

徐同江, 刘建新, 李坚. ECG 门控自动毫安技术在 MSCT 冠状动脉成像中的应用价值[J]. CT 理论与应用研究, 2011, 20(2): 245-250.
Xu TJ, Liu JX, Li J. The application of ECG-gated automatic mA modulation technique in the MSCT cardiac imaging[J].
CT Theory and Applications, 2011, 20(2): 245-250.

ECG 门控自动毫安技术在 MSCT 冠状动脉成像中的应用价值

徐同江¹, 刘建新^{1✉}, 李坚¹

(煤炭总医院影像科, 北京 100028)

摘要: 目的: 研究总结 ECG 门控自动毫安调制技术在 MSCT 冠状动脉成像中的应用价值, 探讨心脏 CT 低剂量技术的初步经验和方法。方法: 患者 60 例, 其中 30 例随机使用固定毫安扫描, 另 30 例使用 ECG 门控自动毫安调制技术扫描。以 64 排螺旋 CT 行冠状动脉成像, 扫描前进行心率控制措施, 使用后门控数据采集、容积再现 (VR)、最大密度投影 (MIP)、曲面重建 (CPR); 以 MIP 图像评价冠状动脉管腔; 以 VR 图像 5 级记分法评价图像质量。结果: 60 例患者均成功获得冠状动脉影像。自动毫安组较固定毫安组平均剂量降低 10.46%, 而图像质量两组一致, 无统计学差异。ECG 门控自动毫安技术在保证图像质量的前提下能有效降低患者平均辐射剂量。结论: ECG 门控自动毫安技术能有效降低患者射线剂量, 只要准备措施有效及方法得当, 就能够用低剂量完成 64 排 MSCT 冠状动脉检查, 并可获得较满意的效果。

关键词: 64 排螺旋 CT; 冠脉造影; ECG 门控自动毫安; X 射线低剂量

文章编号: 1004-4140 (2011) 02-0245-06 **中图分类号:** R 445.3; R 541.4 **文献标识码:** A

目前多排螺旋 CT 心血管成像大多采用螺旋采集方法, 心脏扫描过程中 X 线作用于一个心动周期的所有时相。在一个心动周期内, X 线球管一直在产生 X 线, 病人辐射损伤随机效应的危险性非常大^[1-5]。如何减少病人接受的有效辐射剂量而又能保证图像质量一直是业内同仁的追求目标。通常评价冠状动脉时只采用心脏舒张期 (40%~80% 时相) 的图像进行冠脉评价, 而心脏收缩期间采集的图像对评价冠状动脉的价值不大。由于心脏运动状态能够通过心电图 (ElectroCardioGram, ECG) 信号反应出来, 因此可以通过利用 ECG 信号调制 X 线球管毫安输出的方法来降低对非冠状动脉成像时相的辐射剂量^[6]。即 ECG 门控自动毫安技术可根据心脏搏动的周期, 在收缩期采用低毫安输出 (比如设定值的 20%), 而在舒张期采用设定的最高毫安输出 (设定值的 100%), 相位宽度、最大毫安输出值和最低毫安输出值可由技师根据实际需要来设定。

1 材料与方法

1.1 临床资料

对 2007 年 5 月至 2007 年 7 月, 主动要求做 CT 冠状动脉成像的患者 60 例, 其中男 48 例, 女 12 例, 年龄 51~79 岁, 平均年龄 65 岁, 行 64 排螺旋 CT 冠状动脉检查, 随机选择

收稿日期: 2010-12-15。

30 例使用固定毫安扫描, 另 30 例使用 ECG 门控自动毫安技术扫描。

1.2 仪器和方法

1) 主要设备: 使用 GE Light Speed 64 排 VCT 及 AW4.2 工作站, 配合 Ulrich 双桶高压注射器共同完成 MSCT 冠状动脉检查。

2) 检查方法: 所有患者率齐, 稳定患者情绪, 对于高心率患者提前服用 β 受体阻滞剂以降低心率至屏气时 75 次/分以下; 患者脚先进取仰卧位; 行多次屏气训练, 对于心电图信号异常者, 在临床排除心脏疾病的情况下, 通过多种方法改善心电图信号轨迹; 用 18G 套管针开通肘前静脉, 选用碘海醇 (350 mgI/mL), 用 20 mL 碘海醇作 test bolus 实验计算出延迟时间, 双桶高压注射器注入对比剂 (70~85) mL, 流速 (5~6) mL/s, 随后注射盐水约 40 mL。根据患者屏气时的心率合理选择螺距。

