

# 3D-CTBA 技术在手术前规划下行精准肺段切除术的应用研究

周伟光 崔佩鹏

四平市中心人民医院, 吉林 四平 136000

**【摘要】** 肺癌属呼吸系统恶性肿瘤, 肺叶切除和胸腔镜肺段切除术是常见的肺癌手术治疗技术。因肺部组织解剖结构较为复杂, 肺组织中支气管、动静脉及其分支走行较为复杂, 早期肺癌患者行肺叶切除术相比, 肺癌患者在胸腔镜下行肺段切除术对手术精准度要求较高, 难度较大。三维 CT 支气管血管重建(3D-CTBA)是近年来临床应用广泛的成像技术, 对行肺段切除术患者进行手术之前, 通过 3D-CTBA 技术对肺组织病灶部位进行影像学分析, 图像可清楚显现肺组织立体解剖结构和支气管、动静脉血管及分支走行, 明确病灶所属肺段, 从而对手术精准切除提供依据, 可显著提升手术的精准度。本文阐述 3D-CTBA 技术在手术规划下行精准肺段切除术中应用价值。

**【关键词】** 3D-CTBA 技术; 肺段切除术; 肺癌

随医学技术的发展, 低剂量螺旋 CT 检查逐渐在临床普及, 肺癌检出率逐渐增加<sup>[1]</sup>。目前手术治疗是肺癌主要治疗手段, 肺癌初期患者行肺叶切除术并进行术中淋巴结清扫是常见手术形式, 该术式大部分肺癌患者均适用。但该术式肺组织切除部分较多, 患者术后肺功能明显降低<sup>[2]</sup>。此外, 随人口老龄化的发展, 高龄肺癌患者逐渐增加, 高龄患者由于对手术的耐受性较差, 多不适用于标准解剖肺叶切除术, 胸腔镜下进行肺段切除术逐渐应用于临床。肺段切除在完全切除肺结节的基础上可保留更多肺功能, 但肺部组织解剖结构较为复杂, 对于手术医师来说, 肺段切除术对手术技术有较高要求, 为精准完成肺段切除术, 术前采取有效措施对手术步骤进行规划至关重要。

## 1 肺段切除术发展现状

肺段这个解剖学概念在 1899 年提出, 包括肺段支气管及其分布肺组织。肺段切除术是将病变肺段切除, 保留肺叶及其余肺部组织的手术, 如病变部位在肺组织上叶尖段, 可通过手术将肺尖段切除, 保留剩余前后段。1939 年肺段切除术首次应用于临床, 此后, 广泛应用于临床<sup>[3]</sup>。作为肺切除最小单位, 该手术不仅能将病灶完全切除, 还能最大程度上保护剩余肺组织, 对肺功能影响较小<sup>[4]</sup>。肺叶切除术手术创伤较大, 其中楔形切除术难度较大, 要求接受肺叶切除术患者具备良好的身体素质以耐受手术带来影响。肺段切除术对年

老体弱, 肺功能较差不能耐受肺叶切除术等对肺组织切除面积较大手术者尤为适用。与肺叶切除术标准术式相比, 解剖性肺段切除术需要将患者胸部解剖结构进行评估, 要求医师对血管及支气管分支模式足够熟悉, 肺部结构变化多样, 实现精准手术是不小挑战。肺段切除术一般术前通过 X 线检查, 进行病变部位定位, 但肺组织解剖结构复杂, 在肺段内, 肺动脉分支与肺段支气管伴行, 静脉分布于肺段之间, 各级所属分支走行不定。肺段与肺段之间组织学间隙不明显, 分界不明显, 进行手术剥离时易损伤邻近组织, 操作难度较大。简单 X 线术前定位并不能完整呈现肺组织解剖结构, 不能保证手术精准度。这种肺组织特有的解剖结构在一定程度上限制了肺段切除术的发展。与传统二维图像相比, 肺组织三维图像重建, 助于医师以直观方式确定胸部解剖结构, 助于医师了解患者在术前术中肺部解剖结构。

## 2 医学图像概述及 3D-CTBA 技术诞生背景

医学图像种类较多, 根据成像原理不同分为分子成像及解剖成像。解剖成像是机体生理形态进行描述, 在不同角度下对机体组织结构进行分析, 辅助医师发现异常病灶结构。常用的解剖成像技术有计算机断层成像技术, 数字减影血管造影技术等<sup>[5]</sup>。功能成像技术主要描述机体器官在不同情况下的功能代谢情况, 热成像技术、正电子发射层扫描技术等。分子成像技术是通过影

