

• 专家笔谈 •

机器人肝切除治疗早期肝癌的相关问题探讨



廖威, 张必翔, 朱鹏

华中科技大学同济医学院附属同济医院肝脏外科, 湖北 武汉 430030

[摘要] 近 30 年来, 肝脏微创手术取得了巨大发展, 而机器人手术系统的临床应用有望解决一系列腹腔镜手术所面临的难题。经验丰富的外科医师在开腹及腹腔镜肝切除术的基础上, 根据机器人手术系统的实际情况做了大量改进和优化工作, 是传统微创手术安全、可行、有效的替代方式。该文对机器人治疗早期肝癌的适应证、手术策略、近期临床结局和远期肿瘤学效果等方面进行了探讨。

[关键词] 肝癌; 手术机器人; 腹腔镜; 肝切除术

[中图分类号] R657.3 **DOI:** 10.3969/j.issn.1003-5591.2023.01.001

[文献标识码] A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Robotic hepatectomy in the treatment of early-stage hepatocellular carcinoma

Liao Wei, Zhang Bixiang, Zhu Peng

Department of Hepatic Surgery, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science & Technology, Hubei Wuhan 430030, China

Corresponding author: Zhu Peng, Email: 17263706@qq.com

[Abstract] Over the past three decades, mini-invasive liver surgery has made great advances. The application of robotic surgery system may overcome the shortcomings of traditional laparoscopy. Based on open and laparoscopic hepatectomies, experienced surgeons optimize procedures during robotic-assisted hepatectomy. It is a safe, feasible and effective alternative to traditional mini-invasive approach. This review summarized the indications, surgical strategies, short-term clinical results and long-term oncological outcomes of early-stage liver cancer.

[Key words] Liver cancer; Surgical robot; Laparoscopy; Hepatectomy

肝细胞癌(hepatocellular carcinoma, HCC)是一种常见的恶性肿瘤。2020 年, 全球新发 HCC 90.5 万人, 死亡 83.0 万人, 分别列恶性肿瘤新发病例数和死亡病例数的第 7 位、第 2 位^[1]。相比于昂贵的肝移植和仅适用于小肿瘤的消融术, 肝切除术以可令人接受的 5 年总体生存率(33.6%~76.4%)和 5 年无瘤生存率(24%~63%)成为 HCC 最有效的治疗方式^[2-4]。长期以来, 传统的开腹肝切除术(open hepatectomy, OH)存在创伤大、失血多、疼痛感强、恢复慢等诸多缺点, 微创肝切除术一直是外科医师探索的方向。1991 年, 首例腹腔镜肝切除术(laparoscopic hepatectomy, LH)被报道。经过 30 年的推广及改进, LH 在手术安全性、术后并发症、

长期肿瘤学效果等方面均与 OH 无明显差异, 但是腹腔镜手术的固有缺陷, 如二维视觉、自由度受限的器械、长学习曲线效应, 限制了复杂微创肝切除术的开展^[5-6]。2002 年, 首例机器人辅助肝切除术(robotic-assisted hepatectomy, RAH)被报道, 其独有的裸眼 3D 视觉、内旋腕技术、震颤过滤功能, 以及上述功能助力形成的短学习曲线效应^[6], 已经成为肝脏外科研究的热点。但是, 上述优势能否进一步减少手术创伤、加速病人康复以及长期肿瘤学结局等问题尚不清楚。笔者医院自 2015 年 2 月开展首例 RAH 以来, 共开展 300 余例 RAH, 其中 85% 为早期 HCC, 手术方式涉及单一肝段切除、联合肝段切除、半肝及扩大半肝切除等。据此, 笔者将结合实际操作, 阐述 RAH 应用于早期肝癌的心得体会。

一、手术适应证的选择

中国 HCC 病人多有慢性乙型肝炎病毒感染及

通信作者: 朱鹏, 博士, 副教授, 主要从事肝胆疾病的基础与临床研究, Email: 17263706@qq.com

肝炎肝硬化的背景。因此,严格评估手术适应证是确保围术期安全、获得良好肿瘤学结局的前提条件,主要包括以下 3 个方面:

