

编者按 近年来,机器人辅助单孔腹腔镜手术在全球外科领域具有重要的研究价值、良好的应用前景和广阔的发展空间。随着微创技术的发展,医生和患者都期待无瘢痕微创手术的实现。机器人辅助单孔腹腔镜手术无疑是最接近此目标的方法之一,其不仅具有单孔腹腔镜手术微创、美观、少痛、恢复快等优点,同时也具有机器人独有的3D手术视野和更加符合人体工程学等优势。机器人辅助单孔腹腔镜手术是微创理念在外科手术领域的深化应用,也是微创手术未来发展的重要方向。本专栏主要介绍了机器人辅助单孔腹腔镜手术在肺癌根治术和根治性前列腺切除术等方面的应用现状和进展,以期抛砖引玉,引起外科领域专家的学术共鸣和探讨,共同推进机器人辅助单孔腹腔镜手术的发展。

标准四孔与改良单操作孔达芬奇机器人手术在肺癌根治术中的近期疗效比较

蒋彬,熊刚,魏巍,董大铃,汪超,杨康

(贵黔国际总医院胸心外科 贵州 贵阳 550024)

摘要 **目的:**比较标准四孔与改良单操作孔达芬奇机器人手术在肺癌根治术中的近期疗效,探索改良单操作孔达芬奇机器人肺癌根治术的可行性与安全性。**方法:**回顾性分析贵黔国际总医院胸心外科2019年12月—2021年10月接受达芬奇机器人肺癌根治术的74例患者的临床资料,根据切口选择的不同分为标准四孔组(共38例,2019年12月3日—2021年4月8日完成手术)和改良单操作孔组(共36例,2021年4月16日—2021年10月26日完成手术)。比较两组患者达芬奇机器人系统的装机时间、手术时间、术中出血量、淋巴结清扫数量、术后引流量、胸管留置时间、术后并发症、肋骨骨折发生率、出院时疼痛评分、出院时间等指标。**结果:**两组患者均无中转开胸及围手术期死亡病例。两组患者手术时间、术中出血量、淋巴结清扫数量、胸管留置时间、并发症发生情况、术后出院时间比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。而改良单操作孔组与标准四孔组比较,术后总引流量少、装机时间短、肋骨骨折发生率和出院时疼痛评分较低,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论:**改良单操作孔达芬奇机器人肺癌根治术是安全、可行的,其较标准四孔达芬奇机器人肺癌根治术具有一定的优势。

关键词 机器人辅助手术;单操作孔;肺叶切除术;肺癌

中图分类号 R608 R655.3 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721(2022)06-0435-07

收稿日期:2021-12-27 录用日期:2022-03-07

Received Date: 2021-12-27 Accepted Date: 2022-03-07

通讯作者:杨康, Email: yangkangmh@126.com

Corresponding Author: YANG Kang, Email: yangkangmh@126.com

引用格式: 蒋彬,熊刚,魏巍,等.标准四孔与改良单操作孔达芬奇机器人手术在肺癌根治术中的近期疗效比较[J].机器人外科学杂志(中英文),2022,3(6):435-441.

Citation: JIANG B, XIONG G, WEI W, et al. Short-term outcomes of radical resection of lung cancer under standardized four-port Vs modified single-port Da Vinci robot-assisted surgery [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2022, 3(6): 435-441.

Short-term outcomes of radical resection of lung cancer under standardized four-port Vs modified single-port Da Vinci robot-assisted surgery

JIANG Bin, XIONG Gang, WEI Wei, DONG Daling, WANG Chao, YANG Kang

(Department of Cardiothoracic Surgery, Guiqian International General Hospital, Guiyang 550024, China)

Abstract **Objective:** To compare the short-term postoperative outcomes of radical lobectomy in lung cancer under standardized four-port Vs modified single-port Da Vinci robot-assisted surgery and explore the feasibility and safety of modified single-port Da Vinci robot-assisted lobectomy. **Methods:** The clinical data of 74 patients underwent Da Vinci robot-assisted lobectomy for lung cancer from December 2019 to October 2021 were collected. All the patients were divided into standardized four-port group (completed from December 3, 2019 to April 8, 2021, 38 cases) and modified single-port group (completed from April 16, 2021 to October 26, 2021, 36 cases) based on different incisions. The docking time, operation time, intraoperative bleeding, lymph node dissection, postoperative drainage volume, chest tube duration, postoperative complications, incidence of rib fracture, pain score and hospital stay of the two groups were compared. **Results:** There were no conversion to open surgery or perioperative death in both groups. No significant differences on operation time, intraoperative bleeding, lymph node dissection, chest tube duration, postoperative complications and hospitalization stay after surgery were found between the two groups ($P>0.05$). Comparing with the four-port group, the modified single-port group had shorter docking time, less postoperative drainage volume, lower incidence of rib fracture and pain score ($P<0.05$). **Conclusion:** The modified single-port Da Vinci robot-assisted lobectomy for lung cancer is safe and feasible, which has certain advantages over the standardized four-port approach.

