

3D-CT 影像技术辅助胸腔镜肺段切除术治疗非小细胞肺癌的疗效及预后分析

唐兴^{1, 2}, 白国艳³, 蒋玉涵¹, 沈晶¹, 张清¹, 伍建林¹

(1. 大连大学附属中山医院医学影像科 辽宁 大连 116001; 2. 空军军医大学第一附属医院放射科 陕西 西安 710032; 3. 陕西省人民医院检验科 陕西 西安 710068)

摘要 目的: 探究 3D-CT 影像技术辅助胸腔镜肺段切除术治疗非小细胞肺癌的疗效及预后。**方法:** 回顾性分析 2020 年 7 月—2021 年 7 月大连大学附属中山医院收治的 106 例非小细胞肺癌患者的临床资料, 按治疗方法分为 3D-CT 影像技术辅助组 (57 例, 实施 3D-CT 影像技术辅助胸腔镜肺段切除术) 和常规组 (49 例, 实施胸腔镜肺段切除术)。比较两组疗效、手术指标与术后恢复指标、肺功能指标、并发症及预后 (随访 3 年) 的差异。**结果:** 3D-CT 影像技术辅助组疗效优于常规组 ($P<0.05$)。与常规组比较, 3D-CT 影像技术辅助组术中出血量、引流量及手术、拔管、住院时间均更低 ($P<0.05$)。相较于术前, 两组术后 15 d 每分钟最大通气量、用力肺活量、肺一氧化碳弥散量均降低 ($P<0.05$), 但与常规组比较, 3D-CT 影像技术辅助组均更高 ($P<0.05$)。3D-CT 影像技术辅助组术后并发症总发生率低于常规组 ($P<0.05$)。所有患者经随访 3 年后, KM 生存分析显示, 3D-CT 影像技术辅助组生存状况显著优于常规组 ($P<0.05$)。**结论:** 3D-CT 影像技术辅助胸腔镜肺段切除术治疗非小细胞肺癌具有较好的疗效, 可有效提高肺功能, 减少术后并发症发生率, 促进术后恢复, 改善预后。

关键词 非小细胞肺癌; 胸腔镜手术; 肺段切除术; 3D-CT 影像技术

中图分类号 R734.2 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2025) 04-0649-06

Efficacy and prognostic analysis of 3D-CT imaging technology-assisted thoracoscopic segmentectomy in the treatment of non-small cell lung cancer

TANG Xing^{1, 2}, BAI Guoyan³, JIANG Yuhan¹, SHEN Jing¹, ZHANG Qing¹, WU Jianlin¹

(1. Department of Medical Imaging, Zhongshan Hospital Affiliated to Dalian University, Dalian 116001, China; 2. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Air Force Medical University, Xi'an 710032, China; 3. Department of Laboratory Medicine, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an 710068, China)

Abstract Objective: To investigate the efficacy and prognosis of 3D-CT imaging technology-assisted thoracoscopic segmentectomy in the treatment of non-small cell lung cancer (NSCLC). **Methods:** Clinical data of 106 NSCLC patients who were treated at Zhongshan Hospital Affiliated to Dalian University from July 2020 to July 2021 were retrospectively analyzed. Patients were divided into the 3D-CT group ($n=57$, 3D-CT imaging technology-assisted thoracoscopic segmentectomy) and the conventional group ($n=49$, standard thoracoscopic segmentectomy) based on different treatment methods. Comparisons were made regarding therapeutic efficacy, surgical and postoperative recovery indicators, pulmonary function parameters, complications, and prognosis (3-year follow-up). **Results:** The 3D-CT group showed superior therapeutic efficacy compared to the conventional group ($P<0.05$). Significantly reduced intraoperative blood loss, drainage volume, operative time, tube removal time, and length of hospital stay were found in the 3D-CT group compared to the conventional group ($P<0.05$). At 15 days after surgery, the two groups both showed decreased maximum voluntary ventilation, forced vital capacity, and diffusion capacity of the lung for carbon monoxide compared to preoperative levels ($P<0.05$). However, these parameters were significantly higher in the 3D-CT group than those in the conventional group ($P<0.05$). The total

基金项目: 国家自然科学基金 (82071911)

Foundation Item: National Natural Science Foundation of China (82071911)

引用格式: 唐兴, 白国艳, 蒋玉涵, 等. 3D-CT 影像技术辅助胸腔镜肺段切除术治疗非小细胞肺癌的疗效及预后分析 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2025, 6 (4): 649-654.

