

## · 心血管影像学 ·

## 二代双源 CT 大螺距肺动脉成像低剂量与低对比剂用量的应用研究

孙国臣, 王忠, 李萌

**【摘要】 目的:**评估二代双源 CT 大螺距扫描方式在低剂量和低对比剂个体化肺动脉成像中的可行性。**方法:**按扫描方式和对比剂剂量不同将 90 例患者分成 A、B、C 三组。A 组 30 例,采用传统肺动脉成像检查方案,对比剂用量 70 mL,管电压 100 kV,螺距 1.2;B 组和 C 组采用低对比剂剂量 30 mL,大螺距 2.1,根据预检测层面左心室衰减噪声值 $\geq 15$  HU 和 $< 15$  HU 分为 B 组和 C 组,管电压分别为 100 kV、80 kV。分析比较三组的图像质量及辐射剂量。**结果:**三组患者年龄、性别均无明显差异;C 组体重低于 A、B 两组( $P < 0.01$ )。三组扫描时间、扫描长度、容积 CT 剂量指数(CTDIvol)、有效剂量(ED)差异均有统计学意义( $P < 0.01$ )。三组图像治疗均满足诊断要求。A 组双侧肺动脉强化 CT 值最高,B 组最低。A 组上腔静脉内对比剂线束硬化伪影比例高于 B 组和 C 组( $P < 0.05$ )。两位医师对所有病例图像的评分有良好的一致性(Kappa=0.719,U=8.02, $P > 0.05$ )。**结论:**采用二代双源 CT 大螺距肺动脉扫描并根据左心室平扫衰减噪声值来调整管电压的个体化肺动脉成像能够明显降低患者的辐射剂量以及对比剂用量,可以作为临床肺动脉栓塞患者的首选筛查和随访检查方法。

**【关键词】** 肺动脉栓塞; 体层摄影术,X 线计算机; 大螺距; 辐射剂量; 对比剂

**【中图分类号】** R814.42; R816.4 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2015)03-0250-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2015.03.010

**Application of second-generation dual-source CT with high-pitch mode in individualized pulmonary angiography with low dose radiation and low dosage of contrast medium** SUN Guo-chen, WANG Zhong, LI Meng. Department of Radiology, the First Hospital of Nanyang, Henan 473010, P. R. China

**【Abstract】 Objective:** To evaluate the feasibility of second-generation dual-source CT with high-pitch mode in individualized pulmonary angiography with low dose radiation and low dosage of contrast medium. **Methods:** 90 patients were divided into A, B, C group according to scanning mode and contrast medium dosage. 30 patients of group A underwent conventional pulmonary angiography with 100 kV, pitch 1.2 and contrast medium dosage as 70mL. The remaining 60 patients underwent individualized pulmonary angiography with high-pitch of 2.1 and low contrast medium dosage as 30mL and were divided into group B with 100kV and group C with 80kV respectively, according to the left ventricular attenuation noise  $\geq 15$ HU and  $< 15$ HU. The image quality and radiation dose were analyzed between the three groups. **Results:** There were no significant differences in the age and sex between the three groups. The body weight of group C was significantly lower than that of group A and B. The differences of scanning time, scanning length, volume CT dose index (CTDIvol) and effective dose (ED) between the three groups were significant ( $P < 0.01$ ). The image quality of the three groups all met the diagnostic requirements. The enhanced CT value of bilateral pulmonary in group A was the highest and that in group C was the lowest. The proportion of contrast agents linear hardening artifacts in vena cava of group A was higher than group B and group C ( $P < 0.05$ ). The image scores for all the subjects were evaluated by two radiologists were consistent (Kappa=0.719,U=8.02, $P > 0.05$ ). **Conclusion:** Individualized pulmonary angiography with dual-source CT using high-pitch mode can significantly reduce the radiation dose and contrast agent dosage, which is the first choice in screening and follow-up for patients with pulmonary artery embolism.

