

达芬奇机器人与胸腔镜在肺癌淋巴结整块清扫中的对比研究

苟云久¹, 王兵^{1,2}, 金大成¹, 贺晓阳^{1,2}, 杨宁^{1,2}, 张斯渊^{1,2}, 柏启州¹

(1. 甘肃省人民医院胸外科 甘肃 兰州 730030; 2. 甘肃中医药大学 甘肃 兰州 730030)

摘要 目的: 评价机器人辅助胸腔手术(Robot-assisted thoracic surgery, RATS)与传统胸腔镜手术(Video-assisted thoracic surgery, VATS)在肺癌淋巴结整块清扫中的临床疗效。方法: 回顾性分析 2017 年 5 月~2019 年 12 月在甘肃省人民医院接受达芬奇机器人和胸腔镜进行淋巴结整块清扫手术的 128 例肺癌患者的临床资料, 分别为 RATS 组与 VATS 组, 其中接受 RATS 的患者 56 例, VATS 72 例。结果: RATS 组与 VATS 组相比, 手术时间(171.31min Vs 154.26min, $P=0.026$)、术中失血量(62.29ml Vs 92.73ml, $P=0.031$)、术后引流时间(5.72d Vs 7.13d, $P=0.043$)、总引流量(1 105.76ml Vs 1 434.62ml, $P=0.017$)、术后住院时间(7.25d Vs 9.36d, $P=0.003$)、淋巴结清扫总数(17.38 个 Vs 12.93 个, $P=0.045$)比较, 差异具有统计学意义。而两组术后并发症比较, 差异没有统计学意义($P>0.05$)。但 RATS 组在进行左肺上叶手术时以及清扫 2、4、7 组淋巴结时比 VATS 组更具有显著优势, 差异有统计学意义($P<0.05$)。结论: 机器人系统在肺癌根治术淋巴结清扫中, 操作安全、创伤小, 且在清扫胸部淋巴结时更加有效, 更利于患者的术后恢复, 能减少复发及转移的可能性, 使患者切实获益。

关键词 肺癌; 胸腔镜; 达芬奇机器人; 微创手术; 淋巴结清扫

中图分类号 R654 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721(2020)02-0134-07

收稿日期: 2020-02-12 录用日期: 2020-05-12

Received Date: 2020-02-12 Accepted Date: 2020-05-12

基金项目: 甘肃省卫生行业科研计划项目(GSWSKY2017-56)

Foundation Item: Supported Program of Health Industry Scientific Research Project of Gansu Province (GSWSKY2017-56)

通讯作者: 柏启州, Email: baiqizhou1981@aliyun.com

Corresponding Author: BAI Qizhou, Email: baiqizhou1981@aliyun.com

引用格式: 苟云久, 王兵, 金大成, 等. 达芬奇机器人与胸腔镜在肺癌淋巴结整块清扫中的对比研究[J]. 机器人外科学杂志, 2020, 1(2):134-140.

Citation: GOU Y J, WANG B, JIN D C, et al. Comparative study between Da Vinci robot and thoracoscopy in whole lymph node dissection of lung cancer[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2020, 1(2):134-140.

Comparative study between Da Vinci robot and thoracoscopy in whole lymph node dissection of lung cancer

GOU Yunjiu¹, WANG Bing^{1,2}, JIN Dacheng¹, HE Xiaoyang^{1,2}, YANG Ning^{1,2}, ZHANG Siyuan^{1,2}, BAI Qizhou¹

(1. Department of Thoracic Surgery of Gansu Provincial Hospital, Lanzhou 730030, China; 2. Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730030, China)

Abstract Objective: To evaluate the clinical efficacy of robot-assisted thoracic surgery (RATS) and traditional thoracoscopic surgery (VATS) in lung cancer lymph node dissection. **Methods:** 128 patients with lung cancer who underwent whole lymph node dissection by Da Vinci robot and thoracoscopy in our hospital from May 2017 to December 2019 were selected, 56 patients received RATS and 72 patients received VATS. The clinical data was analyzed with SPSS22.0 software. **Results:** RATS group Vs VATS group, surgery time (171.31min Vs 154.26min; $P=0.026$), intraoperative blood loss (62.29ml Vs 92.73ml, $P=0.031$), postoperative drainage time (5.72d Vs 7.13d, $P=0.043$), total drainage volume (1105.76ml Vs 1434.62ml, $P=0.017$), postoperative hospital stay (7.25d Vs 9.36d, $P=0.003$), total lymph node dissection (17.38 Vs 12.93, $P=0.045$), the difference was statistically significant. There was no significant difference between the two groups on postoperative complications ($P>0.05$). However, the RATS group had a significant advantage over the VATS group in the operation on the upper lobe of left lung and the dissection of 2, 4 and 7 groups of lymph node ($P<0.05$). **Conclusion:** The robot system is safe and effective in lymph node dissection of lung cancer. It is more effective and conducive to the postoperative recovery of patients in chest lymph node dissection, which also could lower the possibility of recurrence and metastasis.

