

320排CT冠状动脉成像低剂量技术的临床应用价值

覃杰¹, 董云旭¹, 孟晓春¹, 郭宁¹, 古会珍¹, 钱孝贤², 朱康顺¹, 单鸿^{1*}
(中山大学附属第三医院 1. 放射科, 2. 心内科, 广东 广州 510630)

摘要:【目的】探讨低剂量技术在320排CT冠状动脉成像中的临床应用价值。【方法】对2008年11月至2009年6月我院临床拟诊冠心病、心率 <65 次/min的240例连续病例依次纳入低剂量组(L组)和常规组(C组)。L组和C组分别采用前瞻性及回顾性心电门控冠状成像扫描方案。评估两组图像质量和有效射线剂量(ED)。【结果】L组和C组每组共有1800(15×120)个冠脉节段,L组和C组冠脉节段管径太小(<1.5 mm)难于评估分别占3.50%(63/1800)、3.78%(67/1800),可评估占96.5%(1737/1800)、96.12%(1733/1800),无统计学意义($P>0.05$)。L组和C组4分图像分别为94.33%、94.67%,3分图像为2.17%、1.61%,差别无统计学意义($P>0.05$)。两组3分图像均为轻度运动伪影,无阶梯伪影及1、2分图像。L组和C组平均射线剂量为3.28 mSv、14.36 mSv,L组平均射线剂量较C组降低75.04%,两组差别有统计学意义($P<0.01$)。【结论】320排CT冠状动脉成像低剂量技术既可保证图像质量又可降低患者的射线剂量。

关键词: 体层摄影术,X线计算机;前瞻性心电门控;放射剂量;血管造影术

中图分类号: R445 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-3554(2010)03-0436-04

Application of Dose Reduction Techniques in 320-detector CT of Coronary Arteries

QIN Jie¹, DONG Yun-xu¹, MENG Xiao-chun¹, GUO Ning¹, GU Hui-zhen¹,
QIAN Xiao-xian², ZHU Kang-shun¹, SHAN Hong^{1*}

(1. Department of Radiology; 2. Department of Cardiology, The Third Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, China)

Abstract: 【Objective】To evaluate the application of dose reduction techniques in 320-detector CT of the coronary arteries. 【Methods】A total of 240 consecutive patients suspected coronary artery disease with a heart rate of less than 65 bpm were performed CCTA with prospective electrocardiographic (ECG) gating (group L) and with retrospective ECG gating (group C) in turn between November 2008 and June 2009. Image quality and effective radiation dose were evaluated. 【Results】Sixty-three and 67 of the possible 1800 segments (120 patients × 15 segments per patient) were either too small (1.5 mm) to be characterized in group L and group C. 96.5%(1737/1800) and 96.12%(1733/1800) characterized segments were not significantly different in group L and group C. 94.33% segment received a score of 4 and 2.17% segments received a score of 3 in group L. 94.67% segments received a score of 4 and 1.61% segments received a score of 3 in group C. Image quality scores were not significantly different in group L and group C. Images were scored as 3 for mild motion artifact in the two groups. Stair-step artifacts and images scored as 1 and 2 were not found. Mean patient radiation dose in group L (3.28 mSv) was less 75.04% than that in group C (14.36 mSv), and was significantly different. 【Conclusion】Dose reduction techniques in 320-detector CT coronary angiography could not only ensure image quality, but also reduce radiation dose to the patient.

Key words: tomography, x-ray computed; prospective ECG gating; radiation dose; angiograph

[J SUN Yat-sen Univ (Med Sci), 2010, 31(3): 436-439]

随着多排CT技术的快速发展,特别是320排CT的问世,CT冠状动脉造影以其便捷、无创、准

确的特点得到越来越多的应用和信赖,但伴随而来的剂量管理问题也越来越引起社会的关注^[1-6]。

收稿日期: 2010-01-04

作者简介: 覃杰, 硕士, 主治医师, 研究方向: 心胸影像诊断; E-mail: jason020@163.com; * 通信作者: 单鸿, 教授, E-mail: shanhong5@gmail.com

本文通过对比在冠状动脉成像时采用的两组扫描方案,探讨 320 排 CT 冠状动脉成像低射线剂量技术在临床应用的可行性。

1 材料与方 法

1.1 一般资料

对 2008 年 11 月至 2009 年 6 月期间我院临床拟诊冠心病、心率 < 65 次/分的 240 例连续病例依次分别采用了前瞻性及回顾性心电门控扫描方案,分为 L 组(低剂量组)和 C 组(常规组),每组 120 例。其中 97 例心率 < 65 次/分,143 例服用药物后心率 < 65 次/分。男 157 例,女 83 例,年龄 28 ~ 85 岁,平均 52 岁。心绞痛 87 例,胸闷不适 126 例,无症状 ST 段改变 65 例。70 例在进行了 320 排 CT 冠状动脉成像后 2 ~ 20 d 内完成了常规 X 线冠状动脉造影 (conventional coronary angiography, CAG),L 组 32 例,C 组各 38 例。

