

MSCTA VR 融合技术在支气管动脉成像中的应用价值

梁付奎, 殷好治, 刘永刚, 周万军, 刘明标

【摘要】 目的:探讨 MSCTA VR 融合技术显示支气管动脉(BA)的应用价值。方法:选择 125 例胸部增强 CT 扫描患者对动脉(含支气管动脉和主动脉)、气管、胸廓均采用 AOS-VR 技术分别重组 VR 像,然后进行图像融合,获得三维融合图像,观察支气管动脉的起源、走行及与相邻组织之间的解剖关系。结果:125 例胸部增强 CT 扫描患者中 117 例支气管动脉显示清晰,共显示 BA 267 支。右侧 BA 145 支主要起源于右肋间动脉(68/145,46.9%)及降主动脉(65/145,44.8%);左侧 BA 122 支主要起源于降主动脉(119/122,97.5%)。267 支中有 153 支发自降主动脉前壁,77 支发自降主动脉右侧壁,9 支发自降主动脉后壁,22 支发自降主动脉左侧壁,3 支发自右侧锁骨下动脉,1 支发自左侧颈总动脉,1 支发自右侧甲状腺干,1 支头臂干。起源于降主动脉的右 BA 以右壁最多(69/145,47.6%),其次是前壁(63/145,43.4%);起源于降主动脉的左 BA 以前壁最多(98/122,80.3%)。结论:VR 融合技术能清晰、直观地显示支气管动脉的起源、形态、走行及与相邻组织结构的关系,对胸部手术或介入治疗术前评估有重要的临床应用价值。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 图像处理, 计算机辅助; 支气管动脉

【中图分类号】 R502.2; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2009)01-0029-04

Multi-slice CT Angiography Integrated with Volume Rendering Technique in the Demonstration of Bronchial Arteries LIANG Fu-kui, YIN Hao-zhi, LIU Yong-gang, et al. Department of Radiology, Changle People's Hospital, Shandong 262400, P. R. China

【Abstract】 Objective: To explore the value of multi-slice CT angiography (MSCTA) integrated with volume rendering (VR) technique in the demonstration of bronchial arteries. **Methods:** One hundred and twenty-five cases having enhanced MSCTA, whose arteries including bronchial arteries and aorta, bronchus and thoracic wall were respectively reconstructed by AOS VR technique, then merged into three-dimensional images. The origin, course of bronchial arteries and their relationship with the adjacent anatomic structure were studied. **Results:** Of the 125 cases, the bronchial arteries (BAs) of 117 cases (totally 267 BAs) were clearly displayed. There were 145 BAs originated from the right side, with right intercostal arteries (68 /145,46.9%) and descending aorta (65/145,44.8%). 122 BAs were originated from the left side, mainly from descending aorta (119/122,97.5%). Of the 267 BAs, the origination were at the anterior wall of the descending aorta (n=153), at the right wall of descending aorta (n=77), at the posterior wall of descending aorta (n=9), at the left wall of the descending aorta (n=22), at the right subclavian artery (n=3), and at the left common carotid artery, the right thyrocervical trunk, the brachiocephalic trunk for 1 case each. Of the right BAs originated from the descending aorta, mostly they were form the right wall (69/145,47.6%), then secondly the anterior wall (63/145,43.4%). As for the left BAs originate from descending aorta, they were mainly from the left wall (98/122,80.3%). **Conclusion:** The origin of bronchial arteries, shape, course and the relationship with adjacent anatomic structures could be clearly and directly displayed by MSCTA and VR integrated technique, which showed significant clinical value for thoracic surgery planning and pre-operative evaluation for interventional therapy.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Image processing, computer-assisted; Bronchial arteries

容积再现(volume rendering, VR)是多层螺旋 CT 最常用的后处理手段之一。自动目标选择容积再现(automatic object selection volume rendering, AOS-VR)。本文回顾性分析 125 例胸部增强 CT 扫描病例重组并行 VR 图像融合的影像资料,旨在探讨 VR 融合技术在支气管动脉成像中的临床应用价值。

材料与方法

1. 病例资料

本组资料选自 2006 年 8 月~2007 年 11 月行胸部增强 CT 扫描的 125 例患者,其中男 76 例,女 49 例,年龄 18~82 岁,平均 50.5 岁;肺癌 86 例,肺结核 21 例,肺炎 14 例,支气管扩张 3 例,肺动静脉畸形 1 例。所有病例均经手术或随访证实。

