

• 机器人手术专题 •

机器人辅助支气管袖式切除——从切缘到预后

刘傲 赵艳东 邱桐 玄云鹏 孙晓 秦毅 徐荣建 杜文兴 吴哲 矫文捷

【摘要】 目的 回顾性分析接受机器人辅助支气管袖式肺叶切除术患者的生存资料，研究该术式对于治疗中央型非小细胞肺癌（NSCLC）的肿瘤学效果。**方法** 纳入2014年10月到2019年6月于青岛大学附属医院胸外科接受机器人辅助支气管袖式肺叶切除术的中央型NSCLC患者85例，患者一般信息和相关临床资料的收集来源于医院电子病例，通过患者门诊就诊记录和电话随访收集患者的生存信息。**结果** 在85例患者的研究队列中，患者年龄（ 61.8 ± 9.7 ）岁，其中，男性患者较多（84.7%），且大部分患者有吸烟史（76.5%）。术后30天和90天死亡率均为0%，所有病例术中冰冻病理证实为R0切除，淋巴结清扫数目为（ 23.7 ± 9.1 ）枚，淋巴结清扫站数为（ 6.7 ± 1.1 ）站。对于病理分期，35例（41.2%）患者为病理Ⅰ期，病理Ⅱ期患者25例（29.4%），病理Ⅲ期患者25例（29.4%）。中位随访时间为61.0个月，5年总生存率（OS）为77.0%，5年无病生存率（DFS）为70.0%。肿瘤的左右侧在OS（ $P=0.822$ ）和DFS（ $P=0.433$ ）中差异均无统计学意义，手术切除上肺叶和下肺叶在OS（ $P=0.874$ ）和DFS（ $P=0.597$ ）中差异均无统计学意义。**结论** 在R0切除的中央型NSCLC患者中，机器人辅助支气管袖式肺叶切除术的长期肿瘤学效果是满意的。

【关键词】 机器人辅助手术；袖式肺叶切除术；中央型肺癌

Robot-assisted bronchial sleeve lobectomy—from margin to prognosis Liu Ao, Zhao Yandong, Qiu Tong, Xuan Yunpeng, Sun Xiao, Qin Yi, Xu Rongjian, Du Wenxing, Wu Zhe, Jiao Wenjie. Department of Thoracic Surgery, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266000, China
Corresponding author: Jiao Wenjie, Email: jiaowj@qduhospital.cn

【Abstract】 Objective To investigate the oncological effects of robotic-assisted bronchial sleeve lobectomy in the treatment of centrally located non-small cell lung cancer (NSCLC) by retrospectively analyzing the survival data of patients undergoing robotic-assisted bronchial sleeve lobectomy. **Methods** A total of 85 patients with centrally located NSCLC who underwent robotic-assisted bronchial sleeve lobectomy in the Department of Thoracic Surgery of The Affiliated Hospital of Qingdao University from October 2014 to June 2019 were reviewed. The general information and relevant clinical data of the patients were collected from the hospital electronic records. Survival information of patients was collected through outpatient clinic visit records and telephone follow-up. **Results** In the study cohort of 85 patients, the mean age of the patients was (61.8 ± 9.7) years. Among them, the majority of patients were male (84.7%), and most patients had a history of smoking (76.5%). The mortality rate at 30 days and 90 days after operation was 0%. All cases were confirmed by intraoperative frozen sections as R0 resection. The number of lymph nodes removed was 23.7 ± 9.1 , and the number of dissected lymph node stations was 6.7 ± 1.1 . For pathological stage, 35 (41.2%) patients were pathological stage I, 25 (29.4%) patients were pathological stage II, 25 (29.4%) patients were pathological stage III. The median follow-up time was 61.0 months, the 5-year OS rate was 77.0%, and the 5-year DFS rate was 70.0%. There was no significant difference in OS ($P = 0.822$) and DFS ($P = 0.433$) between the left and right sides of the tumor, and the surgical resection of the upper and lower lobes also showed no significant difference in OS ($P = 0.874$) and DFS ($P = 0.597$). **Conclusion** The long-term oncological outcomes of robotic-assisted bronchial sleeve lobectomy were satisfactory in centrally located lung cancer with R0 resection.