**【Key words】** Pulmonary embolism; Tomography, X-ray computed; High pitch; Radiation dose; Contrast medium

肺动脉栓塞(pulmonary embolism, PE)的发生率近年来呈逐渐上升趋势,随着高端螺旋 CT 在各级医疗机构的日益普及,CT 肺动脉成像的快速性和便捷性使其成为临床 PE 的首选检查手段,并在此类病患

的治疗后随访评价中广泛应用。同时,由于全社会对 CT 检查导致电离辐射问题的广泛关注<sup>[1]</sup>,使得如何在保证图像质量的前提下尽最大可能降低辐射剂量成为现今 CT 血管成像领域的研究热点之一<sup>[2]</sup>。本文即探讨双源 CT 特有的大螺距肺动脉成像方案在降低检查时间进而缩短对比剂注射时间/减少注射总量的前提下,通过测量增强扫描前预检测层面患者左心室衰

**作者单位:** 473010 河南,南阳市第一人民医院放射科(孙国臣、王忠);河南,南阳医专第一附属医院放射科(李萌)  
**作者简介:** 孙国臣(1973—),男,河南南阳人,主治医师,主要从事全身血管成像及双能量成像、能谱成像、脑及肿瘤灌注成像等研究工作。

减噪声值大小来个体化降低管电压,结合随机的智能毫安秒调节技术来最终实现低辐射剂量和低对比用量的肺动脉 CT 检查方案,并对该方案的临床可行性及图像质量可靠性进行评估。

## 材料与方 法

### 1. 临床资料

随机选择本院 2011 年 2 月—2012 年 2 月的 30 例常规肺动脉扫描的病例,2012 年 3 月—2013 年 3 月间大螺距个体化肺动脉扫描参数:100 kV 和 80 kV 各 30 例,依次划分为 A、B、C 共 3 组,所有患者基本资料均按照常规 CTA 的筛选标准排除高危及有注射对比剂禁忌症的患者。在检查前按照规范化流程,由本人及家属签署 CT 增强检查知情同意书。

### 2. 检查方法

采用 Siemens Somatom Definition Flash CT 进行扫描,默认开启智能球管电流(mAs)调制技术 Care-Dose 4D。A 组病例采用常规扫描电压和螺距,B 组和 C 组病例采用大螺距扫描。增强延迟时间的确定采用对比剂智能追踪法,兴趣区定位于膈上心底层面的右心房内或者与之相连的上腔静脉末端管腔内,同时测量同层面左心室心腔内的衰减噪声值大小从而个体化降低 C 组病例的扫描电压至 80 kV(图 1)。对比剂采用碘海醇(350 mg I/mL),采用麦瑞德公司 Stellant 双筒高压注射器管路连接患者右肘静脉内预先留置的 18G 静脉穿刺套管针快速注入。当对比剂团注导致兴趣区 CT 值较预检测初始值增加 100 HU 以上时,机器最小延迟 3~4 s(机器移动检查床+X 线球管启动时间)后采用足-头方向自肋膈角最低位置扫描至肺尖层面完成最终肺动脉扫描。三组患者的对比剂注射速率均为 5 mL/s, A 组用药 70 mL, B、C 两组均为 30 mL。

### 3. 辐射剂量

在 CT 控制台上(Siemens AWP),通过调用扫描方案报告表,记录容积 CT 剂量指数(volume CT dose index,CTDIvol)和剂量长度乘积(dose length product,DLP),计算有效剂量(effective dose,ED): $ED = DLP \times 0.014$ 。