Citation: TANG X, BAI G Y, JIANG Y H, et al. Efficacy and prognostic analysis of 3D-CT imaging technology-assisted thoracoscopic segmentectomy in the treatment of non-small cell lung cancer [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2025, 6(4): 649-654.

通讯作者 (Corresponding Author): 伍建林 (WU Jianlin), Email: cjr.wujianlin@vip.163.com

incidence of complications was lower in the 3D-CT group than that in the conventional group ($P<0.05$). Kaplan-Meier survival analysis after 3-year follow-up revealed significantly better survival outcomes in the 3D-CT group than that in the conventional group ($P<0.05$). **Conclusion:** 3D-CT imaging technology-assisted thoracoscopic segmentectomy can achieve favorable efficacy in treating NSCLC, it can effectively improve pulmonary function, reduce postoperative complications, accelerate patients' recovery after surgery, and enhance prognosis.

Key words Non Small Cell Lung Cancer; Thoracoscopic Surgery; Pulmonary Segmentectomy; 3D-CT Imaging Technology

非小细胞肺癌作为肺癌的主要类型之一，其发病率和死亡率在全球范围内居高不下^[1]。随着医疗技术的不断进步，胸腔镜手术因其创伤小、恢复快、并发症少等优点，已成为治疗早期非小细胞肺癌的首选方法^[2]。然而，由于肺部结构的复杂性以及肿瘤位置的多样性，传统的二维CT影像往往难以满足手术精准定位的需求^[3]。3D-CT影像技术作为近年来发展起来的一种先进影像学手段，其在肺癌的精准诊断、术前规划及术中导航等方面展现出了巨大的潜力。胸腔镜肺段切除术是一种微创手术，能够在保证肿瘤完整切除的同时，最大限度地保留患者的肺功能，从而提高患者的生活质量^[4]。因此，将3D-CT影像技术引入胸腔镜肺段切除术中，成为提高手术精确性和安全性的重要手段。3D-CT影像技术利用软件将CT扫描获取的二维断层影像转化为三维立体图像，能够直观地显示肺部血管、支气管及肿瘤的三维结构和空间关系^[5]。这种三维重建不仅有助于术者在术前对肿瘤进行精准定位，制定个性化的手术方案，还能在术中作为导航工具，指导手术操作，确保手术的精确性和安全性。对此，本研究旨在探讨3D-CT影像技术辅助胸腔镜肺段切除术治疗非小细胞肺癌的疗效及预后。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2020年7月—2021年7月大连大学附属中山医院收治的106例非小细胞肺癌患者的临床资料，按治疗方法分为3D-CT影像技术辅助组（57例，实施3D-CT影像技术辅助胸腔镜肺段切除术）和常规组（49例，实施胸腔镜肺段切除术）。纳入标准：①符合相关非小细胞肺癌诊断^[6]，且属于0~ⅠA₂期；②年龄18~60岁；③患者及其家属均知情同意，临床资料完整。排除标准：①存在手术禁忌证；②存在重要脏器功能不全者；③存在术前放化疗史、既往胸部手术史；④存在其他系统恶性肿瘤；⑤继发性肿瘤者；⑥存在远处转移者；⑦患精神病者；⑧合并肺部感染、

肺纤维化、大量气胸或尘肺者。两组患者一般资料相比，差异无统计学意义（ $P>0.05$ ），具有可比性（见表1）。本项方案已经经过伦理委员会审批。

表1 两组患者一般资料比较 [$\bar{x} \pm s$, n (%)]
Table 1 Comparison of general data between the two groups of patients [$\bar{x} \pm s$, n (%)]

