

正常和慢心率 CT 冠状动脉低剂量扫描对比研究

朱玉秀 卢霞 李 桢 王晓辉

摘要 目的 探索正常和慢心率患者 128 层螺旋 CT 冠状动脉低剂量扫描方案。**方法** 入选临床疑似冠脉疾病患者 300 例,按心率分为 60~75 次/分和 60 次/分以下两大组,分别采用回顾性心电门控和前瞻性心电门控扫描模式,其中每组再随机分为 3 小组(各 50 例),分别采用常规扫描技术(默认管电流)、CARE Dose4D 技术(实时动态调节技术)及低剂量技术进行扫描,记录各组图像质量评分和辐射剂量并比较分析。**结果** 回顾性心电门控常规组、4D 组及低剂量组的有效辐射剂量分别为 6.08 ± 0.91 、 5.69 ± 0.80 、 2.74 ± 0.51 mSv,前瞻性心电门控常规组、4D 组及低剂量组的有效辐射剂量分别为 1.63 ± 0.27 、 1.58 ± 0.23 、 0.82 ± 0.22 mSv。两常规组间、4D 组间及低剂量组间的有效辐射剂量差异有统计学意义($P < 0.01$)。**结论** 128 层螺旋 CT 冠状动脉检查应尽量降低患者心率,根据心率选择不同扫描方案,心率在 60~75 次/分者宜采用回顾性心电门控低剂量扫描方案,心率在 60 次/分以下者宜采用前瞻性心电门控低剂量扫描方案,以最大限度降低患者所接受的辐射剂量。

关键词 冠状动脉 辐射剂量 体层摄影术 X 线计算机

中图分类号 R541.4

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2015.11.036

Comparison Study between Normal and Slow Heart Rate CT Coronary Artery Low-dose Scanning. Zhu Yuxiu, Lu Xia, Li Zhen, et al. Medical Image Center, Beijing Aerospace General Hospital, Beijing 100076, China

Abstract Objective To explore the low doses coronary scanning methods with the different heart rates on 128 slices spiral CT. **Methods** The study enrolled 300 patients suspected with coronary disease. All cases were divided into two groups according to the heart rate 60-75 times/min or less than 60 times/min, retrospectively ECG-gated technique or prospectively ECG-gated technique. Each group was randomly subdivided into three groups, the normal group(the default tube current), CARE Dose4D group and low-does technique group. The image quality and radiation dose were compared. **Results** In the retrospective group, the ED of normal group, 4D group and low-does group was 6.08 ± 0.91 , 5.69 ± 0.80 , 2.74 ± 0.51 mSv. In the prospective group, the ED of normal group, 4D group and low-does group was 1.63 ± 0.27 , 1.58 ± 0.23 , 0.82 ± 0.22 mSv, respectively. The ED had significant differences among the normal group, 4D group and low-does group ($P < 0.01$). **Conclusion** For 128 slice spiral CT coronary angiography examination, the heart rate of patients should be reduced, and different scanning methods are chosen according to heart rate. If the heart rates is less than 60 times/min, the low does and prospectively ECG-gated technique is selected; if the heart rate is 60-75 times/min, the low doses and retrospectively ECG-gated technique is selected in order to minimize radiation dose received by the patients.

Key words Coronary artery; Radiation dose; Tomography; X-ray computed

CT 冠状动脉成像(CCTA)是目前临床上诊断冠状动脉病变技术最成熟应用最广泛的无创检查方法,其诊断冠脉病变的准确性、安全性已被临床医师普遍认可^[1,2]。然而,CT 扫描过程中辐射剂量对人体可能造成的危害也是临床医生和患者主要关注的问题,如何在保证图像质量的前提下有效地降低辐射剂量成为近年来国内外研究的热点^[3-5]。本研究在保证图像质量和诊断的前提下,通过对比患者心率,分为 60~75 次/分和 60 次/分以下两组,探讨合适的低剂量扫描方案,尽可能降低患者所接受的辐射剂量。

