

机器人辅助肺癌手术术后并发症单组率的 Meta 分析

吕俊¹, 卢秀英², 蒋红梅¹, 杨舒涵¹, 鲍凯瑜¹, 郑丽红¹, 蒋瑞琦¹

(1. 成都医学院研究生院 四川 成都 610500; 2. 四川省肿瘤医院·研究所手术麻醉科 四川 成都 610041)

摘要 目的: 系统评价机器人辅助肺癌手术患者术后并发症发生率。**方法:** 检索中国知网、万方、维普、中国生物医学文献数据库、PubMed、The Cochrane Library、Embase 和 Web of Science 数据库中关于机器人辅助肺癌手术患者术后并发症的相关研究。由 2 位专业研究者根据纳入与排除标准对研究进行筛选, 并运用纽卡斯尔-渥太华量表 (NOS) 对选定的文献进行质量评估。利用 Stata 14.0 软件对数据进行 Meta 分析。**结果:** 最终纳入 19 篇文献, 包含 4018 例研究对象。Meta 分析结果表明, 机器人辅助肺癌手术术后并发症的总发生率为 18% (95%CI: 7%~30%); 肺漏气发生率为 9% (95%CI: 6%~12%); 肺部感染发生率为 4% (95%CI: 3%~5%); 肺不张发生率为 2% (95%CI: 2%~3%); 心律失常发生率为 3% (95%CI: 1%~6%); 其他并发症发生率为 4% (95%CI: 2%~7%)。**结论:** 机器人辅助肺癌手术术后患者的并发症发生率较低, 疗效较好, 适合临床推广应用。

关键词 机器人辅助手术; 肺癌; 并发症; 单组率; Meta 分析

中图分类号 R608 R734.2 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2025) 05-0839-08

Postoperative complications in robot-assisted lung cancer surgery: a single-arm Meta-analysis

LYU Jun¹, LU Xiuying², JIANG Hongmei¹, YANG Shuhan¹, BAO Kaiyu¹, ZHENG Lihong¹, JIANG Ruiqi¹

(1. Graduate School of Chengdu Medical College, Chengdu 610500, China; 2. Department of Surgical Anesthesiology, Sichuan Cancer Hospital / Institute, Chengdu 610041, China)

Abstract Objective: To systematically evaluate the incidence of postoperative complications in patients undergoing robot-assisted lung cancer surgery. **Methods:** Relevant studies on postoperative complications following robot-assisted lung cancer surgery were retrieved from databases including CNKI, Wanfang Data, VIP, CBMdisc, PubMed, The Cochrane Library, Embase, and Web of Science. 2 researchers independently screened the studies based on inclusion and exclusion criteria, and the quality of selected literature were assessed using the Newcastle-Ottawa Scale (NOS). Meta-analysis was performed using Stata 14.0 software. **Results:** A total of 19 studies involving 4 018 participants were included. Meta-analysis revealed that the overall incidence of postoperative complications after robot-assisted lung cancer surgery was 18% (95%CI: 7%–30%). Specific complications included: air leakage 9%(95%CI: 6%–12%), pulmonary infection 4%(95% CI: 3%–5%), atelectasis 2%(95%CI: 2%–3%), arrhythmia 3%(95%CI: 1%–6%), and other complications 4%(95%CI: 2%–7%). **Conclusion:** Robot-assisted lung cancer surgery is associated with a low incidence of postoperative complications and favorable efficacy, which is worthy of clinical application and promotion.

Key words Robot-assisted Surgery; Lung Cancer; Complication; Single-arm Rate; Meta-analysis

肺癌作为全球范围内最为常见的恶性肿瘤之一, 对人类生命和健康威胁巨大。据全球癌症数据库发布的数据显示, 肺癌的发病率和死亡率均居全球癌症之首^[1-2]。目前, 外科手术仍是早中期肺癌患者的首选治疗手段。尽管传统开胸手术具有确切

的肿瘤清除效果, 但其伴随着一定的围手术期并发症发生率和死亡率^[3]。胸腔镜手术 (Video-assisted Thoracoscopic Surgery, VATS) 作为肺癌微创治疗的重要手段, 其长期生存率与传统开胸手术相当, 且能显著减少术后并发症、加速康复^[4-5]。但该技术

基金项目: 直觉基金会项目 (ZHY2023-213); 四川省干部保健科研项目 (川干研 2022-801)

Foundation Item: Project of Intuitive Foundation(ZHY2023-213); Sichuan Provincial Cadre Health Research Project (2022-801)

引用格式: 吕俊, 卢秀英, 蒋红梅, 等. 机器人辅助肺癌手术术后并发症单组率的 Meta 分析 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2025, 6(5): 839-846.

Citation: LYU J, LU X Y, JIANG H M, et al. Postoperative complications in robot-assisted lung cancer surgery: a single-arm Meta-analysis[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2025, 6(5): 839-846.

通讯作者 (Corresponding Author): 卢秀英 (LU Xiuying), Email: 1185472064@qq.com

存在明显学习曲线,术中二维视野与器械活动受限易导致手眼协调困难,且在处理复杂病例时灵活性不足,这些技术瓶颈制约了其临床普及^[6]。随着机器人辅助胸腔镜手术(Robot-assisted Thoracoscopic Surgery, RATS)的开展,其应用越来越广泛^[7],被认为是胸腔镜手术的替代方案^[8]。然而,目前关于RATS与VATS治疗肺癌的并发症差异仍存争议,部分研究显示RATS术后并发症发生率低于VATS^[9-11],但也有研究表明二者术后并发症差异并不明显^[12-14]。国内外尚无机器人辅助肺癌术后并发症发生率相关的Meta分析,因此,本研究旨在对机器人辅助肺癌术后并发症发生率的相关文献进行Meta分析,以全面、科学地评估其安全性,为临床提供参考,为术中护理和术后护理提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源与检索策略 系统检索中国知网(CNKI)、万方数据库、维普数据库、中国生物医学文献数据库(China Biology Medicine disc, CBMdisc)、PubMed、The Cochrane Library、Embase和Web of Science。检索时限为建库至2023年11月。采用主题词和自由词相结合的方式对文献检索,中文检索词:“机器人辅助、机器人、手术机器人、肺肿瘤、肺癌、肺恶性肿瘤、原发性支气管癌、支气管癌、非小细胞肺癌、并发症、合并症”;英文检索词:“Lung Neoplasms、Lung Cancer、Pulmonary Cancer、Robotic Surgical Procedures、Robot-Assisted Surgery、Robot-Enhanced Procedures、Robot-Enhanced Surgery、Postoperative Complications”。PROSPERO注册号:CRD42023481011。

