

论 著

256层CT对高心率患者单个心动周期冠状动脉成像的影像学研究

1. 河南大学第一附属医院心血管内科 (河南 开封 475000)

2. 河南省郑州市第一人民医院重症医学科 (河南 郑州 450004)

滕伟¹ 惠学志¹ 高建凯²
何兆辉¹ 王志谦¹ 张君毅¹

【摘要】目的 研究256层CT对高心率患者单个心动周期冠状动脉成像的影像学。**方法** 选取2014年1月至2017年12月我院心内科心率 ≥ 80 次/min疑似冠心病患者134例作为研究对象,根据扫描实时心率分为A、B、C组,A组患者心率80-89次/min 82例,B组患者心率90-99次/min 29例,C组 ≥ 100 次/min 23例。比较患者冠状动脉节段图像质量评价等级、冠状动脉节段标准(STD)和冠状动脉追踪冻结(SSF)质量评分以及容积CT剂量指数(CTDIvol)、剂量长度乘积(DLP)以及全身有效剂量(ED)。**结果** 134例患者中,A、B、C 3组冠状动脉阶段图像质量评价为优秀、良好、中等及差的比较差异无统计学意义($P > 0.05$),C组患者评价为良好的比例高于B组、A组,差异无统计学意义($P > 0.05$),A组评价为差的冠状动脉节段数较多,B组与C组评价为差的节段数较少,差异无统计学意义($P > 0.05$)。A、B、C 3组应用SSF重建图像质量等级明显提高,且可诊断血管节段数明显高于STD质量,差异具有统计学意义($P < 0.05$),SSF技术对患者血管支与节段数的可诊断率都明显高于STD技术,差异具有统计学意义($P < 0.05$),3组患者CTDIvol、DLP以及ED三项指标差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 256层CT对高心率患者单个心动周期冠状动脉成像可行性较高,且具有辐射剂量较低的特点,采用SSF技术能明显提高影像质量。

【关键词】 高心率;心动周期;冠状动脉成像;辐射剂量

【中图分类号】 R541.4; R445.3

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2019.05.022

通讯作者: 惠学志

Application of 256-row Detector CT for Coronary CT Angiography in Single Cardiac Cycle in Patients with High Heart Rate

TENG Wei, HUI Xue-zhi, GAO Jian-kai, et al., Department of Cardiovascular Medicine, The First Affiliated Hospital of Henan University, Kaifeng 475000, Henan Province, China

[Abstract] Objective To investigate the application of 256-row detector CT for coronary CT angiography in single cardiac cycle in patients with high heart rate. **Methods** In this study, 134 cases of suspected coronary artery disease with a heart rate of ≥ 80 beats/min treated in the cardiovascular department of our hospital from January 2014 to December 2017 were selected and divided into three groups according to the real-time heart rate showed by the scan, namely group A (80-89 beats/min, $n=82$), group B (90-99 beats/min, $n=29$) and group C (≥ 100 beats/min, $n=23$). Then the image quality grade and score of standard (STD) reconstruction and snap shoot freeze (SSF), CT volume dose index (CTDIvol), dose length product (DLP) and effective dose (ED) were compared between groups. **Results** The proportions of excellent, good, middle and poor imaging quality had no difference among three groups ($P > 0.05$). The proportion of good was highest in group C, and the proportion of poor was highest in group A, with no statistic difference ($P > 0.05$). The diagnosable segmental arteries of SSF were more than that of the STD ($P < 0.05$). The diagnosable branches and segments of SSF were also more than those of the STD ($P < 0.05$). No difference was found in the CTDIvol, DLP and ED between the 3 groups ($P > 0.05$). **Conclusion** The feasibility of 256-row detector CT for coronary CT angiography in single cardiac cycle in patients with high heart rate is relatively high, which is characterized by the low radiation dosage, and the image quality can be improved with the assistance of SSF.

