

DOI: 10.12235/E20210183

文章编号: 1007-1989 (2021) 12-0014-06

论著

Mimics个体化三维重建联合径向超声支气管镜在肺外周结节诊断中的应用价值*

郝东伟¹, 冯月娟¹, 施凯¹, 刘英君¹, 王剑²

(1. 杭州师范大学附属医院 呼吸内科, 浙江 杭州 310015; 2. 杭州市临平区第一人民医院 呼吸内科, 浙江 杭州 311100)

摘要: 目的 探讨Mimics软件三维重建虚拟支气管树联合径向超声检查在肺外周结节诊断中的应用价值。**方法** 选择2020年1月1日—2021年2月28日接受径向超声支气管镜(R-EBUS)检查的外周孤立性肺结节(SPN)患者23例,随机分为Mimics+R-EBUS组和R-EBUS组,R-EBUS组术前手绘导航定位肺结节,Mimics+R-EBUS组在术前利用Mimics软件对肺结节和支气管树进行三维重建以及检查路径设计,实现对肺结节定位。两组患者术中均行快速现场评价(ROSE)以对活检标本质量进行评估。比较两组患者手术时间、并发症发生率和诊断率的差异。**结果** Mimics+R-EBUS组定位时间和操作时间短于R-EBUS组;两组患者并发症发生率和诊断率比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** Mimics个体化三维重建虚拟支气管树可为R-EBUS检查提供良好的定位与导航,缩短手术时间,具有临床应用价值。

关键词: 肺外周结节; Mimics软件; 三维重建; 径向超声支气管镜; 快速现场评价

中图分类号: R563

Clinical value of individualized three-dimensional reconstruction based on Mimics software combined with ultrasound bronchoscope in diagnosis of peripheral pulmonary nodules*

Dong-wei Yu¹, Yue-juan Feng¹, Kai Shi¹, Ying-jun Liu¹, Jian Wang²

(1. Department of Respiratory Medicine, the Affiliated Hospital of Hangzhou Normal University, Hangzhou, Zhejiang 310015, China; 2. Department of Respiratory Medicine, the First People's Hospital of Linping District, Hangzhou, Zhejiang 311100, China)

Abstract: Objective To explore the application value of Mimics software three-dimensional reconstruction of virtual bronchial tree combined with radial ultrasound in diagnosis of peripheral lung nodules. **Methods** From January 1, 2020 to February 28, 2021, 23 patients with peripheral solitary pulmonary nodule (SPN) underwent radial-endobronchial ultrasound (R-EBUS) examination, randomized divided into Mimics + R-EBUS group and R-EBUS group. In the R-EBUS group, the nodules were located by hand-painted navigation before operation, the Mimics + R-EBUS group used Mimics software to perform three-dimensional reconstruction of lung nodules and bronchial trees and design inspection paths before surgery. In both groups, rapid on-site evaluation (ROSE) was performed to evaluate the quality of biopsy specimens. Finally, the differences in operation time, complication rate, and diagnosis rate between the two groups were compared. **Results** The positioning time and operation time of the

收稿日期: 2021-04-02

* 基金项目: 浙江省基础公益研究计划项目 (No: LGF19H010002)

[通信作者] 王剑, E-mail: 451805474@qq.com

Mimics+R-EBUS group was shorter than that of the R-EBUS group. There was no statistical difference in the incidence of complications and diagnosis rate between the two groups. **Conclusion** The personalized virtual bronchial tree based on Mimics three-dimensional reconstruction can provide good positioning and navigation for radial ultrasound bronchoscopy, shorten the operation time, and has clinical application value.

