



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2022.01.002
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2022.01.002
Chinese Journal of General Surgery, 2022, 31(1):8-21.

· 专题研究 ·

机器人辅助与腹腔镜肝切除治疗肝脏肿瘤疗效与安全性的 Meta分析

郭毅, 王磊, 刘康伟, 李鑫垚, 彭慈军

(遵义医科大学附属医院 肝胆胰外科, 贵州 遵义 563000)

摘要

背景与目的: 机器人辅助腹腔镜肝切除 (RALH) 能克服传统腹腔镜肝切除 (LH) 的一些技术限制, 并提高手术的灵活性和精确度, 但以往的 Meta 分析结果对于 RALH 是否真正优于 LH 仍有争议。因此, 本研究通过新的 Meta 分析再评价 RALH 治疗肝脏肿瘤的效果及安全性。

方法: 检索多个国内外数据库, 收集比较 RALH 与 LH 治疗肝脏肿瘤的所有中英文文献, 检索时间从 2000 年 1 月—2021 年 2 月, 对纳入文献进行筛选和质量评价后, 使用 RevMan5.3 软件进行 Meta 分析。

结果: 最终纳入 30 篇文献, 包括 3 480 例患者, 其中 RALH 组 1 332 例, LH 组 2 148 例。Meta 分析结果显示, 与 LH 组比较, RALH 组的手术时间更长 ($MD=45.66$, $95\% CI=26.60\sim64.72$, $P<0.000\ 01$), 术中中转率较低 ($RR=0.66$, $95\% CI=0.50\sim0.86$, $P=0.002$), 术中输血率较高 ($RR=1.88$, $95\% CI=1.30\sim2.71$, $P=0.000\ 7$), 总费用较高 ($MD=0.51$, $95\% CI=0.44\sim0.57$, $P<0.000\ 01$)。但在术中出血量、肝门阻断率、术后并发症发生率、术后住院时间、病死率、 R_0 及 R_1 切除率方面, 两者差异均无统计学意义 (均 $P>0.05$)。

结论: 基于目前证据表明, RALH 是安全且有效的, 尽管其具有更高的总费用、更长的手术时间, 但在其余主要结局指标方面与 LH 几乎无差异, 提示两者具有相似的手术疗效及安全性, 未来仍需更多临床随机对照试验来予以验证。

关键词

肝切除术; 肝肿瘤; 机器人; 腹腔镜; Meta 分析

中图分类号: R657.3

Robot-assisted laparoscopic versus laparoscopic hepatectomy for liver tumors: a Meta-analysis

GUO Yi, WANG Lei, LIU Kangwei, LI Xinyao, PENG Cijun

(Department of Hepatopancreatobiliary Surgery, Affiliated Hospital of Zunyi Medical University, Zunyi, Guizhou 563000, China)

Abstract

Background and Aims: The robot-assisted laparoscopic hepatectomy (RALH) can overcome some technical limitations in traditional laparoscopic hepatectomy (LH), and also improve the operating flexibility and accuracy. However, results of previous Meta-analysis created controversial consequences on whether RALH is indeed superior to LH. Therefore, this study was performed to reevaluate the efficacy and safety of RALH for the treatment of liver tumors by a new Meta-analysis.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (81660688)。

收稿日期: 2021-08-04; **修订日期:** 2021-12-10。

作者简介: 郭毅, 遵义医科大学附属医院主治医师, 主要从事肝胆疾病方面的研究。

通信作者: 彭慈军, Email: doctorpengcijun@163.com

Methods: Both Chinese and English literature of all studies comparing RALH and LH in the treatment of liver tumors were collected by searching several national and international databases. The retrieval time was set from January 2000 to February 2021. After literature screening and quality assessment, Meta-analysis was performed by using the RevMan5.3 software.

Results: A total of 30 studies were included, involving 3 480 patients, with 1 332 cases in RALH group and 2 148 cases in LH group. Results of Meta-analysis showed that in RALH group compared with LH group, the operative time was longer ($MD=45.66$, $95\% CI=26.60-64.72$, $P<0.000 01$), intraoperative conversion rate was lower ($RR=0.66$, $95\% CI=0.50-0.86$, $P=0.002$), intraoperative blood transfusion rate was higher ($RR=1.88$, $95\% CI=1.30-2.71$, $P=0.000 7$) and total cost was higher ($MD=0.51$, $95\% CI=0.44-0.57$, $P<0.000 01$). However, there were no significant differences in terms of the intraoperative blood loss, hepatic portal occlusion rate, incidence of postoperative complications, length of postoperative hospital stay, mortality, and the R_0 and R_1 resection rates (all $P>0.05$).

Conclusion: Based on the current evidence, RALH is safe and effective. Although it has higher total cost and longer operative duration, there is almost no difference with LH in other main outcome indicators, suggesting that they have similar surgical efficacy and safety, and more clinical randomized controlled trials are still needed for verification in the future.

Key words

Hepatectomy; Liver Neoplasms; Robotics; Laparoscope; Meta- Analysis

CLC number: R657.3

近年来, 机器人辅助腹腔镜肝切除 (robot-assisted laparoscopic hepatectomy, RALH) 已经成为传统腹腔镜肝切除 (laparoscopic hepatectomy, LH) 的一种潜在替代方案。目前机器人手术平台的优点包括三维可视化和改进的器械灵活性, 这可能有助于复杂的肝脏解剖和外科重建。此外, 使用符合人体工程学的手术控制台可能会减轻外科医生在复杂且时间较长手术过程中的疲劳, 以及更容易控制出血^[1]。RALH克服了LH的一些技术限制, 如震颤抑制、EndoWrist运动等, 同时极大地提高了肝切除手术的灵活性和精确度^[2-3], 并且可以提供放大的手术视野和三维视野, 便于体内缝合和精细的组织解剖。然而, RALH的成本高、机器故障率高等局限性阻碍了它的推广。虽然有关于RALH与LH在肝脏肿瘤的Meta分析, 但这些文章只包括2018年前发表的研究, 最重要的是, 他们的发现仍然存在争议。例如, Guan等^[4]结果显示, 与LH相比, RALH的术中出血量更高; 而Qiu等^[5]则认为, 两组术中出血量无显著差异。同时近年来随着一些新研究的发表, 使用机器人方法进行肝脏切除是否会优于传统的腹腔镜技术仍有待确定^[6]。因此, 有必要进一步更新Meta分析, 以全面评估和比较RALH与LH的临床疗效与安全性。

1 资料与方法

1.1 文献检索

通过全面检索PubMed、Embase、Web of Science、Cochrane Library、Clinical Trial、中国知网、中国生物医学文献、维普和万方数据库。从2000年1月—2021年2月关于比较RALH和LH治疗肝脏肿瘤患者的对照研究。该检索过程符合PRISMA原则^[7]。英文检索词包括: Robotics; Computer-Assisted; Laparoscopy; Hepatectomy; Liver Resection; Liver Surgery; Liver Neoplasms。中文检索词包括: 机器人; 计算机辅助; 腹腔镜; 肝切除术; 肝脏肿瘤; 人工智能技术。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 包含比较RALH与LH的研究; (2) 研究中至少包含一项可用于合并的结局指标; (3) 如果对同一人群进行了多次研究, 则只保留最新的研究; (4) 本研究无语言限制。排除标准: (1) 活体供体移植肝切除术除外; (2) 个案报告、会议摘要、动物实验; (3) 无法获取全文。

1.3 数据提取

由2名作者 (王磊、刘康伟) 从每项研究中提取并总结相应数据: 第一作者、年份、国家、研究设计、样本量及结果指标, 其中包括: (1) 术中

结局指标：手术时间、术中失血量、术中输血率、术中中转率、肝门阻断率；(2) 术后结局指标：术后并发症、术后住院时间、病死率、总费用；(3) 病理结果指标： R_0 切除率、 R_1 切除率。此外，如果从原始文章中提取的信息不准确或缺失，就试图联系相应的研究作者，以保证数据的准确性。

1.4 质量学评价

由2名作者独立评估所有纳入研究的方法学质量。采用Cochrane合作公司推荐的风险评估工具—纽卡斯尔渥太华量表(NOS)^[8]来评估非随机对照研究的质量。包括以下3个因素：研究对象的选择、研究群体的可比性和结局评估。该评分系统获得的最大分数为9分，如果分数>5分，表明该研究方法质量较高。

1.5 统计学处理

使用RevMan 5.3进行统计学分析，对于连续性变量和二分变量分别采用均数差(MD)及相对危险度(RR)为效应指标计算它们的合并值及95%可信区间(CI)。用 χ^2 检验和 I^2 分析异质性。如果 $I^2>50\%$ ，表明研究之间具有显著的异质性，通过分析异质性来源，如无明显临床异质性，则采用随机效应模型；否则，使用固定效应模型。敏感度分析通过去除一项研究并重复Meta分析来

评估。发表偏倚根据漏斗图进行评估。

2 结果

2.1 检索结果、纳入研究特征及质量学评价

共检索出820篇文献，经过纳入与排除，最终30篇^[9-38]回顾性队列研究被纳入(英文29篇，中文1篇)，共3480例患者(RALH组1332例，LH组2148例)。文献筛选流程见图1，文献基本特征见表1，质量评价结果见表2，NOS评分均>5分。