组别	3D-CT影像 技术辅助组 ($n=57$)	常规组 ($n=49$)	t/χ^2 值	P 值
性别 (男/女)	31/26	29/20	0.247	0.619
年龄 (岁)	58.75 ± 6.23	58.96 ± 6.26	0.117	0.907
肿瘤直径 (cm)	1.33 ± 0.25	1.37 ± 0.35	0.472	0.639
病变部位				
右肺上叶	14 (24.56)	11 (22.45)	0.065	0.798
右肺下叶	22 (38.60)	18 (36.73)	0.039	0.844
左肺上叶	13 (22.81)	13 (26.53)	0.197	0.657
左肺下叶	8 (14.04)	7 (14.29)	0.001	0.971
病理分期				
Tis	6 (10.53)	4 (8.16)	0.172	0.678
T _{1a}	31 (54.39)	27 (55.10)	0.005	0.941
T _{2a}	20 (35.09)	18 (36.73)	0.031	0.860
手术方式				
楔形切除	35 (61.40)	28 (57.14)	0.198	0.656
完整肺段切除	22 (38.60)	21 (42.86)	0.198	0.656
手术切除的肺段				
右肺尖段	9 (15.79)	6 (12.24)	0.273	0.602
右肺前段	5 (8.77)	5 (10.20)	0.063	0.801
右肺后段	10 (17.54)	9 (18.37)	0.012	0.912
右肺背段	8 (14.04)	7 (14.29)	0.001	0.971
右肺内基底段	4 (7.02)	2 (4.08)	0.425	0.514
左肺尖后段	8 (14.04)	7 (14.29)	0.001	0.971
左肺前段	5 (8.77)	6 (12.24)	0.342	0.559
左肺背段	6 (10.53)	5 (10.20)	0.003	0.957
左肺内基底段	2 (3.51)	2 (4.08)	0.024	0.877

1.2 方法

1.2.1 对照组 实施胸腔镜肺段切除术。使用3孔法，在患者第3~5肋间作手术主操作孔，在肩胛下角线方位第7~9肋间作手术副操作孔（约1.5 cm），在腋中线处的第7/8肋间作观察孔（3~5 cm），随后按照规范完成肺段切除以及相关的淋巴结清扫操作。

1.2.2 研究组 实施3D-CT影像技术辅助胸腔镜肺段切除术。

1.2.2.1 术前3D-CT影像构建：患者先行64排螺旋CT胸部增强扫描，获取层厚达0.63 mm的精细CT图像，并以DICOM标准保存。胸外科专家携手本院3D打印中心影像科技团队采用比利时Materialise NV公司的Mimics软件，在计算机平台协同作业，构建出涵盖肺血管、气管及肺结节的高精度三维CT模型，并精确区分出病变肺段的血管与气管结构。

1.2.2.2 手术操作：病人接受全麻并置入双腔气管插管，取健侧卧位，身体倾斜90°。手术采用双孔技术，即在腋中线第7肋间开一小口（1.5 cm）作为观察入口，腋前线第4肋间切开一个较大切口（4~5 cm）用于操作。所有步骤均依据详尽的3D-CT影像术前规划执行。术中，使用电钩分离组织，血管与支气管的切断通过腔镜下的缝合切割器完成。手术团队灵活运用电刀、超声刀及腔镜缝合切割器等多种器械对不完全的叶间裂或肺段间进行分离。对于需肺段切除的患者，若其肺结节藏于肺实质深处或表现为磨玻璃状，术前会进行Hook-wire定位。为确保手术效果，切缘需超出2 cm或与结节直径相比至少等长，以保障手术范围的充分性及安全性^[7]。