[Key words] High Heart rate; Cardiac Cycle; Coronary CT Angiography; Radiation Dosage

冠心病是常见的中老年心血管疾病,严重威胁人类身体健康,随着人类生活习惯的改变,逐渐成为造成人类死亡的主要病因之一^[1-2]。既往研究中各冠状动脉的评估方法使我们对冠状动脉疾病有更深入的理解,随着多层CT的发展及应用,冠状动脉CT成像(Coronary CT angiography, CCTA)作为一种非侵袭性检查方法已广泛应用于临床冠心病检查^[3-5]。但CT辐射致癌风险一直是关注的焦点,尤其是心脏CT检查的辐射剂量明显大于其他部位CT检查的辐射剂量,且对高心率患者进行冠状动脉成像需要采集多个心动周期,曝光时间以及辐射剂量相应增加^[6-8]。现单个心动周期冠状动脉成像对低心率患者较多,而对高心率患者的研究较为缺乏,因此本次研究选取我院心内科心率 ≥ 80 次/min(次/min)疑似冠心病134例患者的临床资料进行回顾性研究分析,目的在于研究256层CT对高心率患者单个心动周期冠状动脉成像的影像学。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取我院心内科心率 ≥ 80 次/min(次/min)疑似冠心病134例患者作为研究对象。纳入标准:(1)冠心病诊断标准符合《临床冠心病诊断与治疗指南》^[9];(2)患者年龄 > 45 岁;(3)患者或患

者家属签署知情同意书。排除标准：(1)患者合并脑、肝、肾等其他系统疾病；(2)患者在CCTA检查期间或既往行冠状动脉血管重建术；(3)患者心律失常；(4)冠状动脉存在多处钙化患者；(5)入组前曾服用美托洛尔和硝酸甘油。根据扫描实时心率分为A、B、C组，A组患者心率80-89次/min 82例，男性患者40例，女性患者42例，平均年龄 (57.4 ± 9.1) 岁，BMI平均值为 $(26.1 \pm 4.1) \text{ kg/m}^2$ ；B组患者心率90-99次/min 29例，男性14例，女性15例，平均年龄 (57.5 ± 9.2) 岁，BMI平均值为 $(26.2 \pm 4.1) \text{ kg/m}^2$ ；C组 ≥ 100 次/min 23例，男性11例，女性12例，平均年龄 (57.3 ± 9.1) 岁，BMI平均值为 $(26.0 \pm 4.2) \text{ kg/m}^2$ ；三组患者年龄、性别以及BMI比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。本研究经我院医学伦理委员会审核并通过。

1.2 方法 所有患者均选用256层CT扫描仪(西门子炫速双源CT-SOMATOM Definition Flash)进行扫描。医务人员对患者进行屏气训练，并采用非离子型对比剂以4.5的流率经肘正中静脉注入60-70ml对比剂以及30ml生理盐水。采用对比剂示踪法在主动脉根部层面检测CT值，当参考感兴趣区(region of interest, ROI)内触发，告知患者触发后吸气后屏气。根据心脏纵向范围的不同选择不同大小选择140mm或160mm进行扫描大小，扫描范围从气管隆突下1cm至心脏隔面，患者心率在80-90次/min期间曝光窗为32%至61%R-R间期，心率在91-100次/min期间曝光窗为29%至72%R-R间期，心率在100次/min以上曝光窗为30%至80%R-R间期。所有病例均选用单个心动周期扫描数据进行图像后处理并重建，如第1次扫描

数据不够满意则选取第2个心动周期的数据进行重建。由2名专科医师以双盲法对所有患者冠状动脉成像进行评价。选择最佳重建时间及标准算法(standard, STD)处理重建，利用冠状动脉追踪冻结(snap-shot freeze, SSF)对原始数据进行重建，数据传送至工作站后应用SSF技术进行矫正，再进行重建和分析。

1.3 分析与评价 两位专科医师针对评判不一致重组图像质量图像评级应进行讨论并达成一致意见。评分标准^[10]为：1：图像质量优秀、冠脉无伪影且管壁显示清晰锐利；2：图像质量良好，冠脉轻度伪影；3：图像质量为中等，存在伪影且影响管壁显示；4：图像质量较差，存在明显伪影且无法评价血管情况；1、2、3级图像质量以上节段数为合格。评价18段冠状动脉树，其中段1至4相当右冠状动脉近段、中段、远段以及右侧优势型降支，段5相当左侧主干，段6-10相当前降支近段、中段、远段、第一对角支及第二对角支，段11与段13相当回旋支近段、中远段，段12、14相当第一、二钝缘支，段15相当左侧优势型降支，段16、18相当右侧优势型左室后支及左侧优势型左室后置，段17相当中间支，其中长度 $< 1 \text{ cm}$ 以及直径 $\leq 1.5 \text{ mm}$ 的血管段不评价。本次研究统计的辐射剂量为本次扫描CCTA扫描剂量，通过CT自动计算得到容积CT剂量指数(Volume CT dose index, CTDIvol)以及剂量长度乘积(Dose Length Product, DLP)以及全身有效剂量(effective dose, ED)。由计量长度乘积与转换系数K($k = 0.014 \text{ mSv} \cdot \text{mGy}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$)^[11]相乘进行估计有效剂量。

