

早期肺癌患者行达芬奇机器人与胸腔镜肺癌根治术的患者对照研究



马继龙^{1,2}, 金大成^{1,2}, 韩松辰^{1,2}, 陈猛^{1,2}, 苟云久¹

1. 甘肃省人民医院 胸外科 (兰州 730000)

2. 甘肃中医药大学 (兰州 730000)

【摘要】 目的 对机器人辅助胸腔镜下肺癌根治术 (robot-assisted thoracic surgery, RATS) 和胸腔镜下肺癌根治术 (video-assisted thoracic surgery, VATS) 治疗早期肺癌患者的疗效进行客观评价。方法 回顾性分析了 2016 年 1 月至 2017 年 12 月甘肃省人民医院 80 例行肺癌根治术的患者的临床数据资料, 其中男 51 例、女 29 例, 年龄? 岁。VATS 组 43 人, RATS 组 37 例, 用 Stata v14.0 统计软件进行数据处理。结果 RATS 组手术时间明显较 VATS 组长 (172.21 min vs. 162.20 min, $P=0.018$)。RATS 组手术费用比 VATS 组高 (74 076.69 元 vs. 54 814.73 元, $P<0.001$)。RATS 组术后住院时间比 VATS 组短 (8.27 d vs. 10.76 d, $P=0.001$)。两组术中中转开胸人数 (3 vs. 0, $P=0.144$)、术中失血量 (61.29 ml vs. 90.63 ml, $P=0.213$)、淋巴结清扫总数量 (17.38 vs. 12.63, $P=0.095$)、术后引流流量 (1 406.76 ml vs. 1 514.60 ml, $P=0.617$) 以及术后引流管留置时间 (7.92 d vs. 7.20 d, $P=0.44$) 差异无统计学意义。结论 行肺癌根治手术的早期肺癌患者中, 机器人组术后住院时间明显比胸腔镜组短, 手术时间较胸腔镜组长, 其余近期手术指标与胸腔镜类似, 机器人手术没有明显优势; 但机器人在淋巴结清扫难度较大、周围组织粘连严重、解剖关系异常复杂的患者的治疗上有较大的优势。

【关键词】 ; ; ;

Robot-assisted thoracic surgery versus video-assisted thoracic surgery for early-stage lung cancer: a case control study

MA Jilong^{1,2}, JIN Dacheng^{1,2}, HAN Songchen^{1,2}, CHEN Meng^{1,2}, GOU Yunjiu¹

1. Department of Thoracic surgery, Gansu Provincial Hospital, Lanzhou, 730000, P.R.China

2. Gansu University of traditional Chinese Medicine, Lanzhou, 730000, P.R.China

Corresponding author: GOU Yunjiu, Email: gouyunjiu@163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the curative effect of robot-assisted thoracic surgery (RATS) and video-assisted thoracic surgery (VATS) for early stage lung cancer patients. **Methods** We retrospectively analyzed the clinical data of 80 patients with radical resection of lung cancer in Gansu Provincial Hospital between January 2016 and December 201. The patients were divided into two groups: 43 patients in a VATS group and 37 in a RATS group. There 51 males and 29 females at age of years. Data processing with STATA v14.0 Statistical Software. **Result** There were significant differences in the operative time, duration of hospital stay and operative costs between two groups. In the RATS group, operative duration was longer (172.21 minutes versus 162.20 minutes, $P=0.018$), cost was more expensive (74 076.69 yuan versus 54 814.73 yuan, $P<0.001$), and required significantly shorter hospital stay (8.27 days versus 10.76 days, $P=0.001$) compared with the VATS group. There was no statistical difference between the two groups in terms of conversion (3 versus 0; $P=0.144$), blood loss during operation (61.29 ml versus 90.63 ml, $P=0.213$), dissected lymph node number (17.38 versus 12.63; $P=0.095$), drainage volume (1 406.76 ml versus 1 514.60 ml, $P=0.617$) and the drainage time (7.92 days versus 7.20 days, $P=0.44$). **Conclusion** In the early lung cancer patients who underwent thoracic surgery, the postoperative hospitalization time of the RATS group is shorter than that of the VATS group, and the operation time was longer than that of the VATS group. The other short-term surgical indexes are similar to those of thoracoscopic surgery. However, the robot has great advantages in the treatment of patients with lymph node dissection, serious pleural adhesion and

DOI: 10.7507/1007-4848.201805002

通信作者: 苟云久, Email: gouyunjiu@163.com

complicated anatomical relationship.