1.2 文献纳入与排除标准 纳入标准:①研究类型为病例对照研究或队列研究;②研究对象为接受机器人辅助手术且术后病理证实为肺恶性肿瘤的患者;③干预措施为机器人辅助手术治疗;④结局指标为总并发症发生率、肺漏气发生率、肺部感染发生率、肺不张发生率、心律失常发生率及其他并发症发生率;⑤语言为中文或英文。排除标准:①术前有新辅助放疗史;②重复发表、数据重复的文献;③未公开发表或无法获取全文的文献;④样本量不足的文献、原始数据无法获得或转化的文献;⑤实验室及相关的解剖、尸体报道;⑥综述、系统评价、会议摘要、病例报道或指南等文献。

1.3 文献筛选与资料提取 两位研究者根据事先定义的纳入和排除标准对检索到的文献进行初步筛选,

对通过初筛的文献通过阅读全文进行复筛,若两位研究者的意见存在分歧则通过讨论或邀请第三方协商处理,最终确定纳入研究的文献并进行数据提取,提取的资料信息包括:第一作者、国家、研究类型、手术年份、样本量、平均年龄、结局指标等基本信息。

1.4 文献质量评价 在进行系统检索并搜集相关文献后,两位研究者采用纽卡斯尔-渥太华量表(Newcastle-Ottawa Scale, NOS)对筛选出的文献进行质量评估^[15]。NOS量表主要包括三个评估领域,即研究人群的选择、组间可比性、暴露因素,总分为9分,其中每个评估领域得分最高为4分、2分和3分,总分5分为文献质量一般,6分及以上为文献质量较高,适合纳入Meta分析。若两位研究者的评分结果不一致,邀请第三方专家参与以达成共识。

1.5 统计学方法 采用Stata 14.0软件对机器人辅助肺癌术后总并发症发生率、各项并发症独立发生率进行Meta分析。计算各纳入研究并发症结局指标的合并发生率,使用 I^2 统计量评估研究间异质性的程度,根据 I^2 值选择适当的效应模型进行Meta分析。若 I^2 值>50%,表明研究间存在较大的异质性,应选择随机效应模型;若 I^2 值<50%,表明异质性在可接受范围内,建议选择固定效应模型;计算合并效应量,并使用95%置信区间(95%CI)来表示。对于异质性较大的结局指标通过亚组分析和敏感性分析探索异质性来源,本研究中将年龄、手术年份作为亚组分析的依据,通过漏斗图来评价研究间存在的发表偏倚。

2 结果

2.1 文献筛选流程与结果 通过数据库初步检索获得文献949篇,经人工核查去重后获得有效文献692篇(去除重复文献257篇)。基于研究主题相关性对文献标题和摘要进行双重筛选,初步排除551篇不符合要求的文献。对通过初筛的141篇文献进行全文精读,最终基于预设的纳入排除标准,确定19篇高质量文献纳入研究分析^[11, 16-33]。文献筛选流程图如图1。

2.2 纳入文献的基本特征与质量评价 最终纳入文献19篇,其中中文文献9篇,英文文献10篇,包括1篇病例对照研究,18篇队列研究,共涉及4018例患者。纳入文献质量较好,其中3篇NOS评分为8分,9篇7分,6篇6分,1篇5分。文献基本特

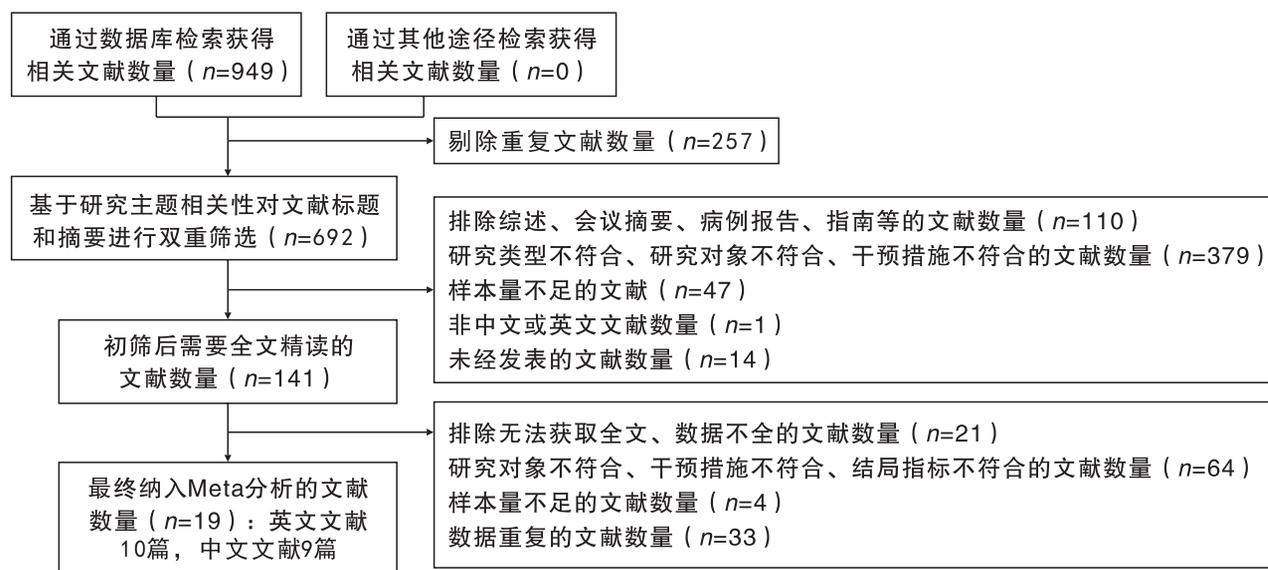


图1 文献筛选流程图

Figure 1 Literature screening flow chart

征详见表1, 其他并发症发生情况见表2。

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 术后总并发症发生率 13 篇文献^[11, 16, 19-22, 24-29, 33]

提及机器人辅助肺癌术后总并发症发生率, 本研究结果显示存在统计学异质性 ($I^2=98.3%$)。选择随机效应模型合并分析后, 结果显示术后总并发症发生率为 18% (95%CI: 7%~30%)。本研究根据纳入文献的年龄分层进行亚组分析: <65 岁组 (6 篇文献) 与 ≥ 65 岁组 (7 篇文献), 结果显示两组术后总并发症发生率分别为 10% (95%CI: 7%~12%) 和 25% (95%CI: 2%~48%)。如图 2。

