

前瞻性心电门控技术在 256 层 CT 冠状动脉成像中的应用

曹希明, 黄美萍, 郑君惠, 巫梓斌, 温孟皇

【摘要】 目的:比较前瞻性心电门控(前门控)与回顾性心电门控(后门控)螺旋 CT 冠状动脉成像的图像质量及辐射量,探讨前门控 CTA 对冠心病的临床应用价值。方法:分析接受前瞻性心电门控冠状动脉检查的 109 例患者及接受回顾性心电门控冠状动脉检查的 99 例患者的影像学资料,对其图像质量及辐射量进行评价。结果:前门控与后门控两组图像质量评分分别为 4.97 ± 4.78 和 4.36 ± 0.69 , 两组间比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 前门控与后门控两组有效辐射量分别为 (3.13 ± 0.57) mSv 和 (10.21 ± 2.43) mSv, 两组间比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。结论:在一定的心率 (< 75 次/分) 范围内, 256 层螺旋 CT 前门控冠状动脉成像的图像诊断质量与后门控具有一致性, 且前门控明显降低了辐射量。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 冠状动脉疾病; 辐射量

【中图分类号】 R543.3; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2012)06-0629-03

The application of prospective electrocardiography-triggered 256-slice computed tomography in coronary artery imaging: image quality and radiation dose CAO Xi-ming, HUANG Mei-ping, ZHENG Jun-hui, et al. Department of Radiology, Guangdong Academy of Medical Sciences, Guangdong General Hospital, Guangzhou 510080, P. R. China

【Abstract】 **Objective:** To compare image quality and radiation dose between prospective electrocardiography (ECG)-triggered and retrospective ECG-gated coronary computed tomographic angiography (CCTA) by using 256-slice computed tomography (MSCT). **Methods:** 109 cases were scanned by using prospective ECG-triggered CCTA and 99 cases were scanned by using retrospective ECG-gated CCTA with 256-slice MDCT. Image quality and the radiation dose were compared in these two groups. **Results:** Image quality scores in prospective and retrospective ECG-gated groups were 4.97 ± 0.78 and 4.36 ± 0.69 , respectively. There were no significant differences in image quality between two groups ($P > 0.05$). The effective doses were (3.13 ± 0.57) mSv and (10.21 ± 2.43) mSv in these two groups ($P < 0.05$). **Conclusion:** Prospective ECG-triggered CCTA can obtain equivalent image quality in comparison with retrospective ECG gated CCTA, however, the effective radiation dose are reduced remarkably.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Coronary disease; Dose, radiation

随着 256 层、320 层多层螺旋 CT 以及双源 CT 应用于临床,明显提高 CT 冠状动脉成像的图像质量和成功率,越来越多的临床医师采用这种无创性方法进行冠状动脉疾病的筛查,在疾病早期诊断方面具有重要意义,逐渐成为疑似冠状动脉疾病在影像学方面的首选检查方法^[1]。然而此项检查带给受检者的辐射量也越来越引起人们的关注,其对人体潜在危害的隐忧及实行辐射量管理的迫切需求日益明显^[2-4]。

本研究的研究目的在于对比飞利浦 256 层多层螺旋 CT 前、后门控两种冠状动脉扫描技术采集获得的图像质量及有效辐射量,探讨前瞻性门控技术是否能在保证图像质量的前提下降低辐射量。

材料与方法

1. 一般资料

分析接受前瞻性心电门控冠状动脉检查的患者 109 例及接受回顾性心电门控冠状动脉检查的患者 99

例的影像学资料。病例纳入标准:临床疑诊为冠状动脉疾病预接受冠状动脉 CTA 检查患者,所有患者均无严重的心律不齐或肝肾功能不全,无 CTA 检查禁忌症。心率 < 75 次/分,检查前均未服用降低心率的药物。

病例排除研究:肥胖患者 ($BMI > 30 \text{ kg/m}^2$), 冠状动脉支架置入或搭桥患者。随机分为两组,其中前门控组:男 60 例,女 49 例,年龄 (62.08 ± 10.45) 岁,体重 (63.00 ± 7.24) kg,身高 (163.16 ± 7.24) cm。后门控组:男 58 例,女 41 例,年龄 (60.67 ± 12.00) 岁,体重 (65.16 ± 11.12) kg,身高 (163.57 ± 7.97) cm。