1.2 扫描技术

采用东芝 320 排 CT(东芝 Aquilion One 动态容积 CT)机进行容积扫描,扫描时每周旋转时间为 350 sm。L 组采用个性化的前瞻性心电门控扫描方案:根据 BMI 调节管电压、电流以及心脏大小调节扫描范围及探测器排数,扫描 70% ~ 85%心动周期时相。C 组为回顾性心电门控扫描方案:管电压为 120 kV,管电流为 450 mAs,探测器为 320 排,采用回顾性心电门控扫描整个心动周期时相。两组患者均接受严格呼吸训练,扫描前 3 ~ 5 min 舌下含服硝酸甘油,在肘静脉埋置 18 G 静脉留置针,采用双通道高压注射器(MALLINCKRODT),以 6.00 mL/s 注入 40 ~ 60 mL 非离子对比剂碘普罗胺(优维显, Ultravist 370 mgI/ mL) 和后续 20 mL 生理盐水。

1.3 图像后处理方法

软件自动选择心动周期的 75%作为 CT 血管造影 (computed tomography angiography, CTA)序列,以该序列重建冠状动脉,重组层厚为 0.5 mm,间距为 0.5 mm。若图像满意,则接受该图像。若某支或某段冠状动脉显示不佳,则通过心电图编辑及微调毫秒来选择冠状动脉显示最清晰层面,重组图像。采用 Basic Vitrea 2 软件行多平面重建 (multiplannar reconstruction, MPR)、曲面重建(curved multiplannar reconstruction, CMPR)、容积再现

(volume reconstruction, VR)、最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)。

1.4 图像评价方法

根据 Frank J 的冠状动脉 CTA 图像质量评价标准,将冠状动脉 CTA 图像质量分为 4 分^[7]。4 分:优秀,无伪影。3 分:好,轻度伪影。2 分:可接受,中度伪影但仍可做出诊断。1 分:不可评价,重度伪影,无法做出诊断(图 1-4)。根据美国心脏协会 (American Heart Association, AHA) 分类指南将冠状动脉分为 15 段。应用软件血管自动分析功能,测量管腔狭窄面积,评价所有直径 ≥ 1.5 mm 的冠状动脉节段。全部患者冠状动脉影像由两位有心脏影像诊断经验的放射科医师诊断冠状动脉的病变及狭窄程度,诊断前两位医师均未知 CAG 诊断结果,最终结果由两人商量后产生。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 13 统计软件包。两两比较用独立样本 *t* 检验,配对资料用配对 *t* 检验,所有资料均为双侧检验,以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 L 组和 C 组图像质量比较

L 组和 C 组 1 次扫描成功率分别为 93.3% (112/120)和 95.0%(124/120),第 1 次扫描失败的患者行第 2 次扫描后均获得成功。L 组中采用 280 排、300 排及 320 排探测器的例数分别为 35 例、52 例及 33 例。C 组均采用 320 排探测器扫描。每组共有 1 800(15 × 120)个冠脉节段,因冠脉节段因管径太小(< 1.5 mm)难于评估分别占 3.50% (63/1 800)、3.78%(67/1 800),可以评估占 96.5% (1 737/1 800)、96.12%(1 733/1 800),两组差别无统计学意义(*P* > 0.05)。两组可评估冠脉节段质量见表 1。

表 1 L 组和 C 组可评估冠脉质量比较

Table 1 Comparison of the image quality in group L and group C

Image quality score	Group L	Group C
4	1 698 ¹⁾	1 704 ¹⁾
3	39 ²⁾	29 ²⁾
2	0	0
1	0	0

Compared with group C, 1) *P* < 0.05, 2) *P* < 0.05

L 组和 C 组 4 分图像分别为 94.33%、94.67%，3 分图像为 2.17%、1.61%，无显著性差异($P>0.05$ ，图 1、2)。两组 3 分图像均为轻度运动伪影，无阶梯伪影及 1、2 分图像(图 3)。

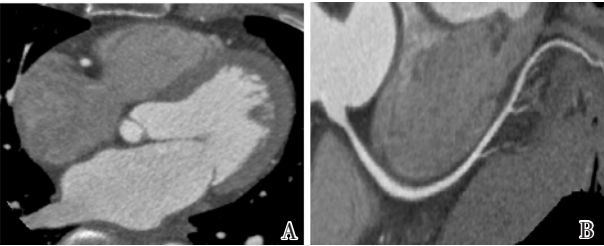


图 1 L 组的横轴位(A)及右冠曲面(B)重建图像
Fig.1 Axial image(A) and CMPR(B) of the RCA in group L

The image quality scores of axial 320-detector row image through the mid-RCA and CMPR of the RCA are 4 without artifact in group L.

