

达芬奇机器人手术系统在血管外科的应用进展

柴渊¹, 刘霞², 王磊¹, 郭松林¹, 雷世雄¹, 张章¹

(1. 空军军医大学第二附属医院血管外科 陕西 西安 710032; 2. 中国人民解放军第九三五—四部队八十分队 河北 遵化 064200)

摘要 达芬奇机器人手术系统在血管外科的应用主要集中于主动脉、髂动脉和股动脉闭塞治疗, 以及主动脉瘤和其他动脉瘤手术等。机器人辅助血管外科手术将传统腹腔镜手术与立体三维放大技术和超精密缝合技术准确结合起来, 其创伤小, 出血量少, 住院时间短, 具备较高的安全性和有效性。但由于达芬奇机器人手术系统发展时间较短, 故还需要进一步经验积累、技术改进和长期效果追踪才能确认术式远期疗效。本文通过查阅国内外血管外科领域相关文献, 进而对达芬奇机器人系统在该领域的应用现状进行总结。

关键词 机器人辅助手术; 血管外科; 微创

中图分类号 R608 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2023) 03-0193-06

Application progress of Da Vinci surgical system in vascular surgery

CHAI Yuan¹, LIU Xia², WANG Lei¹, GUO Songlin¹, LEI Shixiong¹, ZHANG Zhang¹

(1. Department of Vascular Surgery, the Second Affiliated Hospital of Air Force Military Medical University, Xi'an 710032, China; 2. Unit 80 of Troops 93514, People's Liberation Army of China, Zunhua 064200, China)

Abstract Da Vinci surgical system (DVSS) was mainly used to treat aortoiliac and femoral artery occlusion, aortic aneurysm and other arterial aneurysms in the field of vascular surgery. By accurately combining traditional laparoscopic surgery with 3D technology and ultra-precise suturing technique, robot-assisted vascular surgery has the advantages of smaller incision, less blood loss, shorter length of stay, and higher safety and effectiveness. However, further clinical practice, technical development and long-term follow-up of DVSS are needed to confirm its long-term efficacy. By analyzing the relevant literatures at home and abroad, the application status and progress of robot-assisted vascular surgery were summarized in this paper.

Key words Robot-assisted surgery; Vascular surgery; Minimally invasive

收稿日期: 2021-09-06 录用日期: 2022-05-08

Received Date: 2021-09-06 Accepted Date: 2022-05-08

基金项目: 陕西省重点研发计划项目 (2017ZDXM-SF-038)

Foundation Item: Key Research and Development Project of Shaanxi Province(2017ZDXM-SF-038)

通讯作者: 张章, Email: zhangz0613@163.com

Corresponding Author: ZHANG Zhang, Email: zhangz0613@163.com

引用格式: 柴渊, 刘霞, 王磊, 等. 达芬奇机器人手术系统在血管外科的应用进展[J]. 机器人外科学杂志(中英文), 2023, 4(3): 193-198.

Citation: CHAI Y, LIU X, WANG L, et al. Application progress of Da Vinci surgical system in vascular surgery[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2023, 4(3): 193-198.

传统开腹手术创伤大,对患者伤害大,且患者恢复周期长。达芬奇机器人手术系统(Da Vinci Surgical System, DVSS)因具备微创和精准的特点,自1998年Carpentier首次应用于心胸外科后^[1],其广泛应用于普通外科、泌尿外科、心胸外科及妇科等领域^[2]。DVSS在微创方面的发展是外科领域最大的突破之一,更是近年来微创领域的重要发展^[3]。本团队通过回顾分析现有文献,总结现阶段DVSS在国内外血管外科领域的应用现状。

1 DVSS 的临床应用

DVSS作为目前外科机器人手术系统的主流^[4],有着相对成熟的技术与应用,这项来源于美国远程手术操作系统思路的技术于21世纪初得到美国食品药品监督管理局(FDA)批准,并应用于腹腔镜手术。其组成包括外科医生负责的操作台、机器人手术系统连接的3(或4)套机械臂(包含各种外科器械)及视频系统。机器人手术具有10~15倍放大的三维视图^[4],而机械臂有完全模仿“人手”的“7个自由度”,两者可协助术者实现精准定位与器械操作^[5]。