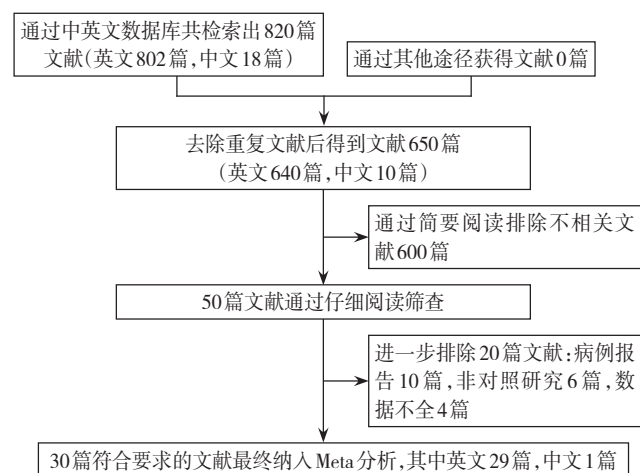


图1 文献筛选流程图

Figure 1 Literature screening process

表1 纳入文献的基本特征

Table 1 The basic characteristics of included studies

第一作者	年份	国家	研究设计	样本量(n)			男性(n)	平均年龄(岁)		最大肿瘤直径(cm)		结果指标
				总计	RALH	LH	RALH/LH	RALH/LH	RALH/LH			
Al-Temim, 等 ^[9]	2019	美国	回顾性研究	246	123	123	—	—	—	—	3),4),6),8)	
Berber, 等 ^[10]	2010	美国	回顾性研究	32	9	23	7/12	66.6/66.7	3.2±1.3/2.9±1.3	—	1),2),4),6)	
Chong, 等 ^[11]	2019	中国香港	回顾性研究	183	91	92	65/60	58.7/59.8	—	—	1),2),4),6),7),10)	
Cortolillo, 等 ^[12]	2019	美国	回顾性研究	724	204	520	—	57.5/60.1	—	—	7),8)	
Croner, 等 ^[13]	2016	德国	回顾性研究	29	10	19	8/13	64.0/59.0	5.59±2.46/4.42±1.82	—	1),6),7),8)	
Efanov, 等 ^[14]	2017	俄罗斯	回顾性研究	131	40	91	—	—	—	—	3),4),13)	
Lai, 等 ^[15]	2012	中国香港	回顾性研究	49	32	17	20/15	60.1/59.8	—	—	1),3),4),5),6),10),11)	
Fruscione, 等 ^[16]	2019	美国	回顾性研究	173	57	116	20/52	58.1/53.2	—	—	1),2),6),7)	
Hu, 等 ^[17]	2019	中国	回顾性研究	112	58	54	26/33	52.2/48.9	4.7±2.6/4.7±2.8	—	1),2),3),4),7),9)	
Ji, 等 ^[18]	2011	中国	回顾性研究	33	13	20	—	—	—	—	1),3),4),5),6)	
Kim, 等 ^[19]	2016	韩国	回顾性研究	43	12	31	6/18	54.1/56.4	2.67±1.34/2.36±1.01	—	1),2),3),6),7)	
Lai, 等 ^[20]	2016	中国香港	回顾性研究	135	100	35	66/26	62.1/57.9	3.3±1.9/2.7±1.3	—	1),2),3),4),6),7),10)	
Lee, 等 ^[21]	2016	中国香港	回顾性研究	136	70	66	46/39	58.0/58.0	3.06±2.32/2.84±1.79	—	1),2),3),4),6),7),11)	
Lee, 等 ^[22]	2019	韩国	回顾性研究	23	13	10	7/5	62.2/58.8	4.13±2.38/3.28±1.80	—	2),4),5),6),7)	

注:1)手术时间;2)术中出血量;3)术中输血率;4)中转开腹率;5)肝门阻断率;6)术后并发症;7)术后住院时间;8)病死率;9)总费用;10) R_0 切除率;11) R_1 切除率

Note: 1) Operative time; 2) Intraoperative blood loss; 3) Intraoperative infusion rate; 4) Conversion rate; 5) Hepatic portal occlusion rate; 6) Postoperative complications; 7) Length of postoperative hospital stay; 8) Mortality rate; 9) Total cost; 10) R_0 resection rate; 11) R_1 resection rate

表 1 纳入文献的基本特征 (续)

Table 1 The basic characteristics of included studies (continued)

第一作者	年份	国家	研究设计	样本量(n)			男性(n)	平均年龄(岁)	最大肿瘤直径(cm)		结果指标
				总计	RALH	LH	RALH/LH	RALH/LH	RALH/LH	RALH/LH	
Lim, 等 ^[23]	2019	法国	回顾性研究	172	61	111	41/83	66.0/63.0	4.4±2.8/3.3±2.3		1),3),6),7),11)
Magistr, 等 ^[24]	2017	意大利	回顾性研究	46	22	24	18/15	60.9/66.6	3.40±1.35/2.26±1.13		1),2),3),4),5),6),7),10),11)
Marino, 等 ^[25]	2018	波兰	回顾性研究	34	14	20	8/11	58.3/62.3	4.51±0.51/4.48±0.81		1),2),4),6),7),10)
Mejia, 等 ^[26]	2020	美国	回顾性研究	120	35	85	16/36	65/55	4.46±3.48/3.73±2.64		1),2),3),4),6),7),9),10)
Montalti, 等 ^[27]	2016	意大利	回顾性研究	108	36	72	21/39	62.0/56.8	4.44±3.06/4.95±3.5		1),2),4),6),7),8),11)
Packiam, 等 ^[28]	2012	美国	回顾性研究	29	11	18	3/4	57/52	4.73±3.48/4.72±3.62		1),2),6),7)
Salloum, 等 ^[29]	2016	法国	回顾性研究	96	16	80	—	—	5.45±3.68/3.64±1.95		1),4),6)
Spampinato, 等 ^[30]	2014	意大利	回顾性研究	50	25	25	13/10	63/62	—		1),2),3),4),6),7),8),11)
Tranchart, 等 ^[31]	2014	法国	回顾性研究	56	28	28	13/13	66.5/66.0	4.13±2.7/4.69±3.08		1),2),3),4),6),8)
Troisi, 等 ^[32]	2013	比利时	回顾性研究	263	40	223	27/98	64.6±54.1	5.18±3.76/4.97±3.77		1),2),4),5),6),7),11)
Tsung, 等 ^[33]	2014	美国	回顾性研究	171	57	114	24/47	58.4/58.7	3.42±2.24/3.85±3.00		1),2),4),6),7),8),10)
Wang, 等 ^[34]	2019	中国	回顾性研究	140	92	48	55/24	54.1/49.4	7.1±3.3/7.0±3.3		1),2),4),6),7)
Wu, 等 ^[35]	2014	中国台湾	回顾性研究	79	38	41	32/28	60.9/54.1	3.4±1.7/2.5±1.6		1),2),4),6),7)
Yu, 等 ^[36]	2014	韩国	回顾性研究	30	13	17	7/9	50.4/52.5	3.11±1.6/3.48±1.82		1),2),6),7),9)
樊嘉, 等 ^[37]	2011	中国	回顾性研究	18	3	15	3/13	53/57	3.0±0.4/4.0±1.2		3),4),6)
Lai, 等 ^[38]	2011	中国香港	回顾性研究	19	9	10	6/8	55/56	—		1),4),5),6),7)

注:1)手术时间;2)术中出血量;3)术中输血率;4)中转开腹率;5)肝门阻断率;6)术后并发症;7)术后住院时间;8)病死率;9)总费用;10)R₀切除率;11)R₁切除率

Note: 1) Operative time; 2) Intraoperative blood loss; 3) Intraoperative infusion rate; 4) Conversion rate; 5) Hepatic portal occlusion rate; 6) Postoperative complications; 7) Length of postoperative hospital stay; 8) Mortality rate; 9) Total cost; 10) R₀ resection rate; 11) R₁ resection rate

表 2 纳入研究 NOS 量表质量评分

Table 2 The quality score evaluated by NOS of the included studies

第一作者	对象的选择			研究开始前没有研究对象发生结局事件	群体可比性		结局评估			分数
	暴露队列的代表性	非暴露队列的选择	暴露确认		队列的可比性	结局事件的评估	结局发生	随访的完整性		
Al-Temim, 等 ^[9]	1	1	1	1	1	—	1	—	6	
Berber, 等 ^[10]	1	1	1	1	1	1	1	1	8	
Chong, 等 ^[11]	1	1	1	1	2	1	1	—	8	
Cortolillo, 等 ^[12]	1	1	1	1	1	—	1	—	6	
Croner, 等 ^[13]	1	1	1	1	2	1	1	—	8	
Efanov, 等 ^[14]	1	1	1	1	1	—	1	—	6	
Lai, 等 ^[15]	1	1	1	1	1	1	—	—	6	
Fruscione, 等 ^[16]	1	1	1	1	1	1	1	—	7	
Hu, 等 ^[17]	1	1	1	1	1	—	1	1	7	
Ji, 等 ^[18]	1	1	1	1	1	1	1	—	7	
Kim, 等 ^[19]	1	1	1	1	1	1	1	1	8	
Lai, 等 ^[20]	1	1	1	1	1	1	—	1	7	
Lee, 等 ^[21]	1	1	1	1	2	1	1	—	8	
Lee, 等 ^[22]	1	1	1	1	1	—	1	1	7	
Lim, 等 ^[23]	1	1	1	1	1	1	1	1	8	
Magistr, 等 ^[24]	1	1	1	1	2	1	1	—	8	
Marino, 等 ^[25]	1	1	1	1	1	1	1	—	7	
Mejia, 等 ^[26]	1	1	1	1	1	1	1	1	8	
Montalti, 等 ^[27]	1	1	1	1	1	1	1	—	7	
Packiam, 等 ^[28]	1	1	1	1	2	1	1	—	8	
Salloum, 等 ^[29]	1	1	1	1	1	1	1	—	7	

表2 纳入研究NOS量表质量评分 (续)

Table 2 The quality score evaluated by NOS of the included studies (continued)

第一作者	对象的选择				群体可比性	结局评估			分数
	暴露队列的代表性	非暴露队列的选择	暴露确认	研究开始前没有研究对象发生结局事件	队列的可比性	结局事件的评估	结局发生	随访的完整性	
Spampinato, 等 ^[30]	1	1	1	1	1	1	1	—	7
Tranchart, 等 ^[31]	1	1	1	1	1	1	1	—	7
Troisi, 等 ^[32]	1	1	1	1	1	1	1	—	7
Tsung, 等 ^[33]	1	1	1	1	2	—	1	1	8
Wang, 等 ^[34]	1	1	1	1	1	1	1	—	7
Wu, 等 ^[35]	1	1	1	1	1	—	1	1	7
Yu, 等 ^[36]	1	1	1	1	1	1	1	—	7
樊嘉, 等 ^[37]	1	1	1	1	1	1	1	—	7
Lai, 等 ^[38]	1	1	1	1	1	1	1	—	7

