



中国胸心血管外科临床杂志

Chinese Journal of Clinical Thoracic and Cardiovascular Surgery

ISSN 1007-4848, CN 51-1492/R

## 《中国胸心血管外科临床杂志》网络首发论文

题目：4K 荧光高端国产医用内窥镜全国胸外科临床应用评价专家共识（2023）  
作者：陈求名，陈剑锋，曾理平，彭忠民，马金山，吴子恒  
收稿日期：2023-11-27  
网络首发日期：2024-02-07  
引用格式：陈求名，陈剑锋，曾理平，彭忠民，马金山，吴子恒. 4K 荧光高端国产医用内窥镜全国胸外科临床应用评价专家共识（2023）[J/OL]. 中国胸心血管外科临床杂志. <https://link.cnki.net/urlid/51.1492.R.20240204.1529.004>



**网络首发：**在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

**出版确认：**纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

# 4K 荧光高端国产医用内窥镜全国胸外科 临床应用评价专家共识（2023）



中国医疗保健国际交流促进会胸外科分会，中国抗癌协会肺部肿瘤整合康复专业委员会，  
浙江省医师协会胸外科医师分会

浙江大学医学院附属第一医院 普胸外科 浙江省医疗器械临床评价技术研究重点实验室（杭州 310003）

**【摘要】** 本共识旨在介绍 4K 高清技术、荧光技术在胸外科的应用场景，总结归纳肺段手术相关技术支撑，创新性提出精准肺段袖式切除术式技术支撑，为临床使用提供参考，为国产高端腔镜的研发、创新指出方向，推动优秀国产医用内窥镜的普及应用，促进国产医用设备的发展。

**【关键词】** 4K 荧光；医用内窥镜；胸外科；临床应用评价；专家共识

## Nationwide expert consensus on the clinical application and evaluation of 4K fluorescence high-end medical endoscopes in thoracic surgery (2023)

Thoracic Surgery Branch of China International Exchange and Promotive Association for Medical and Health Care, The Pulmonary Tumor Integration and Rehabilitation Professional Committee of the China Anti-Cancer Association, Thoracic Surgeon Branch of Zhejiang Medical Doctors Association

Department of Thoracic Surgery, The First Affiliated Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Key Laboratory of Clinical Evaluation Technology for Medical Device of Zhejiang Province, Hangzhou, 310003, P. R. China

Corresponding author: HU Jian, Email: [dr\\_hujian@zju.edu.cn](mailto:dr_hujian@zju.edu.cn)

**【Abstract】** This consensus aims to introduce the applications of 4K high-definition technology and fluorescence technology in thoracic surgery, summarize and categorize the technical support for pulmonary segment surgery, and innovatively propose technical support for precise sleeve resection of pulmonary segments. It provides a reference for clinical use, points out the direction for the research and innovation of domestically produced high-end endoscopes, promotes the widespread application of excellent domestically produced medical endoscopes, and facilitates the development of domestically produced medical equipment.

**【Key words】** 4K fluorescence; medical endoscope; thoracic surgery; clinical application evaluation; expert consensus

**Foundation items:** National Key Research and Development Program of China (2022YFC2407303); Key Research and Development Program of Zhejiang (2020C03058; 2022C04030); Research Center for Lung Tumor Diagnosis and Treatment of Zhejiang Province (JBZX-202007)

## 1 内窥镜评价概述与基础

近年来，国产医用内窥镜有了迅速的发展，在“十三五”国家重点研发计划“医用内窥镜评价体系的构建和应用研究”的推动下，《医用内窥镜临床评价体系专家共识》<sup>[1]</sup>于 2020 年正式推出，制

定了医用内窥镜的评价指标，探索了医用内窥镜评价标准化临床评价场景及人员，明确了医用内窥镜评价标准化数据采集及处理流程，从各维度剖析了国产内窥镜存在的优劣势，并提出改进建议，为国产内窥镜的改良和优化提供了方向，推动了国产内窥镜的快速发展。

在“十二五”及“十三五”期间，以 4K 超高清、荧光腔镜系统为代表的高端医用内窥镜发展迅猛，国产高端医用内窥镜取得了一系列自主原创的重要突破，呈现出“创新能力从弱到强，重大产品

