

DOI:10.12025/j.issn.1008-6358.2017.20160858

低管电压结合低碘对比剂在前门控双源 CT 冠状动脉 CTA 中的应用

刘 锴, 陆秀良, 周潇峰, 顾君英, 曾蒙苏, 梁 亮*

复旦大学附属中山医院放射科, 上海市影像医学研究所, 上海 200032

[摘要] **目的:**探讨在双源 CT 前门控冠状动脉 CTA 检查中应用 100 kV 低管电压结合低碘浓度对比剂降低辐射剂量的效果。**方法:**32 例冠心病患者进行双源 CT 冠状动脉 CTA 检查,采用 100 kV 管电压,碘对比剂(300 mgI/mL),前门控轴扫。测量各冠状动脉主要节段的 CT 值,对图像质量进行评分,并分析辐射剂量变化。**结果:**所测得的各主干 CT 值均在 300 HU 以上。CTA 图像质量均评分为 5 分者 289 个,4 分 148 个,3 分 34 个;平均容积 CT 剂量指数(CT dose index volume,CTDIvol)为 10.48 ± 1.90 ,有效剂量(effective dose,DE)为 (1.64 ± 0.26) mGy。**结论:**在双源前门控冠状动脉 CTA 检查中,采用 100 kV 低管电压结合低碘浓度对比剂在保证图像质量的基础上降低辐射剂量。

[关键词] 双源 CT;前门控扫描;辐射剂量**[中图分类号]** R 814.43 **[文献标志码]** A

Clinical application of low tube voltage and low-iodine-concentration contrast agent in prospective ECC-gated dual-source computed tomography coronary angiography

LIU Kai, LU Xiu-liang, ZHOU Xiao-feng, GU Jun-ying, ZENG Meng-su, LIANG Liang*

Department of Radiology, Zhongshan Hospital, Fudan University; Shanghai Institute of Medical Imaging, Shanghai 200032, China

[Abstract] **Objective:** To explore the clinical application and effect of prospective ECC-gated dual-source computed tomography coronary angiography (CTCA) with low tube voltage of 100 kV and low-iodine-concentration contrast agent to reduce radiation dosage. **Methods:** Totally 32 patients with coronary heart disease received dual-source CTCA. Prospective ECC-gated technique with the tube voltage of 100 kV and 300 mgI/mL iodine contrast agent was used. CT value of main segments of coronary arteries was measured. The scores of image quality and radiation dosage were assessed and analyzed. **Results:** CT value of every studied segment of coronary arteries was over 300 HU. The score of image quality was five in 289 segments, four in 148 segments, as well as three in 34 segments. The mean CT dose index volume (CTDIvol) and effective dose (DE) were 10.48 ± 1.90 and (1.64 ± 0.26) mGy. **Conclusions:** Prospective ECG-gated dual-source CCTA with low tube voltage of 100 kV and low-iodine-concentration contrast agent can reduce the radiation dosage without reducing image quality.

[Key Words] dual-source CT; prospective ECG-gated scan; radiation dosage

双源 CT 提高了冠状动脉 CT 血管造影(CTA)检查的时间分辨率,现已广泛应用于临床冠状动脉 CT 检查。前瞻性心电门控(前门控)扫描作为降低冠状动脉 CTA 辐射剂量的重要方法之一已经达成共识^[1-2]。本研究尝试用 100 kV 低管电压结合较低浓度对比剂来进一步降低双源 CT 前门控扫描时的辐射剂量,并探讨其临床可行性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2015 年 5 月至 2016 年 1 月在我院放射科行冠状动脉 CT 检查的患者 32 例。

其中,男性 14 例,女性 18 例;身高 (169 ± 7.12) cm;体质量 (67.45 ± 4.21) kg,平均体质指数(BMI)为 (23.62 ± 1.32) kg/m²;心率 48~65 次/min,心率变异 < 5 次/min。其均采用前门控低管电压扫描(低管电压组)。排除心律不齐、有对比剂不良反应或禁忌证、屏气不佳者。另选择相同入组条件,行 120 kV 管电压前门控扫描的 32 例患者作为对照组。

1.2 扫描前准备 西门子双源 64 排 CT 机,欧乃派克(300 mgI/mL)碘对比剂。患者检查前禁食 4 h,心率 > 65 次/min 者检查前 1 h 口服倍他乐克

[收稿日期] 2016-09-05**[接受日期]** 2016-10-25**[作者简介]** 刘 锴,主管技师。E-mail: liu.kai@zs-hospital.sh.cn

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-64041990-2462, E-mail: liang.liang@zs-hospital.sh.cn

0.25 mg,使心率 <65 次/min,检测前2 min舌下含服硝酸甘油1片。

1.3 扫描方法 患者足先进,定位在气管隆突下1 cm处扫取监测层,升主动脉根部设置感兴趣区(region of interest, ROI),阈值80~100 HU。按1 mL/kg,肘正中静脉团注欧乃派克(300 mgI/mL)对比剂,注射速率4~5 mL/s。注射后用30 mL 0.9%氯化钠液冲洗管腔。扫描参数:电压100 kV,管电流100~350 mA,准直器宽度 0.625×64 层,步进采集宽度17 mm。扫描时相70%~80% R-R间期。扫描后数据用西门子工作站进行后处理。