2. 扫描方法

患者仰卧于扫描床上行胸部正、侧位定位像扫描,覆盖整个胸廓心脏区域。训练好受检者呼吸,上好心电门控。由于前门控的 FOV 限制,摆位时让受检者稍向右侧偏移,以避免心尖范围被遗漏。监测层面设定在气管分叉下 1 cm 层面,兴趣区选择在降主动脉内,触发阈值为 150 HU。静脉注射非离子型对比剂碘必乐或优维显,碘浓度为 370 mg I/ml,对比剂注射流率为 5~6 ml/s,总量为 70~90 ml;对比剂注射后以生理盐水 30 ml 冲管,注射流率为 5~6 ml/s。使用

作者单位:510080 广州,广东省医学科学院/广东省人民医院放射科

作者简介:曹希明(1983-),男,山西朔州人,技师,主要从事 CT 技术工作。

通讯作者:郑君惠, E-mail:13610228212@163.com

Blous-Tracking 技术启动扫描,达到阈值后延迟 5 s 开始扫描,扫描范围为心底至心尖部。扫描参数中相同之处包括探测器宽度 128 mm×0.625 mm,球管旋转速度 0.27 r/s,重建层厚 0.9 mm,重建层间距 0.45 mm,电压 120/140 kV。不同之处中后门控中螺距 0.18,800~1200 mAs,前门控中 120~300 mAs。电压和毫安秒根据患者 BMI 分别进行设置。

3. 图像质量分析

图像后处理:将所有采集数据传输至后处理工作站进行图像后处理,图像后处理包括容积再现(volume rendering, VR)、最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)、曲面重组(curved planar reconstruction, CPR)、多平面重组(multiplanar reconstruction, MPR)等。

图像质量评分:采用美国心脏病协会冠状动脉改良分段方法,由 1 名主任医师和 1 名主治医师以双盲法对冠状动脉树的 13 个主要节段进行评价。冠状动脉图像质量采用 1~5 级评分法:分别为 5 分(无运动伪影,无明显噪声)、4 分(有轻度运动伪影和噪声)、3 分(较多运动伪影或噪声较大,但不影响管腔评价)、2 分(运动伪影严重或噪声大,影响管腔评价)、1 分(严重钙化或明显运动伪影,管腔无法评价)。

测定图像噪声及 CT 值:选取左冠状动脉窦水平层面,选择相同面积的感兴趣区 ROI,面积约为 20 mm²,在两组图像的轴面图像上测量其中心 CT 值标准差 SD 及 CT 值,每个病例测量 3 次,取其平均值。

4. 患者所接受辐射量分析

记录扫描产生的平均容积 CT 辐射量指数[CT dose index vol/m,CTDIvol(mGy)]和辐射量长度乘积[dose length product,DLP(mGy/cm)],根据 ED=DLP×C 公式,换算成有效辐射量[effective dose,ED(mSv)]。其中 C 为换算因子,文中采用欧洲质量标准提出的胸部平均值 0.014^[5]。

5. 统计学分析

采用 SPSS 13.0 软件对测量结果进行分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

前门控和后门控组冠状动脉图像质量评分(表 1)均值分别为 4.97±4.78 和 4.36±0.69,两组间经 t 检验差异无统计学意义($P > 0.05$);两组图像质量均能满足诊断要求(图 1~2)。前门控组和后门控组 ED 均值(3.13±0.57)mSv 和(10.21±2.43)mSv,两组间经 t 检验差异有统计学意义($P < 0.05$)。前门控和后门控组两组基本资料,经 t 检验差异无统计学意义($P > 0.05$,表 2、3)。

表 1 前后门控组的图像质量比较

组别	前门控组	后门控组	t^*	P 值
评分	4.97±4.78	4.36±0.69	1.256	0.211
CT(HU)	471.70±79.99	447.16±277.35	0.884	0.378
SD	25.82±5.57	24.97±2.92	3.709	2.458

表 2 前后门控组的辐射量比较

辐射量	前门控	后门控	t^*	P 值
DLP(mGy/cm)	223.86±40.62	728.51±174.46	-29.098	<0.001
CTDIvol(mGy)	17.26±2.38	57.13±14.25	-27.497	<0.001
ED(mSv)	3.13±0.57	10.21±2.43	-28.254	<0.001

表 3 前后门控组一般资料的比较

指标	前门控	后门控	t 值	P 值
心率(次/分)	64.04±5.06	64.75±5.96	-0.873	0.384
年龄(岁)	62.08±10.45	60.67±12.00	0.909	0.364
身高(cm)	163.16±7.24	163.57±7.97	-0.389	0.698
体重(kg)	63.00±7.24	65.16±11.12	-1.490	0.138

