

论 著

3D Slicer软件在肺混合磨玻璃结节随访中的应用初探

彭波 孙辉 侯键*
成都中医药大学附属医院放射科
(四川 成都 610072)

【摘要】目的 初探3D Slicer软件在肺混合磨玻璃结节(MGGO)随访中的应用。方法 回顾性收集23例经CT常规定期随访3月判断为未见明显增大,而后经继续随访及手术证实为肺癌的MGGO患者的CT资料,通过3D Slicer软件分别重建其首次发现和3月随访时的CT资料,并记录完成整个操作流程的时间,分析对比其三维形态、结节总体积及其内实性成分体积的变化情况。结果 23例MGGO的46次CT扫描原始数据运用3D Slicer软件进行三维重建并获得相应数据均可在较短时间内完成(单次用时最长15min,平均时间 8.5 ± 2.3 min);23例MGGO 3月随访时在三维形态的主观评价中发现增大者12例,MGGO中实性成分三维形态的主观评价中发现增大者6例;经过体积测值对比发现23例MGGO中结节总体积增大者9例,实性成分体积增大者4例,最终判断结节“有增大”者11例。结论 应用3D Slicer软件可以简单快捷的实现MGGO的三维重建,并获得直观的三维形态、准确的结节体积及其内实性成分体积测值,为临床MGGO的随访提供更准确的数据信息。

【关键词】MGGO; CT; 3D Slicer
【中图分类号】R322.3+5
【文献标识码】A
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.07.023

Application Value of 3D Slicer Software in Determining the Nature and Follow-up of Isolated Mixed Ground Glass Nodules in the Chest CT

PENG Bo, SUN Hui, HOU Jian*.

Department of Radiology, Hospital of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 610072, Sichuan Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the application of 3D slicer software in the follow-up of pulmonary mixed ground glass nodules (MGGO). **Methods** the CT data of 23 MGGO patients with lung cancer confirmed by operation and follow-up were collected retrospectively Slicer software reconstructed the CT data of the first discovery and 3 months follow-up, recorded the time of completing the whole operation process, and analyzed and compared the changes of three-dimensional shape, total nodule volume and solid component volume. **Results** the original data of 46 CT scans of 23 cases of MGGO were analyzed by 3D Slicer software for three-dimensional reconstruction and obtain the corresponding data can be completed in a short time (single use of up to 15 minutes, average time of 8.5 ± 2.3 minutes); 23 cases of MGGO 3 months follow-up in the subjective evaluation of three-dimensional shape found in 12 cases, MGGO solid component in the subjective evaluation of three-dimensional shape found in 6 cases; after volume measurement value comparison found in 23 cases of MGGO nodule total volume increased 9 cases were larger, 4 cases were larger, 11 cases were larger. **Conclusion** 3D slicer software can be used to achieve the 3D reconstruction of MGGO simply and quickly, and obtain intuitive three-dimensional shape, accurate measurement of nodule volume and solid component volume, so as to provide more accurate data information for clinical follow-up of MGGO.

Keywords: MGGO; CT; 3D Slicer

肺癌,作为全球发病率和死亡率最高的恶性肿瘤,其已受到了全球各国专家学者们的广泛关注,早发现、早治疗已成共识^[1]。近年来随着低剂量CT扫描筛查的展开,越来越多的肺结节被检出,其中CT表现为混合磨玻璃结节(MGGO)的早期肺癌比例也在逐年上升^[2],然而大部分的MGGO影像学表现不典型,因此越来越多的学者和机构开始关注MGGO的定期随访、并制定了一系列的随访指南^[3-4],但常规CT扫描数据已难以满足指南中对于MGGO随访的数据要求(如结节体积等),因此如何能更简单精准的提供MGGO的相关数据信息已成为了大家关注的焦点^[5-6]。3D Slicer软件是一款主要由美国国立卫生研究院(NIH)资助、经哈佛大学医学院外科手术计划实验室和麻省理工学院人工智能实验室联合开发的一款免费开源性影像后处理软件,可在互联网平台免费下载,且兼容性强、操作简单^[7]。本研究笔者回顾性收集了23例经手术证实为肺癌的MGGO患者的CT资料,通过3D Slicer软件分别重建其首次发现和3月时随访的CT资料,分析对比其三维形态、结节总体积及其内实性成分体积的变化情况,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集2017年11月至2020年12月间我院按照Fleischner学会指南2017版定期随访的长径大于6mm的孤立MGGO患者294例,筛选出其中第一次复查(3月时)常规CT扫描测量对比判断为“无明显增大”者163例,具体测量及判断方法如下。

