

64层CT在心率较快患者冠状动脉成像中的技术应用

严超贵¹, 范淼^{1*}, 周旭辉¹, 杨旭峰¹, 张彩霞², 钟运其¹, 谢红波¹

(中山大学 1. 附属第一医院放射科, 广东 广州 510080; 2. 公共卫生学院医学统计与流行病学系, 广东 广州 510080)

摘要:【目的】探讨64层螺旋CT在心率较快患者冠状动脉成像中的技术应用。【方法】收集临床拟诊冠心病而行64层CT冠状动脉造影检查的患者107例。平均心率低于80 min⁻¹的患者55例, 作为正常心率对照组。平均心率超过80 min⁻¹(80~98 min⁻¹)的患者52例。扫描后对已采集数据进行个性化重建, 利用后处理工作站进行图像质量分析。【结果】对冠状动脉近段/中段和远段成像质量进行统计分析, 和心率正常组相比, 心率80~90 min⁻¹和平均心率超过90 min⁻¹者CTA图像质量评价没有显著统计学差异。【结论】对于64层CT冠状动脉成像心率较快的患者, 选择合适的图像重建时相, 使用回顾性心电门控配合个性化重建能明显改善患者的冠状动脉CT造影图像质量。

关键词: 冠状动脉造影术; 断层摄影术; X线计算机

中图分类号: R541.4

文献标识码: A

文章编号: 1672-3554(2009)05-0620-04

64-Slice CT Coronary Angiography in Patients with High Heart Rate

YAN Chao-gui¹, FAN Miao^{1*}, ZHOU Xu-hui¹, YANG Xu-feng¹, ZHANG Cai-xia²,
ZHONG Yun-qi¹, XIE Hong-bo¹

(1. Department of Radiology, The First Affiliated Hospital;

2. Department of Biostatistics and Epidemiology, School of Public Health, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China)

Abstract: 【Objective】To discuss the technique in angiography of coronary artery by 64-slice CT. 【Methods】A total of 107 patients clinically suspected of coronary artery disease underwent coronary angiography with 64-slice spiral CT were collected, including the heart rate less than 80 beats per minute (bpm) in 55 patients as normal control group, the heart rate more than 80 bpm (80~98 bpm) in 52 patients. The images were reconstructed with the retrospective electrocardiographic gating technique after electrocardiac graphic signal edition and were processed on the postprocessing workstation. 【Results】According to the image quality, there was no statistic difference between the group which more than 80 bpm and the group which heart rate less than 80 bpm. 【Conclusion】The retrospective electrocardiographic gating technique combined with electrocardiographic signal edit make coronary angiography by multiple rows CT can be used in the patients with high heart rates.

Key words: angiography of coronary artery; tomography, X-ray computed

[J SUN Yat-sen Univ(Med Sci), 2009, 30(5): 620-623]

多层CT无创冠状动脉造影已得到较为广泛的临床应用。具有稳定的窦性心律, 且平均心率在70 min⁻¹(beats per minute)以下被学界普遍认为是检查成功的重要条件。扫描过程中患者心率较快仍然是检查成功的主要障碍之一。对于部分心率较快患者的冠状动脉成像, 国内已有应用EBCT进行前瞻性心电门控扫描的研究^[1], 但应用回顾性心电门控结合个性化重建对心率较快患者冠状

动脉成像的研究国内未见系统报道。本文旨在探讨64层螺旋CT在心率较快患者中冠状动脉成像的应用价值。

1 材料与方法

1.1 临床资料

收集我院2005年9月至2007年7月临床拟

收稿日期: 2009-04-16

基金项目: 广东省科技计划项目(2007B060401012)

作者简介: 严超贵, 主管技师; *通信作者, 范淼, 副主任医师, E-mail: cmu-sums@163.com

诊冠心病行64层螺旋CT冠状动脉造影检查(computer tomography angiography, CTA)的患者107例。平均心率低于 80 min^{-1} 的患者55例,作为正常心率对照组。平均心率超过 80 min^{-1} ($80\sim 98\text{ min}^{-1}$)的患者52例,其中平均心率在 $80\sim 90\text{ min}^{-1}$ 者42例,平均心率超过 90 min^{-1} 者10例,检查前所有患者均未施加常规心率控制。所收集病例中男性66例,女性41例,年龄 $21\sim 71$ 岁,中位年龄54岁。病例排除标准:碘剂过敏,呼吸控制不佳,严重心、肾功能不全。