Key words Robot-assisted surgery; Single-port; Pulmonary lobectomy; Lung cancer

肺癌是我国发病率和死亡率最高的恶性肿瘤^[1],肺叶切除术+系统性淋巴结清扫是治疗早中期非小细胞肺癌(Non-small Cell Lung Cancer, NSCLC)手术的金标准。电视胸腔镜下肺叶切除+纵隔淋巴结清扫术已取代传统开放手术,并成为主流手术方式。达芬奇机器人手术代表着精准微创手术的未来和前进方向,在肺癌外科中的临床应用已有二十余年,其有效性和安全性已得到广泛的认可,正在被越来越多的胸外科医生所采用^[2]。国内达芬奇机器人辅助胸腔手术(Robot-assisted Thoracic Surgery, RATS)一般采用四孔法(1个达芬奇机器人镜孔+2个达芬奇操作孔+1个助手辅助操作孔)^[3-4]。贵黔国际总医院胸心外科2019年12月—2021年

4月实施的达芬奇机器人辅助肺癌根治术也采用此切口路径。相较目前广泛使用的单孔胸腔镜或单操作孔胸腔镜手术,标准四孔达芬奇机器人手术的切口增多,且具有较高的术中肋骨骨折发生率,与患者美容的要求和微创快速康复的意愿有一定偏差,这阻碍了RATS在临床中的推广。随着临床经验的积累,贵黔国际总医院胸心外科借鉴单操作孔胸腔镜的切口设计,在改良单操作孔下进行达芬奇机器人肺癌根治术,取得了良好的围手术期效果^[5]。本研究通过比较标准四孔与改良单操作孔达芬奇机器人肺癌根治术的围手术期数据,探索改良单操作孔达芬奇机器人肺癌根治术的安全性和优势,现将结果报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取2019年12月3日—2021年10月26日贵黔国际总医院胸心外科行达芬奇机器人肺癌手术的患者95例，其中74例行肺叶切除术+系统性淋巴结清扫术患者被纳入研究。纳入标准：

①术前胸部CT发现肺部结节或肿块，经评估可行根治性切除；②手术方式为肺叶切除+系统性纵隔淋巴结清扫术；③术后病理为NSCLC，术后病理分期为ⅠA期~ⅢA期；④既往无肺部手术史。排除标准：①全肺切除或联合肺叶切除、肺段或楔形切除；②病理证实为良性肿瘤或小细胞肺癌。行达芬奇肺癌根治术74例患者按照切口设计不同进行分组，标准四孔组共38例(2019年12月3日—2021年4月8日完成)，采用8-8-5-7肋间标准切口；改良单操作孔组共36例(2021年4月16日—2021年10月26日完成)，采用8-6肋间改良单操作孔切口。所有手术均由度过达芬奇机器人肺手术学习曲线的同一主刀医生(通讯作者)完成。

1.2 方法

1.2.1 麻醉与体位

患者采用全身麻醉，双腔气管插管；取健侧卧位，腋下垫高，双手前伸置于托板上，呈折刀位(如图1~2)；术中健侧单肺通气。

1.2.2 Trocar 位置和切口

标准四孔组选择腋后线第8肋间长1.2cm切口为进镜孔，肩胛线第8肋间和腋前线第5肋间长0.8cm切口为左右臂器械孔，腋前线与腋中线间第7肋间取长3~4cm切口并置入切口保护套作为助手辅助孔，助手术中通过该孔进行协助显露视野，释放切割闭合器，取出手术标本等操作。

改良单操作孔组选择腋后线第8肋间长0.8cm切口、腋前线与腋中线第6肋间长3~4cm切口，由第6肋间切口上缘进镜，达芬奇机器人左右臂分别经第8肋间切口和第6肋间切口下缘进胸。助手通过第6肋间切口协助手术(如图1~4)。