Keywords: solitary pulmonary nodule; Mimics software; three-dimensional reconstruction; radial-endobronchial ultrasound; rapid on-site evaluation

肺癌是全世界发生率和死亡率最高的恶性肿瘤之一, 随着高分辨 CT 的广泛应用, 肺外周结节可被及时发现, 使肺癌能够早期诊断和治疗。目前, 径向超声支气管镜 (radial-endobronchial ultrasound, R-EBUS)、超细支气管镜等设备以及虚拟导航支气管镜 (virtual navigation bronchoscope, VNB)、电磁导航技术、LungPoint 导航技术等已在肺癌早期诊断中发挥重要作用, 大大提高了诊断率^[1], 但这些设备或软件价格昂贵, 在中国未普及。普通气管镜实际操作前通常需要有经验的术者手绘导航, 而气管树分支繁杂, 在没有导航设备的情况下, 外周结节定位较为困难, 导致手术时间延长, 从而增加了患者不适及并发症发生风险和麻醉风险^[2], 若采用 X 线定位下气管镜检查, 则有辐射风险。本研究旨在探讨 Mimics 软件

三维重建虚拟支气管树联合径向超声检查在肺外周结节诊断中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2020 年 1 月 1 日—2021 年 2 月 28 日在杭州师范大学附属医院体检或住院检查发现外周孤立性肺结节 (solitary pulmonary nodule, SPN) 并行 R-EBUS 检查的患者 23 例。按随机数表法将患者分为 Mimics + R-EBUS 组 ($n = 12$) 和 R-EBUS 组 ($n = 11$)。其中, 男 16 例, 女 7 例, 年龄 45~73 岁, 平均 (60.8 ± 6.6) 岁。两组患者一般资料比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性。见表 1。本研究已获得杭州师范大学附属医院伦理委员会批准。

表 1 两组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between the two groups

组别	年龄/岁	性别/例		结节大小/mm
		男	女	
R-EBUS 组 ($n = 11$)	60.6±7.8	8	3	2.0±0.5
Mimics+ R-EBUS 组 ($n = 12$)	61.0±5.6	8	4	1.9±0.3
<i>t</i> 值	0.13	/		0.11
<i>P</i> 值	0.898	1.000		0.917

注: “/”为 Fisher's 精确概率检验

纳入标准: 年龄 18~75 岁; 经胸部 CT 发现肺周围型病变, 疑似有恶性可能的结节或浸润影; 病灶直径 > 10 mm 且 < 30 mm; 支气管镜检查后未见管内新生物。排除标准: 有严重心脑血管疾病、凝血功能障碍、严重肺部感染、近期有出血、脑梗死者; 无法配合检查者。所有研究对象均被充分告知检查内容和风险, 并签署知情同意书。

1.2 操作方法

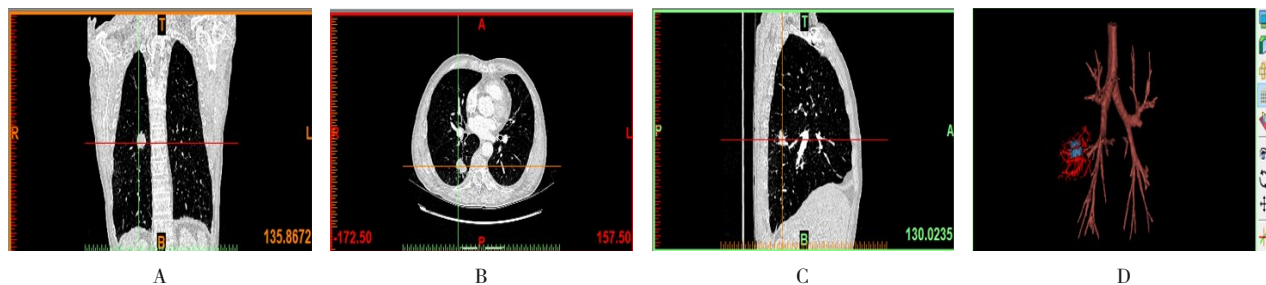
1.2.1 设备与软件 采用 BF-P260F 型支气管镜 (日本 OLYMPUS 公司); EU-ME2 内镜超声系统 (日

本 OLYMPUS 公司); 64 排螺旋 Optima CT670 (美国 GE 公司); Precision Thunis 800 型 X 射线机 (美国 GE 公司)。计算机配置为 Windows 10 操作系统、英特尔®酷睿™ i3-4000M@2.4GHz 处理器, 4 GB 内存。三维建模软件为 Mimics 20.0 版。

1.2.2 Mimics 三维重建虚拟支气管树及路径规划 打开 Mimics 软件, 将断层 CT 扫描的 DICOM 格式图像导入, 工作界面展示冠状面、矢状面和横截面。见图 1。使用“肺”模块进行气管支气管树的提取, 气管树不足可手动补充; 用 Region Growing 工具进行