【Key words】 Robot-assisted thoracoscopic surgery; Sleeve lobectomy; Centrally located lung cancer

DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-8773.2022.04.04

基金项目: 山东省自然科学基金 (ZR2020MH234)

作者单位: 266000 青岛, 青岛大学附属医院胸外科

通讯作者: 矫文捷, Email: jiaowj@qduhospital.cn

中央型肺癌常累及支气管或肺动脉等肺门结构,对于中央型肺癌的手术治疗,全肺切除术是传统的手术方式,但术后并发症较多、胸部疼痛感明显、康复时间较长。而袖式肺叶切除术可在实现根治性切除的同时为患者保留更多肺功能,且围手术期并发症较少,避免行全肺切除术^[1-3]。随着微创手术技术的发展,电视胸腔镜外科手术(video-assisted thoracoscopic surgery, VATS)和机器人辅助胸腔镜手术(robot-assisted thoracoscopic surgery, RATS)技术应运而生,机器人手术系统凭借其灵活的EndoWrist器械、3D高清手术视野、震颤过滤等技术优势,在复杂手术中更具优势^[4-7]。机器人辅助支气管袖式肺叶切除术已被证实安全可行,且术后并发症发生率较低、患者康复快^[8-9]。最近的研究报道了机器人辅助支气管袖式切除术的中期生存率^[6,8-9]。但到目前为止,关于机器人辅助支气管袖式切除术的长期生存结局的报道较少。因此,本研究通过回顾性分析在青岛大学附属医院胸外科接受机器人辅助支气管袖式肺叶切除术患者的长期肿瘤学结局,探讨机器人辅助支气管袖式切除在长期肿瘤学疗效方面的可靠性。

资料与方法

一、对象

纳入2014年10月至2019年6月于青岛大学附属医院胸外科接受机器人辅助支气管袖式肺叶切除术的中央型非小细胞肺癌(non-small cell lung cancer, NSCLC)患者85例。支气管袖式肺叶切除术指对支气管进行环形切除和端端吻合重建、而不涉及肺动脉切除或隆突切除的术式。本研究排除了接受袖式全肺切除术、袖式肺段切除术、隆突切除术的患者。患者一般信息和相关临床资料的收集来源于医院电子病例,通过患者门诊就诊记录和电话随访收集患者的生存信息。本研究随访的截止时间为2022年5月。肿瘤的分期采用第8版肺癌TNM分期^[10]。本研究已经获得青岛大学附属医院医学伦理委员会审批(审批号:QYFY WZLL 27400)。

二、患者管理

患者术前完善相关的检查检验,包括胸部增强

计算机断层扫描(computed tomography, CT)、纤维支气管镜检查、全身正电子发射型计算机断层显像(positron emission tomography CT scan, PET-CT)、颅脑CT或磁共振(magnetic resonance imaging, MRI)、全身骨显像、腹部CT、颈部淋巴结超声检查、肺功能检查、心脏超声、心电图检查,血气分析和各项血常规检验。

鼓励患者术后咳嗽,主动排痰,术后第1天下地活动,常规行床旁胸部X线片评估余肺复张情况,同时给予预防感染、雾化、抗凝、镇痛等措施促进患者快速康复,出院前进行床旁纤维支气管镜观察支气管吻合口状况。患者术后随访为每3~6个月行胸部CT检查。

三、手术方法

患者全身麻醉,双腔气管插管,取健侧卧位,折刀位充分展开肋间隙,达芬奇机器人机械臂停泊在患者头侧,以右肺上叶手术为例,取右侧腋中线第7肋间长约1.5 cm切口,置入机器人专用摄像头臂,取腋前线第4肋间、腋后线第7肋间1 cm切口,分别置入机械臂,辅助孔位于腋前线第6肋间。接入CO₂人工气胸辅助手术。游离肺门、肺下韧带,清扫至少6组淋巴结,包括3组纵隔淋巴结和3组肺内淋巴结。结合术中超细纤维支气管镜情况,明确肿瘤在管腔内外的生长和侵犯情况,热剪环形切断右主支气管和右中间干支气管。取出标本,并将支气管远近端切缘送检快速冰冻病理检查。支气管吻合采用半连续缝合技术(the half-continuous suturing technique)^[6],最后冲洗胸腔,膨肺检查无漏气后放置胸腔引流管。

四、统计学分析

采用SPSS 25.0统计学软件分析数据。连续型变量以 $\bar{x}\pm s$ 表示,分类变量采用例(%)表示。总生存率(overall survival, OS)和无病生存率(disease-free survival, DFS)使用Kaplan-Meier方法计算。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

本研究共纳入85例行机器人辅助支气管袖式肺叶切除术的患者,患者的一般情况见表1。患者年龄为(61.8±9.7)岁,其中,男性患者较多(84.7%),且大部分患者有吸烟史(76.5%)。

