

3D 打印技术辅助腹腔镜下肾部分切除术疗效的 Meta 分析*

范宁¹ 张丽秀² 冯彬³ 丁辉¹ 陶燕¹ 岳中瑾¹ 王志平¹

[摘要] **目的:**比较 3D 打印技术辅助腹腔镜下肾部分切除术与传统腹腔镜肾部分切除术治疗肾肿瘤的疗效。**方法:**检索各大数据库相关文献,由 2 名独立文献分析员进行质量评价及数据提取,利用 Revman 5.3 软件进行分析。**结果:**共纳入文献 9 篇,共计病例 511 例。与传统腹腔镜肾部分切除术相比,3D 打印技术辅助腹腔镜下肾部分切除术手术时间[MD = -10.73, 95%CI(-16.76, -4.70), P = 0.000 5]及血流阻断时间[MD = -4.03, 95%CI(-5.38, -2.69), P < 0.000 01]更短,术中出血量更少[MD = -15.64, 95%CI(-26.05, -5.23), P = 0.003],并发症更少[OR = 0.37, 95%CI(0.21, 0.67), P = 0.001],切缘宽度更小[MD = -0.12, 95%CI(-0.20, -0.04), P = 0.004],住院时间更短[MD = -0.15, 95%CI(-0.30, -0.01), P = 0.04],在术后 1 个月肌酐[MD = 0.14, 95%CI(-0.63, 0.92), P = 0.72]、切缘阳性率[RD = -0.01, 95%CI(-0.04, 0.03), P = 0.67]和胃肠功能恢复时间[MD = -0.10, 95%CI(-0.24, 0.04), P = 0.14]方面两者效果相当。**结论:**与传统腹腔镜肾部分切除术相比,3D 打印技术辅助腹腔镜下肾部分切除术能够缩短手术时间、减少血流阻断时间及术中出血量、降低并发症的发生、缩小切缘宽度、减少术后住院时间,在术后 1 个月血肌酐、切缘阳性和胃肠功能恢复时间上效果相当。但由于本研究纳入文献较少且质量不高,各研究之间异质性较大,需要更多高质量的随机对照研究以进一步证实该结论。

[关键词] 3D 打印;腹腔镜;保留肾单位;肾部分切除术;肾肿瘤;Meta 分析

DOI:10.13201/j.issn.1001-1420.2021.07.011

[中图分类号] R737.11 **[文献标志码]** A

Meta-analysis of the efficacy of laparoscopic partial nephrectomy assisted by 3D printing technology

FAN Ning¹ ZHANG Lixiu² FENG Bin³ DING Hui¹
TAO Yan¹ YUE Zhongjin¹ WANG Zhiping¹

(¹Department of Urology, Second Hospital of Lanzhou University, Key Laboratory for Urological Diseases of Gansu Province, Clinical Center for Nephro-Urology of Gansu Province, Lanzhou, 730030, China; ²Department of Clinical Laboratory Center, Gansu Provincial Maternity and Child-Care Hospital; ³Department of Urology, Gansu Provincial People's Hospital)

Corresponding author: WANG Zhiping, E-mail: wangzplzu@163.com

Abstract Objective: To compare the efficacy between laparoscopic partial nephrectomy assisted by 3D printing technique and conventional laparoscopic partial nephrectomy in the treatment of renal tumors. **Methods:** The related literature of major databases was ready for retrieval by two independent literature analysts, then quality evaluation and data extraction were conducted. Revman 5.3 software was used to analyze the data. **Results:** A total of 9 articles were included, with a total of 511 cases. Compared with traditional laparoscopic partial nephrectomy, 3D printing technology assisted laparoscopic partial nephrectomy has shorter operation time[MD = -10.73, 95%CI(-16.76, -4.70), P = 0.000 5]and blood flow blocking time[MD = -4.03, 95%CI(-5.38, -2.69), P < 0.000 01], less intraoperative blood loss[MD = -15.64, 95%CI(-26.05, -5.23), P = 0.003], fewer complications[OR = 0.37, 95%CI(0.21, 0.67), P = 0.001], smaller resection margin width[MD = -0.12, 95%CI(-0.20, -0.04), P = 0.004], shorter hospital stay[MD = -0.15, 95%CI(-0.30, -0.01), P = 0.04], and equivalent results in terms of postoperative creatinine[MD = 0.14, 95%CI(-0.63, 0.92), P = 0.72], positive rate of resection margin[RD = -0.01, 95%CI(-0.04, 0.03), P = 0.67], and recovery time of gastrointestinal function[MD = -0.10, 95%CI(-0.24, 0.04), P = 0.14]. **Conclusion:** Compared with traditional laparoscopic partial nephrectomy, laparoscopic partial nephrectomy assisted by 3D printing technology can shorten operation time, reduce blood flow blocking time and intraoperative bleeding, reduce the incidence of complications, reduce

*基金项目:兰州大学第二医院萃英科技创新计划(No:2020QN-17)

¹兰州大学第二医院泌尿外科 甘肃省泌尿系统疾病研究重点实验室 甘肃省泌尿系统疾病临床医学中心(兰州,730030)

²甘肃省妇幼保健院临床检验中心

³甘肃省人民医院泌尿外科

通信作者:王志平, E-mail: wangzplzu@163.com

the width of resection margin, reduce postoperative hospital stay, and has equivalent effect in terms of postoperative creatinine, positive resection margin and recovery time of gastrointestinal function. However, due to the small number and low quality of included literature in this study and the heterogeneity among studies, more high-quality randomized controlled studies are needed to further confirm this conclusion.