DVSS于2000年7月首次同腔镜手术联合使用,2001年应用于泌尿外科,2002年11月应用于心胸外科的二尖瓣修补术,2005年应用于妇科领域并取得进展^[3]。在心血管外科领域,DVSS主要应用于二尖瓣成形术、冠状动脉旁路移植术、先天性心脏病矫正术、机器人心脏肿瘤切除术、心房纤颤及心力衰竭的外科治疗等。2007年3月中国人民解放军总医院心血管外科开展了国内首例达芬奇机器人辅助下二尖瓣成形术^[6]。有研究表明,机器人辅助冠状动脉旁路移植手术是一种治疗多支冠脉病变且安全、有效的综合性方法^[7]。中国人民解放军总医院开展

的多项机器人心脏手术(如二尖瓣成形、冠状动脉旁路移植等)为世界首创,位居世界技术尖端^[6]。南京医科大学第一附属医院心脏大血管外科回顾性分析了行改良机器人不停跳房间隔缺损(Atrial Septal Defect, ASD)修补术患者的临床资料后得出结论:改良机器人不停跳ASD修补术是安全、有效的,在术者学习曲线达稳态后其手术时间及体外循环(Cardiopulmonary Bypass, CPB)时间均趋于稳定;该术式可促使术者更快地完成镜下操作,减少患者的手术创伤,促进康复,具有良好的微创和美容效果^[8]。机器人手术系统在胸外科领域主要应用于肺切除、前纵隔切除术、后纵隔肿瘤机器人切除术、机器人食管切除术等。第1例使用机器人手术系统治疗原发性肺癌的手术由Melfi F M等人报道^[9-10]。第1例机器人手术系统辅助食管切除术采用达芬奇机器人经鼻道进行食管切除^[11],Kernstine K H等人^[12]首次报道了完全机械食管切除术。Cerfolio R J等人^[13]报道了第1例在胸部操作Ivor Lewis机器人辅助食管切除术。在泌尿外科领域,机器人手术系统尤其适合前列腺切除术,国际第1例前列腺切除术由Menon M等人^[14]报道。随后机器人手术系统广泛应用于机器人肾切除术、机器人膀胱切除术、肾盂成形术及输尿管再植入等。有研究证明,相比于开腹及腔镜手术,机器人肾盂成形术有更低的入路灌注率和住院时间^[15]。在妇科领域,机器人手术系统广泛应用于子宫切除术、卵巢切除术、卵巢囊肿切除术、子宫内膜异位症及淋巴结切除术等。有研究显示,与传统腔镜及开腹术相比,机器人子宫根治术的出血量更低、住院时间更短、术中及术后并发症发生率较低,具有良好的围手术期效果^[16]。目前,在胃肠外科领域,机器人外科手术因其较低的出血量和更短的住

院时间成为了临床医生行结直肠手术的首选，机器人手术系统的安全性和可行性在住院时间、术中出血量、淋巴结清扫率等方面同腹腔镜手术无显著差异 ($P>0.05$)。同时，与腹腔镜手术相比，机器人辅助右半结肠切除术由于手术时间更长及器材耗费更高，因此在手术推广方面产生了较多的争议^[17]。但在盆腔狭窄的治疗中，机器人手术系统辅助保留神经全直肠系膜切除术 (Total Mesorectum Excision, TME) 的住院时间显著低于腹腔镜手术组 (6.9d Vs 8.7d, $P<0.01$)^[18]。同时，在机器人肝细胞癌手术治疗中，其短期住院死亡率仅为 0，再发率仅 7.1%，其 2 年总生存率 94%，手术结果较为满意，但长期效果仍需后续追踪确定^[19]。

2 机器人手术系统在血管外科的应用

2.1 机器人辅助主动脉、髂动脉手术

2002 年，Wisselink W 等人^[20]在国际上首次报道了将机器人手术系统应用于血管外科。2016 年，Štádlér P 等人^[21]报道了 2005 年 11 月—2014 年 5 月进行的 310 例 DVSS 手术，包括腹主动脉瘤、髂总动脉瘤、脾动脉瘤等血管外科疾病的治疗。研究发现，机器人辅助手术最大的优势是血管吻合的速度较快和操作相对简单，证明了 DVSS 应用于血管外科的可行性。2020 年，Saaia S B 等人^[22]报道了 2013 年 1 月—2019 年 9 月行机器人辅助主动脉、髂动脉手术的一项研究，验证了机器人辅助手术具有微创、出血量少、狭窄空间内精准可视化操作的优势。2021 年，Rusch R 等人^[23]报道了机器人辅助降主动脉修复手术可行性研究，首次采用尸体模型验证了机器人在腔内血管领域的安全性和可行性。

