Influence of fluctuation of heart rate on imaging quality of multi-slice spiral CT coronary angiography

JIANG Rong, WU Xiao-hua, HE Wen

(*Department of Radiology, Beijing Friendship Hospital Attached to Capital University of Medical Sciences, Beijing* 100050, *China*)

[**Abstract**] **Objective** To investigate the influence of fluctuation of heart rate during the scanning on imaging quality of coronary CT angiography (CTA). **Methods** Forty-two patients underwent cardiac multi-slice spiral CT (MSCT). Fluctuation of heart rate during the scanning was recorded. The image quality of branches or segments of coronary arteries (total 294) were compared between variable ranges of fluctuations of heart rate. **Results** There were 33 patients whose fluctuation of heart rate was 0－10/min during the scanning, and others' fluctuation of heart rate was 10－25/min. The image quality obviously decreased in patients whose fluctuation of heart rate was more than 10/min($P<0.05$). **Conclusion** The image quality of coronary CTA was better in patients whose change of heart rate was 0－10/min during the scanning than those of more than 10/min. The patient's relaxation before scanning should be helpful for the stability of heart rate during the scanning.

[**Key words**] Heart rate; Coronary angiography; Multi-slice spiral CT; Imaging quality

心率波动对多层螺旋 CT 冠脉造影图像质量的影响

姜　荣，吴晓华，贺　文

（首都医科大学附属北京友谊医院放射科，北京　100050）

[**摘　要**] **目的**　探讨多层螺旋 CT 冠脉造影扫描中病人心率波动对冠脉影像质量的影响。**方法**　42 例患者行多层螺旋 CT 冠脉造影，记录扫描过程中心率的波动范围，比较冠脉主要分支及其节段血管重建后的影像质量。**结果**　42 例中心率波动 0～10 次/分的 33 例，10～25 次/分者 9 例。心率波动在 10 次/分以上者，对冠脉显示影像质量明显下降（$P<0.05$）。**结论**　心率波动在 0～10 次/分时，冠脉各支（段）影像质量好。扫描前稳定病人情绪应有助于缩小心率波动的范围，提高影像质量。

[**关键词**] 心率；冠状动脉；多层螺旋 CT；影像质量

[**中图分类号**] R814.42　[**文献标识码**] A　[**文章编号**] 1003-3289(2004)10-1574-03

冠状动脉病变的无创性影像学评价一直是心血管影像学研究的热点之一。2000 年以来，多层 CT 问世并应用于临床，在冠状动脉病变的影像学诊断方面取得了可喜的进展，同时也提出了图像质量控制的一系列问题。本文就扫描过程中病人心率对重建影像质量的影响作一初步探讨。

1　材料与方法

1.1　临床资料　搜集 2002 年 7 月－2003 年 6 月间本院进行多层螺旋 CT（multi-slice CT，MSCT）冠状动脉造影的病例，剔除影像中多支明显钙化的病例，共 42 例进入研究。其中男 28 例，女 14 例，年龄 46～83 岁，平均 65 岁，造影前心率控制在 45～80 次/分，心律齐。30 例临床表现为胸痛、胸闷、心悸，临床可疑冠心病的患者，8 例高血压患者，4 例风心病、主动脉瓣、二尖瓣狭窄或关闭不全的患者。CT 扫描定位和测定冠脉 CT 扫描的延迟时间。

患者仰卧位，足先进，接好心电监护，所有图像均在吸气后屏气扫描。选择 snapshot segment，先做胸部正、侧定位像：在降主动脉中段水平任选一个层面，经肘静脉以 4.0 ml/s 的注射速度注射优维显 300（Ultravist 300）15 ml，延迟 5 s 后在所选的层面进行 15 次 CT 扫描，扫描间隔时间为 1 s。然后在 CT 横断面图像的降主动脉腔内选择一个兴趣区并测量其时间-密度曲线，将对比剂开始注射至降主动脉增强至峰值的时间作为冠状动脉 CT 扫描的延迟时间。

