

根据体重个体化对比剂注射方案在 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像中的应用

周智鹏, 张辉阳, 邱维加, 凌秀梅, 苏寿红, 陈德勤, 殷亮

【摘要】 目的:探讨根据体重个体化对比剂注射方案在 64 层螺旋 CT 冠状动脉血管成像检查中的应用价值。**方法:**90 例患者随机分成 3 组, 每组 30 例, 均使用双期对比剂注射。A 组采用对比剂总量(75 ml)注射法; B 组根据体重 13 s 对比剂注射法; C 组根据体重 16 s 对比剂注射法。分别比较各组冠脉分支显示情况和评分, 测量升主动脉根部、左心室、右心室、右心房和室间隔的 CT 值, 并以 CT 值的标准差作为对比剂均匀度值。**结果:**各组对比剂总量平均为 A 组 75.0 ml, B 组 52.2 ml, C 组 62.9 ml。B 组较 A 组减少对比剂量约 30.4% ($P < 0.01$), C 组较 A 组减少约 16.1% ($P < 0.01$); 各组对比剂注射流率为 A 组 5.0 ml/s, B 组 4.0 ml/s, C 组 3.9 ml/s。B 组较 A 组降低约 19.7% ($P < 0.01$), C 组较 A 组降低约 21.3% ($P < 0.01$)。三组中主动脉根部、左心室和室间隔的 CT 值差异无统计学意义 ($P > 0.05$); A 组和 C 组右心室和右心房 CT 值明显高于 B 组 ($P < 0.01$); B 组和 C 组右心房 CT 值均匀性高于 A 组 ($P < 0.01$)。各组冠状动脉增强水平均能满足临床诊断, 冠脉图像质量得分差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。**结论:**根据体重个体化对比剂注射方案对比剂用量少, 对右心腔和室间隔显示好, 有利于冠脉显示以及心脏形态和功能分析。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 冠状动脉造影术; 对比剂

【中图分类号】 R814.42; R534.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2011)07-0788-04

Body-weight based individualized protocol of contrast medium injection in CT coronary angiography with 64-slice spiral CT

ZHOU Zhi-Peng, ZHANG Hui-Yang, QIU Wei-Jia, et al. Department of Radiology, the Affiliated Hospital of Guilin Medical College, Guangxi 541001, P. R. China

【Abstract】 Objective: To investigate the value of body-weight based individualized protocol of contrast medium injection in CT coronary angiography (CTCA) with 64-slice spiral CT. **Methods:** 90 patients were randomly divided into 3 groups with 30 patients in each group, biphasic injection of contrast medium were performed. The total volume of contrast medium used was 75ml in group A, 13s and 16s as injection time with the volume of contrast medium according to body weight were used in group B and group C respectively. The image quality of the coronary artery and its branches displayed was evaluated and scored. The CT values were measured at the root of aorta, left ventricle, right ventricle, right atrium and interventricular septum, the standard deviation was used as the value to evaluate the attenuation homogeneity of contrast medium. **Results:** The mean volume of contrast medium used were 75.0ml in group A, 52.2ml in group B and 62.9ml in group C. Compared with group A, the volume used was 30.4% less in group B ($P < 0.01$) and 16.1% less in group C ($P < 0.01$). The injection rate was 5.0ml/s in group A, 4.0ml/s in group B and 3.9ml/s in group C; which was 19.7% lower in group B and 21.3% lower in group C as compared with that of group A ($P < 0.01$). No statistical differences were existed in the CT values at the root of aorta, left ventricle and interventricular septum of the three groups ($P > 0.05$). The CT values of right ventricle and right atrium of group A and group C were significantly higher than that in group B ($P < 0.01$). The attenuation homogeneity in right atrium of group B and C was higher than that of group A ($P < 0.01$). The coronary artery displayed in each group fulfilled the requirement for clinical diagnosis and there were no statistical differences in the scores of image quality in these 3 groups ($P > 0.05$). **Conclusion:** Less contrast medium could be used with the protocol of dosage injected tailored to patients' body weight, which provided satisfactory images in displaying right ventricular cavity and interventricular septum, and is helpful in showing coronary arteries and analyzing the morphology as well as function of heart.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Coronary angiography; Contrast media