### 4. CT 图像数据测量与质量评价

客观评价:原始图像按照 1.0 mm 层厚重建,间隔 0.5 mm,卷积核选择平滑算法(B30f),重建

结果匿名后处理后传送到 Siemens MMWP 后处理工作站结合 MIP、MPR 图像判断中央及外周肺动脉有无栓塞,然后测定以下血管:左右肺动脉干、LPA&RPA。左右上叶肺动脉 S1(主动脉弓层面以上)、左右基底干 S10 肺动脉(大致左心房层面)的 CT 值,测定时:所有测量选取临近的两个连续层面进行,对读取数值取平均值并记录。每次放置 ROI 的位置、大小和面积尽量一致。为减少部分容积效应对结果的影响,兴趣区尽可能包括所测量血管的最大直径,面积上接近增强血管的横轴面管腔面积。以上述肺动脉血管及其分支 CT 值 $\geq 250$  HU 即满足临床诊断要求<sup>[3]</sup>。

主观评价:科室两位高级职称 CT 诊断医生结合横轴面、矢状面、冠状面 MIP 和 MPR 图像,采用 5 分法对所选病例的肺动脉血管断层图像进行主观分级<sup>[4]</sup>。评分标准如下:5 分,双侧肺动脉显示极佳,肺野外带肺动脉血管显示极其清晰,而与之伴行的肺静脉分支未见强化;4 分,肺动脉主干血管和各级别分支强化良好,伴行的肺静脉血管稍有强化;3 分,肺动脉主干与分支强化尚可,与伴行的肺静脉强化程度接近;2 分,肺动脉主干和分支强化效果较差,伴行的肺静脉强化明显;1 分,肺动脉血管增强改变不显著,临床实践中需要重做。

上腔静脉内高密度对比剂滞留导致伪影的主观评分:按照线束硬化伪影对周围肺野干扰程度分为 2 级<sup>[5]</sup>:0 级指腔静脉周围肺野无明显线束硬化伪影;1 级指上腔静脉周围可见明显的线束硬化伪影分布。

### 5. 统计分析

采用 SPSS19.0 软件进行统计分析,数据类资料按照平均值 $\pm$ 标准差的形式表示,采用单因素方差分析(ANOVA)进行统计学分析,组间存在差异时采用 SNK 检验进行两两比较;对于结果中的计数资料,采用卡方检验评定两名读片医师的主观评分是否一致,以  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

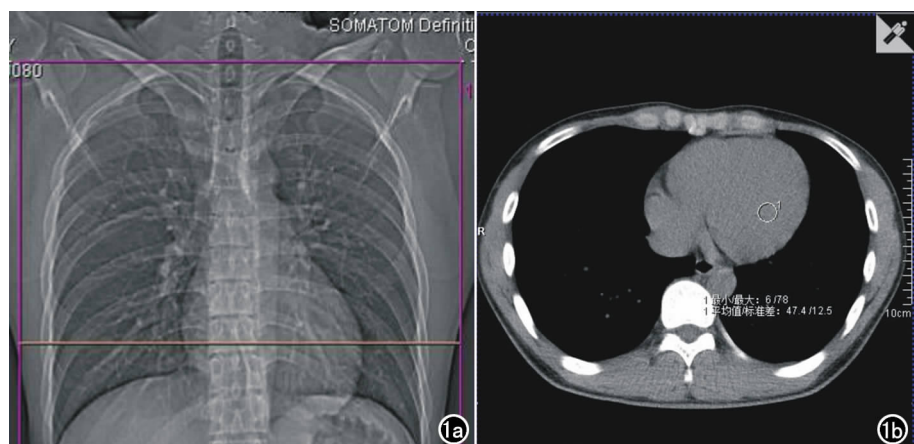


图 1 a) 预检测扫描层面的选择(箭); b) 左心室衰减噪声值的测量。

结 果

1. 一般资料

随机选择的 90 例患者的基本资料,经统计学分析表明三组间男女患者构成比和患者年龄,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。A 组和 B 组间体重差异无统计学意义( $P>0.05$ ),而 C 组患者体重较 A 组合 B 组小,且差异有统计学意义( $P<0.01$ )。