1.2 扫描方法

主要设备使用TOSHIBA Aquilion 64层螺旋CT机辅以Medrad CT型双筒高压注射器和Vitrea 3.8工作站进行CT扫描和图像后处理,心电编辑使用CT机配置的软件完成。扫描前对患者进行呼吸训练,以达到理想的屏气状态,所有107例患者配合满意。扫描程序:管电压为 $120\sim 135\text{ kV}$,管电流 $350\sim 400\text{ mA}$,数据采集通道为 $64\times 0.5\text{ mm}$,机架转速 400 ms ,螺距 0.175 。以 4.5 mL/s 流率注射经肘静脉注入优维显(按碘含量 370 mg/mL),其中对比剂用量按 $1\sim 1.5\text{ mL/kg}$,并以相同流率追加 45 mL 生理盐水,扫描采用Sure-start软件触发,阈值设定为 180 HU 。扫描时患者取仰卧位,范围覆盖隆突下至膈肌下 2 cm ,患者处于浅吸气后屏气状态,屏气时保持胸部、腹部和喉头静止,同步记录心电信号,患者扫描时间 $9\sim 11\text{ s}$ 。所有患者均未服用美托洛尔,无碘对比剂过敏。

1.3 图像重建

扫描后对已采集数据进行个性化重建。图像重建参数:所有病例图像重建均采用回顾性心电门控进行,重建视野 $180\sim 220\text{ mm}$,软组织函数,层厚 0.5 mm ,重叠 0.3 mm 。观察图像的窗宽 500 HU ,窗位 70 HU 。对心率较快且伴心律不齐的病例行心电编辑后重组图像。心电信号编辑后图像重建时相选择:参照文献^[2],选择心脏中部的一个层面分别用相对时相法(在RR间期的 $0\sim 99\%$ 以 1% 的间隔重建 100 幅图像)和绝对时相法(从R波之后 0 ms 开始,以 10 ms 时间间隔重建整个RR间期得到多幅图像—如果心率为 60 min^{-1} ,则RR间期内也可成 100 幅图像)获得该层面的不同时相的重建图像,选择血管断面显示最清晰的时相重建整个心脏,以尽量减少血管搏动伪影。这样就得到了适合该个体的最佳个性化图像重建时

相。在Vitrea 3.8工作站进行容积成像(VR),利用冠脉探针软件逐段分析判断有无狭窄和测量狭窄率,并对每个血管节段进行曲面重组(CPR)显示。

1.4 图像评价

参照美国心脏病协会的标准^[3],并结合我们的经验^[4],冠状动脉节段定义为管腔直径 $\geq 1.5\text{ mm}$ 的冠状动脉及其分支,一般分为 15 个节段。近段冠状动脉包括右冠近段(1)/左主干(5)/前降支近段(6)/和回旋支近段(11);中段冠状动脉包括右冠中段(2)/右冠远段(3)/前降支中段(7)/第1对角支(9)/回旋支中段(12)和第1钝缘支(13);远段冠状动脉包括后降支或左室后支(4)/前降支远段(8)/第2对角支(10)/回旋支远段(15)和第2钝缘支(14)。

图像质量评价标准:由2位有经验的医师独立完成对冠状动脉分节和图像质量的评价,出现分歧时以取得一致意见为准。图像质量分为优异(管腔连续完整,管壁锐利,无伪影)、良好(管腔连续完整,管壁轻度伪影)、中等(管腔连续,管壁中度伪影,但可以作出诊断)和差(管腔出现错层、中断,管壁严重伪影)^[2],其中图像质量为中等以上可用于诊断,如果成像质量介于两个标准之间,以低标准列入统计。

1.5 统计分析

图像质量的比较分析采用多个独立样本(等级资料)的非参数秩和检验(Kruskal-Wallis Test)。统计学分析由统计软件包SPSS 10.0完成, $P<0.05$ 时认为差异有统计学意义。

2 结 果

107例患者中88例采用绝对时间法(R波后 $250\sim 390\text{ ms}$,相当于心缩期)重建容积数据,19例采用相对时相法(R-R间期的 $75\%\sim 80\%$,相当于舒张中晚期)重建容积数据。患者共显示冠状动脉节段 $1\,429$ 段,进行成像质量分析所得的患者编辑后心率情况和冠脉节段图像质量分析结果见表1、图1和图2。

统计所有冠状动脉节段的优良率和可诊断率。对冠状动脉近段/中段和远段成像质量进行统计分析,和心率正常组相比,心率 $80\sim 90\text{ min}^{-1}$ 和平均心率超过 90 min^{-1} 者CTA图像质量评价没有显著统计学差异($\chi^2=2.781, P=0.095; \chi^2=1.789, P=0.181$)。

表 1 107 例患者心电图编辑后冠脉节段图像质量分析

Table 1 Analysis of the images of segment of the coronary artery by ECG-edit in 107 cases

