

双源 CT 冠状动脉成像的影响因素及处理技巧

高燕, 白林, 彭泽华, 黄红云, 陶客言

【摘要】 目的:探讨双源 CT 冠脉成像的影响因素及处理技巧。**方法:**180 例患者行双源 CT 冠脉成像, 并采用 MPR, MIP 及 VRT 等技术进行图像后处理, 根据国际冠状动脉分段标准, 并按照优、良、中、差 4 个等级评价冠脉成像质量, 分析影响冠脉成像质量的相关因素及处理方法。**结果:**180 例患者共评价 2575 个血管节段, 优质血管影像达 65.2% (1679 段), 良达 25.3% (651 段), 中达 7.3% (188 段), 差为 2.2% (57 段); 双源 CT 冠脉成像优良率达 90.5%, 不可评价率 2.2%。主要影响因素有心率波动 (106 段)、呼吸屏气不良 (52 段)、对比剂因素 (51 段)、成像参数的选择 (35) 等。对因心率波动所致图像质量不佳的 106 个血管节段进行心电图编辑处理后, 图像质量不佳者减少至 53 段 (50%), 且图像无法评价的节段由 38 段减少至 15 段 (60.5%)。**结论:**双源 CT 冠脉成像质量较好, 但仍受一些因素影响, 仔细的检查前准备、采用心电图编辑技术等能有效提高成像质量。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 血管造影术; 图像处理, 计算机辅助

【中图分类号】 R814.42; R543.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2009)03-0327-04

Factors Influencing Image Quality of Dual Source CT Coronary Angiography and Their Management GAO Yan, BAI Lin, PENG Ze-hua, et al. Department of Radiology, People's Hospital of Sichuan Province, Sichuan Provincial Academy of Medical Sciences, Chengdu 610072, P. R. China

【Abstract】 Objective: To study the factors influencing image quality of coronary angiography with dual source CT and the techniques of management. **Methods:** 180 cases had coronary angiography with dual-source CT, the post-processing techniques included multi-planar reformation (MPR), maximal intensity projection (MIP) and virtual rendering technique (VRT). The subdivisions of coronary arteries were classified according to international classification of coronary artery sections. The quality of coronary angiography was divided into four grades: excellent, good, fair and poor. The influencing factors of image quality and their management techniques were analyzed. **Results:** Of the 180 patients with coronary angiography, altogether there were 2575 sections of coronary arteries. As for the gradation of image quality, 65.2% (1679 sections) were excellent, 25.3% (651 sections) were good, 7.3% (188 sections) were fair and 2.2% (57 sections) were poor. High image quality of coronary angiography with dual source CT reached 90.5%. There were 2.2% with the images unreadable. The main factors that influenced image quality were fluctuation of heart beat (106 sections), uncontrolled breath-holding (52 sections), influence due to contrast medium (51 sections) and selection of imaging parameters (35 sections). For the 106 sections of coronary arteries with fair or poor image quality due to fluctuation of heart beat, the fair or poor quality images reduced to 53 sections (50%) after ECG editing during image reconstruction. For the 38 unreadable sections, they were reduced to 15 sections (60.5%) after ECG editing. **Conclusion:** High image quality of coronary angiography could be obtained with dual source CT. There are some factors influencing the image quality, which could be improved by exquisite preparation before examination and ECG editing during image reconstruction.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Angiography; Image processing, computed-assisted

双源 CT 的推出, 克服了 16 层乃至 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像时间分辨力不够的弱点, 以最快 82.5 ms 的时间分辨力, 使不同心率尤其是高心率情况下无须使用 β 受体阻滞剂即能完成 CT 冠脉成像, 但在成功率和优良率大幅提高的同时仍有一些因素影响到双源 CT 冠脉成像质量, 笔者对这些影响因素进行分析并

探讨其解决方法。

材料与方法

回顾性分析 2007 年 8 月~2008 年 2 月 180 例在本院行双源 CT 冠状动脉成像患者的影像学资料, 男 126 例, 女 54 例, 年龄 43~80 岁, 心率 55~118 次/分, 所有病例既往无心律不齐的病史, 无肝肾功能不全, 无碘过敏史。