既往病史的描述采用 Charlson 共病系数 (Charlson Comorbidity Index, CCI)^[11], CCI 为 (2.2 ± 1.3)。大部分患者接受了右侧袖式肺叶切除术 (56/85, 65.9%), 29 例 (34.1%) 患者是左侧的中央型肺癌。在肺功能评估中, 第 1 秒用力呼气容积 (forced expiratory volume in one second, FEV1) 为 (2.61 ± 0.59) L, 第 1 秒用力呼气容积占预计值的百分比 (percentage of predicted FEV1, FEV1%pred) 为 (92.2 ± 17.2)%, 肺一氧化碳弥散量占预计值的百分比 (percentage of predicted diffusing capacity of the lung for carbon monoxide, DLCO%pred) 为 (95.9 ± 16.9)%。16 例 (18.8%) 患者接受了新辅助治疗。

表1 患者的一般资料

临床资料	数值
年龄 (岁)	61.8 ± 9.7
性别 [例 (%)]	
男	72 (84.7)
女	13 (15.3)
BMI (kg/m ²)	24.3 ± 3.0
吸烟史 [例 (%)]	
有	65 (76.5)
无	20 (23.5)
CCI	2.2 ± 1.3
肿瘤位置 [例 (%)]	
右侧	56 (65.9)
左侧	29 (34.1)
肺功能	
FEV1	2.61 ± 0.59
FEV1%pred	92.2 ± 17.2
DLCO%pred	95.9 ± 16.9
新辅助治疗 [例 (%)]	16 (18.8)

术后 30 天和 90 天死亡率均为 0%, 所有病例经术中冰冻病理证实为 R0 切除, 平均清扫淋巴结数目为 (23.7 ± 9.1) 枚, 平均清扫淋巴结站数为 (6.7 ± 1.1) 站。在肿瘤病理类型方面, 59 例 (69.4%) 患者为鳞癌, 11 例 (12.9%) 患者为腺癌, 17 例 (17.6%) 患者是其他病理类型。关于手术切除的肺叶, 绝大部分患者接受了上叶的袖式肺叶切除 (51/85, 60.0%), 2 例 (2.4%) 患者

接受了右肺中叶袖式切除术, 23 例 (27.1%) 患者接受了下叶的袖式切除术, 9 例 (10.5%) 患者接受了右侧双肺叶袖式切除术。对于患者的 TNM 病理分期, 其中病理 T 分期如下: 9 例 (10.6%) 患者为病理 T1 期, 60 例 (70.6%) 患者为病理 T2 期, 12 例 (14.1%) 患者为病理 T3 期, 4 例 (4.7%) 患者为病理 T4 期。50 例 (58.8%) 患者为病理 N0 期, 13 例 (15.3%) 患者为病理 N1 期, 22 例 (25.9%) 患者为病理 N2 期。所有患者均为 M0 期。35 例 (41.2%) 患者为病理 I 期, 病理 II 期患者 25 例 (29.4%), 病理 III 期患者 25 例 (29.4%)。术后, 40 例 (47.1%) 患者接受了辅助治疗 (表 2)。

表2 患者的术后及病理资料

临床资料	数值
病理类型 [例 (%)]	
鳞癌	59 (69.4)
腺癌	11 (12.9)
其他	15 (17.6)
清扫淋巴结数目	23.7 ± 9.1
清扫淋巴结站数	6.7 ± 1.1
R0 切除 [例 (%)]	85 (100)
术后 30 天死亡 [例 (%)]	0 (0)
术后 90 天死亡 [例 (%)]	0 (0)
切除肺叶 [例 (%)]	
上叶	51 (60.0)
中叶	2 (2.4)
下叶	23 (27.1)
右侧双肺叶	9 (10.5)
pT 分期 [例 (%)]	
T1	9 (10.6)
T2	60 (70.6)
T3	12 (14.1)
T4	4 (4.7)
pN 分期 [例 (%)]	
N0	50 (58.8)
N1	13 (15.3)
N2	22 (25.9)
病理分期 [例 (%)]	
I	35 (41.2)
II	25 (29.4)
III	25 (29.4)
辅助治疗 [例 (%)]	40 (47.1)

中位随访时间为61.0个月，通过Kaplan-Meier计算累积生存率（图1）。5年OS为77.0%，5年DFS为70.0%。其中，肿瘤的左右侧OS（ $P=$

0.822）和DFS（ $P=0.433$ ）差异均无统计学意义；手术切除上肺叶和下肺叶OS（ $P=0.874$ ）和DFS（ $P=0.597$ ）差异均无统计学意义。

