

64 层螺旋 CT 冠状动脉成像低剂量扫描的应用价值

刘绮, 王成伟, 李勇

【摘要】 目的:探讨 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像低剂量扫描的临床应用价值。**方法:**搜集集体质量指数在正常范围的临床疑诊冠心病患者 60 例,随机分为 4 组,每组 15 例,各组在身高、体重及体质量指数方面差异无统计学意义($P>0.05$),进行冠状动脉 CT 检查(采用心电门控电流调制技术)。第 1 组(A 组)为对照组(常规扫描最大电流设定量为 700 mA);另外 3 组(B、C、D 组)为实验组(低电流量扫描),最大电流设定量分别为常规扫描的 90%(630 mA)、80%(560 mA)和 70%(490 mA),其它扫描参数不变。对各组的图像质量评分、有效辐射剂量值的差异进行统计学分析。**结果:**与对照组相比,实验组有效辐射剂量分别减少了 8.6%、17.9%、21.2%,各组间差异有统计学意义($P<0.05$)。对照组与实验 D 组(最大电流量为常规设定量的 70%)图像质量评分组间比较差异有统计学意义($P<0.05$),而其余两组实验组与对照组图像质量评分比较差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论:**最大电流设定值在 560 mAs 的条件下,可获得满足诊断需求的图像,能够对正常体重人群提供冠状动脉 CT 成像检查。

【关键词】 冠状血管;辐射剂量;体层摄影术,X 线计算机

【中图分类号】 R543.3; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2011)05-0546-04

Clinical application of low-radiation dosage coronary angiography with 64-slice spiral CT LIU Qi, WANG Cheng-wei, LI Yong. Department of Computed Tomography, the First Affiliated Hospital, Medical College, Shihezi University, Xinjiang 832002, P. R. China

【Abstract】 Objective: To study the clinical application of low-radiation dosage coronary artery angiography (CAA) with 64-slice spiral CT in detecting coronary artery disease. **Methods:** 60 clinically suspected coronary heart disease patients were randomly divided into four groups with 15 patients in each group. There were no obvious differences in body height, weight and quality index between the 4 groups ($P>0.05$). CT-CAA images were performed with tube current modulation. The first group was the control group with the highest tube current of 700mA; the other three were experimental groups (low-radiation dosage) with tube currents of 630mA, 560mA and 490mA, (90%, 80%, 70% of the routine tube current) respectively. The other scanning parameters were not changed. The mean effective dose and image quality of different groups were evaluated and statistically calculated. **Results:** Compared with the control group, the mean effective dosage (ED) of the three experimental groups reduced by 8.6%, 17.9% and 21.2% respectively with significant differences ($P<0.05$). The image quality of group D (tube current as 70% of the control) showed significant difference when compared with that of the control group, yet there were no significant differences in the image qualities between the control group and the other two experimental groups. **Conclusion:** With the highest radiation dosage set at 560mAs, the image quality was satisfactory for the diagnosis requirement of CT-CAA with normal body weight patients.

【Key words】 Coronary vessels; Radiation dose; Tomography, X-ray computed

随着空间和时间分辨力的提高,多层螺旋 CT 冠状动脉成像(coronary angiography, CA)作为无创而实用的检查技术,能够快速而准确地评价冠状动脉狭窄程度和粥样斑块性质,且阴性预测值高,为临床冠心病的诊断提供可靠依据^[1]。但随着薄层大容积扫描的广泛使用,使得心脏扫描时因射线剂量的累积而产生了相对较高的总体剂量,大大增加了患者辐射损伤随机效应的危险性^[2]。本研究旨在探讨低剂量冠脉成像临床应用的可行性,在保证图像质量满足诊断要求的前提下,更大程度地减少受检者的辐射剂量。