【Key words】 Robot; thoracoscopy; lung cancer; minimally Invasive

肺癌根治术(包括切除病变肺组织和清扫肿瘤邻近部位淋巴结)和化学药物治疗是目前治疗早期肺癌(肿瘤分期为 I 期和 II 期)的主要手段,其中尤其以手术治疗最为关键^[1-4]。近数十年来,随着胸腔镜技术的发展和逐步改进,胸腔镜辅助下肺癌根治术(video-assisted thoracic surgery, VATS)治疗肺癌比传统开胸手术有更明显的优势^[5-8], VATS 逐渐发展成为治疗早期肺癌的常规术式^[9-10]。然而,胸腔镜手术器械的灵活度不足、术中视野不清晰等因素也限制了胸腔镜技术的进一步发展。近年来,随着机器人手术系统的出现,研究者们开始对微创手术进行了新的探索和定义,机器人手术也带来了微创外科手术史上的又一次意义重大的变革。机器人手术系统不仅弥补了传统胸腔镜手术器械灵活度不够的缺陷,同时,机器人系统还有着更加稳定清晰的 3D 视野,独有的抗震颤系统以及远程手术的能力等。

2002 年 Melfi 等^[11]首次报道了机器人辅助胸腔镜下的胸外科手术(robot-assisted thoracic surgery, RATS)。此后,机器人手术迅速引起了世界上诸多外科医生的兴趣,而对机器人手术的相关研究也证明机器人手术安全可行^[12-13]。FDA 已经批准将达芬奇机器人手术系统应用于包括胸外科在内的多种外科手术操作中。早期临床研究已经表明行 RATS 的患者术后住院时间较 VATS 明显缩短^[13-14];此外, RATS 患者术后结局与 VATS 患者相似^[15-16]。

为了研究我院机器人手术的安全性和手术效果,本研究分别提取我院行 RATS 和 VATS 的早期肺癌患者的短期手术指标数据进行综合性分析,以期对我院使用机器人使用情况做一客观评价。

1 资料与方法

1.1 临床资料

本文回顾性分析了 2016 年 1 月至 2017 年 12 月甘肃省人民医院 80 例行肺癌根治术的患者的临床资料。术前胸部 CT、纤维支气管镜、腹部超声、脑磁共振成像及骨扫描排除了肿瘤临床分期>III a 者。所有入组患者均经术前纤维支气管镜、术中冷冻病理或术后病理明确诊断为肺癌。

研究将所有患者分为 RATS 组和 VATS 组两组。两组入组条件相同,手术方式由患者自愿决定;所有患者在手术前均由患者的主治医生向患

者及其家属详细解释手术情况及相关并发症,患者及其家属同意手术,并签署手术知情同意书,本研究符合医学研究伦理委员会的规定。

由两名研究人员独立从病历中收集手术数据,最后由第三人汇总两组数据,出现分歧则通过与第三人讨论解决。

1.2 结局指标

本研究中共纳入 17 项指标,并将指标分为两类,患者一般资料包括年龄、性别、肿瘤大小、手术方法、手术部位、病理、动脉血氧饱和度(PaO₂)和术前血糖。手术近期结局指标包括手术时间(从麻醉开始至手术结束)、出血量、手术清扫淋巴结总数目、术后总引流量、术后引流时间、术后住院时间和住院总费用。

1.3 统计学分析

本研究连续性变量的计算结果用均值±标准差($\bar{x}\pm s$)描述,两组计量资料比较采用 *t* 检验。分类变量以样本数和样本所占总样本百分比描述,采用卡方检验进行比较。*P*<0.05 则认为差异有统计学意义。所有分析均采用 Stata v14.0 统计软件(Statacorp LP, College Station, TX)进行。