Key words 3D printing; laparoscopy; nephron sparing; partial nephrectomy; renal tumor; meta-analysis

肾癌是泌尿外科常见的恶性肿瘤之一,手术是其最有效的治疗手段。对于 T_{1a} 期的肿瘤,腹腔镜下肾部分切除术是目前通行的手术方案,部分 T_{1b} 期甚至 T_2 期的患者在谨慎评估其适应证后亦可以采用保留肾单位的手术方式。此外,部分良性肾肿瘤如肾血管平滑肌脂肪瘤也可以采用肾部分切除术的方法来进行治疗。相比于肾脏全部切除手术,保留肾单位的手术方式可在达到同等程度的肿瘤控制的基础上,使患者保留更多的肾功能及得到更多的生存获益^[1-2]。随着微创技术的发展,腹腔镜肾部分切除术得到了非常广泛的应用,但由于术者缺少手部的触觉感知,大大增加了手术的难度,尤其在一些肾脏解剖异常、肿瘤位置特殊的患者,更是无法在术前进行准确的评估,因此迫切需要一种新的技术能够在术前提供指导以有效地提高手术的成功率^[3-4]。3D打印技术是自1980年代发展起来的一种基于三维数字模型快速成型技术,其使用粉末状可黏合材料通过折叠式制造工序实现逐层打印,可将图像数据精准的转化为实物模型,并且可以用不同的颜色将血管、重要解剖位置及病变位置区分出来,结合患者术前的影像学检查,可以精准还原病变的全貌及周围血管分布,为手术医师提供了直观、准确的信息^[5-7]。目前,3D打印正以其独到的优势在临床上包括泌尿外科逐步得到应用^[8-9]。为探讨目前应用3D打印技术在腹腔镜下肾部分切除术中应用的疗效情况,本文特检索近年来的相关文献做一 Meta 分析,以期为临床决策提供一定的依据。

1 资料与方法

1.1 文献检索

检索 Pubmed 数据库、Embase 数据库、Cochrane Library 数据库、Web of Science 数据库、中国知网数据库、万方期刊数据库、中文科技期刊全文数据库、中国生物医学文献数据库,检索时间范围:自各数据库建立时间至2020年6月15日,中文检索关键词:3D打印、三维打印、肾肿瘤、肾癌、肾肿瘤切除术、肾部分切除术、保留肾单位手术;英文检索关键词:3-D printing, the three-dimensional printing, renal tumor, renal cancer, partial nephrectomy, renal tumor resection, nephron sparing surgery。将以上述关键词单独或组合后进行检索,同时检索已获取文献的参考文献并手动检索学术会议论文等相关文献。

1.2 纳入及排除标准

纳入标准:3D打印技术在肾部分切除术中的应用研究相关文献,包括随机对照研究、病例对照研究、病例报道与分析,语种限定为中文和英文。排除标准:重复发表、个案报道、未能取得全文、无法获得原始数据的文献。

1.3 文献筛选与资料提取

阅读文献题目、摘要及全文,严格按入排标准选取适合的文章,提取的资料包括:①文章题目、摘要、发表时间、作者、发表杂志;②研究的样本量、基线水平、研究方法、结局指标(手术时间、血流阻断时间、术中出血量、手术并发症的发生率、术后1个月血肌酐水平、切缘宽度、切缘阳性率、胃肠功能恢复时间、住院时间)。由2名数据分析人员独立进行数据统计,信息不完整者通过与原作者联系获取全部信息,当意见不一致时应进行讨论或交由第3方决定。

1.4 质量评价

由2名评价员对研究的质量进行评价,随机对照研究使用 Jadad 量表进行评分,如评分在1~3分被认为是低质量研究,4~7分则被认为是高质量研究。病例对照研究采用 NOS(Newcastle-Ottawa Scale)评分系统来完成,研究 ≤ 5 分属于较低质量, ≥ 6 分则为高质量。

1.5 统计学方法

对纳入的研究进行数据提取,应用 RevMan 5.3 软件进行数据合并分析,计数资料采用 OR 值作为分析统计量,对于度量单位相同的计量资料,采用加权均数差值进行比较(WMD),对于度量单位不同的计量资料则采用标准化均数差值(SMD)。各效应量以95%可信区间(CI)来表示。Q检验分析各研究间是否存在异质性,如异质性较小($P \geq 0.1, I^2 \leq 50\%$),采用固定效应模型进行数据分析;如有较大异质性($P < 0.1, I^2 > 50\%$),则选用随机效应模型进行统计学分析,必要时采用敏感性分析来分析检验结果的稳定性。