1.2　扫描方法　采用 GE 公司 Lightspeed -Ultra 8 层螺旋 CT 进行扫描，ADW 4.0 工作站进行图像重建后处理。扫描范围自气管隆突水平至心脏膈面以下 2 cm。使用高压注射器，经肘静脉以 4 ml/s 的流率注射优维显 300 或欧乃派克 300（OMNIPAQUE 300 mg I/ml）150 ml，按照已测得的 CT 扫描延迟时间开始扫描。扫描过程中要求患者吸气后屏气。选择 0.5 s 螺旋扫描，采用回顾性心电门控（retrospective ECG gated），双或四扇区重建法，层厚 1.25 mm，显示野

[**作者简介**] 姜荣（1972－），女，北京人，大专，主管技师。

E-mail：emilyxhw@sohu.com

[**收稿日期**] 2004-05-19

(FOV)：250 mm；矩阵：512×512，管球扫描电压和电流分别为 120 kV 和 300 mA。整个扫描时间为 15～25 s。

1.3 冠脉图像重建 心脏原始数据按心动周期 R 波后 40%、60%、70%、80%的相位窗进行横断面重建。将重建数据传送至 ADW 4.0 工作站进行三维重建。分别对几个不同的相位窗的横断面图像进行容积重建(Volume rendering，VR)、二维曲面重建(2D curved reformat，2DCR)及最大密度投影(maximum intensity projection，MIP)重建，重建出左冠状动脉主干、左前降支、左回旋支、左对角支、右冠状动脉及其主要分支血管。

1.4 重建图像的筛选和评价 对 42 例不同心率患者的不同相位窗重建的 CT 图像质量进行比较，在每例患者的影像中筛选出图像质量最佳者用于影像学评价。对冠状动脉的主要分支及主要节段进行评价，包括左冠状动脉主干、左前降支、左回旋支、右冠状动脉近、中、远段血管。所评价的血管直径均为 2 mm 以上。根据血管支(段)与扫描层面的关系，将其分为两组：A 组(血管走行与扫描层面垂直，包括左对角支，左回旋支，右冠中段)；B 组(血管走行与扫描层面平行，包括左冠主干，左前降支，右冠近段，远段)。根据诊断需要，将重建图像划分为两类：Ⅰ图像质量可，能对血管评价和诊断；Ⅱ图像质量差，不能显示血管或显示不清，不能作出诊断。分别记录每一血管支(段)的影像质量，采用 SPSS 软件包中的 χ^2 检验对数据进行处理。双侧检验，$P<0.05$ 认为具有统计学意义。