3) 扫描参数: Cardiac helical 0.35 s, 准直器 0.625 mm \times 64, 120 kV, 700 mA/ECG 自动毫安 (400~700) mA, pitch 0.16~0.24, 层厚 0.625 mm, 矩阵 512 \times 512, FOV 250 mm, 标准重建算法, 默认重建时相 75%。扫描范围: 气管隆突水平至心脏膈面以下 1 cm。扫描延迟时间根据 test bolus 序列计算得出。

1.3 影像分组、重建与诊断

每例患者原始数据在操作台从 30%~90% 按 10% 间隔重组多时相横轴面影像, 自动传输到 AW4.2CT 后处理工作站进行影像后重建。采用最大密度投影 (Maximum Intensity Projection, MIP)、容积再现 (Volume Rendering, VR)、曲面重组 (Curved Planar Reformat, CPR) 和多层面重建 (Multi Planar Reformation, MPR) 等算法进行后处理。冠状动脉影像质量评价以及节段冠状动脉狭窄的诊断由 2 名高年资心血管影像医师完成。参考国内外多数学者采用的评分标准, 本课题采用 5 级记分法: 1 分: 冠状动脉各主干不能识别, MIP 对于任何 1 支血管均不能诊断。2 分: 1 支冠状动脉主干绝大部分模糊不清, MIP 对此支主干血管不能诊断。3 分: 冠状动脉 1 支主干 1/2 以上模糊, 经多时相 MIP 重建仍可以诊断。4 分: 1 支冠状动脉主干的一小部分轻微模糊, MIP 后处理影像上观察不影响诊断。5 分: 冠状动脉 3 支支支及各二级分支管壁完整, 充盈良好, 但多角度观察管壁可能有少数不影响诊断的轻微错层或心壁出现错层。冠状动脉未显影或管壁模糊及中断, 无法用于诊断即为不可评估。

2 结果

2.1 冠状动脉血管显示情况及质量分级

两组 60 例受检者行 64 排螺旋 CT 冠状动脉成像均获得可诊断图像。其中, 质量评分 5 分 37 例 (占 61.67%), 4 分 21 例 (占 35%), 3 分 2 例 (占 3.33%)。VR 质量分级结果见表 1。经 SPSS 统计软件分析, $t=1.1534$, $P=0.2535$, 按 $\alpha=0.05$ 水准, $P>0.05$, 尚不能认为 ECG 门控自动毫安与固定毫安两组图像质量有差异, 即 ECG 门控自动毫安成像技术可达到与固定毫安成像技术相同的图像质量, 均可达到临床诊断要求 (图 1)。

表 1 VR 图像质量评分结果
Table 1 The result of VR images' quality scores

评分分级	病例数/例		合计
	固定毫安组	ECG 自动毫安组	
5 分	17	20	37
4 分	12	9	21
3 分	1	1	2
2 分	0	0	0
1 分	0	0	0

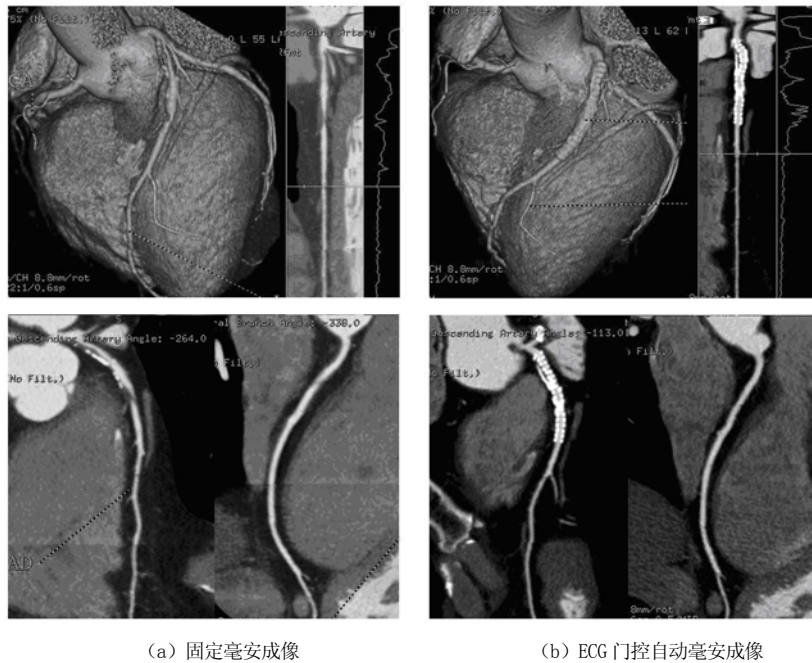


图 1 同一患者支架植入前后分别使用固定毫安和 ECG 门控自动毫安成像的重建图像
Fig.1 The reconstruction images of the same patient before and after stents implanted

