta-analysis

Fund program: Strategic Support Force Medical Center Discipline Promotion Plan (21XK0102)

胰十二指肠切除术(pancreatoduodenectomy, PD)是胰腺外科极具挑战的一项手术,其操作过程涵盖多个消化器官的切除及消化道重建。临床实践早期,PD通过开腹手术完成。自Gagner和Pomp^[1]报道腹腔镜PD后,一系列微创PD相继报道,其在特定患者中展现出良好的安全性及可行性^[2-5]。与开腹手术比较,机器人手术系统具有灵活的操作臂,能够过滤手术操作中的震颤,并提供术者良好的三维立

体手术视野^[6-8]。已有多项研究证实机器人手术系统PD的安全性和高效性^[9-10]。针对微创和开腹PD的系统回顾和荟萃分析亦有相关报道^[11-12]。本研究采用Meta分析评价机器人手术系统与开腹PD围手术期的疗效。

一、资料与方法

(一)文献检索

以pancreatoduodenectomy、PD、whipple procedure、robotic、

DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20220925-00546

收稿日期 2022-09-25

引用本文: 张涛, 杨建武, 李连勇, 等. 机器人手术系统与开腹胰十二指肠切除术围手术期疗效的 Meta 分析[J]. 中华消化外科杂志, 2022, 21(11): 1482-1490. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20220925-00546.



robotic-assisted、达芬奇机器人、胰十二指肠切除术为检索词,在Cochrane Library、EMBASE、PubMed、MEDLINE、维普数据库、中国期刊全文数据库进行检索。检索时间为1992年1月至2022年1月。检索策略遵循Cochrane系统评价手册。

(二)纳入标准和排除标准

纳入标准:(1)研究类型为比较机器人和开腹PD围手术期疗效的RCT和高质量非随机对照试验(nonrandomized trials,NRCT)。文献语种为中文和英文。(2)研究对象:行机器人和开腹PD的患者,性别、年龄、种族、国籍不限。(3)干预措施:机器人组行机器人手术系统PD,开腹组行开腹PD。(4)结局指标:围手术期疗效指标,包括手术时间、术中出血量、淋巴结清扫数目、R₀切除率、总并发症发生率、切口感染、胃排空延迟、术后胆漏、术后胰瘘、二次手术、术后病死率、住院时间。

排除标准:(1)非对照研究。(2)综述类、个案报道、重复文献。(3)动物实验或无法提供有效数据的文献。

(三)文献筛选和数据提取

由2位评价者独立筛选文献并提取数据,如有分歧,通过讨论解决或由第3位评价者协助解决。提取资料包括:(1)一般资料包括作者、发表日期、文献来源。(2)研究特征:研究类型、研究对象、样本量、患者分组情况、围手术期情况等。(3)结局指标:手术时间、术中出血量、淋巴结清扫数目、R₀切除率、总并发症发生率、切口感染、胃排空延迟、术后胆漏、术后胰瘘、二次手术、术后病死率、住院时间。

(四)文献质量评价

采用Cochrane偏倚风险评价工具对纳入的RCT进行评价,项目包括选择性偏倚、实施偏倚、测量偏倚、随访偏倚、报告偏倚和其他偏倚。采用Cochrane协作网推荐的纽卡斯尔-渥太华量表(Newcastle ottawa scale)对纳入的NRCT进行质量评价,总分为9分,评分≥6分为高质量研究,评分<6分为低质量研究。

(五)统计学分析

应用Rev Man 5.3软件进行Meta分析。计数资料采用OR及其95%CI表示,计量资料采用加权均数(weighted mean difference,WMD)及其95%CI表示。采用 χ^2 检验和 I^2 对文献进行异质性分析,若 $I^2 \geq 50\%$ 或 $P \leq 0.10$ 时,认为存在异质性,采用随机效应模型分析;若 $I^2 < 50\%$ 或 $P > 0.10$ 时,认为无异质性,采用固定效应模型分析。异质性较大的结果采用改变分析模型法或排除法进行敏感性分析。纳入研究≥5篇,采用漏斗图检验潜在发表偏倚;纳入研究<5篇不检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

二、结果

(一)文献检索结果

最终纳入符合标准的相关研究共15篇,均为NRCT^[13-27]。文献筛选流程见图1。累积样本量为9 308例,其中机器人组1 077例,开腹组8 231例。纳入文献基本特征见表1。纳入文献质量评价和偏倚风险评价见表2。

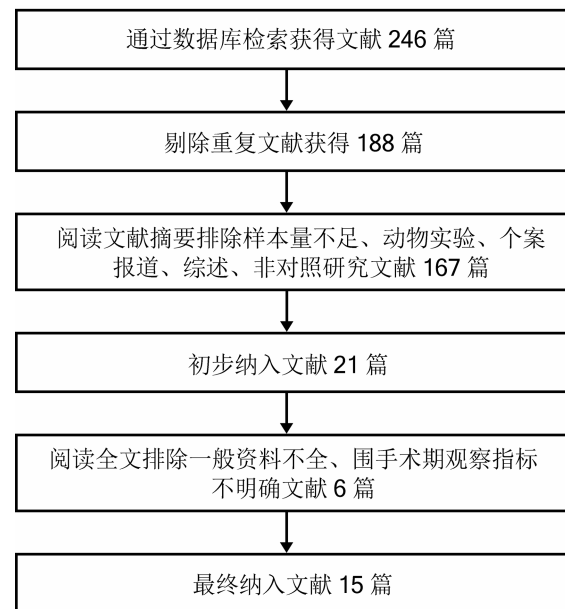


图1 文献筛选流程图

Figure 1 Flowchart of literature selection

表1 纳入文献基本特征

Table 1 Characteristics of studies included in the Meta-analysis

作者	发表年份	国家	研究类型	样本量(例)	机器人组(例)	开腹组(例)
Zhou 等 ^[13]	2011	中国	非随机对照研究	16	8	8
Buchs 等 ^[14]	2011	美国	非随机对照研究	83	44	39
Chalikonda 等 ^[15]	2012	美国	非随机对照研究	60	30	30
Lai 等 ^[16]	2012	中国	非随机对照研究	87	20	67
Bao 等 ^[17]	2014	美国	非随机对照研究	56	28	28
Chen 等 ^[18]	2015	中国	非随机对照研究	180	60	120
Baker 等 ^[19]	2016	美国	非随机对照研究	71	22	49
Zureikat 等 ^[20]	2016	美国	非随机对照研究	1 028	211	817
Zimmerman 等 ^[21]	2018	美国	非随机对照研究	6 547	211	6 336
Napoli 等 ^[22]	2018	意大利	非随机对照研究	309	82	227
Kauffmann 等 ^[23]	2019	意大利	非随机对照研究	50	24	26
Shi 等 ^[24]	2020	中国	非随机对照研究	374	187	187
van Oosten 等 ^[25]	2021	荷兰	非随机对照研究	288	96	192
朱洪银等 ^[26]	2020	中国	非随机对照研究	63	28	35
胡剑翀等 ^[27]	2021	中国	非随机对照研究	96	26	70

