

论 著

## 多层螺旋CT肺动脉成像扫描条件的优化研究

河北医科大学第四医院CT/MRI室  
(河北 石家庄 050011)

戴丽娟 王琦 杨丽  
李扬 张哲皓

**【摘要】目的** 研究多层螺旋CT肺动脉成像扫描技术的优化方法。**方法** 将56例临床可疑肺栓塞的患者随机分为A、B两组,每组各28例。采用对比剂自动跟踪触发和自动触发管电流技术,行多层螺旋CT肺动脉成像(CTPA)检查。A组为试验组,采用管电压80kVp。B组为对照组,采用管电压120kVp。测量肺动脉主干至双侧亚段肺动脉的CT值,计算平均CT值。以肺动脉主干CT值的标准差代表图像噪声,记录CT实际容积剂量指数(CTDIvol)、剂量长度乘积(DLP)、并计算有效剂量(ED)。计算图像信噪比(SNR)及对比噪声比(CNR),对图像质量进行五级评分。**结果** 两组图像质量评分统计学无显著性差异。A组辐射剂量较B组下降38%,A组患者碘输入剂量较B组下降19%。ROI监测平面选取上腔静脉层面,阈值设定为100HU时图像显示清晰,升主动脉此时无对比剂充盈,而肺动脉内对比剂充盈良好,可清晰显示肺动脉及其分支情况。40ml生理盐水比20ml生理盐水冲洗后上腔静脉伪影明显减轻。**结论** 通过优化肺动脉成像扫描技术条件,可以显著降低患者所受辐射剂量和对比剂总碘量的摄入,图像质量可以满足临床诊断需求。

**【关键词】** 多层螺旋CT; 肺动脉成像; 辐射剂量; 低剂量

**【中图分类号】** R543.2; R445.3

**【文献标识码】** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2017.04.023

通讯作者: 戴丽娟

# The Research of Optimization of the Multislice Spiral CT Pulmonary Angiography

DAI Li-juan, WANG Qi, YANG Li, et al., CT/MRI, Fourth Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050011, Hebei Province, China

**[Abstract]** **Objective** To research optimizing the technology of multislice spiral CT pulmonary angiography. **Methods** The 56 patients with clinically suspected pulmonary embolism were randomly divided into A, B groups. Every group has 28 patients. Contrasting agent trigger automatic tracking technology and Tube current automatically triggered were used for multislice spiral CT pulmonary angiography (CTA) examination. Group A was test group with 80 kVp tube voltage. The superior vena cava was selected for ROI monitoring plane with the preset threshold of 80HU. The contrast agent used non-ionic contrast medium iohexol 300mgI/ml. The dose was 60ml. The injection rate was 4ml/s. The vein was immediately flushed with 40 ml brine after the contrast agent losers. Group B was contrast group with 120 kVp tube voltage. The pulmonary root opening was selected for ROI monitoring plane with the preset threshold of 100HU. The contrast agent used non-ionic contrast medium iohexol 370 mgI/ml. The dose was 60ml. The vein was immediately flushed with 20 ml brine after the contrast agent losers. The image quality was evaluated after lung CTPA scanning. **Results** There is no statistically significant difference between two sets of image quality. The radiation dose of Group A was decreased 38% than group B. The entered iodine dose of Group A patients was decreased 19% compared with group B. The image was clarity with superior vena cava as the ROI detection plane and 80HU as the threshold. In this case the ascending aorta without contrast agent filling, The pulmonary angiography was agent filled favorably. The artifacts of the superior vena cava of 40ml saline was significantly reduced than 20ml. **Conclusion** By optimizing conditions of pulmonary imaging scanning, it can significantly reduce the radiation dose and the intake of the total iodine. The image quality can meet the needs of clinical diagnosis.