2.2 辐射剂量分析

辐射剂量分析结果见表 2。经统计软件分析, $t=4.5462$, $P=0.0000$, 按 $\alpha=0.05$ 水准, $P<0.05$, 有统计学意义, 说明两组曝光剂量有明显差异, ECG 门控自动毫安组较固定毫安组射线剂量显著降低, 平均剂量降低 10.46%。即应用 ECG 门控自动毫安调制技术明显减少了患者接受的平均辐射剂量。

综上所述, 60 例患者资料分析, ECG 门控自动毫安调制技术没有降低图像质量, 相反却显著降低了患者接受的射线剂量。故 ECG 门控自动毫安调制技术对于 MSCT 冠状动脉成像中尽量减少患者接受的辐射剂量的原则有重要临床意义。

表 2 CTDIvol 分析结果
Table 2 The analysis table of the CTDIvol

分组	病例数/例	CTDIvol 平均数/mGy	标准差	方差
ECG 门控自动毫安组	30	91.148	7.699	59.272
固定毫安组	30	101.792	10.262	105.311
合计	60	96.468	10.475	109.724

3 讨论

随着 CT 在临床应用中的不断深化,尤其是 MSCT 在冠状动脉疾病方面的检查,较其传统检查方式有更大的优势^[7-9]。为了避免 CT 辐射剂量对人体可能存在的潜在危险,在保证图像质量的前提下^[10],有效地降低受辐射剂量已成为焦点和热点。采用 CT 心脏冠脉成像已成为临床应用中的常规检查,心脏扫描过程中采用较低的螺距使得病人的辐射剂量较高。由于心脏成像使用的螺距远远小于 1,所以剂量学上对如何降低心脏成像中 X 射线剂量提出了更高的要求^[11]。

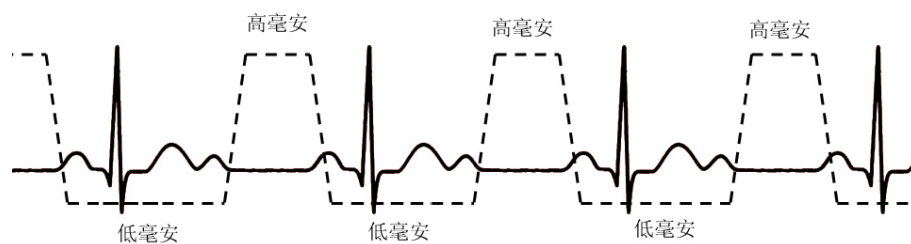


图 2 ECG 门控自动毫安调制技术示意图

Fig.2 The schematic of ECG-gated auto-mA technique

传统心脏 CT 扫描中球管在心脏收缩期和舒张期管球一直保持高毫安输出,而实际上只有舒张末期的射线产生的数据对图像重建有意义。

ECG 门控自动毫安调制技术是利用已收集到的心率数据对毫安输出进行适应性调节,即根据心脏搏动的周期,在收缩期采用低毫安输出,而在舒张期采用高毫安输出(图 2),以保证图像质量,使病人的辐照剂量减少了 10% 左右。ECG 门控自动毫安技术也存在局限性,对于心率不齐及 ECG 异常的患者,在回顾性心电门控重建时,经常需要手动进行 ECG 编辑和图像重建多时相选择,以避免出现最终进行后处理重建时选择的时相正好处于低毫安区域,从而导致图像质量下降。

本实验中为避免心率不齐患者出现此类过低的图像质量,故将低毫安的值设定为高毫安的 50% 左右。从研究结果可知,对于心率齐的患者,只要正确应用 ECG 门控自动毫安技术,就能在保证影像质量的前提下一定程度地降低患者接受的辐射剂量。