1.4 影像学评价 所有图像分析在 Syngo workstation 工作站完成。由2名高年资心血管影像医师共同评分,取得一致意见,并对各支冠状动脉的后处理图像进行评分。5分:无伪影;4分:图像对比良好,轻微伪影;3分:中等伪影,某一支冠状动脉或分支主干显示欠清,但不影响诊断;2分:严重伪影,一支冠状动脉主干模糊不清或中断,影响诊断效果;1分:冠状动脉主干不可识别,无法用于诊断。

因个体冠状动脉分支有所差异,将冠状动脉分为12个节段:左冠状动脉主干(LMA)、左前降支(LAD)近段、LAD远段、第一对角支(D1)、左回旋支(LCX)近段、LCX远段、钝缘支(OM)、右冠状动脉(RCA)近段、RCA远段、锐缘支(AM)、后降支

(PDA)、左室后支(PLB)。在冠脉管腔范围内绘制ROI,连续测量3次面积,取其平均值。

扫描完成后,根据计算机自动生成的辐射剂量长度乘积(DLP)及平均容积CT剂量指数(CTDIvol),计算有效剂量(ED)。ED=DLP $\times k$, k 为质量转换系数,取胸部平均值0.014。

1.5 统计学处理 采用SPSS 20.0软件包进行统计分析。辐射剂量以 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组间独立样本比较采用 t 检验。检验水准(α)为0.05。

2 结果

2.1 图像质量评价 低管电压组32例患者共显示471个冠状动脉节段,平均 (14.71 ± 1.19) 个节段。经2名高年资医师评价,所有图像评分3分以上,可以进行诊断。其中,5分节段数289个(61.4%),4分节段数148个(31.4%),3分节段数34个(7.2%)。32例冠状动脉各节段、钙化斑块及官腔内狭窄显示清晰,可满足临床需求(图1)。

2.2 冠状动脉CT值 各冠状动脉管腔内所测的CT值均大于300 HU(表1)。

2.3 辐射剂量评价 低管电压组32例患者平均DLP为 117.43 ± 18.58 ,平均CTDIvol为 10.48 ± 1.90 ,ED为 (1.64 ± 0.26) mGy。低管电压组辐射剂量较对照组患者降低($P<0.01$,表2)。

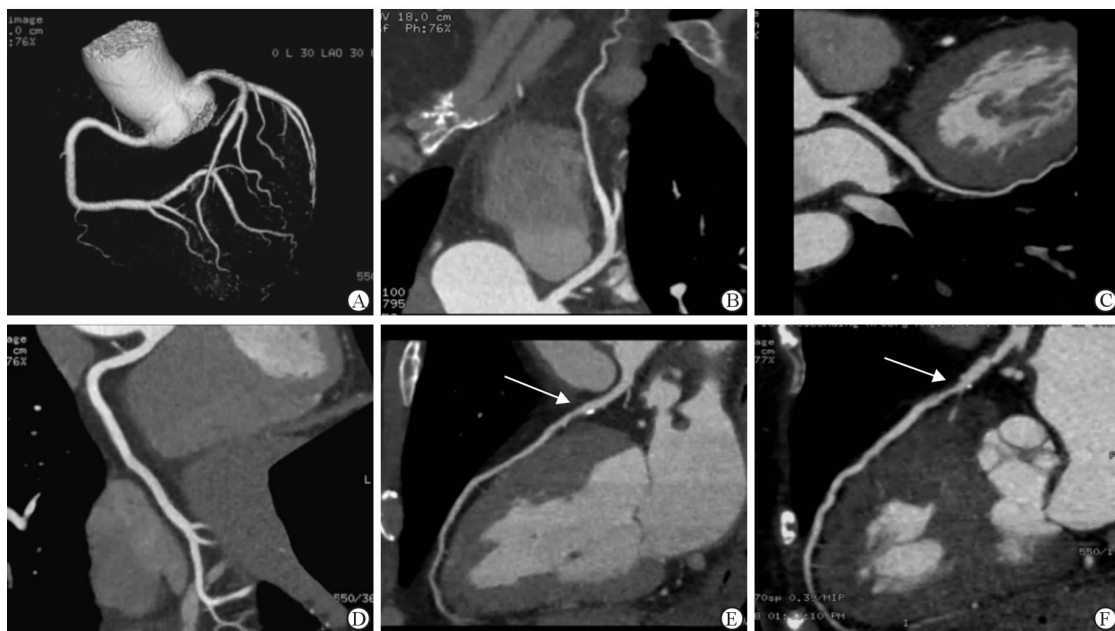


图1 冠状动脉成像重建图像

A: 三维容积重建;B: 前降支;C: 回旋支;D: 右冠曲面重组;E: 冠脉钙化斑块;F: 冠脉管腔狭窄

表 1 冠状动脉主要节段 CT 值

$\bar{x}\pm s, \text{HU}$	
冠状动脉节段	CT 值
LMA	496.9±59.6
LAD 近段	453.7±57.9
LAD 远段	348.3±51.8
D1	416.1±72.5
LCX 近段	457.6±61.5
LCX 远段	356.5±44.7
OM	403.2±79.3
RCA 近段	460.8±67.4
RCA 远段	387.9±68.8
AM	419.6±71.3
PDA	367.3±54.9
PLB	350.6±71.5