2.2 Meta分析结果

2.2.1 手术时间 25项研究^[10-11, 13, 15-21, 23-36, 38]报道了手术时间, 包括2 338例患者, 各研究有明显异质性 ($P<0.000\ 01$, $I^2=90%$), 因此采用了随机效应

模型。结果表明, RALH组的手术时间明显长于LH组 ($MD=45.66$, $95\% CI=26.60\sim64.72$, $P<0.000\ 01$) (图2)。

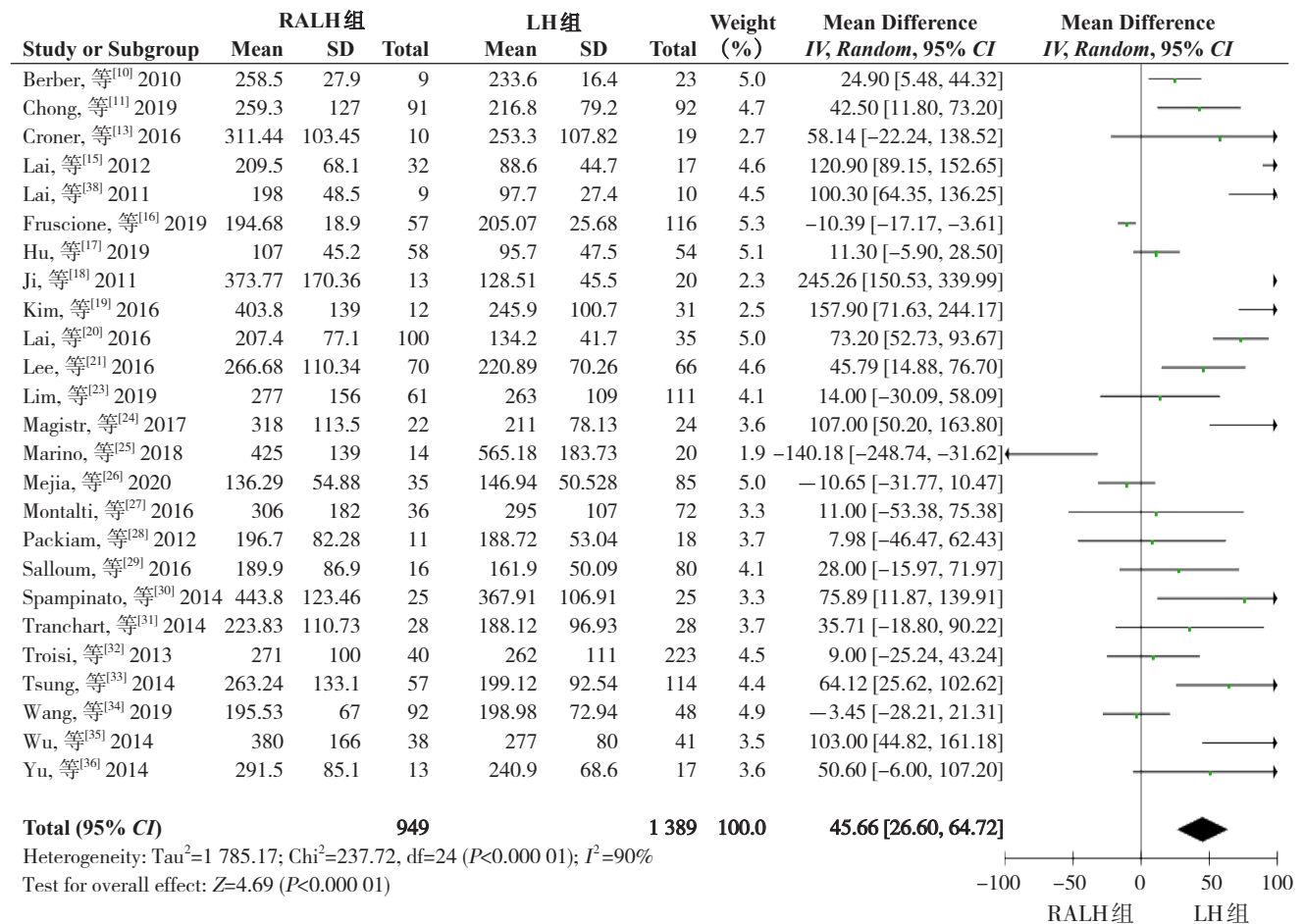


图2 两组手术时间比较的Meta分析

Figure 2 Meta-analysis comparing the operative times between the two groups

2.2.2 术中出血量 20项研究^[10-11,16-17,19-22,24-28,30-36]报道了术中出血量,包括1 963例患者,各研究有明显异质性 ($P<0.000 01$, $I^2=79%$),因此采用了随机

效应模型。结果表明,RALH组与LH组术中出血量差异无统计学意义 ($MD=0.90$, $95% CI=-33.96\sim 35.75$, $P=0.96$) (图3)。

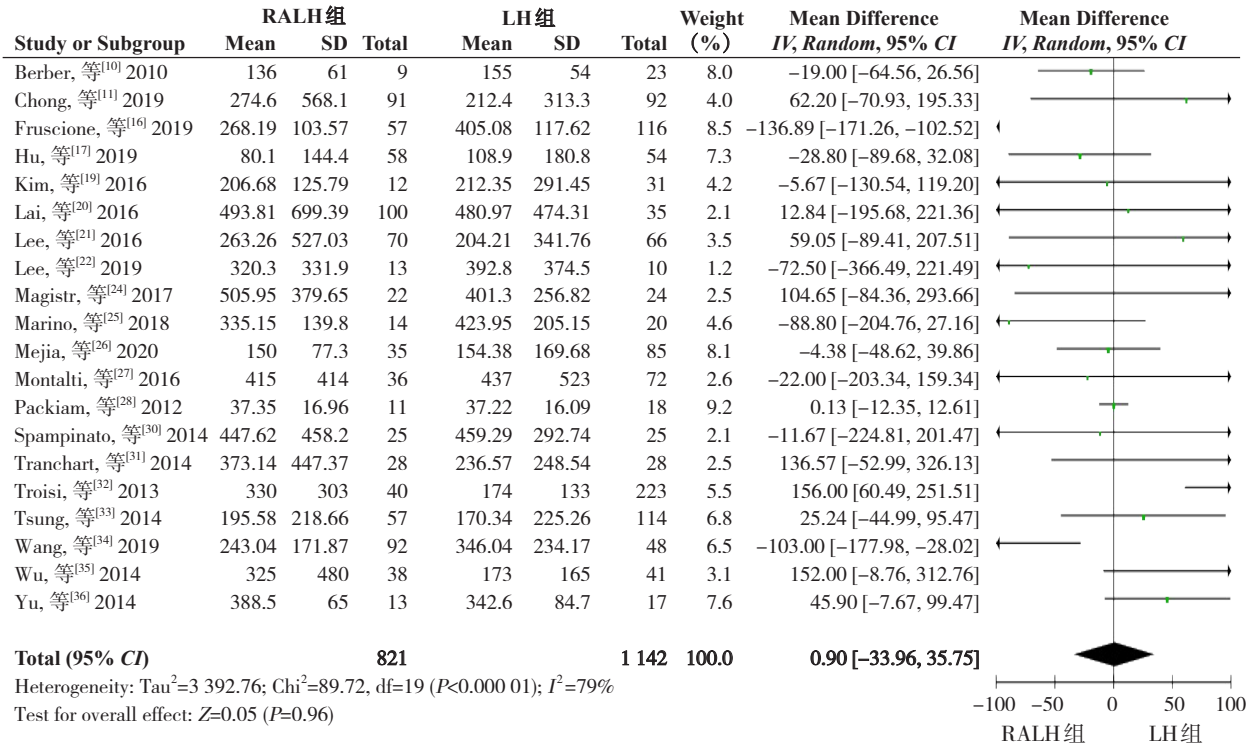


图3 两组术中出血量比较的Meta分析

Figure 3 Meta-analysis comparing the intraoperative blood loss between the two groups

2.2.3 术中输血率 14项研究^[9, 14-15, 17-21, 23-24, 26, 30-31, 37]报道了术中输血率,包括1 347例患者。由于各研究无明显异质性 ($P=0.23$, $I^2=20%$),因此采用了

固定效应模型。结果表明,RALH组的术中输血率明显高于LH组 ($RR=1.88$, $95% CI=1.30\sim 2.71$, $P=0.000 7$) (图4)。

