摘要

达芬奇机器人与胸腔镜辅助肺段切除术近期疗效对比分析

目的：比较分析达芬奇机器人辅助肺段切除术与胸腔镜辅助肺段切除术的相关临床指标，对达芬奇机器人辅助肺段切除术的临床应用价值作初步探讨。

方法：回顾性分析 2021 年 1 月至 2022 年 1 月于吉林大学中日联谊医院行肺段切除术的 101 例患者的临床资料，根据手术方式不同分为两组，达芬奇机器人辅助肺段切除组（RATS 组）52 例，胸腔镜辅助肺段切除组（VATS 组）49 例。收集两组患者的性别、年龄、糖尿病病史、高血压病史、心脑血管病史、心律不齐病史、肿瘤病史、吸烟史、饮酒史、体重指数、MVV%、CT 下肺结节最长径、CT 下实性成分占比（CTR）、叶裂分化情况、病理情况等临床基线资料，使用 SPSS 比较分析两组患者的手术时间、术中出血量、术前术后血红蛋白变化量、24h 胸引量、淋巴结采样站数、淋巴结采样数量、带管时间、术后住院时间、有无二次下管、术后并发症、住院费用等围术期资料。

结果：两组患者均顺利完成肺段切除术，无中转开胸，无围术期死亡病例。对比分析两组手术患者的临床基线资料，结果表明无明显差异（P＞0.05）。进一步分析两组的围术期资料，结果显示 VATS 组和 RATS 组在术中出血量（60.63±23.87 vs 45.27±17.24ml）、淋巴结采样数量（9.10±2.191 vs 11.08±2.274 个）、术后住院时间（5.55±2.43 vs 4.63±2.17d）、术后并发症（38.8% vs 17.3%）、住院费用（72768±11682 vs 95865±8446 元）上的差异有统计学意义（（P＜0.05）），且除住院费用外的其余指标表现为 RATS 组优于 VATS 组；而两组在手术时间（89.76±15.129 vs 91.21±12.064min）、术前术后血红蛋白变化（-8.86±7.83 vs -9.12±7.27g/L）、24h 胸引量（235.41±88.07 vs 255.38±123.93ml）、淋巴结采样站数（6.14±1.258vs6.54±0.828 站）、带管时间（3.53±2.28 vs 2.85±1.30d）、二次下管（16.3% vs 13.5%）上的差异无统计学意义（P＞0.05）。

结论：达芬奇机器人辅助肺段切除术是一种安全有效的手术方式，较胸腔镜辅助肺段切除术有着术中出血更少、淋巴结采样数量更多、术后住院时间更短、术后并发症更少等优点，但住院费用较高。

关键词：

达芬奇机器人，胸腔镜，肺段切除术，非小细胞肺癌

Abstract

A comparative analysis of the short-term efficacy of Da Vinci robot and thoracoscopic assisted segmentectomy

Objective: The relative clinical indexes of Da Vinci robot-assisted segmentectomy and thoracoscopic segmentectomy were compared and analyzed, and the clinical application value of Da Vinci robot-assisted segmentectomy was preliminarily discussed.

Methods: A retrospective analysis was performed on the clinical data of 101 patients who underwent pulmonary segmentectomy in China-Japan Union Hospital of Jilin University from January 2021 to January 2022. The patients were divided into two groups according to the surgical methods: 52 patients in the Da Vinci robot-assisted pulmonary segmentectomy group (RATS group) and 49 patients in the thoracoscopic assisted pulmonary segmentectomy group (VATS group). Clinical baseline data such as gender, age, history of diabetes, hypertension, cardiovascular and cerebrovascular diseases, arrhythmia, tumor, smoking, alcohol consumption, body mass index, MVV%, longest diameter of pulmonary nodules under CT, proportion of solid component (CTR) under CT, lobar differentiation, and pathological conditions were collected. SPSS was used to compare and analyze the perioperative data of the two groups of patients, including operation time, intraoperative blood loss, preoperative and postoperative hemoglobin change, 24h chest drainage, number of lymph node sampling stations, number of lymph node sampling, catheter duration, postoperative hospital stay, whether there was a second catheter, postoperative complications, hospitalization costs, etc.

