

Initial exploration of coronary multi-slice spiral CT angiography and selective coronary angiography

ZHU Hai-feng, FAN Jia-dong, HE Hui-chen

(Department of Radiology, CAAC General Hospital, Beijing 100025, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the feasibility and accuracy of multi-slice spiral CT (MSCT) in the detection of coronary artery stenosis. **Methods** Thirty-five patients with suspected coronary artery diseases underwent contrast-enhanced MSCT and conventional selective coronary angiography, the outcomes of the two kinds of examination were compared. **Results** Taking conventional selective coronary angiography as the gold standard, the sensitivity, specificity, and positive and negative prediction values in detecting $\geq 50\%$ stenotic lesions for assessable segments was 79.4%, 95.7%, 83.1%, and 94.6%, respectively. **Conclusion** MSCT is capable of achieving high accuracy in detecting coronary artery stenosis, and is a reliable technique in diagnosing coronary artery disease.

[Key words] Coronary disease; Tomography, X-ray computed; Coronary angiography

多层螺旋 CT 冠脉成像与选择性冠脉造影初步探讨

朱海峰¹, 范家栋², 何汇忱¹

(1. 民航总医院放射科, 北京 100025; 2. 北京大学第三医院放射科)

[摘要] **目的** 评价多层螺旋 CT(MSCT)诊断冠状动脉狭窄的可行性和准确性。**方法** 35 例临床拟诊冠心病患者行冠状动脉 MSCT 成像,同时接受选择性冠状动脉造影。分析 MSCT 图像质量,并与选择性冠状动脉造影相比较。**结果** 以冠状动脉造影结果作为金标准,MSCT 诊断狭窄 $\geq 50\%$ 的敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值分别为 79.4%、95.7%、83.1%、94.6%。**结论** MSCT 能较准确诊断冠状动脉 50%以上的狭窄,是无创性诊断冠状动脉狭窄的重要工具。

[关键词] 冠状动脉疾病; 体层摄影术, X 线计算机; 冠状血管造影术

[中图分类号] R814.42; R543.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2004)12-1875-03

冠状动脉(冠脉)疾病是导致死亡的重要原因之一。据报道,1998 年欧洲有 600 000 人死于冠脉疾病^[1],其中约一半患者无任何症状。选择性冠状动脉造影(冠造)是诊断冠脉狭窄的“金标准”。1995 年欧洲进行了 100 万例以上的诊断性冠造,其中只有 28%的患者在造影的同时进行冠脉成形术等治疗^[2];而冠造是有创性检查,有一定的危险性,其与操作相关的死亡率和并发症发病率达 0.15%和 1.5%^[3]。鉴于此,无创性冠脉成像意义极其重大。新问世的多层螺旋 CT(multi-slice computed tomography, MSCT)采用多排探测器及锥形扫描线束,可实现亚秒级多层扫描,时间分辨率及空间分辨率明显提高,为冠脉病变的无创性成像提供了新的方法^[4-8]。本文分析 35 例 MSCT 冠脉成像图像质量,并与常规冠造对比,初步探讨 MSCT 冠脉成像的临床应用价值。

1 材料与方法

临床拟诊的冠心病患者 35 例,其中男 32 例,女 3 例,年龄 57~80 岁,平均 72.5 岁。临床症状包括胸闷、心前区不

适、劳累后胸痛等。全部患者均行 MSCT 冠脉成像,并于 MSCT 检查后 1 个月内行常规冠造。根据患者平静时心率及平时服用 β_1 受体阻滞剂情况,29 例于扫描前 60~90 min 口服 β_1 受体阻滞剂倍他乐克 25~50 mg,以期扫描时心率控制在 50~65 次/分。所有 35 例患者均无对碘对比剂过敏史,并签署接受碘对比剂同意书。

使用西门子 16 排螺旋 CT(SIEMENS SOMATOM Sensation 16)进行扫描。在心电门控下,自气管分叉下方 10~15 mm 处至心脏膈面下方 20~30 mm 处行心脏平扫。根据平扫结果,调整扫描范围及视野(field of view, FOV)。选用对比剂智能追踪程序,在升主动脉根部选定兴趣区,以 3.5~4 ml/s 的速度经肘静脉注入非离子型碘对比剂(欧苏,碘海醇 300 mgI/ml),10 s 后在同一层面连续扫描,当兴趣区内 CT 值上升 100 Hu 时,行增强扫描。扫描时患者屏息。整个检查时间 10~15 min。选取右冠状动脉中段层面,以 5%的间隔预览 10%~100%R-R 间期图像,选择左、右冠脉显示最清晰的一幅,以其所对应的时相作为重建时相,以 1 mm 层厚、0.6 mm 层间隔进行图像重建。将重建出的数据传送到 Leonardo 工作站进行后处理。