(一)一般状况评估

病人体力状况评分为 0~1 分,无明显影响麻醉的心、肺、脑疾病,体质量指数为 $18\sim 30\text{ kg/m}^2$,糖尿病病人术前需将空腹血糖控制在 10 mmol/L 以下。如果病人有不能耐受 CO_2 气腹的既往史,建议不要尝试机器人手术。与 LH 相似,上腹部手术史不是 RAH 的禁忌证,但是相对于 LH 而言,RAH 可以在更短的学习曲线内开展此类手术^[6]。

(二)肝功能评估

该项评估需要综合 Child-Pugh 评分、吲哚菁绿(indocyanine green, ICG)排泄试验、三维重建结果判定。一般来说,Child-Pugh 评分需 ≤ 7 分;半肝切除时的 ICG 15 min 滞留率(ICG-R15)需 $\leq 15\%$,而当 ICG-R15 $\geq 40\%$ 时需要谨慎评估手术指征。三维重建的重要目的之一是准确测量剩余肝体积,降低术后肝衰竭的风险,这一点对于大范围肝切除尤为重要,建议剩余肝体积 $\geq 40\%$ 标准肝体积较为安全(严重肝硬化需更严格的标准)^[7]。乙型肝炎相关肝癌需术前口服抗病毒药物将病毒载量控制于 $\leq 2\times 10^3\text{ U/mL}$ 为宜^[8]。临床显著的门静脉高压症接受 LH 治疗安全、有效^[9],笔者发现,此类病人采取恰当的手术策略接受机器人手术,亦同样安全、有效。

(三)肿瘤学评估

目前接受肝癌切除的病人主要为巴塞罗那临床肝癌(BCLC)分期 0~A 期,对应中国肝癌分期(CNLC)I a~I b 期,即本文所称的早期肝癌。事实上,绝大部分早期肝癌为不伴血管侵犯的单发肿瘤,少数为 2~3 个癌结节。目前尚无证据表明何种微创手术仅能在机器人平台完成。Ayabe 等^[10]认为,RAH 的优势在于超越 Louisville 宣言的肝切除术,即肝 S1、S4a、S7、S8 部位切除术。相比于 LH,机器人在肝右叶手术中减少了住院时间和手术中转率^[11]。一项 Meta 分析显示,RAH 的中转率显著低于 LH^[12]。另一项关于大范围肝切除术的研究中,相比于 LH,RAH 明显降低了失血量和手术中转率^[13]。已有研究^[6]表明,如 2~3 个癌结节分散于肝内不同部位、无法实现整块切除者,因机器人平台布孔及锚定缺陷,建议放弃机器人手术而选择腹腔镜手术。如果术前影像学评估很可能需要重建某些重要管道结构,建议优选机器人手术^[10]。总之,适应证选择需要根据病人实际情况及意愿、手术团队

水平、配套设备情况综合决定。

二、手术策略

经过 30 余年不断地探索,肝脏微创手术从腹腔镜时代进入机器人时代,创造出的一套兼顾个体化的标准化流程。合理的手术策略应当是术野显露好、操作空间大、助手配合佳,达到手术时间短、失血量少、并发症少的效果。结合我们的临床实践经验,笔者将从病人体位与 Trocar 布局、肝脏游离、肿瘤探查及导航、血流控制策略、肝实质离断等方面进行阐述。

(一)病人体位与 Trocar 布局

病人体位选择根据需要切除的肝段/肝叶决定。对于需要切除左右半肝、S1~S5、S8 的病人,选择头高脚低的仰卧位;需要切除 S6、S7 或右后叶者,推荐左侧 60° 卧位,右上肢用无菌单包裹后悬吊。Trocar 布置的基本原则是围绕断肝平面或肿瘤呈扇形分布。通常采用 1 个观察孔 + 3 个机械臂孔 + 1 个辅助孔的策略。为尽可能减少机械臂之间相互碰撞,各 Trocar 间距以 8 cm (一掌宽)为宜。与目前 LH 通行的脐周布置及灵活选择观察孔不同,一旦机器人完成器械装机,再更换观察孔较为困难,因此建议对于肝右后叶、S8 的病灶,将观察孔布置于脐右上方 $3\sim 5\text{ cm}$,可取得更好的观察效果^[14]。由于存在使用术中超声(intraoperative ultrasonography, IOUS)的可能,与腹腔镜手术可自由选择 12 mm Trocar 置入探头不同,腹腔镜超声探头较长且只能经唯一辅助孔置入,为减少器械间相互碰撞及方便操作,建议辅助孔与周围各孔的距离以 $>10\text{ cm}$ 为宜^[15]。

