

256 层 CT 冠状动脉成像技术因素和辐射剂量的对比研究

李长清, 袁 利, 王振平, 陈旺生, 余 宁, 俞安伦
(海南省人民医院放射科, 海南 海口 570311)

【摘要】 目的 通过 256 层 CT 前瞻性心电门控与回顾性心电门控 100 kV 与 120 kV 冠状动脉成像的影像质量及辐射剂量等比较, 探讨前瞻性心电门控 100 kV 冠状动脉成像的可行性。方法 拟诊冠状动脉粥样硬化性心脏病(CHD)患者分别进行前瞻性(前瞻组)和回顾性(回顾组)心电门控; 分别以 100 kV 与 120 kV 扫描, 并采用最大密度投影(MIP)、容积再现(VR)、多平面重组(MPR)及曲面重组(CPR)多种重组技术显示各节段冠状动脉, 图像质量根据对诊断的影响分为优、良、差, 计算各自有效辐射剂量并进行统计学分析。结果 前瞻组平均辐射剂量为(2.26±0.48) mSv, 100 kV 为(8.01±2.09) mSv, 明显低于回顾组的(9.15±1.59) mSv ($P<0.01$), 120 kV 为(16.2±2.09) mSv ($P<0.01$); 前瞻组冠状动脉节段图像质量优良率与回顾组均为 100%。100 kV 与 120 kV 组图像噪声和主观评分差异无统计学意义($\chi^2=2.15, P=0.258$)。结论 256 层 CT 前瞻性心电门控, 100 kV 冠状动脉成像能以较低的辐射剂量取得优质图像, 更适合 CHD 患者的早期筛查。

【关键词】 X 线计算机体层摄影术; 冠状血管造影术; 心电门控; 管电压

【中图分类号】 R445 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003-6350(2013)11-1614-03

Comparison study of coronary angiography techniques and radiation exposure dose with 256-slice spiral CT.

LI Chang-qing, YUAN Li, WANG Zhen-ping, CHEN Wang-sheng, YU Ning, YU An-lun. Department of Neurosurgery, Hainan Provincial People's Hospital, Haikou 570311, Hainan, CHINA

【Abstract】 Objective To compare the image quality and radiation dosage of the prospective electrocardiogram (ECG) triggered computed tomography coronary angiography (CTCA) with retrospective ECG2 gated, 100 kV and 120 kV protocols CTCA. **Methods** Patients with suspected coronary artery disease were divided into two groups, in which the patients underwent CTCA with prospective ECG triggered or retrospective ECG gated 100 kV and 120 kV scanning ($n=89$ each). Maximum intensity projection (MIP), volume rendering (VR), Multi2 planar reconstruction (MPR), and curved planar reconstruction (CPR) were used to diagnosis the coronary arteries. Individual radiation exposure dose was estimated from the dose-length. **Results** The mean effective radiation dose of prospective ECG gated (2.26±0.48) mSv, 100 kV (8.01±2.09) mSv, was significantly lower than that of retrospective ECG gated (9.15±1.59) mSv. 120 kV (16.2±2.09) mSv. Segments of image quality (100%) in prospective ECG triggered group were similar as those of retrospective ECG gated group (100%). No statistically significant difference was found in noise or subjective score in 100 kV and 120 kV. **Conclusion** The perfect images can be obtained with prospective ECG triggered and 100 kV CTCA with lower radiation dose, which is an optimal method for early screening.

