·临床研究·

达芬奇机器人系统在扩大肝右后叶切除术中的应用

张斌，徐涛旎，任旋磊，郑建波，朱纪云，赵英安，郑四鸣

【摘要】目的　探讨达芬奇机器人用于扩大肝右后叶切除术中的有效性和安全性。**方法**　回顾性分析宁波大学附属第一医院肝胆胰外科 2021 年 1 月至 2024 年 3 月期间施行的 32 例扩大肝右后叶切除患者的临床资料，根据手术方式分为机器人组（8 例），腹腔镜组（24 例），比较两组临床指标。**结果**　两组患者性别、年龄、体质量指数（BMI）差异均无统计学意义（均 $P > 0.05$）；两组天门冬氨酸氨基转移酶（AST）、丙氨酸氨基转移酶（ALT）及总胆红素（TBIL）差异均有统计学意义（均 $P < 0.05$）。两组术中出血量、住院费用及手术时间差异均有统计学意义（均 $P < 0.05$）；两组术中输血率、术后住院时间及术后并发症总发生率差异均无统计学意义（均 $P > 0.05$）。**结论**　达芬奇机器人扩大肝右后叶切除术是安全、有效的。

【关键词】 达芬奇机器人；腹腔镜；肝右后叶切除；安全性；有效性
doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2024.09.011
【中图分类号】 R735.7　**【文献标志码】** A　**【文章编号】** 1671-0800(2024)09-1159-03

随着外科技术和器械的发展，腹腔镜肝切除的可行性和安全性，已获得广泛认可[1-4]。肝右后叶因其位置深邃、解剖复杂，腹腔镜肝右后叶切除成为外科医生难以跨越的学习曲线[5]。达芬奇机器人手术系统是一种创新性的微创技术，具有更大更高清的的三维视野及更稳定、灵活的器械臂[6]，能很好地进行精准肝切除，其在肝脏后上段切除的应用已有报道[7]，但机器人用于扩大肝右后叶切除的报道较少。因此，本研究探讨机器人在扩大肝右后叶切除术中的可行性和安全性，现报道如下。

1　资料与方法

1.1　一般资料　收集宁波大学附属第一医院肝胆胰外科 2021 年 1 月至 2024 年 3 月期间施行的 32 例扩大右肝切除手术患者的资料，根据手术方式分为机器人组（8 例，7 例肝细胞肝癌，1 例肝血管瘤）和腹腔镜组（24 例，7 例结肠癌肝转移瘤，2 例肝血管瘤，15 例肝细胞肝癌）。纳入标准：（1）肿瘤主体均位于肝右后叶第 VI、VII 段，肿瘤直径在 5.0 ～ 10 cm；肿瘤波及肝右静脉或门脉右后支（直接侵犯或界限不清）；单纯行右后叶切除无法达到理想的切缘；（2）肝功能 Child 分级在 B 级以上。排除标准：（1）有其他部位转移；（2）有上腹部手术史；（3）无法有效配合研究。本研究获得宁波大学附属第一医院伦理委员会批准，豁免/免除知情同意。

1.2　方法　所有患者均行三维重建，计算肿瘤体积、切肝体积、剩余肝体积及手术切缘等信息；均行吲哚菁绿 15 min（ICG15min）滞留率检查。

1.2.1　机器人组　患者行全身麻醉，取左侧倾斜、头高足低、分腿位，手术布孔见图 1。经 A 点竖切口建立气腹，向腹腔送入 12 mm 穿刺鞘，将 8 mm 穿刺鞘分别刺入 R1、C、R3 及 R4。腹腔探查后，解剖 Calot 三角，常规切除胆囊。通过 winslow 孔预置 Pringle 阻断带。切除肝圆韧带，离断镰状韧带，游离第二肝门，显露右肝、中肝、左肝静脉根部；Rouviere 沟根部切开肝实质，显露右后叶肝蒂上缘，切开尾状叶腔静脉旁部显露右后叶肝蒂下缘，用双极电凝钳经上述两处切开的肝实质贯穿解剖出右后叶肝蒂并带线结扎，肝表面可见右后叶肝缺血线，术中超声探查肿瘤位置，肿瘤边缘 2 cm 处标记预切线。将右肝翻起，离断肝肾韧带，向上解剖并游离右侧肾上腺，充分显露肝后下腔静脉旁间隙；将尾状突及腔静脉旁部向上翻起，自下向上逐支离断肝短静脉，直至显露肝右静脉（RHV）根部。Pringle 法间断阻断第一肝门（阻