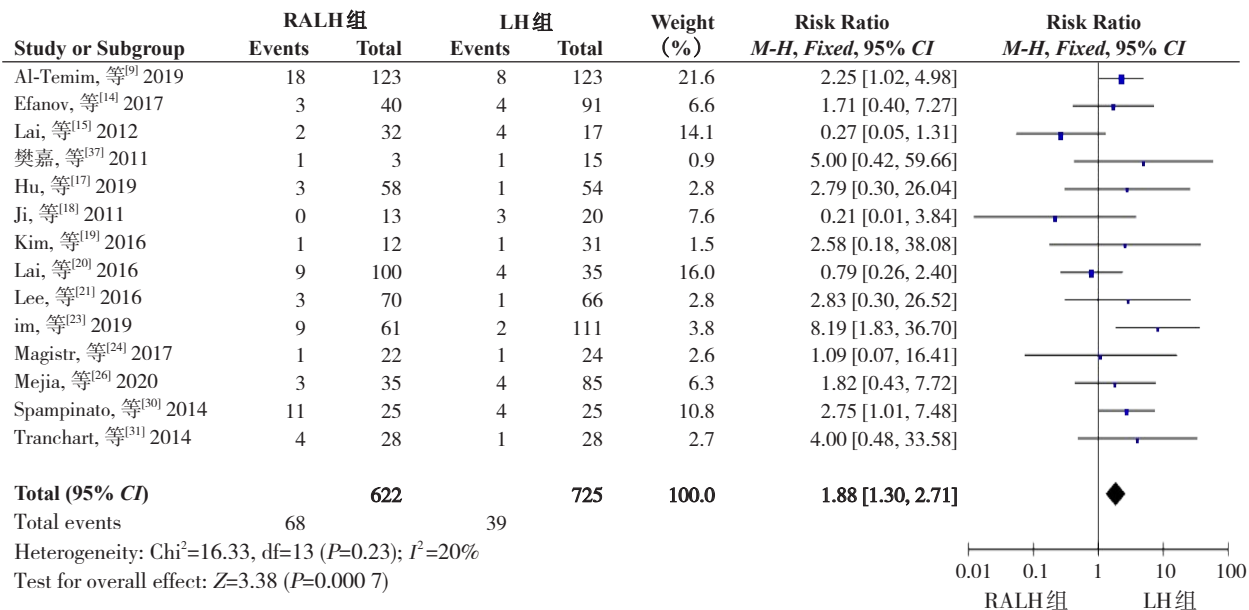


图4 两组术中输血率比较的Meta分析

Figure 4 Meta-analysis comparing the intraoperative blood transfusion rates between the two groups

2.2.4 中转率 23项研究^[9-11, 14-15, 17-18, 20-22, 24-27, 29-35, 37-38]报道了中转率, 包括2 280例患者。RALH组被转化为腹腔镜手术或开放手术, 而LH只是被转化为开放手术, 各研究无明显异质性 ($P=0.02$, $I^2=43%$),

因此采用了固定效应模型。结果表明, RALH组的中转率低于LH组 ($RR=0.66$, $95% CI=0.50\sim 0.86$, $P=0.002$) (图5)。

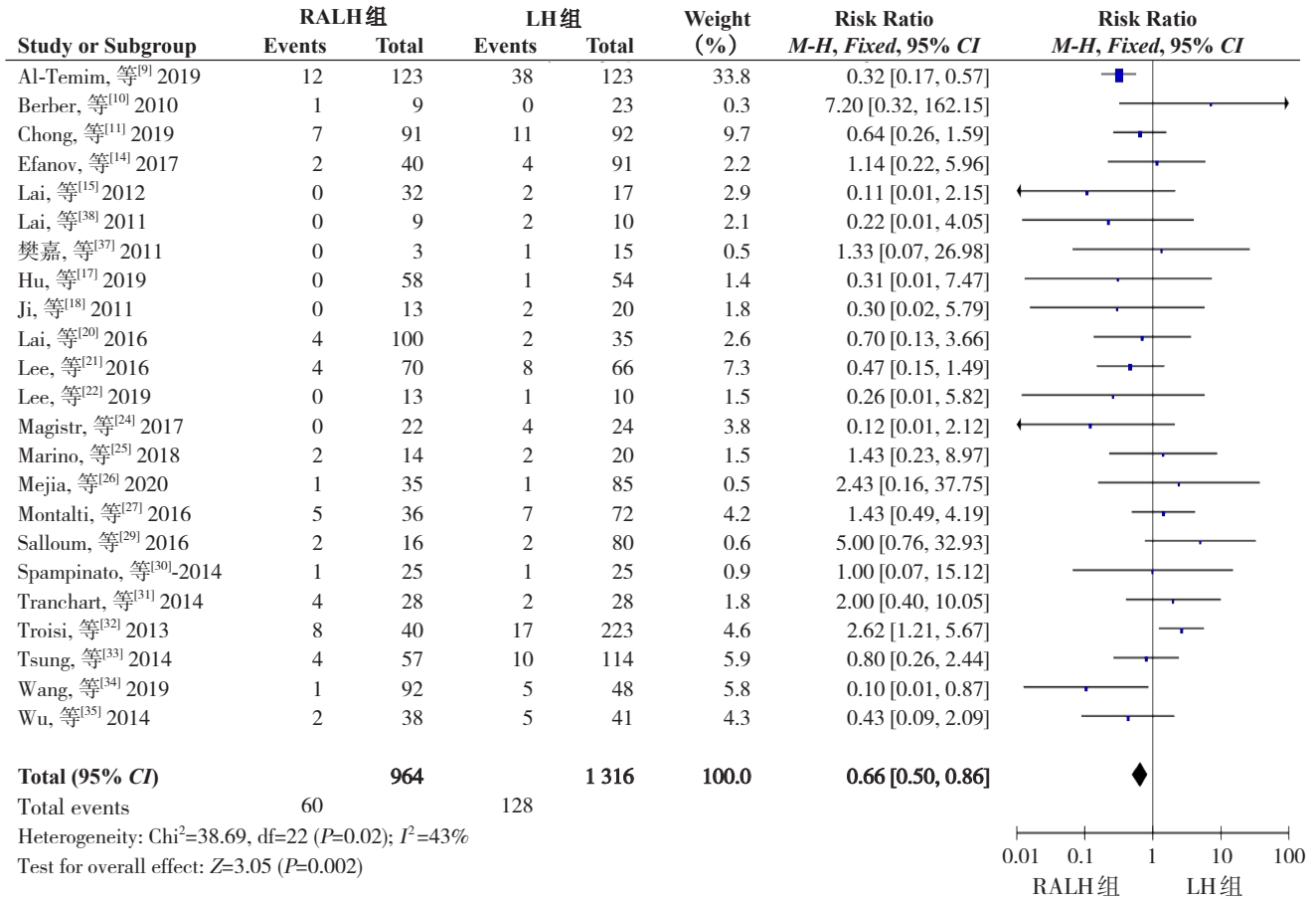


图5 两组中转率比较的Meta分析

Figure 5 Meta-analysis comparing the conversion rate between the two groups

2.2.5 肝门阻断率 6项研究^[15, 18, 22, 24, 32, 38]报道了肝门阻断率, 包括433例患者。各研究有明显异质性 ($P=0.000 2$, $I^2=79%$), 因此采用了随机效应模型。

结果表明, RALH组与LH组肝门阻断率差异无统计学意义 ($RR=2.20$, $95% CI=0.51\sim 9.52$, $P=0.29$) (图6)。

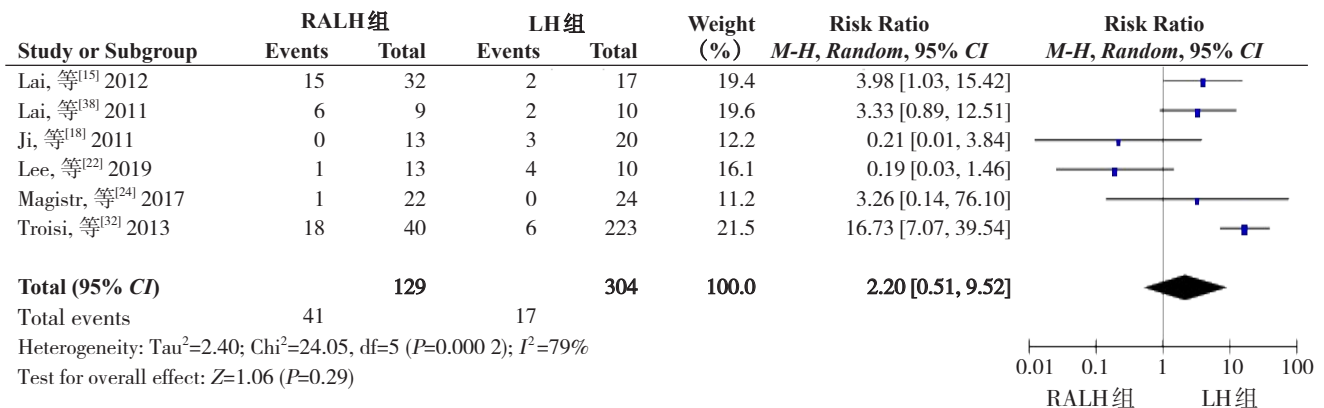


图6 两组肝门阻断率比较的Meta分析

Figure 6 Meta-analysis comparing the hepatic portal occlusion rates between the two groups

2.2.6 术后并发症 27项研究^[9-11, 13, 15-16, 18-38]报道了术后并发症,包括2 513例患者。各研究无明显异质性 ($P=0.30$, $I^2=11%$),因此采用了固定效应模

型。结果表明,RALH组与LH组术后并发症差异无统计学意义 ($RR=1.00$, $95\% CI=0.84\sim 1.18$, $P=0.97$) (图7)。

