

论 著

双能量CT碘含量定量分析在肺实质血流灌注的初步研究

北京大学第一医院医学影像科
(北京 100034)王 岳 高 莉 张晓东
赵永为 刘建新 王霄英

【摘要】目的 评价双能量CT碘含量对正常人肺实质首过血流灌注的定量价值。方法 回顾性分析了心肺检查正常的15例患者的首过肺实质血流灌注图像,并进行碘含量的测定,对肺部不同区域的碘含量值进行统计学分析。结果 同侧肺相同水平位置腹侧和背侧肺实质血流灌注碘含量值有显著的统计学差异,腹侧的血流灌注碘含量均值低于背侧;左右侧肺相同位置区域肺实质血流灌注碘含量值大部分有统计学差异,左肺的肺实质血流灌注碘含量均值高于右肺($P>0.05$)。结论 肺实质首过血流灌注的碘含量值可以敏感的反应肺实质不同区域的血流灌注差异。

【关键词】肺灌注; 碘含量; 计算机断层成像; 双能

【中图分类号】R322.3+5

【文献标识码】A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2018.08.014

通讯作者: 高 莉

Preliminary Study on the Quantitative Analysis of Iodine with Dual Energy CT for Pulmonary Parenchymal Perfusion

WANG Yue, GAO Li, ZHANG Xiao-dong, et al., Department of Medical Imaging, Peking University First Hospital, Beijing 100034, China

[Abstract] **Objective** To evaluate the value for quantitative analysis of the iodine concentration in pulmonary parenchymal with dual-energy CT perfusion imaging. **Methods** 15 patients without cardiac and pulmonary abnormality were accepted the dual-energy CT scanning. The data was post-processed on Siemens workstation to obtain PBV images, the iodine concentrate were calculated, which of the different area in pulmonary parenchymal were analyzed. **Results** Mean of iodine content in the ventral was significantly lower than the ipsilateral dorsal lung at same horizontal position; Meanwhile, the mean of iodine content in the left was higher than the right lung at the same horizontal position, however there were no significant differences between the two regions ($P>0.05$). **Conclusion** The iodine concentrate of PBV is sensitive to the perfusion difference of the pulmonary parenchymal with dual-energy CT perfusion imaging.

[Key words] Pulmonary Perfusion; Iodine Content; CT; Dual Energy

临床上,肺实质的血流灌注异常通常应用Tc标记的巨聚白蛋白核素灌注扫描来评估。但核素肺灌注扫描存在扫描时间长,空间分辨率低和不能开展临床急诊检查等缺陷。因而双能量CT肺灌注成像近期成为肺灌注研究的热点,它是在肺动脉CT血管成像的基础上,利用碘对不同能量X线的吸收不同,获得碘在双肺的分布图,从而反映肺组织的血流灌注信息。双能量CT一次扫描就能提供肺栓塞相关的解剖结构及功能性肺灌注的信息。近期国内外发表的双能量CT肺灌注成像文章均关注在肺灌注对于肺栓塞诊断的临床价值^[1-6]。而本文试图通过双能量CT肺灌注扫描,测量造影剂首次通过肺实质的碘含量,定量分析正常人肺实质静态灌注下肺部不同区域的碘含量差异,确立肺实质灌注碘含量的范围,为双能CT肺灌注扫描诊断肺部疾病的肺实质灌注异常奠定基础。

1 资料与方法

1.1 研究对象 收集2017.4至2017.8期间在我院行胸部增强检查的患者60例,男35例,女25例,年龄37~83岁,平均(56±4)岁。排除标准为既往对碘对比剂过敏,妊娠,严重心功能不全,肾功能不全,肌肝大于(Cr)>1.5g/L,甲状腺危象等。扫描前均对患者进行了良好的呼吸屏气训练。

1.2 检查方法及扫描参数 采用Siemens第二代双源光子CT(SOMATOM Definition Flash, Siemens Medical, Solutions, Forchheim, Germany),扫描参数:X线A球管视野50cm×50cm, X线B球管视野35cm×35cm,两管夹角为94°。2个X线管电压分别为Sn140kV(加锡滤过板)和100kV,准直器宽度为64×0.6mm,矩阵为512×512,扫描螺距为1.2, X线管旋转时间0.28s/周,使用Caredose4D技术智能调节mAs,有效管电流分别为100mA和86mA。检查方法:经患者左臂肘前静脉埋置套管针,对比剂经肘静脉注入。