(二)肝脏游离

机器人肝左叶手术与腹腔镜肝左叶手术类似,即将肝左叶向背侧及尾侧牵拉即可游离肝脏。在腹腔镜肝右叶手术中,通常是助手用纱条在膈、脏两面借助摩擦力将右叶向左侧及尾侧牵拉实现游离;而在 RAH 中,机械臂无法多次卷曲纱条牵拉肝脏,通常是 3 号机械臂夹持纱条,利用摩擦力显露韧带,而 1 号机械臂利用器械的长杆将肝脏推开,2 号机械臂使用超声刀离断相应韧带,助手根据实际情况配合显露、递物等工作。

(三)肿瘤定位与手术规划

肝内血管及肿瘤大小、数目、性质等均为规划和实施肝切除术的依据。在 OH 及 LH 中,可根据肝脏的解剖标志、术前影像学资料和部分触觉反馈感知肝实质内的肿瘤而规划手术。RAH 中触觉反馈

完全消失,仅依靠解剖标志和视觉反馈难以实施手术且易造成医源性肿瘤破裂。将 IOUS 应用于 RAH 既降低了手术难度又提高了手术安全性^[14]。笔者结合 IOUS 的应用经验,对模块化应用 IOUS 的 4 个步骤^[16]简述如下:(1)探查阶段:充分游离肝脏后,全肝超声扫描以明确肿瘤大小、数目、位置、与重要血管的关系。笔者中心的数据显示,IOUS 的应用使得 10% 的病人发现了意外病灶,且 6.36% 的病人需要修改原手术计划^[16]。(2)结构辨认阶段:辨认肝内各种重要血管及其与肿瘤的关系,拟定断肝平面。(3)导航阶段:实时引导肝实质离断,沿预定平面推进,降低意外损伤和大出血的可能性。(4)确认阶段:确认残余肝脏无肿瘤残留以及入肝、出肝血流良好。

与目前的腹腔镜相比,达芬奇手术机器人系统开放了第三方视频输入接口,应用 Tilepro 功能可实现手术操作图像与超声探查图像同屏共显,提高操作效率,减少标记偏差。

当术中探查发现多个意外分散性肿瘤、严重肝硬化、残肝体积远低于预期等不适宜行切除术时,可考虑行超声引导下的消融术,短期内肿瘤学治疗效果可靠。

ICG 荧光显像技术在 LH 中已有广泛应用。术者可以在术前、术中经外周静脉/门静脉注射 ICG 实现肿瘤、肝段、肝叶荧光正染及反染效果,无限接近“解剖性切除”的效果。目前有成品荧光腹腔镜可直接供临床使用,而达芬奇手术机器人实现荧光显像需另购额外设备,费用较高。笔者中心使用的简便办法为:先用荧光腹腔镜标定断肝平面,之后再换用机器人镜头进行切除操作,也可达到相同的效果^[14]。

(四)血流阻断及控制出血

自肝切除术诞生以来,如何有效地控制出血一直是顺利实施手术的难点,RAH 同样如此。合理选择血流阻断策略,可以达到出血少、术野清晰、术后恢复快的目的,同时也降低了中转开腹率。

1. Pringle 法 作为最早的入肝血流阻断方法,Pringle 法仍是目前最常用的阻断方法,方便、简单。实际操作中有两种具体的实现方法:(1)红色导尿管缠绕肝十二指肠韧带 2 周,使用 Hem-o-lok 夹即可达到阻断目的,适用于大多数情形;(2)使用细棉绳、硬质塑料管、丝线制成简易肝门阻断器并引出体外,硬质塑料管内压可缩窄肝十二指肠韧带从而达到阻断目的,适用于肝脏游离后遮挡肝门不方便、反复施

夹的情形。一般而言,非严重硬化的肝脏可耐受 15 min 阻断加 5 min 开放的循环,重度硬化的肝脏应将阻断时间控制在 10 min 内以策安全。

2. 半肝血流阻断 与 Pringle 法相比,半肝血流阻断的优势在于不受阻断时间限制,对全身血流动力学、缺血-再灌注损伤的负面影响较小。但是半肝血流阻断操作繁琐,笔者建议:对于预计需要长时间阻断且伴有重度肝硬化或行半肝切除者,考虑半肝血流阻断,以减轻肝功能损害,其他病人尽量选择简便的 Pringle 法。

