

郭海东, 赵盛, 郭秀玲, 等. 双源 CT Flash 双低技术手动触发扫描在冠状动脉 CTA 的可行性研究[J]. CT 理论与应用研究, 2016, 25(6): 639-646. doi:10.15953/j.1004-4140.2016.25.06.03.

Guo HD, Zhao S, Guo XL, et al. A feasibility study on coronary angiography with flash technique of dual-source computed tomography by double low technical and manual trigger scanning[J]. CT Theory and Applications, 2016, 25(6): 639-646. (in Chinese). doi:10.15953/j.1004-4140.2016.25.06.03.

## 双源 CT Flash 双低技术手动触发扫描 在冠状动脉 CTA 的可行性研究

郭海东, 赵盛, 郭秀玲, 刘挨师<sup>✉</sup>

(内蒙古医科大学附属医院, 呼和浩特 010050)

**摘要:** 目的: 对比常规前瞻性心电触发扫描及对比剂用量方案, 探讨在双源 CT Flash 扫描模式下, 低 kV、低对比剂用量、手动触发扫描方案在低体重、低心率患者行冠脉 CTA 检查的可行性。方法: 48 例患者分为两组: A 组: 24 例, 体重 < 65kg, 45 次/min ≤ 心率 ≤ 65 次/min, 对比剂流速和用量分别为 5.0 mL/s 和 20 mL (350 mgI/mL), 行 Flash 扫描, 管电压采用 70 kV; B 组: 24 例, 体重 < 65 kg, 48 次/min ≤ 心率 ≤ 65 次/min, 对比剂流速和剂量分别为 5.0 mL/s 和 50 mL (350 mgI/mL), 行前瞻性心电触发扫描, 管电压采用 100kV。对原始数据进行 SAFIRE 迭代重建。比较两组患者的性别、年龄、心率、体重、BMI、CTDI<sub>vol</sub>、DLP 和 ED, 测量并比较两组图像主动脉根部、左主干、冠脉三大支近段管腔内的 CT 值、噪声、信噪比及主动脉根部的对比噪声比。两组冠脉图像质量采用 4 级评分法进行比较。结果: 两组患者在性别、年龄、心率、体重、BMI 及两组图像主动脉根部、左主干、冠脉三大支近段的 CT 值、噪声、信噪比、主动脉根部对比噪声比无显著性差异 ( $P > 0.05$ ), 在 CTDI<sub>vol</sub>、DLP 和 ED 方面两组图像有显著性差异 ( $P < 0.05$ )。两组冠脉图像质量等级无显著性差异, 冠脉可评价节段率均 > 96%。结论: 双源 CT 在低体重、低心率患者应用 70 kV 超低管电压和低对比剂用量的方案进行冠状动脉 CTA 检查可以获得满足临床诊断的图像质量, 较常规方案的放射剂量和对比剂用量显著减低。

**关键词:** 冠状动脉疾病; X 线计算机; CT 血管成像; 辐射剂量

doi:10.15953/j.1004-4140.2016.25.06.03 中图分类号: R 455.3; R 814.42 文献标志码: A

随着社会经济的发展及人们生活水平的提高, 冠心病发病率呈逐年上升趋势, 且日益年轻化<sup>[1]</sup>, 其对青年患者的危害较对老年患者更为严重, 严重者使得青年患者丧失劳动及生活自理能力, 生活质量下降<sup>[2]</sup>。因此, 早诊断及早治疗将至关重要。

随着多层螺旋 CT 的迅速发展, 冠状动脉 CT 血管造影 (computed tomography angiography, CTA) 检查成为筛查冠心病并及早诊断的安全、可靠的首选技术手段之一<sup>[3]</sup>。但高辐射剂量成为限制该检查进一步推广普及的问题之一。伴随着 X 射线探测器技术的飞速发展, 尤其是双源 CT 的出现, 在降低管电压的同时降低了辐射剂量及减少对比剂用量<sup>[4]</sup>。本研究通过应用双源 CT Flash 扫描方法进行冠状动脉 CTA 检查, 探究对于较低体重的患者采用低管电压和低对比剂用量的“双低”方案的可行性及临床价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