2. 扫描条件及辐射剂量

三组肺动脉 CTA 扫描参数及辐射剂量见表 1。可见 A 组和 B 组扫描均用默认电压:100 kV 扫描,C 组根据左心室平扫层面断层图像上左心室腔的衰减噪声值(SD) $<15$  HU 为基准,而采用 80 kV 扫描,三组间扫描长度差异无统计学意义。B 组和 C 组间扫描时间差异无统计学意义;A 组较 B 组和 C 组扫描时间长,差异具有统计学意义( $P<0.01$ )。三组间 CTDI<sub>vol</sub> 及 ED 差异均有统计学意义,A 组最大,C 组最小( $P<0.01$ )。

表 1 动脉 CTA 扫描参数及辐射剂量表

| 参数                           | A               | B                               | C                                    | F 值     | P 值     |
|------------------------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------------|---------|---------|
| 左心室衰减噪声(HU)                  | $\geq 15$       | $\geq 15$                       | $< 15$                               |         |         |
| 管电压(kV)                      | 100             | 100                             | 80                                   |         |         |
| 管电流(mA)                      | 150             | 170                             | 170                                  |         |         |
| 扫描时间(s)                      | $1.72\pm 0.23$  | $1.09\pm 0.21^{\blacktriangle}$ | $0.99\pm 0.20^{\blacktriangle}$      | 103.90  | $<0.01$ |
| 扫描长度(cm)                     | $26.81\pm 2.35$ | $26.17\pm 2.50$                 | $25.76\pm 2.21$                      | 1.51    | $>0.05$ |
| 单层辐射剂量(CTDI <sub>vol</sub> ) | $5.54\pm 0.53$  | $4.71\pm 0.45^{\blacktriangle}$ | $1.78\pm 0.35^{\blacktriangle\star}$ | 579.59  | $<0.01$ |
| ED(mSv)                      | $2.03\pm 0.08$  | $1.98\pm 0.04^{\blacktriangle}$ | $0.87\pm 0.07^{\blacktriangle\star}$ | 3000.23 | $<0.01$ |

注:与 A 组比较, $\Delta P<0.05$ , $\blacktriangle P<0.01$ ;与 B 组比较, $\star P<0.05$ , $\blackstar P<0.01$ 。

3. 客观图像质量

三组所测肺血管平均 CT 值中,A 组各段血管 CT 值最高,B 组 CT 值最低,三组 CT 值差异均有统计学意义(表 2)。

表 2 3 组所测肺血管平均 CT 值 (HU)

| 动脉  | A              | B                               | C                                    | F 值   | P 值     |
|-----|----------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------|---------|
| RPA | $492.4\pm 120$ | $341.5\pm 100^{\blacktriangle}$ | $428.2\pm 111^{\blacktriangle\star}$ | 14.02 | $<0.01$ |
| LPA | $509.5\pm 122$ | $343.2\pm 102^{\blacktriangle}$ | $430.3\pm 110^{\blacktriangle\star}$ | 16.67 | $<0.01$ |
| A1  | $495.7\pm 124$ | $350.7\pm 103^{\blacktriangle}$ | $432.2\pm 112^{\Delta\star}$         | 12.34 | $<0.01$ |
| A10 | $493.7\pm 123$ | $348.7\pm 100^{\blacktriangle}$ | $434.14\pm 112^{\Delta\star}$        | 12.69 | $<0.01$ |

注:与 A 组比较, $\Delta P<0.05$ , $\blacktriangle P<0.01$ ;与 B 组比较, $\star P<0.05$ , $\blackstar P<0.01$ 。

三组病例肺动脉及其分支 CT 值按照 $\geq 250$  HU 进行比例划分。三组患者横轴面图像中,肺动脉血管增强 CT 值高于 250HU 的病例比例分别为:A 组 100%、B 组 87%、C 组 97%。三组间差异无统计学意义( $P>0.05$ ,表 3)。