像学方法对组织细胞水平特定分子进行显现,反应分子水平变化,实现对生物学行为定量定性研究。随医学技术发展,医学成像水平逐渐发展。医学图像处理与临床实际应用存在一定相关性,对医学图像精确度要求不断增加。与普通图像不同,医学图像信息较复杂,处理技术的应用难度较大,医学技术更新后,图像精准度均有提升,对图像处理要求更加严格。CT 等医学成像设施,采集的图像始终为二维数据,对医学工作者实践经验要求较高<sup>[6]</sup>。CT 等成像设备得出的二维图像具有一定局限性,病灶组织的形态大小只能通过医疗工作者构想获取,单一依靠医疗工作者主观经验进行,任务难度和不确定性增加。若能将二维图像转变为三维图像,增加图像直观性,对医学工作者制定明确医疗方案具有至关重要的作用,三维重建技术由此诞生。

三维重建是将平面的资料以立体形式进行重建,避免人脑构想过程中可能造成的误差,通过立体图像最大程度将解剖结构及相互之间的位置关系进行重建。本文中使用的软件对肺段中支气管、血管等进行三维重建<sup>[7]</sup>。将支气管作为核心,寻找伴行的动静脉,了解动静脉分支的走行方向,通过 3D-CTBA 技术将病灶组织进行定位,确定病灶与周围组织之间位置关系,对需要切除支气管、血管等组织进行标记,帮助手术方案规划,帮助寻找最佳的手术路径<sup>[8]</sup>。在三维导航的帮助下,手术过程中准确分割靶向结构,完整将病灶组织进行切除,同时可保证手术切缘与肿瘤之间一定距离,对降低术后复发率具有重要作用。

### 3 D-CTBA 技术应用

**3.1 定位肿瘤,识别肺段** 胸腔镜精准肺段切除术对肺癌初期患者肿瘤病灶定位精准度要求较高。肺组织解剖结构复杂多样,支气管、动静脉及其分支走行方向不固定,且不同肺段之间不存在明显解剖间隙,该种复杂的解剖结构不利于肺段完整剥离<sup>[9]</sup>。术前对患者进行 X 线检查及普通二维 CT 扫描得出医学图像很难将肿瘤与正常肺组织分隔开,当肿瘤位于肺段交界处时,难以判断肿瘤发起肺段。术前对患者进行 3D-CTBA 技术可将肺组织中支气管、动静脉及其分支之间关系进行重建,使所得图像直观性提升,准确判断肿瘤所属部位提升定位精准度。机体肺段内存在固定的仅有一套的静脉回流系统,对初期肺癌

患者进行肺段切除术时,若术前血管定位不够准确,静脉血管切除过多,肺部血液回流障碍,患者术后表现为咯血<sup>[10]</sup>。通过 3D-CTBA 技术,可清晰显现出肺段三维解剖图像,肺段的解剖结构、肺段支气管及动静脉及其分支走行情况直观性提升,较早发现血管变异情况,将需要进行处理的动静脉及支气管进行标记,提升手术切除定位精确度。将患者 CT 二维医学图像转变为三维模型,使肿瘤位置、肺段结构及动静脉分支走行及变异进行直观显示,手术精准度得到有效提升。

**3.2 术前规划应用** 3D-CTBA 技术可将肺部支气管、动脉、静脉等三大结构进行三维重建,得出三维立体图像,可清楚将肺段之间的关系及支气管、血管走行及变异情况,肿瘤所属部位进行显现,同时得到的三维图像可自由旋转,可将肺段解剖结构直观显示出来,帮助医师判断手术难易程度,通过准确标记制定最佳手术路径,制定个性化手术方案,帮助手术顺利进行<sup>[11]</sup>。

进行胸腔镜肺段切除术后复发率发生与手术切缘与肿瘤之间的距离存在相关性,当肿瘤组织与手术切缘之间的距离 < 1cm 时,术后复发率较高,且进行手术时肺部处于萎缩状态,此时测量的肿瘤与手术切缘之间的距离与肺组织在充气状态下测量的距离存在差异,最高差距可达 2.5cm,对肺癌初期患者进行手术前对病灶部位进行 3D-CTBA 技术,可得到三维立体模型,在模型上将肿瘤病灶的部位和大小进行标记,完成病灶标记后,向外延伸 2cm 为手术安全切缘,帮助术中肿瘤完整切除,规定最小手术范围,最大程度上保护患者的肺功能<sup>[12]</sup>。目前常用的术前定位方法有解剖标志物定位、术中超声定位、胸部 CT 引导下经皮肺穿刺、电磁导航支气管镜下引导染色定位。其中肿瘤标志物定位是术前术中根据三维立体模型与正常解剖结构进行比对,了解病变所在肺段,根据周围相对关系进行定位。但术前到术后,患者肺部从充气状态变为萎陷状态,位置会发生变化,且受体位影响较大,定位失败的发生风险较高。术中超声定位存在一定定位范围,超声定位位置与病灶位置一致,肺组织尚未完全萎陷,干扰超声成像。CT 引导下经皮肺穿刺定位,在病变部位注射亚甲蓝等显色剂或病灶处放置弹簧圈进行定位,该种定位方式易发生出血、钩线脱落等并发症。若定位时间过长,显色剂在肺内弥散,