区域增长提取肺结节、肺血管、胸壁组织；Calculator 3D 工具对上述提取出来的结构进行三维重建，用“颜色选择”、“光滑”等效果对模型进行美化处理；

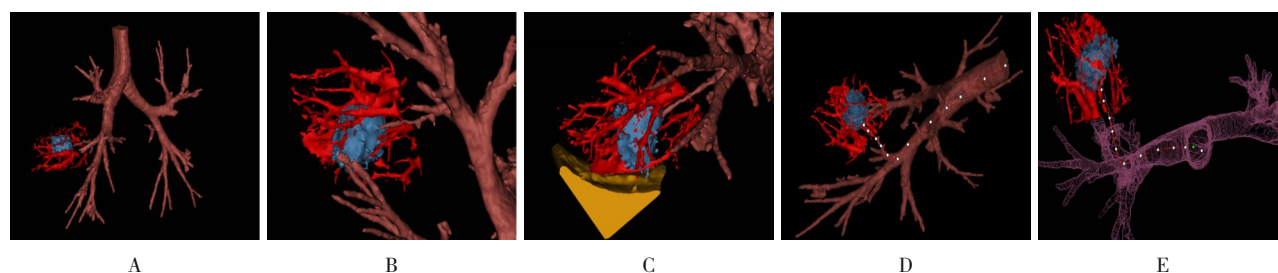
用分析模块中的“样条-绘制”选项绘制检查路线，选择“折线增长”，虚化支气管树，最终生成导航路径。见图 2。



A: 胸部CT冠状面; B: 胸部CT横断面; C: 胸部CT矢状面; D: 支气管及结节三维模型

图 1 Mimics 软件工作界面

Fig.1 Working interface of Mimics software



A: Mimics 重建支气管 (棕色)、肺结节 (蓝色)、血管 (红色) 等结构; B: 局部放大, 多角度观察, 评估出血风险; C: 重建结节邻近胸壁结构 (黄色); D: 设定检查路线; E: 虚化支气管树, 生成检查路径, 建立导航

图 2 Mimics 重建个性化虚拟支气管树

Fig.2 Personalized virtual bronchial tree of Mimics reconstruction

1.2.3 支气管镜检查 所有患者均在术前行薄层胸部CT检查，术前禁食、禁饮大于6 h。两组患者均在局部麻醉下进行操作（2%利多卡因鼻部、气管内滴入）。R-EBUS组：术者在术前根据胸部CT手绘导航，确定病变位置，手术时将R-EBUS探头送至目标部位，探及低回声区后，退出探头的同时，测量亚段支气管开口与超声提示病灶部位的距离，依据测量的距离，重复1次确定操作路径是否正确，再次退出探头，送入活检钳，沿着定位的亚段支气管，于超声病灶定位处活检。Mimics+R-EBUS组：根据Mimics预先制订的路径进镜，操作步骤同R-EBUS组。快速现场评价（rapid on-site evaluation, ROSE）：活检样本由两名经过ROSE系统培训的呼吸内科医生对其进行染色和现场阅片，若是镜下判读为阳性，继续活检2至3次，若判读为阴性，则在病灶邻近部位取活检组织，之后予以ROSE评价。所有标本均送往病理科。

1.3 观察指标

观察两组患者定位时间、操作时间、并发症发生率和诊断率。

1.4 统计学方法

选用SPSS 22.0统计软件分析数据。符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示，行 *t* 检验；计数资料以例 (%) 表示，行 χ^2 检验或 Fisher's 精确概率检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者病理诊断结果比较

两组患者病理诊断结果比较，差异无统计学意义 (*P* > 0.05)。见表2。

2.2 两组患者定位时间、操作时间和并发症发生率比较

定位时间方面，R-EBUS组所耗时间为 (9.5 ±

2.6) min, Mimics+R-EBUS 组为 (6.8 ± 2.0) min, 两组比较, 差异有统计学意义 ($P = 0.010$); 操作时间方面, R-EBUS 组所耗时间为 (23.5 ± 2.5) min, Mimics+R-EBUS 组为 (19.4 ± 2.2) min, 两组比较,