2.3.2 肺漏气发生率 14 篇文献^[11, 17-19, 21-22, 24-25, 27-32]

提及机器人辅助肺癌术后肺漏气发生率, 本研究结果显示存在统计学异质性 ($I^2=93.9%$)。选择随机效应模型合并分析, 结果显示肺漏气发生率为 9% (95%CI: 6%~12%), 进一步行亚组分析和敏感性分析后发现, 异质性仍未得到有效降低。如图 3。

2.3.3 乳糜胸发生率 7 篇文献^[18, 20-22, 24, 30, 32]

提及机器人辅助肺癌术后乳糜胸发生率, 本研究结果显示不存在统计学异质性 ($I^2=0.0%$)。选择固定效应模型合并分析, 结果显示乳糜胸发生率为 0% (95%CI: 0%~1%)。如图 4。

2.3.4 肺部感染发生率 12 篇文献^[11, 17-18, 20, 24-25, 28-33]

提及机器人辅助肺癌术后肺部感染发生率, 本研究结果显示存在轻度统计学异质性 ($I^2=53.6%$)。选择随机效应模型合并分析, 结果显示肺部感染发生率为 4% (95%CI: 3%~5%)。如图 5。

2.3.5 肺不张发生率 7 篇文献^[11, 19-20, 23, 28-29, 32]

提及机器人辅助肺癌术后肺不张发生率, 本研究结果显示不存在统计学异质性 ($I^2=5.4%$)。选择固定效应模型合并分析后, 结果显示肺不张发生率为 2% (95%CI: 2%~3%)。如图 6。

2.3.6 心律失常发生率 10 篇文献^[11, 18, 21, 23-25, 29-32]

提及机器人辅助肺癌术后心律失常发生率, 本研究结果显示存在统计学异质性 ($I^2=89.2%$)。选择随机效应模型合并分析, 结果显示心律失常发生率为 3% (95%CI: 1%~6%)。本研究按手术年份进行时间分层亚组分析, 手术年份早于 2018 年的文献有 4 篇 (2018 年之前组), 手术年份均在 2018 年之后的文献有 3 篇 (2018 年之后组), 手术年份在 2011~2022 年的文献有 3 篇 (跨 2018 年组), 结果显示三组的心律失常发生率分别为 5% (95%CI: 0%~10%)、2% (95%CI: 1%~4%) 和 2% (95%CI: 0%~4%)。如图 7。

2.3.7 其他并发症发生率 10 篇文献^[17-18, 21, 23-25, 27, 29-30, 32]

提及机器人辅助肺癌术后其他并发症发生率, 本研究结果显示存在统计学异质性 ($I^2=88.0%$)。选择随机效应模型合并分析, 结果显示其他并发症发生率为 4% (95%CI: 2%~7%)。本研究按手术年份进行时间分层亚组分析, 手术年份早于 2018 年的文献有 3 篇 (2018 年之前组), 手术年份均在 2018 年之后的文献有 3 篇 (2018 年之后组), 手术年份在 2011~2022 年的文献有 4 篇 (跨 2018 年组), 结果显示三组其他并发症发生率分别为 5% (95%CI:

表 1 纳入研究的基本特征及质量评价

Table 1 Basic characteristics and quality evaluation of included studies

纳入研究	国家	研究类型	手术年份	样本量(例)	年龄(岁)	手术方式	分期	结局指标	NOS 评分
张潇文等人 ^[16]	中国	队列研究	2021~2022	58	52.81 ^y 52.16 ^z	c	I~III	F	6
刘梦媛等人 ^[11]	中国	队列研究	2020~2022	140	65.28	a	I~III A	ACDEF	6
李晓萍等人 ^[17]	中国	病例对照	2021	90	58.47	b	I~III	ACG	6
Ureña A 等人 ^[18]	西班牙	队列研究	2019~2022	161	67.20	d	I~III B	ABCEG	6
姚灵琦等人 ^[19]	中国	队列研究	2019~2022	83	60.00	a	I A	ADF	8
HONG Z Q 等人 ^[20]	中国	队列研究	2016~2022	205	58.37 ^x 59.08 ^y 59.43 ^z	c	I~III	BCDF	7
Haruki T 等人 ^[21]	日本	队列研究	2011~2022	63	74.00	b	≥ I	ABEFG	7
吴禹池等人 ^[22]	中国	队列研究	2018~2021	181	57.50	c	I A	ABF	7
许喜乐等人 ^[23]	中国	队列研究	2018~2021	58	55.22	b	I A	DEG	7
PAN H B 等人 ^[24]	中国	队列研究	2015~2021	97	77.39	a	I~III B	ABCEFG	8
Miyajima M 等人 ^[25]	日本	队列研究	2017~2020	100	68.90	a	≥ I	ACEFG	7
张真发等人 ^[26]	中国	队列研究	2016~2020	467	58.09	a	I~III	F	7
Zirafa C C 等人 ^[27]	意大利	队列研究	2010~2020	61	67.30	d	III A、 III B~ IV A	AFG	5
郭洪拨等人 ^[28]	中国	队列研究	2016~2018	57	60.00	a	I	ACDF	7
CHEN D L 等人 ^[29]	中国	队列研究	2016~2018	107	69.80	d	I~III	ACDEFG	7
孙晓等人 ^[30]	中国	队列研究	2014~2018	471	59.00	c	I~III	ABCEG	7
Lacroix V 等人 ^[31]	比利时	队列研究	2012~2015	61	68.00	a	I~III	ACE	6
Louie B E 等人 ^[32]	美国	队列研究	2009~2013	1220	69.00	a	I~III A	ABCDEG	6
Veluswamy R R 等人 ^[33]	美国	队列研究	2008~2013	338	73.00	d	I~III A	CF	8

注: x. 二孔达芬奇机器人辅助; y. 三孔达芬奇机器人辅助; z. 四孔达芬奇机器人辅助; a. 肺叶切除术; b. 肺段切除术; c. 肺叶切除术、肺段切除术; d. 肺叶切除术、肺段切除术、楔形切除、支气管袖状切除、左肺切除、右肺切除等; A. 肺漏气; B. 乳糜胸; C. 肺部感染; D. 肺不张; E. 心律失常; F. 总并发症; G. 其他并发症