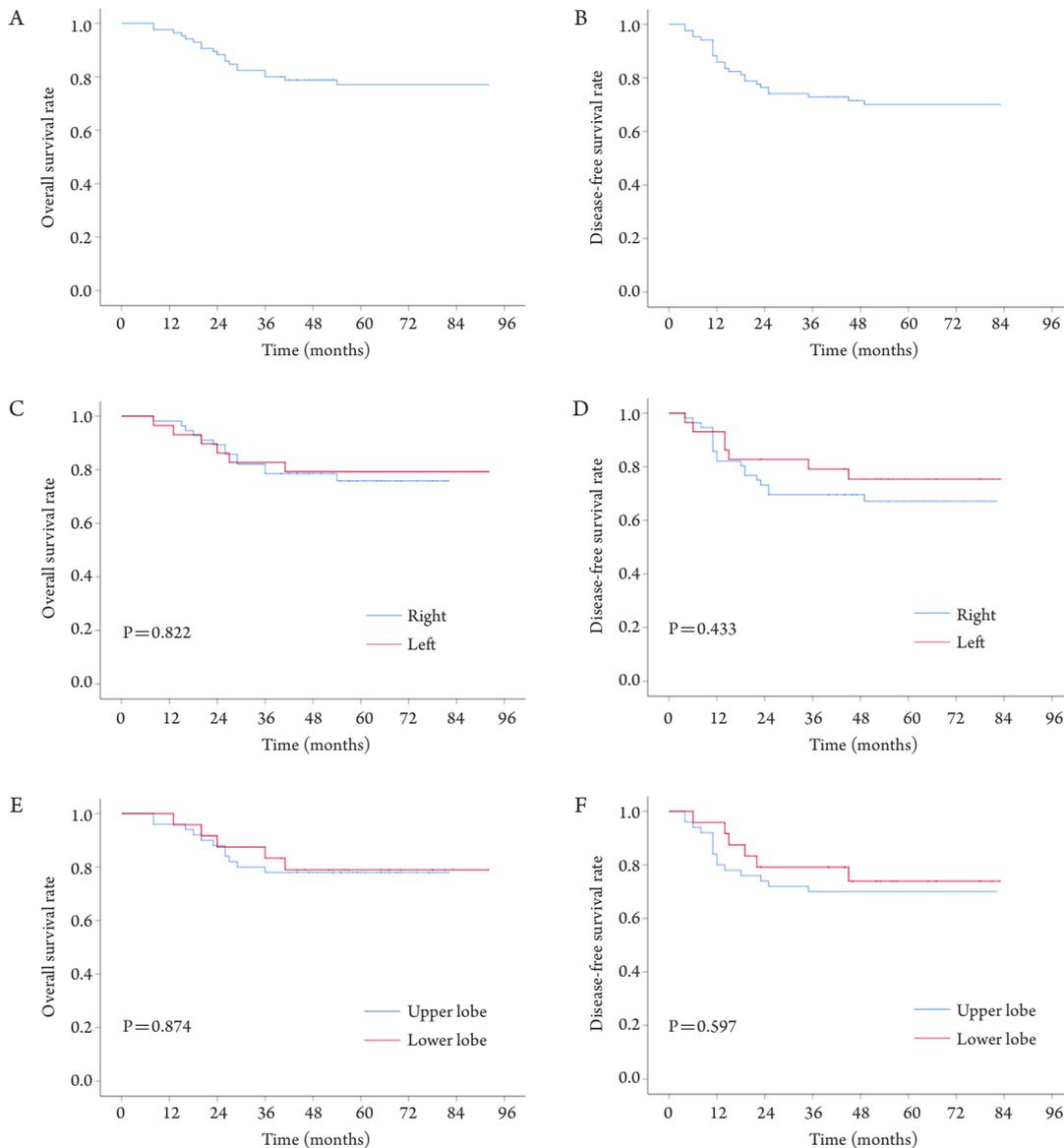


图1 患者Kaplan-Meier生存曲线。A：整体OS；B：整体DFS；C：肿瘤左右侧OS比较；D：肿瘤左右侧DFS比较；E：切除上肺叶和下肺叶OS比较；F：切除上肺叶和下肺叶DFS比较

讨 论

对于累及支气管的中央型肺癌患者，支气管袖式切除术是安全可靠的手术方式，与全肺切除术相比，该技术具有较好的围手术期结局和相似的肿瘤学疗效^[4-9,12-13]。最新的《中华医学会肺癌临