3. 肝静脉来源的出血控制 阻断第一肝门后难以控制的出血多为肝静脉来源,控制这类出血的主要策略是降低中心静脉压(central venous pressure, CVP),具体途径分为^[17]:(1)麻醉医生调节病人体位、使用药物降低病人 CVP,起效较慢;(2)联合阻断第一肝门及肝下下腔静脉,快速降低 CVP。达芬奇手术机器人灵活的机械臂优势使游离、阻断下腔静脉的操作较腹腔镜简便。笔者中心的一项研究表明^[18],机器人操作平台上实现方法(2)同样安全、简便、有效,明显减少了术中出血量。机器人平台使用的 Maryland 双极电凝钳为尖端电凝设备且可自由弯曲,相比于腹腔镜所用钝头双极电凝,可以更准确、高效、深入地进行电凝止血操作。

4. 其他类型的出血控制 当然,实际发生的出血并非上述几种情形。相比于 LH 中缝合出血需要主刀和助手默契配合,RAH 中控制出血以主刀操作为主,可用第三臂选择不影响后续操作的角度压迫或钳夹出血点,之后从容进行电凝或者缝合操作,助手只需要配合冲洗、吸引、递物等操作,这是 RAH 的优势。

(五)肝实质离断

LH 有多种器械,如超声刀、百克钳、LigaSure、水刀、超声吸引刀等可供选择,手术医生可根据实际和个人经验选择一种或多种器械并用,而达芬奇手术机器人只有超声刀和 Maryland 双极电凝钳可供使用^[19]。超声刀不具备内旋腕技术,主要用于直线平面的切割。Maryland 双极电凝钳具有可弯尖端,既可分离又可电凝止血,可模拟钳夹法断肝,又可分离管道,内悬腕技术还可以创造超声刀难以实现的弯曲断面,这在 LH 中难以实现。

(六)复杂肝段切除

本文所指的复杂肝段切除是指 S1、S4a、S7、S8 的切除术。上述肝段位于肝脏“穹顶”或深面,腹腔镜下实施切除较为困难。机器人下的切除操作同样

是充分游离肝脏、划定切除区域、阻断肝门及实施肝实质离断。我们中心实施上述部位的手术时,通常是使用 3 号机械臂做牵引或下压以获得良好的显露,1 号、2 号机械臂类似于常规肝切除操作。如果需要特殊形状的断面而超声刀效果不理想时,可以用 Maryland 模拟钳夹法离断肝实质。值得一提的是,腹腔镜的线性硬质器械难以做到满意的肝静脉剥离,而具有内旋腕技术的机器人器械常可做到理想的肝静脉分离效果。

三、围术期结果

(一)术中结果

各种研究对于 RAH 围术期结论并不一致。Zhang 等^[12]的研究结果显示 RAH 和 LH 术中出血量差异无统计学意义,而 Emmen 等^[20]的研究显示 RAH 优于 LH,但上述结果均非基线一致的分析。笔者中心于 2015–2016 年建立了单中心、前瞻性、同期接受 RAH、LH、OH 治疗 HCC BCLC 0~A 期的病人队列,应用倾向性评分匹配的方法创建基线一致的 1:1:1 的比较队列(每组 56 例),显示 3 种手术方式的中位出血量均为 200 mL($P=0.881$),并无出血量更少的优效手术方式。RAH 组和 LH 组术中输注红细胞病人人数分别为 6 例、4 例,均多于 OH 组(1 例),但是三者差异仍无统计学意义。微创手术组手术时间、第一肝门阻断时间均显著长于 OH 组[手术时间(RAH:LH:OH)为 220 min:215 min:155 min,第一肝门阻断时间(RAH:LH:OH)为 29 min:23 min:12 min],这与术中频繁更换器械、断肝及止血花费时间较长有关^[12, 21-22]。文献报道的 RAH 中转开腹率低于 LH^[11-13],与机器人器械优势有关。而笔者中心的 RAH 及 LH 的中转开腹率分别为 14.3%(8/56)和 12.5%(7/56),差异无统计学意义。笔者中心中转开腹的原因可概括为三点:镜下难以控制的出血、肿瘤学原因(肿瘤破裂、重要管道难以分离、切缘阳性)以及技术原因(术野不佳、长时间无进展)^[21]。