4. 主观图像质量

两名医师评分具有较好的一致性值(Kappa = 0.719, U = 8.02),A、B、C 三组的肺动脉评分分别为

表 3 肺动脉及其分支 CT 值分布比例

| 组别            | A        | B       | C       | $\chi^2$ 值 | P 值    |
|---------------|----------|---------|---------|------------|--------|
| LPA&-RPA      |          |         |         | 5.50       | 0.0637 |
| $\geq 250$ HU | 30(100%) | 26(87%) | 29(97%) |            |        |
| $< 250$ HU    | 0(0%)    | 4(13%)  | 1(3%)   |            |        |
| A1 段肺动脉       |          |         |         | 5.50       | 0.0637 |
| $\geq 250$ HU | 30(100%) | 26(87%) | 29(97%) |            |        |
| $< 250$ HU    | 0(0%)    | 4(13%)  | 1(3%)   |            |        |
| A10 段肺动脉      |          |         |         | 5.50       | 0.0637 |
| $\geq 250$ HU | 30(100%) | 26(87%) | 29(97%) |            |        |
| $< 250$ HU    | 0(0%)    | 4(13%)  | 1(3%)   |            |        |

3.  $97\pm 0.30$ 、 $4.13\pm 0.32$ 、 $4.15\pm 0.35$ ,A、B、C 三组图像质量差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

3 组上腔静脉内对比剂产生线束硬化伪影(1 级)分别为 20 例(67%)、6 例(20%)、7 例(23%)。A 组伪影比例高于 B 组和 C 组( $P<0.05$ ),B 组与 C 组差异无统计学意义( $P>0.05$ ,表 4,图 2~3)。

表 4 三组患者上腔静脉线束硬化伪影分级

| 组别 | 0 级 | 1 级 |
|----|-----|-----|
| A  | 10  | 20  |
| B  | 24  | 6   |
| C  | 23  | 7   |

注: $\chi^2$  值 17.512,P 值=0.0002。

讨 论

肺组织具有良好的天然对比,同时 CTA 检查不同于常规平扫,重点在于对充盈对比剂的血管管腔评估而非实质器官的组织分析,因此主观图像质量上噪声值对于图像影响不如平扫那么明显,因此,CT 肺动脉血管造影检查最适合开展 CTA 低剂量研究<sup>[6]</sup>。

二代双源 Flash CT 由于采用了双球管扇区数据互补技术,在保证图像质量的前提下,肺部 CTA 检查其最大螺距可以达到  $2.1^{[7]}$ 。同时其最新探测器在 Z 轴方向采集的有效宽度为 64 排 $\times 0.6$  mm,两者结合,使得肺动脉采集过程中,检查时间较常规明显缩短(表 1),基本实现了 1 s 扫完全肺,对于患者由于各种因素导致的摒息困难引起的运动伪影有极大的宽容度。故本研究 B、C 组患者没有采用呼吸指令来强制摒息,只是告知患者尽量保持平静呼吸,使得该扫描方案比其他方案更加适合于 PE 患者的急诊检查。

由于曝光时间的明显缩短,按照静脉引入对比剂的间接法 CTA 增强原理以及肺动脉循环早于体循环的生理特点,使得大螺距肺动脉扫描的对比剂注射时间窗能够明显缩短,按照对比剂总量的经验法计算公式:对比剂注射总量应该是注射流率 $\times$ (扫描启动延迟时间 $3\sim 4$  s+扫描时间 1 s),同时为了方便对比故 B、C 组给药总量设定为相同的 30 mL。药量较传统 70 mL 的用量明显减少。从而实现了低对比剂用量,减少肾脏负的目的<sup>[8]</sup>。加之本研究采用了足-头位扫描方向,低对比剂用量加上对肺尖层面的最后扫描使