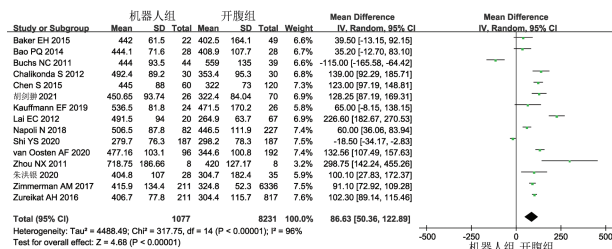
表 2 非随机对照研究 Newcastle-Ottawa Scale 量表(分)

Table 2 Newcastle-Ottawa Scale for non-randomized controlled trial (score)

纳入研究	研究人群选择			组间可比性	暴露因素测量			手术信息	总得分
	确定恰当	代表性	对照选择		暴露因素确定	方法相同	遗失数据处理		
Zhou 等 ^[13]	1	1	1	0	1	1	1	1	7
Buchs 等 ^[14]	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Chalikonda 等 ^[15]	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Lai 等 ^[16]	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Bao 等 ^[17]	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Chen 等 ^[18]	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Baker 等 ^[19]	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Zureikat 等 ^[20]	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Zimmerman 等 ^[21]	1	1	1	0	1	1	1	1	7
Napoli 等 ^[22]	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Kauffmann 等 ^[23]	1	1	1	0	1	1	1	1	7
Shi 等 ^[24]	1	1	1	1	1	1	1	1	8
van Oosten 等 ^[25]	1	1	1	1	1	1	1	1	8
朱洪银等 ^[26]	1	1	1	0	1	1	1	1	7
胡剑狮等 ^[27]	1	1	1	0	1	1	1	1	7

(二) Meta 分析结果

1. 手术时间: 15 篇文献均报道机器人组和开腹组手术时间^[13-27]。各研究间存在异质性($\chi^2=317.75, I^2=96\%, P<0.001$), 采用随机效应模型分析。Meta 分析结果显示: 两组患者手术时间比较, 差异有统计学意义($WMD=86.63, 95\%CI$ 为 $50.36\sim122.89, P<0.001$)。见图 2。15 篇文献进行漏斗图分析, 结果显示: 漏斗图左右对称, 表明发表偏倚对 Meta 分析结果影响较小。见图 3。



注: 机器人组行机器人手术系统胰十二指肠切除术; 开腹组行开腹胰十二指肠切除术

图 2 机器人组与开腹组患者手术时间的 Meta 分析结果

Figure 2 Results of Meta-analysis on operation time between patients in the robotic group and the open group

2. 术中出血量: 9 篇文献报道术中出血量^[13-14, 17-18, 20, 24-27]。各研究间有异质性($\chi^2=69.99, I^2=89\%, P<0.001$), 采用随机效应模型分析。Meta 分析结果显示: 两组患者术中出血量比较, 差异有统计学意义($WMD=-157.91, 95\%CI$ 为 $-241.48\sim-74.33, P<0.001$)。见图 4。13 篇文献进行漏斗图分析, 结果显示: 漏斗图左右基本对称, 表明发表偏倚对 Meta 分析结果影响较小。见图 5。

3. 淋巴结清扫数目: 6 篇文献报道淋巴结清扫数目^[14, 16-18, 20, 24]。各研究间有异质性($\chi^2=85.10, I^2=94\%, P<0.001$),

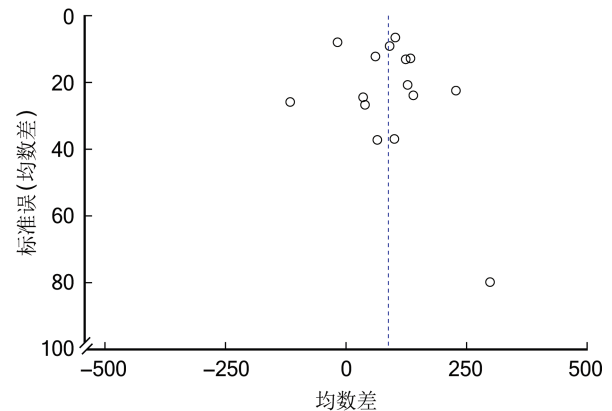
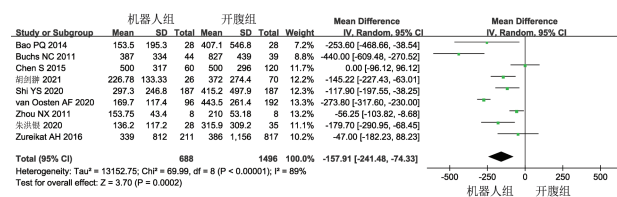


图 3 15 篇纳入文献发表偏倚的 Meta 分析漏斗图

Figure 3 Funnel plot of Meta-analysis for publication bias of the 15 included literatures



注: 机器人组行机器人手术系统胰十二指肠切除术; 开腹组行开腹胰十二指肠切除术

图 4 机器人组与开腹组患者术中出血量的 Meta 分析结果

Figure 4 Results of Meta-analysis on the volume of intraoperative blood loss between patients in the robotic group and the open group

采用随机效应模型分析。Meta 分析结果显示: 两组患者淋巴结清扫数目比较, 差异无统计学意义($WMD=1.85, 95\%CI$ 为 $-2.04\sim5.75, P=0.35$)。见图 6。6 篇文献进行漏斗图分析,