DOI: [10.7507/1007-4848.202311071](https://doi.org/10.7507/1007-4848.202311071)

基金项目：国家重点研发计划（2022YFC2407303）；浙江省重点研发计划（2020C03058；2022C04030）；浙江省肺部肿瘤诊治技术研究中心（JBZX-202007）

通信作者：胡坚，Email: [dr\\_hujian@zju.edu.cn](mailto:dr_hujian@zju.edu.cn)



从无到有,关键技术从低端到高端,应用环境从不佳到好转”的发展局势。在胸外科领域,面向中央型肺癌新辅助免疫治疗模式带来的变革,以4K荧光腔镜系统为核心,集成三维重建智能软件系统等国产创新高端微创外科医疗器械,带来了精准肺段支气管袖式切除术的术式革新。尽管国产高端腔镜发展势头良好,但目前在国内医疗机构的认可度不高,市场占有率相对较低。依托“十四五”国家重点研发计划“国产创新高端医用腔镜系统与微创器械的应用示范与评价”,我们邀请了122位专家制定本共识,旨在介绍4K高清技术、荧光技术在胸外科的应用场景,总结归纳肺段手术相关技术支撑,创新性提出精准肺段袖式切除术式技术支撑,为临床使用提供参考,为国产高端腔镜的研发、创新指出方向,推动优秀国产医用内窥镜的普及应用,促进国产医用设备的发展。

**共识1:**“十三五”国家重点研发项目“医用内窥镜评价体系的构建和应用研究”构建了医用内窥镜评价的重要体系,该体系的构建对评价国产与进口医用内窥镜之间的差距,及实现客观科学评价做了标准化界定,对国产医用内窥镜的评价及今后临床应用具有重要意义。

共识度:100%同意,0%弃权。

**共识2:**“十四五”国家重点研发项目对4K、荧光腔镜等高端医用设备进行术式创新和示范推广应用,该项目对4K、荧光腔镜高端医用设备及该技术的成熟应用和基层普及具有重要临床价值。

共识度:100%同意,0%弃权。

## 2 4K 高清技术在胸外科的临床应用

4K 高清技术指屏幕的水平分辨率约为4 000像素,是传统高清技术的4倍。基于高清、广色域两大特点<sup>[2]</sup>,4K具有类似于人类视觉的高像素密度,增强了人与立体感相关的现实感知。得益于此,4K 高清技术在胸外科临床实践中有许多应用场景。

### 2.1 肺楔形切除术

肺楔形切除术常用于靠近肺脏层胸膜的病灶切除,能够最大化保留肺功能,其关键是病灶的定位。术前计算机断层扫描(computed tomography, CT)或三维重建能够辅助病灶定位,但受肺膨胀状态的影响。术中由于位置偏深或病灶与正常组织在普通腔镜下无明显差异,术者可通过触诊进行定位。而4K 高清技术可以在直视视野下,通过组织

颜色和表面形状改变直接定位,或结合荧光共同定位,以此提高定位精度,缩短手术时间。

### 2.2 肺段切除术

肺段切除术的重点在于识别段间平面。目前常用的识别段间平面方法为膨胀萎陷法、荧光法等,也有文献<sup>[3]</sup>支持通过“无等待技术”识别段间平面。高分辨率的4K胸腔镜系统和“无等待技术”结合可以缩短段间平面识别的等待时间和总操作时间,弥补术前三维CT支气管血管重建缺失的不足,避免对其他肺组织进行不必要的解剖<sup>[4]</sup>,有效提升段门结构和段间平面的识别精准度,提高手术安全性。

### 2.3 肺袖式切除术

肺袖式切除术是一种复杂的肺切除和重建手术,通常用于侵及中央气道或血管结构的局部晚期肺癌患者。由于手术复杂性和高风险性,目前袖式切除术仍以开放手术为主。但是,普通腔镜下袖式切除术与开放袖式切除术相比,具有相似甚至更好的围手术期结果<sup>[5]</sup>。相比于普通胸腔镜,4K 高清胸腔镜对于局部血管和气管的识别具有更高清晰度,能提供类似真实视觉的立体体验,获得直视视野下的操作体验。