MSCT 心脏和冠状动脉成像(coronary angiography, CA)是 64 层螺旋 CT 临床应用的重点, 通常使用单期、双期甚至三期注射方案^[1-8]。在目前的研究中,

根据体重来确定对比剂注射方案时使用的对比剂总量最少, 但是也存在右心室显示不佳的缺点。本研究对原有根据体重对比剂注射方案进行改良, 旨在探讨如何使用合理的对比剂总量和注射流率, 达到良好的增强效果, 不仅保证冠状动脉充分强化, 而且使右心轮廓显示清楚, 在一次扫描后得到冠脉图像、心脏形态和功

作者单位: 541001 广西, 桂林医学院附属医院放射科

作者简介: 周智鹏(1976—), 男, 湖北天门人, 副主任医师, 主要从事心脑血管疾病影像诊断工作。

通讯作者: 邱维加, E-mail: vega_cn@163.com

能的全部信息。

材料与方法

拟行 64 层螺旋 CT 冠状动脉检查的患者 90 例,无严重心、肝、肾功能不全,既往无碘过敏史,并全部签署知情同意书。其中男 55 例,女 45 例,年龄 25~87 岁,心率 45~70 次/分。按照不同对比剂注射方案随机分成 3 组,每组 30 例。A 组:固定对比剂注射组;B 组:根据体重 13 s 对比剂注射组;C 组:根据体重 16 s 对比剂注射组。

使用 GE LightSpeed XT 64 层螺旋 CT 机,碘普罗胺(370 mg I/ml)对比剂。检查方法:所有心率>70 次/分的患者于 CT 扫描前 45 min 口服美托洛尔 25~100 mg。扫描时患者取仰卧位,正侧位定位覆盖全部心脏区域。首先测定肘静脉至主动脉根部的对比剂循环时间,经肘前静脉注射对比剂 15~20 ml,在主动脉根部水平选择一个层面,由软件自动测出时间-密度曲线,峰值时间加 4~6 s 作为扫描延迟时间。A 组对比剂总量 75 ml,流率 5 ml/s;B 组对比剂剂量为 0.8 ml/kg,于 13 s 注射完毕;C 组对比剂总量为对比剂剂量(0.8ml/kg)与患者体重(kg)的乘积加 B 组流率值的 3 倍于 13s 内注射完毕。在对比剂注射后分别采用相同流率注射 30 ml 的生理盐水。将所有数据传输至 GE AW4.4 工作站,用 Cardiac IQ 软件包完成心脏及冠状动脉的后处理后将数据传到 PACS 系统进行诊断和分析。

在横轴面图像上分别测量主动脉根部、左心室、右心室、右心房和室间隔的 CT 值,每个部位取 3 个不同的位置进行测量,以 3 次测量的均值作为该层面 CT 值,以三次测量的标准差作为对比剂均匀性水平值。

采用美国心脏协会冠状动脉改良分段法^[3],由两位主治以上的影像诊断医师以双盲法对图像进行评价。冠状动脉图像质量分级采用 1~5 级评分法。5 分:图像质量非常好,无运动伪影,无明显噪声;4 分:图像质量好,有轻度运动伪影或噪声;3 分:图像质量一般,较多运动伪影或噪声较大,但不影响管腔评价;2 分:图像质量较差,运动伪影严重或噪声大,影响管腔评价;1 分:检查失败,严重钙化或明显运动伪影,管腔无法评价。

图像测量数据采用 SPSS 11.0 统计学分析软件,两位阅片者之间的差异采用 Kappa 检验进行分析。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

经 Kappa 检验,两位医师在冠脉评分及 CT 值测量等方面具有很好的一致性($K>0.75$)。3 组病例的

年龄、体重、心率和冠脉评分结果见表 1,各组差异无统计学意义($P>0.05$)。

表 1 各组病例一般资料和冠脉评分结果

指标	A 组	B 组	C 组	F 值	P 值
年龄(y)	56.90±13.00	58.0±13.00	54.80±12.70	0.477	0.623
体重(kg)	65.30±11.50	63.90±11.50	68.00±12.70	0.918	0.403
心率(次/分)	61.40±8.70	60.70±7.90	60.90±7.60	0.143	0.867
冠脉评分	4.12±0.85	4.09±0.88	4.01±0.73	0.060	0.942