由2名具有15年以上影像诊断经验的影像专科医生分别单独阅片,采用临床实用性较强的传统二维直径测量方法,即在轴位薄层放大图像中选取结节最大层面测量结节的最大长径及与其垂直的最大短径,然后以长径+短径/2为其直径,并取两名医生测量的平均值为其最终直径,再按照球形体积公式计算出结节的总体积 $V^{[8]}$,并按照以下公式计算出结节总体积增长比例 $V(\text{增})$:

$$V(3\text{月复查}) - V(\text{首次发现}) / V(\text{首次发现}) \times 100\% = V(\text{增})$$

以 $V(\text{增}) < 15\%$ 判断为结节总体积无明显增大;结节中实性成分体积的测量和评价方法相同;并以结节总体积和其内实性成分体积均无明显增大、最终判断为该结节“无明显增大”^[9-11];进一步筛选出其中经过继续随访及后期手术证实为肺癌的患者23例入组,年龄34-83岁、平均年龄54岁。

1.2 影像学检查方法 所有患者均进行常规胸部CT扫描,并通过后处理工作站重建出肺窗薄层图像(层厚1-2mm),将有所患者影像资料以DICOM格式从工作站中拷贝出待用。

1.3 3D-Slicer重建方法 本研究中所有病例均由一名具有15年以上影像诊断经验的影像专科医生使用3D-Slicer软件(3D-Slicer 4.11.0)进行重建,具体操作步骤如下:(1)导入数据:通过Dcm按钮导入薄层肺窗数据(DICOM格式);(2)快速提取肺结节并精修:运行Segment Editor模块,通过Add按钮新建Segment_1,并运用Threshold工具通过CT值

【第一作者】彭波,男,主治医师,主要研究方向:影像医学与核医学。E-mail: 304116012@qq.com

【通讯作者】侯键,男,主任医师,主要研究方向:中西医结合影像学。E-mail: houjian2173@163.com

阈值法对肺结节进行快速染色；随后运用Paint和Erase工具、选择面积 1.0mm^2 （相当于直径 0.31mm ）的Sphere brush，通过在放大的轴位、冠状位及矢状位重建图像上对结节边缘进行精修，并注意避开邻近血管及胸膜等（如图1中黑箭头所示）；(3)提取结节中实性成分：另新建一Segment_2，以2中方法精修出结节中的实性成分；(4)导出成模型：通过Segmentations按钮中的Export将上述两个Segment导出成Models；(5)观察和记录数据并保存：运行Models模块，分别记录上述两个Models的Information中的Volume值即为其体积值V（精确到 0.00mm^3 ），通过透明度调节并适时全方位的观察结节的三维形态，并通过Save工具保存当前状态为Segmentation.seg.nrrd文件；记录上述每个步骤的操作时间及总耗时（单位：分钟min）。

1.4 评价方法

1.4.1 结节三维形态变化的主观评价 由2名具有15年以上影像诊断经验的影像专科医生单独通过Segmentation.seg.nrrd文件进入3D-Slicer软件中同时打开结节首次发现和3月复查时的三维图形，通过适时全方位的旋转以评价结节的变化情况，并最终由2名医生共同认可为准；结节中实性成分的主观评价方法相同。

1.4.2 结节总体积及其内实性成分体积变化的评价 根据Models模块中记录的体积值V，并按照以下公式计算出MGGO总体积增长比例V(增)：

$$V(3\text{月复查}) - V(\text{首次发现}) / V(\text{首次发现}) \times 100\% = V(\text{增})$$

以 $V(\text{增}) < 15\%$ 认为结节总体积未见明显增大，反之则判断为结节总体积有增大^[9-11]；结节中实性成分体积评价方法与之相同；并以结节总体积和其内实性成分体积均无明显增大、最终判断为该结节“无明显增大”，反正则判断为该结节“有增大”。