Key words Lung cancer; Thoracoscopic; Da Vinci robot; Minimally invasive surgery; Lymph node dissection

肺癌的发病率和死亡率在我国均为第一^[1]。当前肺癌的治疗包括手术切除、化学药物治疗以及放疗，其中手术切除病变肺组织和清扫邻近淋巴结是关键^[2]。近10年胸腔镜肺叶切除在我国普遍开展，其安全性和微创性已获得医师们的广泛认可^[3]，技术流程也在不断改进^[4]。近年来机器人手术广受欢迎，RATS在各地医院开始取代VATS^[5]。RATS在技术上具有更大的优势，稳定的3D视野、滤除抖动的机械臂可以更精准安全地进行肺叶切除^[6]。但是，手术如何进行系统淋巴结清扫仍有争议。国内大多研究认为，采用全胸腔镜可以在肺癌手术时进行系统淋巴结安全清扫，部分融合淋巴结也能整块切除，

但在切除大量融合淋巴结时则比较困难，比如清扫左肺上叶淋巴结时^[7-8]。而机器人系统在淋巴结清扫上更为有利，已被很多应用机器人系统的外科医生所认可。本研究对笔者单位达芬奇机器人与胸腔镜行肺叶切除和整块纵膈淋巴结清扫治疗肺癌作对比分析，初步研究讨论了临床非小细胞肺癌患者行胸腔镜和机器人手术后淋巴结清扫的质量。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析2017年5月~2019年12月甘肃省人民医院收治的128例行肺癌淋巴结整块清

扫的患者临床资料。所有患者按术式分为 RATS 组 (56 例) 和 VATS 组 (72 例)。所有患者符合 NCCN 指南肺癌的临床诊断标准。TNM 分期为 I ~ II 期; 所有入组患者均经术中冰冻病理或术后病理明确诊断为肺癌。本研究经院伦理协会审批同意, 患者及家属了解研究内容并自愿签署知情同意书。

排除标准: ①肺周围软组织良性病灶手术, 如支气管扩张、毁损肺、肺囊肿、肺结核和肺的血管瘤等; ②癌灶累及肺动脉的主干以及腔静脉; ③ III 期肺癌, 直径 >5cm, 明显肺门、纵膈淋巴结肿大; ④胸膜腔弥漫致密粘连; ⑤转开腹手术者; ⑥心肺功能不能耐受单肺通气。

RATS 组采用机器人肺叶切除并整块纵膈淋巴结清扫术, VATS 组则采用常规胸腔镜手术, 手术方式见参考文献^[9]。本研究由两名研究人员分别独立收集资料, 再由第三人汇总, 出现分歧一起讨论解决。

1.2 观察指标

本研究中共纳入 15 项指标。患者的一般资料包括年龄、性别、肿瘤大小、手术方法、手术部位、病理结果、术前 PaO₂。围术期的指标包括手术时间、术中出血量、淋巴结清扫总数、术后引流时间和引流量、住院时间; 两组术中胸内淋巴结分组清扫情况; 两组并发症发生情况。

1.3 统计学方法

本研究所有数据采用 SPSS 22.0 统计学软件进行分析。连续性资料的统计用均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 描述, 使用 *t* 检验比较。分类资料的统计用样本量及样本量占总样本量的百分比 (%) 来描述, 采用 χ^2 检验进行比较。P < 0.05 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般基线资料比较

两组患者的年龄、性别、肿瘤大小、手术方式、手术部位、病理结果、PaO₂ 等指标比较, 差异无统计学意义 (P > 0.05), 具有可比性。

2.2 两组患者围术期指标比较

RATS 组术中出血量、引流时间、引流量和住院时间较 VATS 组少, 淋巴结清扫总数较 VATS 组多, 手术时间较 VATS 组长, 差异有统计学意义 (P < 0.05), 见表 1。