**共识3:**腔镜技术发展经历标清、高清、超高清、4K等重要技术节点。手术视野的清晰暴露,为外科医生进行精细化手术带来了重要的基础条件。4K腔镜技术的进一步发展将有力推动临床更微创更精细化手术的开展。

共识度:100%同意,0%弃权。

**共识4:**4K腔镜高端医用设备是开展精细化、同质化、规范化微创手术的重要基础。腔镜微创手术已成为外科治疗的主流技术,基层医院已开展并成熟应用。国产4K 高端腔镜系统的基层示范应用势在必行。

共识度:98.7%同意,1.3%不同意。

## 3 荧光腔镜在胸外科的临床应用

### 3.1 肺段间平面识别

在肺段切除术、肺亚段切除术、动脉归属法的解剖性楔形切除术等临床实践中<sup>[6-7]</sup>,术前行三维重建肺解剖,术中准确识别目标肺段的动脉并予以结扎。然后根据设备和外科医生的喜好,可将0.25~0.60 mg/kg 范围内剂量的吲哚菁绿(indocyanine green, ICG)注射到外周静脉。10~20 s后,可识别出分界线,在荧光胸腔镜下,正常肺组织被突出显示,从而在荧光引导下切除目标肺段。

### 3.2 肺结节定位

在肺外科手术中,肺结节的定位一直是困扰胸外科医生的难题,对肺结节精确定位的需求正在上升。传统的定位方法包括术前在 CT 的引导下使用微线圈、钩线或亚甲基蓝。微线圈和导线的缺点是具有手术相关气胸或血气胸风险,而亚甲基蓝染色的目标病变可能被碳墨遮蔽。

ICG 注射定位肺结节技术的优点包括实施简单,无定位线移位风险,持久可见目标结节,对病理诊断的影响较小,与定位线相比,气胸或血气胸的风险降低<sup>[8]</sup>。其局限性包括无法检测盲区(如纵隔胸膜、小叶间裂隙和肩胛骨盖)的结节。ICG 也可在电磁导航支气管镜(electromagnetic navigation bronchoscopy, ENB)指导下用于术中胸膜表面附近小肺结节的定位<sup>[9]</sup>。与经胸入路相比,ENB 引导下的入路可以定位多个病变,导致气胸的风险更低,该技术需要熟练的支气管镜操作。无论是术前外周静脉注射、ENB 引导、CT 引导下肺穿刺还是术中雾化吸入,ICG 染色肺结节定位在荧光胸腔镜中有天然优势。

### 3.3 识别定位前哨淋巴结

前哨淋巴结(sentinel lymph node, SLN)是肿瘤淋巴引流的第一个淋巴结,其病理状态可以预测淋巴转移扩散,影响疾病的分期、预后和后续治疗,SLN 活检已被广泛应用于乳腺癌及黑色素瘤的外科手术中,但在肺癌及食管癌中的研究甚少。在特定的患者中,SLN 活检可以替代广泛的淋巴结切除术,后者可能与长时间的漏气、血胸、乳糜胸、喉返神经损伤和支气管瘘等风险相关<sup>[10]</sup>。肺癌外科手术中用于 SLN 定位的常规药物包括亚甲基蓝和<sup>99m</sup>Tc(<sup>99m</sup>Tc);然而,亚甲基蓝的检出率很低,因为肺和纵隔存在碳墨淋巴结,而<sup>99m</sup>Tc 与辐射暴露和复杂的给药方法有关。为了提高术中胸部 SLN 的定位,可考虑 ICG 荧光成像。ICG 在非小细胞肺癌 SLN 活检中的应用虽然很有前景,但由于缺乏大规模随机对照研究及研究设备限制等还远远不能用于常规临床实践。

### 3.4 肺大疱病变的检测

胸腔镜下肺大疱切除术是自发性气胸的主要治疗方法。然而,在一些肉眼检查可能难以发现的大疱性病变患者中,复发率很高。由于肺气肿及肺大疱肺组织密度及血流量明显低于正常肺组织,通过术中静脉注射 ICG,可从荧光胸腔镜检测和显示这种差异<sup>[11-12]</sup>。但是,病变的异质性可能使荧光成像难以区分所有大疱性病变与正常组织。