收集 2015 年 11 月至 2016 年 4 月我院临床疑似冠心病并行冠状动脉 CTA 检查的患者 48 例。患者随机分为两组：A 组 24 例，男 4 例，女 20 例， $45 \text{ 次/min} \leq \text{心率} \leq 65 \text{ 次/min}$ ，平均年龄、体重、BMI 分别约为 58.0 岁、56.4kg、 $22.3 \text{ kg/m}^2$ ；B 组 24 例，男 8 例，女 16 例， $48 \text{ 次/min} \leq \text{心率} \leq 65 \text{ 次/min}$ ，平均年龄、体重、BMI 分别约为 55.0 岁、58.5kg、 $23.0 \text{ kg/m}^2$ 。对于体重  $> 65 \text{ kg}$ 、碘对比剂过敏、心律不齐、屏气差、冠脉搭桥术后、孕妇及哺乳期女性、严重心肝肾功能不全者不计入统计分析。

### 1.2 检查方法

所有患者检查前行心率及屏气评估，高心率患者给予降心率药物。检查设备为二代双源 CT (definition)。患者体位采用仰面足先进，心电监测，屏气扫描定位像，先行冠脉钙化积分扫描，确定扫描范围为气管分叉下 1 cm 至心脏膈面。

A 组：对比剂流速和用量分别采用  $5.0 \text{ mL/min}$  和  $20 \text{ mL}$  ( $350 \text{ mgI/mL}$ )，行 Flash 扫描，管电压采用  $70 \text{ kV}$ ；采用手动触发技术，监测层面定于左心房水平，使用双筒高压注射器经肘静脉注入对比剂 6 s 后开始监测，右心房进药后，嘱患者屏气，当左心房进药后手动触发延迟 5 s 扫描。

B 组：对比剂流速和用量分别采用  $5.0 \text{ mL/min}$  和  $50 \text{ mL}$  ( $350 \text{ mgI/mL}$ )，行常规前瞻性心电图门控自动触发扫描，监测点定于扫描起始层面降主动脉中心，触发阈值  $100 \text{ Hu}$ ，管电压采用  $100 \text{ kV}$ 。

对比剂注射完成后以相同速率注射  $20 \text{ mL}$  生理盐水，完成扫描。两组均采用 CARE Dose 4D 模式调节管电流。采集期相：A 组设置在  $60\% \text{ R-R}$  间期，B 组设置在  $30\% \sim 80\% \text{ R-R}$  间期。准直器宽度  $64 \times 0.6 \text{ mm}$ ，机架旋转时间  $280 \text{ ms}$ ，时间分辨力  $75 \text{ ms}$ 。扫描完成后记录相应的 CTDIvol (CT dose index volume, 容积剂量指数)、DLP (dose length product, 剂量长度乘积) 并计算 ED (effective dose, 有效放射剂量)。ED = DLP  $\times k$  [成人 =  $0.014 \text{ mSv}/(\text{mGy} \cdot \text{cm})$ ] <sup>[5]</sup>。

### 1.3 图像后处理

扫描完成后所得的原始冠脉数据图像均采用迭代技术 (sinogram affirmed iterative reconstruction, SAFIRE) 进行重建，重建层厚  $0.75 \text{ mm}$ ，重建间隔  $0.5 \text{ mm}$ ，卷积核值选择 I26f。重建后的图像数据自动传送至西门子后处理工作站 (Syngo Circulation)，对冠脉图像进行 VR、MIP 及 CPR 等后处理。