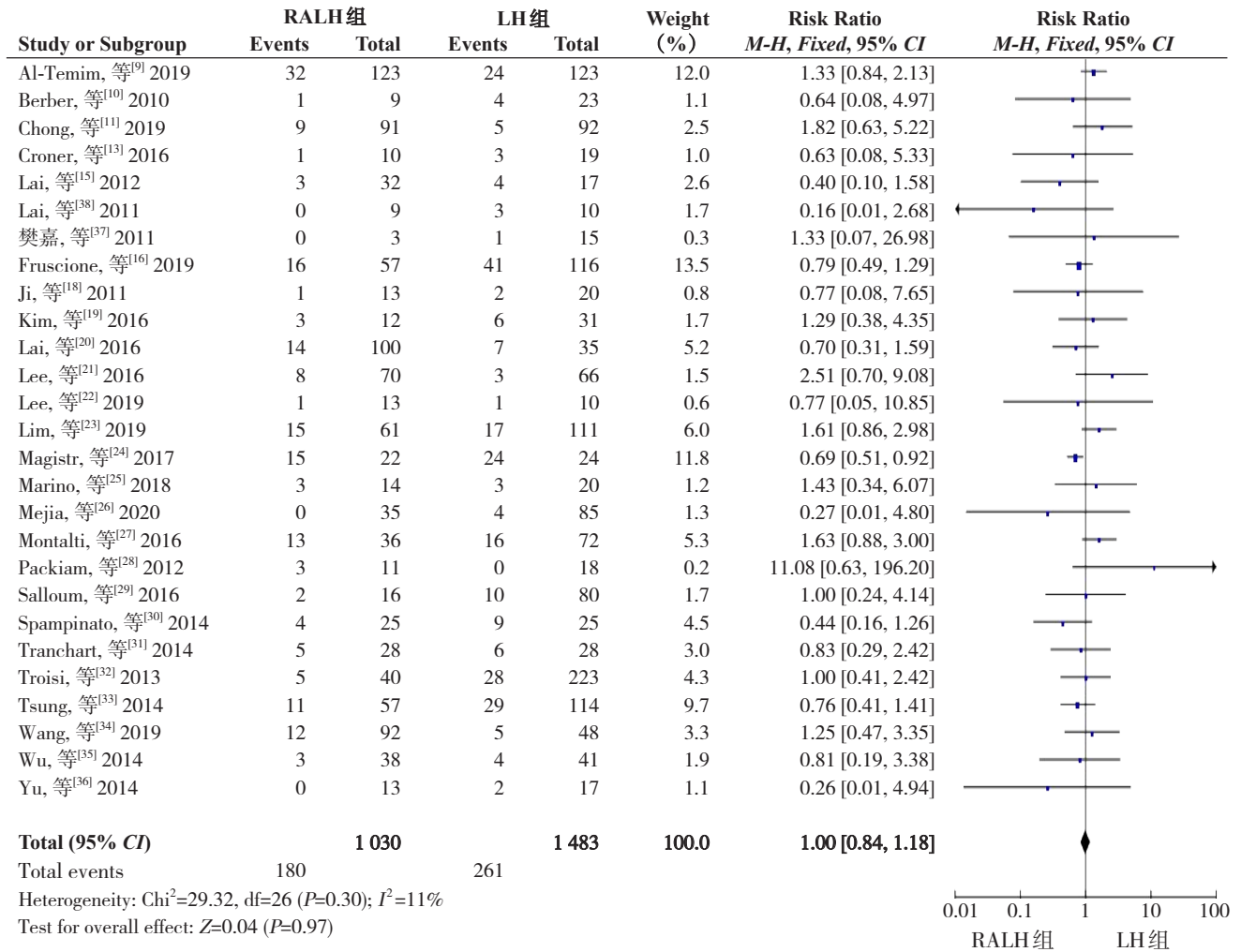


图7 两组术后并发症比较的Meta分析

Figure 7 Meta-analysis comparing the postoperative complications between the two groups

2.2.7 术后住院时间 22项研究^[11-13, 16-17, 19-28, 30, 32-36, 38]报道了术后住院时间,包括2 819例患者。各研究有明显异质性 ($P<0.000 01$, $I^2=86%$),因此采用了随机效应模型。结果表明,RALH组与LH组术后住院时间差异无统计学意义 ($MD=-0.06$, $95\% CI=-0.46\sim 0.34$, $P=0.77$) (图8)。

2.2.8 病死率 7项研究^[9, 12-13, 27, 30-31, 33]报道了病死率,包括1 384例患者。各研究无明显异质性 ($P=0.66$, $I^2=0%$),因此采用了固定效应模型。结果表明,RALH组与LH组病死率差异无统计学意义 ($RR=0.57$, $95\% CI=0.22\sim 1.46$, $P=0.24$) (图9)。

2.2.9 总费用 3项研究^[17, 26, 36]报道了总费用,包括262例患者。各研究无明显异质性 ($P=0.21$, $I^2=$

$35%$),因此采用了固定效应模型。结果表明,RALH组的总费用高于LH组 ($MD=0.51$, $95\% CI=0.44\sim 0.57$, $P<0.000 01$) (图10)。

2.2.10 R_0 切除率 7项研究^[11, 15, 20, 24-26, 33]报道了 R_0 切除率,包括738例患者。各研究无明显异质性 ($P=0.08$, $I^2=46%$),因此采用了固定效应模型。结果表明,两组的 R_0 切除率差异比较无统计学意义 ($RR=0.97$, $95\% CI=0.92\sim 1.02$, $P=0.19$) (图11)。

2.2.11 R_1 切除率 7项研究^[15, 21, 23-24, 27, 30, 32]报道了 R_1 切除率,包括738例患者。各研究无明显异质性 ($P=0.70$, $I^2=0%$),因此采用了固定效应模型。结果表明,RALH组与LH组 R_1 切除率差异无统计学意义 ($RR=0.86$, $95\% CI=0.51\sim 1.44$, $P=0.55$) (图12)。

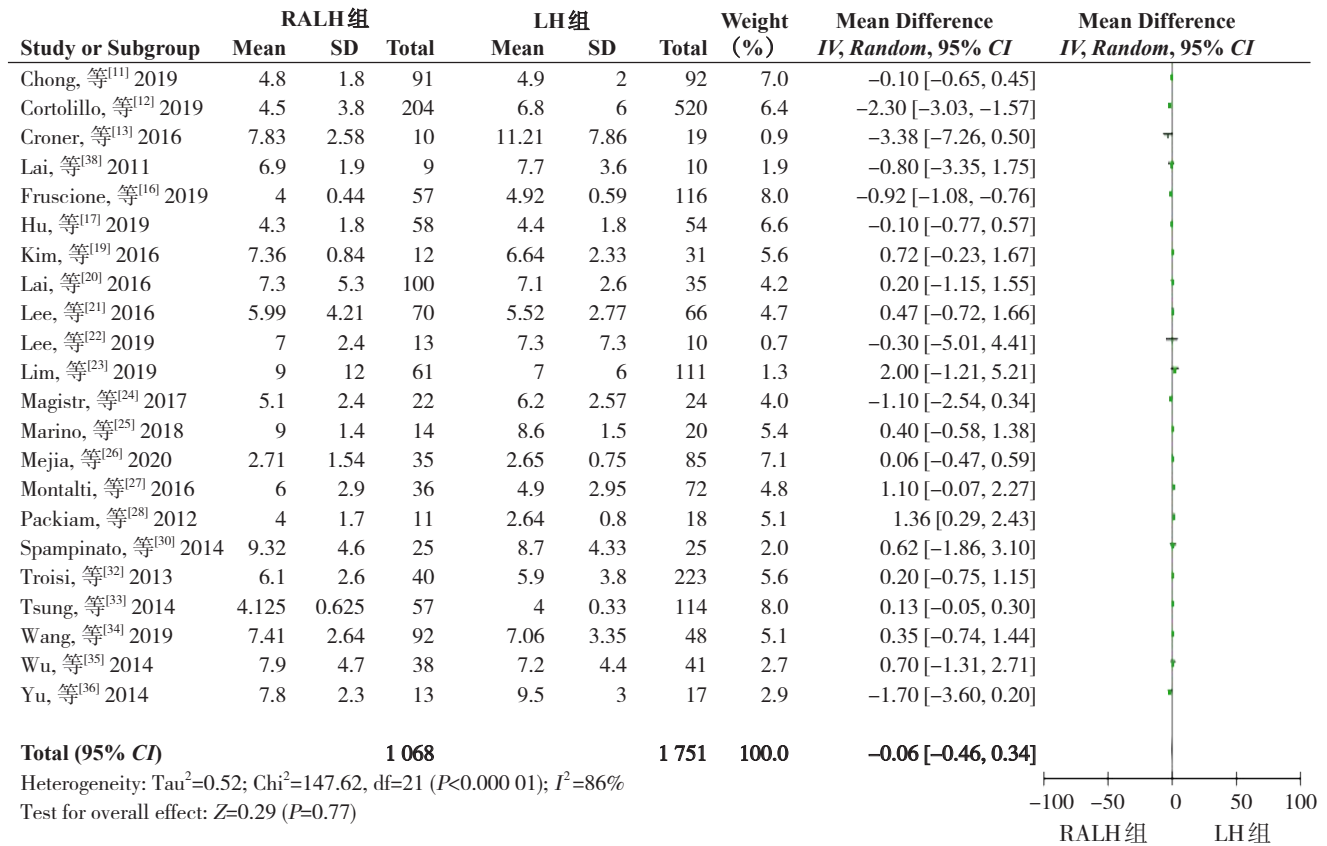


图8 两组术后住院时间比较的Meta分析

Figure 8 Meta-analysis comparing the lengths of postoperative hospital stay between the two groups