2.2 机器人辅助主动脉瘤及其他动脉瘤手术

2006 年，Luke P 等人^[24]报道了国际第 1 例 DVSS 动脉瘤手术，通过机器人辅助腹腔镜手术切除了直径 2.5cm 的左肾动脉瘤，机器人辅助端端吻合重建肾动脉前下支。研究发现，在复杂血管瘤病例中机器人外科手术扩大了微创手术的适应证。2019 年，Giulianotti P C 等人^[25]报道了机器人辅助下肝血管瘤摘除术，相较于传统腹腔镜对肝实质的巨大损害，笔者提出了微创下保留肝实质的机器人辅助肝血管瘤摘除术。2017 年，WEI H B 等人^[26]报道了应用达芬奇机器人辅助腹腔镜手术治疗 1 例右侧肾动脉瘤扩张。手术时切除动脉瘤，重建肾动脉分支，术后随访期间患者右肾功能良好，证实了机器人辅助腹腔镜手术是一种安全、有效的手术方法，可作为复杂多发性肾动脉瘤手术的一种替代术式。2017 年，Sorokin I 等人^[27]报道了罂粟碱应用于周围动脉可缓解机器人辅助肾切除术中出现的肾动脉痉挛，改善肾脏缺血情况。2019 年，董毅等人^[28]报道的机器人辅助下“零缺血部分肾切除”与完全阻断肾动脉下部分肾切除术的对比研究，结果显示，机器人辅助手术可安全、有效地保护肾功能，防止因缺血导致的肾功能损伤。2020 年，Lin J C 等人^[29]报道了机器人辅助左肾动脉 CUFF 置入治愈 1 例胡桃夹综合征 (Nutcracker Syndrome, NCS) 患者，术后患者左侧腰背部疼痛及血尿症状完全消失。2020 年，Ossola P 等人^[30]报道了通过文献检索进行机器人辅助下与腹腔镜下脾动脉切除术的对比研究，结果发现，两组均无病例死亡及术后再干预，在术后出血量和住院时间方面，机器人辅助手术与腹腔镜下脾动脉切除术有差异，但其研究结果需更多的随访数据来进一步验证。

2.3 机器人辅助手术治疗正中弓状韧带压迫综合征

正中弓状韧带压迫综合征 (Median Arcuate Ligament Syndrome, MALS), 又称腹腔干动脉压迫综合征 (Celiac Artery Compression Syndrome, CACS), 是目前学术界争论的热点之一。CACS 是一种排除性诊断, 其临床表现为餐后腹痛、体重减轻和呕吐。目前有 4 种治疗方案: 韧带松解 + 腹腔干周围神经节切除、韧带松解 + 腹腔干动脉扩张、韧带松解 + 腹腔干重建、腹腔干支架。2015 年, Thoolen S J 等人^[31] 回顾性分析了 2012 年 9 月—2013 年 12 月 MALS 综合征患者的治疗情况。研究发现, 与传统开放手术相比, 机器人辅助手术治疗 MALS 在术后住院时间、进食时间、手术并发症、术中出血量、术后疼痛程度及伤口外观恢复等方面均具有明显优势, 并且机器人辅助手术治疗 MALS 可以避免术中更换手术方式, 保证手术可以安全、有效地进行^[32]。

2.4 机器人辅助下腔静脉滤器取出术及其他手术

2018 年, 王声政等人^[33] 报道了机器人辅助腹腔镜手术中静脉损伤的原因及处理, 研究发现, 微创机器人手术中血管损伤可能与多种原因有关, 其中以器械剪切损伤最为常见, 需根据血管损伤类型和血管破裂大小进行安全处置。2019 年, Owji S 等人^[34] 报道了 1 例机器人辅助下腔静脉滤器取出术, 手术中成功取出损坏的永久性支架, 解除了患者长期恶心、腹痛、腹胀、便秘等症状, 长期随访无并发症发生。2019 年, 张荣杰等人^[35] 探究了达芬奇机器人手术系统辅助下腔静脉滤器取出术的临床疗效。该研究回顾性分析了陆军军医大学第一附属医院血管外科收治的亚洲首例行达芬奇机器人手术系统辅助下腔静脉滤器取出术患者的临床资