### 1.4 图像质量评价

定量评价：分别测量主动脉根部、左主干、前降支 (近段)、回旋支 (近段)、右冠状动脉 (近段) 管腔内及与主动脉根部同水平前胸壁肌肉组织 CT 值，测量感兴趣区尽可能大，但避开管壁及钙化灶，多次测量取平均值。以测得的 CT 值的标准差 (SD) 作为该图像的噪声，计算信噪比 (signal-to-noise ratio, SNR) 及主动脉根部的对比噪声比 (contrast-to-noise ratio, CNR)，SNR = 血管腔平均 CT 值 / 管腔 CT 值的 SD，CNR = (主动脉根部血管腔平均 CT 值 - 同水平前胸壁肌组织平均 CT 值) / 管腔 CT 值的 SD。

定性评价：采用美国健康协会 AHA (American heart association) 推荐的 16 分段标准改良分段<sup>[6]</sup>。冠脉图像质量采用 Likert 4 级评分法<sup>[7]</sup>：I 级为血管显示良好，无搏动伪影或血管中断；II 级为血管有轻度搏动伪影；III 级为血管有中度搏动伪影；IV 级为血管显示不清或有严重搏动伪影。I、II、III 级为可评价血管；IV 级为不可评价血管。全部冠脉图像由两名经验丰富的放射科诊断医师采用双盲法对图像质量做出评分，并经协商达成一致结果。

## 1.5 统计学分析

采用 SPSS 20.0 软件对所得数据进行统计学分析，应用独立样本  $t$  检验比较两组患者年龄、心率、体重、BMI、CTDI<sub>vol</sub>、DLP、DE、CT 值、噪声、信噪比及对比噪声比的差异；应用  $\chi^2$  检验比较两组患者性别的差异；应用秩和检验比较两组患者冠状动脉可评价节段数的差异；用 Kappa 分析评价不同诊断医师对冠状动脉图像质量评分的一致性。

## 2 结果

经统计学分析，两组患者在年龄、心率、体重、BMI 方面无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。在辐射剂量方面存在显著性差异 ( $P < 0.05$ )。A 组剂量显著低于 B 组 (表 1)。

表 1 2 组患者的一般情况和辐射剂量比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Table 1 Comparison of the general situation and the radiation dose between 2 groups ( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别  | 年龄/岁     | 心率/(次/分) | 体重/kg    | BMI/(kg/m <sup>2</sup> ) | CTDI <sub>vol</sub> /mGy | DLP/mGy.cm   | ED/mSv    |
|-----|----------|----------|----------|--------------------------|--------------------------|--------------|-----------|
| A 组 | 58.0±9.6 | 55.1±5.7 | 56.4±6.5 | 22.3±3.3                 | 0.78±0.05                | 14.63±0.65   | 0.21±0.01 |
| B 组 | 55.0±9.9 | 57.7±5.1 | 58.5±6.4 | 23.0±2.8                 | 18.72±6.12               | 247.48±96.60 | 3.46±1.35 |
| $t$ | 1.032    | -1.630   | -1.126   | -0.776                   | -14.367                  | -11.808      | -11.808   |
| $P$ | >0.05    | >0.05    | >0.05    | >0.05                    | <0.05                    | <0.05        | <0.05     |

注：A 组电压为 70 kV；B 组电压为 100 kV；BMI 为体重指数；CTDI<sub>vol</sub> 为容积 CT 剂量指数；DLP 为剂量长度乘积；ED 为有效辐射剂量。

2 组患者在性别方面无显著性差异 ( $P > 0.05$ , 表 2)。2 组患者在主动脉根部、左主干及三大支冠脉近段的 CT 值、噪声、信噪比、主动脉根部对比噪声比无显著性差异 ( $P > 0.05$ )，右心室内 CT 值有显著性差异 ( $P < 0.05$ )，见表 3、表 4 和表 5。

表 2 2 组患者性别比较

Table 2 Comparison of the gender between 2 groups

| 组别  | 男/例 | 女/例 | $\chi^2$ | $P$   |
|-----|-----|-----|----------|-------|
| A 组 | 4   | 20  |          |       |
| B 组 | 8   | 16  | 1.778    | >0.05 |

