

· 论 著 ·

# 综合评价法对 256 层 CT 前瞻性 with 回顾性心电门控冠状动脉成像质量的对比研究

梁永刚, 付丽媛, 陈自谦

**[摘要]** **目的** 采用主观评价与客观评价相结合的综合评价法对 256 层螺旋极速 CT 前瞻性与回顾性心电门控冠状动脉 CTA 检查的图像质量进行对比研究。**方法** 按拟定的排除标准共 120 例患者纳入研究, 分为常规回顾性心电门控螺旋扫描组和前瞻性心电门控轴扫描组, 每组 60 例。所有患者随机分组。记录每例患者的性别、年龄、体重、身高、体质量指数、平均心率及扫描长度, 计算出有效辐射剂量, 对图像质量进行主观评价, 同时测量并计算出原始轴位冠状动脉增强图像的客观评价指标: 图像噪声、信号噪声比和对比噪声比, 对有效辐射剂量、主观与客观图像质量评估指标进行统计学分析。**结果** ①两组患者的有效辐射剂量分别为  $(14.34 \pm 0.92)$  mSv、 $(3.56 \pm 0.36)$  mSv, 两组之间差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。②两组患者的图像质量主观评分分别为  $(3.63 \pm 0.41)$  分、 $(3.62 \pm 0.45)$  分。两组患者的图像噪声分别为  $(30.48 \pm 5.60)$ 、 $(30.95 \pm 4.57)$ 。两组患者的图像信噪比分别为  $(15.42 \pm 3.73)$ 、 $(15.09 \pm 3.08)$ 。两组患者的图像对比噪声比分别为  $(13.29 \pm 3.52)$ 、 $(13.05 \pm 2.95)$ 。除有效辐射剂量两组之间差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ) 外, 其他图像质量指标两组之间差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。**结论** 采用综合评价法对 256 层螺旋极速 CT 前瞻性与回顾性心电门控技术冠状动脉 CTA 检查的图像质量进行对比, 前瞻性心电门控技术在降低患者受检剂量的同时, 可以得到与回顾性心电门控技术相当的图像质量。

**[关键词]** 综合评价法; 256 层螺旋 CT; 冠状动脉成像; 前瞻性心电门控轴扫技术; 回顾性心电门控螺旋扫描技术; 图像质量; 辐射剂量

**[中图分类号]** R445.3; R541.4 **[文献标志码]** A **doi:**10.3969/j.issn.1672-271X.2015.06.002

## Using comprehensive evaluation method to assess image quality of 256-slice CT coronary angiography in prospectively ECG-gating and retrospectively ECG-gating

LIANG Yong-gang, FU Li-yuan, CHEN Zi-qian. Medical Image Center of Fuzhou General Hospital, Nanjing Military Command, PLA, Fuzhou, Fujian 350025, China

**[Abstract]** **Objective** To investigate the prospectively ECG-gated CT coronary angiography versus retrospectively ECG-gated 256-slice CT coronary angiography in image quality using comprehensive evaluation method. **Methods** According to the exclusion criteria, 120 cases were included in the study and divided into two groups randomly. Group A: conventional retrospective ECG-gating group (control group); group B: prospective ECG-gating group (experiment group). Record the gender, age, weight, height, BMI, average heart rate and scanning length of each patient, and calculated effective dose (ED). Assess the image quality of coronary artery subjectively, and measure background noise (BN), signal noise ratio (SNR) and contrast noise ratio (CNR) in axial original coronary artery enhancement image. The ED, objective and subjective image quality assessment index of the patients in the two groups were analyzed statistically. **Results** ① The ED of patients in A and B groups were  $(14.34 \pm 0.92)$  mSv and  $(3.56 \pm 0.36)$  mSv respectively, which had significant difference between the two groups ( $P < 0.05$ ). ② The total score of image in A and B groups were  $(3.63 \pm 0.41)$  and  $(3.62 \pm 0.45)$  respectively, which had no significant difference between the two groups ( $P > 0.05$ ). The BN of image in A and B groups were  $(30.48 \pm 5.60)$  and  $(30.95 \pm 4.57)$  respectively, which had no significant difference between the two groups ( $P > 0.05$ ). The SNR of image in A and B groups were  $(15.42 \pm 3.73)$  and  $(15.09 \pm 3.08)$  respectively, which had no significant differences between the two groups ( $P > 0.05$ ). The CNR of image in A and B groups were  $(13.29 \pm 3.52)$  and  $(13.05 \pm 2.95)$  respectively, which had no significant difference between the two groups ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** By using comprehensive evaluation method to assess image quality of 256-slice CT coronary angiography in prospectively ECG-gating and retrospectively ECG-gating, we find that the prospective ECG-gating CT coronary angiography can hold image quality, at the same time reduce radiation dose effectively.