Results: Lung segmentectomy was successfully completed in both groups, and no conversion to thoracotomy or perioperative death occurred. The clinical baseline data of the two groups were compared, and the results showed no significant difference ($P > 0.05$). The perioperative data of the two groups were further analyzed. The results showed that the number of intraoperative blood loss (60.63 ± 23.87vs$45.27 \pm$

17.24ml), number of lymph nodes sampled (9.10 ± 2.191vs11.08 ± 2.274), length of postoperative hospital stay (5.55 ± 2.43vs4.63 ± 2.17d), postoperative complications (38.8%vs17.3%), hospitalization cost (72768 ± 11682vs95865 ± 8446 yuan) (P < 0.05), and other indicators except hospitalization cost showed that RATS were better than VATS. In the two groups, the operation time (89.76 ± 15.129vs91.21 ± 12.064min), the change of hemoglobin before and after the operation (-8.86 ± 7.83vs-9.12 ± 7.27g/L), the chest drainage volume in 24h (235.41 ± 88.07vs255.38 ± 123.93ml), lymph node extraction There were no significant differences in the number of sampling stations (6.14 ± 1.258vs6.54 ± 0.828 stations), tube time (3.53 ± 2.28vs2.85 ± 1.30d) and secondary tube down (16.3%vs13.5%) (P > 0.05).

Conclusion: Da Vinci robot-assisted segmentectomy is a safe and effective surgical method. Compared with thoracoscopic assisted segmentectomy, Da Vinci robot-assisted segmentectomy has the advantages of less intraoperative bleeding, more lymph node sampling, shorter postoperative hospital stay, fewer postoperative complications, etc., but the hospitalization cost is higher.

Keywords:

Da Vinci Robot, Thoracoscopy, Segmentectomy, Non-small Cell Lung Cancer

常用缩写词中英文对照表

英文缩写	英文名称	中文名称
BMI	body mass index	体重指数
CT	computed tomography	电子计算机断层扫描
CTR	consolidation tumor ratio	肿瘤实性成分占比
FEV1	forced expiratory volume in one second	第 1 秒用力呼气量
FEV1/FVC	forced expiratory volume in one second/ forced vital capacity	一秒率
FVC	forced vital capacity	用力肺活量
GGO	ground-glass opacity	肺内磨玻璃密度影
IASLC	International Association for the Study of Lung Cancer	国际肺癌研究协会
ICG	Indocyanine Green	吲哚菁绿
LS/RS	segment of left lung/segment of right lung	左侧肺段/右侧肺段
MVV	maximal ventilation volume	每分钟最大通气量
NCCN	National Comprehensive Cancer Network	美国国立综合癌症网络
OS	overall survival	总生存期
PET-CT	positron emission tomography-computed tomography	正电子发射计算机断层显像
RATS	robotic-assisted thoracoscopic surgery	机器人胸腔镜辅助胸外手术
VATS	video-assisted thoracoscopic surgery	电视胸腔镜辅助胸外手术

目录

第 1 章　绪论 1
第 2 章　文献综述 2
2.1　前言 2
2.2　肺段切除术的手术适应症 2
2.3　达芬奇机器人辅助肺段切除术与肺叶切除的比较 3
2.4　达芬奇机器人辅助肺段切除术与胸腔镜、开胸肺段切除术的比较 3
2.4.1　微创肺段切除术与开胸肺段切除术的比较 3
2.4.2　达芬奇机器人辅助肺段切除术与胸腔镜辅助的比较 4
2.5　达芬奇机器人辅助肺段切除术的技术要求 5
2.5.1　外科医生 5
2.5.2　段间平面 6
2.5.3　手术切口选择 7
2.6　小结 7
第 3 章　资料与方法 9
3.1　研究对象 9
3.1.1　纳入标准 9
3.1.2　排除标准 9
3.2　研究方法 9
3.2.1　术前准备 9
3.2.2　手术流程 10

3.2.3 术后管理 10
3.3 观察指标 11
3.4 统计学方法 11
第 4 章 结果 13
4.1 肺段分布比较 13
4.2 临床一般资料比较 13
4.3 病理资料比较 14
4.4 围术期资料比较 15
第 5 章 讨论 18
5.1 肺癌的流行病学及外科治疗 18
5.2 术中出血量及术前术后血红蛋白变化 18
5.3 淋巴结清扫 19
5.4 术后住院时间及住院费用 19
5.5 术后并发症 20
5.6 手术时间 20
5.7 带管时间及 24h 胸引量 21
5.8 本研究的局限性及展望 21
第 6 章 结论 23
参考文献 24
简介及在学期间所取得的科研成果 28
致谢 29