注：A 组电压为 70 kV；B 组电压为 100 kV。

本研究中，A 组图像中上腔静脉及右心内均未见对比剂存留；而 B 组图像中只有 4 例图像未见存留。但在冠脉质量评分方面，2 名评价者评分的一致性较好 (Kappa = 0.78)，可评价的冠状动脉节段比例在两组之间无显著性差异 ( $z = -0.662$ ,  $P > 0.05$ , 表 6)。A 组患者冠脉图像各段显示良好，满足诊断要求 (图 1)。

表 3 2 组患者主动脉根部与左主干图像血管内对比剂 CT 值、SD、SNR、CNR 比较 ( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 3 Comparison of CT value、SD、SNR and CNR of the AO and LM images between 2 groups ( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别       | AO          |          |          | LM         |          |          | CNR      |
|----------|-------------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|
|          | CT 值/HU     | SD       | SNR      | CT 值/HU    | SD       | SNR      |          |
| A 组      | 505.3±124.4 | 27.9±9.6 | 19.2±4.3 | 492.2±99.0 | 25.0±9.8 | 21.8±8.2 | 16.2±3.8 |
| B 组      | 519.5±59.5  | 26.7±3.3 | 19.7±3.0 | 509.2±68.6 | 23.1±6.4 | 23.8±7.3 | 16.7±2.7 |
| <i>t</i> | -0.504      | 0.569    | -0.508   | -0.690     | 0.810    | -0.882   | -0.444   |
| <i>P</i> | > 0.05      | > 0.05   | > 0.05   | > 0.05     | > 0.05   | > 0.05   | > 0.05   |

注: A 组电压为 70 kV; B 组电压为 100 kV; AO: 主动脉根部; LM: 左主干; SD: 噪声; SNR: 信噪比; CNR: 对比噪声。

表 4 2 组患者前降支、回旋支近段图像血管内对比剂 CT 值、SD、SNR 比较 ( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 4 Comparison of CT value、SD and SNR of the LAD-p and LCX-p images between 2 groups ( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别       | LAD-p       |          |          | LCX-p       |          |          |
|----------|-------------|----------|----------|-------------|----------|----------|
|          | CT 值/HU     | SD       | SNR      | CT 值/HU     | SD       | SNR      |
| A 组      | 482.6±133.5 | 24.5±7.9 | 21.1±7.4 | 448.1±119.9 | 22.7±7.5 | 21.3±7.8 |
| B 组      | 497.7±83.3  | 22.6±5.6 | 23.1±5.6 | 481.1±64.2  | 23.3±5.1 | 21.7±5.8 |
| <i>t</i> | -0.469      | 0.948    | -1.038   | -1.191      | -0.349   | -0.166   |
| <i>P</i> | > 0.05      | > 0.05   | > 0.05   | > 0.05      | > 0.05   | > 0.05   |

注: A 组电压为 70 kV; B 组电压为 100 kV; LAD-p: 前降支近段; LCX-p: 回旋支近段; SD: 噪声; SNR: 信噪比。

表 5 2 组患者右心室内及右冠近段图像血管内对比剂 CT 值、SD、SNR 比较 ( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 5 Comparison of CT value、SD and SNR of the RV and RCA-p images between 2 groups

| 组别       | RV         |          |         | RCA-p       |          |          |
|----------|------------|----------|---------|-------------|----------|----------|
|          | CT 值/HU    | SD       | SNR     | CT 值/HU     | SD       | SNR      |
| A 组      | 84.4±14.8  | 20.3±6.1 | 4.5±1.9 | 493.3±141.8 | 22.9±7.4 | 22.9±7.3 |
| B 组      | 202.6±80.7 | 30.6±9.6 | 6.7±2.0 | 495.5±73.5  | 21.5±4.8 | 24.1±5.9 |
| <i>t</i> | 4.555      | 2.868    | 2.508   | -0.068      | 0.791    | -0.594   |
| <i>P</i> | < 0.05     | < 0.05   | < 0.05  | > 0.05      | > 0.05   | > 0.05   |