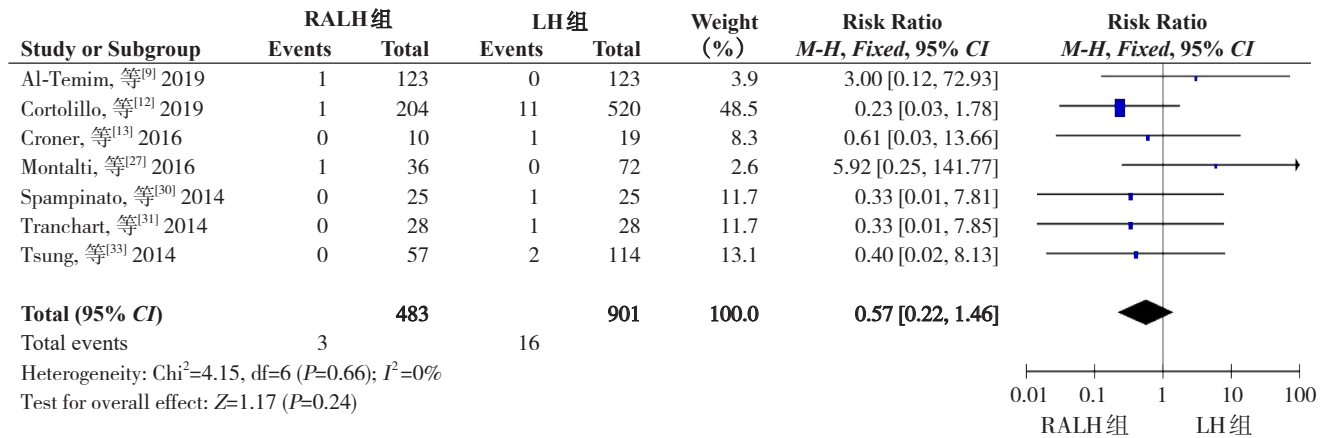


图9 两组病死率比较的Meta分析

Figure 9 Meta-analysis comparing the mortality rates between the two groups

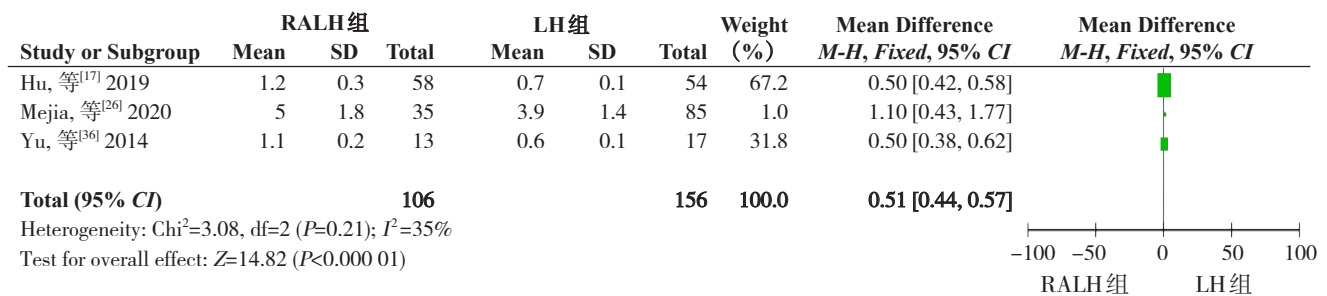


图10 两组总费用比较的Meta分析

Figure 10 Meta-analysis comparing the total costs between the two groups

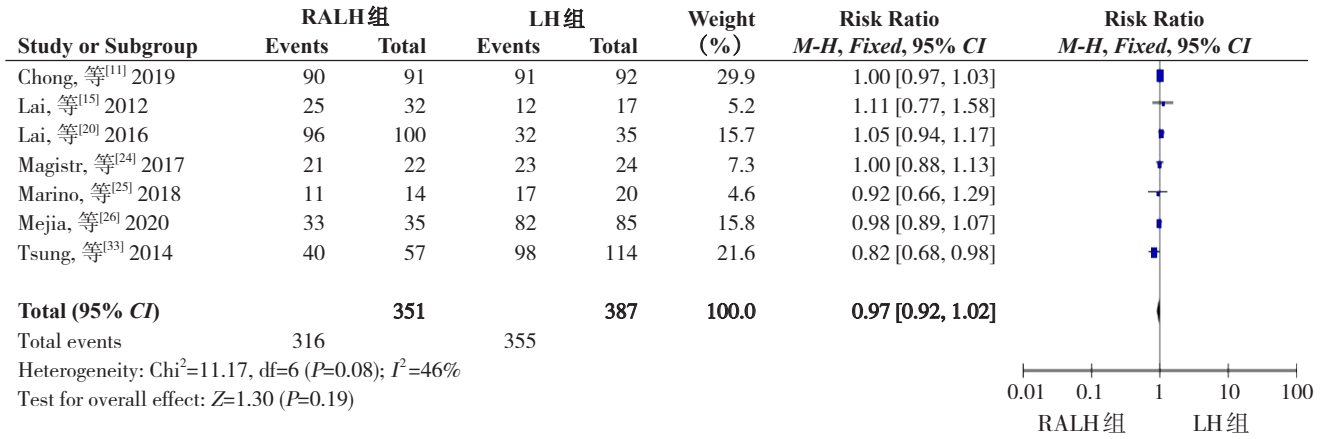


图 11 两组R₀切除率比较的Meta分析

Figure 11 Meta-analysis comparing the R₀ resection rates between the two groups

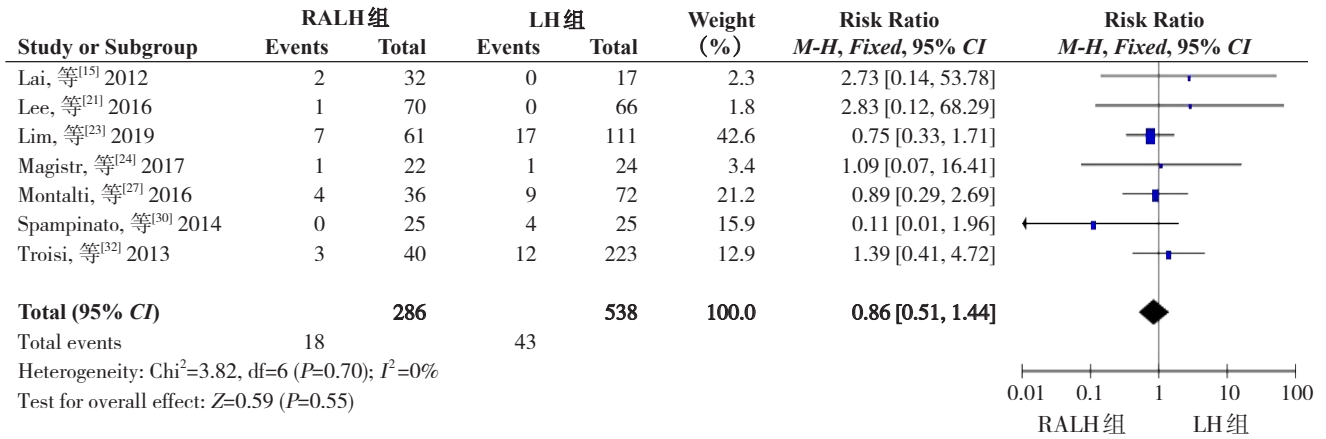


图 12 两组R₁切除率比较的Meta分析

Figure 12 Meta-analysis comparing the R₁ resection rates between the two groups

2.3 敏感度分析

具有异质性显著的结局指标（手术时间、术中出血量、肝门阻断率、术后住院时间、恶性肿瘤率）进行敏感度分析，采用逐一排除研究的方法，剔除权重最轻、最重或者标准差变化较大的研究，以检验相关结果的稳定性。结果显示，在排除的过程中每组异质性变化不明显，没有检测到导致异质性的来源，并且该方法不会改变最初总体分析的结果。

2.4 发表偏倚分析

根据术后并发症绘制的漏斗图观察发表偏倚，图像两侧基本对称，表明无明显发表偏倚（图 13）。

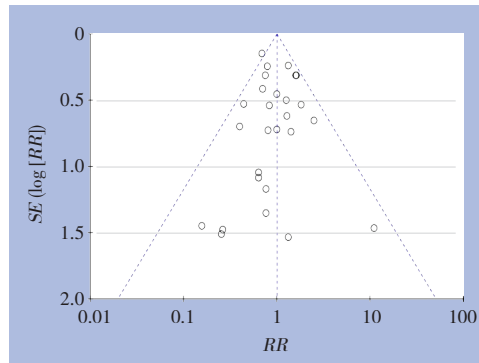


图 13 发表偏倚分析

Figure 13 Analysis of publication bias

3 讨论

尽管LH已有近30年的历史，但对文献的回顾发现，其仍然受其固有的局限性，如活动范围有

限、生理性震颤放大、可视化效果不佳、难以在某些部位缝合以及学习曲线陡峭等^[39]。随后，21世纪初RALH的出现弥补了这些缺陷，尽管它在肝切除术中的作用以及与LH相比的潜在益处仍有待确定^[40]，但因其三维视觉、震颤抑制、手术器械的精确度和较高的清晰度等优势，故有可能导致与腹腔镜手术类似甚至更好的术后结果^[16]。本研究目的是评估这两种手术方式的有效性和安全性，并为临床实践提供更令人信服的证据。同时此项Meta分析收集了目前最多的已发表文章。结果显示，在术中出血量，术后并发症，术后住院时间、病死率、肝门阻断率、恶性肿瘤率、 R_0 及 R_1 切除率的比较，两组的结果相似，分析表明，由于机器人手术目前只是腹腔镜手术的延伸，大量围手术期结果差异存在争议，肝胆外科专家在进行两种不同方式手术的结果相似，故两者的围手术期结果未来有待进一步进行大样本量的随机对照试验，并进行长期随访，以解决这些争议。值得注意的是，与LH组相比，RALH组的中转率显著降低，手术时间、术中输血率和总费用显著增加。这些结果与以往相关的Meta分析并不完全一致，笔者认为，本Meta分析结果更加可靠，因为纳入了更多高质量的研究，而且纳入的研究质量由NOS量表进行了严格的评估。

在手术时间方面，RALH组明显长于LH组^[41]。但是，随着肝胆外科医生在机器人辅助技术方面的不断提高，手术时间将大大缩短。研究^[42]表明，RALH更多应用于大范围的肝切除，故手术难度较大，导致了手术时间的延长，这与本Meta分析结果相一致。此外，术前组装机器人系统所需的时间占手术总时间的很大比例。幸运的是，达芬奇机器人系统新一代机器人大大简化了组装，进一步减少了操作时间^[43]。Boggi等^[44-45]也都表明机器人辅助可以安全地用于大范围肝切除术，但未来需要进一步聚焦于这个主题的随机对照试验。同时Tsung等^[33]的研究表明，手术时间可以随着其操作经验的增加而逐渐缩短。因此，进一步探索如何缩短RALH的手术时间，以突出该技术在肝切除术中的优势尤为有利。