(二)术后结果

di Benedetto 等^[19]的单中心研究显示,HCC 病人接受 RAH 术后平均住院时间为 4 d,2.8%病人出现了 Clavien-Dindo 分级 \geq Ⅲ级并发症,且 OH 的Ⅲ级及以上并发症发生率显著高于 RAH,主要是 OH 术后肝衰竭的比例较高(OH:28.3%,RAH:7.5%)。笔者中心的研究结果表明^[21],RAH、LH、OH 组术后中位住院时间分别为 6 d、8 d、12 d($P<0.001$),Clavien-Dindo 分级 \geq Ⅲ级并发症发生率分

别为 3.6%(2/56)、1.8%(1/56)、5.4%(3/56),严重并发症发生率与报道相近,无一例术后肝衰竭,但是术后住院时间略长。微创手术的中位住院时间均较 OH 明显缩短,原因是微创手术避免了大切口、镜下放大作用以精细处理断面、术后并发症较少^[19],而 RAH 又较 LH 缩短 2 d,可能原因是机器人的放大倍数更大及 3D 效应可以更精准地处理断面及管道结构。肝切除教科书式结局(textbook outcome of liver surgery, TOLS)为评价肝切除术质量的新指标,即:无术中 2、3 级并发症,无 B、C 级胆漏,无 Clavien-Dindo 分级 \geq Ⅲ级并发症,无 30 d 再入院,无住院期间死亡,无阳性切缘^[23]。RAH 组和 LH 组的 TOLS 率均为 80.4%(45/56),均小于 OH 组的 94.6%(53/56),差异有统计学意义($P=0.049$)^[21]。这种差异的主要原因是微创组存在中转开腹病人,影响了 TOLS 结果。

四、肿瘤学结果

Magistri 等^[24]报道 RAH 的 R0 切除率为 100%;di Benedetto 等^[19]报道 RAH 的 R0 切除率为 99.1%,且切缘与 OH 无明显差异;而 Lim 等^[25]的研究显示了 RAH 和 LH 在切缘宽度和宽切缘率均无明显差异。遗憾的是,上述研究均为单者或者两个比较,无三者的共同比较。笔者中心 RAH、LH、OH 的 R0 切除率分别为 98.2%、96.4%和 100%($P=0.361$)^[21],与文献报道相近。长期肿瘤学结果是评价外科手术治疗效果的“金标准”。欧洲肝病学会的一项短期(2 年)研究结果表明,微创肝切除对于 BCLC 0~A 期的 HCC 是一种有效手段,但仅推荐位于浅表或前外侧部肿瘤,这与通行的 5 年随访时间尚有一定差距,且涉猎的肿瘤部位有限^[26]。王晓颖等^[27]的研究表明,2010 年 3 月至 2016 年 12 月接受 RAH 治疗的 62 例原发性肝癌病人术后 5 年总体生存率和无瘤生存率分别为 76.2%和 67.1%,遗憾的是该研究只是笼统地提供了生存数据,并未对复发类型及后续治疗进行详细描述。笔者医院建立的世界首个单中心同期接受 RAH、LH、OH 治疗早期肝癌的 1:1:1 配对队列显示,5 年总体生存率分别为 74.4%、76.8%、78.6%($P=0.90$),无瘤生存率分别为 51.8%、51.3%、57.9%($P=0.64$),证实了 3 种方式对早期肝癌肿瘤学治疗结果的等效性^[21]。3 种方式治疗后的肝内外复发类型、切缘复发均无明显差异,但接受微创手术的病人多为早期单发性复发,相比于 OH 的多发性复发(60.9%)而言,有再次接受根治性治疗的机会。可

能的原因是微创手术对机体免疫力的负面影响较小^[28]、CO₂气腹可以更好地保护单核-巨噬细胞系统^[29]。虽然微创手术的病人复发后有更多机会接受根治性治疗,但是 3 组的总生存率却无明显差异,可能与样本量偏少有关。虽然该研究提供了基线一致的高水平证据证实了等效的肿瘤学治疗效果,但目前仍然缺乏大样本、多中心、前瞻性的随机对照研究,以评价 RAH 治疗 HCC 的围术期和长期肿瘤学治疗结果。