扫描前向患者简明交待检查流程及注意事项, 进

作者单位: 610072 成都, 四川省医学科学院, 四川省人民医院放射科

作者简介: 高燕 (1964—), 女, 山东宁津人, 主管技师, 主要从事医学影像技术学工作。

通讯作者: 白林, E-mail: baiyunfeidu@yahoo. cn

行碘过敏试验,于左肘正中静脉放置 18 号套管针,静脉推注 5% 地塞米松 10 mg。患者仰卧位,按标准位置在患者前胸壁安置电极并连通心电图导线,指导患者正确屏气;连通患者留置针与双筒高压注射器,对比剂采用碘普罗安(370 mg I/ml),剂量 70~75 ml,后续 50~60 ml 生理盐水,注射流率 5.0~5.5 ml/s;注射前先行静脉推注生理盐水 10 ml,观察皮下有无渗漏;扫描前患者硝酸甘油舌下喷雾以扩张冠脉。

采用 Siemens Somatom Definition 双源 CT 机,双球管及探测器组合呈 90° 放置,扫描同步采集数据。冠脉成像采用自动示踪触发技术,触发阈值 100 HU。扫描范围为气管分叉下 10 mm 至心脏膈面,包括左右冠脉开口及所有分支。扫描参数:120 kV,380 mAs,准直器宽度 0.6 mm,0.33 s/r,螺距 0.2~0.5(随心率调整)。心率范围的选择应以屏气时的最低心率作为参照,屏气扫描。

扫描数据经软件分析自动选择最佳收缩期和最佳舒张期进行双时相重建,基本达到理想显示:双期左右冠主干均显示良好,或双期左右冠主干互补显示良好;若双期均不理想,则通过 0~90% 期相预览重新选定新的时相进行重建直到图像质量满意。经过对选定时相的原始数据采用 0.75 mm 层厚、0.5 mm 间隔进行重建,再将数据传输至工作站,采用 MPR, MIP 及 VR 等方式进行图像重组。

根据美国心脏协会(AHA)标准^[1]将冠状动脉分

为 15 个节段:右冠状动脉包括第 1~4 段,左冠状动脉主干和左前降支包括第 5~10 段,左回旋支包括第 11~15 段。

冠脉图像质量评价分为 4 个等级^[2]。优:血管显影清晰,边缘光滑,连续性好,与周围对比好,无伪影;良:血管显影较好,连续性可,但边缘模糊,有少许伪影;中:血管对比尚可,但连续性不佳,有伪影,仍可评价;差:血管对比差,伪影干扰严重,明显错层及阶梯状伪影,无法评价。图像质量的评价由两位经验丰富的主治医师采用双盲法确定。

结 果

根据美国心脏协会冠脉分段标准,180 例患者应有冠脉节段 2700 段,排除冠脉解剖变异及远端血管闭塞,共评价 2575 段血管,其中,优质血管图像达 65.2% (1679 段),良达 25.3% (651 段),中级达 7.3% (188 段),差占 2.2% (57 段),优良率 90.5%,可评价率 97.8% (2330/2575),不可评价率 2.2% (245/2575)。

对图像质量为中和差的 20 例共 245 个血管节段进行分析,结果显示最主要的影响因素为心率波动(图 1),占节段数的 43.3%,其次为屏气不良因素(图 2)和对比剂使用不当导致的上腔静脉伪影(图 3),各占 21.2% 和 20.82%,兴趣区选择失误、成像参数不当(图 4)及呼吸运动误差等因素的影响比例为 14.69%。具体结果及分析见表 1。