三组患者主动脉根部、左心室、右心室和室间隔的 CT 值测量结果见表 2。主动脉根部、左心室和室间隔的 CT 值差异无统计学意义($P>0.05$),A 组和 C 组右心室 CT 值明显高于 B 组,差异有极显著性意义($P<0.01$),A 组与 C 组间差异无显著性意义;A 组和 C 组右心房 CT 值明显高于 B 组,差异有极显著性意义($P<0.01$),A 组与 C 组间差异无显著性意义。

表 2 各组不同部位 CT 值比较 (HU)

部位	A 组	B 组	C 组	F 值	P 值
主动脉根部	353.4±86.0	425.4±66.2	404.6±75.0	7.100	0.014
左心室	376.5±74.0	385.9±57.3	403.5±62.6	1.335	0.269
右心室	284.5±125.3	137.2±22.5	174.8±29.1	30.914	0.000
右心房	220.7±101.4	118.5±20.9	146.8±36.6	20.783	0.000
室间隔	113.9±20.4	124.4±17.1	124.4±23.3	2.643	0.077

三组患者主动脉根部、左心室、右心室、右心房和室间隔的 CT 值均匀度测量结果见表 3。主动脉根部、左心室和室间隔的 CT 值均匀度差异无统计学意义($P>0.05$);B 组右心室 CT 值均匀性明显高于 A 组,差异有极显著性意义($P<0.01$),C 组右心室 CT 值均匀性高于 A 组,差异有极显著性意义($P<0.01$),B 组和 C 组右心房 CT 值均匀性明显高于 A 组,差异有极显著性意义($P<0.01$)。

表 3 各组不同部位 CT 值的均匀度比较 (HU)

部位	A 组	B 组	C 组	F 值	P 值
主动脉根部	6.9±4.6	5.6±3.3	7.0±4.4	1.068	0.348
左心室	7.5±5.7	8.8±6.8	9.5±6.8	0.742	0.479
右心室	19.7±14.1	10.2±6.5	13.0±7.6	7.177	0.001
右心房	29.5±28.0	11.1±7.1	11.4±7.0	11.313	0.000
室间隔	9.5±6.1	11.4±5.6	8.6±4.6	2.643	0.077

各组对比剂总量和流率比较。各组对比剂总量:A 组(75.0±0.0) ml,B 组(52.2±9.2) ml,C 组(62.9±11.1) ml。B 组对比剂总量较 A 组减少约 30.4%,C 组对比剂总量较 A 组减少约 16.1%,差异有极显著性意义($F=56.446,P<0.01$);各组对比剂流率:A 组(5.0±0.0) ml/s,B 组(4.0±0.7) ml/s,C 组(3.9±0.7) ml/s。对比剂注射流率 B 组较 A 组降低约 19.7%,C 组较 A 组降低约 21.3%,差异均有显著性意义($F=32.628,P<0.01$)。

三组对比剂注射方案冠状动脉成像均能满足诊断。固定对比剂注射方案容易导致上腔静脉和右心房伪影(图 1);根据体重 13 s 对比剂注射方案右心腔内对比剂少,对腔内病变显示不佳,右心腔和房室间隔之