1.4 统计学方法 采用

SPSS22.0进行分析，计量资料用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，比较采用t检验；计数资料采用率(%)表示，比较采用 χ^2 检验；记 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者冠状动脉阶段图像质量等级评价比较 本研究134例患者中，A、B、C3组冠状动脉阶段图像质量评价为优秀、良好、中等及差的比较差异无统计学意义($P > 0.05$)，C组患者评价为良好的比例高于B组、A组，比较差异无统计学意义($P > 0.05$)，A组评价为差的冠状动脉节段数较多，B组与C组评价为差的节段数较少，差异无统计学意义($P > 0.05$)；见表1，患者段6、8、11以及段12出现伪影，见图1-4。

2.2 患者冠状动脉节段STD和SSF重建图像质量评价 A、B、C三组应用SSF重建图像质量等级明显提高，且可诊断血管节段数明显高于STD质量，差异具有统计学意义($P < 0.05$)，见表2。

2.3 患者冠状动脉节段STD和SSF图像质量诊断率比较 SSF技术对患者血管支与节段数的可诊断率都明显高于STD技术，差异具有统计学意义($P < 0.05$)，见表3。

2.4 患者辐射剂量比较 3组患者CTDIvol、DLP以及ED三项指标差异无统计学意义($P > 0.05$)，见表4。

3 讨论

心血管疾病是我国发病率较高的疾病之一，是威胁人类生命健康的重要疾病，及时发现、诊断以及对症治疗至关重要^[12-13]。心血管疾病的的治疗方法从内科治

表1 患者冠状动脉阶段图像质量等级评价比较[个(%)]

组别	例数	节段数	优秀	良好	中等	差
A组	82	879	674 (76.68)	144 (16.38)	49 (5.57)	12 (1.36)
B组	29	338	254 (75.15)	68 (20.12)	15 (4.44)	1 (0.30)
C组	23	247	169 (68.42)	56 (22.67)	20 (8.10)	1 (0.40)
χ^2	-	-	1.033	4.128	3.208	3.835
P	-	-	0.596	0.126	0.201	0.146

表2 患者冠状动脉节段STD和SSF重建图像质量评价[个(%)]

组别	重建方法	图质量像				Z值	P
		优秀	良好	中等	差		
A组	STD	287 (32.76)	365 (41.52)	146 (16.69)	82 (9.33)	567.495	<0.001
	SSF	773 (87.94)	76 (8.65)	27 (3.07)	3 (0.34)		
B组	STD	85 (25.15)	158 (46.75)	70 (20.71)	25 (7.40)	271.787	<0.001
	SSF	296 (87.57)	35 (10.36)	7 (2.07)	0 (0.00)		
C组	STD	65 (26.32)	107 (43.32)	42 (17.00)	33 (13.36)	205.652	<0.001
	SSF	221 (89.47)	16 (6.48)	8 (3.24)	1 (0.40)		

表3 患者冠状动脉节段STD和SSF图像质量诊断率比较[% (n/N)]

评估水平	STD	SSF	χ^2	P
受检者(例)	65.24 (89/134)	95.41 (127/134)	34.454	<0.001
血管支(支)	87.21 (261/296)	99.24 (289/296)	20.092	<0.001
节段数(段)	91.04 (1322/1464)	99.51 (1455/1464)	123.515	<0.001

表4 患者辐射剂量比较[M(P25%, P75%)]

组别	例数	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy/cm)	Ed (mSv)
A组	82	10.41 (6.14, 11.48)	145.94 (6.14, 11.48)	1.95 (1.31, 2.51)
B组	29	9.91 (4.51, 11.81)	141.71 (61.14, 181.64)	1.96 (0.91, 2.49)
C组	23	11.31 (6.69, 26.97)	171.21 (94.81, 281.29)	2.41 (1.29, 5.31)
H值	-	2.474	2.511	2.501
P值	-	0.294	2.314	0.311

