

双源 CT 全时相间隔重建四维模式对冠状动脉成像质量影响的初步观察

孙志远 卢光明 黄伟 王俊鹏 陈鹏 张龙江 李林 蔡军 张玥玥

【摘要】 目的 利用双源 CT 全时相间隔重建并 Inspace 软件中的四维(4D)模式,评价双源 CT 对冠状动脉的多时相成像能力,并探讨冠状动脉 CT 成像(CTA)的质量随时相变化的规律及其形成原因。方法 对 50 例患者进行双源 CT 冠状动脉 CTA 检查,并作 10% ~100% (间隔 10%) 全时相重建,然后在后处理工作站上,利用 Inspace 软件中的 4D 模式,由 2 名有经验的放射科医师对各个时相的冠状动脉 3 支主要分支血管的成像质量进行评级(评分)。结果 冠状动脉 3 支主要血管所有 10 个时相的平均成像质量评分分别为:右冠状动脉(RCA) 1.71 分,左前降支(LAD) 2.57 分,左回旋支(LCX) 2.03 分(最低为 1 分,最高为 3 分)。在开始于心脏 R-R 间期的 30%、40% 和 70% 的重组时相窗上,冠状动脉的 3 支主要分支血管的成像质量平均评分均达到 2.0 以上。有 41 例(82%) 3 支主要血管在收缩期(10% ~40%) 和舒张期(50% ~100%) 内同时能找到 1 个或 1 个以上的时相其成像质量达到 1 级(3 分)。25 例(50%) 其前降支每一时相的成像质量均达到 2 级(2 分) 以上,其中 5 例(10%) 每一时相的成像质量均达到 1 级。结论 双源 CT 初步具备了对冠状动脉收缩期和舒张期双期成像的能力,其成像质量存在 2 个高峰期,1 个是收缩中晚期(30% ~40%), 1 个是舒张中期(70% 左右);但要达到全时相高质量成像还需进一步提高时间分辨率。

【关键词】 冠状动脉循环; 体层摄影术, X 线计算机

The effects of whole-phase interval reconstruction and four dimensional mode on the imaging quality of dual-source CT coronary angiography: an initial study SUN Zhi-yuan, LU Guang-ming, HUANG Wei, WANG Jun-peng, CHEN Peng, ZHANG Long-jiang, LI Lin, CAI Jun, ZHANG Yue-yue. Department of Medical Imaging, Nanjing General Hospital of Nanjing Military Command, Nanjing 210002, China
Corresponding author: LU Guang-ming, Email: cjr. luguangming@vip.163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the multi-phase imaging ability of dual source CT coronary angiography and the effects of whole-phase interval reconstruction and the four dimensional(4D) mode of "Inspace" software on the imaging quality of dual source CT coronary angiography. Methods Fifty patients performed coronary CT angiography (CTA), and the images were reconstructed from 10% to 100% of the R-R interval (the reconstruction interval was 10%). The imaging quality scores of the three main coronary arteries were assessed by two experienced radiologists using the 4D mode of "Inspace" software On workstation. Results The average scores of imaging quality in the RCA, LAD and LCX at all 10 reconstruction phases were 1.71, 2.57 and 2.03 respectively. The scores of imaging quality in the three main coronary arteries were all over 2.0 when the reconstruction phase were at 30%, 40% and 70% of the cardiac circle. The imaging quality scores in the three main coronary arteries reached 3 at least one phase both in systole (10%—40%) and in diastole (50%—100%) in 41 cases (82%). The imaging quality scores in the left anterior descending artery reached 2 at all phases in 25 cases (50%), and reached 3 in 5 cases(10%). Conclusion Dual source CT coronary angiography can achieve good image quality in mid-late systole(30%—40%) or mid-diastole(70%).

