

16 层螺旋 CT 冠状动脉成像方法的研究

韩静, 温平贵, 杜秀琴

【摘要】 目的:探讨多层螺旋 CT 冠状动脉成像技术。**方法:**对 60 例患者进行 16 层 CT 冠状动脉成像检查(回顾性心电门控、0.5s 螺旋扫描、segment 重建算法和静脉注射对比剂),在 AW4.2 工作站上,采用 VR、MIP、CPR、MPR、CTVE 图像后处理技术,对冠状动脉进行观察和分析。**结果:**除 1 例冠状动脉显示不佳影响诊断外,其余顺利完成检查并对冠状动脉主干及主要分支显示良好,达到诊断要求。**结论:**心率平稳,控制在 50~70 次/分之间,选择正确的造影方法及恰当的扫描参数,MSCTCA 作为冠心病的一种无创的新的筛选手段能够清晰地显示冠状动脉主干及主要分支,在临床上具有重要意义。

【关键词】 冠状动脉疾病;体层摄影术,X 线计算机;血管造影术

【中图分类号】 R814.42; R543.3 **【文献标识码】** B **【文章编号】** 1000-0313(2005)10-0904-04

Exploration of the Methods of 16-Slice Spiral CT Coronary Angiography HAN Jing, WEN Ping-gui, DU Xiu-qin. Department of CT&MR, Central Hospital of Zhoukou 466000, P. R. China

【Abstract】 Objective: To investigate the technique of 16-slice spiral CT coronary angiography. **Methods:** 60 patients were studied with MSCTCA (retrospectively CG-gating; 0.5s rotation; cardiac segment reconstruction algorithm; intravenous contrast agent). The volume rendering (VR), maximum intensity projection (MIP), curved planner reconstruction (CPR), multiplanner reconstruction (MPR) and virtual endoscopy (VE) were used to reconstruct coronary artery with GE AW4.2 workstation. The coronary artery images were observed and analyzed. **Results:** Except one patient whose coronary angiography was not shown clearly and therefore affected the analysis, the other patients were checked successfully and their coronary artery trunks and branches were shown clearly, hence meeting the demand of analysis. **Conclusion:** Heart rate was stable, heart beating was controlled within the range of 50~70 times per minute, choosing the right way of angiography and appropriate scanning parameters, MSCTCA is capable of showing coronary artery trunks and the main branches clearly. Thus it is a potential non-invasive new method for the screening of coronary heart disease.

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

冠状动脉粥样硬化性心脏病(简称冠心病)是一种常见病、多发病,发病率不断上升。常规冠状动脉造影是一种有创检查,费用较高,很多人不愿接受,探讨冠状动脉的无创检查方法具有重要的意义。MSCT 采用多排探测器及锥形 X 线束,可实现亚秒级扫描,时间和空间分辨率明显提高,为冠状动脉病变的无创显示提供了新的方法^[1,2]。本文对 60 例冠状动脉成像进行回顾性的分析,旨在提高 MSCT 冠状动脉成像技术。

材料和方法

搜集 2004 年 5 月~2004 年 12 月接受 MSCTCA 检查的 60 例患者,其中临床疑诊冠心病者 43 例,健康体检者 17 例,男 43 例,女 17 例,年龄 29~76 岁(平均 53.5 岁)。均为窦性心率,率齐,心率范围 48~90 次/分。

采用美国 GE 公司的 Light speed 16 CT 扫描仪和 AW4.2 工作站。患者仰卧位,深吸气后屏气进行扫描。首先,行预扫描确定循环时间。方法是选取主