床诊疗指南》推荐：对于部分中央型肺癌，在手术技术能够保证切缘的情况下，支气管和/或肺动脉袖式肺叶切除的围手术期风险小且疗效优于全肺切除，为推荐术式^[14]。随着微创技术的不断进步和机器人技术的发展，微创外科手术迎来了机器人手术时代。达芬奇机器人手术系统拥有7个自

由度如人手般灵活的EndoWrist器械，在狭小的空间更易于实现复杂手术操作，尤其是支气管袖式切除术中对支气管的吻合操作，加上高清放大的手术视野、震颤滤过等优势，让机器人手术系统在袖式切除术中更具优势，在实现微创手术的同时降低了手术难度。最近的研究显示，与胸腔镜或开放手术相比，机器人辅助袖式肺叶切除术具有较好的围手术期结局，术中出血量少，术后胸管置留时间和住院时间均较短，且具有相当的早期和中期生存率^[8]。

在机器人辅助支气管袖式肺叶切除术中，对于支气管的吻合采用半连续缝合技术，我们前期总结67例机器人辅助袖式肺叶切除术的技术细节和临床结局，对于支气管吻合推荐采用半连续缝合技术，取代传统袖式肺叶切除术中复杂的间断缝合方法，可提高吻合效率，优化手术流程^[6]。

本中心最近发表的一项机器人袖式肺叶切除术的长期预后研究总结了近几年该术式的长期生存结局，5年OS为37.5%~72.2%，5年DFS为44.7%~62.9%；对于连续104例接受该术式的中央型NSCLC患者，中位随访时间45.0个月，5年OS和DFS分别为73.0%和67.9%^[15]。本研究通过进一步随访，中位随访时间增加为61.0个月，而患者长期生存数据相似：5年OS为77.0%，5年DFS为70.0%。提示机器人辅助袖式肺叶切除术的长期生存结局是令人满意的。患者的OS受多个危险因素的影响，如较高的病理分期、较多的淋巴结转移及较差的病理类型等。同时积极的术后随访、合理的辅助治疗等因素也会影响患者的预后。尽管目前肺癌综合治疗理念的进步和靶向治疗、免疫治疗等治疗方式的广泛应用有益于提高生存率，但本研究中优越的生存率提示机器人手术系统对于治疗中央型肺癌行袖式切除可能具有一定的潜在优势。

本研究队列中85例患者全部为R0切除，但最近的研究显示，支气管切缘的显微镜下残留即R1切除是预后的显著危险因素^[8,16]。在R1切除的肺癌根治术中，根据显微镜下残留肿瘤对支气管切缘的浸润深度，将切缘累及分为支气管黏膜原位残留病灶（mucosal carcinoma in situ, R1-CIS）和黏膜外残留病灶（extramucosal residual disease, R1-EMD）。研究发现R1-CIS和R1-EMD均未显

著提高总复发率，但与残端复发率升高显著相关，R0、R1-CIS和R1-EMD残端复发的5年累积发生率分别为3.1%、5.6%和12.2%^[17]。在生存分析中，R1-EMD在I B/II期肺癌中与较低的OS显著相关，而R1-CIS和R0切除之间OS无显著差异；同时，在III A期肺癌中，R1切除和R0切除的OS无显著差异^[17]。然而，最近的一项研究表明，在接受袖式切除的NSCLC患者中，显微镜下支气管切缘残余肿瘤的R1切除与患者的OS和DFS下降无相关性^[18]。该研究将R1切除中支气管切缘的肿瘤浸润深度进一步分为4种类型：①局限于黏膜上皮的严重异型增生或CIS；②到达基底膜的全黏膜层CIS；③肿瘤侵犯支气管周围软组织但无黏膜受累；④肿瘤侵犯支气管黏膜及黏膜外组织。亚组分析显示，在R1切除的患者中，随着肿瘤在支气管切缘的浸润深度增加，肺癌远处复发率显著增加^[18]。因此，对R1切除的支气管切缘进行进一步的病理学评估可能有助于预测肿瘤复发，并为患者制订个体化的综合治疗计划，以尽可能延长患者生存^[17-18]。

综上所述，对于经验丰富的外科医生，在熟练掌握机器人手术技术的基础上，对于中央型肺癌患者，在保证R0切除的前提下，机器人辅助支气管袖式肺叶切除术的长期肿瘤学效果是满意的。需要进一步高质量的前瞻性随机对照研究来验证。