图像重建后处理时,激活三维重建模块,将数据送入,将

[作者简介] 朱海峰(1968—),男,北京人,学士,主治医师。研究方向:心血管影像。E-mail: haifeng_zh@sohu.com

[收稿日期] 2004-07-23

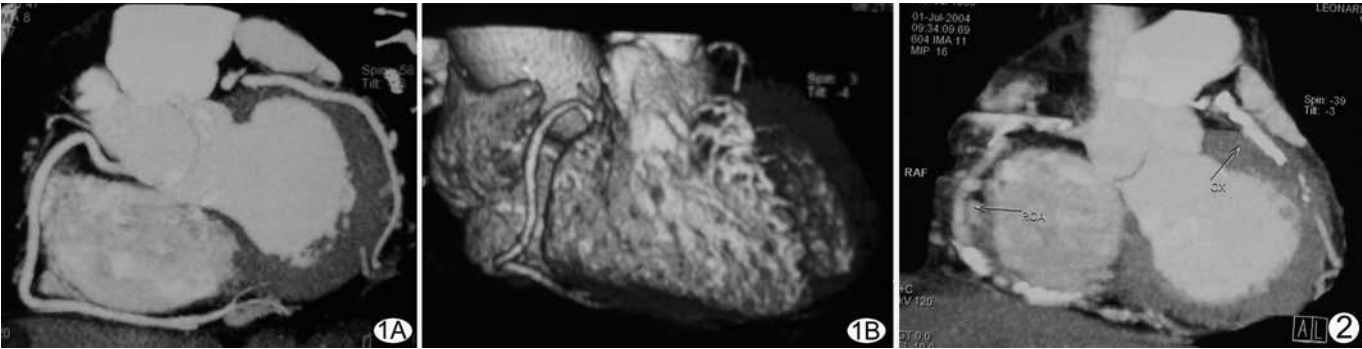


图 1 A. MSCT, 心脏短轴位 MIP 重建, 显示右冠脉和左旋支。管腔内对比剂充盈均匀, 管壁光滑; B. MSCT, 三维 VRT 重建, 显示右冠脉 MSCT 心短轴位 MIP 重建, 右冠脉 2、3 段有明显的运动伪影, 影响评判, 右冠脉及左旋支另可见大钙化斑

自动获得的心脏轴位、冠状位、矢状位多平面重建(multiplanar reconstruction, MPR)图像切换成 10 mm 薄层最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)图像。进行二维 MIP 不同方位重建, 以冠脉显示最佳为最终目的。对于有狭窄的冠状动脉, 通过测量血管管径或面积计算狭窄程度。之后再做三维立体容积再现(volume rendering, VR)重建, 调节阈值使冠脉小分支显示, 并任意角度旋转心脏以显示各支冠脉(图 1)。

根据冠脉的显示情况, 将其分为可评价和不可评价两部

分。由于冠脉狭窄程度大于 50% 才有临床意义, 故将可评价部分分为三组, 即未见狭窄、有狭窄但程度 < 50% 以及狭窄程度 ≥ 50% 组。冠脉分段按美国心脏病协会分段标准。所有血管节段显示情况及狭窄程度的判定由两名放射科医师和一名心导管医师共同讨论完成。

2 结果

根据扫描时记录的患者平均心率, 将 35 例患者分为心率 ≤ 60 次/分、61~69 次/分和 ≥ 70 次/分 3 组, 冠脉显示情况见表 1。

表 1 不同心率组 385 个冠脉节段的 CT 图像质量分析

心率范围 (次/分)	病例 数量	冠脉节 段总数	可评价血管 节段	不可评价血管节段		
				运动伪影	血管纤细	梗阻未显影
≤60	26	286	247(86.36%)	8(2.80%)	29(10.14%)	2(0.70%)
61~69	6	66	57(86.36%)	3(4.55%)	6(9.09%)	0(0.00%)
≥70	3	33	21(63.64%)	10(30.30%)	2(6.06%)	0(0.00%)

* 运动伪影指血管模糊, 或呈断续状; 血管纤细指管径小于 1 mm

不可评价血管节段共 58 段, 其中运动伪影 21 段, 主要分布于右冠脉(right coronary artery, RCA) 2-3 段(8/21)、左前降支(left anterior descending, LAD) 8 段(4/21)、左旋支(left circumflex, LCX) 13 段(4/21); 血管纤细共 37 段, 主要为 LAD 8 段(12/37)和钝缘支(obtute marginal, OM) 12 段。

常规冠脉造影结果及 MSCT 冠脉成像结果见表 2。

表 2 35 例患者冠造与 MSCT 结果对照(单位: 节段数)