【Key words】 Coronary circulation; Tomography, X-ray computed

冠状动脉 CT 血管成像(CT angiography, CTA)一直是研究的热点和难点。随着高端 CT 设备的不断更新,单一最佳时相的冠状动脉成像质量已经逐步

改善并已达到相当令人满意的程度^[1-4],但包括收缩期在内的冠状动脉全时相成像还是目前的 CT 设备所难以企及的。随着新型 CT 设备时间分辨率的不断提高,这一理想终将成为现实。双源 CT(dual-source CT, DSCT)拥有目前 CT 领域最高的时间分辨

率(83 ms)^[5], 具备了对冠状动脉进行多时相成像的潜力。本研究利用了 Inspace 软件中的四维(4D)模式, 通过在整个心动周期的 10 个时相点重组冠状动脉图像并对其 3 支主要血管的成像质量进行评分, 初步评价了双源 CT 的多时相成像能力, 探讨了双源 CT 的冠状动脉成像质量在心动周期各时相段的分布规律及其形成原因。

资料与方法

1. 一般资料: 选择本院就诊的 50 例疑有冠状动脉病变而行冠状动脉 CTA 检查的患者, 临床表现为不同程度的胸痛、胸闷、心悸等症状, 男 31 例, 女 19 例, 年龄 42 ~ 83 岁, 平均年龄 63 岁, 心率 53 ~ 102 次/min, 平均心率 72 次/min, 无明显心律不齐, 无碘过敏史, 无严重肾功能不全, 检查过程中呼吸配合良好。

2. 扫描技术和参数: 采用 Siemens Somatom Definition 型双源 CT 进行扫描。扫描前均给予舌下含服或喷雾硝酸甘油以扩张冠状动脉。经右侧肘前静脉以 4.5 ~ 5.5 ml/s 流率应用双筒高压注射器注射碘海醇(370 mg I/ml)对比剂 60 ~ 80 ml, 注射完后以相同流率注射 50 ml 生理盐水, 使用人工智能触发扫描, 触发点定于平肺动脉干层面的主动脉根部, 触发阈值 100 HU, 延时 6 s 扫描。扫描范围为自气管分叉至心脏膈面下 1 cm 左右, 屏气扫描。扫描参数: 120 kV, 550 mA, 准直 32 层 × 0.6 mm, 旋转时间 0.33 s, 螺距 0.20 ~ 0.47(随心率自动调整), 有效层厚 0.75 mm, 重建间隔 0.5 mm, 扫描时间 7 ~ 13 s。

3. 图像后处理: 在重建工作站上进行全时相间隔重建, 选择 10% ~ 100% 的 R-R 时相, 间隔 10%, 重建层厚 1.0 mm, 间隔 1.0 mm, 卷积函数值 B26f, 单幅图像矩阵 256 × 256。然后将重建数据传至后处理工作站, 导入 Inspace 软件, 采用 4D 模式, 对图像作适当裁剪后, 利用容积重组(volume rendering, VR)和最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)2 种成像方式(以 VR 为主)对图像进行动态的(电影)和分时相的(步进)观察。

4. 图像的观察和评级标准: 所有图像均由 2 名有 3 年以上心血管 CT 诊断经验的放射科医师采用双盲法进行阅片, 并分别对冠状动脉的 3 支主要血管[右冠状动脉(RCA)、左前降支(LAD)、左回旋支(LCX)]作出评级, 结果不一致时再共同讨论得出一致结论。图像的评级参考 Johnson 等^[6]采用的评

级标准: 1 级(3 分), 血管全程显示清楚、连续, 无运动伪影; 2 级(2 分), 局部有轻微运动伪影, 表现为局部轻微错层或边缘略显模糊, 但基本不影响诊断; 3 级(1 分), 有明显运动伪影, 局部明显模糊或中断, 无法进行诊断。

结 果

50 例中有 2 例 LCX 发育不佳, 故 LCX 总例数计为 48 例。LCX 发育不佳表现为所有时相均未见到 LCX 血管影像或只有极短而细的一小段; 在其他分支血管均成像清晰的时相下, 该血管不显示, 而其附近结构未见运动伪影; 并且, 通常由 LCX 供血的区域有 LAD 或 RCA 的分支分布。

3 支主要血管的所有 10 个时相的平均质量评分分别为: RCA 1.71, LAD 2.57, LCX 2.03。50 例患者冠状动脉 3 支主要分支血管在 10% ~ 100% 各时相的成像质量评分分布见表 1, 冠状动脉 3 支主要分支血管在 10% ~ 100% 时相的平均成像质量评分曲线见图 1。