料。研究证明, 达芬奇机器人手术系统辅助下腔静脉滤器取出术是安全、可行的。2019 年, 马帅军等人^[36] 报道了机器人辅助下腔静脉瘤栓切除术的安全性及可行性, 研究对象为肾癌合并下腔静脉瘤栓患者。研究发现, 根治性肾切除及下腔静脉瘤栓切除术有效延长了患者生存期, 且机器人辅助下腔静脉瘤栓切除术是安全、可行的。2021 年, Shidei H 等人^[37] 行机器人辅助实验大鼠肺组织活检, 成功实施了 8mm 直径静脉血管缝合。

3 机器人手术系统在血管外科的优劣势

3.1 机器人手术系统的优势

本文总结了 DVSS 优势, 认为其可以使术者在更短手术时间内安全、精准地完成复杂的手术操作: ① DVSS 可提供 10~15 倍放大的三维视图和灵活的机械臂, 可协助术者实现精准定位与简捷的器械操作, 快速实现血管吻合。② DVSS 在冠状动脉旁路移植手术、改良不停跳 ASD 修补术、主髂动脉吻合、辅助腹腔镜各类扩张性血管疾病相关手术及治疗 MALS 等方面均是有效、可行的^[38]。③ DVSS 有助于术者在肾动脉、肠系膜上动脉这类狭小空间中进行精准可视化操作, 对狭窄术野的血管吻合具有显著的优势, 可减少患者的手术创伤, 促进康复, 具有良好的微创和美容效果。其中低出血量、低住院时间、低并发症发生率、低死亡率、较高的术后生存率等优势促使临床医生将 DVSS 纳入常规治疗, 扩大了 DVSS 在微创手术中的适应证, 并将其应用于复杂术式 (如多发性肾动脉瘤)。④ DVSS 联合药物 (如罂粟碱) 可安全、有效地保护肾功能, 可防止因缺血导致的肾功能损伤。⑤ DVSS 将传统腹腔镜手术与立体三维

放大技术及超精密缝合技术准确结合起来，且机器人辅助外科手术的血管吻合速度较快，操作相对简单。⑥机器人辅助系统既可以克服传统腔镜手术造成的器械操作困难及因长时间血管吻合带来的动脉夹闭，又可用于大动脉血管粥样硬化斑块切除、血栓及血管内膜剥脱、补片及人工血管移植、血管吻合、腹主动脉瘤的动脉重建后瘤腔关闭、内脏动脉（如肾动脉、脾动脉）重建、机器人辅助下腔静脉滤器取出术及下腔静脉瘤栓切除术，可作为未来血管外科医生的常规治疗手段。

3.2 机器人手术系统的劣势

在某些疾病的手术治疗方面，DVSS 较难发挥出其优势，给临床医生带来更长的操作时间及更大的耗材花费。因此，DVSS 在临床应用与推广方面存在一定局限性和争议。此外，微创机器人外科手术也会导致血管损伤。这可能与多种因素有关，其中以器械剪切损伤最为常见，需根据血管损伤类型和血管破裂大小进行安全处理。相对其他成熟的外科技术而言，DVSS 发展时间较短，还需要进一步的经验积累、技术改进和长期效果追踪，才能确定其远期疗效。同时，由于传统腹腔镜主动脉手术的学习曲线和手术时间较长，即使在机器人辅助下，腹腔镜主动脉、髂动脉手术在器械操作方面仍然相对复杂，还需进一步的临床试验来探索 DVSS 的临床潜力和价值。

4 总结与展望

目前，DVSS 在血管外科领域的应用具有一定的局限性，其近期疗效安全、可靠，但还需要更多的临床研究以追踪其远期疗效。此外，随着大数据时代智能机器人技术的发展，以及机器人技术与腔内血管外科手术操作的相结合，

DVSS 将朝着技术化发展（更精准、更专业的手术配置）、智能化发展（针对患者个体数据建立模型，与国内乃至世界人体解剖数据库匹配、对比，以减少患者术中因器官变异造成手术延搁，减少患者手术并发症及改善疾病预后）、可视化发展（促进术者将人体解剖存在的个体化差异与人体解剖数据库结合^[39]），从而推动 DVSS 在血管外科的应用和发展。