2.3 两组患者并发症比较

RATS 组出现皮下气肿 3 例 (5.36%), 气胸 2 例 (3.57%), 并发症发生率为 8.93% (5/56); VATS 组出现气胸 4 例 (5.56%), 皮下气肿 3 例 (4.17%), 肺部感染 2 例 (2.77%), 并发症发生率为 12.50% (9/72)。两组比较, 差异无统计学意义 ($\chi^2=2.326$, P > 0.05)。

2.4 两组患者淋巴结清扫情况比较

将淋巴结清扫按组别进行统计, RATS 组在进行左肺上叶手术时以及清扫 2、4、7 组淋巴结时比 VATS 组更具优势, 差异有统计学意义 (P < 0.05), 见表 2。

3 讨论

近年来, 肺癌的发病率和死亡率仍在持续上升, 临床上主要通过外科切除术和放化疗综合治疗肺癌。在强有力治疗肺癌的非手术方法未出现之前, 手术仍是肺癌患者首选及最根本的方法^[10]。患者在术前往往已在血液或淋巴液中形成了微小转移灶, 手术可能导致癌细胞残留甚至播散。因此, 目前肺癌术后 5 年生存率仍很低^[11]。近年来, 随着医疗技术不断地发展

表 1 患者一般临床资料 [($\bar{x} \pm s$), 例 (%)]Table 1 General clinical data of selected patients [($\bar{x} \pm s$), n (%)]

临床资料	RATS 组 ($n=56$)	VATS 组 ($n=72$)	χ^2/t 值	P 值
年龄 (岁)	63.13 \pm 9.38	61.36 \pm 10.06	1.263	0.394
性别			0.165	0.749
男	33 (58.9)	42 (58.3)		
女	23 (41.1)	30 (41.7)		
肿瘤大小 (mm)	30.19 \pm 13.33	31.63 \pm 12.57	-0.106	0.624
手术方式			3.858	0.159
肺叶切除术	53 (94.6)	67 (93.1)		
肺段切除术	3 (5.4)	5 (6.9)		
病理结果			9.83	0.567
腺癌	27 (48.2)	34 (47.2)		
鳞癌	28 (50.0)	35 (48.6)		
其他	1 (1.8)	3 (4.2)		
术前 PaO ₂ (mmHg)	94.19 \pm 2.35	94.36 \pm 2.27	0.368	0.268
手术时间 (min)	171.31 \pm 54.01	154.26 \pm 43.47	1.344	0.026 ^a
出血量 (ml)	62.29 \pm 32.53	92.73 \pm 59.05	1.661	0.031 ^a
淋巴结清扫总数 (个)	17.38 \pm 9.06	12.93 \pm 5.67	1.706	0.045 ^a
术后引流时间 (d)	5.72 \pm 3.65	7.13 \pm 3.15	0.687	0.043 ^a
总引流量 (ml)	1105.76 \pm 639.74	1434.62 \pm 837.31	-0.561	0.017 ^a
术后住院时间 (d)	7.25 \pm 4.32	9.36 \pm 5.25	-4.532	0.003 ^a

注：a 为两组差异具有统计学意义。

表 2 淋巴结整块清扫的亚组分析结果

Table 2 Subgroup analysis result after whole lymph node dissection

切除部位	例数 (RAT/VAT)	上纵膈淋巴结					下纵膈淋巴结					P 值
		1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	6 组	7 组	8 组	9 组		
左肺上叶	9/12	2/1	3/2	6/5	8/6	9/9	9/9	9/6	1/0	2/1	0.041 ^a	
左肺下叶	11/16	0/0	1/1	5/5	2/1	1/1	1/0	11/10	7/6	4/5	0.126	
右肺上叶	10/14	2/2	4/2	8/6	10/8	-	-	11/9	2/1	1/1	0.063	
右肺中叶	7/6	0/0	2/0	2/2	2/1	-	-	2/1	4/3	1/1	0.374	
右肺下叶	16/19	0/0	1/1	6/5	3/1	-	-	15/12	14/16	8/8	0.381	
单侧肺全切	3/5	2/1	2/1	3/2	3/2	3/2	3/2	3/1	2/1	1/1	0.131	
合计	56/72	6/4	13/7	30/25	28/19	13/12	13/11	51/39	30/27	17/17	0.045 ^a	
P 值	-	0.312	0.031 ^a	0.247	0.021 ^a	-	-	0.017 ^a	0.272	0.131	-	