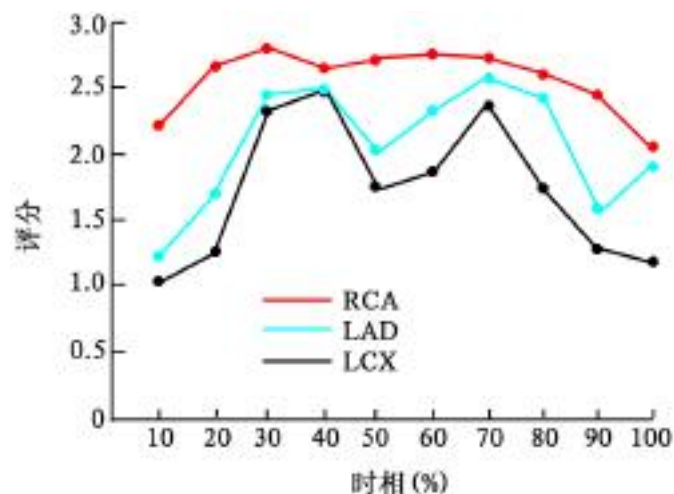


图 1 50 例患者冠状动脉 3 支主要分支血管在 10% ~ 100% 时相的平均成像质量评分曲线。RCA: 右冠状动脉, LAD: 左前降支; LCX: 左回旋支

所有 50 例患者冠状动脉的 3 支主要血管(RCA、LAD、LCX), 每支血管在 10% ~ 100% (间隔 10%) 中至少能找到一个时相其成像质量评级达到 1 级。

在心脏 R-R 间期的 30%、40% 和 70%, 心脏的 3 支主要血管的成像质量平均评分均达到 2.0 以上。有 42 例(84%) 3 支主要血管在收缩期内能找到 1 个或 1 个以上的时相其成像质量达到 1 级(3 分); 有 41 例(82%) 3 支主要血管在收缩期和舒张期内同时能找到 1 个或 1 个以上的时相其成像质量达到 1 级(3 分)。

在 50 例患者中, LAD 的成像质量平均评分在

10% ~100% 所有时相均达到了 2 级以上; 有 25 例 (50%) 其 LAD 在 10% ~100% 每一时相的成像质量均达到 2 级以上; 其中 5 例 (10%) 每一时相的成像质量均达到 1 级, 图 2 ~10 显示了其中 1 例在 10% ~90% 时相 LAD 及 LCX 的成像质量情况。

讨 论

1. DSCT 的多时相成像能力: DSCT 是目前 CT 领域时间分辨率最高的 CT (83 ms), 在冠状动脉成像方面具有明显优势。一般情况下行冠状动脉成像

前无需给予 β -受体阻滞剂控制心率^[5]。本组所有 50 例患者扫描前均未给予药物控制心率, 成像质量均达到可评价标准。

随着医学影像技术的发展, 人们希望 CT 不仅能在舒张期, 还能在收缩期成像, 最终能在心动周期的任意时相清晰成像, 以满足对冠状动脉所有疾病的诊断要求 (例如冠状动脉心肌桥的诊断^[7])。本研究结果显示, DSCT 已基本具备了在收缩期和舒张期对冠状动脉双期成像的能力, 部分患者的前降支在所有 10 个时相的成像质量均达到可评价标准,