2 结果

两组患者的年龄、性别、肿瘤大小、手术方式、手术部位、病理、PaO₂、术前血糖、术前合并症数目等指标差异无统计学意义(表 1)。

两组手术时间、住院时间、住院费用等方面差异有统计学意义。RATS 组手术时间明显较 VATS 组长(172.21 min vs. 162.20 min, *P*=0.018)。RATS 组手术费用比 VATS 组高(74 076.69 元 vs. 54 814.73 元, *P*<0.001)。RATS 组术后住院时间比 VATS 组短(8.27 d vs. 10.76 d, *P*=0.001)。两组术中中转开胸例数(3 vs. 0, *P*=0.144),术中失血量(61.29 ml vs. 90.63 ml, *P*=0.213)、淋巴结清扫总数量(17.38 vs. 12.63, *P*=0.095),术后引流量(1 406.76 ml vs. 1 514.60 ml, *P*=0.617)以及术后引流管放置时间(7.92 d vs. 7.20 d, *P*=0.440),差异无统计学意义(表 2)。

3 讨论

本研究结果表明, RATS 组患者术后住院明显较 VATS 组短, RATS 组手术时间较 VATS 组长, RATS 组手术费用比 VATS 组高,两组术中出血量、

表 1 两组患者临床资料比较 [$\bar{x}\pm s$ /例 (%)]

临床资料	机器人组 (n=37)	胸腔镜组 (n=43)	χ^2 值/ t 值	P 值
年龄	61.14±9.38	58.36±11.06	1.063	0.292
性别			0.036	0.849
男	26 (32.5)	25 (31.3)		
女	11 (13.7)	18 (22.5)		
肿瘤大小 (mm)	29.89±14.73	30.33±17.47	-0.096	0.924
手术方式			3.558	0.059
肺叶切除术	36 (58.1)	39 (33.9)		
肺段切除术	1 (1.6)	4 (6.5)		
切除位置			2.074	0.839
右肺上叶	8 (10.0)	12 (15.0)		
右肺中叶	2 (2.50)	4 (5.0)		
右肺下叶	11 (13.8)	10 (12.5)		
左肺上叶	5 (6.25)	10 (12.5)		
左肺下叶	8 (10.0)	5 (6.3)		
单侧肺全切	3 (3.75)	2 (2.5)		
病理			9.83	0.067
腺癌	16 (20.0)	22 (27.5)		
鳞癌	20 (25.0)	18 (22.5)		
其他	1 (1.25)	3 (3.75)		
氧合	94.59±2.60	94.24±2.47	0.538	0.593
术前合并症数目	1.96±1.11	2.25±1.69	-0.656	0.516
术前血糖 (mmol/L)	6.86±1.43	7.50±1.89	-1.489	0.142

表 2 术后临床结果 [$\bar{x}\pm s$ /例 (%)]

临床资料	机器人组 (n=37)	胸腔镜组 (n=43)	χ^2 值/ t 值	P 值
手术时间 (min)	172.21±53.21	162.20±48.27	2.484	0.018
中转	3 (3.75)	0 (0)	2.13	0.144
失血量 (ml)	61.29±22.53	90.63±59.05	1.263	0.213
淋巴结清扫 总数目	17.38±9.06	12.63±5.67	1.706	0.095
总引流量 (ml)	1 405.76±759.71	1 514.60±937.11	-0.503	0.617
术后引流时 间 (d)	7.92±3.85	7.20±3.12	0.777	0.44
术后住院时 间 (d)	8.27±4.48	10.76±6.31	-3.742	0.001
住院总花费 (元)	74 076.69±12 560.29	54 814.73±12 213.99	5.989	<0.001