五、结语

达芬奇手术机器人可以覆盖 LH 治疗 HCC 的所有适应证。由于器械优势,一些被认为在 LH 下难以完成的手术(如需重建重要管道的手术)均可在手术机器人辅助下顺利完成,这被认为扩展了微创肝切除的适应证。虽然微创手术的手术时间、肝脏缺血时间均较 OH 长,而重大并发症发生率、R0 切除率、5 年总生存率及无病生存率差异均无统计学意义,但是我们仍然优先推荐微创手术尤其是机器人手术,因为可减少住院时间,直接降低院内感染的发生率,这在当前新型冠状病毒感染疫情流行的形势下尤为重要。同时,微创手术后复发的病人有更多机会接受再次根治性治疗,此也是推荐理由之一。随着 5G 技术、虚拟-现实技术、3D 打印技术的发展,曾处于设想阶段的远程手术、实时导航手术等将更能体现机器人手术的优势。

RAH 治疗 HCC 是安全、可行、有效的。虽然达芬奇手术机器人的一些缺陷限制了其普及,但是手术机器人突破了腹腔镜手术短板,拓展了微创手术的适应证,是未来微创手术发展的方向。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, 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. DOI: 10. 3322/caac. 21660.
- [2] Vogel A, Cervantes A, Chau I, et al. Hepatocellular carcinoma: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up[J]. Ann Oncol, 2018, 29 (Suppl 4): iv238-iv255. DOI: 10. 1093/annonc/ndy308.
- [3] Coelho FF, Kruger JA, Fonseca GM, et al. Laparoscopic liver resection: experience based guidelines[J]. World J Gastrointest Surg, 2016, 8(1): 5-26. DOI: 10. 4240/wjgs. v8. i1. 5.
- [4] Han HS, Shehta A, Ahn S, et al. Laparoscopic versus open liver resection for hepatocellular carcinoma: case-matched study with propensity score matching[J]. J Hepatol, 2015, 63 (3): 643-650. DOI: 10. 1016/j. jhep. 2015. 04. 005.
- [5] Vigano L, Laurent A, Tayar C, et al. The learning curve in laparoscopic liver resection: improved feasibility and reproducibility[J]. Ann Surg, 2009, 250 (5): 772-782. DOI: 10. 1097/SLA. 0b013e3181bd93b2.
- [6] Zhu P, Liao W, Ding ZY, et al. Learning curve in robot-assisted laparoscopic liver resection[J]. J Gastrointest Surg, 2019, 23 (9): 1778-1787. DOI: 10. 1007/s11605-018-3689-x.
- [7] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 原发性肝癌诊疗指南(2022 年版)[J]. 肿瘤综合治疗电子杂志, 2022, 8(2): 16-53. DOI: 10. 12151/JMCM. 2022. 02-04.
- [8] 中国研究型医院学会微创外科学专业委员会. 乙型病毒性肝炎相关肝细胞癌围手术期抗病毒治疗规范[J]. 中华腔镜外科杂志(电子版), 2021, 14(3): 129-136. DOI: 10. 3877/cma. j. issn. 1674-6899. 2021. 03. 001.
- [9] Zheng JH, Feng X, Liang YL, et al. Safety and feasibility of laparoscopic liver resection for hepatocellular carcinoma with clinically significant portal hypertension: a propensity score-matched study[J]. Surg Endosc, 2021, 35 (7): 3267-3278. DOI: 10. 1007/s00464-020-07763-6.
- [10] Ayabe RI, Azimuddin A, Tran Cao HS. Robot-assisted liver resection: the real benefit so far[J]. Langenbecks Arch Surg, 2022, 407(5): 1779-1787. DOI: 10. 1007/s00423-022-02523-7.
- [11] Chong CC, Fuks D, Lee KF, et al. Propensity score-matched analysis comparing robotic and laparoscopic right and extended right hepatectomy[J]. JAMA Surg, 2022, 157 (5): 436-444. DOI: 10. 1001/jamasurg. 2022. 0161.
- [12] Zhang LL, Yuan QH, 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.
- [13] Coletta D, Levi Sandri GB, Giuliani G, et al. Robot-assisted versus conventional laparoscopic major hepatectomies: systematic review with meta-analysis[J]. Int J Med Robot, 2021, 17(3): e2218. DOI: 10. 1002/rcs. 2218.
- [14] 朱鹏, 廖威, 张必翔, 等. 机器人肝癌肝切除应用现状与前景[J]. 外科理论与实践, 2022, 27(2): 95-99. DOI: 10. 16139/j. 1007-9610. 2022. 02. 002.
- [15] 廖威, 张必翔, 朱鹏. 术中超声用于机器人辅助肝切除术[J]. 中国介入影像与治疗学, 2022, 19(12): 752-755. DOI: 10. 13929/j. issn. 1672-8475. 2022. 12. 005.
- [16] Zhu P, Liao W, Ding ZY, et al. Intraoperative ultrasonography of robot-assisted laparoscopic hepatectomy: initial experiences from 110 consecutive cases[J]. Surg Endosc, 2018, 32 (10): 4071-4077. DOI: 10. 1007/s00464-017-5854-9.
- [17] Zhu P, Lau WY, Chen YF, et al. Randomized clinical trial comparing infrahepatic inferior vena cava clamping with low central venous pressure in complex liver resections involving the Pringle manoeuvre[J]. Br J Surg, 2012, 99 (6): 781-788. DOI: 10. 1002/bjs. 8714.
- [18] 程琪, 朱鹏, 廖威, 等. 肝下腔静脉阻断技术在机器人辅助腹腔镜肝切除术中的应用效果[J]. 中华外科杂志, 2021, 59(1): 18-23. DOI: 10. 3760/cma. j. cn112139-20200831-000674.
- [19] di Benedetto F, Magistri P, di Sandro S, et al. Safety and efficacy of robotic vs open liver resection for hepatocellular carcinoma[J]. JAMA Surg, 2023, 158 (1): 46-54. DOI: 10. 1001/jamasurg. 2022. 5697.