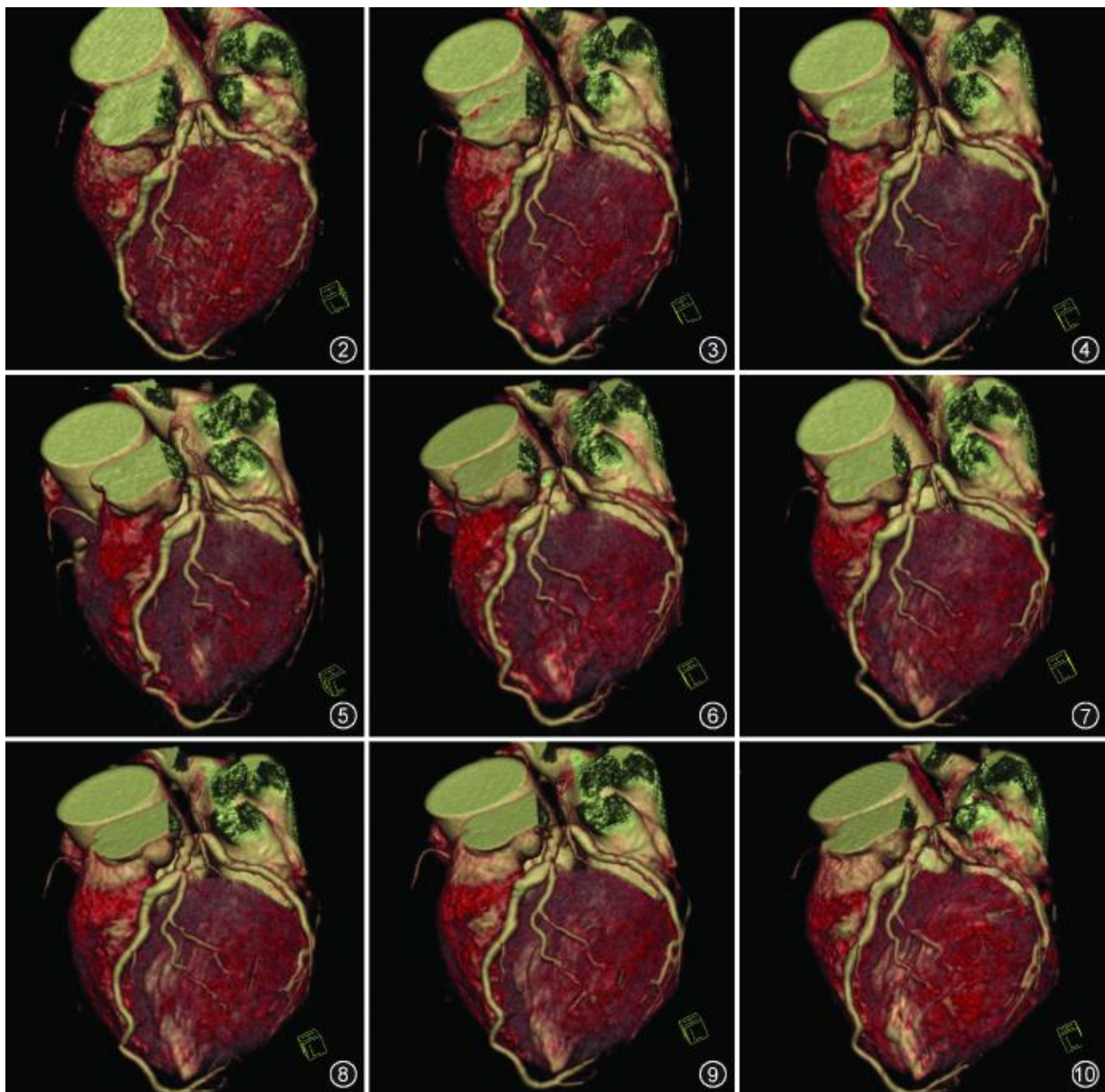


图 2 ~10 为同一患者的容积重组 (VR) 图像 (心率 52 次 /min), 分别显示 10% (图 2)、20% (图 3)、30% (图 4)、40% (图 5)、50% (图 6)、60% (图 7)、70% (图 8)、80% (图 9)、90% (图 10) 各时相的冠状动脉左前降支 (LAD) 和左回旋支 (LCX) 成像质量。本例所有 10 个时相的 LAD 成像质量均为 1 级, LCX 中 10% (图 2) 为 2 级, 90% (图 10) 为 3 级, 其余时相均为 1 级

表 1 50 例患者冠状动脉 3 支主要分支血管在 10% ~100% 各时相的分布情况(例)

| 分支评分 | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| RCA | | | | | | | | | | |
| 3 分 | 0 | 1 | 28 | 32 | 11 | 18 | 33 | 15 | 5 | 0 |
| 2 分 | 1 | 10 | 12 | 11 | 16 | 8 | 3 | 8 | 5 | 1 |
| 1 分 | 49 | 39 | 10 | 7 | 23 | 24 | 14 | 27 | 40 | 49 |
| LAD | | | | | | | | | | |
| 3 分 | 19 | 35 | 42 | 36 | 38 | 39 | 40 | 33 | 27 | 15 |
| 2 分 | 23 | 13 | 7 | 11 | 10 | 10 | 7 | 15 | 19 | 23 |
| 1 分 | 8 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 4 | 12 |
| LCX | | | | | | | | | | |
| 3 分 | 4 | 10 | 30 | 31 | 19 | 2 | 37 | 26 | 11 | 13 |
| 2 分 | 3 | 13 | 9 | 9 | 11 | 11 | 3 | 3 | 7 | 19 |
| 1 分 | 41 | 25 | 9 | 8 | 18 | 10 | 8 | 9 | 30 | 16 |