资料与方法

1. 病例选择:选择 2013 年 9 月~2014 年 9 月临床疑似冠状动脉疾病者 300 例,查前口服倍他乐克控制心率。入选标准为:①均为标准体质量(BMI $18 \sim 25$ kg/m²);②心率控制在 75 次/min 以下,律齐。排除标准:屏气不佳、严重心肾功能不良、碘造影剂过敏、有冠状动脉搭桥者。按心率的不同分为 60~75 次/分和 60 次/分以下两组(各 150 例),分别采用回顾性心电门控和前瞻性心电门控扫描模式,其中每组再随机分为 3 小组(各 50 例),分别采用常规扫描技术、CARE Dose4D 技术(4D 技术)及低剂量技术进行扫描。入选者男性 137 例,女性 163 例,患者年龄 31~82 岁,平均年龄 61.0 ± 10.9 岁,扫描时患者的心率为 41~75 次/分,平均心率 59.5 ± 7.1 次/分。

2. 扫描方案:采用 SOMATOM Definition AS + 128 层螺旋

作者单位:100076 北京航天总医院

通讯作者:朱玉秀,电子邮箱:13681584989@qq.com

CT机,各组具体扫描参数见表1。使用双筒高压注射器经右侧肘前静脉注射对比剂碘海醇(350mgI/ml)50~80ml,流速3.5~5ml/s,再以同样的流速注射生理盐水30~40ml,常规采

用对比剂追踪自动触发技术,监测点位于升主动脉,触发阈值为100Hu。扫描范围从气管分叉下1cm至心脏膈面。将图像传入西门子工作站进行图像后处理(CPR、MIP和VR)。

表1 回顾性心电门控和前瞻性心电门控扫描参数

扫描参数	回顾性心电门控			前瞻性心电门控		
	常规扫描	4D扫描	低剂量扫描	常规扫描	4D扫描	低剂量扫描
管电压(kV)	100	100	80	100	100	80
管电流(mAs)	161	60~280	60~280	161	60~280	60~280
心率(次/分)		60~75			60以下	
扫描方式		螺旋扫描			轴位扫描	
螺距		0.24				
准直宽度(mm)		128×0.6			128×0.6	
重建间隔(mm)		0.6			0.7	
扫描层厚(mm)		0.75			0.75	
机架旋转速度(s/360°)		0.3			0.3	
重建真相(%)		30~80			70	

常规扫描为默认管电流,4D扫描及低剂量扫描采用自动毫安秒

3. 图像质量评价:采用美国心脏协会冠状动脉15段分段标准,评价直径1.5mm以上的冠状动脉段。有两名有经验的副主任医师独立分析图像并进行质量评分,然后针对不一致的评判进行第2次共同阅片,达成一致意见。采用1~5级质量评分法:5分:无运动伪影,血管边缘清晰;4分:有少量伪影,血管略模糊;3分:较多运动伪影,但不影响管腔情况的评价;2分:运动伪影严重,影响管腔情况的评价;1分:有明显运动伪影,管腔情况无法评价,3分以上图像为优良,2分以下图像质量差,不足以诊断。以患者为单位的评价,当该患者所有直径1.5mm以上冠状动脉段评分均在3分及以上,图像质量可为可诊断,对于有冠脉严重钙化的血管段不予评价。

4. 辐射剂量评估:通过CT计算机自动生成的CT剂量指数(CTDI)乘以剂量长度(DLP),计算出相应的有效辐射剂量(ED)。计算公式:ED=CTDI×L×W,其中W为转换因子,L为扫描长度(cm),单位为mSv。目前沿用欧洲对CT质量标准指导性文件规定的胸部权重因子W=0.017。

5. 统计学方法:按不同扫描技术将数据分组,应用SPSS 17.0统计学分析软件进行分析及统计,计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)的形式表示,采用Kappa检验比较两位评价者评分的一致性,两组资料比较采用成组t检验,以P<0.05为差异有统计学意义。

结 果

1. 不同扫描方案患者接受辐射剂量:前瞻性心电门控组及回顾性心电门控组的ED及比较,详见表2。两常规组间、4D组间及低剂量组间的有效辐射剂量差异有统计学意义(P<0.01)。

2. 不同扫描方案的图像质量分析:300例受检者共显示3799个冠状动脉节段(解剖变异未显示、管腔

表2 两组患者不同扫描方案的ED比较(mSv)