第 1 章 绪论

肺癌是我国发病率及死亡率最高的恶性肿瘤之一[1, 2]，从病理和治疗角度出发可划分为小细胞肺癌和非小细胞肺癌，其中非小细胞癌占 80%-85%，且可进一步分为腺癌、鳞癌、大细胞癌等[3]。在我国以腺癌为主，约占肺癌的 40%-55%，其中女性发病率较高。关于肺癌的治疗，指南推荐以解剖性肺叶切除+肺门及纵隔淋巴结清扫术作为首选，但是为了保留患者更多的肺功能，以及随着对亚肺叶切除术有效性及安全性的深入研究，越来越多的临床医生认可对早期非小细胞肺癌行肺段切除术，甚至切除范围更小的肺楔形切除术[4-6]。

除了手术切除范围的认知更新，手术方式也在不断进步。胸外科常见的手术方式包括开胸手术和微创手术，与传统的开胸手术相比，微创手术有着更小的创伤、更少的疼痛、更短的胸引管留置时间、更短的住院天数和更多的肺功能保留等优点，并且大量的研究也认可了微创手术的有效性及安全性，NCCN 指南已经将胸腔镜作为肺癌根治术的首选治疗方式。但是常规的胸腔镜操作存在一定的局限性，由于手术器械本身的限制——“长直硬”，导致手术中存在一些难以精细操作的“死角”；而且胸腔镜是由助手操作的，并非由主刀者亲自操作，这会导致主刀者出现认知障碍，比如眼手靶点障碍和深度视觉感知障碍等。所以临床医生渴望一种可以操作更加灵活，视野更加直观立体的手术方式，达芬奇机器人的诞生正好满足了这样的临床需求。达芬奇机器人可以实现术者自行操作胸腔镜的想法，并且配备了具有 7 个自由度可以旋转 540° 的仿真手腕以及可以放大 10-15 倍的 3D 高清成像系统，可以让术者更精确更安全地完成手术。

近几年达芬奇机器人系统的不断完善和升级，进一步促进了胸外科微创手术的发展，但是关于达芬奇机器人辅助肺段切除术的有效性及安全性尚无定论，故而本研究对达芬奇机器人与胸腔镜辅助肺段切除术的近期疗效进行对比分析，通过收集分析相关临床资料并比较数据差异，进而探讨达芬奇机器人的应用价值。

第 2 章 文献综述

达芬奇机器人辅助肺段切除术在早期非小细胞肺癌治疗中的研究进展

2.1 前言

在美国癌症协会对于 2020 年全球的肿瘤发病率及死亡率的统计中，肺癌分别以 11.4%和 18%位居所有肿瘤的第一位[7]。肺癌从病理和治疗的角度可进一步划分为小细胞肺癌和非小细胞肺癌（80%-85%），其中非小细胞癌又包括腺癌、鳞癌等。近些年因为全民体检意识的提升以及薄层 CT 的普及[8]，越来越多的早期非小细胞肺癌被发现，检出率从 2011 年的 15.7%上升到 2018 年的 40.8%[9]，这些早期非小细胞肺癌在 CT 下大多表现为小于 2cm 的磨玻璃结节，手术切除后 10 年生存率可达 92%[10]。既往非小细胞肺癌的标准术式为解剖性肺叶切除+肺门及纵隔淋巴结清扫术，但是由于这些早期肺癌检出率的增加，肺段切除术逐渐被重视，肺段切除可以更多地保留患者的正常肺组织，一定程度上保证了患者后期的生存质量，越来越多的研究也认可了肺段切除术在早期非小细胞肺癌治疗上的有效性及安全性[11]。随着肺癌手术患者年龄区间的不断扩大，以及快速康复理念的普及，人们对于创伤小、恢复快的微创手术的需求越来越迫切，目前常规的微创方式为普通胸腔镜辅助和达芬奇机器人辅助。在此背景下，查阅相关文献，针对达芬奇机器人辅助肺段切除术在早期非小细胞肺癌治疗中的研究进展做一综述。

2.2 肺段切除术的手术适应症

中华医学会肺癌临床诊疗指南（2022 版）推荐 I、II 期非小细胞肺癌的首选治疗方式为根治性外科手术切除（即解剖型肺切除和纵隔淋巴结清扫或采样），其中解剖型肺段切除术的适应症为：（1）患者功能状况无法耐受肺叶切除；（2）肿瘤直径≤2 cm 的周围型小结节，同时具备以下条件之一：GGO 成分（亦即 IASLC 第八版分期为 T1a~T1b）；长期随访肿瘤倍增时间≥400 d；（3）肺段切除要求：应保证切缘≥2 cm 或≥病灶直径；除非患者功能状况不允许，否则同样应行肺门、纵隔淋巴结采样，尤其是实密成分较多的 GGO 结节（2A 类推荐证据）[12]。