参 考 文 献

- 1 Li Z, Chen W, Xia M, et al. Sleeve lobectomy compared with pneumonectomy for operable centrally located non-small cell lung cancer: a meta-analysis[J]. *Transl Lung Cancer Res*, 2019, 8 (6): 775-786.
- 2 Shi W, Zhang W, Sun H, et al. Sleeve lobectomy versus pneumonectomy for non-small cell lung cancer: a meta-analysis[J]. *World J Surg Oncol*, 2012, 10: 265.
- 3 Ma Z, Dong A, Fan J, et al. Does sleeve lobectomy concomitant with or without pulmonary artery reconstruction (double sleeve) have favorable results for non-small cell lung cancer compared with pneumonectomy? A meta-analysis[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2007, 32 (1): 20-28.
- 4 Geraci TC, Ferrari-Light D, Wang S, et al. Robotic Sleeve Resection of the Airway: Outcomes and Technical Conduct

- Using Video Vignettes[J]. *Ann Thorac Surg*,2020,110 (1): 236-240.
- 5 Cerfolio RJ. Robotic sleeve lobectomy: technical details and early results[J]. *J Thorac Dis*,2016,8 (Suppl 2): S223-S226.
- 6 Jiao W, Zhao Y, Qiu T, et al. Robotic Bronchial Sleeve Lobectomy for Central Lung Tumors: Technique and Outcome[J]. *Ann Thorac Surg*,2019,108 (1): 211-218.
- 7 Pan X, Gu C, Wang R, et al. Initial Experience of Robotic Sleeve Resection for Lung Cancer Patients[J]. *Ann Thorac Surg*,2016,102 (6): 1892-1897.
- 8 Qiu T, Zhao Y, Xuan Y, et al. Robotic sleeve lobectomy for centrally located non-small cell lung cancer: A propensity score-weighted comparison with thoracoscopic and open surgery[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*,2020,160 (3): 838-846.e2.
- 9 Gu C, Pan X, Chen Y, et al. Short-term and mid-term survival in bronchial sleeve resection by robotic system versus thoracotomy for centrally located lung cancer[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*,2018,53 (3): 648-655.
- 10 Goldstraw P, Chansky K, Crowley J, et al. The IASLC Lung Cancer Staging Project: Proposals for Revision of the TNM Stage Groupings in the Forthcoming (Eighth) Edition of the TNM Classification for Lung Cancer[J]. *J Thorac Oncol*,2016,11 (1): 39-51.
- 11 Charlson ME, Pompei P, Ales KL, et al. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation[J]. *J Chronic Dis*,1987,40 (5): 373-383.
- 12 Li C, Zhou B, Han Y, et al. Robotic sleeve resection for pulmonary disease[J]. *World J Surg Oncol*,2018,16 (1): 74.
- 13 Lin MW, Kuo SW, Yang SM, et al. Robotic-assisted thoracoscopic sleeve lobectomy for locally advanced lung cancer[J]. *J Thorac Dis*,2016,8 (7): 1747-1752.
- 14 中华医学会肿瘤学分会,中华医学会杂志社. 中华医学会肺癌临床诊疗指南(2022 版)[J]. *中华医学杂志*,2022,102 (23): 1706-1740.
- 15 Liu A, Zhao Y, Qiu T, et al. The long-term oncologic outcomes of robot-assisted bronchial single sleeve lobectomy for 104 consecutive patients with centrally located non-small cell lung cancer[J]. *Transl Lung Cancer Res*,2022,11 (5): 869-879.
- 16 Gao HJ, Jiang ZH, Gong L, et al. Video-Assisted Vs Thoracotomy Sleeve Lobectomy for Lung Cancer: A Propensity Matched Analysis[J]. *Ann Thorac Surg*,2019,108 (4): 1072-1079.
- 17 Lee GD, Kim DK, Jang SJ, et al. Significance of R1-resection at the bronchial margin after surgery for non-small-cell lung cancer[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*,2017,51 (1): 176-181.
- 18 Hong TH, Kim J, Shin S, et al. Clinical outcomes of microscopic residual disease after bronchial sleeve resection for non-small cell lung cancer[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*,2020,161 (1): 267-277.
- (收稿: 2022-06-29; 修回: 2022-10-18; 接受: 2022-11-04)
(本文编辑: 丁玮)

刘傲, 赵艳东, 邱桐, 等. 机器人辅助支气管袖式切除——从切缘到预后[J/CD]. *中华胸部外科电子杂志*, 2022, 9 (4): 217-222.