【Key words】 X-ray Computed Tomography; Coronary angiography; Electrocardiogram triggered; Tube voltage

MSCT 作为无创性影像学诊断技术对冠状动脉的形态学评价具有优良价值, 而且 CT 技术的迅速发展也使冠状动脉检查技术日趋完善。但它由于曝光量大, 往往使受检者接受过多的辐射。能否在降低辐射剂量的条件下获得高质量的图像已成为人们关注的焦点^[1]。前瞻性心电门控及低管电压技术的 256 层 CT 冠状动脉成像已成为降低辐射剂量的非常重要的技术。我院于 2011 年开始对临床怀疑冠状动脉粥样硬化性心脏病(CHD)患者分组进行前瞻性和回顾性

心电门控, 以及 120 kV 与 100 kV CT 冠状动脉成像检查, 现总结如下:

1 资料与方法

1.1 一般资料 将 2012 年 6~11 月来我院行 256 层螺旋 CT 冠状动脉成像扫描且 BMI 在正常范围的患者随机分成两组, 第一组 100 例, 选取 50 例患者进行前门控扫描(A 组), 其中男性 28 例, 女性 22 例; 选取 50 例患者进行后门控扫描(B 组), 其中男性 25 例, 女性 25 例。第二组 89 例, 选取 42 例患者行 120 kV 扫描

基金项目: 海南省卫生厅自然科学基金资助项目(编号: 琼卫 2011-25)

通讯作者: 李长清。E-mail: lichangq-001@163.com

(A组),其中男性22例,女性20例;47例患者行100 kV扫描(B组),其中男性27例,女性20例。两组患者年龄40~79岁;心率61~128次/min,平均79.19次/min,所有患者检查前在休息室平静休息,待心率稳定后进扫描间进行冠脉检查。

1.2 检查方法 扫描设备为 Philips Brilliance 256层CT。先做低剂量冠脉平扫检测冠脉钙化情况,然后团注对比剂进行心电图门控冠脉增强扫描,扫描范围自气管隆突至心底水平。智能跟踪触发技术(Bolus tracking)的兴趣区置于气管分叉下2 cm降主动脉处,阈值120 HU。第一组:前瞻性心电图门控触发,选择采集75% R-R或40% R-R间期时相数据进行图像重组。第二组:采用回顾性心电图门控触发技术,全时相数据采集^[2]。

1.3 图像后处理 应用飞利浦EBW工作站对每支血管进行容积再现(VR)、最大密度投影(MIP)、曲面重组(CPR)等,筛选出冠脉显示最好者用于冠脉质量评价。质优者为血管轮廓清晰、连续、对比剂充盈好、无或仅有少量钙化、无伪影、可明确诊断;良好者为血管边缘欠光滑、连续性及对对比剂充盈情况一般、有少量伪影、中度钙化,能满足诊断要求。本研究只对增强扫描过程中机器自动给出的患者估算有效剂量进行分析。CTDIvol (mGy)反映一个扫描容积内的平均剂量,DLP (mGy·cm)表示某次扫描中辐射能量的高低,评价扫描长度对剂量的影响。ED (mSv)=DLP×C,其中C为换算因子,采用欧洲CT质量标准指南提出的胸部平均值0.014。

1.4 统计学方法 应用SPSS10.0软件对上述结

果进行统计学分析,对两组不同扫描模式下的图像质量和辐射剂量进行比较,计量资料用均数±标准差($\bar{x}±s$)表示,进行t检验,计数资料用百分数来表示,进行 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

两组患者均顺利完成CTCA扫描,组间平均年龄、性别比、体重指数、心率、扫描长度差异无统计学意义($P>0.05$),分组均衡。第一组100例患者中,A组有2例呼吸伪影(屏气不良)导致冠脉影像不佳,其余48例患者共显示710个节段均能满足临床诊断要求;B组有1例因呼吸伪影检查失败,其余49例共显示730个节段满足评价要求。两组患者图像质量评价差异无统计学意义($\chi^2=2.39, P>0.05$),见表1。A组的有效剂量为2.20~3.08 mSv,平均2.76 mSv;B组的有效剂量为8.35~9.48 mSv,平均9.05 mSv,组间比较差异有统计学意义($P<0.01$),A组较B组减少了约70%,见图1和图2。

表1 前门控与后门控冠脉图像质量评分比较[支(%)]

组别	支数	优	良
A组	710	570 (80.3)	140 (19.7)
B组	730	612 (83.8)	118 (16.2)