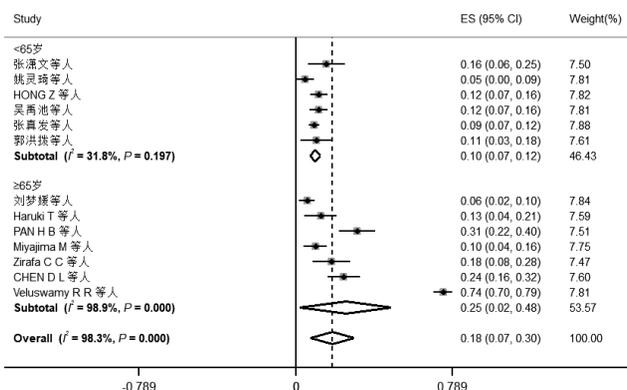


图 2 总并发症发生率森林图

Figure 2 Forest plot of total incidence rate of complications

0%~10%)、3% (95%CI: 0%~6%) 和 4% (95%CI: 2%~6%)。如图 8。

2.4 敏感性分析 对异质性高的两项结局指标肺漏

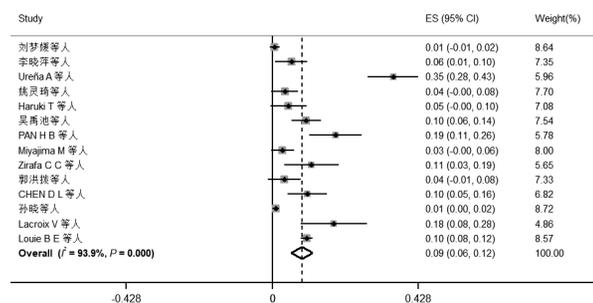


图 3 肺漏气发生率森林图

Figure 3 Forest plot of incidence rate of lung leakage

气、肺部感染的发生率进行敏感性分析, 结果显示均较稳定。

2.5 发表偏倚分析 对各结局指标的漏斗图对称性分析显示: 乳糜胸、肺部感染及肺不张的散点呈均匀对称分布, 提示无显著发表偏倚; 心律失常与其

表 2 其他并发症发生情况
Table 2 Occurrence of other complications

纳入研究	样本量	其他并发症 (例)
李晓萍等人 ^[17]	90	胸腔积液 5 例
Ureña A 等人 ^[18]	161	血胸 2 例
Haruki T 等人 ^[21]	63	喉返神经麻痹 1 例, 脑梗塞 1 例, 肾功能衰竭 1 例
许喜乐等人 ^[23]	58	切口感染 1 例, 皮下气肿 2 例
PAN H B 等人 ^[24]	97	切口感染 1 例, 急性呼吸窘迫综合征 2 例
Miyajima M 等人 ^[25]	100	切口感染 2 例, 喉返神经麻痹 1 例, 脑梗塞 1 例
Zirafa C C 等人 ^[27]	61	术后出血 4 例
CHEN D L 等人 ^[29]	107	皮下气肿 2 例, 呼吸衰竭 1 例, 肺栓塞 2 例, 心力衰竭 1 例
孙晓等人 ^[30]	471	脑梗塞 1 例, 气胸 1 例, 心肌梗塞 1 例, 呼吸困难 1 例
Louie B E 等人 ^[32]	1220	喉返神经麻痹 2 例, 急性呼吸窘迫综合征 2 例, 气胸 51 例, 心肌梗塞 5 例, 呼吸衰竭 16 例, 肺栓塞 4 例, 脓胸 6 例, 深静脉血栓 5 例, 支气管胸膜瘘 7 例