注：统计方法为 χ^2 检验；a 表示两组差异具有统计学意义。

完善,胸腔镜和机器人先后被引入到手术治疗肺癌中,它们均具有创伤小、疗效好、康复快等优势,得到广大医师们的认可。但同时加大了手术难度,进而导致病变部分切除不完整和淋巴结清扫不彻底^[12]。笔者团队在临床实践中发现,机器人在病变切除和淋巴清扫时效果会更好,同时查阅文献发现多数研究与我们的观点相同^[13-16]。我院自2016年装机达芬奇手术系统以来,我科共完成达芬奇机器人肺叶切除189例,通过收集临床数据加以统计处理分析,发现机器人术中失血量、术后胸腔引流时间、引流量、术后住院时间明显低于胸腔镜,说明达芬奇机器人手术对患者的创伤比胸腔镜更小。术中总淋巴结清扫数目更多,亚组分析每组淋巴结清扫情况发现,机器人辅助下进行左肺上叶手术时以及清扫2、4、7组淋巴结时比胸腔镜手术更具有显著优势,差异有统计学意义。

目前,机器人系统的安全性与有效性已被广泛证实,其在肺部及纵膈淋巴结清扫上的优势也被很多使用机器人系统的外科医生所认可,机器人治疗非小细胞肺癌较传统腔镜有术后住院天数少、术后胸引天数少等优势,一定程度上可帮助患者快速康复。另外,由于传统腔镜在清扫淋巴结时较困难,往往无法切除整块淋巴结,且出血量大,影响患者预后。虽然清扫整块淋巴结可能需要花费较长时间,但总体来讲,有益于患者恢复,一定程度上避免复发及转移的可能性^[16-17]。笔者发现,采用解剖式操作的术式能很容易地将支气管旁及叶间的淋巴结清除。而在肺叶切除的手术中,左肺上叶的动脉往往因变异大、分支多,且广泛浸润病变和肿大的淋巴结使肺门结构变形,因此广大医师一致认为左肺上叶的切除难度最大^[18]。原因包括叶间淋巴结粘连和融合肿大、隆突下淋巴结或巨大肿瘤挤压肺门、解剖变异,叶裂不全

等解剖因素以及胸腔镜手术二维视野、暴露不良等器械因素^[18]。而机器人系统则可克服上述缺陷,确保医师手术时完整地切除病变部分和彻底地清扫淋巴结。

近年来,为了评价微创手术在肺癌治疗中的质量,专家们将重点放在淋巴结清扫上^[19]。胸腔镜手术和机器人手术在住院时间、并发症发生率和生活质量方面与术后治疗效果密切相关,但有关肺癌患者长期预后的数据却是有限的^[20]。大多研究认为其预后生存是与肿瘤复发和淋巴转移有关,而肺癌主要转移途径为淋巴转移^[19-22]。因与淋巴结转移的风险有关,所以清扫足够数量的阳性淋巴结无疑是医师需要考虑的基本因素^[21]。目前非小细胞肺癌患者的淋巴结清扫主要取决于手术方法和患者的临床分期,而淋巴结分期的准确性对手术策略又起着至关重要的作用^[22]。有建议指出,应至少清扫3个纵膈淋巴结和肺门淋巴结,以实现适当的分期^[23]。有研究认为,为了分期准确,所有患者均应行CT扫描和PET检查,而可疑病例还应配合超声支气管内镜诊断系统(Endobroncheal ultrasonography, EBUS)或纵膈镜检查^[24]。但发现即使经过尽可能准确的临床分期,仍有约1/3的患者在手术后观察到术前未被怀疑的淋巴结转移^[24]。另外还有一个明显影响淋巴结切除质量的因素是外科技术^[25]。具体来说,对淋巴结的解剖与外科医生的经验直接相关,在不同的研究中,淋巴结清扫结果不同。笔者认为,单纯的淋巴结清扫可能是导致这种现象的主要原因,淋巴结和淋巴管的破坏可能会促使淋巴转移,并导致肿瘤细胞污染手术野,进而导致肿瘤逃逸。笔者通过对淋巴结进行整块清扫发现,与单个淋巴结清扫相比,整块清扫可明显降低肿瘤的复发率和转移率。