术后引流时间差异无统计学意义。

本研究中, RATS 组患者术后住院时间比 VATS 组短, 与其他研究结果类似^[15, 17-18]。相比较于胸腔镜器械, 机器人手术器械有着灵活的具有 7 个自由度的内腕, 成像系统更加稳定清晰, 有着更高清的 3D 视野, 放大倍数高, 以及机器人独有的过滤震颤等功能, 这些优势使机器人比胸腔镜操作更精确, 副损伤更小, 患者术后并发症少, 因此 RATS 组患者术后恢复速度更快, 节约住院时间^[19]。以往的研究表明, 机器人手术患者的淋巴结清扫数多于胸腔镜手术^[3, 4, 20-23]。本研究中, RATS 组平均淋巴结清扫数量较 VATS 组多 (17.38 vs. 12.63, $P=0.095$), 但两组间淋巴结清扫数目差异无统计学意义, 这可能与本研究纳入患者的样本量较小相关, 统计结果难以体现出两组之间的差异。纵隔和肺门部淋巴结位置较深, 邻近解剖关系复杂, 血管密度大, 术中易出血, 因此一直以来纵隔和肺门淋巴结的清扫是对医生技术和对手术器械灵活性的重大考验^[24]。而机器人手术系统具有更灵活的器械, 使得其在复杂解剖结构的解剖, 深部组织的分离和淋巴结切除上比胸腔镜更加精确, 副损伤更小, 也在一定程度上缩短了患者术后住院时间^[18]。

本研究中, RATS 组需要更长的手术时间, 此前多项关于机器人手术的研究也得出了类似的结论, 但本研究中手术平均时间较其他研究略长^[15, 17, 25-27], 原因可能包括: (1) 各个研究中手术时间的计算方式不同, 本研究纳入的手术时间是从开始对患者实施麻醉到最终手术结束为止, 而多数研究中对手术时间定义为切片到缝皮结束, 因此容易导致研究结果之间的不同; (2) 本中心开展 RATS 肺切除人数较少, 部分患者尚处于学习曲线上升阶段, 助手连接机器人手臂的时间略长; (3) 本研究中 RATS 组患者淋巴结清扫数目比 VATS 组多, 术中清扫淋巴结越多, 手术时间也更长, 这可能也是机器人手术时间更长的重要因素。但随着手术人数增多, 手术经验增多, RATS 肺切除的时间一定会逐渐缩短。而且, 由于机器人手术副损伤小, 术后并发症少, 恢复快, 术后住院时间也将进一步缩短。

传统胸腔镜手术中, 扶胸腔镜的通常是有刚上临床的医学生或住院医师, 由于对手术过程的不熟悉、与术者之间的配合不够默契, 经常引起视野不清或操作视野不稳定, 术者的判断可能因此会被误导, 导致整个手术过程耗时长, 术中副损伤增加^[28-29]。但在机器人手术中, 腔镜镜头是由术者自己通

过操控台调整的,对术野的暴露更加随心所欲,与胸腔镜相比,机器人手术视野更稳定准确,操作更精准,减小了术中不必要的时间损耗^[30-31]。

然而,本研究也反映了目前机器人手术面临的诸多挑战。机器人术中无力反馈,术者难以更直观的感受病变部位的触感,这使术者在术中一些操作中不能准确判断,进而影响手术效果;同样的问题还表现在术中打结时难以精准把握松紧程度等方面^[23]。此外,与胸腔镜手术相比,机器人手术在手术前需要更多的准备时间,机器人器械臂的安装、对接和设备的定位放置至少需要 30 min。而外科医生的经验不足是影响手术时间的另一个重要原因,有研究表明机器人手术时间会随着术者手术经验的增加而缩短^[13-14, 32],目前机器人的学习曲线仍未确定,估计在 15~20 例之间^[33]。

本研究中,机器人手术的花费明显高于胸腔镜,这也是影响了机器人手术推广的重要因素。机器人手术花费更高可能主要是因为机器人系统的购买成本高、维护成本高、机器人器械等耗材价格昂贵^[12]。Park 等^[12]认为,随着时间的推移,机器人手术系统的使用花费将逐渐降低。

尽管 RATS 有着诸多优势,但其推广使用仍然十分缓慢。2007 进行的一项调查显示,机器人的使用率低于 5%^[34],这可能与机器人使用过程中更昂贵的费用有关。另一方面,机器人手术作为一项新的外科术辅助器械,尽管有研究表明其较 VATS 略有优势,但并无更确切的证据证明其优势比 VATS 更明显,因此大多数外科医生对其效果并不确信也是影响机器人广泛传播使用的重要因素。