第二组89例患者检查均成功,图像质量分级与kV、剂量之间差异无统计学意义($\chi^2=2.15, P=0.258$),100 kV时的有效剂量从120 kV时的(16.2±3.04) mSv降至(8.01±2.09) mSv。患者所接受的辐射剂量大幅降低,两组间平均有效剂量差异有统计学意义($t=7.682, P<0.01$),见图3。

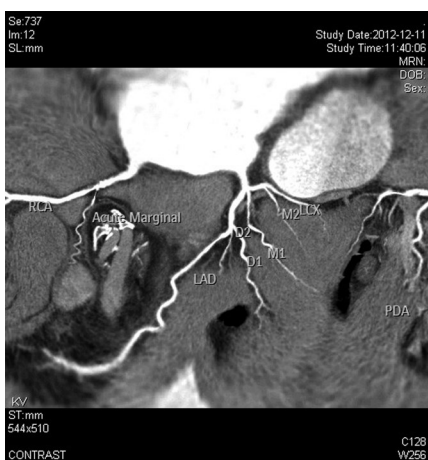


图1 120 kV 前门控

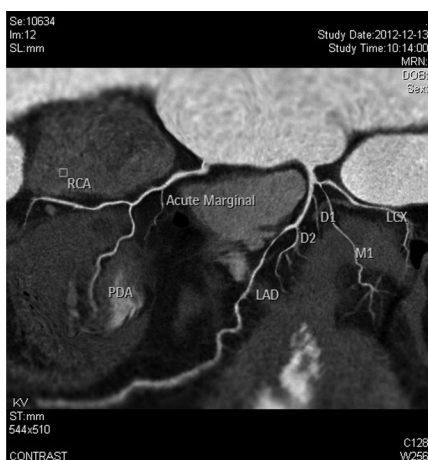


图2 120 kV 后门控



图3 100 kV 后门控

3 讨论

3.1 减少MSCT冠状动脉成像射线剂量的必要性 因为冠状动脉CT成像对于判断冠状动脉狭窄性病变具有较高的特异性和敏感性,所以该技术在冠心

病诊断中得到广泛应用。在MSCT冠状动脉成像中,图像质量和射线剂量是两个重要的因素。为了降低辐射剂量,人们采用了ECG电流调制、心脏前置滤线器以及软件过滤等方法。Hausleiter等^[3]采用EKG电

流调制扫描技术可以有效降低射线剂量。另有研究显示使用心脏前置滤线器对心脏扫描能降低 10%~15% 的辐射剂量^[4]。CT 射线剂量受包括 X 管电压(kV)、管电流(mA)、曝光时间、螺距、X 射线的能量分布、散射 X 射线的含量、准直器的大小和前置滤线器的结构及扫描仪的几何尺寸等很多因素的影响。有研究指出在其他参数不变的情况下,患者受照剂量直接与 mA 或 mAs 成正比^[5];另有研究显示在其他扫描参数不变的条件下,管电压由 120 kV 增加到 140 kV,其射线量增加 30%~40%^[6]。

3.2 256 层 CT 的优势 256 层 CT 机架旋转速度可达 0.27 s/圈,通常在两次心跳内就能完成心脏检查,采集时间不到 1 s,同时其辐射剂量比以前降低了 70%以上,并且具有更加清晰的图像。256iCT 前瞻性心电门控技术只在所选择的心脏时相触发控制球管曝光,当检测到不规则的 R 波时,检查床就停下不采集数据,识别到规律 R 波后才开始重新采集;由于不移动检查床,所以图像连续性不受患者心律不齐的影响。现在国内多采用时相为 75%R-R 间期。前瞻组冠状动脉成像的扫描辐射剂量只有回顾组剂量的 30%,减少约 70%。本组病例平均 ED 为(2.26±0.48) mSv。100%的冠状动脉节段图像质量达到诊断标准。