注: A 组电压为 70 kV; B 组电压为 100 kV; RV: 右心室; RCA-p: 右冠近段 SD: 噪声; SNR: 信噪比。

表 6 2 组患者冠状动脉节段图像质量分级结果比较  
Table 6 Comparison of the image quality of coronary artery segment between 2 groups

| 组别  | 例数 | 冠脉节段数/段 | I 级节段 |       | II 级节段 |       | III 级节段 |       | IV 级节段 |       | <i>z</i> | <i>P</i> |
|-----|----|---------|-------|-------|--------|-------|---------|-------|--------|-------|----------|----------|
|     |    |         | 段数    | 百分率/% | 段数     | 百分率/% | 段数      | 百分率/% | 段数     | 百分率/% |          |          |
|     |    |         |       |       |        |       |         |       |        |       |          |          |
| A 组 | 24 | 308     | 217   | 70.5  | 51     | 16.6  | 30      | 9.7   | 10     | 3.2   | -0.662   | > 0.05   |
| B 组 | 24 | 312     | 223   | 71.5  | 64     | 20.5  | 21      | 6.7   | 4      | 1.3   |          |          |

注: A 组电压为 70 kV; B 组电压为 100 kV。

### 3 讨论

对比剂肾病 (CIN) 是使用对比剂最严重并发症之一, 一般人群发病率 < 2%, 在高危

人群，如糖尿病肾病、慢性肾功能不全等，其发病率会显著增高。目前，CIN 已成为医源性急性肾功能衰竭的第三位主要原因，其致病率约为 11%。因此，减少对比剂用量成为降低受检者出现对比剂肾病风险的途径之一<sup>[8-9]</sup>，本研究中，运用 20 mL 对比剂，较常规剂量显著减少，大大降低了以上风险及弊端，同时 20 mL 药量在 4s 内就可注射完毕，左心房进药延迟 5s 扫描时，右心内已没有对比剂存留，因此避免因上腔静脉、右心房及右心室内大量对比剂存留而产生硬化伪影，影响对右冠状动脉的观察<sup>[10]</sup>，提高图像质量。另一方面，降低对比剂用量会使冠状动脉的强化 CT 值减低，通过降低管电压可使含碘对比剂的 CT 值提高，从而增加血管与其周围组织的对比。据报道：冠状动脉增强 CT 值达到 250~300 HU 即可满足诊断要求<sup>[11]</sup>。本研究中 A 组对比剂用量较 B 组减少了约 3/5，但冠脉腔内 CT 值均大于 300 HU，满足诊断要求。