疗到介入治疗不断发展,临床上常针对不同症状采用不同方法,因此确定病症尤为重要^[14-15]。在针对高心率患者检查时,现医疗技术下的CCTA应用仍受到高心率、心律不齐以及钙化和支架造成的伪影等一些因素制约,并辐射剂量较高易对患者造成不良影响,随着心脏CT在临床上不断普及及256层CT技术不断进步,256层CT冠状动脉成像在诊断冠状动脉疾病中具有重要作用,逐渐成为诊断冠心病的首选方法,256层CT能够简单、快速并且有效对患者进行诊断,解决了大部分高心率患者难以进行冠状动脉CT成像

的问题^[16-19]。

A组评价为差的冠状动脉节段数较多,因回旋支发育力较小,远端伪影较重,而B组与C组评价为差的节段数较少,可能是与病例较少有关,A、B、C3组冠状动脉阶段图像质量评价差异无统计学意义。Shu-Yun A O等^[20]研究表明,SSF技术是近期校准冠状动脉伪影的算法,利用同一心动周期相邻数据进行描绘和补偿冠状动脉运动,包括冠状动脉的运动轨道及速度,进一步确定冠状动脉在理想中准确位置并有效缩短重建时间窗。本次研究中,心率越高的患者应用SSF技术的越多,

256层CT对提高冠状动脉图像质量与诊断准确性缺乏研究,本次研究中评价1464个节段,其中1449个(98.98%)能够满足诊断图像质量要求,且本次研究应用SSF重建图像质量等级明显提高,且可诊断血管节段数明显高于STD质量;SSF技术对患者冠状动脉的可诊断率都明显高于STD技术,令SSF与STD进行对比,证实SSF能明显提高诊断图像治疗以及可诊断率。3组患者CTDIvol、DLP、ED以及患者年龄、BMI差异无统计学意义($P < 0.05$),冠状动脉患者检查成功的关键是需图像质量满足诊断需要和辐射剂量需较低,256层CT探测器宽度只需1个心动周期1次轴扫既可对整个心脏进行检查,缩短曝光时间,进而减少辐射剂量。本次研究对象中无高心率患者合并严重心律失常、冠状动脉严重钙化和狭窄的病例,无法对其进行评价应用情况,因此有待进一步研究。

综上所述,256层CT对高心率患者单个心动周期冠状动脉成像可行性较高,且具有辐射剂量较低的特点,采用SSF技术能明显提高影像质量以及检查成功率。收缩期是最佳重建期,今后临床医师可适当对高心率患者曝光窗进行缩窄,进而降低辐射率。

参考文献

- [1] 李远,解学乾,张皓,等.前瞻性心电门控单心动周期256排CT成像图像质量影响因素[J].中国介入影像与治疗学,2018,15(6):369-373.
- [2] Abbott T, Minto G, Lee A M, et al. Elevated preoperative heart rate is associated with cardiopulmonary and autonomic impairment in high-risk surgical patients[J]. British Journal of Anaesthesia, 2017, 119(1): 87-94.
- [3] S. Oda, K. Honda, A. Yoshimura, 等.

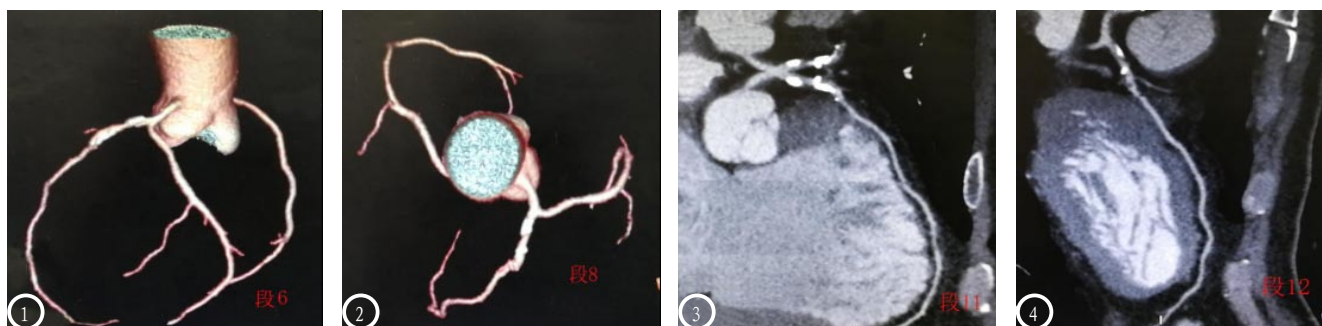


图1-4 58岁男性患者M, BMI指数为26.7kg/m², 心率为80-90次/min, 图1-4分别为患者段6、8、11以及段12出现伪影。

256层螺旋CT冠状动脉成像对心房颤动病人最佳影像重建时相及成像质量的评定[J]. 国际医学放射学杂志, 2016, 23(2): 39-40.