2 结果

2.1 纳入文献基本情况

初步检索到相关文献共239篇,详细阅读全文并对照入选、排除标准进行筛选,最终纳入文献9篇,其中4篇随机对照研究,2篇病例对照研究,3篇回顾性研究。共计病例511例,其中使用3D打印技术辅助行腹腔镜下肾部分切除术患者242例,使用常规腹腔镜方法行肾部分切除术患者269例,

两组患者的基线资料比较差异均无统计学意义,纳入文献的流程及基本特征见图 1、表 1。

2.2 Meta 分析结果

2.2.1 手术时间 共有 9 篇文献统计了手术的持续时间,各研究之间异质性明显($P < 0.000 01, I^2 = 83\%$),采用随机效应模型进行分析,结果显示:使用 3D 打印技术辅助手术较传统手术方式可缩短手术时间 [$MD = -10.73, 95\% CI (-16.76, -4.70), P = 0.000 5$]。见图 2。

2.2.2 血流阻断时间 共有 9 篇文献统计了术中肾脏血流阻断的时间,各研究之间存在明显异质性($P = 0.000 2, I^2 = 73\%$),采用随机效应模型进行分析,结果显示:使用 3D 打印技术辅助手术较传统手术方式可明显地缩短血流阻断的时间 [$MD = -4.03, 95\% CI (-5.38, -2.69), P < 0.000 01$]。见图 3。

2.2.3 术中出血量 共有 9 篇文献统计了术中估计失血量,各研究之间有显著异质性($P < 0.000 01, I^2 = 83\%$),采用随机效应模型进行分析,结果显示:使用 3D 打印技术辅助手术较传统手术方式可减少术中出血量 [$MD = -15.64, 95\% CI (-26.05, -5.23), P = 0.003$]。见图 4。

2.2.4 并发症发生情况 共有 8 篇文献统计了手术并发症的发生情况,各研究之间无明显异质性

($P = 0.32, I^2 = 14\%$),采用固定效应模型进行分析,结果显示:使用 3D 打印技术辅助手术相比传统手术方式有较低的并发症发生率 [$OR = 0.37, 95\% CI (0.21, 0.67), P = 0.001$]。见图 5。

2.2.5 术后 1 个月血肌酐水平 共有 3 篇文献统计了患者术后 1 个月的血肌酐水平,研究之间无明显异质性($P = 0.16, I^2 = 45\%$),采用固定效应模型进行分析,结果显示:使用 3D 打印技术辅助手术较传统手术方式术后 1 个月的血肌酐水平差异无统计学意义 [$MD = 0.14, 95\% CI (-0.63, 0.92), P = 0.72$]。见图 6。

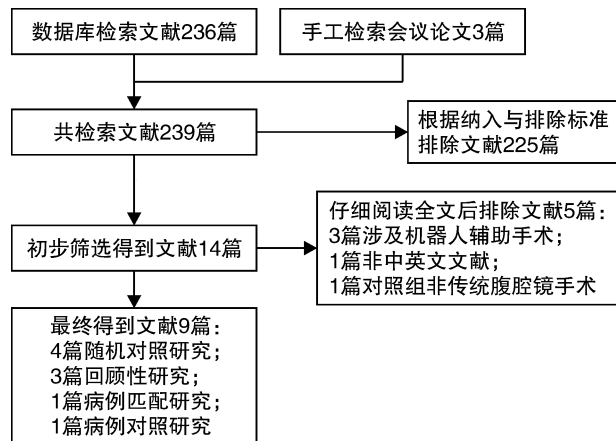


图 1 文献筛选流程图

表 1 纳入文献的基本特征

作者	年份	国家	研究类型	病例数量(3D/传统)	Jada 评分	NOS 评分
黄建荣 ^[10]	2016	中国	RCT	41/41	3	/
王锋 ^[11]	2016	中国	RCT	24/24	3	/
韩兴涛 ^[12]	2017	中国	RCT	33/33	3	/
孙春山 ^[13]	2019	中国	RCT	10/10	3	/
何惠斌 ^[14]	2017	中国	病例匹配	19/18	/	6
Fan ^[15]	2019	中国	回顾性	69/8	/	8
Kyung ^[16]	2019	韩国	病例对照	17/37	/	7
刘小兵 ^[17]	2019	中国	回顾性	12/14	/	7
杨启维 ^[18]	2019	中国	回顾性	17/34	/	7