**[Key words]** comprehensive evaluation method; 256-slice spiral computed tomography; coronary angiography; prospective ECG-gating technique; retrospective ECG-gating technique; image quality; radiation dose

作者单位: 350025 福建福州, 南京军区福州总医院医学影像中心

通讯作者: 陈自谦, E-mail: chenziqianfz@sina.com

随着多层螺旋 CT (multi-slice computed tomography, MSCT) 大量的引进和临床应用, 冠状动脉 CTA 成为学术界研究的热点<sup>[1-3]</sup>。CT 冠状动脉成

像主要采用回顾性心电门控螺旋扫描技术,检查床运动的同时球管连续曝光进行小螺距高度重叠的螺旋扫描,辐射剂量较高。前瞻性心电门控扫描技术通过提前预测 R 波时间,采用轴位扫描方式来获取图像,扫描过程中扫描床静止,通过心电信号触发, X 射线只在预定的 R-R 间期时相曝光,其余的 R-R 间期时相 X 射线关闭<sup>[4]</sup>。有多项研究显示该技术是降低辐射剂量较显著的方法<sup>[5-8]</sup>。在过去的研究中,对这两种技术进行冠状动脉 CTA 的图像质量主要采用主观评价法进行评价,较少有研究者采用主观评价与客观评价相结合的综合法对图像进行质量评价。本研究采用综合评价法对这两种技术冠状动脉 CTA 检查的图像质量进行评价,探讨了前瞻性心电门控和回顾性心电门控冠脉成像图像质量的差异,以期为更好地应用与开展冠状动脉 CTA 技术提供资料和建议。

## 1 对象与方法

**1.1 对象** 2012 年 5-12 月在我院进行冠状动脉 CTA 检查的患者 120 例,随机分为常规回顾性心电门控螺旋扫描组和前瞻性心电门控轴扫组。常规回顾性心电门控螺旋扫描组 60 例,其中男 31 例,女 29 例,年龄 29~86 (54.95±12.44) 岁,体质指数 (BMI) (23.92±2.29),扫描长度 (mm) (128.11±9.52),心率 52~101 (72.55±12.99) 次/min。前瞻性心电门控轴扫组 60 例,其中男 39 例,女 21 例,年龄 32~74 (52.57±10.05) 岁,体质指数 (BMI) (24.01±2.47),扫描长度 (127.98±9.03) mm,心率 49~91 (68.20±12.45) 次/min。病例排除标准:严重肝肾功能不全及心功能不全、对比剂肾病、碘对比剂过敏、硝酸甘油禁忌症、临床生命体征不稳定、心律不齐、冠状动脉支架置入或搭桥术后、无法屏气者、BMI>30 者及怀孕。两组性别、年龄、BMI、扫描长度、平均心率差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

**1.2 仪器设备及扫描参数** MSCT 使用 256 层螺旋极速 CT (PHILIPS Brilliance iCT),采用德国欧利奇双筒高压注射器 (Ulrich, XD 2001)。常规回顾性心电门控螺旋扫描组:管电压 120 kV,管电流基于 BMI 设定, BMI≤20, 800 ms, 20<BMI<25, 850 mAs, 25≤BMI<30, 900 mAs, 所有患者均未采用 ECG 管电流调制技术。机架转速 0.27s/360°,探测器 128×0.625 mm,层厚 0.9 mm,层间距 0.45 mm,螺距 0.16,重建矩阵 512×512,重建参数 XCB, FOV 250 mm。前瞻性心电门控轴扫组:管电压 120 kV,

管电流基于 BMI 设定, BMI≤20, 200 mAs, 20<BMI<25, 210~240 mAs; 25≤BMI<30, 250 mAs。探测器 128×0.625,层厚 0.9 mm,层间距 0.45 mm,矩阵 512×512,重建参数 XCB, FOV250 mm,重建心率≤70 次/min 时,数据采集时间窗设定在 R-R 间期 75% 时相,心率>70 次/min 时,数据采集时间窗设定在 R-R 间期 45% 时相,相位容差 5%。