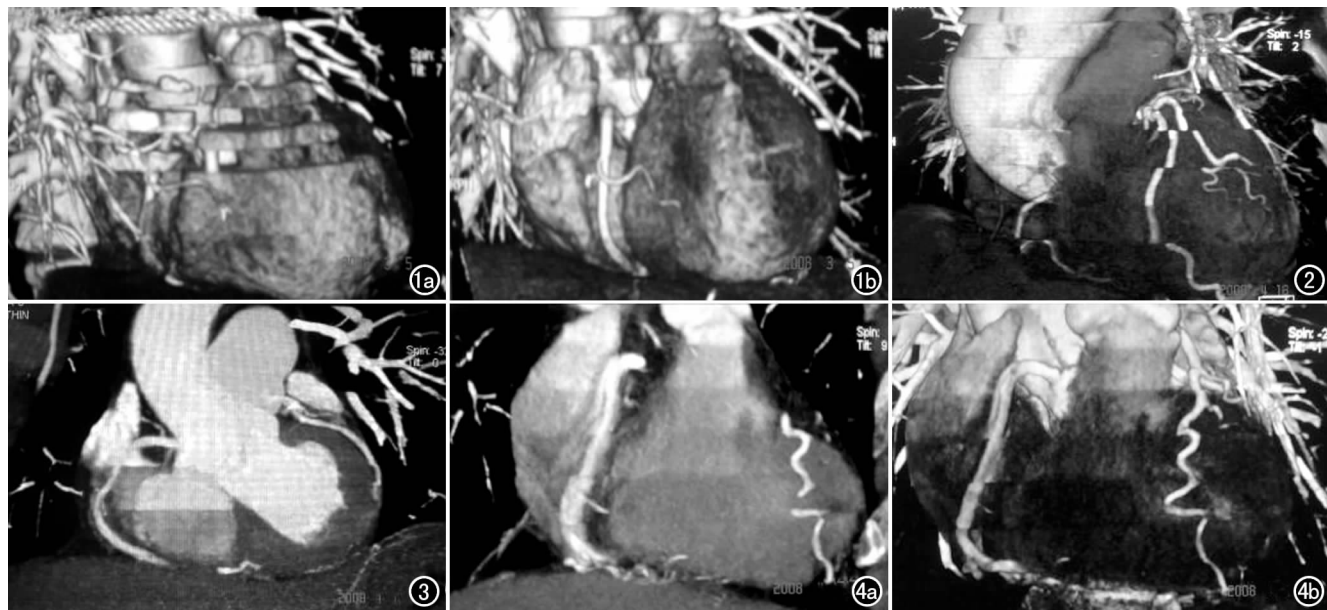


图 1 男,70 岁,严重心律不齐。a) VR 图像示冠脉错层明显;b) 心电编辑技术处理后 VR 图像示右冠主干可用于评价,图像质量评级由差升至良。图 2 男,76 岁,屏气不良。VR 图像显示阶梯状伪影、冠脉错层。图 3 冠状面 MIP 图像示进入上腔静脉及右心腔的对比剂浓度过大过快,与生理盐水未能充分混合,形成宽带状分层伪影。图 4 男,66 岁,因成像参数选择误差导致影像采集数据下降,影像模糊。a) MIP 图像;b) VR 图像。

表 1 中、差级血管节段 245 段影响因素,影像表现及处理方法

影响因素	例数	血管节段数	影像表现	处理及预防方法
心率波动	8	106	血管节段错层	采用心电编辑技术
屏气不良	4	52	胸壁及血管节段阶梯伪影	训练有效的屏气方式
造影因素与上腔静脉伪影	4	51	对比低下或上腔静脉高密度伪影及宽带状伪影	根据体重、心率、注射流率及量的关系确定造影因素
ROI 区误差	2	24	触发失误导致显影不良	正确选定触发区域
成像参数误差	1	11	数据缺失致血管节段中断	合理选择心率范围
呼吸力度误差	1	1	RCA 开口处漏扫	训练前后屏气幅度一致

对心率波动所影响的血管节段进行心电编辑,处理前后数据见表 2。其余影响因素不能通过后处理而改善,只能以预防为主。

表 2 心率波动所导致中~差级血管心电编辑前后影像评级 (节段)

影像 评级	窦性心律不齐(62个节段)		早搏(44个节段)	
	编辑前(%)	编辑后(%)	编辑前(%)	编辑后(%)
优	0	9(14.52)	0	7(15.91)
良	0	20(32.26)	0	17(38.64)
中	39(62.90)	25(40.32)	29(65.91)	13(29.54)
差	23(37.10)	8(12.90)	15(34.09)	7(15.91)

结果显示,窦性心律不齐的 62 个节段,编辑前全部评为中、差级,编辑后减少到 33 个节段,无法评价节段比例下降了 24.2%;早搏 44 个中差节段,编辑后减少到 20 个节段,无法评价节段下降了 18.2%。

讨 论

双源螺旋 CT 由于超高的时间分辨力,在最佳重建时相合理选择的情况下,心率快慢已不成其主要影响,但心率的明显波动仍不可避免会影响冠脉成像质量^[3]。本组结果显示,影响冠脉图像质量最主要的因素为心率波动和呼吸屏气不良。因此,笔者结合本组结果,对几种影响因素进行分析并探讨处理技巧。