冠脉分段	冠造结果			MSCT		
	正常	狭窄<50%	狭窄≥50%	正常	狭窄<50%	狭窄≥50%
RCA1	24	3	8	25	1	8
2	25	4	4	21	4	3
3	33	0	0	29	1	0
LM5	32	0	3	30	2	3
LAD6	22	6	7	12	9	14
7	16	4	15	14	4	16
8	28	0	5	17	0	1
D9	19	1	13	16	1	12
LCX11	29	2	4	24	3	7
13	27	2	6	26	2	1
OM12	28	2	4	19	0	0
合计	283	24	69	233	27	65

常规冠脉造影无狭窄血管节段共 283 段, 狭窄程度 < 50% 的血管节段 24 段, ≥ 50% 的血管节段 69 段; MSCT 冠脉成像无狭窄血管节段共 233 段, 狭窄程度 < 50% 的血管节段 27 段, ≥ 50% 的血管节段 65 段。以常规冠脉造影作为金标准, 以管腔狭窄 ≥ 50% 为阳性, 正常和 < 50% 为阴性, 两种检查方法均阳性的血管节段共 54 段, 均阴性的 246 段, 冠造阳性而 MSCT 阴性 14 段, 冠造阴性而 MSCT 阳性 11 段。MSCT 敏感度 79.4% (54/68), 特异度 95.7% (246/257), 阳性预测值 83.1% (54/65), 阴性预测值 94.6% (246/260)。

3 讨论

随着生活水平的提高, 心脑血管疾病呈逐年上升趋势。以往冠心病确诊需依靠有创性、有一定危险性的冠脉造影。MSCT 的开发和应用给冠状动脉无创性成像提供了新的方法。Ohnesorge^[5]等的研究表明, MSCT 冠脉成像是理想的无创性冠脉狭窄性心脏病的检查手段。

最新的 16 排螺旋 CT 根据个体差异不同选择最佳的 R-R 间期, 从不同的心搏周期和不同排列的探测器收集同一心相不同角度的原始数据, 进行最大密度投影(MIP)、容积再现(VR)等重建, 使得冠脉及其分支的显示更加完美。

本组研究表明, MSCT 可较好显示冠状动脉, 但不同的心率冠脉的显示率不同。在相同条件下, 心率较慢组显示率较高。本组 35 例患者, 29 例在检查前 1 h 服用不等剂量的 β_1 受体阻滞剂倍他乐克, 6 例心率在 60 次/分以下, 未服用。35 例患者中, 3 例由于紧张, 扫描时心率在 70 次/分以上, 成像效果欠佳, 其余 32 例平均心率在 70 次/分以下, 均达到满意效果。本组研究显示, 心率 ≤ 60 次/分、61~69 次/分和 ≥ 70 次/分时, MSCT 对各段冠脉的总显示率分别为 86.36% (247/286)、86.36% (57/66)、63.64% (21/33), 提示心率对 MSCT 冠脉成像成功与否有重要作用。

造成血管节段不能评价的主要原因是运动伪影和血管纤细, 在本组占 15.1% (58/385), 其中运动伪影占 5.5% (21/385), 血管纤细占 9.6% (37/385)。运动伪影主要受累节段为 RCA 2-3、LAD 8、LCX 13 段; RCA 2-3 段走行于右侧房室沟中, LAD 8 段走行于室间沟近心尖处, 随心脏搏动运动幅度较大, 故易于产生运动伪影 (图 2); LCX 13 段走行于左侧房室沟中, 易受来自左房、左室搏动的影响, 产生运动伪影, 同时也易受心静脉的影响。血管纤细主要分布于 LAD 8 段、对角支 D 9 及钝缘支 OM 12, 多存在于冠脉分布呈右优势型的患者中, 此类患者左冠脉先天发育较右侧差。

在检测冠脉狭窄的准确性方面, 以常规冠造作为金标准, 管径 ≥ 1 mm 的血管节段, 本组 35 例共有 92 支血管显示不同程度狭窄 (图 3)。以狭窄程度 $\geq 50\%$ 为阳性, MSCT 敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值分别为 79.4%、95.7%、83.1%、94.6%, 与 Nieman^[7,8] 等人的研究结果相似。本组病例有 25 段血管 MSCT 结果与冠脉造影结果不符, 主要是由于有管壁广泛钙化, 使得在狭窄程度判断上与常规冠造产生较大差距。Becker 等^[9] 人发现, 大量的条状钙化常提示无显著狭窄存在, 主要是由于血管的重构使局部血管扩张所致。因此, 尽管 MSCT 在显著钙化血管段狭窄程度与冠脉造影有差异, 但仍可提供关于管壁粥样硬化程度的信息。

MSCT 冠脉成像能直观地显示冠状动脉的解剖关系, 较好地显示管腔狭窄情况, 对于管腔狭窄有较高的敏感性和特异性。尽管 MSCT 冠脉成像目前仍存在许多缺陷, 如不能完全抑制心脏运动伪影、不能分辨侧支循环、患者接受 X 线剂量大及后处理复杂等, 但仍可作为诊断冠状动脉疾病的良好工具。