**1.3 检查方法** 患者检查前准备:①告知患者整个检查过程,签署检查知情同意书。②对患者进行呼吸及屏气训练,扫描时要求患者平静呼吸下屏气,部分不能自主屏气患者,采用捏鼻法。③扫描前 3 min 舌下含服硝酸甘油 0.5 mg,所有患者均未服用降低心率药物。扫描方法:①18G 套管针于患者右侧肘部正中静脉建立静脉通道后取仰卧位,脚先进,双手举过头顶,按标准位置连接心电信号监测仪,后注射生理盐水 20 mL 以确保静脉通道通畅。②定位像扫描范围上界从约气管分叉水平至心脏膈面下方 1~2 cm,左右缘分别距离心脏外缘 2~3 cm,前缘贴近前胸壁,后缘贴近胸椎体后方。③冠状动脉增强靶扫描:采用双筒高压注射器注射非离子型碘对比剂碘普罗胺 (Iopromide, 370 mgI/mL,拜耳医药),对比剂注射量根据体重计算,≤65 kg 为 1.2 mL/kg, 65 kg<体重≤70 kg 为 1.1 mL/kg, 体重>70 kg 为 1.0 mL/kg,总量不超过 90 mL,注射速率 6 mL/s,注射完毕后等速跟进等渗盐水 40 mL。取气管分叉下方 1 cm 水平层面进行监测,感兴趣区 (region of interest, ROI) 设在上述层面的降主动脉内,通过对比剂团追踪法 (bolus tracking, BT) 监测降主动脉对比剂 CT 值。触发阈值和延迟时间:回顾性心电门控扫描模式,阈值 150 Hu,延迟 5~6 s;前瞻性心电门控扫描模式,阈值 120 Hu,延迟 6~7 s;扫描时同步监测心电信号,记录心电图和心率。

**1.4 图像后处理技术** 将采集到的最清晰扫描时相的重建图像传送到 EBW4.52 工作站,使用智能化心脏后处理软件进行图像后处理。处理方法主要包括:最大密度投影 (maximum intensity projection, MIP)、曲面重组 (curved planar reformation, CPR)、多平面重组 (multiple planar reformation, MPR) 和容积再现 (volume rendering, VR)。通过以上重建方法多平面、多角度地显示冠状动脉各血管分支、分段及其病变。

**1.5 辐射剂量评估** 记录容积 CT 剂量指数 CTDI<sub>VOL</sub> (mGy)、剂量长度乘积 DLP (mGy·cm)。有效剂量 ED (mSv) = DLP×k (k 为换算因子,取值 0.014 mSv·mGy<sup>-1</sup>·cm<sup>-1</sup>) 公式进行计算。本研究统计的辐

射剂量仅为冠状动脉 CTA 扫描时的辐射剂量。

**1.6 图像质量评估** ①主观图像质量评估:根据美国心脏学会(AHA)分类方法标准,将冠状动脉分为16段。右冠状动脉近段(RCAp)、中段(RCAm)、远段(RCAd)、右室后降支(PDA,4a)和(或)左室后支(PLA,4b)为1~4段;左主干(LM)为5段;左前降支近段(LADp)、中段(LADm)、远段(LADd)、第一对角支(D1)、第二对角支(D2)为6~10段;回旋支近段(LCXp)、第一钝缘支(OM1)、回旋支中(LCXm)、第二钝缘支(OM2)、回旋支远段(LCXd)和中间支(Intermediate)为11~16段<sup>[9]</sup>。由2名有经验的影像诊断医师和1名研究生以双盲法对图像进行评分,仅评估RCA、LM、LAD及LCX,共10个主支节段,当评分不统一有分歧时,经共同商讨后达成一致意见,并记录每位患者10个节段的最终分值<sup>[10]</sup>。根据文献<sup>[11]</sup>采用4分制半定量对冠状动脉节段进行评分,标准如下:4分优秀,血管连续性好,管壁光滑锐利无伪影;3分良好,血管连续,管壁有轻度模糊伪影;2分中等,血管连续,管壁中度伪影,但不影响诊断;1分差,血管严重运动伪影,管腔出现错层、中断,血管不连续或显示不清等情况或其中之一,不能进行评估。其中 $\geq 2$ 分为可评估节段(图1)。