使用小剂量团注测试技术(Test-Bolus, TB),采集定位像后先行TB测试扫描,选择肺动脉、肺静脉、主动脉同一显示层面,约气管分叉下2.5cm处为检测感兴趣区。经双筒高压注射器A筒以5ml/s流率注入10ml对比剂,后经B筒以同样流率注入生理盐水20ml,对比剂注入同时在靶平面开始低剂量监测扫描(120kV, 20mAs),通过DynEva方法,以肺动脉、肺静脉、主动脉为感兴趣区(图1),分别得到对应的时间-密度曲线(图2)。将肺动脉、肺静脉两曲线相交的时间延迟2秒设为第一期增强期扫描启动时间。将主动脉达峰时间增加3秒为第二期延迟期扫描启动时间。然后经双筒高压注射器A筒以5ml/s流率注入对比剂,总量按患者体重0.5ml/kg计算,后经B筒以相同流率注入生理盐水30ml。患者成仰卧位,头先进,身体长轴平行床面,双手置于头上,第一期进床扫描,第二期出床扫描,扫描范围双肺尖至肺底。

1.3 高压注射器及对比剂的选择 选用的高压注射器是MEORAO公司的Stellant;对比剂为碘佛醇320mgI/ml。

1.4 图像的重建方法与测量 (1)重建方法:Siemens双源光子CT在胸部增强扫描中重建层厚1mm,层间距0.8mm,每一位患者均重建三组横断位图像,即140kV、100kV及140kV和100kV融合的0.6加权图像(140kV图像密度占40%100kV图像密度占60%,0.6Mix)。图像重建卷积函数值B31f。(2)图像分析:由两位有影像诊断经验的医师分别对60例病例进行阅片,筛选出CT检查胸部无异常并且临床无心肺疾患的病例,去除两名医师出现意见分歧的病例,最终入组15例。

利用Simens Syngo MMWP后处

理工作站,140Kv和100Kv图像采用双能处理平台(Dual Energy, DE)中Lung PBV(perfusion blood volume)软件计算肺血容量。重组图像为冠状位,以肺门为界限,把肺部分为腹侧和背侧,冠状位肺部头足方向三等分为上中下肺,单侧肺又分为内外侧,两肺共计24个感兴趣区(图3-4),测量每个区域肺实质血流灌注碘含量均值并记录,ROI大小相同,面积为100mm。

1.5 统计学分析 本研究中统计学处理均应用SPSS19.0 统计学软件,计量资料均以($\bar{x} \pm s$)表示。选用多参数方差分析,两两比较24组不同肺区域首过肺实质血流灌注的碘含量均值,检验各组参数间差异是否有统计学意义。检验标准设为0.05,即认为当 $P < 0.05$ 为有显著性差异。

2 结果

对肺部不同区域的首过肺实质血流灌注碘含量值进行测量和统计学分析发现,同侧肺相同水平位置内侧和外侧肺实质血流灌注碘含量值无统计学差异;同侧肺不同水平位置肺实质血流灌注碘含量均值有递增差异,但这种差异无统计学意义;而同侧肺相同水平位置腹侧和背侧肺实质血流灌注碘含量值有显著的统计学差异,腹侧的血流灌注碘含量均值低于背侧;相同位置区域不同侧肺实质血流灌注碘含量值大部分有统计学差异,左肺的肺实质血流灌注碘含量均值高于右肺。因同侧肺相同水平位置内侧和外侧肺实质血流灌注碘含量值无统计学差异,将数据合并获得不同位置肺实质灌注碘含量均值图(图5)。延迟期扫描时,除了右肺下外腹侧和左中内背侧与其他肺实质区域血流灌注碘含量均值有统

计学差异外,左右侧肺相同位置区域肺实质血流灌注碘含量值依然存在,而其他各个区域之间的差异消失(图6)。

3 讨论

双源双能量CT 肺灌注成像原理是利用双球管发射不同能量的射线,通过探测器获得不同能量射线穿透人体后的衰减信息,采集数据在常规重建肺动脉成像的基础上同时获得碘对比剂的分布图像,也就是肺血流灌注信息的图像,从而反映肺血管床的血流动力学信息。尽管肺灌注是肺血流随时间变化的动态过程,但是肺毛细血管血容量可以作为评估肺实质灌注的一项指标,静脉团注造影剂首次通过肺组织被认为是一种很好的评估肺灌注的方法。国内外的大量研究^[1-6]表明双能量CT的造影剂首过肺实质血流灌注检查能够很好的反应肺实质血流灌注异常,对于肺栓塞引起的肺灌注异常有很高的诊断敏感性和特异性。但是很少有文章对于肺实质的灌注进行定量研究^[4,7],而应用肺实质灌注扫描定量评价肺实质不同区域的灌注差异未见报道。