参考文献

- [1] Jakobs TF, Becker CR, Ohnesorge B, et al. Multislice helical CT of the heart with retrospective ECG gating: Reduction of radiation exposure by ECG-controlled tube current modulation[J]. *European Radiology*, 2002, 12(5): 1081-1086.
- [2] Cademartiri F, Maffei E, Palumbo AA, et al. Non invasive imaging of coronary arteries with 64-slice CT and 1.5T MRI: Challenging invasive techniques[J]. *Acta Bio-Medica*, 2007, 78(1): 6-15.
- [3] Hausleiter J, Meyer T, Hadamitzky M, et al. Radiation dose estimates from cardiac multislice computed tomography in daily practice: Impact of different scanning protocols on effective dose estimates[J]. *Circulation*, 2006, 113(10): 1305-1310.
- [4] Abada HT, Larchez C, Daoud B, et al. MDCT of the coronary arteries: Feasibility of low-dose CT with ECG-pulsed tube current radiation dose[J]. *AJR*, 2006, 186(z): 387-390.
- [5] Kalra MK, Maher MM, Toth TL, et al. Strategies for CT radiation dose optimization[J]. *Radiology*, 2004, 230(3): 619-628.
- [6] Shuman WP, Branch KR, May JM, et al. Prospective versus retrospective ECG gating for 64-detector CT of the coronary arteries: Comparison of image quality and patient radiation dose[J]. *Radiology*, 2008, 248(2): 431-437.
- [7] 吴文辉, 吕滨, 蒋世良. 多层螺旋CT对冠状动脉粥样硬化性病变的显示结果及于超声结果的比较[J]. *中华放射学杂志*, 2007, 41(10): 1027-1031.
- Wu WH, Lv B, Jiang SL. Noninvasive detection and evaluation of coronary atherosclerotic plaques with multi-slice spiral CT: A comparative study with intravascular ultrasonography[J]. *Chinese Journal of Radiology*, 2007, 41(10): 1027-1031.
- [8] 杜祥颖, 李坤成, 李鹏雨, 等. 相对时间分辨率在临床 64 层 MSCT 冠状动脉成像中意义的初步探讨[J]. *CT 理论与应用研究*, 2009, 18(2): 72-78.
- Du XY, Li KC, Li PY, et al. The effect of relative temporal resolution in clinical 64-MSCT coronary angiography[J]. *CT Theory and Applications*, 2009, 18(2): 72-78.
- [9] 黄贤胜, 曹振东, 李俊玫, 等. 64 层螺旋 CT 对冠状动脉粥样硬化斑块的诊断价值[J]. *放射学实践*, 2009, 24(5): 487-490.
- Huang XS, Cao ZD, Li JM, et al. Value of 64-slice spiral computed tomography in the diagnosis of coronary atherosclerotic plaque[J]. *Radiologic Practice*, 2009, 24(5): 487-490.
- [10] 蒋学祥, 邱建星, 王继琛, 等. 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像质量的研究[J]. *中国医学影像技术*, 2006, 22(10): 1452-1455.
- Jiang XX, Qiu JX, Wang JC, et al. Image quality of 64-slice spiral CT coronary angiography[J]. *Chinese Journal of Medical Imaging Technology*, 2006, 22(10): 1452-1455.
- [11] 程英, 关计添, 金阳, 等. 64 层螺旋 CT 冠状动脉低剂量成像初探[J]. *CT 理论与应用研究*, 2009, 18(3): 91-95.
- Cheng Y, Guan JT, Jing Y, et al. 64-MSCT coronary angiography with reduction radiation dose[J]. *CT Theory and Applications*, 2009, 18(3): 91-95.

The Application of ECG-gated Automatic mA Modulation Technique in the MSCT Cardiac Imaging

XU Tong-jiang, LIU Jian-xin[✉], LI Jian

(Department of Radiology, Meitan General Hospital, Beijing 100028, China)

Abstract: Objective: To research and summarize the application value of the ECG-gated automatic mA modulation technique in the cardiac visualization, and to investigate the initial experience and methods of the low dose using the process of 64-MSCT cardiac imaging. Methods: Sixty patients divided into two groups randomly, thirty patients who underwent the examination of MSCT cardiac imaging with fixed-ma, the other patients with ECG-gated automatic-ma technique. To control heart rate (HR) before examination, and underwent the post-processing with volume rendering (VR), maximum intensity projection (MIP), multiplanar reconstruction (MPR). Evaluated the cardiac vessel with the MIP imaging, and recorded the quality of imaging using the 5 grades. Results: Acquired cardiac imaging of all patients successfully. Compared to the group of the using fixed-ma, the group of using ECG automatic-ma reduced average dosage 10.46%, and two groups had identical imaging quality. There was not significant difference between them. Conclusion: With the precondition of available measure and expedient method, ECG-gated automatic-ma modulation technique could reduce the dosage in the processing of 64-MSCT cardiac imaging effectively, and acquired high-quality images.

Key words: 64-MSCT; cardiac visualization; ECG-gated automatic mA; X-ray low dose

作者简介: 徐同江 (1979—), 男, 煤炭总医院影像科技师, 主要从事CT扫描、重建、普放、核磁扫描等工作, Tel: 13811377428, E-mail: xutongjiang2005@163.com; 刘建新[✉] (1963—), 男, 煤炭总医院影像科副主任技师, 技师长, 主要从事CT扫描、重建、普放、核磁扫描、质量控制等工作, Tel: 13701325857, E-mail: ljx1963@yahoo.com.cn。