参考文献

- [1] Fujita T, Hata H, Shimahara Y, et al. Initial experience with internal mammary artery harvesting with the da Vinci surgical system for minimally invasive direct coronary artery bypass[J]. *Surg Today*, 2014, 44(12): 2281–2286.
- [2] 郝迎学, 张荣杰. 机器人手术系统在血管外科中的应用与展望[J]. *第三军医大学学报*, 2019, 41(24): 2366–2369.
- [3] Ng A T, Tam P C. Current status of robot-assisted surgery[J]. *Hong Kong Med J*, 2014, 20(3): 241–250.
- [4] 吴志远, 李拥军. 达芬奇机器人系统在血管外科的应用现状[J]. *中国普外基础与临床杂志*, 2016, 23(9): 1142–1145.
- [5] Desgranges P, Bourriez A, Javerliat I, et al. Robotically assisted aorto-femoral bypass grafting: lessons learned from our initial experience[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2004, 27(5): 507–511.
- [6] 杨明, 高长青. 机器人心脏手术的应用现状[J]. *中国微创外科杂志*, 2012, 12(7): 586–589, 593.
- [7] GAO C Q, YANG M, WU Y, et al. Hybrid coronary revascularization by endoscopic robotic coronary artery bypass grafting on beating heart and stent placement[J]. *Ann Thorac Surg*, 2009, 87(3): 737–741.
- [8] 唐义虎, 吴延虎, 周景昕, 等. 达芬奇系统下改良不停跳房间隔缺损修补及学习曲线的临床研究[J]. *中国临床研究*, 2020, 33(10): 1314–1319.
- [9] Melfi F M, Menconi G F, Mariani A M, et al. Early experience with robotic technology for thoracoscopic surgery[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2002, 21(5): 864–868.
- [10] Kumar A, Asaf B B. Robotic thoracic surgery: the state of the art[J]. *J Minim Access Surg*, 2015, 11(1): 60–67.
- [11] Kajiwara N, Kakihana M, Usuda J, et al. Extended indications for robotic surgery for posterior mediastinal tumors[J]. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*, 2012, 20(3): 308–313.