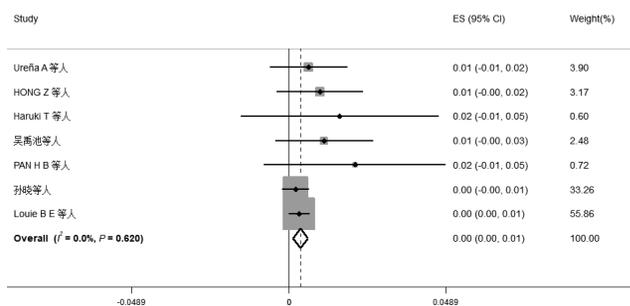


图 4 乳糜胸发生率森林图
Figure 4 Forest plot of incidence rate of chylothorax

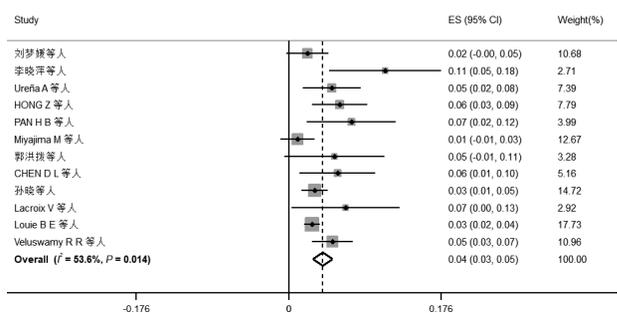


图 5 肺部感染发生率森林图
Figure 5 Forest plot of incidence rate of pulmonary infection

他并发症的散点存在少量离散点, 提示可能存在轻度偏倚; 而总并发症及肺漏气的散点分布呈现区域性偏离, 对称性明显减弱, 表示有部分偏倚。如图 9。

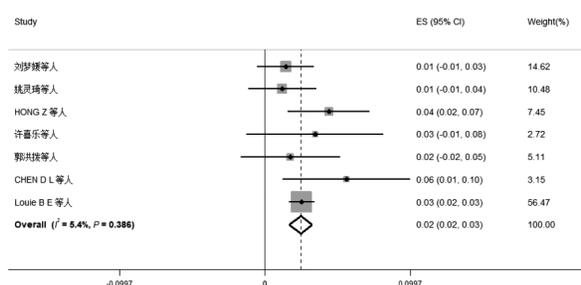


图 6 肺不张发生率森林图
Figure 6 Forest plot of incidence rate of atelectasis

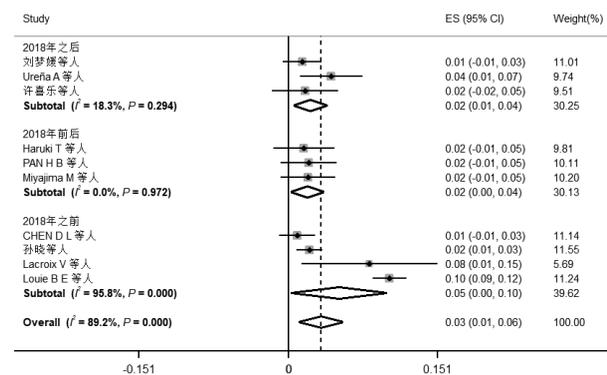


图 7 心律失常发生率森林图
Figure 7 Forest plot of incidence rate of arrhythmia

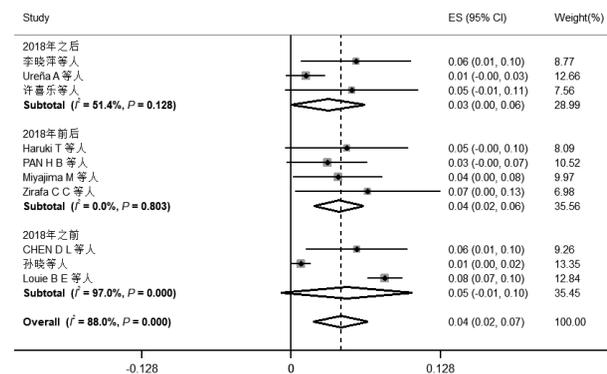


图 8 其他并发症发生率森林图
Figure 8 Forest plot of incidence rate other complications

3 讨论

本研究共纳入 19 项高质量 (NOS 评分较高) 文献, 涉及多个医学中心, 尽管手术年份跨度大、术者操作水平差异可能引入异质性, 但通过随机效应模型及患者年龄 / 手术年份亚组分析有效控制偏倚, 结论稳健性较强。研究聚焦于机器人辅助肺癌术后并发症 (如心律失常、肺漏气等) 的发生率与临床特征评估, 旨在为优化术后护理路径、改进围手术期人员配置提供参考, 同时为提升手术安全性与患者满意度提供数据支持。

本研究结果显示, 机器人辅助肺癌术后总并发

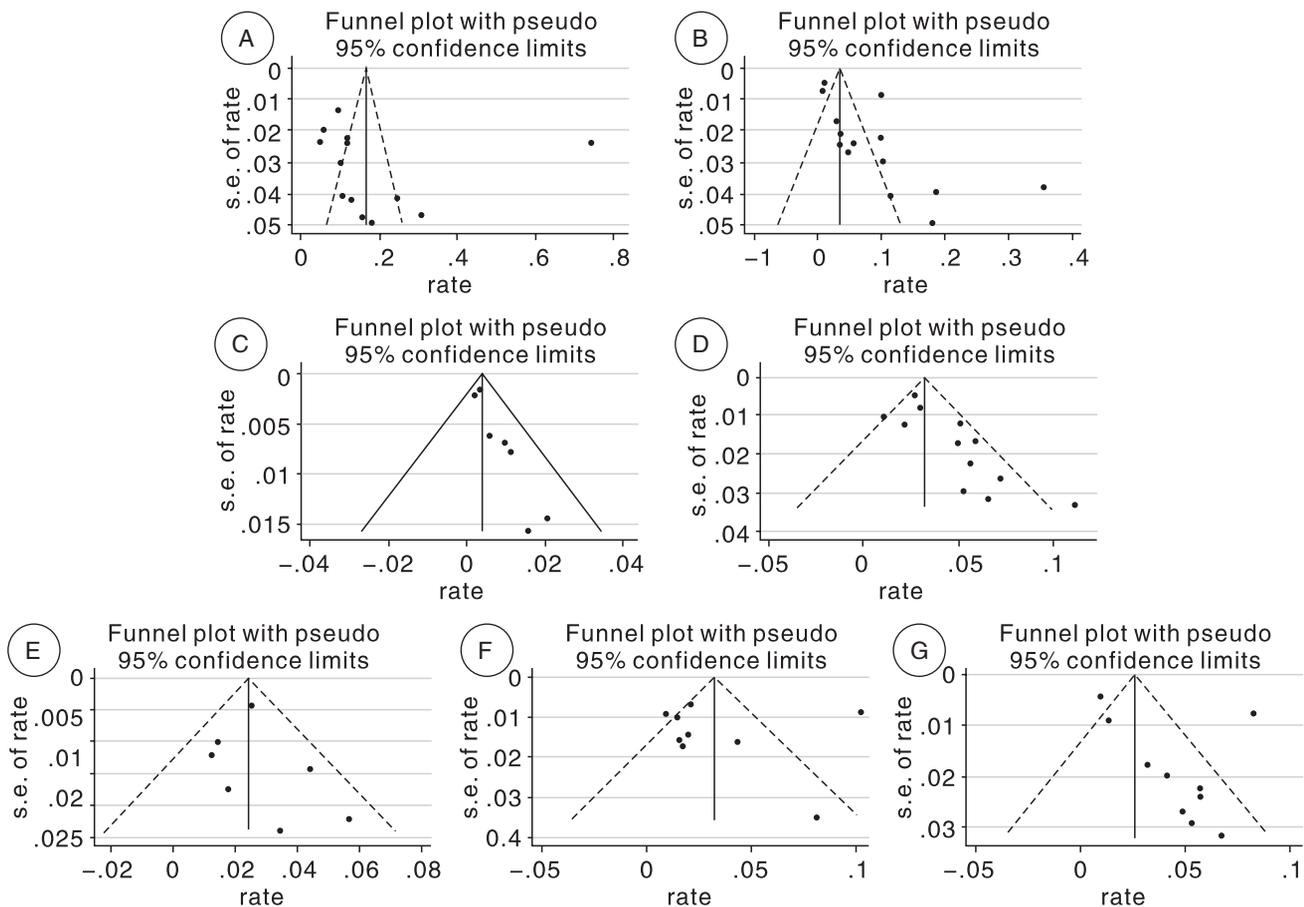


图9 发表偏倚漏斗图

Figure 9 Publication bias funnel plot

注: A. 总并发症发生率漏斗图; B. 肺漏气发生率漏斗图; C. 乳糜胸发生率漏斗图; D. 肺部感染发生率漏斗图; E. 肺不张发生率漏斗图; F. 心律失常发生率漏斗图; G. 其他并发症发生率漏斗图