作者单位:262400 山东,山东省昌乐县人民医院影像科

作者简介:梁付奎(1977-),男,山东邹城人,主治医师,主要从事 CT、MR 影像工作。

2. 扫描方法

所用机型为美国 GE 公司的 Lightspeed 16 层螺旋 CT 机。患者平卧,吸气末屏气扫描。扫描范围从胸骨上窝至双肾上腺水平;扫描参数:层厚 1.25 mm,重组间隔 1.25 mm,螺距 0.938:1,120 kV,150~200 mAs,对比剂碘海醇(浓度 350 mg I/ml) 80~90 ml,注射流率 3.0~4.0 ml/s,经肘静脉注射;动脉期采用智能跟踪技术(SMART),监测点位于降主动脉与支气管分叉水平,阈值设置为 100 HU,扫描持续时间 8~13 s,然后在 40 s 后再行实质期扫描,图像数据自动传输至 AW 4.2 工作站。

3. 图像重组方法

采用 AOS-VR 融合技术,分别通过加减结构、剪切等 VR 工具,同时调节阈值和颜色,分别建立出骨骼像、血管像、气管及支气管像等,融合为一个 VR 像。常见组织结构和器官阈值调节范围:骨骼 300~2000 HU,血管(强化后)100~500 HU,软组织(包括实质

器官及肿块等)-100~100 HU,含气组织器官(包括肺、气管及支气管、胃肠道)-1000~-300 HU。以肺癌为例,重组出动脉像(含主动脉、支气管动脉)、气管及支气管像、胸廓像、肿块像四个 VR 像。颜色设置:血管为浅红到金黄,气管及支气管为灰白色,骨骼像采用浅蓝或白色,肿块设为红色。最后把动脉像、支气管像、胸廓像及肿块像融合为一个 VR 像,同时辅以普通 VR、最大密度投影法(maximum intensity projection, MIP)等作对比分析(图 1~4)。

4. 图像分析

由 2 名影像科副主任医师分析讨论 VR 融合图像质量和诊断价值,对支气管动脉开口进行冠状坐标定位:以气管分叉最低点为圆点(O)建一冠状平面坐标系,水平线为 X 轴,垂直线为 Y 轴,标记 I、II、III、IV 四个象限,分别对应左上区、右上区、右下区、左下区,肺癌 BA 开口位置记为 E 点(多支供血时,开口可分别记为 E1、E2 等),用二维投射测量出 BA 开口在冠状