②客观图像质量评估:采用信号噪声比(signal noise ratio, SNR)和对比度噪声比(contrast noise ratio, CNR)来评估。信号强度(signal intensity, SI)用测量原始冠状动脉增强图像的CT值表示,避开血管壁和冠脉硬化斑块,分别测量左主干开口水平的升主动脉根部(SI1)、右冠状动脉近段(SI2)及左主干(SI3)的CT值,然后计算三者强化的平均值(SI4),同时测量胸大肌的CT值(SI5)(图2)。图像噪声(background noise, BN)用测量升主动脉根部CT值的标准差(SD)来表示,其ROI约为1 cm<sup>2</sup>(图2A)。根据公式:SI4=(SI1+SI2+SI3)/3;SNR=SI4/BN;CNR=(SI4-SI5)/BN,计算出SNR和CNR。

**1.7 统计学处理** 采用Microsoft Excel 2007及SPSS 21.0统计软件对所得到的研究数据进行整理统计分析,计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,方差齐性采用t检验,方差不齐采用Wilcoxon秩和检验。计数资料采用卡方检验。 $P<0.05$ 认为差异具有统计学意义。使用Kappa法对3位影像诊断医师冠状动脉节段的评分结果两两作一致性对比分析, $P<0.001$ 认为差异具有统计学意义。Kappa值 $\geq 0.75$ ,一致性较好,Kappa值在0.75与0.4之间,一致性一般,Kappa值 $\leq 0.4$ ,一致性较差。