1. 心率波动

本研究中心律不齐者 5 例、早搏 3 例,影响 106 段血管。在扫描期间内有 2 例心率波动超过 20 次/分,3 例超过 30 次/分;1 例早搏为单发,2 例为多发。发作可能与患者情绪紧张有关。由于心律不齐和早搏导致 R-R 间期长度不等,心脏重建时不同心动周期的同一时间点,心脏所处的相位发生改变,采集数据失误导致血管节段的错位和中断^[4],影像表现为图像上呈阶梯状伪影。针对这种因素,首先应以预防为主,舒缓患者的情绪,尽量使其心率保持稳定;其次当心律失常已经发生并影响到成像质量时,可以通过心电编辑的办法进行处理。具体方法:浏览计算机自动重建的薄层影像,找出连续层面中出现跳层的影像,结合该层面的原始心电记录,从 Trigger 界面中调出原始心电图,找到相应心率变化点,移动对应于心动周期 R 波波峰的小圆点,调匀相邻的心动周期,Recon mono 设置在%,在

时相一栏中选择最佳重建时相,利用计算机自动重建出调整后的新图像。对于漏搏的患者可以在漏搏处添加一个采集点,以填补缺失的数据,再调匀心动周期进行重建。对于基础心率较慢而突然出现早搏时,可以去掉异常采集信息点,调匀心动周期进行重建。对于偶发早搏或轻度~中度心律不齐所造成的图像失误,以上心电编辑方法的合理应用可以适度纠正和改善图像质量。本研究中 106 个中~差级血管节段经过心电编辑处理后下降到 53 个,下降比例 50%;无法评价的血管节段从编辑前的 38 段下降到编辑后的 15 段,下降比例 60.5%。对重度心律不齐或频发早搏则心电编辑的效果不佳,且易造成影像失真,故严重心律失常仍是双源 CT 冠脉成像的禁忌证。

2. 屏气不良

由呼吸运动产生的伪影是影响双源 CT 冠脉成像质量的又一重要因素。本文中 4 例共 52 个节段。在影像中产生胸壁包括肋骨,胸骨,膈肌和冠脉血管节段共振的阶梯状运动伪影。对于这种伪影缺乏良好的补救手段,唯一能做的就是预防。所以训练患者正确而有效的屏气方法是检查流程中最重要的一环。笔者在工作中积累了几点技巧:首先相对年轻体壮的受检者,采用经缓慢吸气,屏气再呼气的方法,其机制是平静吸气状态下屏气,可以避免深吸气导致腹压增高而致呼吸控制难度加大,而通常一次冠脉成像扫描时间不到 10 s,身体状况较好的受检者大多能在较平静状态下完成;但对于年老体弱者,往往不易控制自发的呼吸状态,因而需采用更为强制的呼吸控制手段,尽量深吸气,屏气时保持住腹腔鼓气的状态,这种方法部分有效,但需注意过度深吸气后憋气有可能导致胸腔内压增大,从而减少回心血量,使循环时间延长,造成升主动脉对比剂充盈不良^[5];而对这种方法也无效的患者还有另外两种方法:其一,嘱患者用闲置的一侧手臂搁置头侧,当屏气时立刻紧压双侧鼻翼,同时双唇紧闭,强制性短暂使气道闭塞,此法简单易行,常起到很好的效果;其二为过度呼吸法,嘱患者反复快速吸气呼气连续多次,使其胸腹腔内积累一定余气,此时再屏气就比较容易控制。以上几种屏气方式循序渐进,互为补充,

可以基本预防屏气不良带来的影像失误。

3. 增强扫描相关因素与上腔静脉伪影

本研究中有 4 例共影响 51 个节段。采用对比剂碘普罗胺(370 mg I/ml) 70~75 ml,其后注入生理盐水 50~60 ml,注射流率 5.0~5.5 ml/s,由于对比剂浓度恒定,增强效果就与注药流率和剂量成正比,而两者又与患者的体重及心率变化密切相关。体重者应适度加大注药流率及药量才能达到理想显影,体轻者则需适当降低注射流率和药量;心率快者,心输出量增加,血液循环加速,触发时间短,如果对比剂进入流率不变,进入血液后被迅速稀释,导致对比剂浓度下降;因此心率快者应适度加快对比剂注射流率,注射量可以不变或适度减少。如果没把握好影响增强扫描的相关因素,就会出现 3 种后果:①显影不足,对比效果差;②进入上腔静脉及右心腔的对比剂浓度过高,导致放射状伪影从而影响右冠状动脉的显示;③进入上腔静脉及右心腔的对比剂过浓过快,与后续生理盐水未能充分混合导致宽带状分层伪影。本研究中 1 例属第一类,1 例属第二类,2 例为第三类。