1.2.3 病变的探查和切除

标准四孔组和改良单操作孔组分别有4例和7例患者先予以病灶楔形切除，保证切缘距离病灶>2cm，术中冰冻明确为肺癌后继续行肺叶切除术+纵隔淋巴结清扫术。两组分别有34例和29例患者术前明确病理诊断为NSCLC，直接行肺叶切除术+纵隔淋巴结清扫术。所有患者均经腋后线第8肋间切口留置胸管。

1.3 收集指标

收集手术效果相关指标和术后指标，手术效果相关指标包括装机时间(助手切皮到主刀开始操作达芬奇机器人的时间)、手术时间(切皮到切口缝合完毕的时间)、出血量、淋巴结清扫数量；术后指标包括术后总引流量、胸管留置时间、术后并发症情况(包括肺部感染、乳糜胸、喉返神经损伤、心律失常，单个患者发生多种并发症按1例计算)、切口疼痛评分、肋骨骨折、术后住院时间。

1.4 统计学方法

应用统计学软件SPSS 19.0分析数据，年龄、装机时间等为计量资料，符合正态分布，以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)进行统计描述，采用两独立样本 t 检验进行统计分析；性别、吸烟史等计数资料采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法。检验水准 $\alpha=0.05$ 。



图 1 左侧胸壁切口设计

Figure 1 Incisions on the left thoracic wall



图 2 右侧胸壁切口设计

Figure 2 Incisions on the right thoracic wall



图 3 术中情况

Figure 3 Intraoperative view



图 4 术后切口

Figure 4 Postoperative incision

2 结果

2.1 两组患者基本情况比较

本研究为回顾性研究，标准四孔组和改良单操作孔组的选择完全根据手术日期区间决定，两组患者性别、年龄、既往史、肿瘤位置、病理分期、病理类型等基本资料比较，差异无统计学意义 ($P>0.05$)，见表 1。

2.2 两组患者术中指标比较

两组患者装机时间比较，改良单操作孔组较标准四孔组明显缩短，差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。而两组患者手术时间、术中出血量和淋巴清扫数量比较，差异无统计学意义 ($P>0.05$)，见表 2。

2.3 两组患者术后指标比较

两组患者术后胸管留置时间、并发症发生率、术后出院时间比较，差异无统计学意义 ($P>0.05$)；而术后总引流量、肋骨骨折发生率和疼痛评分比较，改良单操作孔组较标准四孔组具有明显优势，差异有统计学意义 ($P<0.05$)，见表 3。

3 讨论

RATS 是具有划时代意义的微创技术，代表着微创技术的方向与未来^[6-9]。与电视胸腔镜比较，达芬奇机器人拥有更高清的三维视野、更高的稳定性，且操作臂机械腕具有双向共 540° 的旋转角度，因此其解剖操作更精细，术中和

表 1 两组患者的基本资料情况
Table 1 Clinical data of the two groups of patients

项目	标准四孔组	改良单操作孔组	t/χ^2 值	P 值
性别 [例 (%)]			0.571	0.450
男	17 (44.7)	13 (36.1)		
女	21 (55.3)	23 (63.9)		
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	60.13 $\pm$ 11.13	59.39 $\pm$ 10.46	0.295	0.769
既往史 [例 (%)]				
吸烟史	15 (39.5)	13 (36.1)	0.089	0.766
高血压	10 (26.3)	8 (22.2)	0.074	0.785
冠心病	3 (7.9)	5 (13.9)	—	0.474
糖尿病	5 (13.2)	4 (11.1)	—	—
其他合并症	13 (34.2)	6 (16.7)	2.982	0.084
肿瘤位置 [例 (%)]			5.436	0.245
右肺上叶	16 (42.1)	10 (27.8)		
右肺中叶	3 (7.9)	1 (2.8)		
右肺下叶	7 (18.4)	7 (19.4)		
左肺上叶	7 (18.4)	6 (16.7)		
左肺下叶	5 (13.2)	12 (33.3)		
病理分期 [例 (%)] ^a			2.702	0.609
I A 期	22 (57.9)	22 (61.1)		
I B 期	2 (5.3)	4 (11.1)		
II A 期	1 (2.6)	2 (5.6)		
II B 期	6 (15.8)	5 (13.9)		
III A 期	7 (18.4)	3 (8.3)		
术中先楔切 [例 (%)]	4 (10.5)	7 (19.4)	0.875	0.350
病理类型 [例 (%)]			—	1.0
鳞癌	4 (10.5)	3 (8.3)		
腺癌	34 (89.5)	33 (91.7)		