在术中的出血量和输血率方面，尽管RALH组和LH组的术中出血量比较无差异，但RALH组的输血率明显高于LH组。这一结果不容易解释，可能反映了不同地区在运营管理方面的不同政策。

但是，所有纳入的研究都没有报道输血原理，因此，不能调查不同研究中的输血原理是否相似。据相关文献表明，在机器人手术中，由于仿真手腕（EndoWrist）手术器械具有7个自由度，出血可以更容易和自由地控制。然而，这些优势在本研究中并没有体现出来。近期有研究^[46]显示，输血增加了肿瘤患者肝切除术后的并发症发生率，降低了无病生存率，此外，输血会增加术后复发风险。因此，降低术中输血率是机器人辅助外科发展的重要内容。

在中转率方面，本研究结果显示，RALH组的明显低于LH组。这可能是因为机器人辅助系统提供了更大、更清晰的三维视野，让肝胆外科医生可以清楚地识别解剖结构，以及更精确地解剖。另一个发现是，RALH组的总费用明显更高。机器人技术在国内外领域中的优势已经突显，但从经济学角度考虑到因其价格昂贵，限制了其在我国的推广。故在未来机器人技术的发展中，应在对其价格不断调控的基础上，同时对其设备不断地掌握，外科微创手术的适应证将可能在原基础上进一步扩展，机器人的临床应用占比也将不断得到提升。据我们所知，机器人辅助系统需要更高的设备成本和年维护费^[40]，故制约了其应用和推广，此外，医疗保险无法覆盖的高昂费用也在一定程度上限制了机器人辅助手术的进一步发展^[47]。因此，降低成本和引入保险范围是促进机器人辅助手术在临床实践中广泛应用的极其重要的措施。研究^[48]表明，未来几年，新机器人系统的开发将增加市场竞争，从而降低机器人手术的总体成本，最终使患者更容易获得机器人手术的机会，同时也侧面反映出机器人系统将在技术上变得更加先进，未来将可能更好地应用于临床。因此，为了广泛推广机器人手术在临床实践中的应用，特别是在中国这样人口众多的发展中国家，降低成本和引入保险范围就显得尤为重要。

笔者认为尽管RALH的使用增加了一系列的成本，但根据目前相关围手术期结果显示，减少了患者住院时间、术后并发症等，总体上反而缩短了患者的总成本费用。从我国目前的医疗体制来看，每一项费用的增加，都将对患者造成一定的经济负担。故在未来进行复杂肝脏肿瘤的微创手术时，对于选择RALH或LH时，有必要进行成本效益的分析并建立一套合理的评估系统。RALH的

下一个挑战是使其操作标准化和对年轻肝胆外科医生的系统培训,同时为了进一步推广这一手术操作,近期必须建立培训体系。此外,随着计算机技术、光学、机械制造、材料科学等学科的发展,实时三维图像重建、触觉反馈系统有望应用于机器人手术中,以提高手术的安全性和有效性。

本Meta分析中,有几个限制是应该考虑的。首先,目前还没有比较这两种方法的前瞻性随机对照试验,分析是基于回顾性队列研究,可能容易出现纳入研究固有的选择偏差,这可能反映出RALH仍处于学习曲线的早期阶段。其次,纳入的研究大多是关于RALH和LH在各种肝脏肿瘤患者中的临床转归情况,无法获得足够的信息来评估其远期预后。最后,手术时间、术中出血量等预后具有高度异质性,这可能与不同类型的肝切除和肿瘤的位置有关,虽然进行了敏感度分析,但结果仍具有高度的异质性。未来,需要进行更多大样本量的随机对照试验,并进行长期随访,以解决这些争议,才能真正评估机器人辅助肝切除术的优势。

综上所述,目前的证据仅能表明RALH在治疗肝脏肿瘤方面与LH具有相似的疗效及安全性,同时也表明RALH是依然处于发展中的过程,而不能立即取代LH。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Ziogas IA, Giannis D, Esagian SM, et al. Laparoscopic versus robotic major hepatectomy: a systematic review and meta-analysis[J]. *Surg Endosc*, 2021, 35(2): 524-535. doi: 10.1007/s00464-020-08008-2.
- [2] Becker F, Morgül H, Katou S, et al. Robotic Liver Surgery - Current Standards and Future Perspectives[J]. *Z Gastroenterol*, 2021, 59(1):56-62. doi: 10.1055/a-1329-3067.
- [3] Morelli L, Guadagni S, Di Franco G, et al. Use of the new Da Vinci Xi during robotic rectal resection for cancer: technical considerations and early experience[J]. *Int J Colorectal Dis*, 2015, 30(9):1281-1283. doi: 10.1007/s00384-015-2350-3.
- [4] Guan R, Chen Y, Yang K, et al. Clinical efficacy of robot-assisted versus laparoscopic liver resection: a meta analysis[J]. *Asian J Surg*, 2019, 42(1):19-31. doi: 10.1016/j.asjsur.2018.05.008.
- [5] Qiu J, Chen S, Chengyou D. A systematic review of robotic-assisted liver resection and meta-analysis of robotic versus laparoscopic hepatectomy for hepatic neoplasms[J]. *Surg Endosc*, 2016, 30(3):862-875. doi: 10.1007/s00464-015-4306-7.
- [6] van Hilst J, de Rooij T, Bosscha K, et al. Laparoscopic versus open pancreatoduodenectomy for pancreatic or periampullary tumours (LEOPARD-2): a multicentre, patient-blinded, randomised controlled phase 2/3 trial[J]. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2019, 4(3):199-207. doi: 10.1016/S2468-1253(19)30004-4.
- [7] Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement[J]. *Int J Surg*, 2010, 8(5):336-341. doi: 10.1016/j.ijso.2010.02.007.
- [8] Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses[J]. *Eur J Epidemiol*, 2010, 25(9):603-605. doi: 10.1007/s10654-010-9491-z.
- [9] Al-Temimi MH, Lee J, DiFronzo AL. Is robotic hepatectomy superior to laparoscopic hepatectomy? A case-matched analysis of the NSQIP database[J]. *HPB (Oxford)*, 2019, 21:S63. doi:10.1016/j.hpb.2019.03.104.
- [10] Berber E, Akyiddiz HY, Aucejo F, et al. Robotic versus laparoscopic resection of liver tumours[J]. *HPB (Oxford)*, 2010, 12(8):583-586. doi: 10.1111/j.1477-2574.2010.00234.x.
- [11] Chong CCN, Lok HT, Fung AKY, et al. Robotic versus laparoscopic hepatectomy: application of the difficulty scoring system[J]. *Surg Endosc*, 2020, 34(5): 2000-2006. doi: 10.1007/s00464-019-06976-8.
- [12] Cortolillo N, Patel C, Parreco J, et al. Nationwide outcomes and costs of laparoscopic and robotic vs. open hepatectomy[J]. *J Robot Surg*, 2019, 13(4):557-565. doi: 10.1007/s11701-018-0896-0.
- [13] Croner RS, Perrakis A, Hohenberger W, et al. Robotic liver surgery for minor hepatic resections: a comparison with laparoscopic and open standard procedures[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2016, 401(5): 707-714. doi: 10.1007/s00423-016-1440-1.
- [14] Efanov M, Alikhanov R, Tsvirkun V, et al. Comparative analysis of learning curve in complex robot-assisted and laparoscopic liver resection[J]. *HPB (Oxford)*, 2017, 19(9): 818-824. doi: 10.1016/j.hpb.2017.05.003.
- [15] Lai EC, Tang CN, Li MK. Conventional laparoscopic and robot-assisted laparoscopic liver resection for benign and malignant pathologies: a cohort study[J]. *J Robot Surg*, 2012, 6(4):295-300. doi: 10.1007/s11701-011-0311-6.
- [16] Fruscione M, Pickens R, Baker EH, et al. Robotic-assisted versus laparoscopic major liver resection: analysis of outcomes from a single center[J]. *HPB (Oxford)*, 2019, 21(7):906-911. doi: 10.1016/j.hpb.2018.11.011.