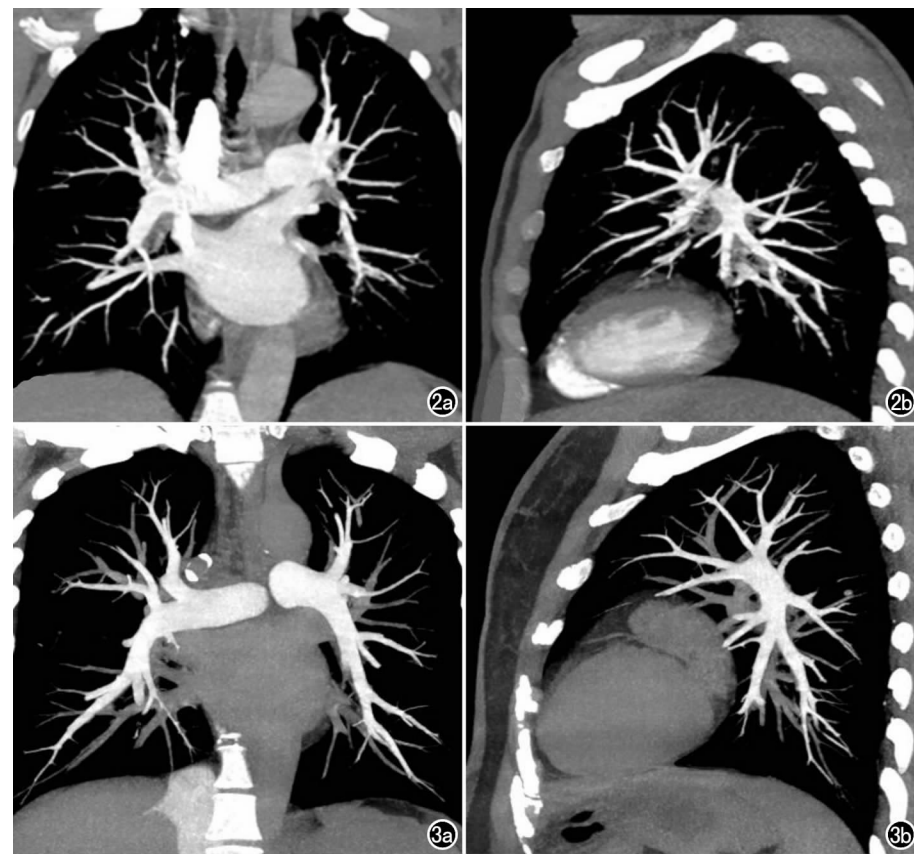


图 2 A 组病例。a) 冠状面 MIP 示双侧肺动脉及肺静脉同时显影, 肺动脉密度较静脉高, 右侧中、上肺野腔静脉内线束硬化伪影; b) 矢状面 MIP 图像。图 3 B 组病例。a) 冠状面 MIP 示双侧肺动脉显影清晰, 伴随肺静脉无明显强化, 腔静脉内无明显线束硬化伪影; b) 矢状面 MIP 图像。

得 B、C 两组图像的腔静脉线束硬化伪影较 A 组明显减低(图 2), 提高了图像质量(表 4)。

个体化扫描电压的选择是本研究的一个创新点, 近年来, 高端螺旋 CT 经常利用 80 kV 低电压扫描的高 I 原子敏感性, 其他条件不变的情况下, 管电压从 120 kV 降低到 80 kV 的时候剂量可以降低约 65%, 本研究中 C 组的辐射剂量指标均明显低于 A、B 两组也印证了降低管电压是减少辐射剂量的有效方法(表 1)。但是, 管电压减低导致的噪声值升高和图像质量下降一直是困扰低剂量推广的壁垒之一, 本研究应用对比剂智能追踪技术中预检测层面左心室的衰减噪声值来确定患者扫描的个体化电压, 较传统的简单利用患者体重或者身高体重指数 BMI 调节更为直观, 准确、快速和有效, 因为它真实反映了该患者胸部区域对于 X 线的真实衰减及噪声水平。通过基本资料的数据可以看出, C 组患者回顾性翻阅病例资料, 其体重较 A、B 两组为低, 有显著性差异。从客观上印证了利用预检测扫描层面心室衰减噪声大小来确定扫描电压从而达到肺动脉 CTA 扫描辐射剂量个体化优化的有效性和准确性, 操作简单快速, 所有数据均在 CT 检查界