**共识 5:** 荧光腔镜高端医用设备是腔镜微创技术又一重要发展方向,荧光腔镜技术在亚肺叶、肺段、段间平面识别及解剖性区域切除范围界定、肺结节的精准定位中具有临床应用价值及前景。  
共识度: 100% 同意, 0% 弃权。

## 4 胸外科肺段手术相关技术支撑

肺段手术作为胸外科的标志性手术,核心步骤是三维重建进行术前规划、段门结构的精准解剖、段间平面的精确裁剪等,以 4K 荧光腔镜为核心的医疗设备为肺段手术的顺利实施提供了坚实的基础。目前肺段手术的开展已相对普及,但存在不规范、不精准、不成体系的问题,本章节围绕肺段切除术相关的支撑技术,做简要介绍。

### 4.1 三维重建技术

肺结节、肺段及亚肺段的准确解剖定位等问题始终困扰着医生。根据术前 CT 行数字三维重建,推荐进行薄层增强 CT<sup>[13]</sup>,对肺组织、血管、支气管、肺内小结节进行立体重现,进行详细的术前规划,缩短术中思考判断时间、学习曲线<sup>[14]</sup>,使得手术更加精确、安全<sup>[15]</sup>。

### 4.2 肺段间平面确认

“膨胀-萎陷法”:最经典的方法,目前临床多采用改良的“膨胀-萎陷法”<sup>[16]</sup>进行段间平面的确定。该方法的核心是靶段动脉的正确识别,段间平面显示效果佳,但需要一定的等待时间,相对受限于肺气肿患者等。为了缩短手术时间,部分中心主张在手术过程中,首先分离阻断供给靶段血液的肺动脉或静脉<sup>[17]</sup>,然后纯氧鼓肺,在等待段间平面形成期间可以继续对靶段残存段门结构的分离和离断。

ICG:已被运用到多个临床领域,可用来判断组织血流灌注情况。2009 年, Misaki 等<sup>[18]</sup>日本学者探索使用 ICG 应用于肺段切除术段间平面的识别中。离断靶段动脉后经外周静脉注射 ICG,在荧光模式下,可见正常保留肺组织染色而靶段未染色,以此显示段间平面。该方法可用于肺气肿患者,可快速显示段间平面,但术中需使用价格不菲的荧光胸腔镜,存在费用相对昂贵、荧光可视化时间较短等问题。

除了上述两种主流方法,还有靶段支气管高频通气法<sup>[19-20]</sup>,需要麻醉师有丰富的经验以及不同外径规格的支气管镜;经靶段支气管染色也是一类常用的方法,操作简易,但药物易弥散导致段间平面显示不满意<sup>[21-23]</sup>;此外还有学者<sup>[24]</sup>用热成像技术

来确定段间平面, 但有待临床进一步验证。

### 4.3 肺段间平面的离断

目前最常用的方法是能量平台, 包括电凝、超声刀等离断, 以及应用直线切割缝合器离断<sup>[25]</sup>。应用切割缝合器进行机械切割时, 比较简单快捷, 但余肺成形较差、易不张等<sup>[19,26]</sup>, 更容易损伤段间静脉<sup>[27-28]</sup>。此外, 手术费用相对较高。而应用能量平台法则能有效避免上述缺点<sup>[26,29]</sup>, 相对更经济, 但术后漏气等并发症发生率较高, 对术者要求更高。

鉴于上述两种方法的优缺点, 部分学者<sup>[30-31]</sup>主张直线切割缝合器与能量平台联合应用处理段间平面。采用能量平台等沿段间静脉由段门向远端解剖, 锐性分离段间平面, 对段门进行“开门”, 对立体的段间平面进行“降维”, 当分离至肺实质的外 1/3 时, 外周肺组织采用直线切割缝合器裁剪。该方法充分发挥锐性分离和缝合器分离的优点, 能够在保证术后肺组织充分复张的前提下减少肺部持续性漏气的发生。