材料与方法

1. 一般资料

搜集本院 2010 年 2 月~8 月行冠状动脉 CT 成像的成年患者 60 例(拟诊或确诊为冠心病,肾功能正常,无碘过敏史,且全部签署知情同意书),其中男 35 例,女 25 例,年龄 30~50 岁,平均 41.3 岁,60 例体质量指数(body mass index, BMI)均在正常范围内(世界卫生组织划定正常 BMI 为 18.5~24.9 kg/m²,本组 60 例患者 BMI 平均值为 23.20±1.33kg/m²)^[3],进行心脏冠状动脉成像,随机选取 15 例患者为对照组(A 组),并同时选取 45 例分为 3 组,每组 15 例,为实验组(B、C、D 组)。

作者单位:832002 新疆,石河子大学第一附属医院 CT 室

作者简介:刘绮(1982—),女,新疆人,硕士,主要从事 CT 低剂量诊断工作。

2. 冠状动脉成像检查方法及评价标准

检查方法:采用 GE 64 层 Cardiac Lightspeed CT 机容积扫描。受检者取仰卧位,正侧位定位覆盖全部心脏区域。首先测定肘静脉-主动脉循环时间,经肘前静脉以 5.0 ml/s 流率注射对比剂(碘帕醇 370 mg I/ml) 20 ml,在升主动脉根部设置兴趣区,测定冠状动脉成像延迟时间。平静时心率超过 70 次/分的患者于 CT 扫描前 1~2 h 服用美托洛尔 25~50 mg。

2. 扫描技术

机架转速 0.35 s/r,准直器宽度 0.625 mm×64 层,管电压 120 kV,重组层厚 0.625 mm,视野 25 cm×25 cm,矩阵 512×512。静脉注射对比剂 75 ml,流率 5.0 ml/s。开启心电门控管电流调制技术进行冠状动脉成像扫描,最大管电流调制期相为 75%的 R-R 间期^[4]。A 组(对照组)扫描最大管电流输出为 700 mA;B、C、D 组(实验组)最大管电流输出分别为 630 mA、540 mA、490 mA,其它扫描参数同 A 组。扫描结束后,记录接受 X 线的辐射剂量。

3. 图像后处理

操作台上将原始数据进行横断面图像重组,并传入 GE AW4.3 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)等心脏及冠状动脉的三维成像。直接从扫描纪录中读取 60 例受检者的单次容积 CT 剂量指数(CT dose index,CTDI)及有效剂量(effective dose,ED)并进行对比分析。

3. 影像学评价和分析

由 2 位副主任以上 CT 诊断医师对 64 层螺旋 CT 冠状动脉图像质量进行分析,以双盲法对各组图像从冠状动脉节段的显示数目、细小分支显示率、血管边缘锐利度、管腔内对比剂清晰度 4 个方面以 1~4 分(4 分为优等)进行图像质量评分。4 分:冠状动脉显示 13 节段以上,3 级以上分支可显示,血管边缘光滑锐利,管腔内对比剂显示清晰;3 分:4 项中 1 项不符;2 分:4 项中 2 项不符;1 分:4 项中 3 项不符。≥3 分者被认为图像满足诊断要求^[5]。记录各组分值,评分有分歧的由 2 人共同协商后达成一致。

4. 统计学分析

采用 SPSS 13.0 统计软件对各组的图像质量评分、CTDI 及 ED 值进行统计学分析。对照组与各实验组的图像质量分数、辐射剂量比较采用单因素方差分析。对各组体重、身高、体质量指数等分别进行 χ^2 检验,比较其组间差异是否有统计学意义。均以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 不同组之间的体质量指数比较

所有 A-D 组 60 例患者均采用心电门控管电流调制技术,进行冠状动脉成像。实际扫描时患者心率范围为 45~77 次/分,心率波动范围为 5~15 次/分。A 组 15 例患者 BMI 指数平均约为 23.22 kg/m²,并采用常规管电流扫描,其余 45 例患者采用低管电流扫描。对各组患者的身高、体重、体质量指数方面进行比较(表 1),差异无统计学意义($P > 0.05$),这说明各组研究对象在体质量方面对图像质量、辐射剂量无显著影响。