- [12] Kernstine K H, DeArmond D T, Shamoun D M, et al. The first series of completely robotic esophagectomies with three-field lymphadenectomy: initial experience[J]. *Surg Endosc*, 2007, 21(12): 2285–2292.
- [13] Cerfolio R J, Bryant A S, Hawn M T. Technical aspects and early results of robotic esophagectomy with chest anastomosis[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2013, 145(1): 90–96.
- [14] Menon M, Shrivastava A, Tewari A, et al. Laparoscopic and robot assisted radical prostatectomy: establishment of a structured program and preliminary analysis of outcomes[J]. *J Urol*, 2002, 168(3): 945–949.
- [15] Yu H Y, Hevelone N D, Lipsitz S R, et al. Comparative analysis of outcomes and costs following open radical cystectomy versus robot-assisted laparoscopic radical cystectomy: results from the US Nationwide Inpatient Sample[J]. *Eur Urol*, 2012, 61(6): 1239–1244.
- [16] Weinberg L, Rao S, Escobar P F. Robotic surgery in gynecology: an updated systematic review[J]. *Obstet Gynecol Int*, 2011. DOI: 10.1155/2011/852061.
- [17] deSouza A L, Prasad L M, Park J J, et al. Robotic assistance in right hemicolectomy: is there a role?[J]. *Dis Colon Rectum*, 2010, 53(7): 1000–1006.
- [18] Baik S H, Ko Y T, Kang C M, et al. Robotic tumor-specific mesorectal excision of rectal cancer: short-term outcome of a pilot randomized trial[J]. *Surg Endosc*, 2008, 22(7): 1601–1608.
- [19] Tung K L, Tang C N, Lai E C, et al. Robot-assisted laparoscopic approach of management for Mirizzi syndrome[J]. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2013, 23(1): e17–e21.
- [20] Wisselink W, Cuesta M A, Gracia C, et al. Robot-assisted laparoscopic aortobifemoral bypass for aortoiliac occlusive disease: a report of two cases[J]. *J Vasc Surg*, 2002, 36(5): 1079–1082.
- [21] Štádlér P, Dvořáček L, Vitásek P, et al. Robot assisted aortic and non-aortic vascular operations[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2016, 52(1): 22–28.
- [22] Saaia S B, Rabtsun A A, Popova I V, et al. Robotic-assisted operations for pathology of the aortoiliac segment: own experience [J]. *Angiol Sosud Khir*, 2020, 26(4): 90–96.
- [23] Rusch R, Hoffmann G, Cremer J, et al. Repair of the descending thoracic aorta using minimally invasive endoscopic Robot-assisted surgery: a feasibility study with the Da Vinci XI system in a cadaver model[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2021. DOI: 10.1093/ejcts/ezab400.
- [24] Luke P, Knudsen B E, Nguan C Y, et al. Robot-assisted laparoscopic renal artery aneurysm reconstruction[J]. *J Vasc Surg*, 2006, 44(3): 651–653.
- [25] Giulianotti P C, Bustos R, Valle V, et al. Robot-assisted enucleation of gigantic liver hemangiomas: case series of 3 patients[J]. *Int J Surg Case Rep*, 2019. DOI: 10.1016/j.ijscr.2019.06.033.
- [26] WEI H B, QI X L, LIU F, et al. Robot-assisted laparoscopic reconstructed management of multiple aneurysms in renal artery primary bifurcations: a case report and literature review[J]. *BMC Urol*, 2017, 17(1): 96.
- [27] Sorokin I, Stevens S L, Cadeddu J A. Periarterial papaverine to treat renal artery vasospasm during robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy[J]. *J Robot Surg*, 2018, 12(1): 189–191.
- [28] 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 T₁(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.
- [29] Lin J C, Ranasinghe B, Patel A, et al. Robot-assisted laparoscopic placement of extravascular stent for nutcracker syndrome[J]. *J Vasc Surg Cases Innov Tech*, 2020, 6(3): 346–347.
- [30] Ossola P, Mascioli F, Coletta D. Laparoscopic and robotic surgery for splenic artery aneurysm: a systematic review[J]. *Ann Vasc Surg*, 2020. DOI: 10.1016/j.avsg.2020.05.037.
- [31] Thoolen S J, van der Vliet W J, Kent T S, et al. Technique and outcomes of robot-assisted median arcuate ligament release for celiac artery compression syndrome[J]. *J Vasc Surg*, 2015, 61(5): 1278–1284.
- [32] Goodall R, Langridge B, Onida S, et al. Median arcuate ligament syndrome[J]. *J Vasc Surg*, 2020. DOI: 10.1016/j.jvs.2019.11.012.
- [33] 王声政, 张雪培, 朱照伟, 等. 机器人辅助腹腔镜手术中静脉损伤的原因及处理 [J]. *临床泌尿外科杂志*, 2018, 33(6): 443–445.
- [34] Owji S, Lu T, Loh T M, et al. Robotic-assisted inferior vena cava filter retrieval[J]. *Methodist Debaque Cardiovasc J*, 2017, 13(1): 34–36.
- [35] 张荣杰, 孙龙, 杨世伟, 等. 达芬奇机器人手术系统辅助下腔静脉滤器取出术的临床疗效 [J]. *中华腔镜外科杂志 (电子版)*, 2019, 12(5): 292–297.
- [36] 马帅军, 张龙龙, 张斌, 等. 机器人辅助腹腔镜下腔静脉滤器取出术 10 例随访分析 [J]. *现代泌尿生殖肿瘤杂志*, 2019, 11(2): 68–70, 75.
- [37] Shidei H, Mitsuboshi S, Akihiro K, et al. Robot-assisted thoracoscopic surgery using a narrow-profile vascular stapler through an 8-mm robotic port[J]. *J Surg Case Rep*, 2021, 2021(4): rjab157.
- [38] Do M V, Smith T A, Bazan H A, et al. Laparoscopic versus robot-assisted surgery for median arcuate ligament syndrome[J]. *Surg Endosc*, 2013, 27(11): 4060–4066.
- [39] Hagen M E, Diaper J, Douissard J, et al. Early experience with intraoperative leak test using a blend of methylene blue and indocyanine green during robotic gastric bypass surgery[J]. *Obes Surg*, 2019, 29(3): 949–952.