1.2.2.3 数据收集分析：术中，两位胸外科专家依据现场观察到的解剖结构，实时判断并记录肺血管的走向及其分支细节。对于接受肺段切除术的患者，特别记录病变肺段动脉分支的走向及其数量。若术中实际观察到的肺血管分支在术前的3D-CT模型中未被检测到，则这些血管被视为遗漏检测的部分。对于治疗有效的患者，若术后出现并发症或肺功能恢复不佳，可采用以下补救措施：加强术后护理，如物理治疗、呼吸锻炼等，以促进肺功能恢复；必要时，采用药物治疗以控制并发症。对于治疗无效或病情复发的患者，补救治疗方案更为复杂。首先，需进行详细的病情评估，包括肿瘤大小、位置、病理类型等。根据评估结果，可考虑再次手术，如

肺叶切除或全肺切除；或采用放疗、化疗等综合治疗手段。

1.3 观察指标 ①疗效：遵循《临床疾病诊断及疗效判定标准》^[8]，胸部CT检查确认病灶被彻底清除，无遗留为显效；经CT检查显示大部分病灶已被移除，仅少量残留为有效；上述两种情况均未达成为无效。②记录并比较两组手术指标（切缘宽度、淋巴结清扫数量），术中出血量，引流量，手术、拔管、住院时间等术后恢复指标，以及咯血、肺漏气、心律失常、肺部感染、乳糜胸等并发症状况。③肺功能指标：术前、术后15 d，使用肺功能检测仪检测每分钟最大通气量（Maximal Voluntary Ventilation, MVV）、用力肺活量（Forced Vital Capacity, FVC）、肺一氧化碳弥散量（Diffusing Capacity of the Lung for Carbon Monoxide, DLCO）。④通过电话或门诊检查，记录随访3年后患者的死亡率，比较两组患者预后状况。

1.4 统计学方法 所有数据采用SPSS 22.0统计学软件进行统计分析。计数资料用例数（百分比） $[n(\%)]$ 表示，行 χ^2 检验；正态分布的计量资料用均数 $\pm$ 标准差（ $\bar{x}\pm s$ ）表示，行 t 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

3D-CT影像技术辅助组的疗效优于常规组（ $P<0.05$ ），见表2。两组切缘宽度、淋巴结清扫数量比较，差异无统计学意义（ $P>0.05$ ）。但与常规组比较，3D-CT影像技术辅助组术中出血量、引流量及手术、拔管、住院时间均更低（ $P<0.05$ ），见表3。与术前相比，术后15 d两组MVV、FVC、DLCO均降低（ $P<0.05$ ），但与常规组比较，3D-CT影像技术辅助组均更高（ $P<0.05$ ），见表4。与常规组比较，3D-CT影像技术辅助组的并发症总发生率更低（ $P<0.05$ ），见表5。所有患者经随访3年后，无失访，KM生存分析结果显示，3D-CT影像技术辅助组生存状况显著优于常规组（ $P<0.05$ ），见表6。

3 讨论

非小细胞肺癌是全球范围内发病率和死亡率均较高的恶性肿瘤之一。随着医疗技术的不断进步，手术治疗成为早期非小细胞肺癌的首选治疗方式^[9]。

表 2 两组患者疗效比较 [n (%)]

Table 2 Comparison of therapeutic effect between the two groups of patients [n (%)]

组别	显效	有效	无效	总有效
3D-CT 影像技术辅助组 (n=57)	33 (57.89)	20 (35.09)	4 (7.02)	53 (92.98)
常规组 (n=49)	21 (42.86)	17 (34.69)	11 (22.45)	38 (77.55)
χ^2 值		1.998		5.165
P 值		0.046		0.023

表 3 两组患者手术指标与术后恢复指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of surgical indicators and postoperative recovery indicators between the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$)