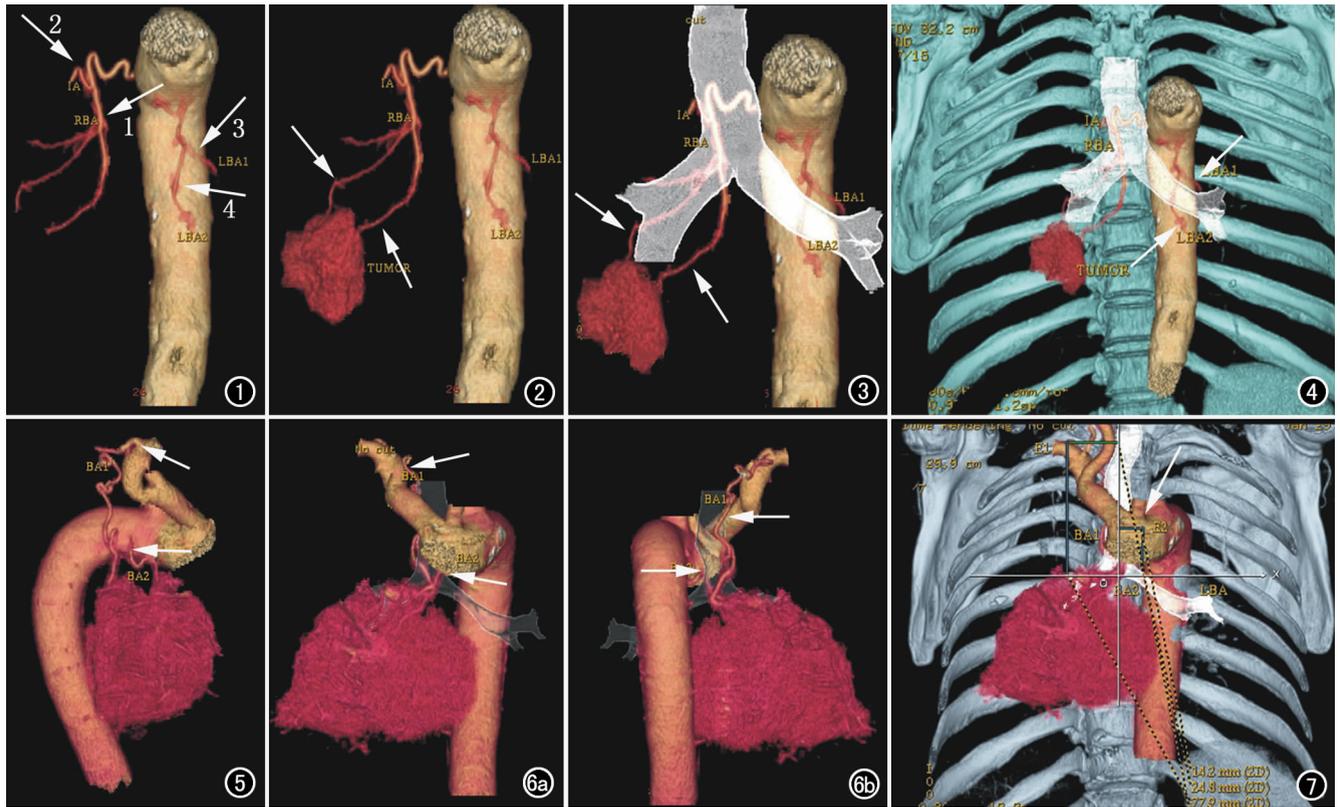


图 1 主动脉和支气管动脉 VR 像,清晰地显示 BA 全貌;右侧 BA(箭 1)与肋间后动脉(箭 2)共干,开口于主动脉右侧壁,右侧 BA 分出 3 支;左侧 BA(箭 3、4)有 2 支,均发自主动脉前壁。图 2 血管和肿瘤融合 VR 像,显示出其供血关系,右侧 BA 有 2 个分支供血肿块。图 3 气管、血管、肿块融合后,增加毗邻器官,清晰显示三者空间结构关系。图 4 融合胸廓 VR 图像,立体显示 BA(箭)与主动脉、支气管、肿块、胸廓等的关系。图 5 血管与肿瘤融合像右侧位示 2 支 BA(箭)全貌及开口,一支发自右侧锁骨下动脉,另一支发自主动脉弓下偏右侧壁。图 6 血管、肿瘤、气管及其分支融合像清晰显示两支 BA(箭)全貌及与肿块的供血关系(箭)。a) 前后位图像; b) 后前位图像; 图 7 融合胸廓后,清晰显示血管、肿块、气管、胸廓的立体关系,以气管分叉为圆点 O 建立冠状坐标系后对 BA 开口(箭)进行定位。

平面坐标系中的坐标值,同时辅以肋骨或邻近椎体定位,从而通过三维融合像精确定位 BA 的开口位置(图 5~7)。

结果

117 例支气管动脉 VR 融合图像显示清晰(图 1~7),8 例因扫描或患者因素显示欠佳。117 例在 VR 中至少 1 支支气管动脉(bronchial artery, BA)肺内段能清晰显示,共显示 BA 267 支。右侧 BA 145 支主要起源于右肋间动脉(68/145, 46.9%)及降主动脉(65/145, 44.8%);左 BA 122 支主要起源于降主动脉(119/122, 97.5%)。267 支中有 153 支发自降主动脉前壁,77 支发自降主动脉右侧壁,9 支发自降主动脉后壁,22 支发自降主动脉左侧壁,3 支发自右侧锁骨下动脉,1 支发自左侧颈总动脉,1 支发自右侧甲状颈干,1 支头臂干。起源于降主动脉的右 BA 以右壁最多(69/145, 47.6%),其次是前壁(63/145, 43.4%);起源于降主动脉的左 BA 以前壁最多(98/122, 80.3%)。支气管动脉显示情况如表 1。以气管分叉为圆点 O 建立冠状坐标系后对 BA 开口进行定位,可明确 BA 开口的位置,例如图 8 的定位结果:肿块由 2 支 BA 供血,BA1 发自右侧锁骨下动脉(右侧 1/2 肋间),BA2 开口在主动脉弓下偏右侧壁(右侧 4/5 肋间),开口直径均为 2 mm,以气管分叉为圆点 O 建立冠状坐标系后对 BA 开口进行定位:BA1 在第 II 象限,BA2 在第 I 象限,位置分别为 E1(77.9 mm, 30.1 mm)、E2(14.2 mm, 24.8 mm)。