面直观获得, 非常适合肺栓塞 CTA 急诊检查时使用。

Flash 大螺距肺动脉扫描方案在保证数据采集完整性的前提下极大的缩短了检查时间, Siemens CT 机原有的动态毫安调节技术 CareDose 4D 又实现了曝光电流的个体化实时调整, 在此基础上运用左心室预检测平扫层面衰减噪声值的大小对扫描电压进一步优化, 最终得到的图像质量完全满足诊断要求(表 2、3)。同时借助于扫描时间的减少降低了对比剂的总用量, 从而达到减少 CT 辐射剂量和对比剂用量的“双赢”结果<sup>[9]</sup>。实现了个体化肺动脉 CTA 的低剂量和低对比剂用量的“双低”优化。

由于能力和条件限制, 本研究亦有很多局限性, 比如仅仅调整了 X 线球管的管电压, 对于管电流(质量参考 mAs)的进一步优化调整并未涉及, 采用了 350 对比剂, 5 mL/s 的注射流率, 未能就更低浓度对比剂和更低注射流率的可行性进行进一步的探讨。

随着对比剂智能追踪技术的广泛应用, 如何结合最终的 CTA 结果回顾性的对预检测平扫层面包含的更多影像学信息进行挖掘利用, 将该方法推广至其他部位 CTA 低剂量研究中也是今后一个研究方向。发稿过程中 Siemens 新一代光子 CT 平台所具有的 70 kV 扫描电压, 智能电压调节技术<sup>[10]</sup>和最新一代的迭代重建技术推出<sup>[11]</sup>, 由于是最新产品和选配需要额外升级购买, 出于硬件限制, 并未包含至本研究中。

综上所述, 本文采用二代双源 CT 大螺距肺动脉扫描模式结合个体化电压调整既能有效降低的 CT 辐射剂量, 同时减少对比剂用量, 而图像质量较传统肺动脉扫描无明显差别, 可以作为临床可疑肺动脉患者筛查和治疗后复查的推荐检查方案。

#### 参考文献:

- [1] Siegel MJ, Ramirez-Giraldo JC, Hildebolt C, et al. Automated low-kilovoltage selection in pediatric computed tomography angiography: phantom study evaluating effects on radiation dose and image quality[J]. Invest Radiol, 2013, 48(8): 584-589.
- [2] Duan X, McCollough C. Risks, benefits and risk reduction strategies in thoracic CT imaging[J]. Semin Respir Crit Care Med, 2014, 35(1): 83-90.

- [3] Ramadan SU, Kosar P, Sonmez I, et al. Optimisation of contrast medium volume and injection-related factors in CT pulmonary angiography: 64-slice CT study[J]. Eur Radiology, 2010, 20(9): 2100-2107.
- [4] Roggenland D, Peters SA, Lemburg SP, et al. CT angiography in suspected pulmonary embolism: impact of patient characteristics and different venous lines on vessel enhancement and image quality[J]. AJR, 2008, 190(6): W351-W359.
- [5] Patel S, Kazerooni EA, Cascade PN. Pulmonary embolism: optimization of small pulmonary artery visualization at multi-detector row CT[J]. Radiology, 2003, 227(2): 455-460.
- [6] 康绍磊, 曾宪春, 谢晓洁, 等. 智能最佳管电压扫描联合自动管电流调节技术降低成人胸部 CT 扫描辐射剂量[J]. 中国医学影像技术, 2013, 9(4): 636-640.
- [7] Wang Z, Chen Y, Wang Y, et al. Feasibility of low-dose contrast medium high pitch CT angiography for the combined evaluation of coronary, head and neck arteries[J]. PLoS One, 2014, 9(3): e90268.
- [8] Helck A, Bamberg F, Sommer WH, et al. Optimized contrast volume for dynamic CT angiography in renal transplant patients using a multiphase CT protocol[J]. Eur J Radiol, 2011, 80(3): 692-698.
- [9] 李剑, 宦怡, 赵宏亮, 等. 双源 CT Flash 大螺距技术对主动脉成像的辐射剂量及升主动脉图像质量的研究[J]. 中国临床医学影像杂志, 2013, 24(7): 472-475.
- [10] Siegel MJ, Hildebohn C, Bradley D. Effects of automated kilovoltage selection technology on contrast-enhanced pediatric CT and CT angiography[J]. Radiology, 2013, 268(2): 538-547.
- [11] Lee SW, Kim Y, Shim SS, et al. Image quality assessment of ultra low-dose chest CT using sinogram affirmed iterative reconstruction[J]. Eur Radiol, 2014, 24(4): 817-826.