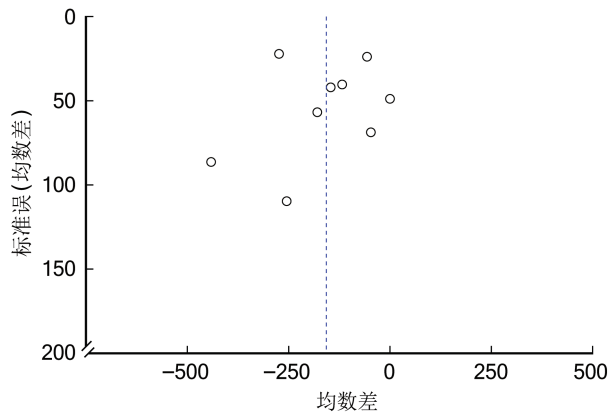
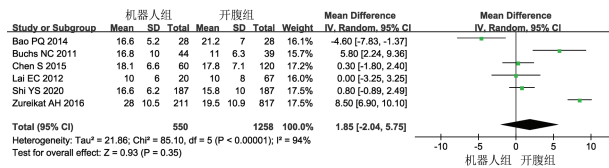


图5 9篇纳入文献发表偏倚的Meta分析漏斗图

Figure 5 Funnel plot of Meta-analysis for publication bias of the 9 included literatures

结果显示:漏斗图左右基本对称,表明发表偏倚对Meta分析结果影响较小。见图7。



注:机器人组行机器人手术系统胰十二指肠切除术;开腹组行开腹胰十二指肠切除术

图6 机器人组与开腹组患者淋巴结清扫数目的Meta分析结果

Figure 6 Results of Meta-analysis on the number of lymph nodes dissected between patients in the robotic group and the open group

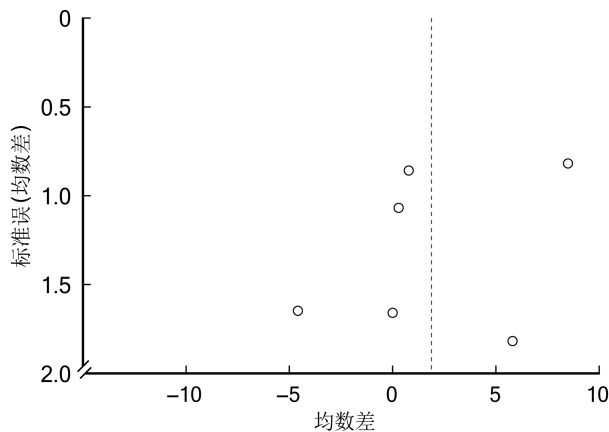
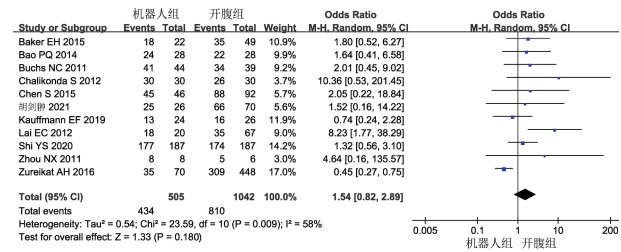


图7 6篇纳入文献发表偏倚的Meta分析漏斗图

Figure 7 Funnel plot of Meta-analysis for publication bias of the 6 included literatures

4. R_0 切除率:11篇文献报道 R_0 切除率^[13-20,23-24,27]。各研究间有异质性($\chi^2=23.59$, $I^2=58\%$, $P=0.009$),采用随机效应模型分析。Meta分析结果显示:两组患者 R_0 切除率比较,差异无统计学意义($OR=1.54$, $95\%CI$ 为0.82~2.89, $P=0.180$)。见图8。11篇文献进行漏斗图分析,结果显示:漏斗图左

右基本对称,表明发表偏倚对Meta分析结果影响较小。见图9。



注:机器人组行机器人手术系统胰十二指肠切除术;开腹组行开腹胰十二指肠切除术

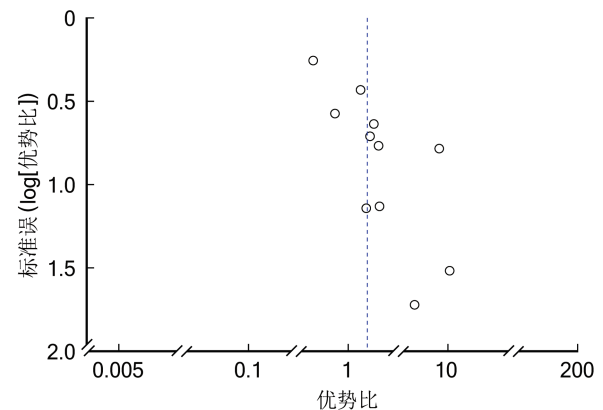
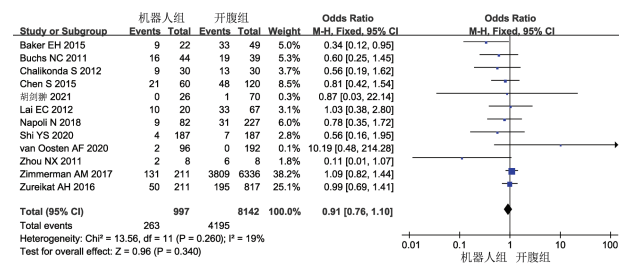
图8 机器人组与开腹组患者 R_0 切除率的Meta分析结果
Figure 8 Results of Meta-analysis on the R_0 resection rate between patients in the robotic group and the open group

图9 11篇纳入文献发表偏倚的Meta分析漏斗图

Figure 9 Funnel plot of Meta-analysis for publication bias of the 11 included literatures

5. 总并发症发生率:12篇文献报道总并发症发生率^[13-16,18-22,24-25,27]。各研究间无异质性($\chi^2=13.56$, $I^2=19\%$, $P=0.260$),采用固定效应模型分析。Meta分析结果显示:两组患者总并发症发生率比较,差异无统计学意义($OR=0.91$, $95\%CI$ 为0.76~1.10, $P=0.340$)。见图10。12篇文献进行漏斗图分析,结果显示:漏斗图左右基本对称,表明发表偏倚对Meta分析结果影响较小。见图11。



注:机器人组行机器人手术系统胰十二指肠切除术;开腹组行开腹胰十二指肠切除术

图10 机器人组与开腹组患者总体并发症发生率的Meta分析结果

Figure 10 Results of Meta-analysis on the incidence of total complications between patients in the robotic group and the open group