2.3 达芬奇机器人辅助肺段切除术与肺叶切除的比较

1995 年的一项研究表明对于早期肺癌（肿瘤直径＜3cm）行肺叶切除术比肺段切除术有着更好的生存期和更少的局部复发率[13]，因此奠定了指南中肺叶切除术作为早期肺癌标准治疗方案的地位。但是那时因为 CT 尚未普及以及人们的体检意识不强，前往医院进行手术治疗的病灶较现在体积更大密度更实，因此分期相对偏晚，病理亚型更差。随着肺癌的诊断窗口时间明显提前，病灶越来越小，以及考虑到肺组织的不可再生性，外科医生便又重新重视肺段切除术的价值，期盼着可以达到足够好的治疗效果的同时，又能最大程度保留患者的肺组织。最新的一项研究表明肺段切除术在治疗早期肺癌上（肿瘤直径＜2cm）虽然局部复发率增高（10.5% vs 5.4%）[14]，但更多的肺实质保留使得对于复发或再发肿瘤的治疗耐受性更好，并且肺段切除术在总生存上显著优于肺叶切除术（5-yOS：94.3% vs 91.1%），但是该研究未具体考虑病理亚型的影响，结果仍有一定偏差。目前在治疗 IA 期非小细胞肺癌上，关于肺段切除术与肺叶切除术的比较尚无明确定论，仍需要更大样本量、更长随访时间和更精确分组的队列研究。

除了预后情况，在肺功能保留方面、手术时间、术后并发症和住院时间等方面，大多数研究倾向于肺段切除术有着更好的表现[15, 16]。一篇有关术后肺功能的研究表明术后 3 个月时肺段比肺叶切除术有着更好的用力 FVC 和 FEV1（83.69±14.27 vs 63.60±11.67、87.34±11.2 vs 64.89±9.63）[17]。

2.4 达芬奇机器人辅助肺段切除术与胸腔镜、开胸肺段切除术的比较

2.4.1 微创肺段切除术与开胸肺段切除术的比较

与开胸手术比较，微创手术的切口更小，对肋间神经及周围肌肉的损伤更小，这样可以减轻手术后的切口疼痛，便于患者术后积极咳嗽咳痰，尽早促进肺复张从而减少呼吸道并发症，实现快速康复理念[18]。胸腔镜可以更细节的显示局部解剖结构，从而使操作更加精准，尤其在分离叶裂、游离血管以及清扫淋巴结的时候，可以确切止血从而减少局部渗血，降低术中出血量及术后引流量[19]。除此之外，微创手术比开胸手术带来的急性炎症反应更轻，对患者免疫功能的损伤更小。王晓平的研究显示微创手术患者的术后白细胞介素-6、血清淀粉样蛋白 A、C 反应蛋白、白介素-2 受体水平明显低于开胸手术，术后 CD3+、CD4+、CD4+/CD8+T 淋巴细胞水平高于开胸手术[20]，从而证明微创手术一定程度可降低炎症因子水平

且对患者免疫功能影响较小，对于老年肺癌患者更为友好。

微创手术患者与开胸手术相比，心肺功能损伤更小，有报道表明微创手术患者术后左室射血分数、FVC、FEV1、FEV1/FVC 等均明显优于开胸手术组[21]。在术后生存率方面，微创手术与开胸手术组相近甚至更高，其中有报道称在早期肺癌（I、IIA 期）中，微创手术的 5 年生存率为 56.25%，复发率 8.33%，远处转移率为 4.16%，与开胸组的 43.75%、6.25%、10.42%的差异无统计学意义[22]。