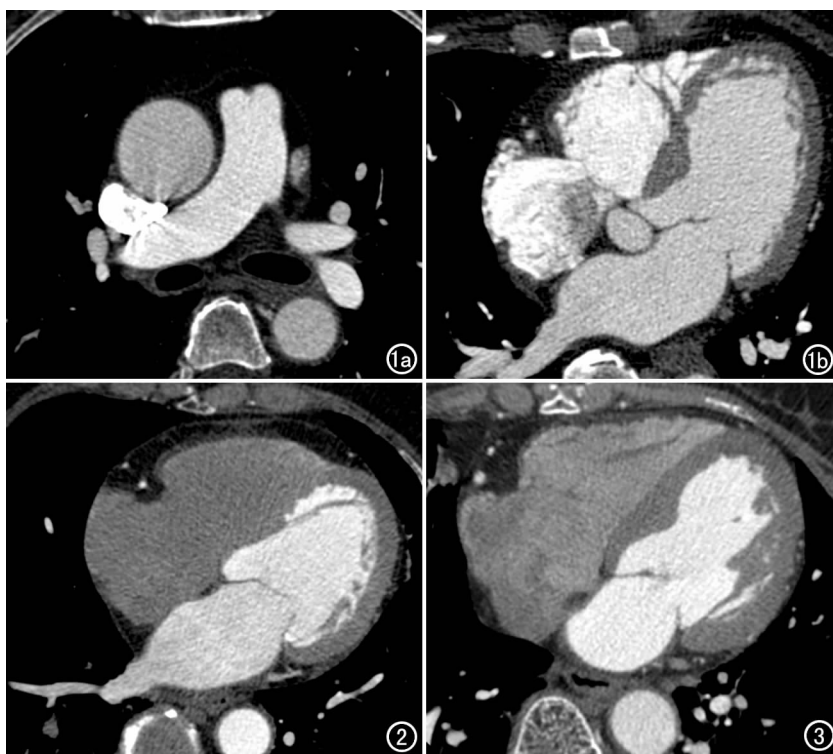


图 1 固定对比剂注射方案。a) CTA 示上腔静脉伪影；b) 稍下层面示右心房内伪影。图 2 13 s 对比剂注射方案，CTA 示右心腔内无对比剂，与房室间隔缺乏对比。图 3 16 s 对比剂注射方案，CTA 示右心室和右心房显示清楚，无伪影。

间缺乏对比(图 2)；16 s 对比剂注射方案无上腔静脉和右心房伪影，右心室和室间隔显示好(图 3)。

讨论

64 层 CTCA 检查的广泛应用，使得扫描技术和对比剂的注射技术也不断更新发展。固定对比剂双期注射方案是目前常用的冠脉 CTA 对比剂注射方案，在注射对比剂后注射一定量的盐水，由于方法简单，容易掌握，很多医院均采用此方法^[6]。但是其缺点显而易见，由于没有做到个体化的对比剂使用，对体重轻的患者，对比剂流速过快，导致冠脉浓度过高，增强程度过高将影响对钙化的显示和诊断，也会导致细小血管的狭窄被低估^[7]；同时过多的对比剂将产生大量的上腔静脉和右心房伪影，影响肺动、静脉和右心房的显示；过多的对比剂也将增加对比剂肾病的发生率。而对于体重过大的患者，可能总量和流率不足，导致冠脉增强效果不佳，影响诊断。有研究表明，在固定对比剂注射方案的基础上使用多期双流对比剂注射方案，可以显示右心系统，并减少伪影的产生^[3,4]。此注射法第一期采用固定对比剂注射，第二期注射对比剂和盐水混合物，第三期注射盐水。虽然减少了上腔静脉和右心伪影，但是没有做到个体化的对比剂总量和流率注射。Yamamuro 等^[1]的研究认为，对比剂增强效果和血管

内碘浓度有关，要获得满意的冠脉 CTA 图像，根据患者体重计算，最低的对比剂(350 mg I/ml)总量为 0.9 ml/kg，针对不同体重的患者采用不同的对比剂注射总量和流率，注射时间 13 s 可以得到满意的增强效果。王妍焱等^[6]的研究认为，对于碘含量为 370 mg I/ml 的对比剂，0.8 ml/kg 就能获得满意的增强效果，对比剂注射流率为总量/13 s。这两种注射方案均采用了个体化对比剂注射，使冠脉获得满意的增强效果和质量，但是由于对比剂使用少，右心室和室间隔缺乏对比，右心病变显示不佳。霍福涛^[8]等在根据体重的基础上结合多期双流注射方案的研究认为，在第二期注射 50% 的生理盐水与对比剂混合液效果最好。由于在第二期使用了较多的对比剂，此方法使用对比剂总量与固定对比剂注射法接近。相对于双期注射方案更复杂，对高压注射器要求也较高。