基金项目： 浙江省医药卫生科技计划项目（2022KY1114）
作者单位： 315010 宁波，宁波大学附属第一医院
通信作者： 郑四鸣，Email：29010921@qq.com

断 15 min，间歇 5 min），足侧入路使用超声刀沿缺血线切开肝实质，第一肝门游离出右后叶肝蒂用直线切割闭合器切断，沿右前支肝蒂右侧逐个结扎离断右前背侧第三级分支，可见右前叶中间出现缺血线，沿缺血线断肝实质达第二肝门，并显露右肝静脉根部，直线切割闭合器予以结扎离断，再行离断右肝周围韧带，完整切除肝右后叶及部分右前叶。冲洗肝脏创面，严密止血，将切除组织置入标本袋，经绕脐切口取出，再次进镜，肝创面常规放置腹腔引流管 2 根，拆除机器人机械臂，缝合各切口，见图 2。

1.2.2　腹腔镜组　患者行全身麻醉，取左侧倾斜、头高足低、分腿位，曲洛卡布孔见图 3。肿瘤切除、标本取出、引流管放置与机器人组相同，见图 4。

1.3　观察指标　记录两组一般情况，包括性别、年龄及体质量指数（BMI）；记录两组手术时间、术中出血量、术中输血率、术后住院时间及总住院费等；记录两组手术前后天冬氨酸氨基转移酶（AST）、谷氨酸氨基转氨酶（ALT）及总胆红素（TBIL）等肝功能指标；统计两组术后并发症情况。

1.4　统计方法　采用 SPSS 21.0 软件进行统计分析，计量资料以均数±标准差表示，采用独立样本 t 检验；计数资料采用 χ^2 检验。$P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2　结果

2.1　两组一般资料比较　两组性别、年龄及 BMI 差异均无统计学意义（均 $P > 0.05$），见表 1。

2.2　两组手术前后的肝功能比较　两组术前 TBIL、AST 及 ALT 差异均无统计学意义（均 $P > 0.05$）。与腹腔镜组相比，机器人组术后 AST、ALT 水平显著降低（$P < 0.05$），TBIL 水平显著升高（均 $P < 0.05$），见表 2。

2.3　两组围术期指标比较　机器人组术中出血量、输血量均低于腹腔镜组（均 $P < 0.05$），手术时间、总住院费用均高于腹腔镜组（$P < 0.05$）。两组术后住院时间、输血率、术后并发症总发生率差异均无统计学意义（均 $P > 0.05$），见表 3。

3　讨论

机器人肝切除和腹腔镜肝切除技术原理类似，但机器人较腹腔镜具有更好的三维视野、更高的器械灵活度、更好的手眼协调性及舒适的操作平台等优势[8]。本研究结果显示，术后机器人组患者的 AST、ALT 水平均低于腹腔镜组，而 TBIL 高于腹腔镜组（均 $P < 0.05$），这种暂时性差异可能是因为手术时离断肝实质操作的差异，达芬奇手术系统的高精度操控使得断肝时间变长。达芬奇手术系统通常需要较长的手术时间，尽管可以减少创伤，但较长的手术时间和肝门阻断时间可能对肝脏血流造成一定影响，影响肝脏功能，导致 TBIL 升高。同时也可能和样本量不均且个体化差异显著导致。机器人组患者术中出血量、输血量显著低于腹腔镜组（均 $P < 0.05$），而术后住院时间、输血率、术后并发症总发生率之间的差异无统计学意义（均 $P > 0.05$）。机器人