组别	手术时间 (min)	术中出血量 (mL)	切缘宽度 (cm)	淋巴结清扫 数量 (个)	术后引流量 (mL)	拔管时间 (d)	住院时间 (d)
3D-CT 影像技术辅助组 (n=57)	120.39 ± 34.52	76.25 ± 10.99	2.04 ± 0.38	4.58 ± 2.28	438.98 ± 78.53	2.93 ± 0.37	4.93 ± 0.94
常规组 (n=49)	142.08 ± 33.78	96.78 ± 13.41	1.92 ± 0.34	4.33 ± 2.12	659.14 ± 102.29	3.73 ± 0.64	6.33 ± 1.03
t 值	3.258	7.395	1.657	0.588	12.519	8.068	7.293
P 值	0.002	<0.001	0.101	0.558	<0.001	<0.001	<0.001

表 4 两组患者肺功能指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 4 Comparison of lung function indicators between the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$)

组别	MVV (L/min)		FVC (%)		DLCO[mmol/ (min · kPa)]	
	术前	术后 15 d	术前	术后 15 d	术前	术后 15 d
3D-CT 影像技术辅助组 (n=57)	84.73 ± 7.73	75.47 ± 5.30 ^a	83.56 ± 5.36	79.39 ± 4.47 ^a	89.33 ± 6.19	83.26 ± 6.42 ^a
常规组 (n=49)	84.09 ± 7.89	71.80 ± 5.66 ^a	84.78 ± 5.96	75.20 ± 4.26 ^a	89.08 ± 6.29	79.14 ± 6.56 ^a
t 值	0.421	3.444	1.109	4.917	0.206	3.261
P 值	0.675	0.001	0.27	<0.001	0.837	0.002

注：与同组术前比较，^aP<0.05

表 5 两组患者并发症发生情况比较 [n (%)]

Table 5 Comparison of the occurrence of complications between the two groups of patients [n (%)]

组别	咯血	肺漏气	心律失常	肺部感染	乳糜胸	总发生率
3D-CT 影像技术辅助组 (n=57)	1 (1.89)	3 (5.66)	1 (1.89)	3 (5.66)	0 (0.00)	8 (14.04)
常规组 (n=49)	3 (5.66)	3 (5.66)	2 (3.77)	6 (11.32)	1 (1.89)	15 (30.61)
χ^2 值						4.262
P 值						0.039

表 6 两组患者预后比较

Table 6 Comparison of prognosis between the two groups of patients

组别	3 年死亡率 [n (%)]	估算值	标准误	95% CI		Log Rank 检验	
				下限	上限	χ^2 值	P 值
3D-CT 影像技术辅助组 (n=57)	8 (14.04)	35.368	0.230	34.918	35.818	5.237	0.002
常规组 (n=49)	15 (30.61)	33.245	0.635	32.001	34.489		

传统的开胸手术尽管疗效确切,但创伤大、恢复慢,对患者的生活质量产生较大影响^[10]。近年来,胸腔镜手术以其创伤小、恢复快、视野清晰等优势,逐渐成为非小细胞肺癌手术治疗的主流方式。然而,胸腔镜手术对医生的操作技巧要求较高,尤其是在肺段切除术中,需要精确辨别并离断肺血管、支气管等结构,同时保证手术切缘的阴性,这对手术的精确性和安全性提出了严峻挑战^[11-12]。为了提高手术的精确度和安全性,3D-CT 影像技术应运而生,其通过三维重建,能够清晰地显示肺内病变的位置、大小、形态以及与周围血管、支气管的解剖关系,为术前规划提供详尽的信息^[13]。这为医生提供了“透视眼”,使医生能够在手术前就对病变区域有深入的了解。在此基础上,医生可以更加精确地规划手术路径,避开重要的血管和神经结构,从而减少手术中的风险和并发症的发生。此外,结合 3D 打印技术,使得医生能够在术前模拟手术,这不仅有助于医生熟悉手术环境,还能让其在实践中优化手术方案,找到最佳的操作路径。通过反复模拟和调整,医生可以制定出更加个性化的手术策略,确保手术的安全性和有效性^[14]。本研究主要分析 3D-CT 影像技术辅助胸腔镜肺段切除术在非小细胞肺癌患者中的治疗效果,目前已取得一定的成效。