组别	常规扫描	4D扫描	低剂量扫描
前瞻性心电门控组	1.63±0.27	1.58±0.23	0.82±0.22
回顾性心电门控组	6.08±0.91	5.69±0.80	2.74±0.51
t	34.654	32.983	24.675
P	<0.01	<0.01	<0.01

<1.5mm、支架段及严重钙化段等除外),3分以上者3753段,达到诊断要求者98.8%,其中回顾常规组、4D组和低剂量组可诊断率分别为99.2%、98.5%、98.1%(图1A和B2),前瞻常规组、4D组和低剂量组可诊断率分别为99.1%、99.1%、98.6%(图1C和D)。两名观察者评分的一致性较好(Kappa=0.81),两常规组间、4D组间及低剂量组间图像质量评分差异无统计学意义(P=0.95~0.99),详见表3。

表3 前瞻性心电门控组与回顾性心电门控组图像质量评分

图像评分	前瞻性心电门控组(段)			回顾性心电门控组(段)		
	常规组	4D组	低剂量组	常规组	4D组	低剂量组
5分	465	456	418	465	475	450
4分	111	102	90	89	83	98
3分	71	68	103	51	68	91
2分	4	7	8	5	4	7
1分	1	2	4	1	2	2
图像诊断率	99.2%	98.5%	98.1%	99.1%	99.1%	98.6%

两常规组间、4D组间及低剂量组间的图像质量评分差异无统计学意义(P=0.95~0.99)

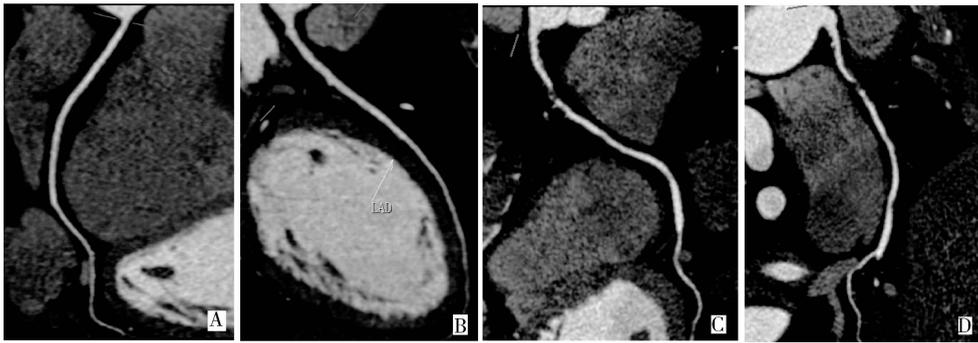


图 1 不同扫描方案的图像质量分析

A、B. 女性, 41 岁, BMI 为 25.0kg/m², 心率为 65 ~ 68 次/分, 采用回顾性心电门控低剂量扫描, 80kV, 122 ~ 280mAs, ED 为 2.72mSv;
C、D. 男性, 62 岁, BMI 为 24.5kg/m², 心率为 53 ~ 58 次/分, 采用前瞻性心电门控低剂量扫描, 80kV, 154 ~ 280mAs, ED 为 0.73mSv

讨 论

随着 CCTA 技术在临床冠脉疾病中的广泛应用, 辐射剂量问题逐渐受到关注, 低剂量 CCTA 成为目前的研究热点, 因此采用合理的扫描方案降低辐射剂量具有重要意义^[3-5]。目前, 冠脉 CT 扫描模式包括回顾性心电门控扫描和前瞻性心电门控扫描, 对心律不齐和(或)心率快的患者, 建议使用回顾性心电门控扫描, 心律平稳且心率小于 60 次/分时使用前瞻性心电门控扫描^[4-8]。

回顾性心电门控扫描主要缺点是辐射剂量过高, 但对于心率超过 60 次/分者, 针对 128 层螺旋 CT 只能采用回顾性心电门控扫描。CCTA 检查多采用 120kV 管电压扫描技术, 能否在有限条件下进行 100kV 或更低电压扫描, 一直是 CT 研究的热点和难点, 许多研究也试图降低 CT 辐射剂量, 如 Leschka 等^[9]采用 100kV 扫描, 受检者 BMI 均为 18.5 ~ 25kg/m², 结果表明, 在保证图像质量和诊断前提下, 将辐射剂量从 8.9mSv 减少为 4.4mSv。国际心血管 CT 指导委员会也建议, 对于 BMI < 30kg/m² 的患者行冠状动脉 CTA 检查时, 要尽可能优先选择 100kV 管电压^[10]。本研究对心率超过 60 次/分的标准体质量患者, 采用 100kV 并常规技术及 CARE Dose4D 技术两种方法进行对比, 研究表明两种方法诊断率均达 98% 以上。