**[Key words]** Multislice Spiral CT; Pulmonary Angiography; Radiation Dose; Low Dose

随着多层螺旋CT设备普及和技术的不断发展, CT肺动脉成像(CT pulmonary angiography, CTPA)已成为临床可疑肺栓塞时首要的检查方法<sup>[1-3]</sup>。尤其对于需要多次复查CTPA的肺栓塞患者,以往的扫描技术及较高的辐射剂量已越来越不被人们所接受,因此我们需要对CTPA的扫描方案进行进一步优化。本研究旨在保证图像质量的情况下,通过比较不同管电压、不同浓度造影剂、不同监测层面及阈值设定等方面,探讨更优化、更低辐射剂量的扫描方案。

## 1 资料及方法

**1.1 研究对象** 对2014年1月至2014年11月临床可疑肺栓塞的患者进行前瞻性的登记。纳入标准:受检者重量小于80公斤,既往无心脑肺疾病史,肾功能正常的患者;排除标准:体重大于80公斤、既往有心脑肺疾病史、肾功能不正常的患者。受检者共56人,随机分为A、B两组,每组各28人。A组为试验组, B组为对照组。本研究已通过本地区伦理学委员会审核,检查前患者均签署书面知情同意书。

**1.2 扫描方法** 患者取仰卧位,平静呼吸,采用Philips(公司)256层Brilliance iCT进行CT增强扫描。扫描准直128×0.625mm,层厚0.9mm,层间距均为0.4mm,螺距为0.925;扫描范围从胸廓入口

到两侧肋膈脚水平。A组为试验组,采用管电压80kVp。ROI监测平面选取主动脉弓水平上腔静脉层面,阈值预设80HU;对比剂选用非离子对比剂碘海醇300mgI/ml(中国扬子江),剂量60ml,注射速率4ml/s。对比剂输完后立即用40ml生理盐水冲洗;B组为对照组,采用管电压120kVp。ROI监测平面选取肺动脉主干水平,阈值预设100HU。选用非离子对比剂碘海醇 370mgI/ml(中国扬子江),剂量60ml,注射速率4ml/s,对比剂输完后立即用20ml生理盐水冲洗。

**1.3 图像重建** 将扫描数据和图像传到PACS诊断工作站进行三维重建。重建方法包括多平面重组(multiplanar reformation),最大密度投影(MIP)、曲面重建(curved planar reformation, CPR)等。A、B两组图像均采用适应性迭代重建ASIR(Adaptive Statistical Iterative Reconstruction)重建算法<sup>[4]</sup>。

**1.4 客观图像质量测量** 将扫描数据和图像传到PACS诊断工作站。手动勾画感兴趣区,感兴趣区域(ROI)选择测量肺动脉干及两肺下叶后基底段肺动脉。分别得到三个不同部位肺动脉的信号强度,取其平均值,单位用Hu表示。测量左侧胸大肌CT值并计算其平均值。图像背景噪声值由肺动脉干CT值标准差SD表示。计算图像信噪比(signal to noise ratio, SNR)及对比噪声比(contrast to noise ratio, CNR), $SNR = \text{肺动脉平均CT值} / \text{图像背景噪声}$ ,  $CNR = (\text{肺动脉平均CT值} - \text{胸大肌平均CT值}) / \text{图像背景噪声}$ 。

**1.5 主观图像质量评分** 由2名具有高年资资历的影像诊断医

师采用双盲法对两组CTPA成像后的横断面及三维重建图像进行分析,对图像质量按5级标准进行评价。图像质量按5级评分方法。1分,图像质量差,噪声和伪影太大,不能诊断;2分,图像质量较差,有严重噪声和伪影,诊断有限;3分,图像质量一般,有一些噪声和伪影,诊断进一步提高;4分,图像质量好,噪声和伪影少,不影响诊断;5分,图像质量优良,无伪影,可明确诊断。

**1.6 辐射剂量估算** 记录每例患者的CT容积剂量指数(volume CT dose index, CTDIvol)和剂量长度乘积(dose length product, DLP),并按照公式 $E(mSv) \approx k \times DLP$ 计算有效剂量(effective dose, ED)。其中k值为欧盟委员会CT质量标准指南,胸部权重因子 $k=0.017^{[5]}$ 。

**1.7 统计学分析** 采用SPSS 17.0软件进行分析。计量资料用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示。两组间肺动脉干及亚段肺动脉CT值、图像噪声、SNR、CNR、图像主观质量评分以及CTDI、DLP、ED用配对样本t检验;两组间图像主观评分比较采用Mann-Whitney U检验。 $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 A、B两组图像质量测量结果比较** A、B两组肺动脉及左右下肺后基底段肺动脉CT值、胸大肌CT值、图像噪声、SNR和CNR比较差异无统计学意义( $P < 0.05$ )。见表1。