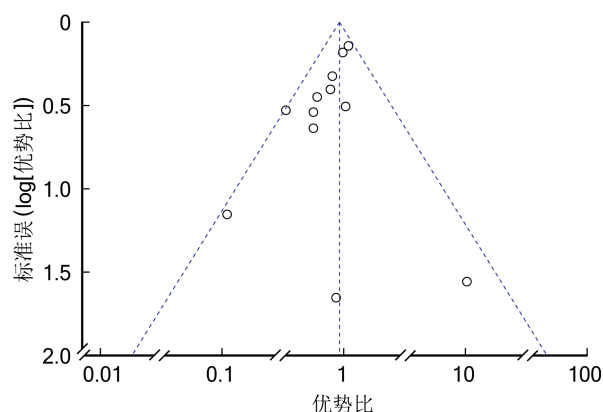
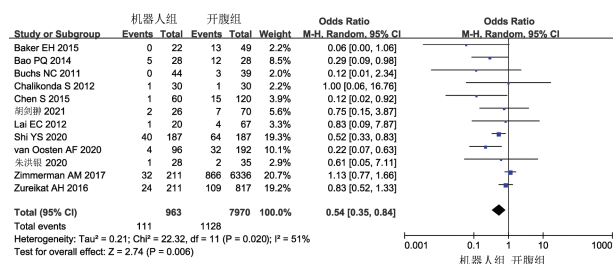


图 11 12 篇纳入文献发表偏倚的 Meta 分析漏斗图

Figure 11 Funnel plot of Meta-analysis for publication bias of the 12 included literatures

6. 切口感染: 12 篇文献报道切口感染^[14-21, 24-27]。各研究间有异质性($\chi^2=22.32, I^2=51\%, P=0.020$), 采用随机效应模型分析。Meta 分析结果显示: 两组患者切口感染比较, 差异有统计学意义($OR=0.54, 95\%CI$ 为 0.35~0.84, $P=0.006$)。见图 12。12 篇文献进行漏斗图分析, 结果显示: 漏斗图左右基本对称, 表明发表偏倚对 Meta 分析结果影响较小。见图 13。



注: 机器人组行机器人手术系统胰十二指肠切除术; 开腹组行开腹胰十二指肠切除术

图 12 机器人组与开腹组患者发生切口感染的 Meta 分析结果

Figure 12 Results of Meta-analysis on the incidence of incision infection between patients in the robotic group and the open group

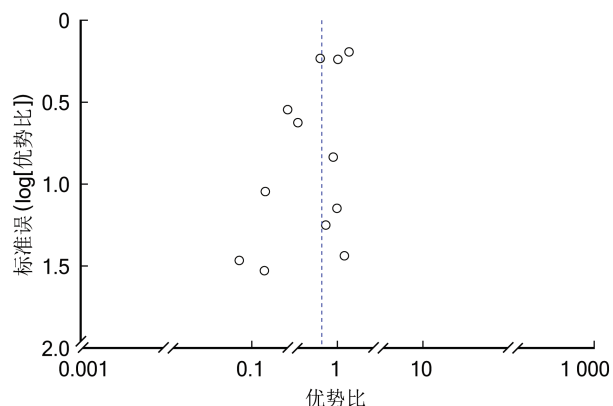
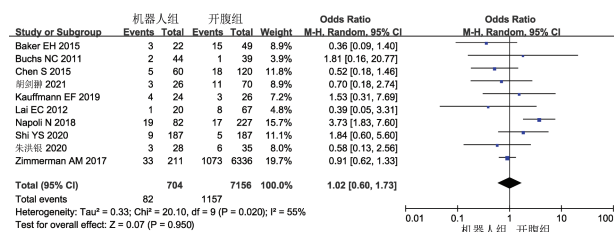


图 13 12 篇纳入文献发表偏倚的 Meta 分析漏斗图

Figure 13 Funnel plot of Meta-analysis for publication bias of the 12 included literatures

7. 胃排空延迟: 10 篇文献报道胃排空延迟^[14, 16, 18-19, 21-24, 26-27]。

各研究间有异质性($\chi^2=20.10, I^2=55\%, P=0.020$), 采用随机效应模型分析。Meta 分析结果显示: 两组患者胃排空延迟比较, 差异无统计学意义($OR=1.02, 95\%CI$ 为 0.60~1.73, $P=0.950$)。见图 14。10 篇文献进行漏斗图分析, 结果显示: 漏斗图左右基本对称, 表明发表偏倚对 Meta 分析结果影响较小。见图 15。



注: 机器人组行机器人手术系统胰十二指肠切除术; 开腹组行开腹胰十二指肠切除术

图 14 机器人组与开腹组患者发生胃排空延迟的 Meta 分析结果

Figure 14 Results of Meta-analysis on the incidence of delayed gastric emptying between patients in the robotic group and the open group

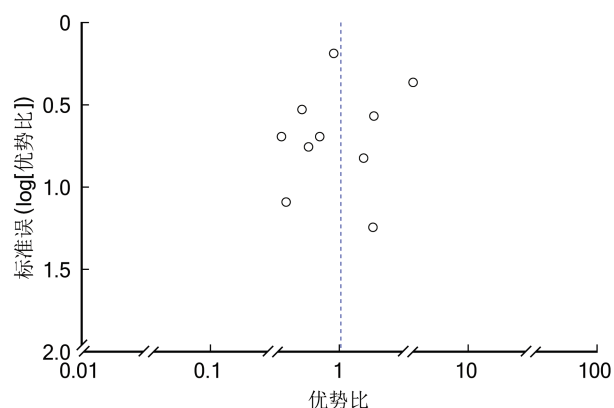


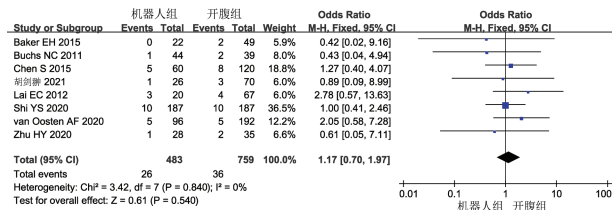
图 15 10 篇纳入文献发表偏倚的 Meta 分析漏斗图

Figure 15 Funnel plot of Meta-analysis for publication bias of the 10 included literatures

8. 术后胆漏: 8 篇文献报道术后胆漏^[14, 16, 18-19, 24-27]。各研究间无异质性($\chi^2=3.42, I^2=0\%, P=0.840$), 采用固定效应模型分析。Meta 分析结果显示: 两组患者术后胆漏比较, 差异无统计学意义($OR=1.17, 95\%CI$ 为 0.70~1.97, $P=0.540$)。见图 16。8 篇文献进行漏斗图分析, 结果显示: 漏斗图左右基本对称, 表明发表偏倚对 Meta 分析结果影响较小。见图 17。