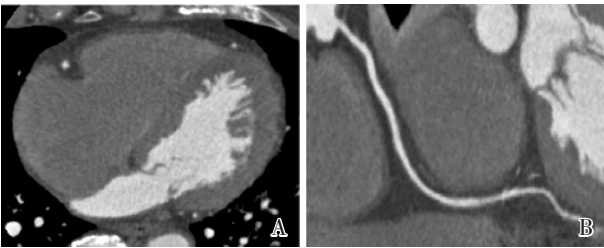


图 2 C 组的横轴位(A)及右冠曲面(B)重建图像
Fig.2 Axial image(A) and CMPR(B) of the RCA in group C

The image quality scores of axial 320-detector row image through the mid-RCA and CMPR of the RCA are also 4 without artifact in group C as in group L.

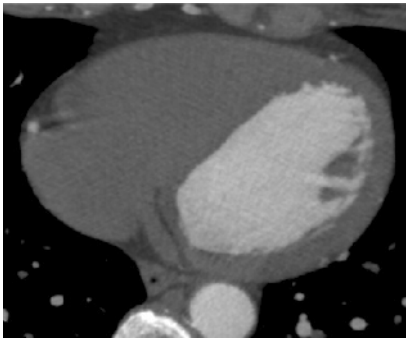


图 3 图像质量为 3 分的横轴位图像
Fig.3 Axial image scored as 3

Axial 320-detector row image is through the mid-RCA scored as 3 with mild artifact in group C

2.2 L 组和 C 组射线剂量比较

两组均在一个心动周期内采集到重建数据。L 组射线剂量为 1.75 mSv 的患者心率为 50 次/min，体质量 45 kg，采用前瞻性心电门控技术，扫描时相 70% ~ 80%，管电流、电压为 350 mA、100 kV，关闭 40 排探测器。

L 组平均射线剂量为 C 组的 24.96%，降低了 75.04%，两组差别有统计学意义($P<0.01$)。

3 讨 论

冠状动脉 CTA 已被公认为诊断冠心病首选的非侵袭性检查方法，但随着冠状动脉 CTA 临床应用越来越普及，CT 辐射致癌的危险越来越受到关注^[8-9]。因此，在保证诊断图像质量的同时降低射线剂量已成为冠状动脉 CTA 的研究热点^[4-6]。64 排及双源 CT 为窄探测器 CT 机，扫描方式均为螺旋扫描，而 320 排 CT 机是一款动态容积 CT (dynamic volume CT, DVCT)，具有 320 排 0.5 mm 探测器、一次扫描覆盖 16 cm 等特点，因此通过采用前瞻心电门控技术可进一步降低患者的射线剂量^[7]。由于 320 排 CT 采用覆盖宽度达 16 cm 的大面积量子探测器，故只需一圈即可获取从心底到心尖完整的全心范围扫描数据，在一个心动周期内便能即时立体地重构整个心脏影像，提供高度清晰影像^[7]。与 64 排及双源 CT 比较，320 排 CT 优点主要有^[1-8]：①减少阶梯及呼吸运动等伪影。心脏成像一般只需要 12 ~ 14 cm，因此具有 16 cm 宽探测器的 320 排 CT 可覆盖整个心脏，无需移动扫描床，解决了螺旋扫描带来的阶梯伪影，从而获得更好的图像质量和更高 Z 轴分辨。②320 排 CT 采用较少的心动周期获得重建图像数据：心率 < 65 次/min 时，只需采取一个心动周期数据；心率 > 65 次/min 时，需要采取 2 ~ 4 个心动周期数据。

本研究显示 L 组和 C 组的图像质量的无显著性差异($P>0.05$)。而 L 组和 C 组的射线剂量平均值分别为 3.36、13.46 mSv，L 组平均射线剂量较 C 组降低 75.04%，两组差别有统计学意义($P<0.01$)。因此，对于心率 < 65 次/min 的患者，经过严格的呼吸训练，采用个性化的前瞻性心电门控低剂量技术既能保证高图像质量及诊断冠状动脉狭窄准确率又能降低射线剂量。但对于需要分析