2 结果

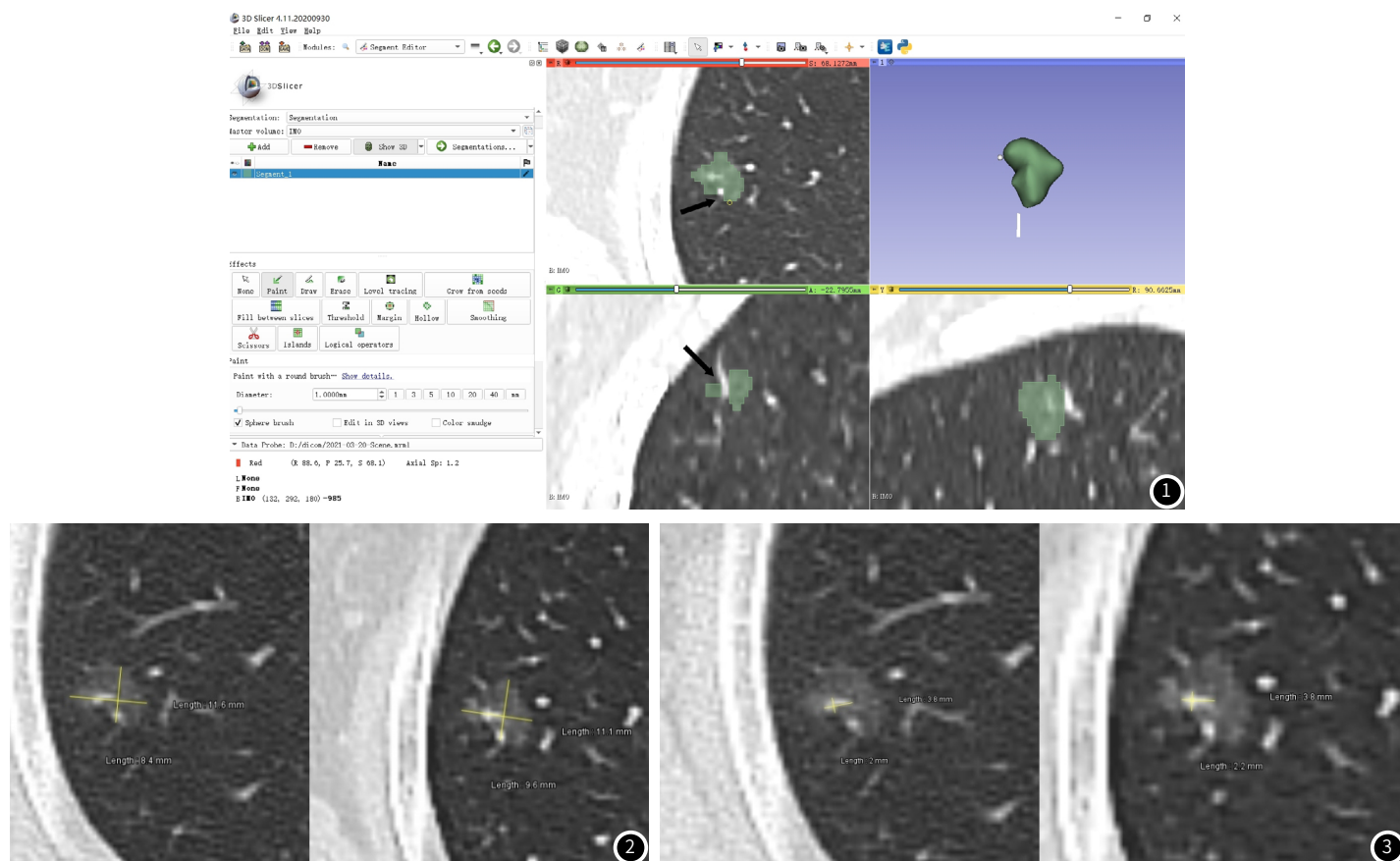
2.1 23例MGGO的46次CT扫描原始数据运用3D Slicer软件进行上述三维重建操作并获得相应数据均可在较短时间内完成：平均总耗时8.7min；其中单次总耗时最长14min，最短6min；其中主要耗时步骤为2、3步中对结节及其内实性成分边缘的精修，分别