9. 术后胰瘘: 14 篇文献报道术后胰瘘^[13-14, 16-27]。各研究间无异质性($\chi^2=17.01, I^2=24\%, P=0.200$), 采用固定效应模型分析。Meta 分析结果显示: 两组患者术后胰瘘比较, 差异无统计学意义($OR=1.13, 95\%CI$ 为 0.92~1.38, $P=0.240$)。见图 18。14 篇文献进行漏斗图分析, 结果显示: 漏斗图左右基本对称, 表明发表偏倚对 Meta 分析结果影响较小。见图 19。

10. 二次手术: 14 篇文献报道二次手术^[13-19, 21-27]。各研究间无异质性($\chi^2=8.58, I^2=0\%, P=0.800$), 采用固定效应模



注:机器人组行机器人手术系统胰十二指肠切除术;开腹组行开腹胰十二指肠切除术

图 16 机器人组与开腹组患者术后胆漏的 Meta 分析结果

Figure 16 Results of Meta-analysis on the incidence of post-operative biliary leakage between patients in the robotic group and the open group

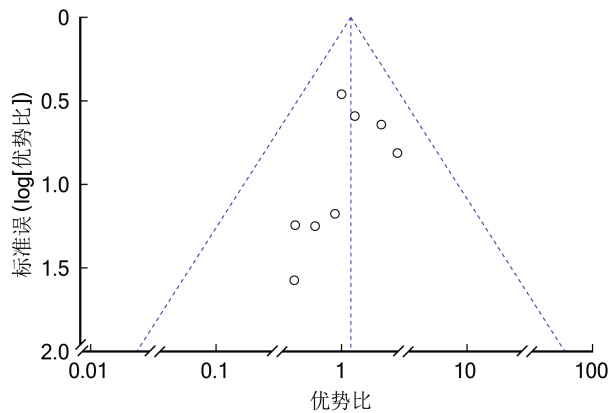
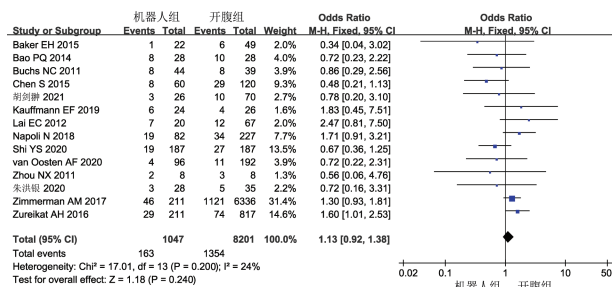


图 17 8 篇纳入文献发表偏倚的 Meta 分析漏斗图

Figure 17 Funnel plot of Meta-analysis for publication bias of the 8 included literatures



注:机器人组行机器人手术系统胰十二指肠切除术;开腹组行开腹胰十二指肠切除术

图 18 机器人组与开腹组患者术后胰漏的 Meta 分析结果

Figure 18 Results of Meta-analysis on the incidence of post-operative pancreatic leakage between patients in the robotic group and the open group

型分析。Meta 分析结果显示:两组患者二次手术比较,差异无统计学意义 ($OR=0.82$, $95\%CI$ 为 $0.58\sim1.17$, $P=0.270$)。见图 20。14 篇文献进行漏斗图分析,结果显示:漏斗图左右基本对称,表明发表偏倚对 Meta 分析结果影响较小。见图 21。

11. 术后病死率:12 篇文献报道术后病死率^[13-19, 21, 24-27]。各研究间无异质性 ($\chi^2=6.50$, $I^2=0\%$, $P=0.840$),采用固定效应模型分析。Meta 分析结果显示:两组患者术后病死率比较,差异无统计学意义 ($OR=1.00$, $95\%CI$ 为 $0.62\sim1.60$, $P=0.990$)。见图 22。14 篇文献进行漏斗图分析,结果显示:漏斗图左右

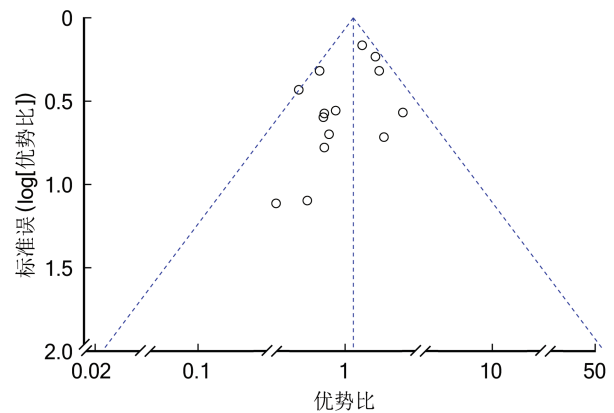
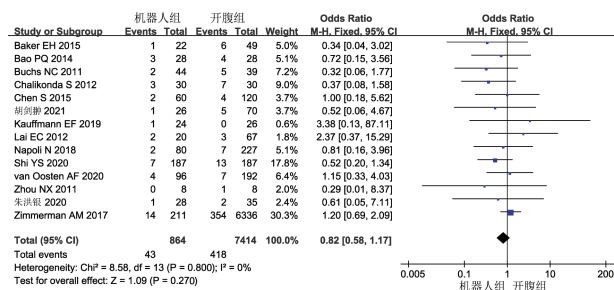


图 19 14 篇纳入文献发表偏倚的 Meta 分析漏斗图

Figure 19 Funnel plot of Meta-analysis for publication bias of the 14 included literatures



注:机器人组行机器人手术系统胰十二指肠切除术;开腹组行开腹胰十二指肠切除术

图 20 机器人组与开腹组患者二次手术的 Meta 分析结果

Figure 20 Results of Meta-analysis on the reoperation between patients in the robotic group and the open group

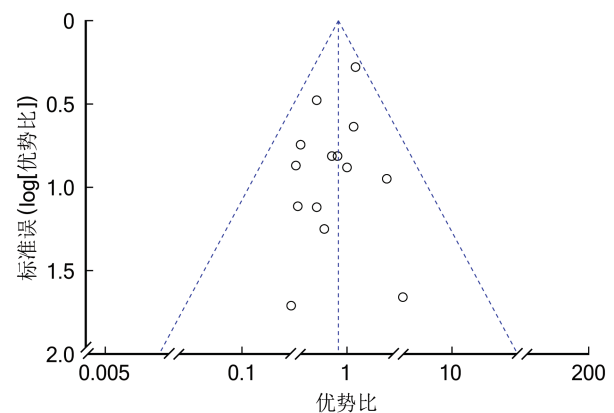
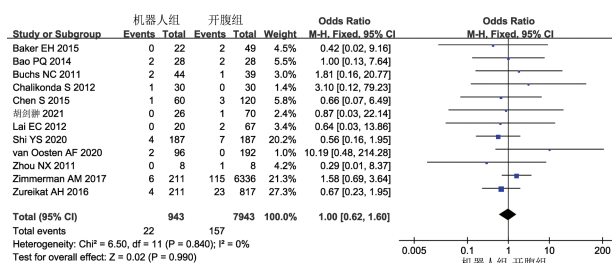