2.4.2 达芬奇机器人辅助肺段切除术与胸腔镜辅助的比较

与胸腔镜辅助相比，达芬奇机器人主要优势包括：（1）达芬奇机器人系统装备了自动滤除震颤的控制器，可以主动过滤人手的生理性抖动[23]，很大程度上避免了因人手抖动而出现的误损伤，尤其是在重要结构（如神经、大血管、淋巴管和心脏等）附近操作时，增加了手术的安全性。（2）达芬奇机器人装备了裸眼高清 3D 成像系统[24]，与普通胸腔镜相比，可以实现将术野放大到 10-15 倍的同时，依旧保持画质高清，而且提供全景 3D 图像，这样便有助于术者辨别和定位重要结构，并对其进行更为细节化的处理，既保障了患者的安全性，也可以让患者胸腔内部受到的损伤更小，实现真正意义上的微创。（3）达芬奇机器人装有多个机械臂（＞2），每个机械臂都可以装配不同的操作器械，这便使得术者可以在不通过助手辅助或者更换器械的条件下，在胸腔内同时快速交替操作多个器械；并且其中一个机械臂装载的是胸腔镜，再加上达芬奇机器人千分之一的同步信号，术者可以更快更精准地定位到自己所想要看到的术野，从而实现了真正的手眼协调，降低了对助手和术者之间配合度的要求，也减少了普通胸腔镜手术下因为他们之间的协调不一致所带来的操作疲劳。（4）达芬奇机器人装备的仿真手腕具有 7 个自由度[25]，可以实现 540°旋转，比起“长直硬”的普通胸腔镜器械，可以更灵活地分离胸腔内部结构，也更适合在狭小空间完成精细操作，一定程度上扩大了微创手术的适用范围，比如本需要开胸手术切除的部分中央型中晚期肺癌，可以借助达芬奇机器人手术实现微创。（5）达芬奇机器人具有自动停止机制，当术者双眼离开目镜，器械臂便立即停止操作并保持固定，提高了手术的安全性。（6）达芬奇机器人系统的操作过程中术者是坐着的[26]，可以减轻术者的疲劳度，使术者能够耐受更长的手术时间，也降低了术者因疲劳而犯错的概率，进而保证了一些复杂程度高、时间长、难度大的手术能够安全顺利完成。

（7）达芬奇机器人系统的操作习惯是在开胸及胸腔镜的基础上建立的，保留原有的操作模式，细化加强了具体内容，故而对于已有一定开胸手术和腔镜手术经验的术者而言，学习周期较短，易于上手[27, 28]。（8）随着科技的发展，5G 时代的到来以及达芬奇机器人的普及，通过远程操作系统，可以实现各个医院间的远程交流，下级医院也可以通过系统来获得上级医院的帮助，从而完成各种复杂的手术操作，让患者更加便利。

但是达芬奇机器人辅助手术也有一定的缺点。首先是达芬奇机器人手术系统对于力学反馈系统的缺失，当术者在进行血管牵拉夹持时，因为缺乏“手感”，一旦超出血管承受范围，就会导致某些大血管破裂出血，这样的结果有可能是灾难性的，这就要求术者在接触达芬奇机器人前就已经具备一定的血管处理经验，从而控制牵拉持夹力度来降低这种出血风险，以及面对不可处理的出血情况下迅速判断情势并熟练进行中转开胸。再者，达芬奇机器人设备及耗材价格昂贵，在国内，每台机器的售价高达约 2000 万人民币，年维护费约 150 万元人民币[25]，很多医院无法支撑这样的开销，从而使得达芬奇机器人系统不能像胸腔镜一般广泛普及，即使有着可以远程控制完成手术的优势，也迫于现状无法发挥。其次，由于达芬奇机器人成本高昂所带来的手术费用增加，以及达芬奇机器人手术尚未纳入医保范围，对于经济条件一般的患者而言，很难承担得起这么高昂的手术费用，从而选择了费用相对较低的胸腔镜，这也是达芬奇机器人无法快速成长为胸外科常规手术的重要原因之一。

2.5 达芬奇机器人辅助肺段切除术的技术要求

2.5.1 外科医生

肺段切除术要求术者进一步分出各个段血管、段支气管以及段间平面并进行处理，故而操作比起肺叶切除术相对复杂，对外科医生的能力要求也更高。在解剖层面而言，肺段血管及段支气管隐藏在肺组织内，需要术者耐心的由浅至深逐层分离才能充分暴露；且肺段血管和肺段支气管的变异较多[29]，需要术者拥有足够扎实的解剖知识才能进行准确辨识；尤其在面对较小的或者位置较深的肺结节时，对病灶的精准定位的难度也会大大提升。但是随着信息工程以及多学科合作的发展与进步，三维重建技术被应用于医学[30]，将患者术前二维层面的肺部 CT 结果转换为三维立体的血管树和支气管树，可以让术者在术前更加全面充分的辨

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/008052060070006042