近年来, 前瞻性心电门控扫描应用越来越多, 该技术的主要优势是可以显著降低辐射剂量^[11,12]。本研究利用 128 层螺旋 CT, 对标准体质量者采用 100kV 并常规和 4D 技术扫描, 研究显示前瞻性心电门控轴位扫描较回顾性心电门控螺旋扫描辐射剂量明显降低, 两组图像质量评分差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。前瞻性心电门控扫描既能降低辐射剂量, 同

时也能保证图像质量, 图像诊断率达 98% 以上, 但该技术仅适用于心率 < 60 次/分的低、稳心率患者。

100kV 管电压是否就是 CCTA 的最优化扫描方案, 还有待进一步研究。降低管电压可显著降低患者接受的辐射剂量^[8]。Szucs - Farkas 等^[13]的研究首次报道了超低剂量 CCTA 的可行性, 11 例体质量低于 60kg 的检查者应用 80kV 的 CCTA 检查, 总体的图像质量评分均为优良, 其有效辐射剂量仅 2mSv。但由于他仅证明 80kV 管电压 CT 扫描的可行性, 且该方法评价指标单一。国内多项研究表明 80kV 降低辐射剂量的可行性, 但是否能在临床中推广还需要大样本临床研究^[14,15]。本研究利用临床优势将标准体质量患者按心率的不同分为 60 ~ 75 次/分和 60 次/分以下两个组, 分别采用回顾性低剂量和前瞻性低剂量扫描模式, 即 80kV 联合 CARE Dose4D 技术, 前瞻低剂量组与回顾低剂量组的有效辐射剂量比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.01$), 而图像质量评分差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 诊断率达 98% 以上。

本研究针对正常和慢心率患者找到相应的低剂量扫描方案, 有效地降低了患者所接受的辐射剂量。对于 128 层螺旋 CT, 心率在 60 ~ 75 次/分的患者, 宜采用回顾性心电门控低剂量扫描方案; 心率在 60 次/分以下者, 宜采用前瞻性心电门控低剂量扫描方案。在保证图像质量和诊断的前提下, 前瞻性心电门控扫描的辐射剂量明显低于回顾性心电门控扫描的辐射剂量, 所以检查前临床应尽量降低患者心率, 检查时心率在 60 次/分以下者, 应尽量采用前瞻性低剂量扫描技术, 把辐射剂量降到最低, 从而达到预防和减少患者所受辐射的危害性。

参考文献

1 Sun Z, Almutairi AMD. Diagnostic accuracy of 64 multislice CT angi-

ography in the assessment of coronary in-stent restenosis: a meta-analysis[J]. *European Journal of Radiology*, 2010, 73(2): 266-273

2 Steen H, André F, Korosoglou G, *et al.* In vitro evaluation of 56 coronary artery stents by 256-slice multi-detector coronary CT[J]. *European Journal of Radiology*, 2011, 80(1): 143-150

3 Xu L, Zhang Z. Coronary CT angiography with low radiation dose [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2010, 26: 17-25

4 Yerramasu A, Venuraju S. Radiation dose of CT coronary angiography in clinical practice: objective evaluation of strategies for dose optimization[J]. *Eur J Radiol*, 2012, 81(7): 1555-1561

5 Van der Bijl N, Joemai RM, Mertens BJ, *et al.* Effect of dose reduction on image quality and diagnostic performance in coronary computed tomography angiography [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2013, 29(2): 453-461

6 Petersilka M, Bruder H, Krauss B, *et al.* Technical principles of dual source CT[J]. *Eur J Radiol*, 2008, 68(3): 362-368

7 Halliburton SS, Abbara S, Chen MY, *et al.* SCCT guidelines on radiation dose and dose optimization strategies in cardiovascular CT[J]. *Cardiovasc Comput Tomography*, 2011, 5(4): 198-224