表 1 117 例支气管动脉 VR 融合图像显示情况

类型	例数	显示 BA 支数	起源变异迷走	共干
肺癌	86	178	3	52
肺结核	21	47	1	13
肺炎	14	33	2	7
支气管扩张	3	7	0	2
肺动静脉畸形	1	2	0	0
合计	125	267	6	74

讨论

1. VR 图像融合技术的优缺点

支气管动脉走行在支气管偏后方,且多在肺门部与肺动静脉交错伴行,清晰显示有一定困难。目前,对于支气管动脉 CTA 的后处理技术主要有 MIP、表面遮盖法(surface shaded display, SSD)、VR、仿真内镜(virtual endoscopy, VE)、多平面重组(multiplanar reconstruction, MPR)、曲面重组(curved planar reconstruction, CPR)、3D 切割和融合等技术。目前众多研

究报道,支气管动脉的后处理技术主要应用 MIP、VR 技术进行图像显示,其中 VR 只是常规的工作站所提供的模版(它包含所有的扫描数据信息,通过调节不透明度可以显示不同的组织结构),通过 3D 切割和融合进行图像优化^[1-4,6]。

常规 VR 像的特点是图像立体直观、信息丰富,由于包容太多,往往对阈值相近的结构不能清晰区别,阈值相差太大的组织结构而又不能同时显示在同一 VR 像中。本组采用 AOS-VR 融合技术,分别通过加减结构、剪切等 VR 工具,同时调节阈值和颜色,分别建立出骨骼像、血管像、肿瘤像、气管及支气管像等,融合为一个 VR 像。这样去除不相关结构的干扰。本组病例研究采用的 VR 融合技术方法是加、减结构操作细腻,对于感兴趣的结构以 MPR 断层图像为基础,进行加减结构,保证所重组出的结构和其真实结构或器官外形、实质范围都一致。合理的阈值设置,即所显示组织的 CT 值范围。根据不同的组织结构调节不同的阈值,图像才会细腻,否则阈值过宽会包容其它一些组织,阈值过窄会使该结构粗糙合理的颜色配置,颜色搭配以醒目、直观易区分为原则。

通过本组病例总结 VR 融合技术优点:每一种组织结构或器官单独重组,调节其阈值和设置颜色不影响其它结构,三维图像将更清晰、更完整。各个 VR 像相互融合后,仅仅是空间位置的融合,不改变阈值,故图像清晰度不变。融合的 VR 图像相互间空间位置关系一目了然,同时可以从各个角度连续动态地观察。其不足之处主要是:操作过程复杂,技术难度高,图像处理不细腻,也可能漏诊或误诊。

2. 支气管动脉 CTA 成像影响因素

支气管动脉比较细小且变异较多,其成像质量影响因素较多,通过本组 8 例图像显示欠佳病例认为主要有 4 个方面的因素:①患者方面:情绪紧张不能屏气、不自主运动、咳嗽等,本组中 1 例患者因肺功能较差不能屏气而显示欠佳。②扫描技术:基本扫描参数设置是否适当;延迟时间和扫描持续时间是否正确,动脉期最好采用 SMART 扫描;扫描范围是否合理,过窄可能漏掉迷走 BA。③后重建技术方面:重组参数取值是否适当,阈值设置是否合适,加减结构是否细腻等等。④对比剂浓度:浓度越高,相对支气管动脉内对比剂浓度越高,越容易重组。⑤其它因素:上腔静脉邻近肺动脉的对比剂伪影,心脏运动,BA 自身的搏动等;8 例中有 3 例考虑为 BA 自身的搏动导致其显示连续性中断。因此,扫描前应该了解患者的基本情况,设置合理的扫描方案,尽可能地避开干扰因素。