表 1 各组患者身高、体重比较

组别	身高(cm)	体重(kg)	体质量指数(kg/m ²)
A 组	1.71±0.06	68.33±5.09	23.22±1.48
B 组	1.69±0.06	67.20±5.95	23.39±1.15
C 组	1.68±0.06	65.70±6.20	23.23±1.25
D 组	1.64±0.07	60.47±7.93	22.50±1.41

注:身高、体重及体质量指数各组间比较 P 值分别为 0.100、0.070 和 0.271,差异无统计学意义($P > 0.05$)。

2. 各组间有效辐射剂量的比较及低剂量扫描对图像质量的影响

对照组患者接受 X 线有效剂量平均为(18.27±4.9) mSv(表 2);实验组有效剂量比对照组分别减少了 8.6%、17.9%、21.2%,各组间差异具有统计学意义($P < 0.05$)。

表 2 各组辐射剂量及图像评分的比较

组别	最大电流设定(mA)	有效剂量(mSv)	图像质量评分
A 组	700	18.27±4.90	3.80±0.41
B 组	630	16.68±2.23	3.73±0.46
C 组	560	14.99±1.70	3.40±0.51
D 组	490	14.41±2.04	2.60±0.63

注:各组间有效剂量 P 值=0.047。

与常规剂量对照组(最大设定值 700 mAs)扫描比较,低剂量 B、C 组(最大设定值分别为 630 mAs、560 mAs)扫描对冠状动脉节段的显示数目、细小分支显示率、血管边缘锐利度、管腔内对比剂清晰度影响不大,组间图像质量比较差异无统计学意义($P > 0.05$),对病变的观察诊断影响不大(表 3),可以在满足诊断要求的基础上,应用于临床低剂量冠状动脉成像扫描(图 1~8)。

表 3 图像评分、辐射剂量的组间两两比较 P 值

两两比较	图像评分	CTDI(mGy)	ED(mSv)
A 组与 B 组	0.776*	0.043	0.042
A 组与 C 组	0.396*	0.000	0.034
A 组与 D 组	0.000	0.000	0.000
B 组与 C 组	0.571*	0.020	0.038
B 组与 D 组	0.000	0.000	0.010
C 组与 D 组	0.000	0.018	0.047

注:* 图像质量评分中,A 与 B、A 与 C、B 与 C 比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