本研究结果显示,3D-CT 影像技术辅助组的疗效优于常规组,术中出血量、引流量及手术、拔管、住院时间均低于常规组。表明 3D-CT 影像技术辅助胸腔镜肺段切除术治疗非小细胞肺癌的疗效更好,可促进术后恢复。这与张智强等人^[15]的研究结果一致。原因是:首先,3D-CT 影像技术能够提供高分辨率的三维图像,使医生能够清晰地看到肺部结节及其与周围血管、支气管的关系。这种精确的术前规划有助于医生制定个性化的手术方案,从而确保手术的精准性和安全性^[16-17]。其次,在手术中 3D-CT 影像技术可以作为导航工具,帮助医生实时定位病变部位,并精确辨别和离断肺血管、支气管等结构^[18],减少术中对周围正常组织的损伤,进而减少术中出血量和引流量。此外,3D-CT 影像技术还有助于医生在术前评估手术难度和风险,从而优化手术路径和策略,这不仅可以缩短手术时间,还可以降低手术并发症的发生率。最后,由于 3D-CT 影像技术辅助胸腔镜肺段切除术的创伤小、精确度高,患

者术后恢复速度相对较快,同时,还有助于医生在术后对患者进行更加准确的评估与监测,及时发现并处理潜在问题,从而促进患者的术后恢复^[19]。

本研究结果显示,相较于术前,术后 15 d 两组患者的 MVV、FVC、DLCO 均降低,但 3D-CT 影像技术辅助组高于常规组。表明 3D-CT 影像技术辅助胸腔镜肺段切除术治疗可有效提高患者肺功能,这在杨洋等人^[20]的研究中也有体现。分析原因为:3D-CT 影像技术能够帮助医生进行术前规划以及制定个性化的手术方案,确保手术能够精准地切除病变组织,同时最大限度地保留正常肺组织^[21-22]。这种精准性有助于减少手术对肺功能的损害,从而保留更多的肺功能。同时,胸腔镜手术本身就是一种微创治疗方式,与 3D-CT 影像技术相结合,可以进一步减少手术创伤。通过精确的术前规划与术中导航,医生能够更准确地辨别并离断肺血管、支气管等结构,从而减少对周围正常组织的损伤^[23-24]。这种微创性有助于保护肺功能,减少术后肺功能下降。

此外,研究还发现,3D-CT 影像技术辅助组的并发症总发生率较常规组低。究其原因,通过 3D-CT 影像技术的辅助,医生能够在术前对手术路径进行精确规划,并在术中实时导航^[25]。这有助于医生避开重要的血管和神经结构,减少手术过程中的出血和损伤。优化手术路径不仅提高了手术的安全性,还有助于减少术后并发症的发生。再者,3D-CT 影像技术的辅助使得手术过程更加直观和精确,有助于医生更好地判断手术效果^[26]。这在一定程度上提高了手术的成功率,间接减少了因操作失误而导致的并发症。另外,本研究所有患者经随访 3 年后,KM 生存分析结果显示,3D-CT 影像技术辅助组生存状况显著优于常规组。说明 3D-CT 影像技术辅助胸腔镜肺段切除术治疗非小细胞肺癌可有效改善预后,这与潘红等人^[27]的研究结果相符。3D-CT 影像技术辅助胸腔镜肺段切除术能够更精确地切除病灶,同时减少周围正常组织的损伤^[28],这有助于提高手术的成功率,降低术后复发的风险。对于非小细胞肺癌患者而言,手术成功率的提高和复发风险的降低意味着更好的预后和更长的生存期^[29]。每个非小细胞肺癌患者的病灶位置、大小和形态都有所不同。3D-CT 影像技术能够根据患者的具体情况提供个性化的三维图像信息,帮助医生为