染色范围超过定位,术中无法准确进行识别。电磁导航支气管镜下定位,在支气管镜、电磁导航、CT 成像技术帮助下,达到常规支气管镜无法到达部位,将病变组织进行染色,精确划分手术切除范围<sup>[13]</sup>。各种定位方式均具有优缺点和固定使用范围,应根据患者具体情况进行定位方式的选择。

3D-CTBA 技术是在软件帮助下将肺部二维医学影像进行三维重建,并通过整理建立立体模型,将肺段中支气管、动静脉及分支走行方向及与肿瘤之间的位置关系进行确定,根据血管分布分割肺段,进行定位标记。在软件帮助下对重建的医学图像进行多角度、多方面观察,使肺结节位置及周围结构得到直观体现,精准进行病灶定位。在精准定位病灶基础上,可将肺段与肺段平面之间距离进行测量,将切除范围划出,判断独立或联合肺段切除。明确支气管、动静脉及其分支是否存在返支、共干等变异现象,帮助术前规划,选择最佳手术路径,帮助手术方案的制定。

术中也可通过三维图像对照,及时调整手术方案,对肺癌初期患者进行胸腔镜下肺段切除术时,将术前准备的三维 CT 支气管、动静脉重建图像放置于胸腔镜显示器旁,在手术进行过程中通过与三维图像进行对比,及时纠正手术操作过程中的误差,及时实现手术方案的优化,进一步提升胸腔镜肺段切除手术的精准度。

#### 4 小 结

胸腔镜下肺段切除术是肺癌初期推荐手术方式,在复杂的解剖结构影响下,对手术精准度要求较高,要求术前病灶定位应精准,术前手术路径手术方案制定要合理,常规二维 CT 扫描得出的二维图像难以满足精准定位要求。3D-CTBA 技术得出的三维重建模型可以更加直观、全面的展现肺段中支气管、动静脉及分支,肿瘤病灶部位,与周围组织之间的关系,用于术前规划,可获得最佳手术路径,帮助合理手术方案的制定,从而提升手术室成功率,临床应用安全性较高,值得推广。

#### 参考文献

[1] 梁海胜,纪律.多排螺旋 CT 灌注成像联合图像三维重建技术定性诊断孤立性肺结节的价值[J].广西医学,2020,42(5):543-547.  
[2] 杨晓东,张所林,由清涌,等.基于肺

部增强 CT 扫描三维重建的人右肺上叶血管、支气管解剖结构观察[J].山东医药,2020,60(30):18-21.

- [3] 任启洁,顾冰洁,王小琴,等.正电子发射计算机断层显像诊断大血管炎三例并文献复习[J].中国全科医学,2020,23(33):4256-4263.  
[4] 张白霖,戴振晖,朱琳,等.基于四维计算机断层扫描图像的非小细胞肺癌影像组学特征稳定性分析[J].中国医学影像学杂志,2020,28(7):550-553.  
[5] 赵肖,卢恒孝,张振江.CT 三维重建联合术中肺自然萎陷定位在胸腔镜肺段切除术中的初步探讨[J].中国肺癌杂志,2021,24(10):683-689.  
[6] 殷志敏,陈良亮,王霄霖,等.三维 CT 支气管血管成像在解剖性肺段切除术中的应用研究进展[J].实用临床医药杂志,2020,24(3):5-9.  
[7] 刘庆文,殷志敏,王霄霖,等.三维重建联合 Hookwire 定位肺小结节在胸腔镜肺段切除术中的应用[J].中国胸心血管外科临床杂志,2020,27(7):802-806.  
[8] 汤海,苏杭,陈昶.肺段切除术技术要点及其对肺功能影响的评价[J].中华胸心血管外科杂志,2020(1):48-53.  
[9] 高鹏,董志辉,倪明立,等.计算机断层扫描三维重建联合带钩钢丝定位对 I A 期肺癌的诊疗价值研究[J].癌症进展,2020,18(5):459-462.  
[10] 胡硕,王琦,魏海星,等.三维导航免穿刺和穿刺定位行解剖性肺段切除术治疗肺结节的回顾性队列研究[J].中国胸心血管外科临床杂志,2021,28(10):1202-1206.  
[11] 王六一,宋文爱,林鑫山,等.支气管扩张 CT 影像计算机辅助诊断研究综述[J].计算机工程与应用,2021,57(11):11-20.  
[12] 张家豪,张亚杰,李鹤成.早期肺癌肺段切除:从技术到临床研究[J].中国胸心血管外科临床杂志,2020,27(10):1127-1133.  
[13] 王功铭,林勇斌,罗孔嘉,等.电磁导航支气管镜引导下注入荧光剂在肺结节定位切除术中可行性[J].中国肺癌杂志,2020,23(6):503-508.