**共识 6:** 肺段切除术在早期肺癌诊治中具有重要临床价值, 需要对肺段切除术的开展进行规范和质控。三维重建技术在肺段切除术中发挥关键作用。

共识度: 98.7% 同意, 1.3% 弃权。

## 5 精准肺段袖式切除术创新术式技术支撑

精准肺段支气管袖式切除术<sup>[32-33]</sup>的理念始于中央型肺癌肺叶支气管袖式切除术, 尝试以“肺段”为切除单位, 实现段支气管重建, 即所谓“段袖”切除, 技术难度明显提升, 需要更精准的解剖评估和适应证论证, 是肺段切除术的重要创新。随着早期中央型肺癌检出率的逐步提升<sup>[34-35]</sup>, 根据新辅助免疫治疗<sup>[36]</sup>、亚肺叶切除疗效<sup>[37-38]</sup>等国际临床研究结果提供的证据, 对于选择性早期中央型肺癌患者, 特别是 II 期及以上、经新辅助治疗后明显降期, 实现或接近完全临床缓解 (clinical complete response, cCR) 的患者, 肺叶以下单位切除是否足够安全? 类比中央型肺癌袖式切除, 是否行“支气管肺段袖式切除”足以满足肿瘤根治原则并最大限度保留患者的肺功能? 因此, 本团队提出构建基于国产高端腔镜系统的精准肺段袖式切除创新术式, 术前荧光支气管镜检查联合三维重建进行术前规划, 充分论证段支气管重建方案; 术中依托 4K 荧光内窥镜系统导航, 联合术中快速病理精准判读, 实现“段袖”精准根治。

因该技术属于探索性创新术式, 尚无可参考的

指南等, 基于本中心前期数十例患者的经验总结, 组织专家论证, 形成了专家组对实行这一术式的规范建议: (1) 术式分型: 根据现有临床经验, 专家组将精准肺段袖式切除手术分为以下 6 种类型。

I 型: 左/右肺背段袖式切除术; II 型: 左舌段袖式切除术; III 型: 左肺固有段袖式切除术; IV 型: 左/右肺基底段袖式切除术; V 型: 除上述分型外单肺段袖式切除术; VI 型: 除上述分型外联合肺段袖式切除。(2) 内窥镜应用效果评价: 4K 高清晰度胸腔镜是否提升了对段间平面识别的效率和准确性? 荧光支气管镜能否协助判断支气管黏膜有无异常, 对第一切缘的选择提供参考?

**共识 7:** 以综合治疗为主题的肺癌治疗中, 局部手术仍可以发挥重要作用; 对免疫治疗、靶向治疗实现明显降期的患者可考虑探索进一步缩小切除范围的新术式。

共识度: 92.2% 专家支持, 7.8% 专家建议开展广泛临床研究以提供更多循证医学证据。

利益冲突: 无。

**主编:** 胡坚 (浙江大学医学院附属第一医院), 冯靖禧 (浙江大学医学院附属第一医院), 吴李鸣 (浙江大学医学院附属第一医院), 马少华 (北京大学肿瘤医院), 梁朝阳 (中日友好医院), 蒲强 (四川大学华西医院)

**执笔:** 陈求名 (浙江大学医学院附属第一医院), 陈剑锋 (福建医科大学附属第一医院), 曾理平 (浙江大学医学院附属第一医院), 彭忠民 (山东省立医院), 马金山 (新疆维吾尔自治区人民医院), 吴子恒 (浙江大学医学院附属第一医院)

**核心小组 (按姓氏汉语拼音排序):** 蔡开灿 (南方医科大学南方医院), 陈军 (天津医科大学总医院), 陈铭伍 (广西医科大学第一附属医院), 耿庆 (武汉大学人民医院), 顾春东 (大连医科大学第一附属医院), 韩泳涛 (四川省肿瘤医院), 韩育宁 (宁夏医科大学总医院), 黄日胜 (温州市中心医院), 黄旭华 (浙江大学医学院附属第一医院), 李高峰 (云南省肿瘤医院), 陆中杰 (浙江大学医学院附属第一医院), 吕望 (浙江大学医学院附属第一医院), 梅建东 (四川大学华西医院), 彭俊 (云南省第一人民医院), 沈琦斌 (湖州市中心医院), 孙大强 (天津市胸科医院), 孙伟 (海南医学院附属第二医院), 谭锋维 (中国医学科学院肿瘤医院), 王海涛 (浙江省人民医院), 王述民 (北部战区总医