Group by heart rates	Cases	Coronary artery Segment	Analysis of the images quality of CTA				Image reconstruction methods after heart rates edited	
			Excellent	Good	Moderate	Poor	Relative timing	Absolute timing
Group A	42	587	353	152	37	45	7	35
		100%	60.14%	25.89%	6.30%	7.67%	9.52%	90.48%
Group B	10	134	75	46	5	8	0	10
		100%	55.97%	34.33%	3.73%	5.97%	0	100%
Group C	55	708	447	203	37	21	12	43
		100%	63.14%	28.67%	5.22%	2.97%	21.82%	78.18%
Total	107	1 429	875	401	79	74	19	88

Group A: average heart rates(80-90 min⁻¹); Group B: average heart rates > 90 min⁻¹; Group C: normal heart rates and average heart rates < 80 min⁻¹

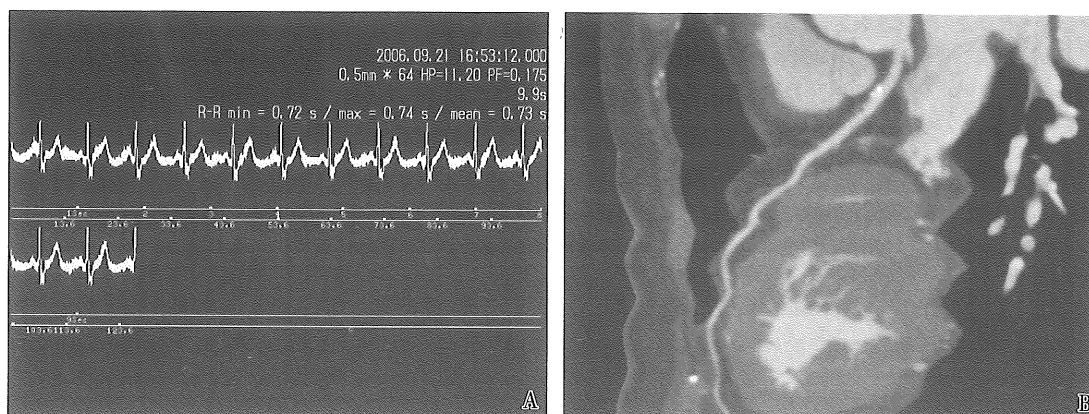


图 1 相对时间法冠脉图像

Fig.1 Image reconstruction of coronary CTA based on relative timing

A: ECG. Female, 71 years old. The average heart rates are 82 min⁻¹; B: Reconstruction image by retrospective ECG gating software based on relative timing. The branch of coronary were manifested clearly. They were surrounded by low-attenuation fat tissue and showed neither in-plane motion artifacts nor stair-step artifacts on MIP images. There were not discontinued vessel of heart. Evaluation of the coronary CTA quality was excellent.

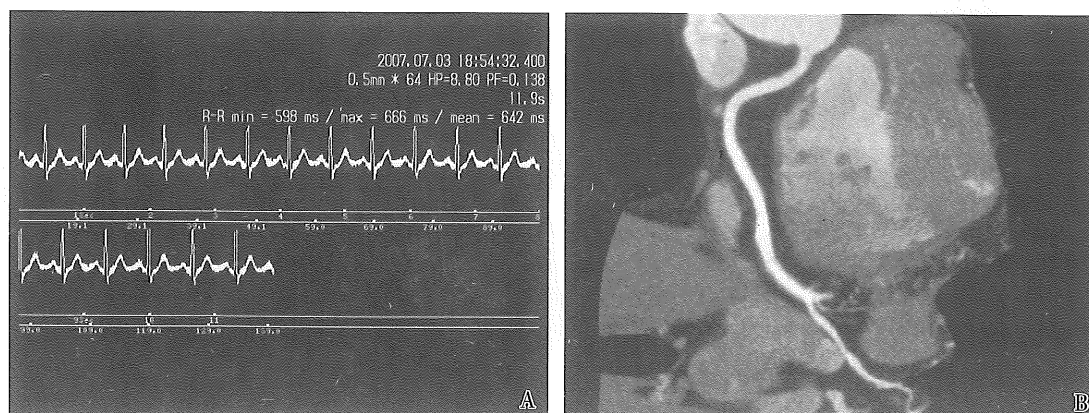


图 2 绝对时间法冠脉图像

Fig.2 Image reconstruction of coronary CTA based on absolute timing

A: ECG, Female, 55 years old, the average heart rates are 93 min⁻¹; B: Reconstruction image by retrospective ECG gating software based on absolute timing. The margin of coronary was very clearly. There were neither in-plane motion artifacts nor stair-step artifacts on MIP images. Vessel of heart were continued. Evaluation of the coronary CTA quality was excellent.