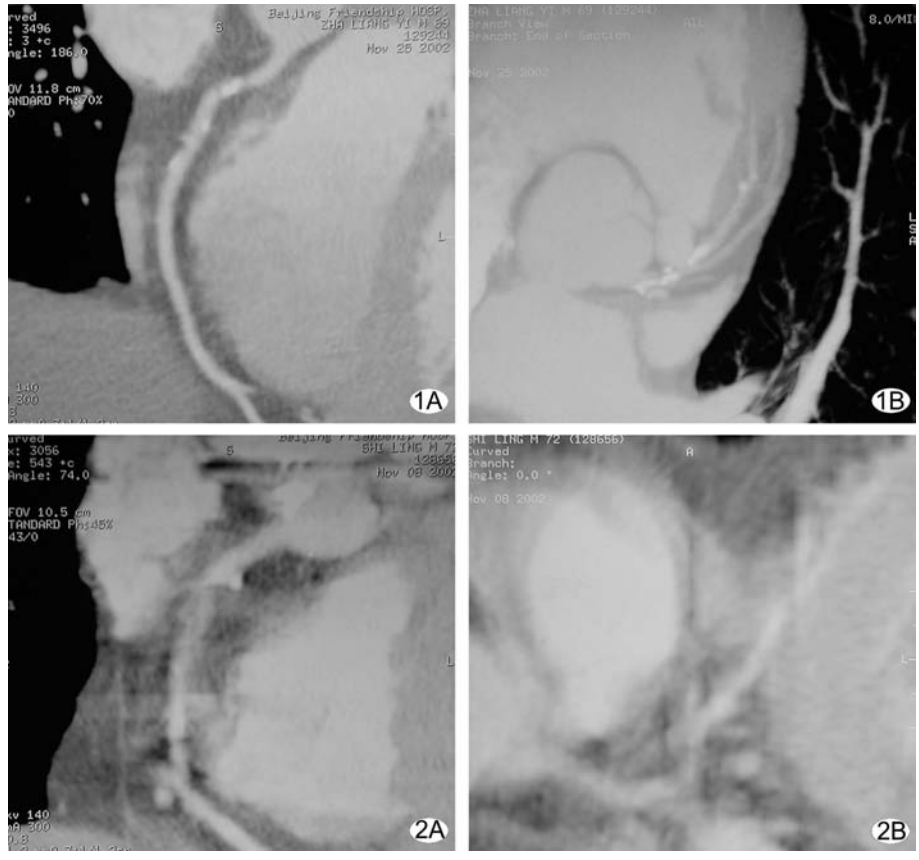


图 1 患者男，59 岁，心率波动为 6 次/分，显示良好的右冠和左前降支，影像质量为Ⅰ级 **图 2** 患者男，72 岁，心率波动为 18 次/分，右冠及左前降支显示差，影像质量为Ⅱ级

2 结果

42 例患者中，扫描过程中心率波动在 0～25 次/分，其中 0～10 次/分者 33 例，11 次/分以上者 9 例。不同心率波动下显示能诊断的冠脉支数(即影像质量Ⅰ级的血管数)见表 1。

表 2 可见心率波动 10 次以上的影像较心率波动在 0～10 次/分之间的影像对血管的显示明显下降($P<0.05$)，这种情况尤其见于左冠对角支、左冠回旋支及右冠中段(表 3)($P<0.05$)。

以心率波动范围划分为 0～10 次/分和 10 次以上两组，对 42 例，共 294 支(段)的血管的显示如下(表 2)。

表 1 不同心率波动下影像质量为Ⅰ级冠脉的血管支(段数)

血管	心率波动(次/分)		总计($n=42$)
	0～10($n=33$)	>10($n=9$)	
左冠主干	32(97%)	8(89%)	40(95%)
左冠前降支	32(97%)	9(100%)	41(98%)
左冠对角支	27(82%)	2(22%)	29(69%)
左冠回旋支	29(88%)	6(67%)	35(83%)
右冠主干、近段	32(97%)	9(100%)	41(98%)
右冠中段	25(76%)	5(56%)	30(71%)
右冠远段	27(82%)	8(89%)	35(83%)

表 2 不同心率波动对显示血管数目的影响(段/支)

心率	影像质量Ⅰ级血管数	影像质量Ⅱ级血管数	总计
0～10 次/分	204	27	231
>10 次/分	47	16	63
总计	251	43	294
统计学检验	Chi-square Test	$\chi^2=7.45$	$P=0.006<0.01$

表 3 不同的心率波动下 A 组与 B 组影像质量为Ⅰ级的血管支数的比较

心率	A 组	B 组	总计
0～10 次/分	81	103	194
>10 次/分	13	34	47
统计学检验	Chi-square Test	$\chi^2=4.15$	$P=0.042<0.05$

3 讨论

随着技术的发展，诊断手段越来越趋向少创或无创。冠状动脉狭窄程度的定量评价有助于冠心病治疗方案的制定。为提高冠状动脉管腔评价的准确性，获得优良的冠状动脉 CT 图像至关重要。根据文献[5,6]和笔者的体会，心率与图像重建相位窗在 R-R 间期内的位置是影响冠状动脉 CT 重建图

像质量的两个重要因素，而心率对图像质量的影响直接关系到诊断和适应证选择。由于冠状动脉运动的速度和频率主要与心率有关，所以，适当控制被检者的心率有助于减轻或消除冠状动脉的运动伪影，改善冠状动脉 CT 图像质量[1,2,4]。当采用单扇区图像重建算法时，建议将被检者的心率控制在 65 次/分以下。双、四扇区图像重建算法可用于心率高于 65 次/分的被检者。尽可能将图像相位窗置于 R-R 间期内冠脉运动较弱的时段，有助于获得高质量的冠脉 CT 图像。

冠状动脉管腔 CT 评价的影响因素有：冠状动脉运动、钙化及心率波动。前两个因素对管腔评价的影响难以人工消除，而心率的波动可以事先运用心律失常药物加以控制。已有的研究[1,2,4,7]大多探讨影响冠脉显示的心率范围，本研究则主要探讨扫描过程中心率波动对图像质量的影响。为了减少冠脉钙化对管腔形态的显示，本研究剔除了多支、较大而有可能影响冠脉管腔形态观察的钙化病例。