表 1　两组性别、年龄及体质量指数比较

分组	性别（男/女，例）	年龄（岁）	体质量指数（kg/m²）
腹腔镜组（n=24）	15/9	62.2±9.6	22.73±1.40
机器人组（n=8）	7/1	62.9±9.9	22.97±1.35
t（χ^2）值	（1.75）	0.17	0.43
P 值	＞0.05	＞0.05	＞0.05

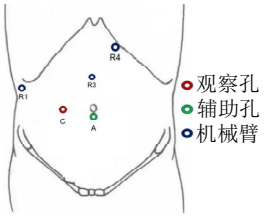
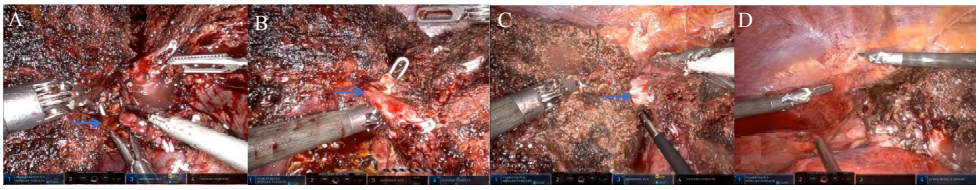


图 1　机器人布孔

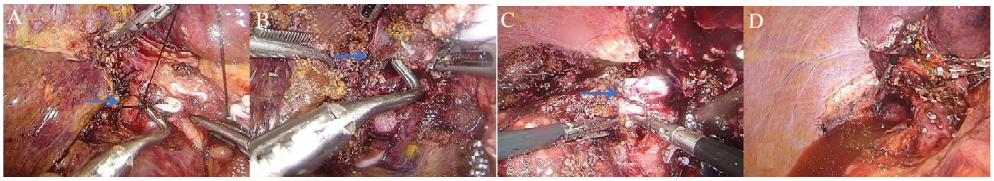


注：A 为右后叶肝蒂；B 为右前背侧段肝蒂；C 为右肝静脉根部；D 为手术创面

图 2　机器人手术



图 3　腹腔镜布孔



注：A 为右后叶肝蒂；B 为右前背侧段肝蒂；C 为右肝静脉根部；D 为手术创面

图 4　腹腔镜手术

表 2　两组手术前后的肝功能比较

分组	术前 TBIL（μmol/L）	术后 TBIL（μmol/L）	术前 AST（U/L）	术后 AST（U/L）	术前 ALT（U/L）	术后 ALT（U/L）
腹腔镜组（*n*=24）	16.76±5.20	15.42±6.30	50.00±28.75	44.20±17.26	51.06±24.24	50.20±23.77
机器人组（*n*=8）	16.11±5.39	18.40±9.20	50.63±29.18	40.88±17.62	50.25±25.35	47.38±25.16
t 值	0.30	2.10	0.05	2.21	0.08	2.78
P 值	＞ 0.05	＜ 0.05	＞ 0.05	＜ 0.05	＞ 0.05	＜ 0.05

表 3　两组术中、术后各项指标比较

分组	术后住院时间（d）	总住院费用（元）	手术时间（min）	术中出血量（ml）	术中输血（ml）	输血率（例）	并发症（例）
腹腔镜组（*n*=24）	10.00±1.41	44 913.16±2 872.20	336.20±50.89	580.00±470.74	146.00±292.00	9	12
机器人组（*n*=8）	10.20±1.66	94 210.66±9 433.43	395.63±80.52	562.50±278.11	80.00±160.00	4	3
t（χ^2）值	0.36	14.56	2.91	2.13	2.80	（0.39）	（0.04）
P 值	＞ 0.05	＜ 0.05	＜ 0.05	＜ 0.05	＜ 0.05	＞ 0.05	＞ 0.05

组患者术中出血量显著低于腹腔镜组，可能是达芬奇手术系统能够提供更高的精准度、灵活性和控制力；住院费用远高于腹腔镜组，是因为目前机器人手术收费仍较昂贵，在没有明显缩短术后住院天数的前提下，机器人手术总费用很难降低；手术时间长于腹腔镜组，是因为机器人装机时间长，术中更换器械时间长，肝实质离断时间长。肝实质内管路结扎牢靠，导致手术时间长、术后并发症发生率低。