(下转第 11 页)

- Gastroenterology, 2012, 142 (4): 796-804. DOI: 10. 1053/j. gastro. 2012. 01. 005.
- [25] Nawaz H, Fan CY, Kloke J, et al. Performance characteristics of endoscopic ultrasound in the staging of pancreatic cancer: a meta-analysis[J]. JOP, 2013, 14 (5): 484-497. DOI: 10. 6092/1590-8577/1512.
- [26] Gonzalo-Marin J, Vila JJ, Perez-Miranda M. Role of endoscopic ultrasound in the diagnosis of pancreatic cancer[J]. World J Gastrointest Oncol, 2014, 6 (9): 360-368. DOI: 10. 4251/wjgo. v6. i9. 360.
- [27] Ignee A, Jenssen C, Arcidiacono PG, et al. Endoscopic ultrasound elastography of small solid pancreatic lesions: a multicenter study[J]. Endoscopy, 2018, 50 (11): 1071-1079. DOI: 10. 1055/a-0588-4941.
- [28] Yamashita Y, Shimokawa T, Napoléon B, et al. Value of contrast-enhanced harmonic endoscopic ultrasonography with enhancement pattern for diagnosis of pancreatic cancer: a meta-analysis[J]. Dig Endosc, 2019, 31 (2): 125-133. DOI: 10. 1111/den. 13290.
- [29] 李晓青, 钱家鸣. 胃肠神经内分泌肿瘤和胰腺神经内分泌肿瘤的区别[J]. 临床肝胆病杂志, 2013, 29 (7): 492-495. DOI: 10. 3969/j. issn. 1001-5256. 2013. 07. 004.
- [30] Sotoudehmanesh R, Hedayat A, Shirazian N, et al. Endoscopic ultrasonography (EUS) in the localization of insulinoma[J]. Endocrine, 2007, 31 (3): 238-241. DOI: 10. 1007/s12020-007-0045-4.
- [31] Huang SF, Kuo IM, Lee CW, et al. Comparison study of gastrinomas between gastric and non-gastric origins[J]. World J Surg Oncol, 2015, 13: 202. DOI: 10. 1186/s12957-015-0614-6.
- [32] DeWitt JM, Arain M, Chang KJ, et al. Interventional endoscopic ultrasound: current status and future directions[J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2021, 19 (1): 24-40. DOI: 10. 1016/j. cgh. 2020. 09. 029.
- [33] Ikezawa K, Uehara H, Sakai A, et al. Risk of peritoneal carcinomatosis by endoscopic ultrasound-guided fine needle aspiration for pancreatic cancer[J]. J Gastroenterol, 2013, 48 (8): 966-972. DOI: 10. 1007/s00535-012-0693-x.
- [34] Du C, Chai NL, Linghu EQ, et al. Endoscopic ultrasound-guided injective ablative treatment of pancreatic cystic neoplasms[J]. World J Gastroenterol, 2020, 26 (23): 3213-3224. DOI: 10. 3748/wjg. v26. i23. 3213.
- [35] Teoh AYB, Dhir V, Kida M, et al. Consensus guidelines on the optimal management in interventional EUS procedures: results from the Asian EUS group RAND/UCLA expert panel[J]. Gut, 2018, 67 (7): 1209-1228. DOI: 10. 1136/gutjnl-2017-314341.
- [36] Armellini E, Crinò SF, Ballarè M, et al. Endoscopic ultrasound-guided ethanol ablation of pancreatic neuroendocrine tumours: a case study and literature review[J]. World J Gastrointest Endosc, 2016, 8 (3): 192-197. DOI: 10. 4253/wjge. v8. i3. 192.
- [37] Levy MJ, Alberts SR, Bamlet WR, et al. EUS-guided fine-needle injection of gemcitabine for locally advanced and metastatic pancreatic cancer[J]. Gastrointest Endosc, 2017, 86 (1): 161-169. DOI: 10. 1016/j. gie. 2016. 11. 014.
- [38] Kim SH, Shin EJ. Endoscopic ultrasound-guided fiducial placement for stereotactic body radiation therapy in pancreatic malignancy[J]. Clin Endosc, 2021, 54 (3): 314-323. DOI: 10. 5946/ce. 2021. 102.