注:50 例中有 2 例左回旋支(LCX)发育不佳,故 LCX 总例数为 48 例。10% ~100% 各时相平均质量评分右冠状动脉(RCA)分别为(1.02 ±0.14)、(1.24 ±0.48)、(2.36 ±0.80)、(2.50 ±0.74)、(1.76 ±0.80)、(1.88 ±0.92)、(2.38 ±0.90)、(1.76 ±0.89)、(1.30 ±0.65)、(1.02 ±0.14)分;左前降支(LAD)分别为(2.22 ±0.71)、(2.66 ±0.56)、(2.82 ±0.44)、(2.66 ±0.59)、(2.72 ±0.54)、(2.76 ±0.48)、(2.74 ±0.56)、(2.62 ±0.57)、(2.46 ±0.65)、(2.06 ±0.74)分;LCX 分别为(1.23 ±0.59)、(1.69 ±0.80)、(2.44 ±0.80)、(2.48 ±0.77)、(2.02 ±0.89)、(2.35 ±0.81)、(2.60 ±0.76)、(2.44 ±0.86)、(1.60 ±0.84)、(1.94 ±0.78)分

说明 DSCT 已向冠状动脉全时相重组的理想迈出了一步;但是,要达到每一分支全时相高质量成像的理想,CT 的时间分辨率还须进一步提高。研究中采用 4D 模式动态观察心脏运动,可以准确而直观地判定在 R-R 间期的各时相心脏是处于收缩期还是舒张期。

2. DSCT 冠状动脉成像质量在心动周期各时相的分布规律及其成因:通过图 1 可以清楚地看到,DSCT 进行冠状动脉成像时,3 支主要血管均有 2 个成像质量的高峰期,1 个是收缩中晚期,即 R-R 间期的 30% ~40%,1 个是舒张中期,即 R-R 间期的 70% 前后。通过动态观察心脏的运动,可以非常直观、清楚地了解到心脏的运动和冠状动脉成像质量的关系。冠状动脉成像质量最佳的 2 个时相窗,正是心脏运动速度最慢而平稳的 2 个时期;在冠状动脉的 3 支主要血管中,RCA 和 LCX 走行于房室间沟内,其运动幅度较大,因而其成像质量受影响也较大;LAD 走行于室间沟内,其运动的幅度较小,因而其成像质量受影响也相对较小。

值得一提的是,本研究中采用的全时相间隔重建结合 4D 模式观察心动周期各主要时相冠状动脉成像质量的方法方便快捷,也可作为一种准确寻找最佳重组时相的方法。

总之,DSCT 不仅能在单一最佳时相清楚显示

冠状动脉,而且初步具备了收缩期和舒张期双期成像的能力,但要达到全时相高质量成像的理想还需进一步提高时间分辨率。

参 考 文 献

- [1] 王锡明,武乐斌,李振家,等. 64 层螺旋 CT 在冠状动脉造影中的应用. 中华放射学杂志,2005, 39:1201-1204.
- [2] Schuijf JD, Bax JJ, Shaw LJ, et al. Meta-analysis of comparative diagnostic performance of magnetic resonance imaging and multislice computed tomography for noninvasive coronary angiography. Am Heart J, 2006, 151:404-411.
- [3] Ferencik M, Nomura CH, Maurovich-Horvat P, et al. Quantitative parameters of image quality in 64-slice computed tomography angiography of the coronary arteries. Eur J Radiol, 2006, 57: 373-379.
- [4] Fine JJ, Hopkins CB, Ruff N, et al. Comparison of accuracy of 64-slice cardiovascular computed tomography with coronary angiography in patients with suspected coronary artery disease. Am J Cardiol, 2006, 97: 173-174.
- [5] Flohr TG, McCollough CH, Bruder H, et al. First performance evaluation of a dual-source CT (DSCT) system. Eur Radiol, 2006, 16: 256-268.
- [6] Johnson TR, Nikolaou K, Wintersperger BJ, et al. Dual-source CT cardiac imaging: initial experience. Eur Radiol, 2006, 16: 1409-1415.
- [7] Kim SY, Seo JB, Do KH, et al. Coronary artery anomalies: classification and ECG-gated multi-detector row CT findings with angiographic correlation. Radiographics, 2006, 26: 317-333.

(收稿日期:2007-09-29)

(本文编辑:任晓黎)