差异有统计学意义 ($P = 0.000$)。两组各有 2 例患者在术后有少量咯血, 对症止血处理后均好转, 所有病例均无气胸、胸痛、大咯血、肺部感染等情况出现, 两组比较, 差异无统计学意义 ($P = 1.000$)。见表 3。

表 2 两组患者病理诊断结果比较 例

Table 2 Comparison of pathological diagnosis results between the two groups n

组别	恶性	良性	正常组织
R-EBUS 组 (n = 11)	6	2	3
Mimics+R-EBUS 组 (n = 12)	7	3	2
P 值	1.000		

注: 采用 Fisher 精确概率检验

表 3 两组患者定位时间、操作时间和并发症发生率比较

Table 3 Comparison of positioning time, operation time and complication rate between the two groups

组别	定位时间/min	操作时间/min	并发症发生率 例 (%)
R-EBUS 组 (n = 11)	9.5 ± 2.6	23.5 ± 2.5	2 (18.2)
Mimics + R-EBUS 组 (n = 12)	6.8 ± 2.0	19.4 ± 2.2	2 (16.7)
t 值	2.84	4.33	/
P 值	0.010	0.000	1.000

注: “/”为 Fisher's 精确概率检验

3 讨论

由于支气管结构复杂, 在气管镜检查至第 3~6 级支气管分支水平即可出现指向偏差^[3]。因此, 肺外周结节定位较困难, 常规气管镜活检诊断率较低^[4]。R-EBUS 具有可清晰分辨病灶、安全性高等特点, 已成为周围型肺疾病的重要检查手段。对于直径 2 cm 以上的病灶, 超声支气管镜 (endobronchial ultrasound, EBUS) 引导下经支气管镜肺活检术 (transbronchial lung biopsy, TBLB) 诊断敏感性为 63.3%, 传统 TBLB 为 44%, 而对于 2 cm 以下的病灶, 两者诊断敏感性分别为 60% 和 14.2%^[5]。也有研究^[6]表明, 对于气道内病灶, R-EBUS 诊断阳性率可达 91.9%, 但对于气道外病灶, 其诊断率仅为 22.2%。病灶与胸膜的距离、病灶位置均可影响 R-EBUS 诊断的阳性率。病灶中心距离胸膜 > 20 mm, R-EBUS+TBLB 诊断阳性率为 91.4%, 当病灶中心距离胸膜 < 20 mm 时, 诊断阳性率为 47.4%^[6]。此外, 右肺的上叶及左肺上叶固有支的弯曲角度太大, 超声探头难以贴住病灶, 也可能使取材不满意, 导致诊断率较

低^[7]。因此, 对于靠近肺外周、位于气道外、上叶固有支的病灶, CT 引导下经皮肺穿刺可能更具优势。

R-EBUS 另一缺陷是不能实现自我导航和病灶定位。由于远端支气管腔狭小、分叉多、个体变异等因素, 即使是纤细的超声小探头亦不能准确到达目标, 8%~20% 的病灶不能探及^[8], 对术者操作经验要求较高。近几年, 虚拟导航逐渐在国内开展, 其利用计算机成像, 生成和实际支气管树高度一致的虚拟图像, 可准确快速引导支气管镜顺利到达目标病灶, 与 EBUS 联合应用能进一步提高诊断阳性率, 缩短手术时间。房延凤等^[9]将 240 例肺外周结节病变患者分为 EBUS+VNB 组、EBUS 组、VNB 组和对对照组, 结果发现: 常规气管镜检查诊断率仅为 45%, EBUS 组诊断率为 71.67%, 而 EBUS+VNB 组诊断率可达 81.67%, 4 组比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 且 EBUS+VNB 可明显缩短病灶定位时间和手术时间。刘洪璐等^[10]分别采用电磁导航和普通气管镜检查对 42 例肺外周结节病例进行诊断, 结果显示: 电磁导航活检恶性检出率 (92.3%) 高于普通支气管镜 (40.0%), 差