院), 徐金明(浙江大学医学院附属第一医院), 许顺(中国医科大学附属第一医院), 徐文震(三门县人民医院), 叶波(杭州师范大学附属医院), 喻光懋(绍兴市人民医院), 张军(嘉兴市第二医院), 张毅(首都医科大学宣武医院), 张真榕(中日友好医院), 钟文昭(广东省人民医院), 祝鑫海(浙江医院)

**审稿小组(按姓氏汉语拼音排序):** 曹庆东(中山大学附属第五医院), 车国卫(四川大学华西医院), 陈锋夏(海南省人民医院), 陈岗(德清县人民医院), 陈献国(金华市中心医院), 陈志军(舟山医院), 崔健(哈尔滨医科大学附属第四医院), 崔永(北京友谊医院), 范庆浩(金华市人民医院), 郭占林(内蒙古医科大学附属第一医院), 韩开宝(厦门弘爱医院), 何正富(浙江大学医学院附属邵逸夫医院), 黄宪平(温州医科大学附属第二医院), 江洪(杭州市第一人民医院), 金根标(柯桥区中医医院医共体总院), 康明强(福建医科大学附属协和医院), 李晨蔚(宁波大学附属第一医院), 李鹤成(上海交通大学医学院附属瑞金医院), 李辉(首都医科大学附属北京朝阳医院), 李强(四川省肿瘤医院), 李单青(北京协和医院), 李树本(广州医科大学附属第一医院), 李向楠(郑州大学第一附属医院), 李小飞(西安国际医学中心医院胸科医院), 梁志刚(宁波大学附属第一医院), 廖永德(华中科技大学同济医学院附属协和医院), 刘刚(吉林省肿瘤医院), 刘宏旭(辽宁省肿瘤医院), 刘建阳(吉林省肿瘤医院), 刘俊峰(河北医科大学第四医院), 刘彦国(北京大学人民医院), 龙浩(中山大学肿瘤防治中心), 楼正亮(义乌市中医医院), 吕振业(温州市人民医院), 马海涛(苏州大学附属第一医院), 马洪海(浙江大学医学院附属第一医院), 茅乃权(广西医科大学附属肿瘤医院), 毛友生(中国医学科学院肿瘤医院), 梅新宇(安徽省立医院), 倪彭智(浙江大学医学院附属第一医院), 彭笑怒(烟台毓璜顶医院), 戚维波(嘉兴市第一医院), 尚文军(宁波市北仑区人民医院), 沈韦羽(宁波市医疗中心李惠利医院), 孙詮(山西省肿瘤医院), 唐庆虎(湖州市南浔区菱湖人民医院), 田辉(山东第一医科大学第一附属医院), 王博(武汉大学人民医院), 王继勇(广州中医药大学第一附属医院), 汪路明(浙江大学医学院附属第一医院), 王明松(上海交通大学医学院附属第九人民医院), 王平(昆明医科大学第二附属医院), 王新(南阳市中心医院), 魏立(河南省人民医院), 翁贤武(浙江大学医学院附属第四医院), 吴丹(慈溪市人民医院医疗健康集团), 吴楠(北京大学肿瘤医院), 吴庆琛(重庆医科大学附属第一医院), 谢德耀(温州医科大学

附属第一医院), 徐步远(平阳县人民医院) 徐俊(杭州市第三人民医院), 徐美青(安徽省立医院), 徐全(江西省人民医院), 许志扬(莆田市第一医院), 薛磊(海军军医大学第二附属医院), 薛涛(东南大学附属中大医院), 杨刚(铜陵市立医院), 喻本桐(南昌大学第一附属医院), 余欢明(潮州市第一人民医院), 俞晓军(杭州市富阳区第一人民医院), 曾剑(浙江省肿瘤医院), 张春芳(中南大学湘雅医院), 张广健(西安交通大学附属第一医院), 张临友(哈尔滨医科大学附属第二医院), 赵百亲(浙江大学医学院附属第二医院), 赵军(苏州大学附属第一医院), 赵松(郑州大学第一附属医院), 郑勇洪(浙江省医疗健康集团衢州医院), 朱成楚(浙江省台州医院), 邹宗望(温州市人民医院)