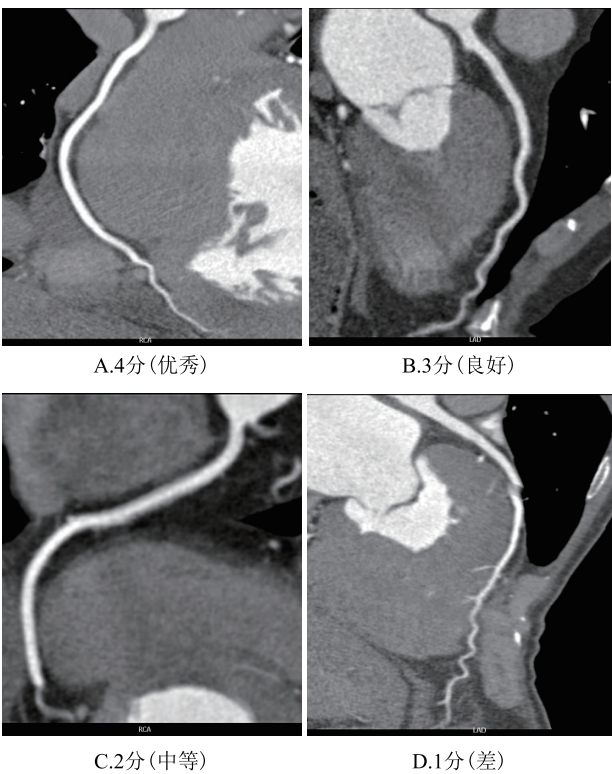


图1 冠状动脉图像质量主观评价评分示意图

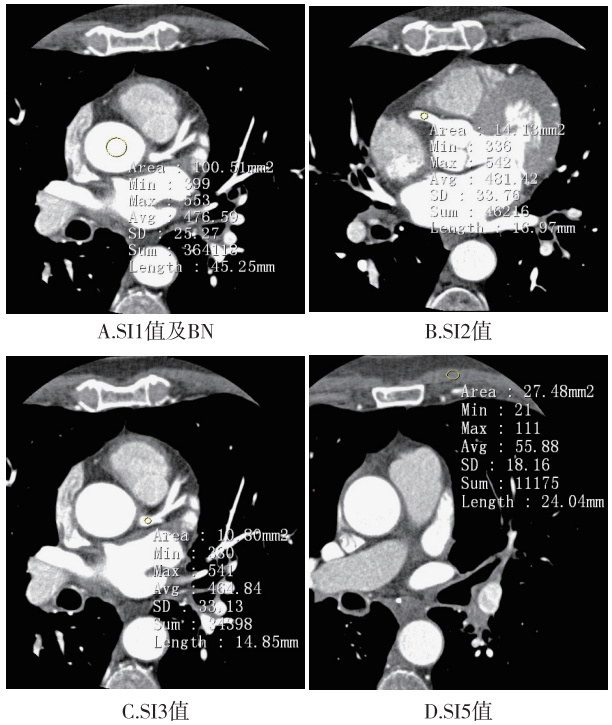


图2 图像CT值及噪声测量示意图

2 结果

**2.1 两组辐射剂量指标分析** 两组间CTDI<sub>vol</sub>、DLP和ED比较差异有统计学意义( $P<0.05$ ),前瞻性心电图门控轴扫组ED较常规回顾性心电图门控螺旋扫描组明显降低(表1,  $P<0.01$ )。



表 1 两组辐射剂量各指标比较 (  $n=60, \bar{x} \pm s$  )

组别	CTDI <sub>vol</sub> (mGy)	DLP (mGy * cm)	ED (mSv)
常规回顾性心电门控螺旋扫描组	58. 12±2. 41	1024. 30±66. 50	14. 34±0. 92
前瞻性心电门控轴扫组	19. 84±1. 44	253. 92±26. 20	3. 56±0. 36
Z 值	-9. 54	-9. 54	-9. 54
P 值	0. 000	0. 000	0. 000

注:CTDI<sub>vol</sub>:容积 CT 剂量指数;DLP:剂量长度乘积;ED:有效辐射剂量

2.2 图像质量评估

2.2.1 两组图像质量主观指标分析 所有图像均由 2 名有经验的影像诊断医师和 1 名研究生以双盲法对图像进行评分和图像质量的综合评价。3 位医师的评价结果通过两两比较并进行 Kappa 检验,常规回顾性心电门控螺旋扫描组的 Kappa 值分别为 0. 969、0. 855、0. 826 (  $P<0. 001$  ),前瞻性心电门控轴扫组的 Kappa 值分别为 0. 972、0. 879、0. 863 (  $P<0. 001$  ),Kappa 值均>0. 75,认为 3 位医师的评价结

果一致性好。对两组 120 例患者共 1200 个冠状动脉节段总评分及冠状动脉各主支评分组间比较差异无统计学意义 (  $P>0. 05$  ),两组图像质量均能满足诊断要求(表 2,图 3)。

2.2.2 两组图像质量客观指标分析 对两组患者的图像质量客观指标 ( SI1、SI2、SI3、SI4、SI5、BN、SNR、CNR ) 进行分析。结果显示两组间各测量 CT 值(表 3)、BN、SNR 和 CNR 差异均无统计学意义 (  $P>0. 05$  ,表 4)。

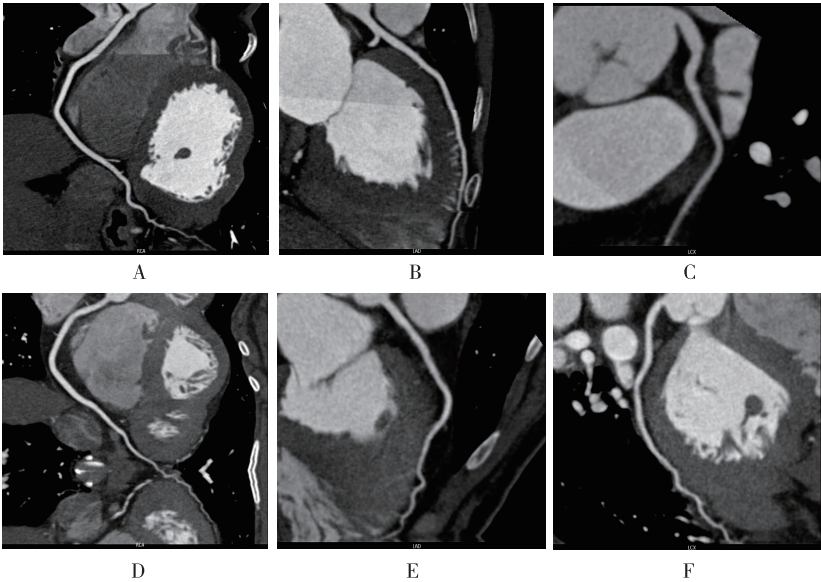


图 3 冠状动脉图像,图像质量均能满足诊断要求 (A~C:使用前瞻性心电门控技术采集的图像,依次为 RCA、LAD、LCX;D~F:使用回顾性心电门控技术采集的图像,依次为 RCA、LAD、LCX)