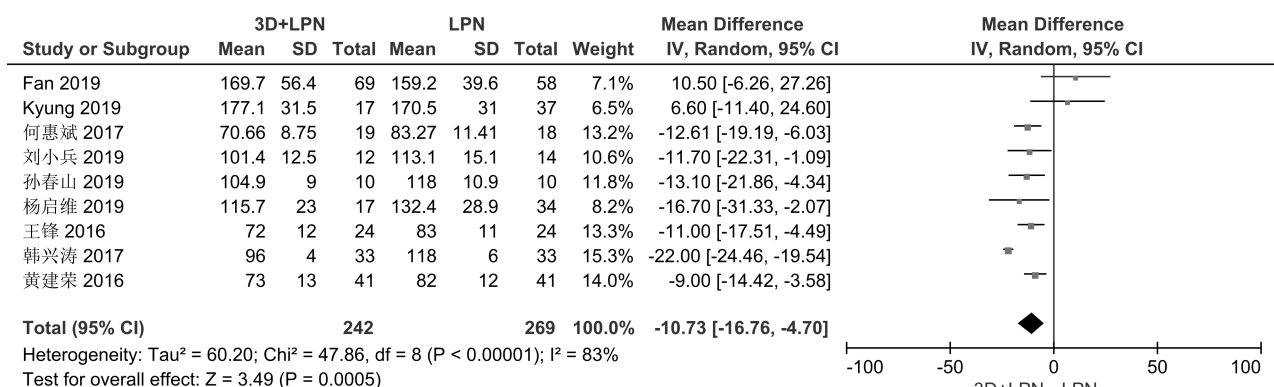


图 2 手术时间

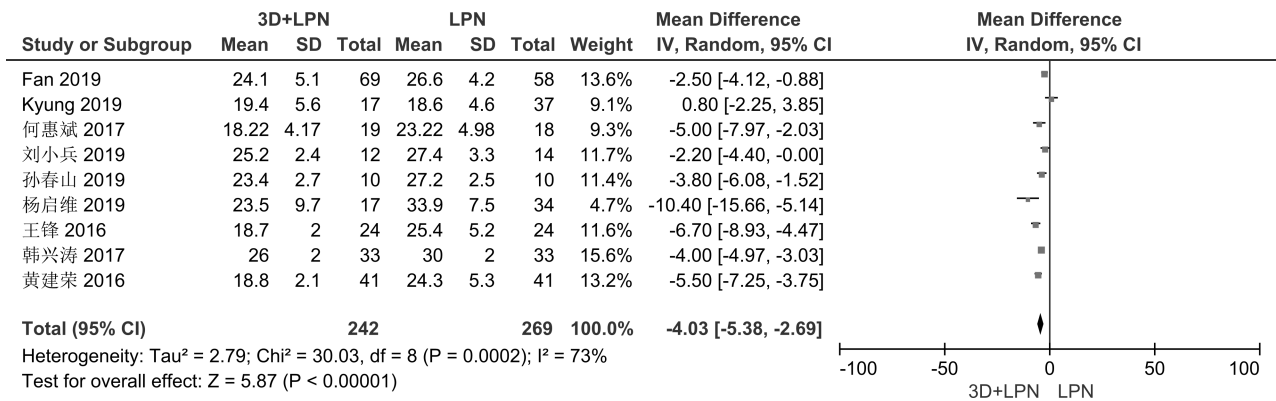


图 3 血流阻断时间

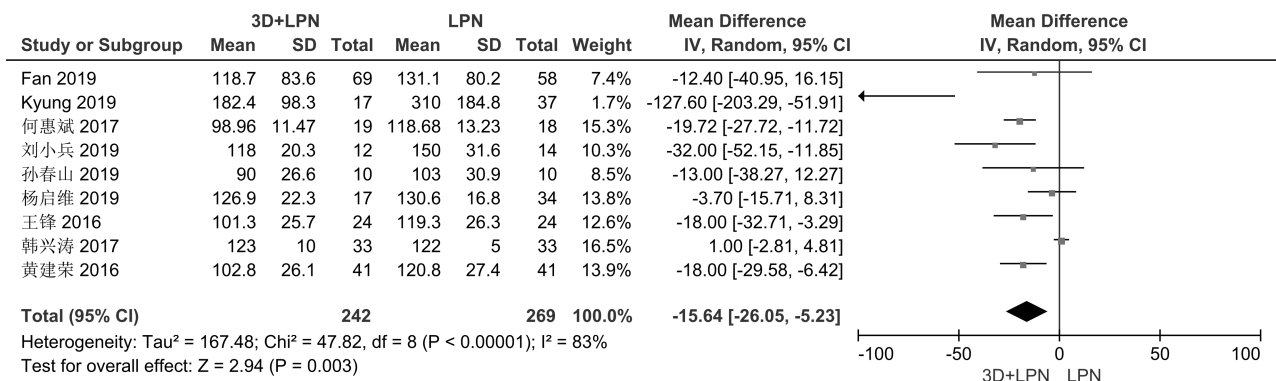


图 4 术中出血量

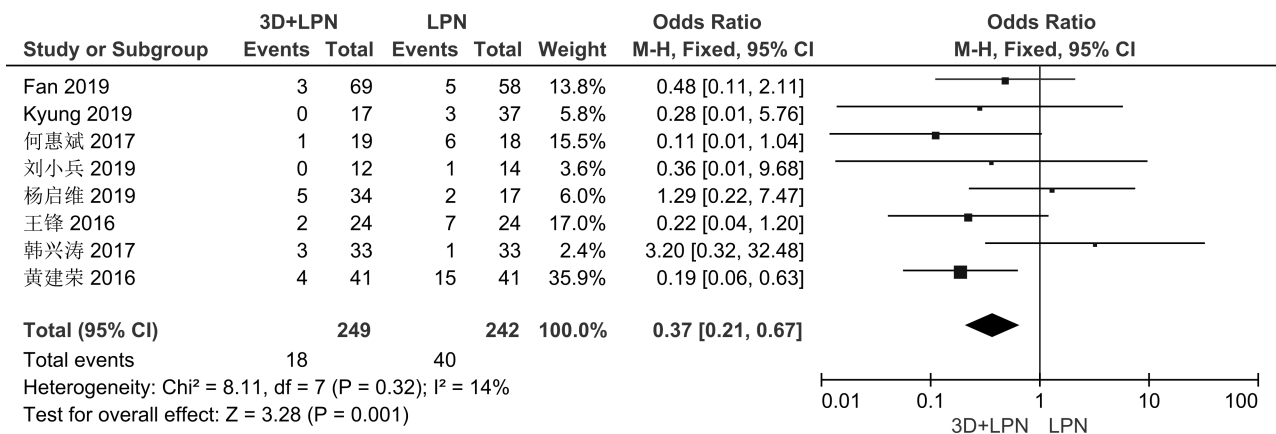


图 5 并发症发生情况

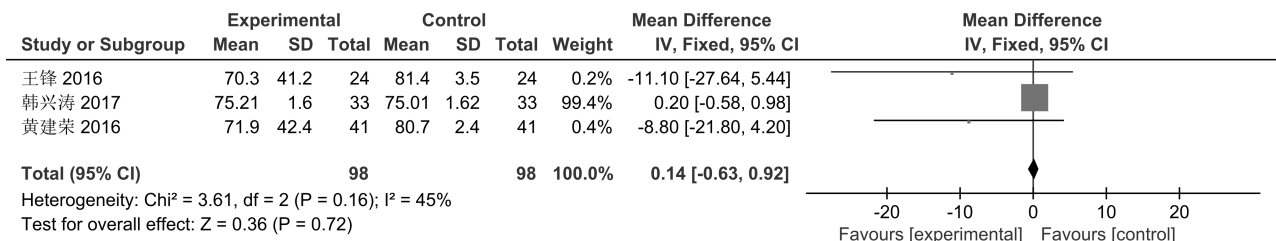


图 6 术后 1 个月血肌酐水平

2.2.6 切缘宽度 共有 4 篇文献统计了手术切除标本的切缘宽度,研究之间无明显异质性 (P = 0.88, I² = 0),采用固定效应模型进行分析,结果显

示:使用 3D 打印技术辅助手术较传统手术方式的切缘宽度小 [MD = -0.12, 95% CI (-0.20, -0.04), P = 0.004]。见图 7。

2.2.7 切缘阳性率 共有 4 篇文献统计了手术切除标本的切缘阳性情况,研究之间无明显异质性 ($P=0.86, I^2=0$),采用固定效应模型进行分析,结果显示:使用 3D 打印技术辅助手术与传统手术方式的切缘阳性率比较差异无统计学意义 [$RD = -0.01, 95\%CI(-0.04, 0.03), P=0.67$]。见图 8。

2.2.8 胃肠功能恢复时间 共有 3 篇文献统计了患者术后的胃肠功能恢复时间,研究之间无明显异质性 ($P=0.44, I^2=0$),采用固定效应模型进行分

析,结果显示:使用 3D 打印技术辅助手术较传统手术方式的胃肠功能恢复时间差异无统计学意义 [$MD = -0.10, 95\%CI(-0.24, 0.04), P = 0.14$]。见图 9。

2.2.9 住院时间 共有 5 篇文献统计了患者术后的住院时间,研究之间无明显异质性 ($P=0.88, I^2=0$),采用固定效应模型进行分析,结果显示:使用 3D 打印技术辅助手术较传统手术方式的术后住院时间短 [$MD = -0.15, 95\%CI(-0.30, -0.01), P=0.04$]。见图 10。