4. 兴趣区设置误差

本组中涉及 2 例共 24 个节段。由于双源 CT 冠脉成像采用自动触发增强扫描技术,触发点的选择就很重要。通常触发阈值选定在 100 HU。由于兴趣区通常选择在升主动脉根部,紧邻上腔静脉,如果上腔静脉内对比剂浓度过高而在邻近主动脉界面产生高密度放射状伪影,就会导致兴趣区 CT 值失真而提前触发增强扫描,从而导致显影不良。因而在兴趣区选择上应尽量避免有可能受到伪影干扰的区域。

5. 成像参数不当

本组中成像参数基本固定,只有螺距要随心率的变化而相应调整。通常心率慢时,螺距会自动调低,扫描速度变慢,成像清晰;而心率快时,螺距会自动调高,扫描速度变快,射线剂量减少,采集数据减少,分辨率一定程度下降。而操作界面上心率快慢的选择是我们根据患者的适时心电变化而设定,带有主观因素,可能因对心率变化的判断失误而造成图像质量的降低,因此在选定心率范围时应以屏气状态下的最低心率作为参照^[6]。一般来说,屏气状态下心率会比平静呼吸状态慢 5~20 次/分,少数患者会由于吸气过猛或情绪紧张反而导致屏气时心率加快。因此对心率范围的估计需在扫描前一段时间观察患者的心电变化而确定,对

于紧张型患者,尽量疏导情绪,避免心率的超常波动。由于心率范围评估失误可能导致 2 种后果:选择的心率范围低于屏气扫描时的实际心率,导致螺距选择偏小,扫描时间延长,患者接受不必要的射线剂量;或选择心率范围高于实际心率,导致螺距加大,扫描快,但剂量降低,采集数据减少导致血管影像模糊或中断。本组中有 1 例。

6. 屏气前后不一致

本组中有 1 例,由于第一次屏气扫描与第二次冠脉增强扫描时呼吸动度不一致,根据第一次屏气扫描时确定的扫描范围出现误差,导致右冠开口处被漏扫。因此在训练患者屏气时一定要训练其每次屏气幅度保持一致,且在确定冠扫范围时适当加宽,但应保证冠状动脉显影在允许时间范围之内。

以上所述是可能造成冠脉成像质量下降的几大因素,其中,心率波动和呼吸屏气不良引起的运动伪影是造成冠脉成像质量下降的最主要因素;其它因素也或多或少的影射冠脉节段的正常显示;此外,一些细节如心脏电极安放位置的误差也会影响心电信号而导致数据采集的失误。对于影响冠脉成像质量的这些因素,首先应通过一定手段避免其发生,对于少数确系心电因素如心律不齐引起的影像质量下降,尽量通过心电编辑技术加以纠正,以达到诊断目的;事先已知有严重心律失常者,不适宜此类检查。

参考文献:

- [1] 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(1): 5-40.
- [2] 张龙江, 卢光明, 周长胜, 等. 最佳收缩和舒张期的双源 CT 冠状动脉影像: 自动化选择与全期相固定间隔重建的比较[J]. 国际医学放射学杂志, 2008, 31(2): 75-79.
- [3] Nakanishi T, Kayashima Y, Inoue R, et al. Pitfalls in 16-detector Row CT of the Coronary Arteries[J]. RadioGraphics, 2005, 25(2): 425-438.
- [4] 姜建威, 王均平, 常军, 等. 多层螺旋 CT 冠状动脉造影初探[J]. 中国微循环, 2001, 5(4): 255.
- [5] 戴汝平, 高建华. 冠状动脉多排螺旋 CT 成像[M]. 北京: 科学技术出版社, 2007. 17-18.
- [6] 张竹花, 金征宇, 张抒扬, 等. 双源 CT 冠状动脉成像的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2007, 41(9): 973-976.

(收稿日期: 2008-09-22 修回日期: 2008-12-27)