讨 论

冠状动脉 CT 检查已经成为一种可靠且准确的检查手段,能够可靠地筛查出高风险患者冠状动脉狭窄的存在^[5-6]。随着 MDCT 冠状动脉的广泛应用,人们逐渐关注到较大的辐射量对人体的损害。目前控制放射剂量的主要技术手段包括自动毫安调制、自动毫安设置、可变速扫描和期相选择性曝光技术、智能滤过技术及前门控方式扫描等^[7],其中尤以前门控扫描方式令人关注。

前瞻性门控技术采用的是轴扫和点射技术,通过心电图信号触发选择性地控制 X 线管的曝光,其优点是降低了辐射量,因为 X 线曝光仅发生在所选择的的心脏时相某个点,而不是全心动周期,本研究为 75% R-R 间期;前门控采集需要在几个心动周期内进行 2~3 次曝光,每次扫描之间有少许重叠有利于减少伪影和校正边缘。当检测到心律不齐的不规律的 R 波时,检查床停留在原来位置,不进行数据采集,下一个 R 波规律后,床继续移动到相应位置,采集重新开始;由于检查床没有移动,心律不齐前后心动周期之间无数据窄隙,图像连续性不受影响^[8]。

回顾性心电门控技术采用螺旋连续扫描同步记录患者心电信号,患者一次屏气完成整个心脏容积的数据采集,然后根据心电信号选择 R-R 间期特定时相的扫描数据重组出相应的图像。其优点是图像重建灵活,可任意时相重建,保证处在不同运动时相的冠状动脉节段都能得到最佳显示。其缺点是螺旋连续扫描,在整个扫描期间都有 X 线产生,但重建往往只选择某些时相的扫描数据,其余时相的数据并没有利用,却接受了辐射剂量。