本研究是一项回顾性研究,样本量较小,可能不足以明确两组之间的差异;机器人和胸腔镜手术的术者手术经验不对等,研究结果容易受学习曲线的影响;此外,本研究缺乏准确的术后并发症指标,对手术短期结局指标估计可能不完整。

行肺癌根治手术的早期肺癌患者中,机器人组术后住院时间明显比胸腔镜组短,手术时间较胸腔镜组长,其余近期手术指标与胸腔镜类似,机器人手术早期手术效果优势并不明显;但机器人在淋巴结清扫难度较大、周围组织粘连严重、解剖关系异常复杂的患者的治疗上有较大的优势。

参考文献

- Keenan RJ, Landreneau RJ, Maley RH Jr, *et al.* Segmental resection spares pulmonary function in patients with stage I lung cancer. *Ann Thorac Surg*, 2004, 78(1): 228-233.
- Koike T, Yamato Y, Yoshiya K, *et al.* Intentional limited pulmonary resection for peripheral T1 N0 M0 small-sized lung cancer. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2003, 125(4): 924-928.
- Mahieu J, Rinieri P, Bubenheim M, *et al.* Robot-Assisted Thoracoscopic Surgery versus Video-Assisted Thoracoscopic Surgery for Lung Lobectomy: Can a Robotic Approach Improve Short-Term Outcomes and Operative Safety? *Thorac Cardiovasc Surg*, 2016, 64(4): 354-362.
- Mungo B, Hooker CM, Ho JS, *et al.* Robotic Versus Thoracoscopic Resection for Lung Cancer: Early Results of a New Robotic Program. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2016, 26(4): 243-248.
- Grogan EL, Jones DR. VATS lobectomy is better than open thoracotomy: what is the evidence for short-term outcomes? *Thorac Surg Clin*, 2008, 18(3): 249-258.
- Park JS, Kim K, Choi MS, *et al.* Video-Assisted Thoracic Surgery (VATS) Lobectomy for Pathologic Stage I Non-Small Cell Lung Cancer: A Comparative Study with Thoracotomy Lobectomy. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*, 2011, 44(1): 32-38.
- Paul S, Altorki NK, Sheng S, *et al.* Thoracoscopic lobectomy is associated with lower morbidity than open lobectomy: a propensity-matched analysis from the STS database. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2010, 139(2): 366-378.
- Rueth NM, Andrade RS. Is VATS lobectomy better: perioperatively, biologically and oncologically? *Ann Thorac Surg*, 2010, 89(6): S2107-S2111.
- Swanson SJ, Herndon JE 2nd, D'Amico TA, *et al.* Video-assisted thoracic surgery lobectomy: report of CALGB 39802--a prospective, multi-institution feasibility study. *J Clin Oncol*, 2007, 25(31): 4993-4997.
- Whitson BA, Groth SS, Duval SJ, *et al.* Surgery for early-stage non-small cell lung cancer: a systematic review of the video-assisted thoracoscopic surgery versus thoracotomy approaches to lobectomy. *Ann Thorac Surg*, 2008, 86(6): 2008-2016.
- Melfi FM, Menconi GF, Mariani AM, *et al.* Early experience with robotic technology for thoracoscopic surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2002, 21(5): 864-868.
- Park BJ, Flores RM, Rusch VW. Robotic assistance for video-assisted thoracic surgical lobectomy: technique and initial results. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2006, 131(1): 54-59.
- Veronesi G, Galetta D, Maisonneuve P, *et al.* Four-arm robotic lobectomy for the treatment of early-stage lung cancer. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2010, 140(1): 19-25.
- Cerfolio RJ, Bryant AS, Skylizard L, *et al.* Initial consecutive experience of completely portal robotic pulmonary resection with 4 arms. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2011, 142(4): 740-746.
- Jang HJ, Lee HS, Park SY, *et al.* Comparison of the early robot-assisted lobectomy experience to video-assisted thoracic surgery lobectomy for lung cancer: a single-institution case series matching study. *Innovations (Phila)*, 2011, 6(5): 305-310.