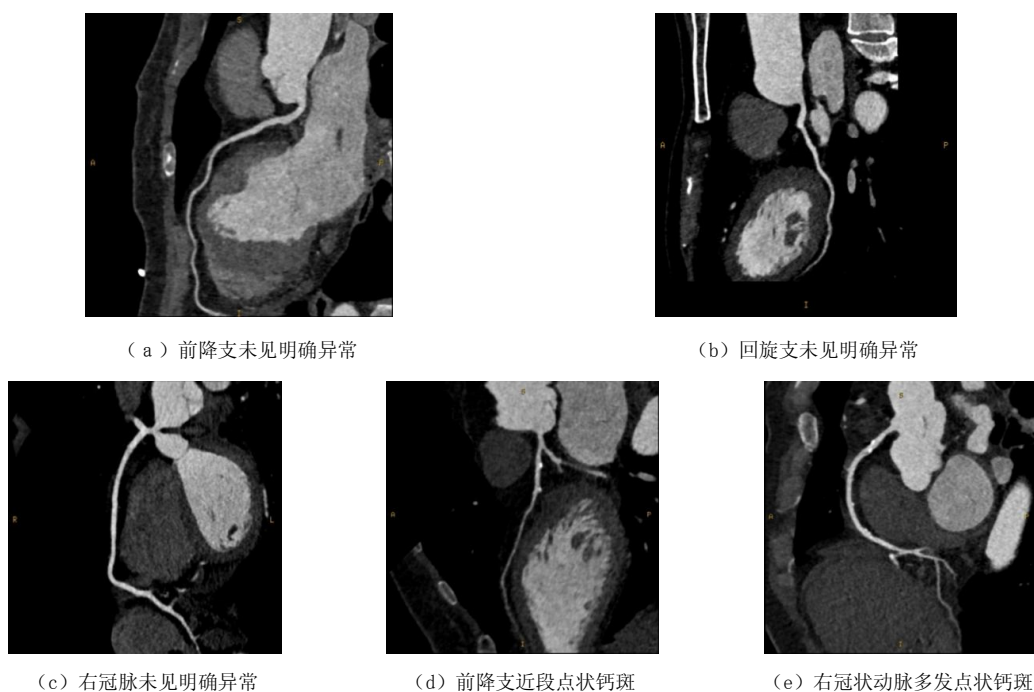


图 1 A 组冠状动脉曲面重建 (CPR) 图像。冠脉各节段显示良好，图像质量优，满足诊断要求

Fig.1 Coronary artery images reconstructed by curved planar reconstruction (CPR) in group A. Each segment of the coronary artery showed good quality of the image, and satisfied to the diagnostic requirements

另外，AHA 认为 10 mSv 的 CT 辐射剂量使检查者患上恶性肿瘤的机率约为 1/2000<sup>[12]</sup>。因此，在保证图像质量的前提下尽量减少患者所接受的辐射剂量将成为发展趋势。目前，冠状动脉扫描中，降低辐射剂量的常用方法有：降低管电压和管电流、减少扫描范围、前瞻性心电门控触发扫描、大螺距扫描以及新的重建算法等<sup>[13]</sup>。其中，降低管电压可有效地降低辐射剂量，但是，降低管电压会使图像背景噪声提高，影响图像质量。本研究中，采用 70 kV 管电压，同时通过应用 Flash 技术及 SAFIRE 迭代重建方法，克服了因降低管电压所产生的弊端，在提高图像质量方面取得很好的效果，图像的 SNR、CNR 及可评价冠脉节段百分比与目前已报道的平均水平（分别为 20.9、18.0 和 96.8%）相当<sup>[14]</sup>，但本研究的平均有

效辐射剂量约为 0.21 mSv, 显著低于相关报道的 3.1 mSv<sup>[14]</sup>。

手动触发扫描方式较自动触发扫描在减少对比剂用量方面有以下优势:

(1) 在冠状动脉 CT 血管造影检查中, 常采用的团注跟踪自动触发扫描法会出现上腔静脉、右心腔高密度对比剂伪影, 使右冠状动脉显影质量下降, 而手动触发扫描技术在去除上腔静脉和右心伪影方面效果良好<sup>[15]</sup>。本研究中, B 组图像中 20 例图像右心内有对比剂存留而 A 组图像中均未见对比剂, 去除了上腔静脉和右心伪影对右冠图像质量的影响。

(2) 在注射 20 mL 对比剂时, 同时监测左心房, 自动触发扫描会因患者屏气差或呼吸幅度不匀而误触发扫描, 从而导致扫描提前或延后以致扫描失败。为避免此种情况发生, 解决方法之一就是加大对对比剂用量; 而 A 组患者中左心房到药时间约 16~20 s, 延迟 5 s 约 21~25 s, 靶血管内对比剂仍处于平台期<sup>[15]</sup>, 同时随着患者心率的降低, R-R 间期延长, 再加上 Flash 技术 0.43 s 的扫描时间, 提高了在 60% 期相采集到高质量图像的成功率, 使手动触发扫描既保证了低体重、低心率患者减少对比剂用量又克服了误触发的发生, 并获得较好的图像质量。