图 21 14 篇纳入文献发表偏倚的 Meta 分析漏斗图

Figure 21 Funnel plot of Meta-analysis for publication bias of the 14 included literatures

基本对称,表明发表偏倚对 Meta 分析结果影响较小。见图 23。

12. 住院时间:14 篇文献报道住院时间^[13-14, 16-27]。各研究间有异质性 ($\chi^2=44.35$, $I^2=71\%$, $P<0.001$),采用随机效应模型分析。Meta 分析结果显示:两组患者住院时间比较,差异有统计学意义 ($WMD=-2.07$, $95\%CI$ 为 $-3.20\sim-0.94$, $P<0.001$)。见图 24。14 篇文献进行漏斗图分析,结果显示:漏斗图左右基本对称,表明发表偏倚对 Meta 分析结果影响较小。见图 25。



注:机器人组行机器人手术系统胰十二指肠切除术;开腹组行开腹胰十二指肠切除术

图 22 机器人组与开腹组患者术后病死率的 Meta 分析结果

Figure 22 Results of Meta-analysis on the postoperative mortality between patients in the robotic group and the open group

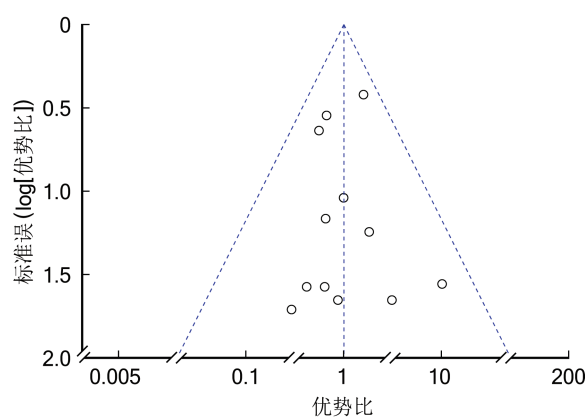
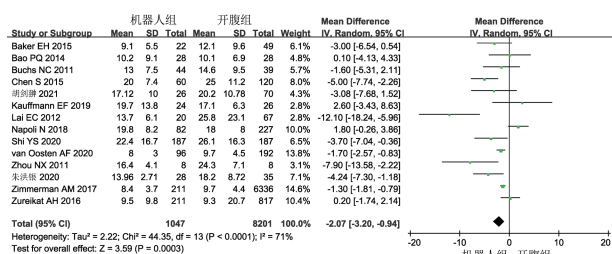


图 23 12 篇纳入文献发表偏倚的 Meta 分析漏斗图

Figure 23 Funnel plot of Meta-analysis for publication bias of the 12 included literatures



注:机器人组行机器人手术系统胰十二指肠切除术;开腹组行开腹胰十二指肠切除术

图 24 机器人组与开腹组患者住院时间的 Meta 分析结果

Figure 24 Results of Meta-analysis on the duration of hospital stay between patients in the robotic group and the open group

三、小结

PD 是胰腺外科十分复杂的一项手术,机器人手术系统在精细操作方面具有明显优势,能够缩短术中吻合操作时间。已有的研究结果显示:在特定患者中,微创(腹腔镜及机器人手术系统)PD 较常规开腹 PD 创伤更小,且两种手术方式围手术期并发症发生率比较,差异无统计学意义^[28-31]。机器人手术系统与腹腔镜系统在手术视野、手术操作和吻合方式上存在差异,研究结果显示:机器人手术系统 PD 与腹腔镜 PD 手术时间、术中出血量、住院时间等比较,差异均

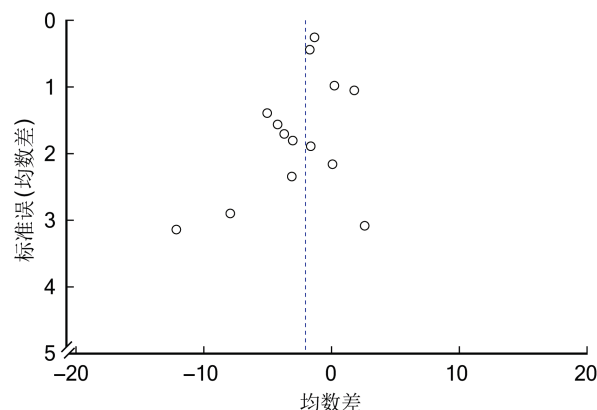


图 25 14 篇纳入文献发表偏倚的 Meta 分析漏斗图

Figure 25 Funnel plot of Meta-analysis for publication bias of the 14 included literatures

有统计学意义^[32-33]。随着机器人手术系统 PD 临床实践的不断发

展,外科医师能更快速度过学习曲线^[34-36]。本研究结果显示:机器人手术系统 PD 与开腹 PD 手术时间比较,差异有统计学意义。笔者认为:机器人手术系统需要进行安装和调试,但经熟练掌握后能够缩短系统安装时间,外科医师通过精准术前评估和提高操作熟练程度,可进一步缩短机器人手术系统 PD 手术时间^[37-39]。此外,本研究结果显示:机器人手术系统 PD 与开腹 PD 术中出血量比较,差异有统计学意义。笔者分析:这与机器人手术系统在分离显露、缝合打结等方面更具优势相关。

淋巴结清扫数目和 R_0 切除率对肿瘤分期和患者预后至关重要^[40-43]。本研究结果显示:机器人手术系统 PD 与开腹 PD 淋巴结清扫数目、 R_0 切除率比较,差异均无统计学意义,两种手术方式肿瘤根治性方面具有一致性。

本研究结果显示:机器人手术系统 PD 与开腹 PD 总并发症发生率、胃排空延迟、术后胆漏、术后胰瘘比较,差异均无统计学意义,且两种手术方式二次手术、术后病死率比较,差异也均无统计学意义。这提示两种手术方式在安全性及可行性方面具有一致性。本研究结果显示:机器人手术系统 PD 与开腹 PD 切口感染比较,差异有统计学意义。笔者分析:这与微创手术切口更小、创伤更小相关。此外,本研究结果显示:机器人手术系统 PD 与开腹 PD 住院时间比较,差异有统计学意义。这与李东虎等^[44]的研究结果一致。