### 参考文献

- 1 高树庚, 胡坚, 张兰军, 等. 医用内窥镜临床评价体系专家共识. *中国肺癌杂志*, 2020, 23(6): 409-413.
- 2 Rassweiler JJ, Teber D. Advances in laparoscopic surgery in urology. *Nat Rev Urol*, 2016, 13(7): 387-399.
- 3 Wang C, Cai L, Chen Q, et al. No-waiting segmentectomy: An optimized approach for segmentectomy. *J Thorac Dis*, 2021, 13(2): 784-788.
- 4 Liang M, Wang L, Gao J, et al. An optimal thoracoscopic segmentectomy approach: Combined ultra-high-definition 4K endovision systems with "no-waiting" technique in S8-9 complex segmentectomy. *Thorac Cancer*, 2023, 14(12): 1098-1101.
- 5 Chen T, Zhao W, Ji C, et al. Minimally invasive sleeve lobectomy for centrally located lung cancer: A real-world study with propensity-score matching. *Front Oncol*, 2023, 13: 1099514.
- 6 Misaki N, Chang SS, Igai H, et al. New clinically applicable method for visualizing adjacent lung segments using an infrared thoracoscopy system. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2010, 140(4): 752-756.
- 7 Guigard S, Triponez F, Bédard B, et al. Usefulness of near-infrared angiography for identifying the intersegmental plane and vascular supply during video-assisted thoracoscopic segmentectomy. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2017, 25(5): 703-709.
- 8 Anayama T, Hirohashi K, Miyazaki R, et al. Near-infrared dye marking for thoracoscopic resection of small-sized pulmonary nodules: Comparison of percutaneous and bronchoscopic injection techniques. *J Cardiothorac Surg*, 2018, 13(1): 5.
- 9 Abbas A, Kadakia S, Ambur V, et al. Intraoperative electromagnetic navigational bronchoscopic localization of small, deep, or subsolid pulmonary nodules. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2017, 153(6): 1581-1590.
- 10 Yamashita S, Tokuisi K, Anami K, et al. Video-assisted thoracoscopic indocyanine green fluorescence imaging system shows sentinel lymph nodes in non-small-cell lung cancer. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2011, 141(1): 141-144.
- 11 Gotoh M, Yamamoto Y, Igai H, et al. Clinical application of infrared thoracoscopy to detect bullous or emphysematous lesions of the lung. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2007, 134(6): 1498-1501.
- 12 Li H, Zhou J, Chi C, et al. Clinical application of near-infrared