表 2 两组冠状动脉节段图像质量主观评分比较 (  $n=60, \bar{x} \pm s$  )

组别	RCA	LM	LAD	LCX	平均值
常规回顾性心电门控螺旋扫描组	3. 63±0. 56	3. 85±0. 40	3. 71±0. 43	3. 49±0. 49	3. 63±0. 41
前瞻性心电门控轴扫组	3. 62±0. 54	3. 83±0. 42	3. 65±0. 49	3. 51±0. 50	3. 62±0. 45

注:RCA:右冠状动脉;LM:左主干;LAD:前降支;LCX:回旋支

表 3 两组图像测量的 CT 值 (Hu) 比较 (  $n=60, \bar{x} \pm s$  )

组别	SI1 (Hu)	SI2 (Hu)	SI3 (Hu)	SI4 (Hu)	SI5 (Hu)
常规回顾性心电门控螺旋扫描组	471. 52±80. 09	446. 47±83. 47	448. 67±75. 43	455. 55±73. 85	63. 33±8. 66
前瞻性心电门控轴扫组	462. 75±68. 48	453. 95±79. 48	457. 18±66. 49	457. 96±67. 65	62. 15±6. 31

注:SI1:升主动脉根部 CT 值;SI2:右冠状动脉近段 CT 值;SI3:左主干 CT 值;SI4:为 SI1、SI2 和 SI3 三者平均值;SI5:胸大肌 CT 值

表 4 两组图像 BN、SNR 和 CNR 比较 (n=60, $\bar{x}\pm s$ )			
组别	BN	SNR	CNR
常规回顾性心电门控螺旋扫描组	30.48±5.60	15.42±3.73	13.29±3.52
前瞻性心电门控轴扫组	30.95±4.57	15.09±3.08	13.05±2.95

注:BN:噪声;SNR:信号噪声比;CNR:对比度噪声比

3 讨 论

随着社会的进步和人类生活水平的不断提高,心血管疾病的发病率和死亡率不断上升,其中冠心病(coronary artery disease,CAD)已经成为全球死亡率最高的疾病之一,严重威胁着人类的健康<sup>[12]</sup>。冠状动脉 DSA 仍是诊断 CAD 的“金标准”<sup>[13]</sup>,但其检查费高且属有创检查。随着 MSCT 技术的快速发展,MSCT 冠状动脉成像应用越来越广泛且诊断准确性得到了显著提高。

回顾性心电门控螺旋扫描技术是 CCTA 最常用的心电门控方式,它的原理是采用螺旋扫描方式来获取容积数据,同步记录心电信号,X 射线在整个心动周期内曝光,然后选择 R-R 间期特定时相的数据重组出相应的图像。由于它是螺旋连续扫描,X 射线连续曝光,且螺距小,重叠扫描多,因此患者接受的有效辐射剂量高。前瞻性心电触发轴扫描技术最早应用于电子束 CT 钙化评分。近年来,随着“后 64 排”高端 MSCT 的推出,如 256 层 CT,因其时间、空间分辨力极大的提高以及 Z 轴超宽探测器(8 cm),扫描时间明显缩短,应用前瞻性心电门控扫描技术在临床 CCTA 检查中越来越广泛。前瞻性心电门控扫描技术采用轴位扫描获取数据,通过心电信号触发扫描,X 射线仅在预先设定的 R-R 间期时相曝光,而其余的 R-R 间期时相 X 射线完全关闭,该扫描技术最大的优点是辐射剂量低。

研究显示前瞻性与回顾性心电门控扫描技术相比较,其有效辐射剂量可降低约 80%<sup>[14]</sup>。尽管研究结果令人满意,但前门控 CCTA 扫描模式是否会影响图像质量仍然是医疗工作者所关注的焦点和热点。近年来国内外众多学者采用主观评价法对图像质量进行了研究,并获得了较好的结果<sup>[15]</sup>。主观评价影像质量方法简单易行,但其结果受观察者的因素影响,不同的观察者得到的结果可能不尽相同,因而不稳定、全面<sup>[16]</sup>。本研究采用主观评价法和通过测量构成影像的物理参数(CT 值、SNR、CNR 和 BN)的客观评价法,对 256 层螺旋极速 CT 前瞻性与回顾性心电门控技术进行冠状动脉 CTA 检查的图