症发生率为 18%，而 VATS 术后总并发症发生率为 9.3%~12.5%^[34-36]，机器人辅助肺癌手术总并发症发生率高于胸腔镜手术的原因可能是因为纳入分析的 13 篇文献中有 3 篇的研究人群年龄均 ≥ 65 岁，导致并发症发生率偏高。相较于传统开放手术 26%~35% 的并发症发生率^[34-36]，机器人辅助手术仍显示出更低风险特征，该结论与 Aiolfi A 等人^[37] 的 Meta 分析结果一致。亚组分析结果显示， <65 岁组的异质性明显降低， ≥ 65 岁组的异质性仍较高，该组研究人群中涉及病理分期 IV 期的患者可能是异质性高的主要来源； ≥ 65 岁组患者的术后总并发症发生率（25%）明显高于 <65 岁组的发生率（10%），表明高龄肺癌患者行机器人辅助手术后并发症的发生率会增高，这与 Gallina F T 等人^[38] 的研究结果相似。存在基础疾病、身体素质差和病理分期更高可能是导致老年患者术后并发症发生率更高的重要影响因素。因此，针对老年患者术后管理需强化多维度干预，如优先调控基础疾病，实施营养风险系统评估，

同时建立动态监测机制，及早发现早期并发症征象，实现并发症的早期预警与干预，从而阻断病情进展并有效降低术后病死率。

本研究中，通过对机器人辅助肺癌手术后的并发症进行系统分析，结果显示肺漏气、肺部感染、肺不张、心律失常是常见的术后并发症，这与罗清泉等人^[39] 研究中的肺部并发症疾病类型基本一致。本 Meta 分析显示肺漏气发生率达 9%，居术后并发症首位，这与 Gallina F T、曹羽钦等人^[38, 40] 的研究结论一致，但其异质性显著升高，原因可能在于原始文献对肺漏气的定义阈值差异：有研究将肺漏气 >3 d 纳入并发症，而有研究将其设定为 >5 d，故导致异质性较高。此外，吸烟会引发阻塞性肺疾病的发生，极易诱发术后持续性肺漏气^[41]；低体质指数（即瘦高体型）的患者由于胸腔负压较高，可能会增加肺泡破裂的风险从而诱发术后肺漏气^[42]；术前营养水平也会影响术后肺漏气的发生等^[42]。另外，有研究表明肺漏气会延长住院时间^[43] 且是住院时间过长

的主要原因^[44]，从而增加住院费用，且可能导致心肺并发症发生率增高，影响患者预后。因此，护理人员应于术前评估患者风险并实施戒烟指导、营养干预及呼吸道预康复，确保在最佳干预窗口期完成肺漏气防控措施。

本研究中肺部感染的发生率为 4%，而开放手术肺部感染发生率达 20.74%~21.33%^[45-46]，胸腔镜肺癌手术肺部感染发生率达 8%~10.3%^[46-47]，机器人辅助手术肺部感染发生率低于胸腔镜手术和开放手术的原因可能在于切口小，疼痛轻，患者术后更易配合排痰和早期活动，从而降低坠积性肺炎发生率。本研究中，心律失常和其他并发症亚组分析结果显示 2018 年之后机器人辅助肺癌术后的心律失常和其他并发症发生率较 2018 年之后低，可能与机器人手术系统的应用增加、操作熟练度提升及术中应急处理能力增强有关。故加强机器人辅助手术专业团队的专科训练且不断总结术中经验对减少并发症的发生有重要意义。

本研究的局限性：①受外科手术知情同意条件限制，难以实施随机双盲设计，导致纳入研究存在固有偏倚；②纳入的研究手术年份跨度较大，研究对象基线资料亦存在一定差异；③本研究仅对总并发症及肺漏气、乳糜胸、肺部感染、肺不张、心律失常等可提取数据的并发症发生率进行 Meta 分析，其他并发症发生率因数据无法提取未能纳入；④本研究受混杂因素限制（如不同中心、术者、术式及并发症界定差异），需大样本前瞻性随机对照试验进一步验证机器人辅助手术的优势。

综上所述，机器人辅助肺癌手术可有效降低术后总并发症（如肺漏气、肺部感染等）发生率，具有临床推广价值。但该技术对医护团队操作能力要求较高，现有培训体系偏重医生而忽略了护理人员的资质提升，建议增设机器人护理资质培训点以强化团队协作能力。同时，应加强围手术期管理，通过术前风险评估、术后并发症预警及医护协同管理降低风险，改善患者预后。

利益冲突声明： 本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明： 吕俊负责设计论文框架，起草论文；吕俊、蒋红梅负责文献筛查；吕俊、杨舒涵、鲍凯瑜负责文献质量评价；郑丽红、蒋瑞琦负责数据汇总，绘制图表；吕俊、卢秀英负责论文修改；卢秀英指导撰写论文并最后定稿。

参考文献

- [1] Siegel R L, Miller K D, Wagle N S, et al. Cancer statistics, 2023[J]. *CA Cancer J Clin*, 2023, 73(1): 17-48.