具有统计学意义 ($P < 0.05$)。这些研究进一步证实了定位或导航技术在肺外周结节定位中的重要性。

然而 VNB 和电磁导航等也存在一些问题,例如:价格昂贵,难以在基层医院普及,并且需要专门的培训人员及配套设备搭配等。此外, VNB 不能对肺结节以及结节周围血管和结构进行重建,在操作过程中盲检存在一定的安全隐患。因此,寻找一种既廉价又便捷还能对肺部结构进行重建的方法对术者具有重要意义。

Mimics 软件是比利时 Materialise 公司开发的交互式医学图像控制系统,可对二维影像信息 (CT 和 MRI) 进行阈值分割、提取、渲染等,最终实现三维数字化重建^[11],后期按照不同需求输出不同的模块,结合其他软件可实现逆向设计、有限元分析及 3D 打印等^[12-13]。目前, Mimics 软件主要应用于骨科疾病的三维重建及后期手术模拟和有限元分析,在肺部疾病中的应用罕有报道。肺疾病多样且肺结构复杂,而骨科、牙科、腹部疾病等病灶部位密度较高,结构相对简单,可较为容易地提取三维模型,但肺部结构除骨骼外,还包含气体、液体、血管、气管、食管、软组织等成分,将不同成分按需求提取有一定的技术难度。因此,肺部疾病的三维重建仍主要集中在肺部结节、肺部肿瘤和气管的结构重建,而非肺部某一疾病的模型重建,且主要依赖 CT 设备自带软件和放射科医师的帮助,不能使临床医生方便、有效地利用医学影像资源。而 Mimics 软件价格低廉,适应各种版本的个人电脑^[14],避免了设备的局限性,临床医生可按照自身需求对某一疾病进行三维重建,提高了影像资源利用率。

笔者尝试将 Mimics 用于肺部结节、气管树的重建,生成和实际支气管树高度一致的虚拟图像,将其与气管镜检查联合应用,发挥导航和定位作用,以期提高诊断率、缩短手术时间。Mimics 软件可快速重建肺部结节、气管树等结构,所耗时间约 1~5 min,如有需要,还可重建心脏、大血管、骨骼、肺等组织结构。通过软件内部模块,设定检查路线,虚化支气管树,可内、外部同时观察路径通过的管腔,最终设定检查路径。本研究显示, R-EBUS 联合 Mimics 较单用 R-EBUS 并不能提高诊断率,但能缩短定位时间和操作时间,表明 Mimics 软件在导航及定位方面有一定

的临床应用价值。Mimics 软件另一优势在于能够重建病灶周围的血管和胸壁,可以提醒操作者谨慎操作,能减少出血,还能避免活检过深引起的气胸。但本研究还存在一定的局限性和不足,例如:研究病例少,所得结论可能存在偏差; Mimics 软件不能自动生成路径,需手动设定,也不能像虚拟导航那样实现自我导航;由于采集的 CT 层厚及像素有限,一些肺外周较细的支气管不能重建,定位不够精确,但较传统手绘导航可提供更加便捷、精准的定位。

综上所述, Mimic 个体化三维重建联合 R-EBUS 用于肺部外周结节诊断中,可缩短手术时间,具有一定的临床应用价值。

参 考 文 献 :