- Kent M, Wang T, Whyte R, *et al.* Open, video-assisted thoracic surgery, and robotic lobectomy: review of a national database. *Ann Thorac Surg*, 2014, 97(1): 236-242.
- Adams RD, Bolton WD, Stephenson JE, *et al.* Initial multicenter community robotic lobectomy experience: comparisons to a national database. *Ann Thorac Surg*, 2014, 97(6): 1893-1898.
- Louie BE, Wilson JL, 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. *Ann Thorac Surg*, 2016, 102(3): 917-924.
- 19 Louie BE, Farivar AS, Aye RW, *et al*. Early experience with robotic lung resection results in similar operative outcomes and morbidity when compared with matched video-assisted thoracoscopic surgery cases. *Ann Thorac Surg*, 2012, 93(5): 1598-1604.
- 20 Amer K. Thoracoscopic mediastinal lymph node dissection for lung cancer. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*, 2012, 24(1): 74-78.
- 21 Rinieri P, Peillon C, Salaün M, *et al*. Perioperative outcomes of video- and robot-assisted segmentectomies. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*, 2016, 24(2): 145-151.
- 22 Demir A, Ayalp K, Ozkan B, *et al*. Robotic and video-assisted thoracic surgery lung segmentectomy for malignant and benign lesions. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2015, 20(3): 304-309.
- 23 Veronesi G. Robotic lobectomy and segmentectomy for lung cancer: results and operating technique. *J Thorac Dis*, 2015, 7: S122-S130.
- 24 Kilic A, Schuchert MJ, Pettiford BL, *et al*. Anatomic segmentectomy for stage I non-small cell lung cancer in the elderly. *Ann Thorac Surg*, 2009, 87(6): 1662-1666.
- 25 Bao F, Zhang C, Yang Y, *et al*. Comparison of robotic and video-assisted thoracic surgery for lung cancer: a propensity-matched analysis. *J Thorac Dis*, 2016, 8(7): 1798-1803.
- 26 Deen SA, Wilson JL, Wilshire CL, *et al*. Defining the cost of care for lobectomy and segmentectomy: a comparison of open, video-assisted thoracoscopic, and robotic approaches. *Ann Thorac Surg*, 2014, 97(3): 1000-1007.
- 27 Lee BE, Korst RJ, Kletsman E, *et al*. Transitioning from video-assisted thoracic surgical lobectomy to robotics for lung cancer: are there outcomes advantages? *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2014, 147(2): 724-729.
- 28 Flores RM, Alam N. Video-assisted thoracic surgery lobectomy (VATS), open thoracotomy, and the robot for lung cancer. *Ann Thorac Surg*, 2008, 85(2): S710-S715.
- 29 Way LW, Stewart L, Gantert W, *et al*. Causes and prevention of laparoscopic bile duct injuries: analysis of 252 cases from a human factors and cognitive psychology perspective. *Ann Surg*, 2003, 237(4): 460-469.
- 30 Kunisaki C, Hatori S, Imada T, *et al*. Video-assisted thoracoscopic esophagectomy with a voice-controlled robot: the AESOP system. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2004, 14(6): 323-327.
- 31 Wagner AA, Varkarakis IM, Link RE, *et al*. Comparison of surgical performance during laparoscopic radical prostatectomy of two robotic camera holders, EndoAssist and AESOP: a pilot study. *Urology*, 2006, 68(1): 70-74.
- 32 Veronesi G, Agoglia BG, Melfi F, *et al*. Experience with robotic lobectomy for lung cancer. *Innovations (Phila)*, 2011, 6(6): 355-360.
- 33 Melfi FM, Mussi A. Robotically assisted lobectomy: learning curve and complications. *Thorac Surg Clin*, 2008, 18(3): 289-295.
- 34 Rocco G, Internullo E, Cassivi SD, *et al*. The variability of practice in minimally invasive thoracic surgery for pulmonary resections. *Thorac Surg Clin*, 2008, 18(3): 235-247.

本文编辑: 刘雪梅