8 张帆, 杨立. 解读心血管 CT 学会“心血管 CT 辐射剂量与剂量优化策略指南”[J]. *中国医学影像技术杂志*, 2012, 28(8): 1608-1611

9 Leschka S, Stolzmann P, Schmid FT, *et al.* Low kilovoltage cardiac dual-source CT: attenuation, noise, (80 kV and real time dynamic exposure dose control technology) dose [J]. *European Radiology*, 2008, 18(9): 1809-1817

10 Abbara S, Arbab-Zadeh A, Callister TQ, *et al.* SCCT guidelines for performance of coronary computed tomography angiography: A report of the society of cardiovascular computed tomography guidelines committee[J]. *JCCT*, 2009, 3(3): 190-204

11 Klass O, Jeltsch M, Feuerlein S, *et al.* Prospectively gated axial CT coronary angiography: preliminary experiences with a novel low-dose technique[J]. *Eur Radiol*, 2009, 19: 829-836

12 Stolzmann P, Leschka S, Scheffel H, *et al.* Dual-source CT in step-and-shoot mode: noninvasive coronary angiography with low radiation dose[J]. *Radiology*, 2008, 249: 71-80

13 Szucs-Farkas Z, Kurmann L, Strautz T, *et al.* Patient exposure and image quality of low-dose pulmonary computed tomography angiography: comparison of 100 and 80 kV protocols[J]. *Investigative Radiology*, 2008, 43(12): 871-876

14 谭四平, 沈比先, 陈丽兴, 等. 应用 80kVp 低管电压前瞻性冠状动脉 CTA 探讨[J]. *放射学实践杂志*, 2014, 3(3): 300-303

15 张俊, 柯波, 谢晓杰, 等. 80kV 管电压在双源 CT 冠状动脉成像中的应用[J]. *临床放射学杂志*, 2013, 32(3): 414-417

(收稿日期: 2015-03-18)

(修回日期: 2015-03-27)

彩色脉搏波新技术评价 2 型糖尿病患者早期颈动脉功能变化的初步研究

滕 飞 吴长君 郑 浩 杨晓曦 刘春波

摘要 **目的** 应用彩色脉搏波技术 (ultrafast pulse wave velocity, UFPWV) 定量评价 2 型糖尿病 (type 2 diabetes mellitus, T2DM) 患者早期颈动脉功能的变化。**方法** 对 55 例 2 型糖尿病患者及 55 例健康对照者行颈动脉内中膜厚度 (intima-medium thickness, IMT) 测量及彩色脉搏波技术检测, 采集脉搏波速度 (pulse wave velocity, PWV), 包括收缩期开始时 PWV (beginning of the systole, BS) 和收缩期末时 PWV (ending of the systole, ES), 分析各参数在两组间的差异性及 BS、ES 与 IMT、年龄的相关性。**结果** 2 型糖尿病组 IMT、BS、ES 值均大于健康对照组, 差异有统计学意义 ($P = 0.000$)。BS、ES 与 IMT 呈正相关 (r 分别为 0.399、0.396), 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。BS、ES 与年龄呈正相关 (r 分别为 0.357、0.604), 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。**结论** 彩色脉搏波技术可快速采集、自动测量颈动脉 PWV 值, 评估颈动脉管壁弹性功能改变。2 型糖尿病患者颈动脉在结构改变之前已出现弹性功能改变, 该技术可较早发现这一变化。

关键词 彩色脉搏波技术 脉搏波传导速度 2 型糖尿病 颈动脉功能

中图分类号 R4 **文献标识码** A **DOI** 10.11969/j.issn.1673-548X.2015.11.037

Preliminary Study of UFPWV Evaluation of Early Carotid Artery Function Changes in Type 2 Diabetes Mellitus. Teng Fei, Wu Changjun, Zheng Hao, *et al.* Department of Ultrasound, The First Affiliated Hospital, Harbin Medical University, Heilongjiang 150086, China

Abstract Objective To quantitatively assess the carotid artery function changes by using UFPWV in type 2 diabetes mellitus. **Methods** The measurement of intima-medium thickness (IMT) and UFPWV of carotid artery were performed in 55 patients with type 2