- thoracoscope with indocyanine green in video-assisted thoracoscopic bullectomy. *J Thorac Dis*, 2016, 8(7): 1841-1845.
- 13 中国医药教育协会胸外科专业委员会, 中国胸外科肺癌联盟, 浙江省医学会胸外科学分会, 等. 人工智能平台下肺结节的三维可视化定位与手术规划专家共识. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2019, 26(12): 1161-1166.
  - 14 Wu WB, Xu XF, Wen W, *et al*. Three-dimensional computed tomography bronchography and angiography in the preoperative evaluation of thoracoscopic segmentectomy and subsegmentectomy. *J Thorac Dis*, 2016, 8(Suppl 9): S710-S715.
  - 15 望云, 樊荣荣, 施晓雷, 等. 胸部 CT 增强扫描结合三维可视化重建技术在靶肺叶和肺段解剖结构显示中的应用价值. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2019, 33(11): 1110-1113.
  - 16 Wang J, Xu XF, Wen W, *et al*. Modified method for distinguishing the intersegmental border for lung segmentectomy. *Thorac Cancer*, 2018, 9(2): 330-333.
  - 17 孙伟杰, 张敏, 陈旭, 等. 肺循环单向阻断段间平面识别法在肺段切除术中的应用. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2023, 30(1): 52-57.
  - 18 Misaki N, Chang SS, Gotoh M, *et al*. A novel method for determining adjacent lung segments with infrared thoracoscopy. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2009, 138(3): 613-618.
  - 19 Okada M, Mimura T, Ikegaki J, *et al*. A novel video-assisted anatomic segmentectomy technique: Selective segmental inflation via bronchofiberoptic jet followed by cautery cutting. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2007, 133(3): 753-758.
  - 20 Matsuoka H, Nishio W, Sakamoto T, *et al*. Selective segmental jet injection to distinguish the intersegmental plane using jet ventilation. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg*, 2003, 51(8): 400-401.
  - 21 Yasuo Sekine A, Eitetsu Ko A, Hideto Oishi B, *et al*. A simple and effective technique for identification of intersegmental planes by infrared thoracoscopy after transbronchial injection of indocyanine green. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2012, 143(6): 1330-1335.
  - 22 Oh S, Suzuki K, Miyasaka Y, *et al*. New technique for lung segmentectomy using indocyanine green injection. *Ann Thorac Surg*, 2013, 95(6): 2188-2190.
  - 23 Zhang Z, Liao Y, Ai B, *et al*. Methylene blue staining: A new technique for identifying intersegmental planes in anatomic segmentectomy. *Ann Thorac Surg*, 2015, 99(1): 238-242.
  - 24 Sakamoto K, Kanzaki M, Mitsuboshi S, *et al*. A novel and simple method for identifying the lung intersegmental plane using thermography. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2016, 23(1): 171-173.
  - 25 陈醒狮, 金润森. 肺段切除术中段间平面处理方式的研究进展. *中国微创外科杂志*, 2019, 19(2): 190-192.
  - 26 陈昊, 黄麟, 郑斌, 等. 单孔胸腔镜下肺段切除术中超声刀分离段间平面的应用研究. *中华胸部外科电子杂志*, 2019, 6(2): 131-135.
  - 27 Keisuke A, Yotaro I, Mitsutomo K, *et al*. Effect of cutting technique at the intersegmental plane during segmentectomy on expansion of the preserved segment: Comparison between staplers and scissors in *ex vivo* pig lung. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2011, 40(1): e34-e38.
  - 28 Yoshimoto K, Nomori H, Mori T, *et al*. Comparison of postoperative pulmonary function and air leakage between pleural closure vs. mesh-cover for intersegmental plane in segmentectomy. *J Cardiothorac Surg*, 2011, 6: 61.
  - 29 Ohtsuka T, Goto T, Anraku M, *et al*. Dissection of lung parenchyma using electrocautery is a safe and acceptable method for anatomical sublobar resection. *J Cardiothorac Surg*, 2012, 7: 42.
  - 30 Wang J, Xu X, Wen W, *et al*. Technique for tailoring complex demarcation in lung segmentectomy. *Thorac Cancer*, 2018, 9(11): 1562-1564.
  - 31 吴卫兵, 朱全, 闻伟, 等. 应用改良膨胀萎陷法行胸腔镜锥式肺段切除术 146 例. *中华胸心血管外科杂志*, 2017, 33(9): 517-521.
  - 32 Okada M, Nishio W, Sakamoto T, *et al*. Sleeve segmentectomy for non-small cell lung carcinoma. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2004, 128(3): 420-424.
  - 33 Qu R, Ping W, Hao Z, *et al*. Surgical outcomes of segmental bronchial sleeve resection in central non-small cell lung cancer. *Thorac Cancer*, 2020, 11(5): 1319-1325.
  - 34 Li N, Tan F, Chen W, *et al*. One-off low-dose CT for lung cancer screening in China: A multicentre, population-based, prospective cohort study. *Lancet Respir Med*, 2022, 10(4): 378-391.
  - 35 National Lung Screening Trial Research Team, Aberle DR, Adams AM, *et al*. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening. *N Engl J Med*, 2011, 365(5): 395-409.
  - 36 FordePM, Spicer J, Lu S, *et al*. Neoadjuvant nivolumab plus chemotherapy in resectable lung cancer. *N Engl J Med*, 2022, 386(21): 1973-1985.
  - 37 Saji H, Okada M, Tsuboi M, *et al*. Segmentectomy versus lobectomy in small-sized peripheral non-small-cell lung cancer (JCOG0802/ WJOG4607L): A multicentre, open-label, phase 3, randomised, controlled, non-inferiority trial. *Lancet*, 2022, 399(10335): 1607-1617.
  - 38 Suzuki K, Watanabe SI, Wakabayashi M, *et al*. A single-arm study of sublobar resection for ground-glass opacity dominant peripheral lung cancer. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2022, 163(1): 289-301. e2.

收稿日期: 2023-11-27 修回日期: 2024-01-12

本文编辑: 刘雪梅