**2.2 A、B两组图像质量主观评价比较** A、B两组图像质量主观评分比较统计学无显著性差异( $U=87.00, P=0.425$ )。A组ROI监测平面选取上腔静脉层面,阈值设定为80HU时图像显示清晰,升主动脉此时无对比剂充盈,而肺动脉对比剂充盈良好,两者对比更加清晰显示肺动脉及其分支情况。40ml生理盐水冲洗比20ml生理盐水冲洗后上腔静脉伪影明显减轻。见图1-4。

**2.3 两组辐射剂量及碘摄入量结果比较** A组CTDIvol、DLP、ED分别为: $(8.97 \pm 1.22)$  mGy,  $(276.42 \pm 15.32)$  mGy\*cm,  $(3.87 \pm 0.68)$  mSv; B组CTDIvol、DLP、ED分别为: $(13.87 \pm 1.35)$  mGy,  $(447.14 \pm 16.68)$  mGy\*cm,  $(6.26 \pm 0.58)$  mSv。A组较B组辐射剂量下降了38%。A组患者碘摄入总剂量为18g, B组患者碘摄入总剂量为22.2g, A组较B组碘摄入量

表1 A、B两组图像质量测量结果比较

分组	A组	B组	t值	P值
肺动脉干CT值	398.47 ± 15.24	425.68 ± 13.45	1.356	0.332
左下肺动脉CT值	342.56 ± 12.53	378.37 ± 13.25	0.978	0.523
右下肺动脉CT值	335.39 ± 11.26	366.45 ± 10.53	0.889	0.368
胸大肌CT值	36.35 ± 10.36	38.38 ± 9.68	0.992	0.359
图像噪声SD	26.38 ± 3.76	25.58 ± 2.32	0.912	0.553
SNR	15.30 ± 1.68	17.70 ± 2.21	1.538	0.324
CNR	13.92 ± 1.89	15.48 ± 1.78	1.686	0.339

表2 A、B两组辐射剂量结果比较

分组	A组	B组	t值	P值
CTDIvol (mGy)	8.97 ± 1.22	13.87 ± 2.35	11.35	0.000
DLP (mGy*cm)	276.42 ± 15.32	447.14 ± 16.68	12.65	0.000
ED (mSv)	3.87 ± 0.68	6.26 ± 0.58	10.54	0.000

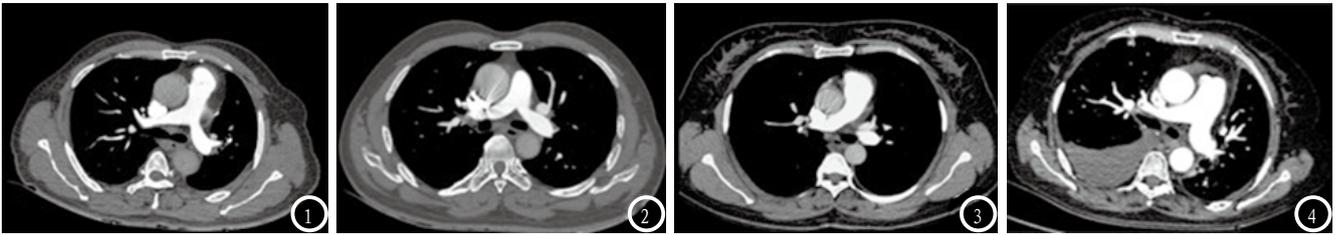


图1 采用低管电压80Kv, 300mg/ml造影剂60ml, 40ml生理盐水冲洗; 肺动脉干及其分支显示清晰, 上腔静脉无明显伪影; 图2 采用常规管电压120Kv, 370mg/ml造影剂60ml, 20ml生理盐水冲洗。肺动脉干及其分支显示清晰, 上腔静脉伪影较明显。图3 选取上腔静脉为监测层面, 监测阈值为80HU, 此时升主动脉内无造影剂充盈, 与邻近增强肺动脉干形成鲜明对比; 图4 选取肺动脉干为监测层面, 监测阈值为100HU, 此时升主动脉内有造影剂充盈, 与邻近肺动脉干无明显增强差异。