本研究存在以下局限:(1)纳入文献均为 NRCT,在患者入组标准方面存在选择偏倚。(2)部分结局指标的研究异质性较大,影响结果。(3)仅分析围手术期临床数据,未针对病理学特征进行分析,影响结果的准确性。

综上,与开腹 PD 比较,机器人手术系统 PD 手术时间更长,但术中出血量、发生切口感染更少,患者住院时间更短,两种手术方式在肿瘤根治性、安全性及可行性方面具有一致性。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Gagner M, Pomp A. Laparoscopic pylorus-preserving pancreaticoduodenectomy[J]. *Surg Endosc*, 1994, 8(5):408-410. DOI:10.1007/BF00642443.
- [2] Khachfe HH, Habib JR, Harthi SA, et al. Robotic pancreas surgery: an overview of history and update on technique, outcomes, and financials[J]. *J Robot Surg*, 2022, 16(3):483-494. DOI:10.1007/s11701-021-01289-2.
- [3] Nakata K, Nakamura M. The current status and future directions of robotic pancreatectomy[J]. *Ann Gastroenterol Surg*, 2021, 5(4):467-476. DOI:10.1002/ags3.12446.
- [4] Napoli N, Kauffmann EF, Vistoli F, et al. State of the art of robotic pancreaticoduodenectomy[J]. *Updates Surg*, 2021, 73(3):873-880. DOI:10.1007/s13304-021-01058-8.
- [5] Singh TP, Zaman J, Cutler J. Robotic surgery: at the crossroads of a data explosion[J]. *World J Surg*, 2021, 45(12):3484-3492. DOI:10.1007/s00268-021-06321-y.
- [6] Stafford AT, Walsh RM. Robotic surgery of the pancreas: the current state of the art[J]. *J Surg Oncol*, 2015, 112(3):289-294. DOI:10.1002/jso.23952.
- [7] Shyr YM, Wang SE, Chen SC, et al. Robotic pancreaticoduodenectomy in the era of minimally invasive surgery[J]. *J Chin Med Assoc*, 2020, 83(7):639-643. DOI:10.1097/JCMA.000000000000333.
- [8] Del Chiaro M, Segersvärd R. The state of the art of robotic pancreatectomy[J]. *Biomed Res Int*, 2014, 2014: 920492. DOI:10.1155/2014/920492.
- [9] Memeo R, Sangiuolo F, de Blasi V, et al. Robotic pancreaticoduodenectomy and distal pancreatectomy: state of the art[J]. *J Visc Surg*, 2016, 153(5):353-359. DOI: 10.1016/j.jvisc Surg.2016.04.001.
- [10] Caba Molina D, Lambreton F, Arrangoiz Majul R. Trends in robotic pancreaticoduodenectomy and distal pancreatectomy[J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2019, 29(2):147-151. DOI:10.1089/lap.2018.0421.
- [11] Lei P, Wei B, Guo W, et al. Minimally invasive surgical approach compared with open pancreaticoduodenectomy: a systematic review and meta-analysis on the feasibility and safety[J]. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2014, 24(4):296-305. DOI:10.1097/SLE.0000000000000054.
- [12] Zhang H, Wu X, Zhu F, et al. Systematic review and meta-analysis of minimally invasive versus open approach for pancreaticoduodenectomy[J]. *Surg Endosc*, 2016, 30(12):5173-5184. DOI:10.1007/s00464-016-4864-3.
- [13] Zhou NX, Chen JZ, Liu Q, et al. Outcomes of pancreaticoduodenectomy with robotic surgery versus open surgery[J]. *Int J Med Robot*, 2011, 7(2):131-137. DOI:10.1002/rcs.380.
- [14] Buchs NC, Addeo P, Bianco FM, et al. Robotic versus open pancreaticoduodenectomy: a comparative study at a single institution[J]. *World J Surg*, 2011, 35(12):2739-2746. DOI: 10.1007/s00268-011-1276-3.
- [15] Chalikhonda S, Aguilar-Saavedra JR, Walsh RM. Laparoscopic robotic-assisted pancreaticoduodenectomy: a case-matched comparison with open resection[J]. *Surg Endosc*, 2012, 26(9):2397-2402. DOI:10.1007/s00464-012-2207-6.
- [16] Lai EC, Yang GP, Tang CN. Robot-assisted laparoscopic pancreaticoduodenectomy versus open pancreaticoduodenectomy--a comparative study[J]. *Int J Surg*, 2012, 10(9):475-479. DOI:10.1016/j.ijsu.2012.06.003.
- [17] Bao PQ, Mazirka PO, Watkins KT. Retrospective comparison of robot-assisted minimally invasive versus open pancreaticoduodenectomy for periampullary neoplasms[J]. *J Gastrointest Surg*, 2014, 18(4):682-689. DOI: 10.1007/s11605-013-2410-3.
- [18] Chen S, Chen JZ, Zhan Q, et al. Robot-assisted laparoscopic versus open pancreaticoduodenectomy: a prospective, matched, mid-term follow-up study[J]. *Surg Endosc*, 2015, 29(12):3698-3711. DOI:10.1007/s00464-015-4140-y.
- [19] Baker EH, Ross SW, Seshadri R, et al. Robotic pancreaticoduodenectomy: comparison of complications and cost to the open approach[J]. *Int J Med Robot*, 2016, 12(3):554-560. DOI:10.1002/rcs.1688.
- [20] Zureikat AH, Postlewait LM, Liu Y, et al. A multi-institutional comparison of perioperative outcomes of robotic and open pancreaticoduodenectomy[J]. *Ann Surg*, 2016, 264(4):640-649. DOI:10.1097/SLA.0000000000001869.
- [21] Zimmerman AM, Roye DG, Charpentier KP. A comparison of outcomes between open, laparoscopic and robotic pancreaticoduodenectomy[J]. *HPB (Oxford)*, 2018, 20(4):364-369. DOI:10.1016/j.hpb.2017.10.008.
- [22] Napoli N, Kauffmann EF, Menonna F, et al. Robotic versus open pancreaticoduodenectomy: a propensity score-matched analysis based on factors predictive of postoperative pancreatic fistula[J]. *Surg Endosc*, 2018, 32(3):1234-1247. DOI: 10.1007/s00464-017-5798-0.
- [23] Kauffmann EF, Napoli N, Menonna F, et al. A propensity score-matched analysis of robotic versus open pancreaticoduodenectomy for pancreatic cancer based on margin status[J]. *Surg Endosc*, 2019, 33(1):234-242. DOI: 10.1007/s00464-018-6301-2.
- [24] Shi Y, Jin J, Qiu W, et al. Short-term outcomes after robot-assisted vs open pancreaticoduodenectomy after the learning curve[J]. *JAMA Surg*, 2020, 155(5):389-394. DOI: 10.1001/jamasurg.2020.0021.
- [25] van Oosten AF, Ding D, Habib JR, et al. Perioperative outcomes of robotic pancreaticoduodenectomy: a propensity-matched analysis to open and laparoscopic pancreaticoduodenectomy[J]. *J Gastrointest Surg*, 2021, 25(7):1795-1804. DOI:10.1007/s11605-020-04869-z.
- [26] 朱洪银, 崔王平, 张昕宁, 等. 机器人与开腹胰十二指肠切除术治疗壶腹周围癌的近期疗效对比分析[J]. *腹腔镜外科杂志*, 2020, 25(1):59-64. DOI:10.13499/j.cnki.fqjwkzz.2020.01.059.
- [27] 胡剑狮, 邹浩, 朱呈瞻, 等. 达芬奇机器人与开腹胰十二指肠切除术临床疗效比较[J/CD]. *中华腔镜外科杂志:电子版*, 2021, 14(2):75-80. DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2021.02.003.
- [28] 王明锋, 赵宝成. 胰十二指肠切除术后出血的危险因素及处理(附 168 例报告)[J]. *临床误诊误治*, 2017, 30(1):62-66. DOI:10.3969/j.issn.1002-3429.2017.01.022.
- [29] Qin H, Qiu J, Zhao Y, et al. Does minimally-invasive pancreaticoduodenectomy have advantages over its open method? A meta-analysis of retrospective studies[J]. *PLoS One*, 2014,