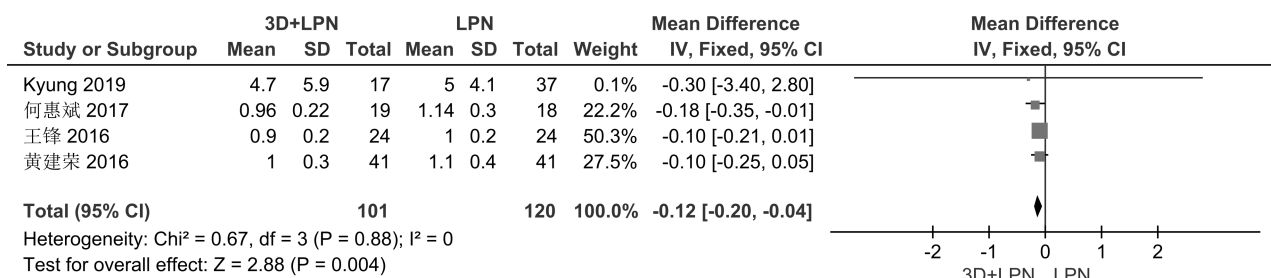


图 7 切缘宽度

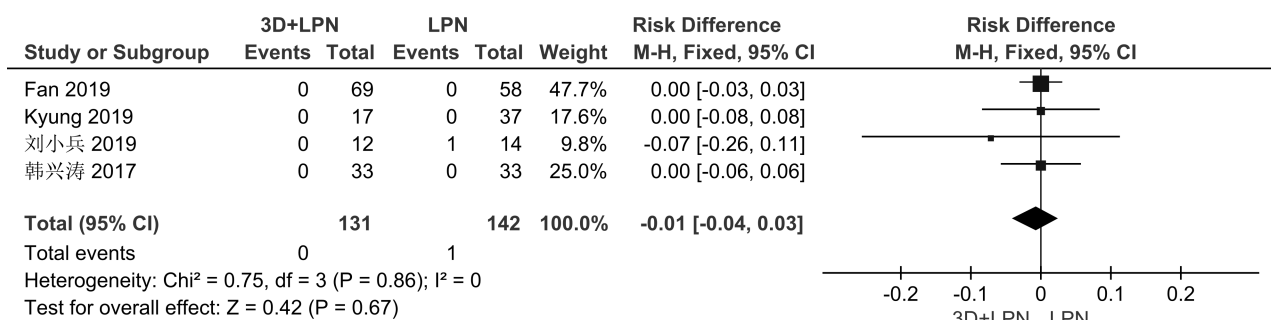


图 8 切缘阳性率

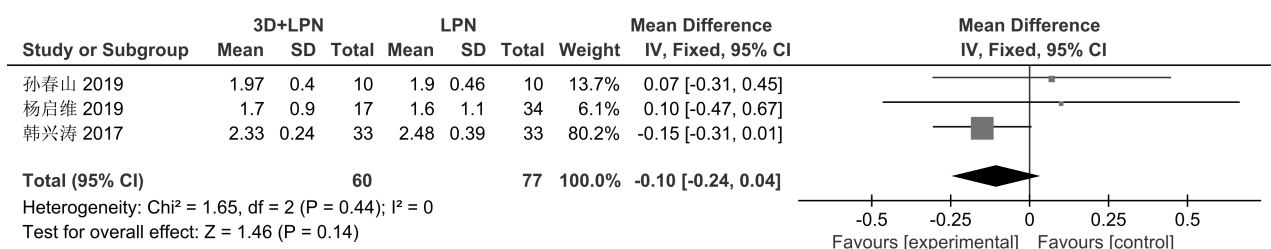


图 9 胃肠功能恢复时间

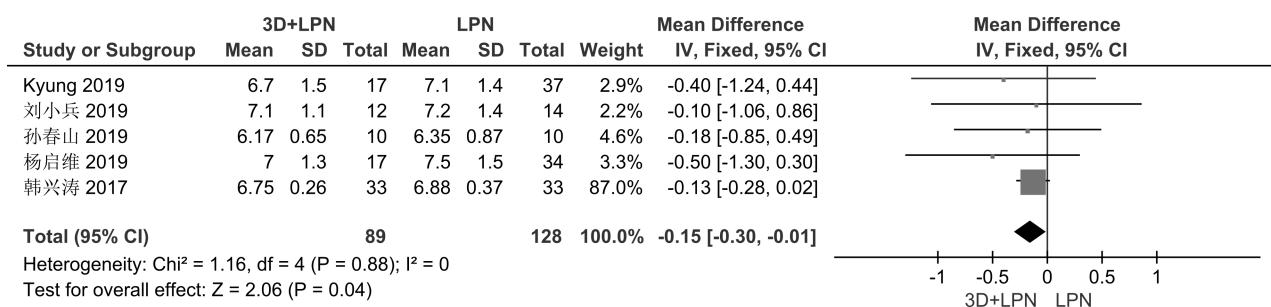


图 10 住院时间

2.3 敏感性分析

对本Meta分析中纳入的各项研究以及每个结局指标分别采用随机效应模型和固定效应模型进行验证、逐项剔除低质量文献、逐个排除权重较大或较小的研究后重新进行效应量合并分析,除术后住院时间指标在去除韩兴涛等^[12]的研究后有变化之外,结果均没有明显变化,提示本研究结果较为稳定。

3 讨论

保留肾单位的肾部分切除术是目前局限性肾癌的常规治疗手段,在肿瘤控制上可与根治性肾切除术达到同等效果,且降低了术后慢性肾功能不全的发生风险,显著提高了患者的生活质量和总体生存^[19-20]。随着微创技术的发展,目前肾部分切除术大多在腹腔镜下完成,与开放手术相比有着创伤小、恢复快、并发症少等优势,但由于缺乏三维立体感知及触觉反馈,使得腹腔镜下肾部分切除术的操作难度大大增加,给精准切除肿瘤和患者术后肾功能的恢复带来了不确定的风险^[21-22]。3D打印技术的出现及发展为泌尿外科医师提供了术前可视、可触的患肾模型,基于术前CT图像,将肾脏的血管及病变部位在体外准确地还原为三维实体模型,以帮助术者制定手术方案并指导术中的操作^[23]。Zhang等^[24]将3D打印的肾脏模型用于术前制定手术方案、术前宣教及初级医师教学等,收到了良好的效果。Powers等^[25]认为3D打印模型可以使得肿瘤与肾盂、血管及周围脏器的解剖关系更加明朗,更有利于术者对肿瘤切除范围的规划,对于血管阻断选择也更加明确,能够帮助医师避免损伤周围大血管以及采取更合理的手术入路。von Rundstedt等^[26]在机器人辅助腹腔镜下肾部分切除术中应用3D打印模型辅助制定手术计划,肯定了其术中指导效果并能够缩短泌尿外科医师的学习曲线。Lasser等^[27]和Ukimura等^[28]也利用3D打印技术重建患肾模型,成功保障了保留肾单位手术的精准实施。