3. VR 融合技术在显示支气管动脉中的应用价值

支气管动脉非常细小,支数及起源位置不定,变异较大,或共干或迷走,往往给胸部手术或介入治疗时增加了许多困难。本组 125 例中 117 例获得了良好的三维融合图像,通过 VR 融合技术可以较好地显示支气管及其分支。所有病例显示的 267 支 BA 中有 6 支起源变异,其中 86 例肺癌患者的支气管动脉的变异和共干最多,有 52 支共干和 3 支变异,VR 融合图像清晰地显示了诸共干或变异 BA 的详细情况。无论是肺癌肿瘤切除或介入灌注化疗还是肺部大咯血的治疗等绝大部分胸部手术都应在术前详细了解支气管动脉的情况,以减少并发症的发生,提高治疗效果。若变异的支气管动脉在术中未被及时发现,可导致患者大出血,介入治疗时药物若不慎误入共干的脊髓供血动脉,可造成脊髓损伤。BA VR 融合图像能在术前提提供 BA 的起始位置、数目、血管管径、走行以及整体形态等信息,直接影响着胸部手术方案选择,手术是否顺利和介入插管的成败。本组 117 例 267 支 BA 的开口位置显示均清晰、准确,且主要发自降主动脉前壁和右侧壁。同时 VR 融合图像观察相邻组织结构清晰、直观,尤其观察肺癌肿块与周围组织结构的关系、三维定位以及血管供应等方面优势突出,它可以明确肿块的大小、形态、周围组织受侵情况,这些都直接影响着患者治疗方案的选择和治疗的效果。因此术前 BA 信息评判可提高胸部手术和介入插管的成功率,减少并发症的发生^[2,5,7]。通过 VR 融合技术的应用,本组中 78 例肺癌强化病例,对肿瘤及支气管动脉进行三维定位,且明确了肿瘤的供血情况,可以准确地获知肿块支气管动脉供血以及支气管动脉的开口定位、走行、开口管径等情况,为临床手术治疗或介入治疗提供了非常有价值的诊断信息。本组 78 例肺癌中 33 例患者行手术切除术 45 例行导管介入化疗,所有手术均取得了成功,获得

了良好的治疗效果。

本组研究认为,支气管动脉的后处理技术应优先选择 VR 融合技术,重组动脉、支气管及胸廓的 VR 融合图像,选择其它合适的后处理方法对支气管动脉进行全方位的多元分析,以清晰而优越的图像显示出来,为临床提供有价值的信息。VR 融合图像显示清晰,可以对 BA 开口进行较准确的定位,可以多角度展示血管的空间解剖,并能发现支气管动脉与肺内病变的关系。总之,VR 融合图像可以清晰、立体地显示支气管动脉形态、起源、走行、开口位置,明显提高胸部手术和介入手术插管成功率。

参考文献:

- [1] 于红,李惠民,肖湘生,等.支气管动脉 CT 血管成像三维解剖学研究[J].中华放射学杂志,2006,40(4):369-372.
- [2] Mori K. The Mediastinal Course of the Bronchial Arteries; Helical CT Evaluation[J]. Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi, 2001, 61(4):156-162.
- [3] Hasegawa I, Boiselle PM, Hatabu H. Bronchial Artery Dilatation on MDCT Scans of Patients with Acute Pulmonary Embolism; Comparison with Chronic or Recurrent Pulmonary Embolism[J]. AJR, 2004, 182(1):67-72.
- [4] Ley S, Kreitner KF, Morgenstern I, et al. Bronchopulmonary Shunts in Patients with Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension; Evaluation with Helical CT and MR Imaging[J]. AJR, 2002, 179(5):1209-1215.
- [5] Ley S, Kreitner KF, Fink C, et al. Assessment of Pulmonary Hypertension by CT and MR Imaging[J]. Eur Radiol, 2004, 14(3):359-368.
- [6] 孙应实,韩铭钧,黎庶,等.多层螺旋 CT 增强扫描对支气管动脉的显示及其检测能力的评价[J].中华放射学杂志,2003,37(12):1113-1117.
- [7] 陈国栋,王岩,王志铭,等.支气管动脉 MSCT 三维成像在肺癌介入治疗中的应用[J].放射学实践,2006,21(10):1021-1023.

(收稿日期:2008-03-10 修回日期:2008-06-24)

下期要目

颊间隙病变的 CT 和 MRI 表现

子宫颈癌多层螺旋 CT 灌注成像研究

隐球菌性脑膜脑炎的 CT 和 MRI 表现

肺真菌病的影像征象分析与诊断

多层螺旋 CT 在右室双出口诊断中的应用价值

腹膜腔囊性病灶的 CT 表现

纵隔血管畸形的 CT 表现

前列腺磁共振成像的动态增强容积采集技术应用

少突胶质肿瘤 MRI 增强与肿瘤分级的相关性分析

慢性颈动脉狭窄与闭塞患者前额叶脑功能成像研究

直肠壁腔内线圈及相控阵圈 MRI 的对比研究

64 层螺旋 CT 冠状动脉血管成像诊断复杂性冠状动脉狭窄

肺肿瘤血管三维重组与 CD34 标记微血管密度测定相关性研究

乳腺 MRI 动态增强对良恶性病变的鉴别价值