- [17] Hu M, Liu Y, Li C, et al. Robotic versus laparoscopic liver resection in complex cases of left lateral sectionectomy[J]. *Int J Surg*, 2019, 67:54–60. doi: [10.1016/j.ijso.2019.05.008](https://doi.org/10.1016/j.ijso.2019.05.008).
- [18] Ji WB, Wang HG, Zhao ZM, et al. Robotic-assisted laparoscopic anatomic hepatectomy in China: initial experience[J]. *Ann Surg*, 2011, 253(2):342–348. doi: [10.1097/SLA.0b013e3181ff4601](https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3181ff4601).
- [19] Kim JK, Park JS, Han DH, et al. Robotic versus laparoscopic left lateral sectionectomy of liver[J]. *Surg Endosc*, 2016, 30(11):4756–4764. doi: [10.1007/s00464-016-4803-3](https://doi.org/10.1007/s00464-016-4803-3).
- [20] Lai EC, Tang CN. Long-term Survival Analysis of Robotic Versus Conventional Laparoscopic Hepatectomy for Hepatocellular Carcinoma: A Comparative Study[J]. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2016, 26(2): 162–166. doi: [10.1097/SLE.0000000000000254](https://doi.org/10.1097/SLE.0000000000000254).
- [21] Lee KF, Cheung YS, Chong CC, et al. Laparoscopic and robotic hepatectomy: experience from a single centre[J]. *ANZ J Surg*, 2016, 86(3):122–126. doi: [10.1111/ans.13339](https://doi.org/10.1111/ans.13339).
- [22] Lee SJ, Lee JH, Lee YJ, et al. The feasibility of robotic left-side hepatectomy with comparison of laparoscopic and open approach: Consecutive series of single surgeon[J]. *Int J Med Robot*, 2019, 15(2):e1982. doi: [10.1002/rcs.1982](https://doi.org/10.1002/rcs.1982).
- [23] Lim C, Salloun C, Tunisco A, et al. Short- and Long-term Outcomes after Robotic and Laparoscopic Liver Resection for Malignancies: A Propensity Score-Matched Study[J]. *World J Surg*, 2019, 43(6):1594–1603. doi: [10.1007/s00268-019-04927-x](https://doi.org/10.1007/s00268-019-04927-x).
- [24] Magistri P, Tarantino G, Guidetti C, et al. Laparoscopic versus robotic surgery for hepatocellular carcinoma: the first 46 consecutive cases[J]. *J Surg Res*, 2017, 217:92–99. doi: [10.1016/j.jso.2017.05.005](https://doi.org/10.1016/j.jso.2017.05.005).
- [25] Marino MV, Shabat G, Guarrasi D, et al. Comparative Study of the Initial Experience in Performing Robotic and Laparoscopic Right Hepatectomy with Technical Description of the Robotic Technique[J]. *Dig Surg*, 2019, 36(3): 241–250. doi: [10.1159/000487686](https://doi.org/10.1159/000487686).
- [26] Mejia A, Cheng SS, Vivian E, et al. Minimally invasive liver resection in the era of robotics: analysis of 214 cases[J]. *Surg Endosc*, 2020, 34(1):339–348. doi: [10.1007/s00464-019-06773-3](https://doi.org/10.1007/s00464-019-06773-3).
- [27] Montalti R, Scuderi V, Patriti A, et al. Robotic versus laparoscopic resections of posterosuperior segments of the liver: a propensity score-matched comparison[J]. *Surg Endosc*, 2016, 30(3): 1004–1013. doi: [10.1007/s00464-015-4284-9](https://doi.org/10.1007/s00464-015-4284-9).
- [28] Packiam V, Barelatt DL, Tohme S, et al. Minimally invasive liver resection: robotic versus laparoscopic left lateral sectionectomy[J]. *J Gastrointest Surg*, 2012, 16(12):2233–2238. doi: [10.1007/s11605-012-2040-1](https://doi.org/10.1007/s11605-012-2040-1).
- [29] Salloun C, Lahat E, Lim C, et al. Minimally invasive left lateral sectionectomy robot vs laparoscopy[J]. *HPB (Oxford)*, 2016, 18:e234.
- [30] Spampinato MG, Coratti A, Binaco L, et al. Perioperative outcomes of laparoscopic and robot-assisted major hepatectomies: an Italian multi-institutional comparative study[J]. *Surg Endosc*, 2014, 28(10): 2973–2979. doi: [10.1007/s00464-014-3560-4](https://doi.org/10.1007/s00464-014-3560-4).
- [31] Tranchart H, Ceribelli C, Ferretti S, et al. Traditional versus robot-assisted full laparoscopic liver resection: a matched-pair comparative study[J]. *World J Surg*, 2014, 38(11):2904–2909. doi: [10.1007/s00268-014-2679-8](https://doi.org/10.1007/s00268-014-2679-8).
- [32] Troisi RI, Patriti A, Montalti R, et al. Robot assistance in liver surgery: a real advantage over a fully laparoscopic approach? Results of a comparative bi-institutional analysis[J]. *Int J Med Robot*, 2013, 9(2):160–166. doi: [10.1002/rcs.1495](https://doi.org/10.1002/rcs.1495).
- [33] Tsung A, Geller DA, Sukato DC, et al. Robotic versus laparoscopic hepatectomy: a matched comparison[J]. *Ann Surg*, 2014, 259(3): 549–555. doi: [10.1097/SLA.0000000000000250](https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000000250).
- [34] Wang ZZ, Tang WB, Hu MG, et al. Robotic vs laparoscopic hemihepatectomy: A comparative study from a single center[J]. *J Surg Oncol*, 2019, 120(4):646–653. doi: [10.1002/jso.25640](https://doi.org/10.1002/jso.25640).
- [35] Wu YM, Hu RH, Lai HS, et al. Robotic-assisted minimally invasive liver resection[J]. *Asian J Surg*, 2014, 37(2):53–57. doi: [10.1016/j.asjsur.2014.01.015](https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2014.01.015).
- [36] Yu YD, Kim KH, Jung DH, et al. Robotic versus laparoscopic liver resection: a comparative study from a single center[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2014, 399(8): 1039–1045. doi: [10.1007/s00423-014-1238-y](https://doi.org/10.1007/s00423-014-1238-y).
- [37] 樊嘉, 周俭, 王鲁, 等. 比较机器人外科手术系统与腹腔镜肝切除治疗肝细胞癌的初步结果[J]. *上海医学*, 2011, 34(1):15–18. Fan J, Zhou J, Wang L, et al. Robot-assisted surgery versus laparoscopic liver resection for hepatocellular carcinoma: a comparison of short term outcomes[J]. *Shanghai Medical Journal*, 2011, 34(1):15–18.
- [38] Lai EC, Tang CN, Yang GP, et al. Multimodality laparoscopic liver resection for hepatic malignancy--from conventional total laparoscopic approach to robot-assisted laparoscopic approach[J]. *Int J Surg*, 2011, 9(4):324–328. doi: [10.1016/j.ijso.2011.02.004](https://doi.org/10.1016/j.ijso.2011.02.004).
- [39] Li CG, Zhou ZP, Tan XL, et al. Robotic resection of liver focal nodal hyperplasia guided by indocyanine green fluorescence imaging: A preliminary analysis of 23 cases[J]. *World J Gastrointest Oncol*, 2020, 12(12): 1407–1415. doi: [10.4251/wjgo.v12.i12.1407](https://doi.org/10.4251/wjgo.v12.i12.1407).
- [40] Tsilimigras DI, Moris D, Vagios S, et al. Safety and oncologic outcomes of robotic liver resections: A systematic review[J]. *J Surg Oncol*, 2018, 117(7):1517–1530. doi: [10.1002/jso.25018](https://doi.org/10.1002/jso.25018).
- [41] Liu R, Wakabayashi G, Kim HJ, et al. International consensus

- statement on robotic hepatectomy surgery in 2018[J]. World J Gastroenterol, 2019, 25(12): 1432-1444. doi: 10.3748/wjg.v25.i12.1432.
- [42] Zhang L, Yuan Q, Xu Y, et al. Comparative clinical outcomes of robot-assisted liver resection versus laparoscopic liver resection: A meta-analysis[J]. PLoS One, 2020, 15(10):e0240593. doi: 10.1371/journal.pone.0240593.
- [43] Ban D, Ishikawa Y, Tanabe M. Can robotic liver resection compensate for weaknesses of the laparoscopic approach? [J]. Hepatobiliary Surg Nutr, 2020, 9(3): 385-387. doi: 10.21037/hbsn.2019.11.02.
- [44] Boggi U, Caniglia F, Amorese G. Laparoscopic robot-assisted major hepatectomy[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2014, 21(1):3-10. doi: 10.1002/jhbp.34.
- [45] Abood GJ, Tsung A. Robot-assisted surgery: improved tool for major liver resections? [J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2013, 20(2):151-156. doi: 10.1007/s00534-012-0560-4.
- [46] 华小斌, 卢正磊, 夏云连, 等. 腹腔镜超声下左半肝切除术治疗原发性肝癌的近期预后及对肝功能的影响[J]. 中国普通外科杂志, 2021, 30(7):780-788. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.07.004.
- Hua XB, Lu ZL, Xia YL, et al. Short-term prognosis of left hemihepatectomy under laparoscopic ultrasound in treatment of primary liver cancer and its influence on liver function[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2021, 30(7): 780-788. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.07.004.
- [47] 赵之明. 达芬奇机器人在肝胆胰外科手术中的应用与前景[J]. 临床肝胆病杂志, 2020, 36(12):2659-2662. doi:10.3969/j.issn.1001-5256.2020.12.005.
- Zhao ZM. Application and prospect of da Vinci robot in hepatopancreatobiliary surgery[J]. Journal of Clinical Hepatology, 2020, 36(12): 2659-2662. doi: 10.3969/j.issn.1001-5256.2020.12.005.
- [48] Kamarajah SK, Sutandi N, Robinscn SR, et al. Robotic versus conventional laparoscopic distal pancreatic resection: a systematic review and meta-analysis[J]. HPB (Oxford), 2019, 21(9): 1107-1118. doi: 10.1016/j.hpb.2019.02.020.
- [49] 肖亮, 周乐杜. 腹腔镜解剖性肝切除手术入路选择[J]. 中国普通外科杂志, 2021, 30(1): 9-15. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.01.002.
- Xiao L, Zhou LD. The choice of surgical approach in anatomic laparoscopic hepatectomy[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2021, 30(1):9-15. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2021.01.002.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式:郭毅,王磊,刘康伟,等. 机器人辅助与腹腔镜肝切除治疗肝脏肿瘤疗效与安全性的Meta分析[J]. 中国普通外科杂志, 2022, 31(1):8-21. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2022.01.002

Cite this article as: Guo Y, Wang L, Liu KW, et al. Robot-assisted laparoscopic versus laparoscopic hepatectomy for liver tumors: a Meta-analysis[J]. Chin J Gen Surg, 2022, 31(1): 8-21. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2022.01.002

本刊2022年各期重点内容安排

本刊2022年各期重点内容安排如下, 欢迎赐稿。

- | | |
|------------------|----------------------|
| 第1期 肝脏肿瘤基础与临床研究 | 第7期 肝脏外科临床与实验研究 |
| 第2期 胆道肿瘤基础与临床研究 | 第8期 胆道外科临床与实验研究 |
| 第3期 胰腺肿瘤基础与临床研究 | 第9期 胰腺外科临床与实验研究 |
| 第4期 胃肠肿瘤基础与临床研究 | 第10期 胃肠外科临床与实验研究 |
| 第5期 甲状腺肿瘤基础与临床研究 | 第11期 乳腺、甲状腺外科临床与实验研究 |
| 第6期 主动脉疾病基础与临床研究 | 第12期 血管外科临床与实验研究 |

中国普通外科杂志编辑部