本研究的局限性与不足在于:①纳入的研究有RCT、回顾性和病例对照研究,总体质量偏低且以国内文献为主,外文文献主要为英文,增加了文献选择偏倚的风险;②部分研究可能未使用正确的随机分配和隐藏方法,有造成选择性偏倚的可能;③在手术时间、血流阻断时间、术中出血量、并发症的发生率等主要指标的各研究之间合并分析时发现异质性较高,在手术时间、术中出血量、手术并发症的发生率3个指标的分析中去除韩兴涛等^[12]的研究后 I^2 可降至50%以下,推测可能与纳入的病例、手术医师水平差异、统计方法等有关。

综上所述,本研究结果表明,与传统腹腔镜下肾部分切除术相比,使用3D打印技术辅助进行腹

腔镜下肾部分切除术能够缩短手术时间、血流阻断时间及术后住院时间、减少术中出血量和并发症的发生、缩小切缘宽度。但本文纳入文献较少,质量不高,对于本结果在临床应用时应审慎对待,未来有待于更多长期的、大规模的随机对照研究来证实该结论。

参考文献

- [1] Motzer RJ, Jonasch E, Agarwal N, et al. Kidney Cancer, Version 2. 2017, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology[J]. J Natl Compr Canc Netw, 2017, 15(6):804-834.
- [2] Kim SP, Murad MH, Thompson RH, et al. Comparative Effectiveness for Survival and Renal Function of Partial and Radical Nephrectomy for Localized Renal Tumors: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. J Urol, 2012.
- [3] Rinott Mizrahi G, Freifeld Y, Klein I, et al. Comparison of Partial and Radical Laparoscopic Nephrectomy: Perioperative and Oncologic Outcomes for Clinical T2 Renal Cell Carcinoma[J]. J Endourol, 2018, 32(10):950-954.
- [4] Nishi M, Kanaji S, Otake Y, et al. Quantitative comparison of operative skill using 2-and 3-dimensional monitors during laparoscopic phantom tasks[J]. Surgery, 2017, 161(5):1334-1340.
- [5] Arai K, Iwanaga S, Toda H, et al. Three-dimensional inkjet biofabrication based on designed images[J]. Biofabrication, 2011, 3(3):034113.
- [6] Michalski MH, Ross JS. The shape of things to come: 3D printing in medicine[J]. JAMA, 2014, 312(21):2213-2214.
- [7] Soliman Y, Feibus AH, Baum N. 3D Printing and Its Urologic Applications[J]. Rev Urol, 2015, 17(1):20-24.
- [8] Cacciamani GE, Okhunov Z, Meneses AD, et al. Impact of Three-dimensional Printing in Urology: State of the Art and Future Perspectives. A Systematic Review by ESUT-YAUWP Group[J]. Eur Urol, 2019, 76(2):209-221.
- [9] 曹健, 朱帅, 叶明估, 等. 3D打印技术辅助腹腔镜下肾肿瘤冷冻消融术[J]. 中国微创外科杂志, 2018, 18(12):1118-1120.
- [10] 黄建荣, 邓小林, 宋乐明, 等. 3D打印技术在肾脏肿瘤中的应用[J]. 当代医学, 2016, 22(3):148-149.
- [11] 王锋, 赵森, 马静. 3D打印技术在肾肿瘤治疗的应用[J]. 中国继续医学教育, 2016, 8(10):108-109.
- [12] 韩兴涛, 杨凌博, 李小辉, 等. 3D打印技术在后腹腔镜下保留肾单位手术治疗肾肿瘤中应用研究[J]. 临床泌尿外科杂志, 2017, 32(11):866-869.
- [13] 孙春山, 束坤鹏, 王灵点, 等. 3D打印技术在后腹腔镜下肾部分切除术中的应用研究[J]. 现代泌尿生殖肿瘤杂志, 2019, 11(1):6-10.
- [14] 何惠斌, 丁宁, 于世超, 等. 肾肿瘤手术中3D打印技术