本研究在根据体重个体化 13 s 对比剂注射方案的基础上，又增加了 3 s 注射量，扫描时间和流率均和 13 s 注射方案

相同，我们称之为根据体重个体化 16 s 对比剂注射方案。一般认为冠脉的强化水平在 250~450 HU 能满足诊断要求，也有学者认为，CT 值为 350 HU 是最佳的冠脉增强效果^[1,9,10]，本研究中各组主动脉根部平均 CT 值为 350~420 Hu，均能满足临床诊断，各组冠脉评分值均在 4 分以上，与 13 s 注射方案^[6]得到的冠脉图像质量相同，均能满足临床诊断。而且 16 s 注射方案改善了 13 s 注射方案对右心系统显示不好的缺点，右心室平均 CT 值较室间隔高约 50 HU，使右心室和室间隔产生了很好的对比，有利于显示右心结构和病变。16 s 注射方案比传统的固定对比剂注射方案对比剂总量减少了 16.1%，注射流率降低了 21.3%，对比剂总量和注射流率的降低将减少对比剂副反应的发生。相对于固定对比剂注射方案，16 s 注射法减少了上腔静脉和右心房伪影，右心室和右心房的平均 CT 值的标准差平均 <15 HU，避免了由于 CT 值差异大产生大量的硬化伪影。相对于其它文献报道的多期双流对比剂注射法^[3-5,8]，16 s 注射方案的右心腔和上腔静脉对比剂均匀性稍差，但是 16 s 注射方案采用的是双期注射法，比多期注射法更简单易行，对高压注射器的要求也不高，右心系统的对比剂浓度和均匀度均能满足诊断。

本研究根据患者体重采用个体化的对比剂注射方

案,方法简单易行,既保证了冠脉图像质量,又很好地显示了右心系统,减少了上腔静脉伪影。

参考文献:

- [1] Yamamuro M, Tadamura E, Kanao S. Coronary angiography by 64-detector row computed tomography using low dose of contrast material with saline chaser: influence of total injection volume on vessel attenuation[J]. Comput Assist Tomogr, 2007, 31(2): 272-280.
- [2] 崔燕海, 黄美萍, 梁长虹, 等. 64 层螺旋 CT 冠脉 CTA 对比剂注射方案优化[J]. 中国医学影像技术, 2008, 24(3): 374-377.
- [3] 曹丽珍, 李琨成, 杜祥颖, 等. 多期双流速注射对比剂-盐水混合物在 64 层螺旋 CT 冠状动脉造影中的应用[J]. 临床放射学杂志, 2007, 26(1): 67-69.
- [4] Kerl JM, Ravenel JG, Nguyen SA, et al. Right heart, split-bolus injection of diluted contrast medium for visualization at coronary CT angiography[J]. Radiology, 2008, 247(2): 356-364.
- [5] 鲁锦国, 吕滨, 邱金海, 等. 64 层螺旋 CT 冠状动脉血管成像不同对比剂注射方案应用的研究[J]. 中华放射学杂志, 2008, 42(6): 586-591.
- [6] 王妍焱, 吴国庚, 谭晔, 等. 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像中优化对比剂注射技术对图像质量的影响[J]. 医学影像学杂志, 2010, 20(6): 823-826.
- [7] Utsunomiya D, Awai K, Sakamoto T, et al. Cardiac 16-MDCT for anatomic and functional analysis: assessment of a biphasic contrast injection protocol[J]. AJR, 2006, 187(3): 638-644.
- [8] 霍福涛, 徐卫玲, 李建, 等. 64 层螺旋 CT 心脏检查对比剂注射方案的优化[J]. 放射学实践, 2009, 24(1): 23-28.
- [9] 费晓璐, 李坤成, 严汉民. 冠状动脉 CTA 从成像中高对比剂增强效果对狭窄成像准确度影响的量化评价研究[J]. 中国医疗设备, 2008, 23(10): 144-147.
- [10] Cademartiri F, Mollet NR, van der Lugt A, et al. Intravenous contrast material administration at helical 16-detector row CT coronary angiography: effect of iodine concentration on vascular attenuation[J]. Radiology, 2005, 236(2): 661-665.