患者制定最合适的手术方案^[30-31]，从而更有效地贴合患者需求，提升治疗成效，并优化康复前景。

综上所述，3D-CT 影像技术辅助胸腔镜肺段切除术治疗非小细胞肺癌具有较好的疗效，可有效提高肺功能，减少术后并发症发生率，促进术后恢复，改善预后。3D-CT 影像技术在非小细胞肺癌治疗中已展现卓越成效，其潜力同样适用于其他恶性肿瘤的治疗。在肝癌、胰腺癌、脑瘤等多种癌症手术中，3D-CT 影像技术能精确呈现肿瘤与周围组织的解剖关系，为医生提供详尽的术前规划信息，助力实现精准切除，减少手术风险。同时，在放疗领域，该技术可精确定位肿瘤靶区，提高放疗精度，减少正常组织损伤。因此，3D-CT 影像技术有望成为多种恶性肿瘤治疗的重要手段，推动肿瘤治疗向更精准、安全的方向发展。

利益冲突声明：本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明：唐兴负责论文构思和撰写，数据汇总；白国艳负责数据收集和整理；蒋玉涵负责论文设计；沈晶负责论文结果分析；张清负责论文可行性分析；伍建林负责文章整体的质量控制。

参考文献

- CHEN P X, LIU Y H, WEN Y K, et al. Non-small cell lung cancer in China[J]. *Cancer Commun (Lond)*, 2022, 42(10): 937-970.
- Forster C, Perentes J Y, Ojanguren A, et al. Early discharge after thoracoscopic anatomical pulmonary resection for non-small-cell lung cancer[J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2021, 33(6): 892-898.
- 饶孙银, 叶联华, 崔欣, 等. 肺段切除术治疗早期非小细胞肺癌的预后研究进展[J]. *中国肺癌杂志*, 2020, 23(9): 830-836.
- 张亚年, 张璐, 范心庭. 胸腔镜肺段切除术治疗非小细胞肺癌的临床效果及其对血清 LDH、ProGRP、NSE 的影响[J]. *临床和实验医学杂志*, 2022, 21(19): 2062-2066.
- Sugai K, Sekine Y, Kawamura T, et al. Sphericity of lymph nodes using 3D-CT predicts metastasis in lung cancer patients[J]. *Cancer Imaging*, 2023, 23(1): 124.
- 支修益, 石远凯, 于金明. 中国原发性肺癌诊疗规范(2015 年版)[J]. *中华肿瘤杂志*, 2015, 37(1): 67-78.
- 陆世民, 常江华, 荣君, 等. 三维 CT 支气管血管重建引导下胸腔镜亚节段切除术对肺结节的治疗[J]. *中国医学装备*, 2024, 21(1): 110-113.
- 孙明, 王蔚文. 临床疾病诊断及疗效判定标准[M]. 北京: 中国科学技术文献出版社, 2010: 346-348.
- 刘建伟, 郑爱民. 早期非小细胞肺癌局部治疗研究进展[J]. *介入放射学杂志*, 2023, 32(5): 508-511.
- 王安生, 王祖义, 陈力维, 等. 早期肺癌胸腔镜解剖性肺段切除临床疗效及手术质量控制[J]. *蚌埠医学院学报*, 2023, 48(6): 735-740.
- 杨勇坡, 董小齐, 王军亮. 胸腔镜手术对非小细胞肺癌患者血清炎症因子及疼痛应激指标的影响[J]. *实用癌症杂志*, 2022, 37(3): 425-427.
- Lou X, Sanders A, Wagh K, et al. Safety and feasibility of thoracoscopic lung resection for non-small-cell lung cancer in octogenarians[J]. *Innovations (Phila)*, 2021, 16(1): 68-74.
- 谷电雷, 章卫国, 陈山. 术前 CT 三维重建联合 CT 引导下医用胶注射定位在肺结节胸腔镜肺段切除术中的应用效果[J]. *临床和实验医学杂志*, 2023, 22(12): 1323-1327.