像质量进行对比研究,结果显示,两组图像质量主观和客观评估差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。

前瞻性门控技术最大的优势就在于在有效降低辐射剂量的同时可以得到满足诊断要求的图像质量。回顾性心电门控技术则具备以下优势:①可以多扇区重建,使得高心率患者也可进行 CCTA;②采集的是全心动周期的数据,可进行任意时相重建,在保证图像质量的同时,还可以进行心功能评价;③ECG 编辑技术可对检查时出现心律不齐的患者进行心电图编辑,从而提高检查成功率。两种方法各有优缺点,在临床行 CCTA 检查时选择前瞻性心电门控或回顾性心电门控应视患者具体情况而定。如果扫描时患者屏气不佳或心率波动较大,容易造成运动伪影,由于前瞻性心电触发轴扫技术不是采集全心动周期数据,因此无法进行其他期相重建,可能会造成部分冠状动脉节段无法评价甚至检查失败。因此,对于屏气欠佳、高心率、心律不齐、支架植入术后及冠状动脉搭桥术后等患者,需要选择回顾性心电门控螺旋扫描模式,该技术可以采集全心周期的数据,进行任意时相重建,针对部分心律不齐的患者还可进行心电编辑后处理以确保 CCTA 检查成功率。

本研究的局限性在于没有对心率进行限制及分组。在过去的研究中有关于前门控 CCTA 的纳入病例心率均<75 次/min,或者根据心率进行分组<sup>[15]</sup>。而本研究未限制纳入病例心率,也未对心率分组,原因是:①将质量控制与管理贯穿于整个心脏冠脉 CTA 始末以确保成功率与图像质量;②两组心率最高分别为 91 和 101 次/min,最高心率患者图像的 SNR 均为 16,CNR 均为 13,患者图像血管连续,管壁轻度模糊伪影,满足诊断要求。由于最高心率患者图像质量较好,故未对心率作限制及进行分组。另外本研究仅评价冠脉主支,即无论其管径大小均评价,而主要分支管径再大也被忽略,这是因为在临床治疗上,对冠脉狭窄的治疗主要是针对主支进行的,所以本研究仅对主支进行了评价。

【参考文献】

[1] 张兆琪,徐 磊. 冠状动脉 CT 成像的机遇与挑战[J]. 中华放射学杂志,2011,45(1):7-8.  
[2] 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.  
[3] Baumüller S, Leschka S, Desbiolles L, et al. Dual-source versus 64-section CT coronary angiography at lower heart rates: comparison of accuracy and radiation dose [J]. Radiology, 2009, 253(1):56-64.

(下转第 597 页)

Cobas E411 分析仪在野战环境下的线性范围,结果显示,PCT、NT-proBNP、Mb、hsTNT 的线性范围分别为:(0.08 ~ 98.75) ng/mL、(7.95 ~ 33815.65)pg/mL、(26.94~2816.40)ng/mL、(5.23~9311.05)ng/L,均在厂家声明的分析测量范围内,表明 Roche Cobas E411 分析仪在野战环境下,其线性范围较宽,性能较稳定。

综上所述,Roche Cobas E411 电化学发光分析仪在野战环境下具有精密度高、准确性好、线性范围宽及与常规实验室内设备所测结果相关性好的特点,适用于应对突发事件、抢险救灾和战备保障等活动。

【参考文献】

[1] 林杰,张建东,刘高峰.野战条件下医学检验的开展现状与对策[J].西南国防医药,2012,22(4):440-441.  
[2] 杨永昌,王北宁.野战医疗所检验装备及开展项目的现状和建议[J].人民军医,2007,50(6):387.  
[3] 李卫东,陈礼潮.加强军队医院野战卫生装备训练的思考[J].东南国防医药,2014,16(2):221-222.  
[4] 王保军,周传华,龙鹤,等.加强部队卫生装备使用管理的做法与体会[J].东南国防医药,2013,15(6):629-639.