随着扫描剂量进一步降低(低剂量 D 组——最大

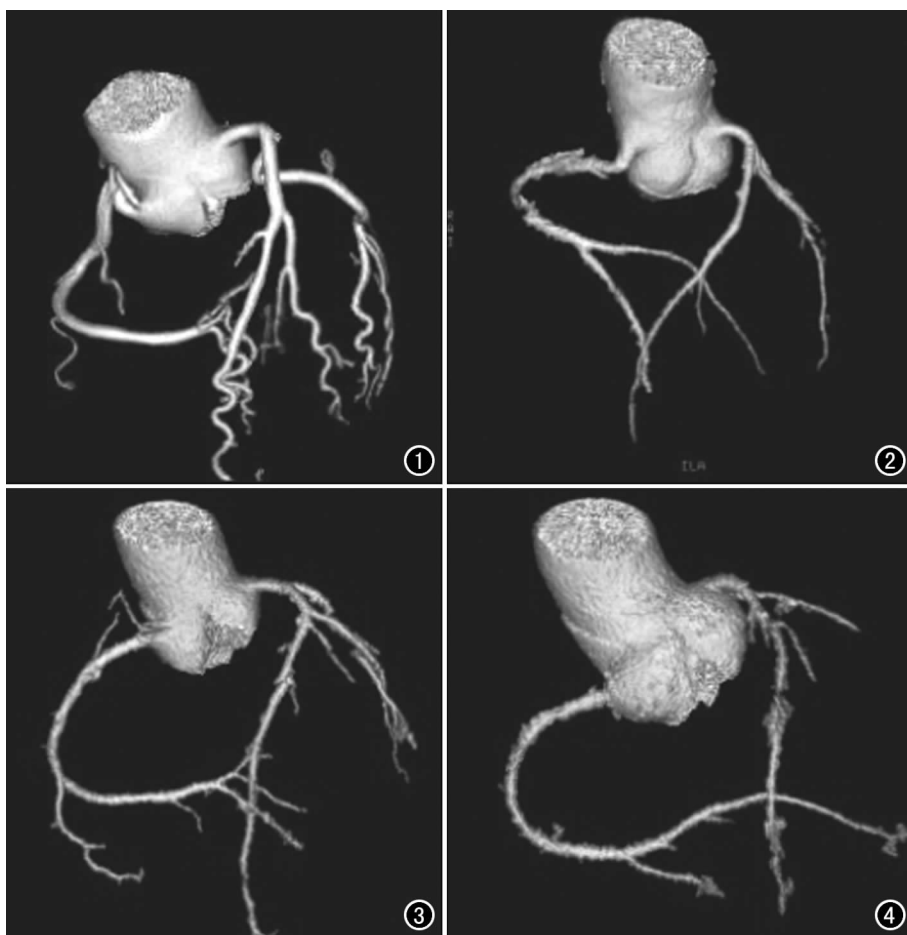


图 1 应用 700 mA 的最大设定值的扫描图像,图像质量满足诊断要求。图 2 应用 630 mA 的最大设定值的扫描图像,图像质量满足诊断要求。图 3 应用 560 mA 的最大设定值的扫描图像,图像质量满足诊断要求。图 4 应用 490 mA 的最大设定值的扫描图像,图像质量不能满足诊断。

设定值为 490 mAs) 图像颗粒增粗,冠脉细小分支的显示模糊、血管边缘锐利度、集管腔内对比剂的清晰度减低,且组间图像质量评分比较差异具统计学意义 ($P < 0.05$),影响病变的检出与诊断(表 3),不满足诊断要求,不能应用于临床(图 4、8)。

讨论

1. 辐射剂量与图像质量的关系

CT 成像中,曝光剂量和图像质量始终是一对矛盾的统一体,二者之间相互影响又相互制约。一般而言,曝光剂量与图像质量成正相关,增加曝光剂量可提高信号强度,改善低对比度分辨力,降低量子噪声,从而获得高质量的图像。多层螺旋 CT 探测器的增加使得亚毫米薄层扫描得到更广泛应用,随着厚度越来越薄,噪声会越来越大,因此若要保证获得与常规 CT 相同的图像信噪比,就需要更高的 X 射线剂量,这使得图像质量与辐射剂量之间的矛盾显得更为突出。实际上,剂量的降低一定会带来部分图像质量的下降,关键是如何找到一个合适的点,兼顾图像质量和射线剂量,

这是多层螺旋 CT 成像中 X 线剂量管理研究的难点。

2. 冠脉成像低剂量扫描的必要性及可行性

随着多层螺旋 CT 冠状动脉成像技术的日臻完善,CT 作为非创伤性冠状动脉造影的重要检查手段在临床上广为应用,但患者的辐射剂量也随之增加。因此,如何能在保证诊断信息量不丢失的情况下尽可能减少辐射剂量成为临床函需解决的问题。

降低 CT 扫描辐射剂量的常用措施包括:降低管电流、管电压;加大螺距、扫描层厚;缩小扫描时间;缩小扫描野。而 CT 冠脉成像为了达到优质成像分辨力,必然要求薄层扫描和小螺距成像^[6],因此,如要减少冠脉 CT 成像的辐射剂量,最直接有效的途径就是调节管电流。

国内李剑颖等^[7]在 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像时,根据定位像 CT 值确定个性化电流,可在保证图像质量满足诊断需求的前提下,更科学合理地控制 X 线剂量。戴汝平等^[8]在保证图像质量的前提下,分别采用 640 mA 和 450 mA