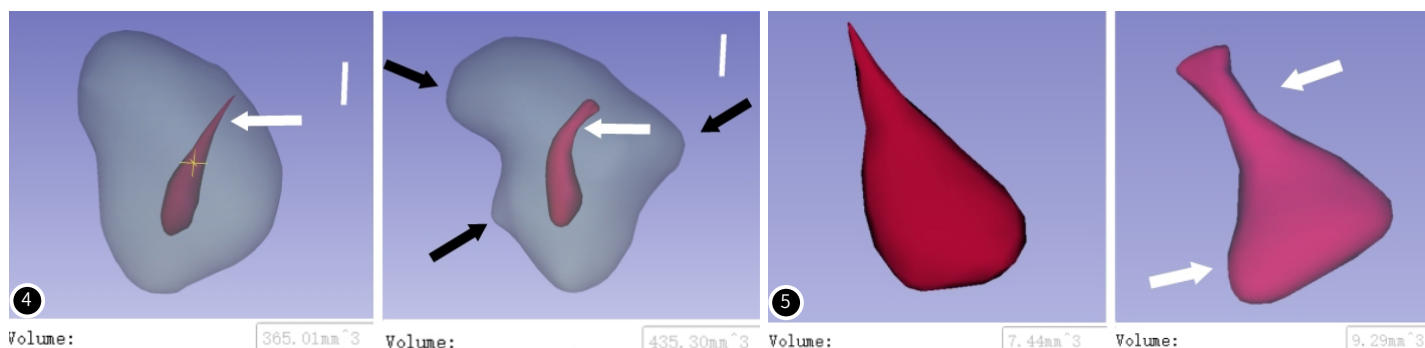
平均耗时4.5min和2.4min。

2.2 23例MGGO三维形态变化的主观评价中，1名医生认为16例有增大，另1名医生认为14例有增大，2名医生共同认可增大者12例；MGGO中实性成分三维形态变化的主观评价中1名医生认为8例有增大，另1名医生认为7例有增大，2名医生共同认可增大者6例。

2.3 23例MGGO中结节总体积有增大者9例，其中变化最大者体积增加23%；23例MGGO中实性成分体积有增大者4例，其中变化最大者体积增加25%；23例MGGO最终判断为“有增大”者11例。

2.4 典型病例 患者女，69岁，体检发现右肺上叶后段MGGO。图2左侧为初次发现MGGO最大层面薄层（2mm）放大图像，右侧为87天后复查薄层（1.25mm）放大图像，根据二维直径测量法计算出平均直径、再根据球形体积公式分别计算出V（首次发现）= 523.33mm^3 和V（3月复查）= 580.23mm^3 ，按上述公式计算出 $V(\text{增}) = 10.87\% < 15\%$ ，判断为结节总体积未见明显增大；图3左、右侧分别为初次发现和87天复查时结节内实性成分测量对比，并按照相同方法计算出V（首次发现）= 12.76mm^3 和V（3月复查）= 14.13mm^3 ，按上述公式计算出 $V(\text{增}) = 10.73\% < 15\%$ ，判断为结节内实性成分体积未见明显增大；综合判断为结节“未见明显增大”。图4为3D-Slicer三维重建后直观放大图像，左侧为初次发现结节全貌及其内实性成分全貌（红色部分），右侧为87天复查时结节全貌及其内实性成分全貌（红色部分），我们主观可以发现右侧结节明显多发向外突起（黑箭头），结节内实性成分也有所增大（白箭头），根据软件记录的V（首次发现）= 365.01mm^3 和V（3月复查）= 435.30mm^3 ，按上述公式计算出 $V(\text{增}) = 19.26\% > 15\%$ ，判断为结节总体积有增大；图5左、右侧分别为初次发现和87天后复查时结节内实性成分的3D-Slicer三维重建图像，我们发现右侧结节内实性成分局部增粗、突起（白箭头），根据软件记录的V（首次发现）= 7.44mm^3 和V（3月复查）= 9.29mm^3 ，按上述公式计算出 $V(\text{增}) = 24.86\% > 15\%$ ，判断为结节内实性成分体积有增大；综合判断为结节“有增大”。该MGGO最终经手术证实为：微浸润性腺癌(MIA)；免疫组化：CK7(+)、TTF-1(+)、NapsinA(+)。





3 讨论

近年来,在各大学会和机构发布的关于肺结节的随访指南中虽然在一些具体细则上略有不同,但无疑都着重关注肺结节的形态、大小及其内成分的变化,并将其作为判断肺结节良恶性的重要指标,特别是对于GGO的随访^[12-13];在GGO的随访中,MGGO的随访又要比PGGO更为复杂,除了要关注整个结节的形态大小变化以外,还要重点关注结节内实性成分的变化;而就目前为止关于结节随访的形态大小测量方法依然没有金标准,以往结节大小的测量主要依靠直径测量,而近几年随着计算机辅助技术及软件的发展,部分指南已将结节的体积测量纳入作为随访标准^[13-14]。近年来兴起的部分人工智能软件已经能简单便捷的实现肺结节的检出和测量,但人工智能软件的假阳性率较高一直是一个无法克服的问题,并且其对GGO的检出和测量、尤其是对MGGO中实性成分的测量中还是存在着较大的误差^[15-16];而且各家公司软件的检查效能及准确率也不尽相同,再加上这些软件大多售价不菲也让很多地区和机构望而却步。虽然有一些CT随机的体积测量软件也能快速的测量肺结节体积,如Lungcare、Lung VCAR等,但其有明显的局限性、仅能处理相关机型的扫描数据,并且其对GGO的体积测量往往更不靠谱^[17],更不用说对MGGO中实性成分的体积测量。在本研究中笔者运用了3D-Slicer这款免费软件做了一个尝试,结果发现在其能够在较短的时间内完成MGGO的三维重建,并能提供MGGO直观的三维图像、更准确的MGGO体积测量数据和其内实性成分体积数据,笔者分析主要原因在于以下几点:

(1)既往已有研究证实结节的三维体积测量比传统的二维体积测量方法更有能发现结节在短时间内细微变化的潜力^[12-13],在本研究中的23例表现为MGGO的肺癌患者第3月随访时,采用传统二维体积测量方法均判断为“未见明显增大”,而采用3D-Slicer软件重建后进行三维体积测量,我们发现近半数的结节体积或其内的实性成分体积有所增大,也证实了三维测量能够提供更精准的结节体积及其内实性成分体积变化的相关数据,为临床在短时间内能观察到结节的细微变化提供了可能,也与既往研究相符。

(2)3D-Slicer软件测量体积的精准度:本研究中使用的3D-Slicer软件在Models的体积测量精准度方面能够做到精确到0.00mm³,同时为了能够获得更精准的结节及其内实性成分的体积相关数据,我们在第2.3步中对结节及其内实性成分边缘进行精修时也选择了3D-Slicer软件能提供的最小1.0mm²面积(相当于直径0.31mm)的Sphere brush,这些都确保了我们的最后测量所得体积值V有足够的精准度;但这无疑也是使整个重建过程耗时较长的主要原因,然而即便如此,在本研究中所有病例基本上都能在10min内完成重建,这也体现出了3D-Slicer软件较强的智能性和兼容性。

(3)3D-Slicer软件的智能性和兼容性:本研究中应用的

3D-Slicer软件是一款非常智能的软件,在本研究第2步肺结节提取中,只简单的通过CT阈值法就可实现肺结节及其实性成分的快速提取,基本上均能在0.5Min内完成;并且3D-Slicer的功能强大远不止此,它还具有三维重建、配准、融合、分隔等多种强大功能,现在已经广泛用于生物医学图像的分析 and 可视化后处理及相关科研中^[18-19]。同时它还具有较强的兼容性:3D-Slicer软件不仅能够兼容各种机型的CT、MRI等扫描数据;还能兼容多种格式的数据,如DICM、nii.gz等;并且其还能兼容其他后处理软件,如Sina、Mimics等^[20];甚至可以通过数据转换后直接与智能手机兼容,达到简单的实现虚拟现实增强、辅助手术定位及3D打印等效果^[21-24]。

尽管如此,本研究中还是存在一些不足之处:首先本研究是回顾性研究,所收集的病例均是经手术证实的肺癌病例,但并未对各亚型肺癌进行单独分类研究,而是参照了多篇文献报道后、选取了大部分文献认可的肺癌倍增中位时间、将结节和其内实性成分体积增加超过15%作为结节增大的统一参照标准还是有些欠妥当;并且对非肺癌的MGGO未做相关研究。其次本研究回顾性收集的病例中,部分病例初次发现和3月复查时的CT扫描机型及参数条件不近相同,既往已有报道指出不同的扫描条件可能会影响测量结果^[8]。再次在本研究中对结节边缘及其内实性成分边缘进行精修时主要依赖操作者的影像诊断水平,因此其准确性和可重复性还需要进一步的大数据研究来进行验证。

综上所述,应用3D Slicer软件可以简单快捷的实现MGGO的三维重建,并获得直观的三维形态、准确的结节体积及其内实性成分体积测量,为临床MGGO的随访提供更准确的数据信息,并且由于它是免费软件,因此可以在全球各地广泛推广、尤其是贫困地区。

参考文献

- [1]Bray F,Ferlay J,Soerjomataram I,et al.Global cancer statistics 2018:GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J].CA-Cancer J Clin,2018,68(6):394-424.
- [2]Field JK,Vulkan D,Davies MPA,et al.Lung cancer mortality reduction by LDCT screening:UKLS randomised trial results and international meta-analysis[J].Lancet Reg Health Eur,2021,10:100179.
- [3]Ettinger DS,Wood DE,Aisner DL,et al.Non-Small Cell Lung Cancer,Version 5.2017,NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology[J].J Natl Compr Canc Netw,2017,15(4):504-535.
- [4]Wood DE,Kazerooni EA,Baum SL,et al.Lung Cancer Screening,Version 3.2018,NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology[J].J Natl Compr Canc Netw,2018,16(4):412-441.
- [5]Sadate A,Ocean BV,Beregi JP,et al.Systematic review and meta-analysis on the impact of lung cancer screening by low-dose computed tomography[J].Eur J Cancer,2020,134:107-114.