- 严鹏伟, 朱焕锋, 刘雅恬, 等. 基于 3D-CT 和 4D-CT 的肺癌放射治疗靶区勾画方法的研究[J]. *肿瘤学杂志*, 2020, 26(7): 591-595.
- 张智强, 丁彦光, 夏宏伟, 等. Vitaworks 软件 CT 影像三维重建及手术规划在早期非小细胞肺癌胸腔镜肺段切除术中的应用[J]. *山东医药*, 2022, 62(32): 71-74.
- 瞿丽娟, 段永宏, 崔锐红, 等. 胸腔镜联合 3D 打印技术在肺段切除术中的临床效果及预后分析[J]. *中国医学装备*, 2023, 20(3): 113-116.
- 尉腊革, 李毅, 张建辉, 等. 三维肺支气管血管重建术与三孔胸腔镜根治术治疗早期 NSCLC 的安全性、有效性分析[J]. *湖南师范大学学报(医学版)*, 2021, 18(4): 236-240.
- 杨冉, 韩金利, 侯建彬, 等. 胸腔镜肺段切除术采用 3D-CTBA 模拟对提高手术安全性和有效性的价值[J]. *安徽医学*, 2022, 43(3): 289-294.
- 张斌, 胡成广. 三维 CT 支气管血管成像胸腔镜肺段切除治疗 T1a~1bN0M0 期非小细胞肺癌的研究进展[J]. *肿瘤研究与临床*, 2023, 35(9): 706-709.
- 杨洋, 林生荣, 胡青, 等. 3D-CTBA 联合 3D 打印技术在肺癌胸腔镜肺段切除术中的应用价值[J]. *陕西医学杂志*, 2023, 52(9): 1221-1224.
- 代祖建, 林铿强, 黄明翔, 等. 三维 CT 支气管血管重建技术在胸腔镜肺段切除术治疗早期肺癌中的应用[J]. *中国医学物理学杂志*, 2022, 39(8): 967-971.
- LIN Y H, CHEN L W, WANG H J, et al. Quantification of resection margin following sublobar resection in lung cancer patients through pre- and post-operative CT image comparison: Utilizing a CT-based 3D reconstruction algorithm[J]. *Cancers (Basel)*, 2024, 16(12): 2181.
- 刘晓军, 韩笑, 王盼, 等. 3D-CT 影像技术在胸腔镜肺手术中的应用[J]. *临床外科杂志*, 2021, 29(9): 830-833.
- WU Z, HUANG Z F, QIN Y, et al. Progress in three-dimensional computed tomography reconstruction in anatomic pulmonary segmentectomy[J]. *Thorac Cancer*, 2022, 13(13): 1881-1887.
- 郑平, 王东, 刘可. 3D 打印模板联合 CT 引导在局部晚期非小细胞肺癌插植放疗中的应用[J]. *亚洲肿瘤科病例研究*, 2022, 11(2): 7-13.
- 申江峰, 卢开进, 贾卫光, 等. 3D-CTBA 引导精准肺段切除治疗早期非小细胞肺癌 46 例临床分析[J]. *徐州医科大学学报*, 2021, 41(9): 690-692.
- 潘红, 张文雯. 胸腔镜肺段切除术治疗早期非小细胞肺癌的疗效观察及预后因素的 Logistic 回归分析[J]. *黑龙江医药科学*, 2023, 46(4): 184-187.
- 赖志伟, 张珂. 3D 技术在肺段切除术中的临床应用[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2021, 28(5): 603-608.
- 杨善岚, 王楠, 李洋洋, 等. 非小细胞肺癌患者手术预后影响因素及预测模型构建[J]. *中华肿瘤防治杂志*, 2022, 29(23): 1676-1684.
- 李刚, 邓汉宇, 罗俊, 等. 三维立体测量法测量 cT1 期 NSCLC 肿瘤-肺门空间距离及其与淋巴结转移的关系[J]. *四川大学学报(医学版)*, 2020, 51(4): 526-532.
- 刘让, 陈李李, 俞经生, 等. Mimics 三维重建技术在胸腔镜解剖性肺段切除术中的应用效果分析[J]. *临床肺科杂志*, 2022, 27(12): 1845-1849.

收稿日期: 2024-12-18

编辑: 崔明璐