3 讨论

关于64层螺旋CT图像重组时相的选择,心电门控是冠状动脉CTA成像技术中的关键环节,目前最常用的有两种方式,即前瞻性和回顾性心电门控^[5-6]。与前瞻性心电门控比较,回顾性心电门控具有更大的灵活性,扫描完成后可对扫描中同步获取的心电信号进行编辑,同时选择心动周期中较为理想的时相进行图像重建。本组病例使用回顾性心电门控进行数据重建,经分析显示图像质量优良率可达89.3%(1276/1429),与文献报道具有稳定的窦性心律且平均心率低于80 min⁻¹的患者的研究结果相符^[3,7]。

重建图像的时相分为相对时相法和绝对时间法^[8]。本组病例中随着心率的增加,心率正常组(低于80 min⁻¹)使用绝对时间法的病例占78.18%,心率较快组A(平均心率80~90 min⁻¹)使用绝对时间法的病例占90.48%,心率较快组B(平均心率高于90 min⁻¹)使用绝对时间法的病例占100%,可见在心率较快的患者中应用绝对时间法容易获得较满意的图像。分析原因,我们认为根据心脏的生理特征,在每个心动周期中,心脏在等容收缩期和等容舒张期处于相对静止状态,运动幅度最小,其持续时间与心率紧密相关,心率加快时舒张期缩短,以舒张晚期的缩短更为明显;心率正常组(低于80 min⁻¹)数据自动采用单扇区重组,适合在相对较长的舒张晚期重组,采用相对时相法能获得优良的图像质量,而绝对时间法重建由于多扇区重组,将采集窗设定于R波后固定的时间点,它主要依赖于心缩期的稳定,由于仅利用了R-R间期中非常短的资料,受RR间期变化的影响较小,时间分辨率得以提高,能够适应于心率较快和心率变化较大的患者。国外学者^[2]的研究也表明在收缩末期应用绝对时间法较相对时相法更能获得优良的图像质量,尤其对于心率较快的患者。

多层螺旋CT冠状动脉成像图像质量不仅与心率快慢有关系,还与心率的变化幅度相关。多层螺旋CT可以利用自适应心脏容积重组技术来优化时间分辨率。当心率正常时选择单扇区重组,当心率加快时自动选择多扇区重组^[6]。因而尽管心率较快患者常易伴心率不齐,但可以通过回顾性心电门控(心电图编辑软件)对于该部分患者在扫

描完成后对同步获取的心电信号进行心电编辑,选择较为理想的时相进行图像重组^[9-10],能够获得较满意的冠状动脉成像。

对于心率较快的患者CT冠状动脉成像,多数医院也常规采用药物控制心率(如口服 β -受体阻滞剂),但常会引发疲劳感、头晕、肢端发冷、心动过缓、胃痛、恶心、呕吐等不良反应。本研究选择的病例均未施加常规药物控制心率,原因是64层螺旋CT扫描速度快,通过后处理也可以在心率较快患者中完成冠状动脉成像。对个别心率非常快且合并严重心律失常患者的冠状动脉成像是否一定需要服用药物,有待于进一步的研究。

参考文献:

- [1] 董智,朱杰敏,刘喆,等. 心率过快、心律不齐及起搏器置入患者的电子束CT冠状动脉成像[J]. 中华放射学杂志,2006,40(3):273-276.
- [2] Herzog C, Arning-Erb M, Zangos S, et al. Multi-Detector row CT coronary angiography: influence of reconstruction technique and heart rate on image quality[J]. Radiology, 2006,238(1):75-86.
- [3] Austen WG, Edwards JE, Frye RL, et al. A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease[J]. Circulation, 1975,51(4 Suppl):5-40.
- [4] 胡承恒,罗初凡,杜志民,等. 电子束CT与选择性冠状动脉造影的节段对比分析[J]. 中山大学学报:医学科学版,2005,26(4):452-455.
- [5] Schoepf UJ, Becker CR, Ohnesorge BM, et al. CT of coronary artery disease[J]. Radiology, 2004,232(1):7-17.
- [6] 毛定飏,张国桢,滑炎卿. 多层螺旋CT冠状动脉成像[M]. 北京:科学技术文献出版社,2005:55-61.
- [7] Leschka S, Alkadhi H, Plass A, et al. Accuracy of MSCT coronary angiography with 64-slice technology: first experience[J]. Eur Heart J, 2005,26(15):1482-1487.
- [8] 孙宏亮,肖喜刚,魏庆堂. 冠状动脉MSCT结合回顾性心电门控最佳容积重建相位的选择[J]. 临床放射学杂志,2005,24(12):1059-1062.
- [9] 王思云,杨有优,周旭辉,等. 64层螺旋CT对冠状动脉畸形的诊断价值[J]. 中山大学学报:医学科学版,2006,28(1):110-114.
- [10] 周旭辉,严超贵,谢红波,等. 回顾性心电门控结合心电编辑在64层螺旋CT冠状动脉成像中的应用[J]. 中华放射学杂志,2008,42(6):131-135.

(编辑 王晓鹰)