本研究通过测量和分析不同肺部区域的首过肺实质灌注碘含量,了解正常人肺实质血流灌注的差异,发现左右侧肺相同位置区域肺实质血流灌注碘含量值存在差异,这种差异在延迟扫描中持续存在,考虑这种差异与血液动力学不相关,而可能与左右侧肺的解剖结构差异相关。肺实质血流灌注的碘含量值在相同水平位置的腹侧和背侧存在显著差异,这种差异的存在考虑可能是与重力梯度相关。肺灌注的CT扫描时,测试者为仰卧位,存在着腹背方向的重力差异,而于立位时存在头尾侧肺灌注差异仍存

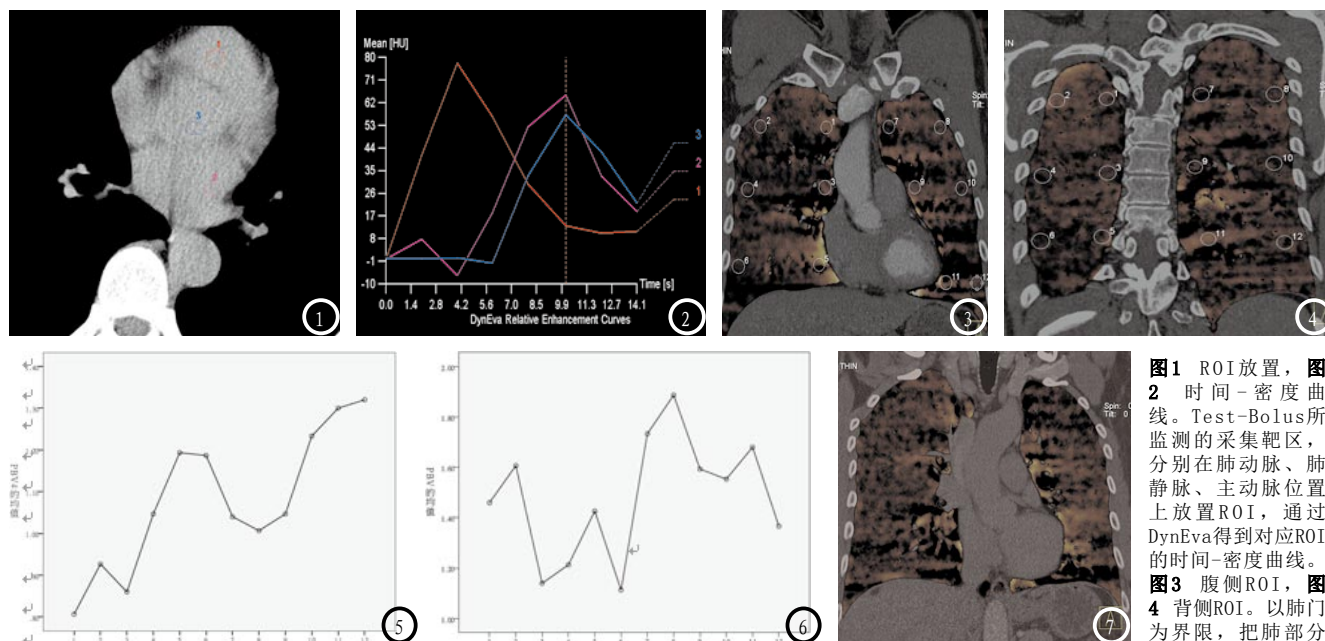


图1 ROI放置, 图2 时间-密度曲线。Test-Bolus所监测的采集靶区, 分别在肺动脉、肺静脉、主动脉位置上放置ROI, 通过DynEva得到对应ROI的时间-密度曲线。图3 腹侧ROI, 图4 背侧ROI。以肺门为界限, 把肺部分