表 2 两组辐射剂量比较

$\bar{x}\pm s$			
组别	CTDIvol	DLP	ED/mGy
低管电压组	10.48±1.90**	117.43±18.58**	1.64±0.26**
对照组	19.88±3.46	225.10±39.37	3.15±0.55

** $P<0.01$ 与对照组相比

3 讨 论

冠状动脉 CTA 作为无创性诊断冠心病的重要手段已广泛应用于临床,多数冠心病或冠状动脉支架术后患者常需要进行冠状动脉 CTA 检查^[3-4],这增加了辐射伤害^[5],同时大量使用碘对比剂又增加了肾功能损伤。前门控轴扫与低管电压方式具有降低射线剂量的作用^[6-7]。根据碘衰减方式,在降低管电压的同时,能增加对比剂的 CT 值,因此,虽然降低了对比剂浓度与注射速度,但仍可保证图像质量。本研究显示,在前门控低管电压冠状动脉 CTA 检查中,结合低碘浓度对比剂不影响图像质量,且辐射剂量减少。

有研究^[7-8]证明,患者体质指数 $<25.0\text{ kg/m}^2$ 或体质量 $<85\text{ kg}$ 时,用 100 kV 管电压进行冠状动脉 CTA 扫描不会影响图像质量。患者体质量越大,图像信噪比越低,因此本研究选择体质量小于 85 kg 的患者。

前门控扫描每 2 个心动周期采集 1 次图像,扫描时间偏长,这不仅使患者屏气时间较长,而且也加大了对比剂的团注量。因此,降低对比剂浓度可降低检查中碘的摄入量 and 对比剂对肾脏的危害。常规前门控轴扫选择 120 kV 管电压,碘含量为 370 mgI/mL 的对比剂。降低管电压后,因 X 线能量减低,使碘对比剂相对 X 射线穿透力的衰减效果

增强,光电效应增加,从而使血管管腔内的 CT 值升高。研究^[9]认为,冠状动脉管腔内的 CT 值为 250~300 HU 可满足诊断需求,本次研究冠状动脉主干 CT 值均在 300 HU 以上。此外,高浓度对比剂使冠状动脉管腔内一些复合性钙化斑块与对比剂的对比度减小,这可能影响斑块的显示及对冠状动脉管腔狭窄的评估。近期研究^[10]尝试使用 80 kV 管电压进行前门控扫描,发现虽然可以大幅降低辐射剂量,但噪声及体质量对图像质量的影响加大。

综上所述,在应用前门控轴扫中,采用 100 kV 管电压结合低浓度(300 mgI/mL)对比剂法能在保证成像质量的基础上降低辐射剂量,可在临床推广。

参考文献

[1] GUTSTEIN A, WOLAK A, LEE C, et al. Predicting success of prospective and retrospective gating with dual-source coronary computed tomography angiography: development of selection criteria and initial experience[J]. J Cardiovasc Comput Tomogr, 2008, 2(2):81-90.

[2] 王妍焱, 吴国庚, 周 诚, 等. 64 层螺旋 CT 前门控冠状动脉横断面扫描低剂量技术的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2008, 42(10): 1018-1021.

[3] 佟元涛, 任 克, 艾北方. 64 层螺旋 CT 图像后处理技术诊断冠脉狭窄的应用价值[J]. 中国 CT 和 MR 杂志, 2012, 10(6):63-66.

[4] 毕春辉, 魏 盟, 沈 虹, 等. 国产与进口雷帕霉素洗脱支架在冠状动脉粥样硬化性心脏病中的疗效比较[J]. 中国临床医学, 2016, 23(6): 744-748.

[5] HENZLER T, FINK C, SCHOENBERG S O, et al. Dual-energy CT: radiation dose aspects [J]. AJR Am J Roentgenol, 2012, 199(5 Suppl):S16-S25.

[6] NEEFJES L A, DHARAMPAL A S, 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.

[7] ABBARA S, ARBAB-ZADEH A, CALLISTER T Q, et al. SCCT guidelines for performance of coronary computed tomographic angiography: a report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee [J]. J Cardiovasc Comput Tomogr, 2009, 3(3):190-204.

[8] 张 俊, 何 波, 江 杰, 等. 管电压 100 kV 下双源 CT 冠状动脉成像的可行性[J]. 中国医学影像学杂志, 2012, 20(10): 734-737.

[9] SCHOEPF U J. CT of the heart : principles and applications [M]. New York:Humana Press, 2005:377-380.

[10] 包丽薇. 前瞻性心电门控技术 80kV-CT 冠脉造影的临床应用研究[J]. CT 理论与应用研究, 2015, 24(3):401-408.

[本文编辑] 姬静芳