文献报道 64 层 CT 冠状动脉检查中,前门控应用于心律比较稳定、心率 60 次/分以下,体重 <110kg 的

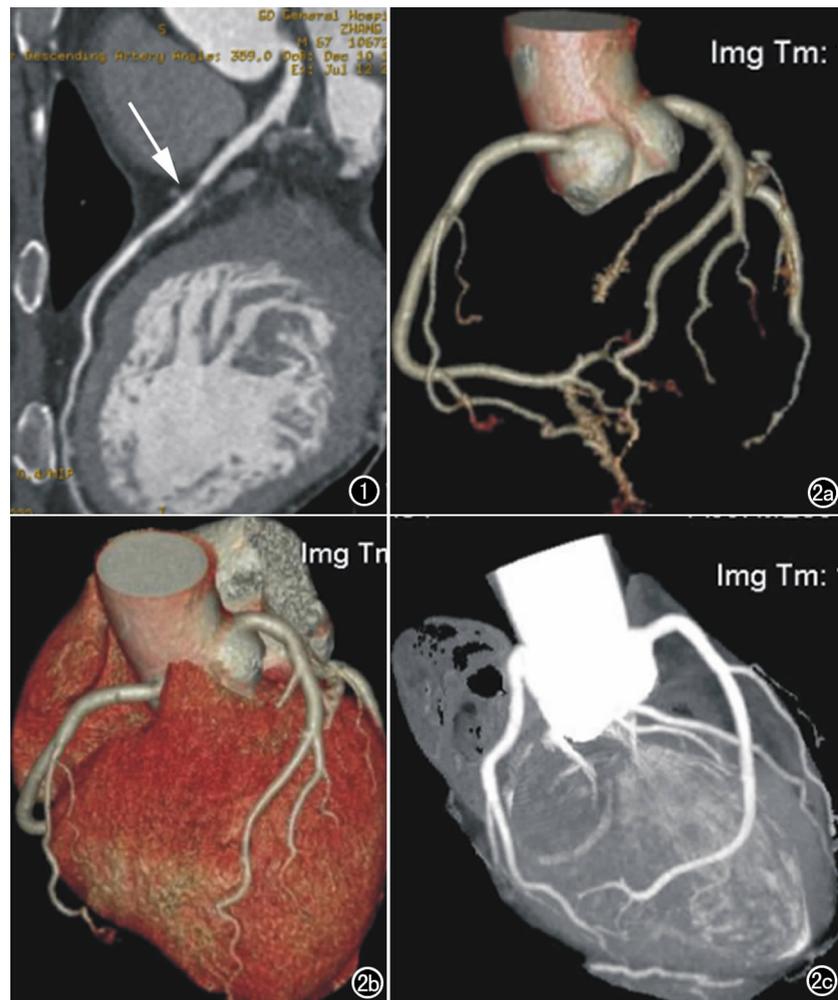


图1 患者,男,67岁。心率66次/分,体重指数(BMI)23.1kg/m²。采用回顾性心电门控扫描,CPR清晰显示冠状动脉狭窄处(箭)。图像质量评分5分,有效辐射量11.63mSV。图2 患者,女,58岁。心率68次/分,体重指数(BMI)22.6kg/m²。a)采用前瞻性心电门控扫描,清晰显示冠状动脉各级分支,图像质量评分5分,有效辐射量2.35mSV; b)VR; c)MIP。

患者,绝大部分使用了 β 受体阻滞剂,平均心率降到了58次/分,明显低于前期的冠状动脉CT成像的报道, β 受体阻滞剂的用量较大。而这些均受制于64层CT的转速(0.33s)的影响,而256层CT已经可以做到旋转一圈只需0.27s的时间,充分利用128 \times 0.625mm宽体探测器的优势,一般只需要2~3次移床即可覆盖整个心脏,对于心率的要求也没有64层CT高。本研究中使用前门控的病例其适用心率范围已经较文献报道的60次/分有所提高,在心率<75次/分,无严重心律不齐的情况下,在75%的时相采集数据,经重建后的图像均能满足诊断要求。而对于心率>75次/分,使用前门控技术扫描时,在45%的时相采集数据,若无严重心律不齐,经重建后的图像亦能满足诊断要求。因此,应用前门控技术扫描时,预先设定的采集时相尤为重要。我们经验总结为心率<75次/分,在75%的时相采集数据;心率>75次/分,在45%的时相采集数

据,并且均留有宽容度的心脏采集。同时,与后门控技术相比较,在低心率的条件下图像质量上的差异无统计学意义,但患者所接受的辐射剂量却降低了70%。

针对很多患者心率较高的情况,为了达到既能满足诊断要求而不至漏诊误诊,且降低患者所接受的辐射剂量的目标,经本科室同心内外科商讨,对于予接受冠状动脉CT检查的患者,当心率<75次/分,无严重心律不齐时行前门控技术扫描;当心率>75次/分,检查前舌下含服倍他乐克,服药30min后若心率<75次/分,则行前门控扫描,若心率仍然>75次/分,则行后门控技术扫描。服用倍他乐克的禁忌证有II~III度房室传导阻滞、失代偿性心功能不全、心源性休克、显著心动过缓病史及哮喘等。倍他乐克当天最大含服量为100mg。

本研究的不足之处在于所纳入研究病例心率仍然偏低(<75次/分),对于高心率(>75次/分)病例未行探讨,同时入选病例是随机分为两组进行前门控和后门控来扫描,不是前瞻性分组,这点限制了本研究的价值。另外图像质量评估采用主观评价方式,可能存在偏差。在以后的研究中拟逐步完善此方面的缺陷。

参考文献:

- [1] 刘建新,刘剑,窦砚彬,等.64排螺旋CT冠状动脉成像的前瞻性与回顾性心电门控技术的图像质量及辐射剂量的比较研究[J].中华放射医学与防护杂志,2009,29(3):320-323.
- [2] Haaga JB. Radiation dose management: weighing risk versus benefit[J]. AJR, 2001, 177(4): 289-291.
- [3] Slovis TL. CT and computed radiography: the pictures are great, but is the radiation dose greater than required[J]. AJR, 2002, 179(2): 39-41.
- [4] Rogers LF. Dose reduction in CT: how low can we go[J]. AJR, 2002, 179(2): 299.
- [5] Menzel HG, Schibila H, Teunen D. Guideline on radiation dose on the patient[J]. European guidelines for quality criteria for computed tomography, 2006, 11(3): 1305-1310.
- [6] Flohr TG, Schoepf UJ, Kuettner A, et al. Advances in cardiac imaging with 16-section CT systems[J]. Acad Radiol, 2003, 10(4): 386-401.
- [7] 姚金龙,姚慧,刘斌,等.64排螺旋CT前置与后置心电门控冠状动脉成像比较[J].中国介入影像与治疗学,2009,6(5):417-420.
- [8] 袁旭春,邱翔,王贤主,等.64层CT冠状动脉成像的前瞻性与回顾性心电门控比较[J].中华心血管病杂志,2008,3(11):985-988.

(收稿日期:2011-08-15 修回日期:2012-01-03)