[5] Clinical and Laboratory Standards Institute. Evaluation of Precision Performance of Clinical Chemistry Devices; Approved Guideline-Second Edition[S]. EP5-A2, CLSI, 2004.  
[6] Clinical and Laboratory Standards Institute. Method Comparison and Bias Estimation Using Patient Samples; Approved Guideline-Second Edition[S]. EP9-A2, CLSI, 2002.  
[7] Clinical and Laboratory Standards Institute. Evaluation of the Linearity of Quantitative Measurement Procedures; A Statistical Approach; Approved Guideline[S].EP6-A, CLSI, 2003.  
[8] 傅占江.野战检验医学装备现状及发展思路[J].医疗卫生装备,2011,32(2):88-89.  
[9] 李辉,张祖进,郭召平.当前野战卫生装备存在的问题及改进意见[J].医疗卫生装备,2011,32(6):77-78.  
[10] 包茉莉,陈强,李强,等.野战环境对检验医学及其装备的新要求[J].医疗卫生装备,2011,32(10):116.  
[11] 林杰,张建东,刘高峰.野战条件下医学检验的开展现状与对策[J].西南国防医药,2012,22(4):440-441.  
[12] 王琦,胡爱民,王向荣,等.基于发展急诊医学提升军队医院机动卫勤救治能力的研究与思考[J].中国医药导报,2014,11(12):137-140.  
[13] 黄湘宁,郑春苏.Roche Cobas e411 全自动发光分析仪性能评价[J].检验医学与临床,2011,8(16):2028-2029.  
(收稿日期:2015-08-11;修回日期:2015-09-08)  
(本文编辑:张仲书;英文编辑:王建东)

(上接第 567 页)

[4] 曹波,张俊祥,倪萍,等.多层螺旋 CT 冠状动脉成像技术及其进展[J].中国医疗设备,2013,28(1):15-19.  
[5] Ketelsen D, Fenchel M, Buchgeister M, et al. Estimation of radiation exposure of different dose saving techniques in 128-slice computed tomography coronary angiography[J].Eur J Radiol,2012,81(2):153-157.  
[6] Hirai N, Horiguchi J, Fujioka C, et al. Prospective versus retrospective ECG-gated 64-detector coronary CT angiography: assessment of image quality, stenosis, and radiation dose[J].Radiology,2008,248(2):424-430.  
[7] Shuman WP, Branch KR, May JM, et al. Prospective versus retrospective ECG gating for 64-detector CT of the coronary arteries: comparison of image quality and patient radiation dose[J].Radiology,2008,248(2):431-437.  
[8] 侯阳,郭启勇,岳勇,等.256 层 CT 心电前置门控及回顾门控冠状动脉成像质量及辐射剂量比较[J].中华放射学杂志,2010,44(9):921-925.  
[9] Austen WG, Edwards JE, Frye RL, et al. A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. Report of the Ad Hoc Committee for Grading of Coronary Artery Disease, Council on Cardiovascular Surgery, American Heart Association[J].Circulation,1975,51(4):5-40.  
[10] 雷勇,陈自谦,付丽媛,等.基于身体质量指数优化管电流降低 256 层螺旋 CT 的冠状动脉成像辐射剂量的研究[J].东南国防医药,2014,16(1):1-5.  
[11] Bischoff B, Hein F, Meyer T, et al. Comparison of sequential and

helical scanning for radiation dose and image quality: results of the Prospective Multicenter Study on Radiation Dose Estimates of Cardiac CT Angiography (PROTECTION) I Study[J].AJR Am J Roentgenol,2010,194(6):1495-1499.  
[12] Lloyd-Jones D, Adams R, Carnethon M, et al. Heart disease and stroke statistics-2009 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee[J].Circulation,2009,119(3):480-486.  
[13] Budoff MJ, Dowe D, Jollis JG, et al. Diagnostic performance of 64-multidetector row coronary computed tomographic angiography for evaluation of coronary artery stenosis in individuals without known coronary artery disease: results from the prospective multicenter ACCURACY (assessment by coronary computed tomographic angiography of individuals undergoing invasive coronary angiography) trial[J].J Am Coll Cardiol,2008,52(21):1724-1732.  
[14] 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(4):829-836.  
[15] 覃杰,刘凌云,董云旭,等.320 排 CT 前瞻性和回顾性心电门控冠状动脉成像:放射剂量、图像质量及诊断结果的对照观察[J].中国医学影像技术,2010,26(5):951-954.  
[16] 陈远清.医学影像技术与检查诊断及质量控制[M].吉林:吉林电子出版社,2004:1155-1160.

(收稿日期:2015-08-21;修回日期:2015-10-14)  
(本文编辑:齐名;英文编辑:王建东)