心率波动（心律不齐）或心率失常导致冠状动脉在 CT 数据采集过程中的位置不一致，血管呈锯齿样或阶梯样表现，影响冠状动脉管腔的评价。在本组 42 例患者的扫描中观察到，随心率波动范围变大，影像对冠脉的显示质量明显下降。扫描过程中心率波动在 10 次/分以上的病人，冠脉的显示质量明显下降，而对左回旋支和左对角支、右冠中段的显示分别下降到 67%，22%和 56%，这可能由于这些血管（段）走行与扫描层面垂直，而其位置又受心室、心房舒缩的影响较大，故对心率波动较敏感。初步研究表明，在心率＜75 次/分时，心律不齐对冠状动脉管腔的显示有较大的影响。

患者心率波动对冠状动脉 CT 图像质量的影响目前还未有较好的解决办法。在造影前与患者交谈，利用心理暗示的手段使患者尽量放松，可使一些患者心率波动减少到最小。另外，随着技术的发展，尽量提高扫描速度，缩短病人的屏气时间，也将有助于缩小心率波动的范围。

总之，为取得最佳重建图像质量，心率波动是一个不容忽视的因素。心率所产生的运动伪影有望随着 MSCT 技术的发展及软件的升级得到改善。

[参考文献]

[1] Schroeder S, Kopp AF, Kuettner, et al. Influence of heart rate on vessel visibility in noninvasive coronary angiography using new multislice computed tomography: experience in 94 patients[J]. Clinical Imaging, 2002,26(2):106-111.

[2] Xiao Y, Tian JM, Wang PJ, et al. Multi-slice spiral CT angiography: technique and clinical applications[J]. Chin J Radiol, 2002,36(4):357-361.
萧毅，田建明，王培军，等.多层螺旋 CT 冠状动脉造影的扫描技术及临床应用[J].中华放射学杂志，2002,36(4):357-361.

[3] Zhou D, Li C, Tang XM, et al. The value of multi-slice spiral CT in the flollow-up of coronary artery bypass grafts[J]. Radiol Practice, 2002, 17(4):291-293.
周丹，李澄，汤晓明，等.多层螺旋 CT 冠状动脉成像在冠状动脉搭桥术后随访的价值[J].放射学实践，2002, 17(4):291-293.

[4] Wang K, Hou Y. Scanning technique of multi-slice computed tomography coronary angiography[J]. Chin J Med Imaging Technol, 2003,19(9):1239-1240.
王凯，侯阳.多层螺旋 CT 冠脉造影扫描方法研究[J].中国医学影像技术，2003,19(9):1239-1240.

[5] Wang ZQ, Zhu H, Shen JS, et al. Retrospectively ECG-gated multislice CT coronary angiograply: optimization of the image reconstruction window[J]. Raolioly, 2002, 225(P):703.

[6] Nieman K, Cademartiri F, Lemos PA, et al. Reliable non-invasive coronary angiography with fast submillimeter multislice spiral computed tomography[J]. Circulation, 2002, 106(16):2051-2054.

[7] Nieman K, Rensing BJ, van Genns RJ, et al. Non-invasive coronary angiography with multislice spiral computed tomography impact of heart rate[J]. Heart, 2002, 88(5):470-474.

《实用放射学杂志》
2005 年征订启事

《实用放射学杂志》创刊于 1985 年，月刊，(ISSN 1002-1671，CN 61-1107/R)，定价：每册 7 元，全年 84 元。全国各地邮局订阅，邮发代号：52-93。

本刊为“中国期刊方阵”双效期刊，《中国科技核心期刊，中国科技论文统计源期刊》，《中国科学引文数据库来源期刊》，《临床医学、特种医学核心期刊》，《CAJ-CD 规范》执行优秀奖期刊。它是一本面向广大医学影像工作者的实用性期刊。

本刊主要栏目：放射学，介入，影像技术学，综述，继续教育，超声，基础及临床实验研究，经验介绍，个案报道等。

编辑部：西安市环城南路西段 20 号 605；邮编：710068。

电话：029-82122003，029-82122004；Email：syfsxzz@sina.com。