但在肝实质离断过程中，机器人手术目前也存在缺陷：（1）机械臂反馈无力，容易出现副损伤；（2）机器人现暂无专用可“手腕式”操作的超声刀和吸引器，导致断肝平面的角度要求较高，增加了更换器械的频繁程度，延长了手术时间。

相较于右半肝切除，肝右后叶位置深，右后叶肝蒂及 RHV 的解剖复杂，术中暴露与出血控制难度大[9]。因此，肝右后叶切除被认为是困难肝切除手术之一。扩大肝右后叶切除切除范围在右后叶的基础上，需联合切除肝右前叶的全部或部分背侧段，切面不规则，肝实质内 Glisson 系统和肝静脉系统解剖更加错综复杂，扩大右后叶肝切除更加困难。腹腔镜扩大右后叶肝切除手术只有少数大型肝脏中心才能开展，敢于尝试机器人扩大右后叶肝切除的医生更少。困难的肝切除的安全实施需要良好术前准备和熟练的术中操作。术前肝脏三维重建，能够了解患者剩余功能肝体积、血管、胆道和肿瘤的毗邻关系，建立精准的手术规划。腹腔镜或机器人左半肝和右半肝切除手术，患侧肝蒂的解剖常规采用鞘内法，本研究分别结扎离断动静脉；对于右后叶和扩大右后叶肝切除手术，本研究采用日本 Takasaki 教授倡导的 Glisson 蒂横断式肝切除的方法，Laennec 入路游离目标肝蒂，然后予以整体结扎和离断。这样既简单又符合肝脏的生理解剖，确保残肝的解剖完整性和功能性体积最大化。切除荷瘤肝段（叶）后，保证了残肝入肝血流及出肝血流的完整性，从而避免残肝缺血或瘀血，从而影响肝功能的恢复。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明　张斌、任旋磊：实验操作、论文撰写；徐旖旎、郑建波、赵英安：数据整理、统计学分析；郑四鸣：研究指导、论文修改、经费支持

参 考 文 献

[1] LINN Y L, WU A G, HAN H S, et al. Systematic review and meta-analysis of difficulty scoring systems for laparoscopic and robotic liver resections[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2023, 30(1): 36-59.

[2] MORI S, WAKABAYASHI T, MISHIMA K, et al. Benefits of laparoscopic liver resection in elderly patients[J]. Surg Endosc, 2023, 37(7): 5205-5214.

[3] LONG Z T, LI H J, LIANG H, et al. Robotic versus laparoscopic liver resection for liver malignancy: A systematic review and meta-analysis of propensity score-matched studies[J]. Surg Endosc, 2024, 38(1): 56-65.

[4] GOH B K P, HAN H S, CHEN K H, et al. Defining global benchmarks for laparoscopic liver resections: An international multicenter study[J]. Ann Surg, 2023, 277(4): e839-e848.

[5] ZHAO Z M, YIN Z Z, PAN L C, et al. Robotic hepatic resection in postero-superior region of liver[J]. Updates Surg, 2021, 73(3): 1007-1014.

[6] KINGHAM T P, LEUNG U, KUK D, et al. Robotic liver resection: A case-matched comparison[J]. World J Surg, 2016, 40(6): 1422-1428.

[7] ARAUJO R L C, SANCTIS M A, BARROTI L C, et al. Robotic approach as a valid strategy to improve the access to posterosuperior hepatic segments-Case series and review of literature[J]. J Surg Oncol, 2020, 121(5): 873-880.

[8] 李相成,骆晨欢,孙瑜,等.腹腔镜肝右后区切除术的关键技术与策略[J].中华普外科手术学杂志(电子版),2019,13(3):224-227.

[9] CHO J Y, HAN H S, YOON Y S, et al. Outcomes of laparoscopic right posterior sectionectomy in patients with hepatocellular carcinoma in the era of laparoscopic surgery[J]. Surgery, 2015, 158(1): 135-141.

收稿日期：2024-07-08

（本文编辑：吴迪汉）