心功能的患者,则不能用前瞻性心电门控扫描方案,因为其不能获得整个心动周期的数据。国内外64排CT前瞻性心电门控冠状动脉成像平均剂量为7.5 mSv,高于本研究L组剂量^[9]。双源CT前瞻性心电门控冠状动脉成像平均剂量为3.2 mSv,与本研究L组剂量一致,但双源CT未能避免阶梯伪影^[10]。国外报道320排CT低剂量冠状动脉成像平均射线剂量为5.3 mSv,高于本研究L组,此结果与国外患者体重较大,采用较高管电压、电流及较宽曝光窗有关^[11]。因此,通过本研究我们体会到:对于心率<65次/min的患者,采用低剂量技术,既可降低射线剂量,又可获得高质量的冠脉图像。低剂量技术包括:采用前瞻性心电门控扫描,根据患者体重指数调解管电流、电压,以及根据患者心脏大小调整探测器数目。

本组研究患者心率均控制小于65次/min,主要原因有:①低心率有利于提高冠脉成像质量,心率越高成像质量越差。已有文献报道,冠脉成像质量与心率成负相关^[11-12]。320排CT时间分辨率与64排CT为175 ms,不及双源CT的83 ms。因此对于320排CT,心率越高将会导致越多运动伪影,从而降低图像质量^[7,11]。②当心率<65次/min,320排CT可在一个心动周期内获取重建冠脉所需数据,减少曝光时间,从而减少射线剂量。文献报道当心率<65次/min时,95%高图像质量的冠脉位于心动周期的72%~81%^[11]。本研究L组部分患者采用心动周期70%~80%时相取得高图像质量,与文献报道一致。对于不适合服用降心率药物而心率>65次/min或服药后心率仍>65次/min的患者,则不宜采用低剂量扫描方案。

综上所述,当心率<65次/min时,采用320排CT冠状动脉成像低剂量技术可明显降低射线剂量而不降低图像质量。

参考文献:

[1] Miller JM, Rochitte CE, Dewey M, et al. Diagnostic performance of coronary angiography by 64-row CT [J]. N Engl J Med, 2008, 359(22): 2324-2336.
[2] 范卫君,刘远健,吕衍春,等. 冠状动脉形态与粥样硬

化病变关系的多层螺旋CT研究[J]. 中山大学学报:医学科学版, 2008, 29(3): 320-323.

[3] Wink O, Hecht HS, Ruijters D. Coronary computed tomographic angiography in the cardiac catheterization laboratory: current applications and future developments [J]. Cardiol Clin, 2009, 27(3): 513-529.
[4] Kim MJ, Park CH, Choi SJ, et al. Multidetector computed tomography chest examinations with low-kilovoltage protocols in adults: effect on image quality and radiation dose [J]. J Comput Assist Tomogr, 2009, 33(3): 416-421.
[5] Singh S, Kalra MK, Moore MA, et al. Dose reduction and compliance with pediatric CT protocols adapted to patient size, clinical indication, and number of prior studies [J]. Radiology, 2009, 252(1): 200-208.
[6] Park EA, Lee W, Kang JH, et al. The image quality and radiation dose of 100-kVp versus 120-kVp ECG-gated 16-slice CT coronary angiography [J]. Korean J Radiol, 2009, 10(3): 235-243.
[7] Frank J, Rybicki, Hansel J, et al. Initial evaluation of coronary images from 320-detector row computed tomography [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2008, 24(5): 535-546.
[8] David J, Brenner E. Computed tomography-an increasing source of radiation exposure [J]. N Engl J Med, 2007, 357(22): 2277-2284.
[9] Fujioka C, Horiguchi J, Kiguchi M, et al. Survey of aorta and coronary arteries with prospective ECG-triggered 100-kV 64-MDCT angiography [J]. AJR Am J Roentgenol, 2009, 193(1): 227-233.
[10] Blankstein R, Shah A, Pale R, et al. Radiation dose and image quality of prospective triggering with dual-source cardiac computed tomography [J]. Am J Cardiol, 2009, 103(8): 1168-1173.
[11] Michael L, Steigner O, Hansel J, et al. Narrowing the phase window width in prospectively ECG-gated single heart beat 320-detector row coronary CT angiography [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2009, 25(1): 85-90.
[12] 霍天龙,杜湘珂,廖静敏. 定量评估64层螺旋CT血管成像与DSA显示冠状动脉狭窄的能力和可靠性[J]. 中华放射学杂志, 2007, 41(10): 1036-1039.

(编辑 王晓鹰)