(收稿日期: 2014-10-11 修回日期: 2014-12-22)

## 《放射学实践》(英文稿)稿约

《放射学实践》是由国家教育部主管, 华中科技大学同济医学院主办, 与德国合办的全国性影像学学术期刊, 由国内著名影像专家郭俊渊教授担任主编, 创刊至今已 30 周年。本刊坚持服务广大医学影像医务人员的办刊方向, 关注国内外影像医学的新进展、新动态, 全面介绍 X 线、CT、磁共振、介入放射及放射治疗、超声诊断、核医学、影像技术学等医学影像方面的新知识、新成果, 受到广大影像医师的普遍喜爱。

本刊为国家科技部中国科技论文核心期刊、中国科学引文数据库统计源期刊, 在首届《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行评优活动中, 被评为《CAJ—CD 规范》执行优秀期刊。

2012 年始本刊拟在英文专栏刊发全英文文稿。

1. 文稿应具科学性、创新性、逻辑性, 并有理论和实践意义。论点鲜明, 资料可靠, 数据准确, 结论明确, 文字简练, 层次清楚, 打印工整。

2. 本刊实行盲法审稿, 来稿附上英文稿一份, 中文对照稿两份(用小 4 号字、1.5 倍行距打印), 文稿中不出现任何有关作者本人的信息。另纸打印一份中英文对照的文题、作者姓名、作者单位(应准确、规范、完整)及邮政编码。如系 2 个单位及以上者, 则在作者姓名右上角排阿拉伯数字角码, 按序将单位名称写于作者下方。并注明第一作者的性别, 职称及第一作者或联系人的电话号码, E-mail 地址。

3. 来稿须经作者所在单位审核并附单位推荐信。推荐信应证明内容不涉及保密、署名无争议、未一稿两投等项。

4. 论著采用叙述式摘要。关键词一般 3~5 个, 请采用最新版的 MeSH 词表(医学主题词注释字顺表)中的主题词。MeSH 词表中无该词时, 方可用习用的自由词。使用缩略语时, 应在文中首次出现处写明中、英文全称。

5. 表格采用三线表, 表序按正文中出现的顺序连续编码。数据不多、栏目过繁、文字过多者均不宜列表。表内同一指标数字的有效位数应一致。

6. 线条图应另纸描绘, 全图外廓以矩形为宜, 高宽比例约为 5:7, 避免过于扁宽或狭长。照片图须清晰, 像素高, 层次分明, 图题及图解说明清楚。

7. 参考文献必须以作者亲自阅读过的近年文献为主, 并由作者对照原文核实(请作者在文章发表前提供 PubMed 等数据库的所含文献页面)。文献一般不少于 30 篇。内部刊物、未发表资料、私人通讯等勿作参考文献引用。参考文献的编号按照在正文中出现的先后顺序排列, 用阿拉伯数字加方括号角注。并按引用的先后顺序排列于文末。