当前,国内外研究认为,无论采用何种方法进行肺癌手术,均应对淋巴结进行系统清扫^[7]。

目前，临床上仍普遍使用胸腔镜手术或开放手术治疗非小细胞肺癌，但患者预后效果不甚理想^[18]。研究表明，胸腔镜肺叶切除与开放手术相比，肿瘤的术后复发率和转移率未见明显降低，且全胸腔镜手术对淋巴结大量融合就显得尤为困难^[7]。而达芬奇机器人具有10倍放大视野的高清晰度3D摄像机、360°旋转的器械臂和振动消除系统，动作幅度非常小，外科医生可以非常精准和稳定地进行淋巴结解剖，从而限制出血和其他术中并发症^[12]。机器人手术切除的优点包括：改进了三维可视化视野；增加了在有限操作空间的灵活性，使其在非常狭小的手术视野区域能够更好地进行淋巴清扫术，更容易地到达所有的肺门和纵膈淋巴结，避免误伤^[26]。由于机器人手术系统还可以确保机器人手术在淋巴结清扫期间舒适和安全地进行，及其更加接近真实的操作，外科医师更容易上手。缺乏胸腔镜经验的医师同样能完成机器人肺叶切除，学习周期更短^[27]。而胸腔镜更依赖外科医生的技术，其手术难度大，学习周期长，只有少数胸外科医师能够熟练开展^[7]。但目前机器人系统也存在以下主要问题^[12]：①达芬奇机器人费用较高，经济较贫困的地区需要综合考虑使用；②达芬奇机器人淋巴结清扫时间较长，整体的手术时间有所增加；③机器人手术系统缺乏触觉反馈。机器人肺切除手术的成功施行，需要一个由外科医生、外科技师、护士、麻醉医师和床边助手组成的强大团队才能完成。由于解剖性肺切除中肺血管结构的分离风险较大，而机器人手术系统缺乏触觉反馈，这需要外科医生具备更好的手术技巧才能安全地完成手术^[13]。

综上所述，达芬奇机器人系统在肺癌根治术淋巴结清扫中，操作安全可行、创伤小、在清扫胸部淋巴结时更加有效且更有利于患者的术后恢复，并能减少复发及转移的可能性。对于外科医生来说，机器人手术可以成为一种更

有价值的工具，为外科医生提供一种更加微创和安全的手术方法。达芬奇机器人系统适用于肺癌淋巴结的微创准确清扫，尤其在晚期非小细胞肺癌或复杂病例中具有良好的临床应用价值。

参考文献

- [1] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018: Globocan estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA: a cancer journal for clinicians, 2018, 68(6): 394-424.
- [2] Keenan R J, Landreneau R J, Maley R H Jr, et al. Segmental resection spares pulmonary function in patients with stage I lung cancer [J]. Annals of Thoracic Surgery, 2004, 78 (1): 228.
- [3] 曾智理, 李单青, 李力, 等. 电视胸腔镜辅助小切口肺叶切除治疗周围型肺癌 [J]. 中国微创外科杂志, 2009, 9(8): 694-695.
- [4] 王述民, 曲家骥, 侯维平, 等. 完全电视胸腔镜和胸腔镜辅助小切口型肺叶切除术 481 例 [J]. 中华胸心血管外科杂志, 2010, 26 (9): 310-311.
- [5] Swanson S J, D' Amico T A, Demmy T L, et al. Video-assisted thoracic surgery lobectomy: report of CALGB 39802—a prospective, multi-institution feasibility study [J]. Journal of Clinical Oncology, 2007, 25 (31): 4993.
- [6] van Hillegersberg R, Seesing M F, Brenkman H J, et al. Robot-assisted minimally invasive esophagectomy [J]. Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin, 2017, 88 (Suppl 1): 7-11.
- [7] McKenna R J Jr, Houck W, Fuller C B, et al. Video-assisted thoracic surgery lobectomy: experience with 1100 cases [J]. Ann Thorac Surg, 2006, 81 (2): 421-425.
- [8] 剑锋, 杨帆, 李运, 等. 连续 100 例全胸腔镜下肺叶切除术的临床分析 [J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2009, 16 (1): 1-5.
- [9] 柏启州, 苟云久, 于珺, 等. 达芬奇机器人左肺上叶切除术与淋巴结清除术治疗非小细胞肺癌的临床效果 [J]. 世界临床医学, 2017, 11 (23): 17.
- [10] Veronesi G. Robotic lobectomy and segmentectomy for lung cancer: results and operating technique [J]. Journal of Thoracic Disease, 2015, 7 (Suppl 2): S122.