本研究着重探讨冠脉成像质量, 存在一些不足之处, 诸如入组人数较少, 选择管电压大小时着重考虑体重而非 BMI 等, 在今后工作中需更进一步改进。

综上所述, 双源 CT Flash 扫描运用超低管电压、低对比剂用量的“双低”方案进行冠状动脉 CTA 检查能够在确保图像质量的前提下显著降低辐射剂量和对比剂用量, 减少患者所受辐射风险和对比剂肾病患病风险。

## 参考文献

- [1] 杨伟宪, 杨铮, 吴永健, 等. 青年冠心病患者的危险因素分析[J]. 中国医药, 2014, 9(9): 1249-1253.  
Yang WX, Yang Z, Wu YJ, et al. Risk factors of coronary heart disease in young patients[J]. China Medicine, 2014, 9(9): 1249-1253. (in Chinese).
- [2] 王越越, 汪琦瑛, 韩国鑫, 等. 青年冠心病患者临床特点及危险因素分析[J]. 中华急诊医学杂志, 2015, 24(4): 386-390.  
Wang YY, Wang QY, Han GX, et al. Clinical features and risk factors of coronary heart disease in young patients[J]. Chinese Journal of Emergency Medicine, 2015, 24(4): 386-390. (in Chinese).
- [3] Sabarudin A, Sun Z, Ng KH. Coronary computed tomography angiography with prospective electrocardiography triggering: A systematic review of image quality and radiation dose[J]. Singapore Medical Journal, 2013, 54(1): 15-23.
- [4] stefanulzheimer. Stellar detector performance in computed tomography[J]. Somatom Sessions, 2011, 11(1): 61-66.
- [5] Hausleiter J, Meyer T, Hermann F, et al. Estimated radiation dose associated with cardiac CT angiography[J]. Journal of the American Medical Association, 2009, 301(5): 500-507.
- [6] Hou Y, Zheng J, Wang Y, et al. Optimizing radiation dose levels in prospectively electrocardiogram-triggered coronary computed tomography angiography using iterative reconstruction techniques: Aphantom and patient study[J]. PLoS One, 2013, 8(2): e56295.
- [7] Neefjes LA, Dharampal AS, Rossi A, et al. Image quality and radiation exposure using different low-dose scan protocols in dual source CT coronary angiography: Randomized study[J]. Radiology, 2011, 261(3): 779-786.
- [8] 李为民, 薛竟宜. 对比剂肾病的研究进展[J]. 中国循环杂志, 2010, 25(5): 325-326.  
Li WM, Xue JY. The Progress of Radiographic Contrast Nephropathy[J]. Chinese Circulation

- Journal, 2010, 25(5): 325-326. (in Chinese).
- [9] 汪斌, 刘志忠, 张丰富. 不同剂量冠状动脉造影剂对肾功能的影响[J]. 临床心血管病杂志, 2007, 23(10): 794-795.  
Wang B, Liu ZZ, zhang FF, et al. Influence of contrast agent for coronary arteriography in different doses on renal function[J]. Journal of Clinical Cardiology, 2007, 23(10): 794-795. (in Chinese).
- [10] Cademartiri F, Mollet N, van der Lugt A, et al. Non-invasive 16-row multislice CT coronary angiography: Use fullness of saline chaser[J]. European Radiology, 2004, 14(2): 178-183.
- [11] Schoepf U. CT of the heart: Principles and applications[M]. New York: Humana Press, 2005: 377-380.
- [12] Budoff MJ, Achenbach S, Blumenthal RS, et al. Assessment of coronary artery disease by cardiac computed tomography: A scientific statement from the American heart association committee on cardiovascular imaging and intervention, council on cardiovascular radiology and intervention, and committee on cardiac imaging, council on clinical cardiology[J]. Circulation, 2006, 114(16): 1761-1791.
- [13] 曹剑, 易妍, 王怡宁, 等. 70 kV 超低管电压低对比剂用量冠状动脉 CTA 研究[J]. 放射学实践, 2014, 29(6): 589-591.  
Cao J, Yi Y, Wang YN, et al. Preliminary study on ultra low tube voltage (70kV) sequential scan with low-volume contrast media protocol for dual-source CT coronary angiography[J]. Radiol Practice, 2014, 29(6): 589-591. (in Chinese).
- [14] Sabarudin A, Sun ZH, Ng KH. Coronary computed tomography angiography with prospective electrocardiography triggering: A systematic review of image quality and radiation dose[J]. Singapore Med, 2013, 54(1): 15-23.
- [15] 张光辉, 张国伟, 刘旭林, 等. 自动跟踪、手动触发技术在 64 层 CT 冠状动脉造影中的应用[J]. 中国医学影像技术, 2009, 25(9): 1703-1706.  
Zhang GH, Zhang GW, Liu XL, et al. Automatic tracking combined with manual triggering technique in 64-slice CT coronary artery angiography[J]. Chinese Journal of Medical Imaging Technology, 2009, 25(9): 1703-1706. (in Chinese).