注：a. 肺癌术后病理分期参照 2017 AJCC 第 8 版；—. 表示无数值，此处数据类型适用 Fisher 确切概率法，无 χ^2 值。

表 2 两组患者术中指标比较 ($\bar{x} \pm s$)
Table 2 Comparison of intraoperative indicators between the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	装机时间 (min)	手术时间 (min)	术中出血量 (ml)	淋巴结清扫数量 (枚)
标准四孔组	38	28.00 $\pm$ 4.20	217.13 $\pm$ 55.57	108.16 $\pm$ 57.92	14.53 $\pm$ 7.18
改良单操作孔组	36	6.06 $\pm$ 1.26	198.00 $\pm$ 39.76	84.72 $\pm$ 46.01	13.83 $\pm$ 3.88
t 值		30.743	1.695	1.932	0.520
P 值		0.001	0.094	0.057	0.605

表 3 两组患者术后指标比较

Table 3 Comparison of postoperative indicators between the two groups of patients

项目	标准四孔组	改良单操作孔组	t/χ^2 值	P 值
术后总引流量 ($\bar{x} \pm s$, ml)	866.24 $\pm$ 256.25	723.33 $\pm$ 241.60	2.465	0.016
胸管留置时间 ($\bar{x} \pm s$, d)	4.08 $\pm$ 1.36	3.69 $\pm$ 0.89	1.429	0.157
并发症 [例 (%)]	5 (13.2)	2 (5.6)	—	0.431
肋骨骨折 [例 (%)]	12 (31.6)	0 (0)	13.57	0.000
疼痛评分 ($\bar{x} \pm s$, 分)	2.34 $\pm$ 1.10	1.36 $\pm$ 0.72	4.563	0.000
术后出院时间 ($\bar{x} \pm s$, d)	6.84 $\pm$ 1.55	6.06 $\pm$ 1.96	1.92	0.059

注：肋骨骨折发生于术中但经术后复查胸部 CT 明确，归为术后并发症；疼痛评分时间选择出院前 1d。

术后并发症更少，淋巴结清扫效果更佳^[10]。本研究中所有患者行机器人辅助肺癌根治术后无中转开胸，均顺利完成预定手术，说明达芬奇机器人辅助肺癌根治术的安全性较高。

达芬奇胸外科手术的切口设计无统一标准，四孔（机器人三臂 + 助手辅助孔）为最常见的打孔方式，此遵循 Sasaki M 等人^[11]提出的“三角形”原则。前期本团队选择 8-8-5-7 四孔法^[2]，即腋后线第 8 肋间作为观察孔，肩胛下角线第 8 肋间及腋前线第 5 肋间作为两个机械臂孔，腋前线与腋中线间第 7 肋间取长约 3cm 助手辅助孔。该切口设计基本可以使所有肺叶切除手术及纵隔淋巴结清扫术顺利完成，本研究中前 38 例肺癌根治术患者均采用这种切口布局。

四孔达芬奇机器人辅助肺癌手术在患者胸壁留下 4 个切口瘢痕。本团队在实践过程中发现，因肩胛线第 8 肋间处肋间隙狭窄，而达芬奇手术系统无触觉反馈，机械臂对肋骨、肋间神经的挤压明显，在胸腔内操作，尤其是大范围移动操作臂时，患者发生局部肋骨骨折的几率较大，术后残留较剧烈的术后疼痛。在标准四孔组中，有 5 例患者（5/38，13.2%）发生了肋骨骨折。

为了减少切口数量，增加美容效果，减少肋骨骨折的发生，减轻术后疼痛，国内以浙江

大学第二附属医院胸外科范军强教授等人^[5]为代表的专家开始尝试两切口的改良单操作孔达芬奇机器人辅助肺癌根治术，贵黔国际总医院也是国内较早且常规进行两切口达芬奇机器人手术的单位。本研究中，共 36 例患者采用改良单操作孔切口达芬奇机器人手术。

本团队进行手术过程中，改良单操作孔采用腋后线第 8 肋间、腋前线与腋中线之间第 6 肋间两切口，直接将 Trocar 与达芬奇手术系统相连接，省略对接步骤，所以改良单操作孔装机时间明显更短。本研究结果显示，两组患者在总手术时间、术中出血量、淋巴结清扫数量及胸管留置时间、术后一般并发症发生率方面比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。但改良单操作孔可以减少切口数量，增加切口美容效果，并且因为省去了肩胛线第 8 肋间切口，未出现肋骨骨折，所以患者出院前切口疼痛症状明显减轻。虽然操作孔装机时间较短，但是随着切口的减少，手术操作难度也随之加大，所以两组患者在总手术时间方面无明显统计学差异。