(收稿日期: 2022-09-20)

(上接第 5 页)

- [20] Emmen AMLH, Görges B, Zwart MW, et al. Impact of shifting from laparoscopic to robotic surgery during 600 minimally invasive pancreatic and liver resections[J]. Surg Endosc, 2022; 1-14. DOI: 10. 1007/s00464-022-09735-4.
- [21] Zhu P, Liao W, Zhang WG, et al. A prospective study using propensity score matching to compare long-term survival outcomes after robotic-assisted, laparoscopic or open liver resection for patients with BCLC stage 0-a hepatocellular carcinoma[J]. Ann Surg, 2022. DOI: 10. 1097/SLA. 0000000000005380.
- [22] Goh BK, Lee SY, Chan CY, et al. Early experience with robot-assisted laparoscopic hepatobiliary and pancreatic surgery in Singapore: single-institution experience with 20 consecutive patients[J]. Singapore Med J, 2018, 59 (3): 133-138. DOI: 10. 11622/smedj. 2017092.
- [23] Görges B, Benedetti Cacciaguerra A, Lanari J, et al. Assessment of textbook outcome in laparoscopic and open liver surgery[J]. JAMA Surg, 2021, 156 (8): e212064. DOI: 10. 1001/jamasurg. 2021. 2064.
- [24] Magistri P, Catellani B, Frasson S, et al. Robotic liver resection versus percutaneous ablation for early HCC: short- and long-term results[J]. Cancers (Basel), 2020, 12 (12): 3578. DOI: 10. 3390/cancers12123578.
- [25] Lim C, Goumard C, Salloum C, et al. Outcomes after 3D laparoscopic and robotic liver resection for hepatocellular carcinoma: a multicenter comparative study[J]. Surg Endosc, 2021, 35 (7): 3258-3266. DOI: 10. 1007/s00464-020-07762-7.
- [26] European Association for the Study of the Liver. EASL clinical practice guidelines; management of hepatocellular carcinoma[J]. J Hepatol, 2018, 69 (1): 182-236. DOI: 10. 1016/j. jhep. 2018. 03. 019.
- [27] 王晓颖, 高强, 端猛, 等. 机器人辅助腹腔镜肝切除术 142 例报告[J]. 中国实用外科杂志, 2017, 37 (5): 548-551. DOI: 10. 19538/j. cjps. issn1005-2208. 2017. 05. 21.
- [28] Tang F, Tie Y, Tu CQ, et al. Surgical trauma-induced immunosuppression in cancer: recent advances and the potential therapies[J]. Clin Transl Med, 2020, 10 (1): 199-223. DOI: 10. 1002/ctm2. 24.
- [29] Gitzelmann CA, Mendoza-Sagaon M, Talamini MA, et al. Cell-mediated immune response is better preserved by laparoscopy than laparotomy[J]. Surgery, 2000, 127 (1): 65-71. DOI: 10. 1067/msy. 2000. 101152.

(收稿日期: 2022-12-21)