- [11] Rinieri P, Peillon C, Sala N M, et al. Perioperative outcomes of video- and robot-assisted segmentectomies [J]. *Asian Cardiovascular & Thoracic Annals*, 2016, 24 (2): 145.
- [12] 马继龙, 金大成, 韩松辰, 等. 早期肺癌患者行达芬奇机器人与胸腔镜肺癌根治术的病例对照研究 [J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2019, 26 (1): 48–52.
- [13] Louie B E, Wilson J L, Kim S, et al. Comparison of Video-Assisted Thoracoscopic Surgery and Robotic Approaches for Clinical Stage I and Stage II Non-Small Cell Lung Cancer Using The Society of Thoracic Surgeons Database [J]. *Annals of Thoracic Surgery*, 2016, 102 (3): 917–924.
- [14] Demir A, Ayalp K, Ozkan B, et al. Robotic and video-assisted thoracic surgery lung segmentectomy for malignant and benign lesions [J]. *Interactive Cardiovascular & Thoracic Surgery*, 2014, 20 (3): 304.
- [15] BAO F, ZHANG C, YANG Y, et al. Comparison of robotic and video-assisted thoracic surgery for lung cancer: a propensity-matched analysis [J]. *Journal of Thoracic Disease*, 2016, 8 (7): 1798–1803.
- [16] WEI S Y, CHEN M H, NAN C, et al. Feasibility and safety of robot-assisted thoracic surgery for lung lobectomy in patients with non-small cell lung cancer: a systematic review and meta-analysis [J]. *World Journal of Surgical Oncology*, 2017, 15(1): 98.
- [17] 苟云久, 马继龙, 姚亮, 等. 达芬奇机器人和胸腔镜辅助胸外科手术治疗非小细胞肺癌有效性和安全性的 Meta 分析 [J]. *中国循证医学杂志*, 2017, 17 (6): 47–54.
- [18] Yan T D, Black D, Bannon P G, et al. Systematic review and meta-analysis of randomized and nonrandomized trials on safety and efficacy of video assisted thoracic surgery lobectomy for early-stage non-small-cell lung cancer [J]. *J Clin Oncol*, 2009, 27(15): 2553–2562.
- [19] Dziedzic R, Marjanski T, Binczyk F, et al. Favourable outcomes in patients with early-stage non-small-cell lung cancer operated on by video-assisted thoracoscopic surgery: a propensity score-matched analysis [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2018, 54(3): 547–553.
- [20] Wei B, Eldaif S M, Cerfolio R J. Robotic lung resection for non-small cell lung cancer [J]. *Surg Oncol Clin N Am*, 2016, 25(3): 515–531.
- [21] Licht P B, Jørgensen O D, Ladegaard L, et al. A national study of nodal upstaging after thoracoscopic versus open lobectomy for clinical stage I lung cancer [J]. *Ann Thorac Surg*, 2013, 96(3): 943–949.
- [22] Rocha A T, McCormack M, Montana G, et al. Association between lower lobe location and upstaging for early-stage non-small cell lung cancer [J]. *Chest*, 2004, 125(4): 1424–1430.
- [23] Toosi K, Velez-Cubian F O, Glover J, et al. Upstaging and survival after robotic-assisted thoracoscopic lobectomy for non-small cell lung cancer [J]. *Surgery*, 2016, 160(5): 1211–1218.
- [24] Rocha A T, McCormack M, Montana G, et al. Association between lower lobe location and upstaging for early-stage non-small cell lung cancer [J]. *Chest*, 2004, 125(4): 1424–1430.
- [25] Lee B E, Shapiro M, Rutledge J R, et al. Nodal upstaging in robotic and video assisted thoracic surgery lobectomy for clinical N0 lung cancer [J]. *Ann Thorac Surg*, 2015, 100(1): 229–233.
- [26] Byrn J C, Schluender S, Divino C M, et al. Three-dimensional imaging improves surgical performance for both novice and experienced operators using the Da Vinci Robot System [J]. *Am J Surg*, 2007, 193 (4): 519–522.
- [27] Brian E L, Alexander S F, Aye R W. Early experience with robotic lung resection results in similar operative outcomes and morbidity when compared with matched video-assisted thoracoscopic surgery cases [J]. *Ann Thorac Surg*, 2012, 93 (5): 1598–1605.