为腹侧和背侧, 冠状位肺部头足方向三等分为上中下肺, 单侧肺又分为内外侧, 两肺共计24个感兴趣区, 测量每个区域肺实质血流灌注碘含量均值并记录。图5 肺动脉期, 图6 延迟期。纵轴方向为碘含量均值, 水平轴方向为不同肺实质区域 (其中1-6为腹侧, 7-12为背侧; 1-3、7-9为右肺, 4-6、10-12为左肺; 1-3、4-6、7-9和10-12分别按照肺部上中下排列。图5显示左右肺实质和腹背侧肺实质血流灌注碘含量有显著差异, 不同水平位置肺实质血流灌注碘含量有差异; 图6显示腹背侧和肺实质血流灌注碘含量差异消失, 但左右肺相同区域肺实质血流灌注碘含量依然有显著差异。图7 碘含量伪彩图。空箭所指为心脏搏动伪影导致碘含量误差体现出的明亮伪彩图, 白箭所指为硬化伪影所导致碘含量偏低误差体现出的黑暗伪彩图 (碘含量越高在伪彩图上显示越明亮)。

在, 但没有统计学差异, 相同观点可见于多篇的国内外关于肺灌注与体位关系的文献研究^[8-9]。在延迟期扫描这种差异的消失就很好的说明了这种差异仅存在于造影剂的首过灌注过程中。但是延迟期右肺腹侧下部内侧和左肺背侧中部内侧和其他部位仍存在统计学差异, 可能与心脏搏动运动产生伪影导致的测量误差相关。我们在研究中还发现X线的硬化伪影也可能影响肺实质血流灌注的碘含量的测量准确性 (图7), 但这种影响没有统计学差异。

本研究为初步研究, 病例数相对较少, 病例选择也并不是正常受试者, 而是临床中无心肺疾病同时影像检查胸部无异常的患者, 这些不足之处有待在将来的进一步研究中改进。

双能量CT的肺实质首过血流灌注碘含量值可以敏感的反应肺实质不同区域的血流灌注差异, 这种差异可能与重力梯度和解剖差异相关, 而CT的扫描伪影可能影响碘含量值测定的准确性。

参考文献

- [1] Ralf W. Bauer, J. Matthias Kerl, Eva Weber. Lung perfusion analysis with dual energy CT in patients with suspected pulmonary embolism-Influence of window settings on the diagnosis of underlying pathologies of perfusion defects[J]. European Journal of Radiology, 2011, 80(3): e476-e482.
- [2] Thomas Henzler, Mathias Meyer, Miriam Reichert. Dual-energy CT angiography of the lungs: Comparison of test bolus and bolus tracking techniques for the determination of scan delay[J]. European Journal of Radiology, 2012, 81(1): 132-138.
- [3] S. F. Thieme, V. Grauteb, K. Nikolaou. Dual Energy CT lung perfusion imaging-Correlation with SPECT/CT[J]. European Journal of Radiology, 2012, 81(2): 360-365.
- [4] Sven F. Thieme, Thorsten R. C. Johnson, Maximilian F. Reiser. Dual-Energy Lung Perfusion Computed Tomography: A Novel Pulmonary Functional Imaging Method[J]. Seminars in ultrasound CT and MRI, 2010, 31(4): 301-308.
- [5] 卞佳, 张莉, 姜兴岳, 等. 双源双能量CT非线性融合技术对肺动脉成像图像质量的影响[J]. 实用放射学杂志, 2014, 30(6): 1018-1020.
- [6] 刘晓斌, 龙淼淼, 葛夕洪, 等. 双源双能量CT肺灌注缺损指数和肺栓塞指数评价肺栓塞的一致性分析[J]. 实用放射学杂志, 2014, 30(7): 1121-1124.
- [7] 杜祥颖, 李倩文, 王艳, 等. CT能谱成像中利用能谱曲线进行碘定量分析[J]. 放射学实践, 2013, 28(6): 616-618.
- [8] Sven Nyre'n, Peter Radell, Sten G. E. Lindahl. Lung Ventilation and Perfusion in Prone and Supine Postures with Reference to Anesthetized and Mechanically Ventilated Healthy Volunteers[J]. Anesthesiology, 2010, 112(3): 682-687.
- [9] H. Thomas Robertson, Michael P. Hlastala. Microsphere maps of regional blood flow and regional ventilation[J]. J Appl Physiol, 2007, 102(3): 1265-1272.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2018-04-23