下降19%。见表2。

### 3 讨 论

多层螺旋CT肺动脉成像目前已被人们广泛应用, 肺动脉CTA扫描条件优化也成为人们研究的热点问题<sup>[6-8]</sup>。条件优化包括多种技术, 如降低扫描管电流、降低管电压、选用薄的准直, 增大螺距, 监测层面及阈值的设定, 选用低浓度低剂量对比剂, 对比剂输完后立即用生理盐水冲洗等。本研究通过对比不同管电压、不同浓度造影剂, 不同监测层面及阈值设定, 不同剂量的生理盐水冲洗的结果, 对CTPA扫描方案进一步优化, 增加图像对比度, 降低辐射剂量。

本研究结果表明, 低管电压扫描可以保证图像质量, 满足图像诊断需求。选用低管电压, 不但可以降低患者所受辐射剂量, 还可以在一定程度上减少球管损耗<sup>[9]</sup>。低管电压使得达到扫描层面的X线能量减少, 从而导致图像噪声增加, 这会降低图像质量<sup>[10-11]</sup>。而研究中我们采用适应性迭代重建算法ASIR, ASIR可以降低图像噪声, 通过迭代过程对图像噪声进行校正和抑制, 进而弥补低管电压带来图像噪声增加的缺陷。已有文献报道<sup>[12-13]</sup>, 迭代重建技术结合低管电压的方法, 不但可以降低受检者的辐射剂量, 并且明显提高CTPA图像质

量。本试验研究结果表明, A、B两组肺动脉及亚段肺动脉CT值、图像噪声、SNR及CNR比较均无统计学意义。A组有效辐射剂量为3.87mSv, B组有效辐射剂量为6.26mSv, A组较B组辐射剂量下降了38%。

研究还发现应用低浓度对比剂, 可以保证图像诊断质量。A组患者碘摄入总剂量为18g, B组患者碘摄入总剂量为22.2g, A组较B组碘摄入量下降19%。碘摄入量的减低, 可以明显降低对比剂肾病的发生率<sup>[14]</sup>。同时Szucs-Farkas<sup>[15]</sup>等研究表明, 在使用同浓度对比剂后, 低管电压可以增加碘对比剂对X射线的衰减, 含碘血管强化更明显, 所以采用低管电压时降低血管内碘浓度是可行的, 同时也减少了上腔静脉伪影所致的图像质量下降。

监测层面选取上腔静脉, 相对比监测升主动脉所得图像质量较好。因为对比剂为肘静脉摄入, 最先到达上腔静脉, 此刻监测该层面对比剂自动跟踪触发, 监测阈值设为80HU即刻触发扫描, 相比100HU触发时间提前约1-2s。此时肺动脉及其各级分支对比剂充分充盈, 而升主动脉内无对比剂充盈, 两者形成鲜明对比, 更好显示肺动脉情况。再者, 本研究表明, 对比剂输完后立即用40ml生理盐水冲洗对比20ml可以减少上腔静脉对比剂的伪影, 减轻其对周围组织的图像

污染, 图像对比度增加。

总之, 本研究结果表明, 利用低管电压和低浓度对比剂, 肺CTPA的SNR和CNR无统计学差异无显著意义。两者结合, 既减少了患者的辐射剂量, 又减少了患者摄入的碘含量, 进而减少患者过敏及对比剂肾病的发生率。监测层面选取上腔静脉且设定监测阈值为80HU, 升主动脉无对比剂使得肺动脉增强对比效果显示更加明显。对比剂注射后用较多量40ml生理盐水冲洗, 降低了上腔静脉对比剂伪影, 使得图像质量进一步提高。

### 参考文献

- [1] 贺小平, 周胜利. CTPA对肺动脉栓塞的诊断及临床应用价值[J]. 医学影像学杂志, 2011, 21(1): 34-36.
- [2] 范维鹏, 成彬. 256层螺旋CT低剂量对比剂在标准体重患者肺动脉血管成像检查中的应用[J]. 中国医师进修杂志, 2013, 36(6): 41-42.
- [3] 李卫平, 曾秋华. 多层螺旋CT肺动脉成像在肺动脉栓塞诊断中的应用价值[J]. 罕少疾病杂志, 2014, 17(3): 19-21.
- [4] 李俊君, 杨新官. 64排螺旋CT肺CTPA成像低剂量造影剂的应用研究[J]. 华夏医学, 2012, 25(2): 220-223.
- [5] European Commission. European guideline on quality criteria for computed tomography, EUR 16262 [M/OL]. Luxembourg: Office for Official Publication of the European Communities, 2000.

(下转第 76 页)