(收稿日期: 2010-11-22)

· 经验介绍 ·

GE Definium6000 DR 故障检修 2 例

洪国慧

【中图分类号】R814.41 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2011)07-0791-01

故障现象一: 机器正常使用中, 禁止曝光。

故障分析: 点击监视器下方的禁止曝光信息按钮, 观看错误信息, 显示“HEATER ERROR(0)”。

故障代码提示设备在灯丝加热部分出现故障, 所以考虑以下几个与灯丝相关方面的问题: ①灯丝加热板(heater board)故障; ②球管内灯丝自身故障; ③高压发生器内部故障。

按照先简后繁的检修思路, 首先在不打开机箱的前提下检修设备, 选择不同的曝光体位, 从而进行切换灯丝大小焦点, 进行曝光。发现在灯丝小焦点时不能曝光; 而选择灯丝大焦点时可以正常曝光。由此可以分析排除高压发生器内部故障, 将故障范围缩小。进一步检查, 打开机箱, 将 heater board 外部的保护外壳拆下, 观察 heater board 上常规的指示灯, 指示灯的工作状态都正常。此时在开机上电状态下用数字万用表测量 heater board 上的 DC160V 输出, 输出正常。基本排除 heater board 故障, 最后只能怀疑球管或电缆自身问题, 于是关机, 将高压发生器端的高压阴极电缆拔下并做放电处理后, 用数字万用表测量 C 与 S 以及 C 与 L 之间的阻值。测量结果为 C 与 S 间阻值为无穷大, C 与 L 间阻值为 0.8Ω ; 球管的正常阻值大小焦点与公共线均应小于 1Ω 但大于 0Ω 。所以可以确诊为球管的小焦点灯丝出现开路故障, 造成在小焦点灯丝状态不能曝光, 在大焦点灯丝状态下可以曝光。更换相同规格的球管后故障排除, 正常使用。

故障现象二: 机器在使用过程中间歇性悬吊球管支架(overhead tube suspension, OTS)锁止, 禁止曝光, 束光器的屏闪烁, OTS 触摸屏黑屏。

故障分析: 在 OS 上观看错误信息, 内容为“OTS COMMUNICATION ERROR”。根据故障信息的提示作者考虑如下几个方面: ①触摸屏自身故障; ②连接触摸屏的连接线故障。

按照先易后难的检修思路, 由于触摸屏黑屏且 OTS 锁死, 所以怀疑触摸屏有问题, 于是将连接 OS 与 OTSCONSOLE 的线对调, OS 显示正常(显示触摸屏的信息), 触摸屏还是未显示, 所以怀疑触摸屏有问题; 打开触摸屏的后盖, 开机上电, 发现触摸屏内的电路板上的指示灯也在闪烁, 闪烁频率同束光器的闪烁频率。由以上原因推测束光器与触摸屏的供电有问题, 但触摸屏供电是由 OS 的 RS232 供出, 而束光器是由 OTS ALB 供出, 根据电路图进一步检查电路, 确认触摸屏的 BUTTONS&LED SIGNAL 的信号是 OTS ALB 给出的。检查 OTS ALB, 发现 ALB 板上的指示灯也在闪烁, 闪烁频率同束光器闪烁频率, 于是怀疑 ALB 有问题或 ALB 的供电有问题, 进一步检查后发现给 ALB 供 24V 的 LONG LOCK 对地短路, 所以会造成 ALB 供电问题进而影响 OTS 触摸屏和束光器的正常工作, 造成故障发生。重新处理 LOCK 后, 正常开机, 机器正常使用, 使用已半年, 未见故障出现。

参考文献:

- [1] 李良成. 程控 X 线机维修经验浅谈[J]. 医疗卫生装备 2004, (5): 69.
- [2] 袁憬吾, 岛津 XUD150L-F 高频 X 线机“连锁反应”高压故障一例[J]. 中华放射学杂志, 2001, (4): 315-316.

(收稿日期: 2011-01-24)