- [2] Sung H, Ferlay J, Siegel R L, 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.
- [3] Yang C J, Kumar A, Deng J Z, et al. A National analysis of short-term outcomes and long-term survival following thoracoscopic versus open lobectomy for clinical stage II non-small-cell lung cancer[J]. *Ann Surg*, 2021, 273(3): 595-605.
- [4] Louie B E, Wilson J L, Kim S, et al. Comparison of video-assisted thoracoscopic surgery and robotic approaches for clinical stage I and stage II non-small cell lung cancer using the society of thoracic surgeons database[J]. *Ann Thorac Surg*, 2016, 102(3): 917-924.
- [5] WU H, JIN R S, YANG S, et al. Long-term and short-term outcomes of robot- versus video-assisted anatomic lung resection in lung cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2021, 59(4): 732-740.
- [6] ZHANG W X, WEI Y P, JIANG H, et al. Thoracotomy is better than thoracoscopic lobectomy in the lymph node dissection of lung cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *World J Surg Oncol*, 2016, 14(1): 290.
- [7] 唐鲁, 李翠, 李晓芳, 等. 达·芬奇机器人手术系统及其研究进展[J]. *护理研究*, 2015, 29(16): 1932-1935.
- [8] Morgan J A, Ginsburg M E, Sonett J R, et al. Advanced thoracoscopic procedures are facilitated by computer-aided robotic technology[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2003, 23(6): 883-887.
- [9] MAO J J, TANG Z L, MI Y, et al. Robotic and video-assisted lobectomy/segmentectomy for non-small cell lung cancer have similar perioperative outcomes: a systematic review and meta-analysis[J]. *Translational Cancer Research*, 2021, 10(9): 3883-3893.
- [10] MA J L, LI X Y, ZHAO S F, et al. Robot-assisted thoracic surgery versus video-assisted thoracic surgery for lung lobectomy or segmentectomy in patients with non-small cell lung cancer: a meta-analysis[J]. *BMC CANCER*, 2021, 21(1): 498.
- [11] 刘梦媛, 茅昌敏, 王颖, 等. 达芬奇机器人左肺上叶切除术治疗肺癌的疗效及术后慢性咳嗽影响因素分析[J]. *临床和实验医学杂志*, 2023, 22(14): 1507-1511.
- [12] HUANG S B, HUANG X L, HUANG Z L, et al. Comparison of robot-assisted thoracic surgery versus video-assisted thoracic surgery in the treatment of lung cancer: a systematic review and meta-analysis of prospective studies[J]. *Front Oncol*, 2023. DOI: 10.3389/fonc.2023.1271709.
- [13] 曾伟强, 苟云久, 白向豆. 达芬奇机器人与电视辅助胸腔镜手术治疗非小细胞肺癌的系统评价与 Meta 分析[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2023, 30(3): 447-457.
- [14] 唐慕虎, 励新健, 汪路明, 等. 不同手术方式下应用 RATS 和 VATS 治疗非小细胞肺癌的研究进展[J]. *机器人外科学杂志(中英文)*, 2022, 3(1): 27-32.
- [15] 曾宪涛, 刘慧, 陈曦, 等. Meta 分析系列之四: 观察性研究的质量评价工具[J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2012, 4(4): 297-299.
- [16] 张潇文, 方韶韩, 冯义辉, 等. 三孔达芬奇机器人辅助肺癌根治术的临床疗效分析[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2023, 30(5): 678-682.
- [17] 李晓萍, 蒋秋玲, 戚新新, 等. 机器人辅助肺段切除术后发生肺部并发症的相关危险因素分析[J]. *实用癌症杂志*, 2023, 38(4): 608-611.
- [18] Ureña A, Moreno C, Macia I, et al. A comparison of total thoracoscopic and robotic surgery for lung cancer lymphadenectomy[J]. *Cancers*, 2023, 15(13): 3442.
- [19] 姚灵琦, 常啸岩, 沈志平, 等. 全孔机器人与胸腔镜在 I A 期非小细胞肺癌肺叶切除术中疗效比较的回顾性队列研究[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2023, 30(10): 1390-1395.
- [20] HONG Z Q, REN M Y, SHENG Y N, et al. Comparison of clinical efficacy of da Vinci robot-assisted lung cancer surgery with two-, three- and four-hole approaches[J]. *Updates Surg*, 2024, 76(2): 623-630.
- [21] Haruki T, Kubouchi Y, Kidokoro Y, et al. A comparative study of robot-assisted thoracoscopic surgery and conventional approaches for short-term outcomes of anatomical segmentectomy[J]. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 2024, 72(5): 338-345.
- [22] 吴禹池, 许世广, 徐惟, 等. 达芬奇机器人辅助肺叶和肺段切除术治疗 I A 期非小细胞肺癌疗效的回顾性队列研究[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2023, 30(1): 58-64.

- [23] 许喜乐, 徐敏. 达芬奇机器人辅助肺段切除术治疗 I A 期 NSCLC 的临床疗效分析 [J]. 中华肺部疾病杂志 (电子版), 2023, 16(5): 658-660.
- [24] PAN H B, GU Z N, TIAN Y, et al. Propensity score-matched comparison of robotic- and video-assisted thoracoscopic surgery, and open lobectomy for non-small cell lung cancer patients aged 75 years or older[J]. *Frontiers In Oncology*, 2022. DOI: 10.3389/fonc.2022.1009298.
- [25] Miyajima M, Maki R, Arai W, et al. Robot-assisted vs. video-assisted thoracoscopic surgery in lung cancer[J]. *Journal of Thoracic Disease*, 2022, 14(6): 1890-1899.
- [26] 张真发, 岳东升, 王勳, 等. 达芬奇机器人系统与胸腔镜在肺癌根治术中的近期疗效比较及经验探讨 [J]. 中国肿瘤临床, 2021, 48(10): 511-515.
- [27] Zirafa C C, Romano G, Siculo E, et al. Robotic versus open surgery in locally advanced non-small cell lung cancer: evaluation of surgical and oncological outcomes[J]. *Curr Oncol*, 2023, 30(10): 9104-9115.
- [28] 郭洪波, 喻本桐. 机器人与胸腔镜肺叶切除术在治疗早期非小细胞肺癌的安全性及疗效对比 [J]. 实用医学杂志, 2019, 35(4): 541-545.
- [29] CHEN D L, KANG P M, TAO S L, et al. Comparative short-term outcomes of robotic-assisted surgery for older patients with non-small cell lung cancer: a propensity matched study[J]. *Updates Surg*, 2022, 74(3): 1087-1096.
- [30] 孙晓, 王浩, 高鹏, 等. 基于倾向评分匹配的两种机器人肺癌手术方法效果比较 [J]. 中华胸心血管外科杂志, 2020, 36(9): 543-548.
- [31] Lacroix V, Mosala N Z, Kahn D, et al. Pain, quality of life, and clinical outcomes after robotic lobectomy[J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2017, 65(5): 344-350.
- [32] Louie B E, Wilson J L, Kim S, et al. Comparison of video-assisted thoracoscopic surgery and robotic approaches for clinical stage I and stage II non-small cell lung cancer using the society of thoracic surgeons database[J]. *Annals of Thoracic Surgery*, 2016, 102(3): 917-924.
- [33] Veluswamy R R, Whittaker B S, Mhango G, et al. Comparative effectiveness of robotic-assisted surgery for resectable lung cancer in older patients[J]. *Chest*, 2020, 157(5): 1313-1321.
- [34] 安小康, 丁轩州, 刘亚龙, 等. III B 期非小细胞肺癌微创手术与开放手术的临床比较 [J]. 河南大学学报 (医学版), 2022, 41(2): 123-126.
- [35] 周叶枫, 胡青, 林永德, 等. 胸腔镜下解剖性肺切除治疗 I 期肺癌临床效果 [J]. 中外医疗, 2021, 40(12): 49-51.
- [36] 周锐. 胸腔镜与传统开放手术治疗非小细胞肺癌临床效果比较 [J]. 临床医药文献电子杂志, 2019, 6(96): 67-68.
- [37] Aiolfi A, Nosotti M, Micheletto G, et al. Pulmonary lobectomy for cancer: systematic review and network meta-analysis comparing open, video-assisted thoracic surgery, and robotic approach[J]. *Surgery*, 2021, 169(2): 436-446.
- [38] Gallina F T, Tajè R, Forcella D, et al. Perioperative outcomes of robotic lobectomy for early-stage non-small cell lung cancer in elderly patients[J]. *Front Oncol*, 2022. DOI: 10.3389/fonc.2022.1055418.
- [39] 罗清泉, 王述民, 李鹤成, 等. 机器人辅助肺癌手术中国临床专家共识 [J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2020, 27(10): 1119-1126.
- [40] 曹羽钦, 张亚杰, 李鹤成. 机器人辅助肺段切除术后肺部并发症的危险因素分析 [J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2020, 27(11): 1281-1286.
- [41] ZHENG Q, GE L L, ZHOU J, et al. Risk factors for prolonged air leak after pulmonary surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. *Asian Journal of Surgery*, 2022, 45(11): 2159-2167.
- [42] 芮兰芳. 胸腔镜肺癌术后并发持续性肺漏气的相关因素及护理干预体会 [J]. 生命科学仪器, 2023, 21(S2): 79.
- [43] 马琴莺, 姚梅琪, 张洁苹, 等. 胸腔镜肺癌术后并发持续性肺漏气的相关因素及护理进展 [J]. 护理与康复, 2022, 21(8): 96-98.
- [44] HUANG J, LI J T, LI H Y, et al. Continuous 389 cases of Da Vinci robot-assisted thoracoscopic lobectomy in treatment of non-small cell lung cancer: experience in Shanghai Chest Hospital[J]. *J Thorac Dis*, 2018, 10(6): 3776-3782.
- [45] 方忠民, 蓝斌, 杨彦龙, 等. 非小细胞肺癌微创手术与开放手术的疗效比较 [J]. 实用医学杂志, 2015, 31(1): 89-91.
- [46] 王俊钢, 张洁, 杨丽, 等. 完全胸腔镜引导下的肺癌微创手术与传统开放手术后感染发生情况比较 [J]. 中华医院感染学杂志, 2018, 28(21): 3265-3269.
- [47] 贾卓奇, 王绩钊, 王哲, 等. 机器人与胸腔镜肺段切除术治疗早期非小细胞肺癌疗效的对比研究 [J]. 现代肿瘤医学, 2024, 32(9): 1648-1652.