- [1] 唐纯丽,罗为展,钟长镐,等. 径向超声联合虚拟导航引导肺活检对肺外周结节的诊断价值[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2016, 39(1): 38-40.
- [1] TANG C L, LUO W Z, ZHONG C H, et al. The diagnostic utility of virtual bronchoscopic navigation combined with endobronchial ultrasound guided transbronchial lung biopsy for peripheral pulmonary lesions[J]. Chinese Journal of Tuberculosis and Respiratory Disease, 2016, 39(1): 38-40. Chinese
- [2] 吉琳,陈开林,丁锋,等. 电磁导航支气管镜引导定位在肺磨玻璃结节治疗中的效果分析[J]. 中华胸外科电子杂志, 2020, 7(2): 67-70.
- [2] JI L, CHEN K L, DING F, et al. Effect analysis of electromagnetic navigation bronchoscopy in the treatment of lung ground glass nodules[J]. Chinese Journal of Thoracic Surgery: Electronic Edition, 2020, 7(2): 67-70. Chinese
- [3] GOULD M K, DONINGTON J, LYNCH W R, et al. Evaluation of individuals with pulmonary nodules: when is it lung cancer? Diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines[J]. Chest, 2013, 143(5 Suppl): E93S-E120S.
- [4] ISHIDA T, ASANO F, YAMAZAKI K, et al. Virtual bronchoscopic navigation combined with endobronchial ultrasound to diagnose small peripheral pulmonary lesions: a randomised trial[J]. Thorax, 2011, 66(12): 1072-1077.
- [5] MINAMI D, TAKIGAWA N, MORICHKA D, et al. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial biopsy with or without a guide sheath for diagnosis lung cancer[J]. Respir Investig, 2015, 53(3): 93-97.
- [6] 张群成,轩伟霞,孙冠男,等. 经气管镜导航联合径向超声引导下肺活检对肺结节诊断价值[J]. 临床肺科杂志, 2020, 25(7): 973-976.
- [6] ZHANG C Q, XUAN W X, SUN G N, et al. Utility of augmented reality navigation combined with radial endobronchial ultrasound in diagnosing pulmonary nodules[J]. Journal of Clinical

- Pulmonary Medicine, 2020, 25(7): 973-976. Chinese
- [7] YOSHIKAWA M, SUKOH N, YAMAZAKI K, et al. Diagnostic value of endobronchial ultrasonography with a guide sheath for peripheral pulmonary lesions without X-ray fluoroscopy[J]. Chest, 2007, 131(6): 1788-1793.
- [8] KURIMOTO N, MIYAZAWA T, OKIMASA S, et al. Endobronchial ultrasonography using a guide sheath increases the ability to diagnose peripheral pulmonary lesions endoscopically[J]. Chest, 2004, 126(3): 959-965.
- [9] 房延凤, 孙瑞琳, 张红军, 等. 径向超声、虚拟导航、超细支气管镜联合评价对肺外周结节的诊断价值[J]. 重庆医学, 2017, 46(16): 2164-2166.
- [9] FANG Y F, SUN R L, ZHANG H J, et al. Diagnostic value of joint evaluation of radial ultrasound, virtual navigation and ultrathin bronchoscope in peripheral pulmonary nodules[J]. Chongqing Medicine, 2017, 46(16): 2164-2166. Chinese
- [10] 刘洪璐, 吕正焯, 刘俊, 等. 电磁导航支气管镜检查在外周肺结节诊断中的临床价值[J]. 中国医学创新, 2019, 16(26): 40-43.
- [10] LIU H L, LÜ Z X, LIU J, et al. Clinical value of electromagnetic navigation bronchoscopy in the diagnosis of peripheral pulmonary nodules[J]. Medical Innovation of China, 2019, 16(26): 40-43. Chinese
- [11] ASIF M K, NAMBIAR P, KHAN I M, et al. Enhancing the three-dimensional visualization of a foreign object using Mimics software[J]. Radiol Case Rep, 2019, 14(12): 1545-1549.
- [12] CHEN D, CHEN C H, TANG L, et al. Three-dimensional reconstructions in spine and screw trajectory simulation on 3D digital images: a step by step approach by using Mimics software[J]. J Spine Surg, 2017, 3(4): 650-656.
- [13] FENG Z H, LI X B, PHAN K, et al. Design of a 3D navigation template to guide the screw trajectory in spine: a step-by-step approach using Mimics and 3-Matic software[J]. J Spine Surg, 2018, 4(3): 645-653.
- [14] DAHLEN C, ZWIPP H. Computer-assisted surgical planning. 3-D software for the PC[J]. Unfallchirurg, 2001, 104(6): 466-479. (彭薇 编辑)
- 本文引用格式:**
郁东伟, 冯月娟, 施凯, 等. Mimics 个体化三维重建联合径向超声支气管镜在肺外周结节诊断中的应用价值[J]. 中国内镜杂志, 2021, 27(12): 14-19.
YU D W, FENG Y J, SHI K, et al. Clinical value of individualized three-dimensional reconstruction based on Mimics software combined with ultrasound bronchoscope in diagnosis of peripheral pulmonary nodules[J]. China Journal of Endoscopy, 2021, 27(12): 14-19. Chinese