完成冠状动脉扫描并应用了 C2 后置滤过器,两组图像质量间的差异无统计学意义。可在心脏检查中应用后过滤重组降低约 30% 的管电流,使有效辐射剂量从 18.0 mSv 降低至 12.3 mSv,从而大大减少了 X 线对人体的潜在损伤。高建华等^[9]研究表明 64 层螺旋 CT 冠脉成像时采用 ECG 电流调控技术可在满足诊断需求的前提下有效降低放射剂量(可减少 18%~36%),并值得在临床广泛应用。

本实验是在心电门控管电流调控基础上,通过降低最高毫安输出(即设定值),进一步减少患者所接受的辐射剂量,探索以图像满足诊断为前提的低管电流,使图像质量和辐射剂量同时得到兼顾。本研究表明,低剂量的三个组(630 mAs、560 mAs 和 490 mAs)与常规剂量组(700 mAs)扫描比较,其 X 射线辐射量分别降低了 8.6%、17.9% 和 21.2%。统计学检验证明常规剂量组与 490 mAs 低剂量组的图像质量评分比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$),而其余两组(其中包括 4 例扫描时心率超过 70 次/分的患者,图像出现

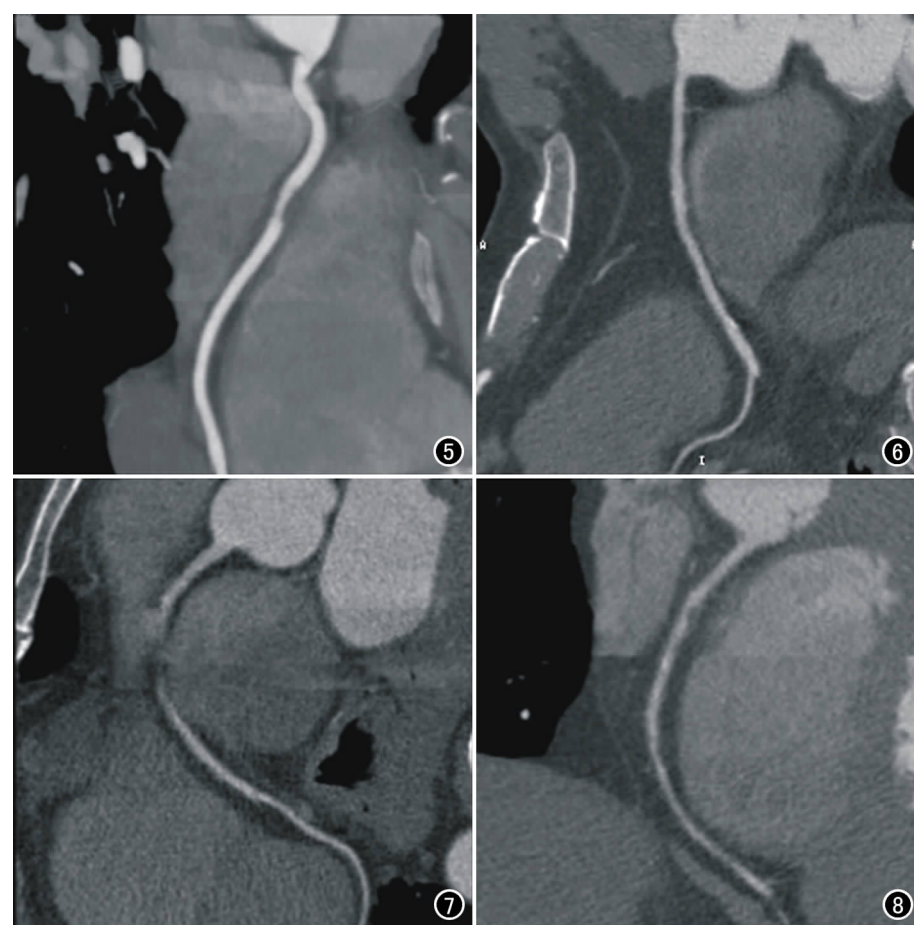


图 5 A 组冠状动脉曲面重组图,图像质量满足诊断要求。 图 6 B 组冠状动脉曲面重组图,图像质量满足诊断要求。 图 7 C 组冠状动脉曲面重组图,图像质量满足诊断要求。 图 8 D 组冠状动脉曲面重组图,图像质量不能满足诊断。