改良单操作孔达芬奇手术对主刀医生要求更高，因为理想的达芬奇手术中各臂之间至少要有 1 拳（8cm）的间距，呈“一”字型排

开或呈“三角形”，各臂之间基本不会发生碰撞现象。而改良单操作孔镜孔与其中一操作臂距离 3~4cm，远小于理想的 8cm 距离，在操作中容易发生操作臂“打架”现象，且观察镜与两个操作臂呈“正三角形”，与惯用的视野不相同，主刀医生对术野空间结构深刻的理解和娴熟的操作技能可以减少或避免此现象。另外，在改良单操作孔达芬奇手术中，助手通过安装镜孔臂和一条操作臂的辅助孔进胸辅助，操作角度和活动范围受限，助手的手术参与度有所下降，更依靠主刀医生本人暴露视野、达芬奇操作臂相互配合进而提供组织张力来进行操作。在离断血管、支气管、肺裂时，助手可以取出辅助孔的操作臂，在主刀医生机器人单臂配合下完成重要结构的离断，此时助手通过位于腋前线与腋中线之间的第 6 肋间切口进胸操作，类似于单孔或单操作孔胸腔镜，操作方便且熟悉。

综上所述，改良单操作孔达芬奇机器人辅助肺癌手术是安全、可行的，值得进一步推广，但该术式对主刀医生的技术要求较高，需要由具有丰富达芬奇机器人手术经验的专家完成。本团队注意到，改良单操作孔达芬奇手术仅仅是对胸壁切口的数量和位置进行改良，随着单孔达芬奇机器人的引进及国产机器人的投入^[12]，更微创的达芬奇机器人辅助肺根治术切口必然出现，并可惠及更多胸外科肺癌手术患者。

参考文献

- [1] ZHANG S W, SUN K X, ZHENG R S, et al. Cancer incidence and mortality in China, 2015[J]. J Natl Cancer Cent, 2021, 1(1): 2-11.
- [2] 罗清泉, 王述民, 李鹤成, 等. 机器人辅助肺癌手术中国临床专家共识 [J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2020, 27(10): 1119-1126.
- [3] 孟浩, 王希龙, 许世广, 等. 达芬奇机器人手术系统胸外科手术切口选择: 661 例手术经验分析 [J]. 临床军医杂志, 2016, 44(6): 556-562.
- [4] 李重武, 黄佳, 李剑涛, 等. 连续 1000 例机器人辅助胸腔镜肺部手术回顾性分析 [J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2019, 26(1): 42-47.
- [5] 陈栋, 范军强, 韩乐洋. 单孔胸腔镜治疗老年早期非小细胞型肺癌临床诊疗体会 [J]. 浙江创伤外科, 2020, 25(5): 868-870.
- [6] Lanfranco A R, Castlanelanos A E, Desai J P, et al. Robotic surgery: a current perspective[J]. Ann Surg, 2004, 239(1): 14-21.
- [7] Matsumoto J, Hiyama N, Yanagiya M. The current status and future of robot-assisted thoracic surgery[J]. Kyobu Geka, 2020, 73(4): 250-255.
- [8] Nakamura H. Systematic review of published studies on safety and efficacy of thoracoscopic and robot-assisted lobectomy for lung cancer[J]. Ann Thorac Cardiovasc Surg, 2014, 20(2): 93-98.
- [9] Haruki T, Kubouchi Y, Takagi Y, et al. Comparison of medium-term survival outcomes between robot-assisted thoracoscopic surgery and video-assisted thoracoscopic surgery in treating primary lung cancer[J]. Gen Thorac Cardiovasc Surg, 2020, 68(9): 984-992.
- [10] Toker A, Özyurtkan M O, Kaba E, et al. Robotic anatomic lung resections: the initial experience and description of learning in 102 cases[J]. Surg Endosc, 2016, 30(2): 676-683.
- [11] Sasaki M, Hirai S, Kawabe M, et al. Triangel target principle for the placement of trocars during video-assisted thoracic surgery[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2005, 27(2): 307-312.
- [12] 李爱民, 李进华, 李建民, 等. 国产机器人妙手 S 系统远程手术实验研究 [J]. 腹部外科, 2016, 29(6): 473-477.