收稿日期: 2024-06-14
编辑: 刘静凯

(上接 838 页)

- [14] Rosellini M, Santoni M, Mollica V, et al. Treating prostate cancer by antibody-drug conjugates[J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(4): 1551.
- [15] 谢钧韬, 徐哲, 李作青, 等. 达芬奇机器人辅助腹腔镜手术治疗儿童复发性肾盂输尿管连接处狭窄 [J]. 中华小儿外科杂志, 2023, 44(2): 143-148.
- [16] 徐梦青, 马婷婷, 王蓉, 等. 达芬奇机器人辅助腹腔镜下输尿管膀胱再植术对输尿管-回肠吻合口狭窄的临床效果分析 [J]. 东南国防医药, 2021, 23(2): 126-130.
- [17] 李炎生, 顾朝辉, 张二伟, 等. 达芬奇机器人辅助腹腔镜与传统腹腔镜根治性前列腺切除术的临床应用对比研究 [J]. 中华实验外科杂志, 2021, 38(6): 1147-1150.
- [18] Achard V, Putora P M, Omlin A, et al. Metastatic prostate cancer: treatment options[J]. *Oncology*, 2022, 100(1): 48-59.
- [19] 吴悦棋, 丁雪飞, 栾阳, 等. 机器人辅助前列腺癌根治术后即刻刻社会性尿控恢复预测模型的构建和验证 [J]. 实用临床医药杂志, 2024, 28(10): 1-4, 12.
- [20] 武红会, 朱娟, 王晓秋, 等. 经皮穴位电刺激在机器人辅助下腹腔镜前列腺癌根治术中的应用效果观察 [J]. 山东医药, 2024, 64(17): 87-90.
- [21] 黄天, 魏勇, 陈星梅, 等. 经腹膜外入路单孔手术机器人辅助前列腺癌根治术护理配合的初步经验 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2024, 5(1): 25-30.
- [22] 孙艳芳, 黄敏, 宋晓雨, 等. 超声引导下星状神经节阻滞对机器人辅助腹腔镜下前列腺癌根治术患者术中应激反应水平及术后认知功能恢复情况的影响 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2024, 5(3): 347-354.
- [23] 尹健, 穆一妹, 张菲, 等. 机器人辅助根治性前列腺切除术治疗大体局限前列腺癌的效果分析 (附手术视频) [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2024, 5(4): 521-525.
- [24] 唐夏宇, 袁仁斌, 席翔, 等. 免缝合背深静脉复合体与传统缝合在达芬奇机器人辅助腹腔镜下前列腺癌根治术中的应用及对预后的影响 [J]. 中国临床医生杂志, 2024, 52(9): 1066-1068.
- [25] 刘舒, 高龙. 机器人辅助微创手术对前列腺癌患者吻合口尿漏、第三间隙效应、细胞黏附分子的影响 [J]. 中国性科学, 2024, 33(6): 30-34.
- [26] 李瑶瑶, 姚盛云, 吴月. 围手术期优质护理在达芬奇机器人辅助前列腺癌根治术中的应用 [J]. 中西医结合护理 (中英文), 2024, 10(7): 5-8.
- [27] 郭丙毅, 魏海彬, 钱麟, 等. 达芬奇辅助腹腔镜下输尿管部分切除及膀胱翻瓣成形术治疗低危输尿管下段肿瘤的疗效 [J]. 现代泌尿外科杂志, 2022, 27(3): 226-229.
- [28] 高佳宁, 刘静雅, 丁德鑫. 达芬奇机器人辅助腹腔镜与后腹腔镜保留肾单位手术治疗肥胖型早期肾癌患者的应用研究及预后分析 [J]. 哈尔滨医科大学学报, 2023, 57(2): 154-159.
- [29] 王东, 任尚青, 聂钰, 等. 改良 (免 port) 机器人单孔前列腺癌根治术解析 (“大家泌尿网”观看手术视频) [J]. 现代泌尿外科杂志, 2024, 29(3): 195-199.
- [30] 吴悦棋, 丁雪飞, 栾阳, 等. 膀胱前列腺肌重建的机器人辅助前列腺癌根治术患者拔管后尿控恢复及安全性评估: 一项前瞻性随机对照试验 [J]. 现代泌尿外科杂志, 2024, 29(7): 632-637, 653.

收稿日期: 2024-09-03
编辑: 崔明璠