明显血管错层,但不影响对冠状动脉的评价)均能满足临床诊断要求,达到降低辐射剂量的目的。因此,我们认为 560 mAs 能够在图像质量达到诊断要求的前提下最大程度减少辐射剂量,可对正常体重人群提供冠状动脉成像检查。

3. 冠状动脉成像低电流量扫描研究的局限性

64 层螺旋 CT 冠状动脉成像质量受到患者心率、心率波动幅度、重度钙化及呼吸运动伪影等方面的影响,需要严格控制患者的心率、降低心率波动幅度、避免出现呼吸运动伪影^[10];而冠状动脉管壁严重钙化,可产生射线硬化伪影和部分容积效应,严重影响冠脉成像的图像质量,影响诊断符合率。故对于严重钙化者,不适合采用降低管电流的方式来减少辐射剂量。另一方面,本文的研究对象选取的均是正常体重患者,而在临床应用中,对于那些体重、身高超出正常范围的患者如何优化扫描参数,还需进一步的研究。

随着对 X 线剂量辐射危害性的认识,放射实践中合理实现更低剂量原则已成为业界共识。本研究通过降低最大管电流设定值的方法,使有效剂量下降了 17.9%,达到图像质量和辐射剂量的双向兼顾,实现辐射剂量最优化,更有利于冠状动脉 CT 成像在冠心病普查中进行推广,具有较高的临床实用价值。

参考文献:

- [1] 华小兰,许建荣,何文娟,等. 减低辐射剂量技术在心脏多层螺旋 CT 检查中的应用[J]. 实用放射学杂志, 2010, 26 (3): 432-433.
- [2] Einstein AJ, Henzlova MJ, Rajagopalan S. Estimating risk of cancer associated with radiation exposure from 64-slice computed tomography coronary angiography[J]. JAMA, 2007, 298 (3): 317-323.
- [3] 许尚文,成官迅,张雪林,等. 重组相位窗对 16 层螺旋 CT 冠状动脉成像图像质量的影响[J]. 放射学实践, 2006, 21 (3): 250-254.
- [4] 戴汝平,高建华. 冠状动脉多排螺旋 CT 成像[M]. 北京: 科学出版社, 2007. 64-65.
- [5] 高建华,孙宪昶,李剑颖. 不同前置滤波器对 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像质量及放射剂量影响的对照研究[J]. 中华放射学杂志, 2007, 41(8): 858-861.
- [6] 陈步星,胡大一. 多层螺旋 CT 心脏成像与冠状动脉造影[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2007. 46-47.
- [7] 李剑颖,高建华,李涛,等. 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像定位像 CT 值与管电流关系的研究[J]. 中华放射学杂志, 2009, 43 (7): 719-720.
- [8] 戴汝平,高建华,郑静晨,等. 应用后过滤重组降低 64 层螺旋 CT 心脏检查 X 线剂量的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2007, 41 (10): 1014-1018.
- [9] 高建华,王贵生,李剑颖,等. ECG 电流调控技术对 64 MDCT 冠状动脉成像质量和放射剂量的影响及评估[J]. 医学影像学杂志, 2007, 17(10): 1095-1098.
- [10] 程英,关计添,金阳,等. 64 层螺旋 CT 冠状动脉低剂量成像初探[J]. CT 理论与应用研究, 2009, 8(3): 91-95.

(收稿日期: 2010-09-30 修回日期: 2010-11-29)