## A Feasibility Study on Coronary Angiography with Flash Technique of Dual-source Computed Tomography by Double Low Technical and Manual Trigger Scanning

GUO Hai-dong, ZHAO Sheng, GUO Xiu-ling, LIU Ai-shi✉

Department of Radiology, Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Huhehot 010050, China

**Abstract:** Objective: To investigate the application of low tube voltage, low-volume contrast media and manual trigger scan for coronary artery CT angiography with Flash scan mode on dual-source CT equipment about patients with low weight and low heart rate, through contrast with prospectively ECG-triggering sequential and normal-volume contrast media. Methods: 48 patients were scanned with a prospectively ECG-triggering sequential or Flash CCTA protocol on DSCT. All patients were divided into two groups: the weight and heart rate in Group A was less than 65 kg and 65 beats per min, the injection rate and volume of contrast in Group A was

5.0 mL/s and 20mL (350 mg I/mL), scanned with Flash scan mode, Tube voltage was 70 kV; the weight in Group B was less than 65 kg, the heart rate in Group B was less than 65 beats per min, the injection rate and volume of contrastin in Group B was 5.0 mL/s and 50 mL (350 mg I/mL), scanned with a prospectively ECG-triggering sequential, Tube voltage was 100 kV. The raw data were reconstructed with sinogram affirmed iterative reconstruction (SAFIRE) technique. The differences of sex, age, HR, weight, BMI, CTDI<sub>VOL</sub>, DLP and ED were compared. Besides, the CT value, noise, signal-to-noise ratio (SNR) and contrast-to-noise ratio (CNR) between the two Groups of the aortic root, left main coronary artery and the proximal segment of each coronary arteries were compared. And Image quality (I~IV) between the two Groups was compared. Results: There were no significant differences in sex, age, HR, weight and BMI between the two Groups (all  $P > 0.05$ ), while there were no significant differences in the CT value, noise, SNR and CNR of the aortic root, left main coronary artery and the proximal segment of each coronary arteries between the two groups (all  $P > 0.05$ ). The CTDI<sub>VOL</sub>, DLP and ED in Group B was higher than Group A (all  $P > 0.05$ ). The scores of image quality showed no significant difference between the two Groups. They more than 96%. Conclusion: For patients with low weight and low heart rate, the use of tube voltage as 70kV and low-volume contrast media in DSCT is feasible. The radiation dose and contrast dosage can be much lower.

**Keywords:** coronary artery disease; X-ray computed; angiography; radiation dose



**作者简介:** 郭海东 (1979—), 男, 硕士, 住院医师, 主要从事影像诊断工作, Tel: 13234715932, E-mail: guo0101@sohu.com; 刘挨师<sup>✉</sup> (1965—), 男, 内蒙古医科大学附属医院主任医师、教授, 硕士研究生导师, 主要从事影像诊断工作, E-mail: liuaishi@sina.com。