- [4] Zhang B, Pei C, Zhang Y, et al. High Resting Heart Rate and High BMI Predicted Severe Coronary Atherosclerosis Burden in Patients With Stable Angina Pectoris by SYNTAX Score[J]. Angiology, 2017, 69(5): 3319717715579.
- [5] 陶广宇, 方向明, 华妙强. 左心室容积变化特征与双源CT冠脉成像Flash spiral模式下启动扫描最佳R-R时相的临床研究[J]. 影像研究与医学应用, 2017, 1(7): 57-62
- [6] Chen I, Kor C T, Lin C H, et al. High-frequency power of heart rate variability can predict the outcome of thoracic surgical patients with acute respiratory distress syndrome on admission to the intensive care unit: a prospective, single-centric, case-controlled study[J]. BMC Anesthesiology, 2018, 18(1): 34.
- [7] 曹淑俊, 袁小东, 吴涛, 等. 延迟采集和连续采集以及心动周期对冠状静脉CT图像质量的影响[J]. 广东医学, 2017, 38(12): 1845-1848.
- [8] Cui Y, Huang M, Zheng J, et al. Assessments of Coronary Artery Visibility and Radiation Dose in Infants with Congenital Heart Disease on Cardiac 128-slice CT and on Cardiac 64-slice CT[J]. Pediatric Cardiology, 2016, 37(1): 135-143.
- [9] 颜红兵, 马长生, 霍勇. 临床冠心病诊断与治疗指南[M]. 人民卫生出版社, 2010, 75-84
- [10] 徐戡, 赵天佐. 冠心病影像学诊断研究进展[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2016, 14(5): 608-610.
- [11] 胡鹏志, 陈伟. CT检查技术规范化作手册[M]. 湖南科学技术出版社, 2015, 25-31
- [12] Wang L, Zhou Y. Comparison of 64-slice CT Coronary Imaging and Coronary Angiography in Diagnosis of Coronary Heart Disease[J]. Chinese & Foreign Medical Research, 2017, 17(5): 60-61.
- [13] 陈玉环, 李爱华, 贾永军, 等. 16cm宽体探测器CT单个心动周期冠状动脉成像在心律不齐患者中的应用-可行性研究[J]. 影像诊断与介入放射学, 2018, 27(1): 3.
- [14] Meng S J, Room CT. Application of 64-slice Spiral CT and DSA in the Diagnosis of Coronary Artery Disease[J]. China & Foreign Medical Treatment, 2016.
- [15] 张开忠. 心血管介入治疗冠心病的临床疗效[J]. 世界最新医学信息文摘, 2016, 16(68): 157-159.
- [16] Cao Y, Zhang Y X, Radiology D O, et al. Comparison of Multi-slice Spiral CT Imaging for Cardiac Coronary Arteries with Different Radiation Doses[J]. Computerized Tomography Theory & Applications, 2016. 16(67): 157-158.
- [17] 罗开选, 查云飞, 张亮, 等. 新型256层螺旋CT自由心率CCTA评价高心率冠状动脉狭窄患者诊断准确性[J]. 放射学实践, 2018, 32(6): 74-84.
- [18] 黄丙军. 256层螺旋CT前、后置电门控技术对冠脉成像质量及辐射剂量的影响[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15(6): 34-36.
- [19] 王毅安, 王从军, 赵杰. SSF技术在高心率和心率波动受检者CCTA中的应用价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2016, 14(24): 2974-2976.
- [20] Shu-Yun A O, Aodengqimuge, Wang H Y, et al. Clinical Analysis of 256-slice Spiral CT Coronary Artery Imaging of 120 Cases[J]. Journal of Inner Mongolia University for Nationalities, 2016, 32(6): 94-98.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2018-09-12