回顾性心电门控 CT 冠状动脉成像是进行全心动周期数据采集,通过回顾性分析而重组任意心脏时相的图像,所以能进行心功能分析,但也导致受检者接受较大的辐射剂量。两组图像的优良率均达 100%,差异无统计学意义。本研究表明前瞻性心电门控在 ED 降低的同时,图像质量并没有明显下降。

前瞻性心电门控冠脉成像可应用于心率稳定、无心律不齐、体重适当的患者。无论是前瞻性或回顾性心电门控扫描模式,心率低于 70 次/min 时,图像质量都比较好,前瞻性技术由于只进行单一时相采集,所以无法评价心功能,其原始数据也只能在较窄的范围内(±5%)做图像重组,这是前门控技术存在的最大问题。

改变管电流、管电压、螺距和扫描范围等多种参数均可降低剂量。通过降低管电流而使辐射剂量降低虽说是一种较简便的方法^[7],但降低管电压的效果更加明显。McNitt-Gray^[8]认为,管电压降低 17%,辐射剂量减少可达 39%。

另外,患者能进行正确的呼吸控制直接影响着 CTCA 的图像质量,所以在检查前,护士对患者进行耐心的心理疏导,使其安静下来,消除恐惧心理,稳定

其心率固然很重要,CT 技术人员更应在患者躺在检查床时,反复训练患者控制呼吸,直至达到呼吸均匀、屏气一致的满意效果,表面上看这些会耗去一定的时间,但对保证图像质量非常有必要,否则,几分钟的扫描结束后得到的图像质量不满意将更是得不偿失。本两组病例共有三个患者都因为呼吸控制不好导致图像质量不佳,无法列入统计。

近年来,随着 64 层、256 层、320 层及双源 CT 技术的发展及扫描速度的加快,患者接受的辐射剂量也随之加大。在 MSCT 广泛应用的今天,应非常重视获取最佳影像质量和控制受检者剂量之间的关系。为避免 MSCT 冠脉检查对患者的辐射危害,在不影响诊断的前提下,CT 技师在进行 CTCA 扫描时,应根据患者的心率、BMI、屏气能力等适时调整扫描参数,优化扫描方案,尽可能降低辐射剂量。本研究就 256 层 CT 在其他因素不变前提下对不同管电压、不同门控方式的情况进行了分析,为在实际工作中进一步降低射线剂量提供了可行性。

参考文献

- [1] Husmann L, Valenta I, Gaemperli O, et al. Feasibility of low dose coronary CT angiography: first experience with prospective ECG gating [J]. *Eur Heart J*, 2008, 29: 191.
- [2] Pontone G, Andreini D, Bartorelli AL, et al. Diagnostic accuracy of coronary computed tomography angiography: a comparison between prospective and retrospective electrocardiogram triggering [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2009, 54: 346.
- [3] Hausleiter J, Meyer T, Hadamitzky M, et al. Radiation dose estimates from cardiac multi-slice computed tomography in daily practice: impact of different scanning protocols on effective dose estimates [J]. *Circulation*, 2006, 113: 1305-1310.
- [4] Li J, Mohr K, Okerlund D. Dose reduction for CT Coronary Artery Imaging using a Special Bowtie [J]. *Med. Phys*, 2004, 31: 1841.
- [5] Donnelly LF, Emery KH, Brody AS, et al. Minimizing radiation dose for pediatric body applications of single detector helical CT: strategies at a large children's hospital [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2001, 176: 303-306.
- [6] Nickoloff EL, Alderson PO. Radiation exposures to patients from CT: reality, public perception and policy [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2001, 177(2): 285-287.
- [7] Tack D, de Maertelaer V, Petit W, et al. Multi-detector row CT pulmonary angiography: comparison of standard-dose and simulated low-dose techniques [J]. *Radiology*, 2005, 236 (1): 318-325.
- [8] McNitt-Gray MF. AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: Topics in CT. Radiation dose in CT [J]. *Radiographics*, 2002, 22(6): 1541-1553.

(收稿日期:2013-03-31)