动脉根部某一层面使用高压注射器经肘静脉注入非离子对比剂欧乃派克(350 mg I/ml)20 ml,流率 3.5~4 ml/s,于注药后 5 s 开始对所选层面进行同层动态扫描,扫描间延时(inter-scan delay, ISD)为 1.25 s 共扫描 15 层。然后在所得到层面中的降主动脉腔内选择一个感兴趣区并算出时间密度曲线,曲线峰值对应的时间是降主动脉内对比剂达到峰值的时间,并推迟 1~2 s 作为冠状动脉扫描的延迟时间^[3]。冠状动脉增强扫描,Z 轴扫描范围自气管隆突水平至心脏膈面以下约 2 cm。经肘静脉以相同的流率注射欧乃派克(350 mg I/ml)80~120 ml,按测得的扫描延迟时间启动扫描。选择 0.5 s 螺旋扫描、用回顾性心电门控、segment 重建算法。层厚 0.625 mm 或 1.25 mm,视野 250 mm,矩阵 512×512,球管的电压为 120 kV,电流为 380~420 mA。用 3.5 英寸的软盘记录 CT 扫描过程中的心电图数据。

将 60 例患者的心脏 CT 图像原始数据分别在心动周期的 R 波后 65%、70%、75%、80% 相位窗上进行心脏横断面图像重建并传送至 AW4.2 工作站。在上

作者单位:466000 河南,周口市中心医院 CT&MR

作者简介:韩静(1967-),女,河南周口人,学士,主管技师,主要从事放射技术工作。

述每一个相位窗上对冠状动脉及主要分支血管进行容积再现技术(volume rendering, VR)、最大强度投影(maximum intensity projection, MIP)、曲面重建(curved planner reconstruction, CPR)、多平面重建(multiplanner reconstruction, MPR)及仿真内镜(virtual endoscopy, VE)重建,显示出冠状动脉的主干及主要分支的图像,筛选出图像质量最佳者作为诊断的图像。以选择性冠状动脉造影结果为诊断金标准,对 MSCT 冠状动脉造影所得的冠状动脉图像按左、右冠状动脉各段各分支的显示率如何,图像是否清晰,有否移动、中断等现象进行评价。冠状动脉狭窄的判断采用国际上通常采用的直径测量法,计算公式为:

$$\text{血管狭窄的程度} = \frac{\text{狭窄端近心端正常血管直径} - \text{狭窄处直径}}{\text{狭窄端近心端正常血管直径}} \times 100\%$$

冠状动脉分段:右冠状动脉分近段(右冠状动脉开口到第 1 右室支动脉)、中段(第 1 右室支到锐缘支动脉)、远段(起自锐缘支到后室间沟);左前降支分近段(左主干末到第 1 对角支或间隔支发出处)、中段(第 1 对角支发出处到前降支动脉转角处)、远段(前降支转角以下的部分);回旋支分近段(从开口到第 1 钝角缘支)、远段(第 1 钝角缘支发出处到回旋支动脉

终末)^[4]。

结果

本组 60 例受检者,无过敏反应发生,除 1 例过于紧张配合不佳,冠状动脉成像较差,影响诊断,其余均顺利完成检查,冠状动脉显示清晰。23 例正常,46 例异常,其中 36 例显示冠状动脉不同程度的钙化,管壁广泛钙化 6 处(图 1、2),8 例 13 支冠状动脉显示管腔不同程度的狭窄,是软或硬斑块形成所致(图 3、4),3 例行 DSA 检查,结果与 MSCTCA 检查结果一致,2 例显示冠状动脉迂曲变细(图 5)。

多层螺旋 CT 对冠状动脉主干及主要分支的显示见表 1、2。横断面图像显示冠状动脉的情况准确可

表 1 MSCT 对冠状动脉横断面图像显示率 (%)

冠状动脉节段	显示率
右冠状动脉主干	
近段	60/60(100)
中段	56/60(93)
远段	47/60(80)
左冠状动脉	
主干、前降支、左回旋支	60/60(100)
对角支	56/60(93.3)
钝缘支	57/60(95.5)