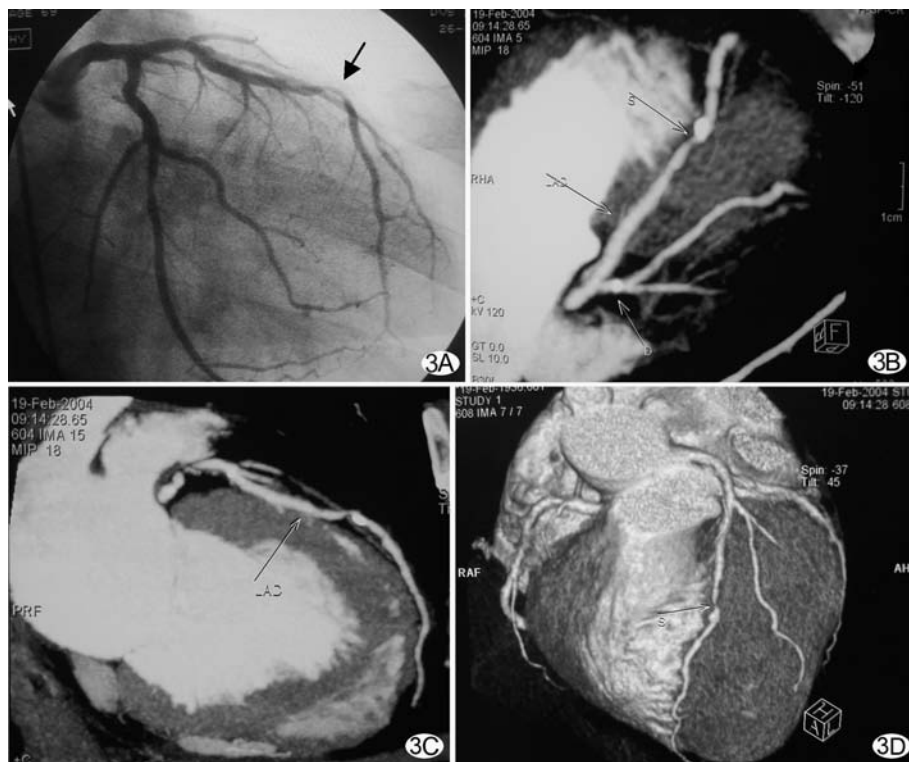


图 3 A. 冠脉造影, 箭头示 LAD 7 段明显狭窄; B. MSCT, 水平长轴位 MIP 重建, 箭头 s 示 LAD 7 段明显狭窄, 其远侧有钙化斑; C. MSCT 垂直长轴位 MIP 重建, LAD 7 段见明显狭窄; D. MSCT 三维 VRT 重建, LAD 7 段箭头 s 所指处明显狭窄

- [1] Wielopolski PA, van Geuns RJ, de Feyter PJ, et al. Coronary arteries[J]. Eur Radiol, 1998, 8(6): 873-885.
- [2] Windecker S, Maier-Rudolph W, Bonzel T, et al. Interventional cardiology in Europe 1995[J]. European Heart, 1999, 20(7): 484-495.
- [3] Davidson C, Fishman R, Bonow R. Heart disease: a textbook of cardiovascular medicine[M]. Philadelphia, Pa: WB Saunders, 1997. 117.
- [4] Wang K, Hou Y. The technical uses of multi-slice CT in diagnosing coronary artery disease[J]. Chin J Med Imaging Technol, 2003, 19(9): 1239-1240.
王凯, 侯阳. 多层螺旋 CT 冠脉造影扫描方法研究[J]. 中国医学影像技术, 2003, 19(9): 1239-1240.
- [5] Ohnesorge B, Flohr T, Becker C, et al. Cardiac imaging by means electrocardiographically gated multisection spiral CT: initial experience[J]. Radiology, 2000, 217(2): 564-571.
- [6] Schroeder S, Kopp AF, Kuettner A, et al. Influence of heart rate on vessel visibility in noninvasive coronary angiography using new multislice computed tomography: experience in 94 patients[J]. Clin Imaging, 2002, 26(2): 106-111.
- [7] Nieman K, Cademartiri F, Lemos PA, et al. Reliable noninvasive coronary angiography with fast submillimeter multislice spiral computed tomography[J]. Circulation, 2002, 106(16): 2051-2054.
- [8] Nieman K, Rensing BJ, van Geuns RJ, et al. Usefulness of multislice computed tomography for detecting obstructive coronary artery disease[J]. Am J Cardiol, 2002, 89(8): 913-918.
- [9] Becker CR, Ohnesorge BM, Schoepf UJ, et al. Current development of cardiac imaging with multidetector row CT[J]. European Radiology, 2000, 36(2): 97-103.