- 的应用价值[J]. 吉林医学, 2017, 38(09):1694-1695.
- [15] Fan G, Meng Y, Zhu S, et al. Three-dimensional printing for laparoscopic partial nephrectomy in patients with renal tumors[J]. J Int Med Res, 2019, 47(9): 4324-4332.
- [16] Kyung YS, Kim N, Jeong IG, et al. Application of 3-D Printed Kidney Model in Partial Nephrectomy for Predicting Surgical Outcomes; A Feasibility Study [J]. Clin Genitourin Cancer, 2019, 17(5): e878-e884.
- [17] 刘小兵, 吴天鹏, 祝存海, 等. 3D 打印技术在腹腔镜超选择性阻断保留肾单位手术中的应用[J]. 武汉大学学报(医学版), 2019, 40(6): 936-941.
- [18] 杨启维, 干思舜, 叶剑青, 等. 3D 打印结合 3D 腹腔镜在部分内生型肾癌保留肾单位手术中的临床应用研究[J]. 中华泌尿外科杂志, 2019, 40(5): 333-339.
- [19] Ljungberg B, Bensalah K, Canfield S, et al. EAU guidelines on renal cell carcinoma: 2014 update[J]. Eur Urol, 2015, 67(5): 913-924.
- [20] Van Poppel H, Da Pozzo L, Albrecht W, et al. A Prospective, Randomised EORTC Intergroup Phase 3 Study Comparing the Oncologic Outcome of Elective Nephron-Sparing Surgery and Radical Nephrectomy for Low-Stage Renal Cell Carcinoma[J]. Eur Urol, 2011, 59(4): 543-552.
- [21] Hung AJ, Cai J, Simmons MN, et al. "Trifecta" in partial nephrectomy[J]. J Urol, 2013, 189(1): 36-42.
- [22] Shao P, Tang L, Li P, et al. Precise segmental renal artery clamping under the guidance of dual-source computed tomography angiography during laparoscopic partial nephrectomy[J]. Eur Urol, 2012, 62(6): 1001-1008.
- [23] Silberstein JL, Maddox MM, Dorsey P, et al. Physical models of renal malignancies using standard cross-sectional imaging and 3-dimensional printers: a pilot study[J]. Urology, 2014, 84(2): 268-272.
- [24] Zhang Y, Ge HW, Li NC, et al. Evaluation of three Dimensional printing for laparoscopic partial nephrectomy of renal tumors: a preliminary report[J]. World J Urol, 2016, 34(4): 533-537.
- [25] Powers MK, Lee BR, Silberstein J. Three-dimensional printing of surgical anatomy[J]. Curr Opin Urol, 2016, 26(3): 283-288.
- [26] von Rundstedt FC, Scovell JM, Agrawal S, et al. Utility of patient-specific silicone renal models for planning and rehearsal of complex tumour resections prior to robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy [J]. BJU Int, 2017, 119(4): 598-604.
- [27] Lasser MS, Doscher M, Keehn A, et al. Virtual surgical planning: a novel aid to robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy[J]. J Endourol, 2012, 26(10): 1372-1379.
- [28] Ukimura O, Nakamoto M, Gill IS. Three-dimensional reconstruction of renovascular-tumor anatomy to facilitate zero-ischemia partial nephrectomy [J]. Eur Urol, 2012, 61(1): 211-217.

(收稿日期: 2020-06-15)

(上接第 559 页)

- [8] Zhang Y, Ouyang W, Wu B, et al. Robot-assisted partial nephrectomy with a standard laparoscopic ultrasound probe in treating endophytic renal tumor[J]. Asian J Surg, 2020, 43(2): 423-427.
- [9] 秦保龙, 王少刚, 郭小林. 术中超声在完全内生型肾肿瘤腹腔镜肾部分切除术中的临床应用[J]. 临床泌尿外科杂志, 2020, 35(8): 658-660.
- [10] Simone G, Tuderti G, Anceschi U, et al. "Ride the Green Light": Indocyanine Green-marked Off-clamp Robotic Partial Nephrectomy for Totally Endophytic Renal Masses[J]. Eur Urol, 2019, 75(6): 1008-1014.
- [11] Khene ZE, Peyronnet B, Gasmi A, et al. Endophytic Renal Cell Carcinoma Treated with Robot-Assisted Surgery: Functional Outcomes-A Comprehensive Review of the Current Literature[J]. Urol Int, 2020, 104(5-6): 343-350.
- [12] 董毅, 何屹, 王辉, 等. 机器人腹腔镜零缺血与肾动脉主干阻断肾部分切除术治疗 T_{1a} 期外生性肾脏肿瘤的临床研究[J]. 临床泌尿外科杂志, 2019, 34(1): 22-26.
- [13] Tomaszewski JJ, Smaldone MC, Mehrazin R, et al. Anatomic complexity quantitated by nephrometry score is associated with prolonged warm ischemia time during robotic partial nephrectomy[J]. Urology, 2014, 84(2): 340-344.
- [14] 吴震杰, 张宗勤, 徐红, 等. 肾动脉分支阻断与主干阻断在机器人辅助腹腔镜肾部分切除术治疗早期肾癌中的疗效对比[J]. 中华泌尿外科杂志, 2019, 40(5): 328-332.
- [15] Ramirez D, Caputo PA, Krishnan J, et al. Robot-assisted partial nephrectomy with intracorporeal renal hypothermia using ice slush: step-by-step technique and matched comparison with warm ischaemia [J]. BJU Int, 2016, 117(3): 531-536.

(收稿日期: 2020-09-26)