- 9(8):e104274. DOI:10.1371/journal.pone.0104274.
- [30] Correa-Gallego C, Dinkelspiel HE, Sulimanoff I, et al. Minimally-invasive vs open pancreaticoduodenectomy: systematic review and meta-analysis[J]. J Am Coll Surg, 2014, 218(1):129-139. DOI:10.1016/j.jamcollsurg.2013.09.005.
- [31] Liao CH, Wu YT, Liu YY, et al. Systemic review of the feasibility and advantage of minimally invasive pancreaticoduodenectomy[J]. World J Surg, 2016, 40(5):1218-1225. DOI: 10.1007/s00268-016-3433-1.
- [32] Trastulli S, Cirocchi R, Desiderio J, et al. Robotic versus laparoscopic approach in colonic resections for cancer and benign diseases: systematic review and meta-analysis[J]. PLoS One, 2015, 10(7):e0134062. DOI:10.1371/journal.pone.0134062.
- [33] Liu R, Zhang T, Zhao ZM, et al. The surgical outcomes of robot-assisted laparoscopic pancreaticoduodenectomy versus laparoscopic pancreaticoduodenectomy for periampullary neoplasms: a comparative study of a single center [J]. Surg Endosc, 2017, 31(6):2380-2386. DOI:10.1007/s00464-016-5238-6.
- [34] Wang M, Meng L, Cai Y, et al. Learning curve for laparoscopic pancreaticoduodenectomy: a CUSUM analysis[J]. J Gastrointest Surg, 2016, 20(5):924-935. DOI:10.1007/s11605-016-3105-3.
- [35] Napoli N, Kauffmann EF, Palmeri M, et al. The learning curve in robotic pancreaticoduodenectomy[J]. Dig Surg, 2016, 33(4):299-307. DOI:10.1159/000445015.
- [36] Edil BH, Schulick RD. Challenges of minimally invasive pancreas surgery growth with such a high learning curve [J]. JAMA Surg, 2015, 150(5):423. DOI:10.1001/jamasurg.2015.32.
- [37] Joseph S, Vyas D. Jury is out: robotic or laparoscopic or open surgery[J]. Am J Robot Surg, 2015, 2(1):59. DOI:10.1166/ajrs.2015.1012.
- [38] Rodríguez-Sanjuán JC, Gómez-Ruiz M, Trugeda-Carrera S, et al. Laparoscopic and robot-assisted laparoscopic digestive surgery: present and future directions[J]. World J Gastroenterol, 2016, 22(6):1975-2004. DOI:10.3748/wjg.v22.i6.1975.
- [39] Hoehn RS, Nassour I, Adam MA, et al. National trends in robotic pancreas surgery[J]. J Gastrointest Surg, 2021, 25(4):983-990. DOI:10.1007/s11605-020-04591-w.
- [40] Kim KS, Kwon J, Kim K, et al. Impact of resection margin distance on survival of pancreatic cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. Cancer Res Treat, 2017, 49(3):824-833. DOI:10.4143/crt.2016.336.
- [41] Howard TJ, Krug JE, Yu J, et al. A margin-negative R₀ resection accomplished with minimal postoperative complications is the surgeon's contribution to long-term survival in pancreatic cancer[J]. J Gastrointest Surg, 2006, 10(10):1338-1346. DOI:10.1016/j.gassur.2006.09.008.
- [42] van Rijssen LB, Narwade P, van Huijgevoort NC, et al. Prognostic value of lymph node metastases detected during surgical exploration for pancreatic or periampullary cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. HPB (Oxford), 2016, 18(7):559-566. DOI:10.1016/j.hpb.2016.05.001.
- [43] Riediger H, Kulemann B, Wittel U, et al. Prognostic role of log odds of lymph nodes after resection of pancreatic head cancer[J]. J Gastrointest Surg, 2016, 20(10):1707-1715. DOI: 10.1007/s11605-016-3200-5.
- [44] 李东虎, 赵鑫, 李向阳, 等. 机器人与开腹胰十二指肠切除术疗效的 Meta 分析[J]. 腹腔镜外科杂志, 2016, 21(1):58-66. DOI:10.13499/j.cnki.fqjwkzz.2016.01.058.

读者·作者·编者

本刊对表格的要求

根据中华医学会杂志社的要求,表按统计学的制表原则设计,宜采用三线表。

1.横、纵标目应有逻辑上的主谓关系,主语一般置表的左侧,谓语一般置表的右侧。本刊采用三线表,如有合计行或表达统计学处理结果的行,则在该行上再加1条分界横线。

2.表中所用参数须注明单位。若表中所有参数的单位相同,可标注在表的右上方,或表题之后(加括号)。

3.表中不用“同上”,“同左”和类似词,一律填入具体数字或文字。若使用符号表示未测或未发现,应在表格底线的下方以简练文字注释。