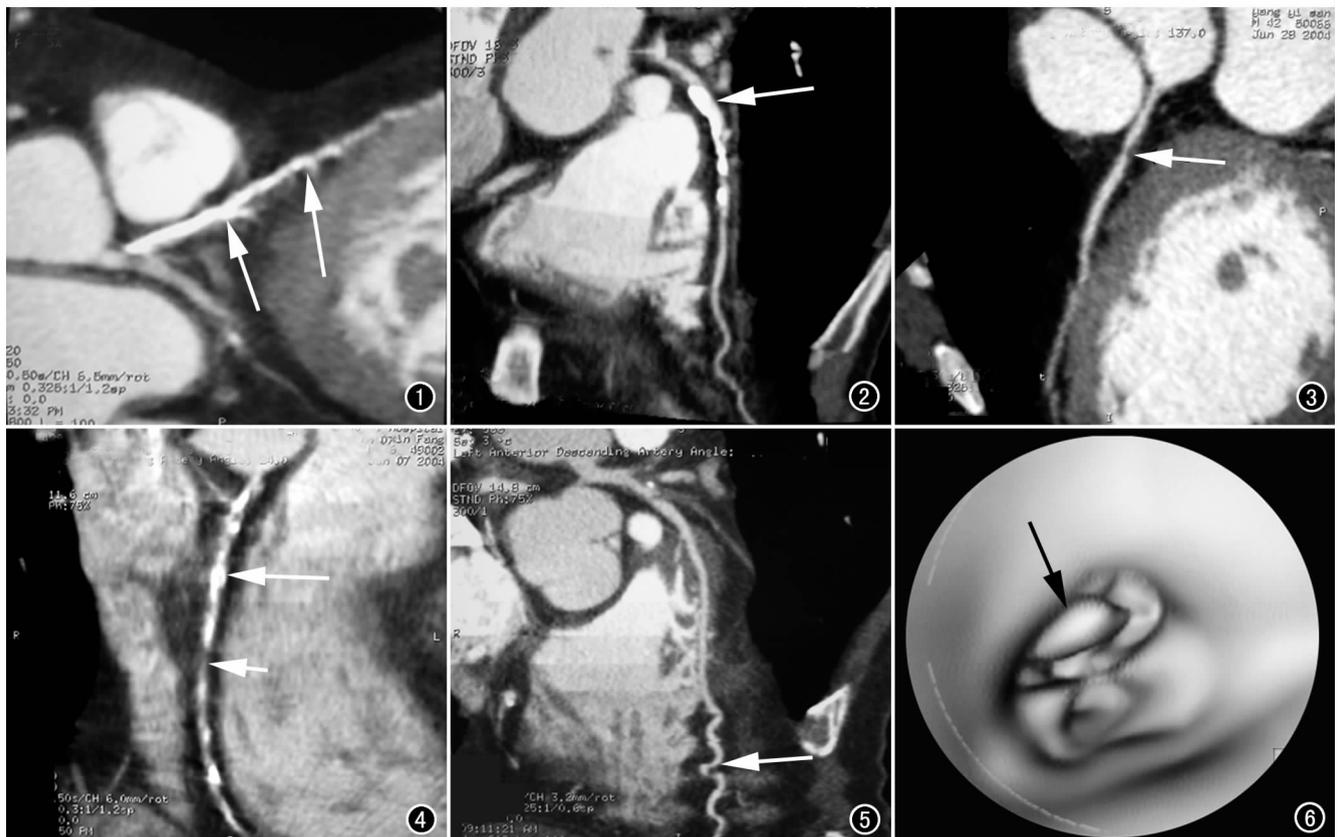


图 1 CPR 图像示左冠状动脉前降支管壁广泛钙化(箭)。图 2 CPR 图像示左冠状动脉前降支管壁钙化(箭)。图 3 CPR 图像示左冠状动脉前降支近段腔内一软斑块形成(箭)。图 4 CPR 图像示右冠状动脉内多处钙化斑块(箭)和管腔狭窄(短箭)。图 5 CPR 图像示左冠状动脉前降支迂曲变细(箭)。图 6 VE 图像示冠状动脉腔内钙化斑块(箭)。

表 2 MSCT 三维图像对冠状动脉的显示率 (%)

冠状动脉节段	显示率 %
左主干	60/60(100)
左前降支	
近端	60/60(100)
中段	57/60(95)
远端	49/60(81.5)
二级分支	59/60(98.1)
左回旋支	
近端	59/60(99)
远端	48/60(79.5)
二级分支	39/60(65)
右冠状动脉	
近端	57/60(95)
中段	51/60(84.9)
远端	54/60(89.5)

靠。三维图像对冠状动脉整体观显示较好,图像清晰(图 7~9)。造成图像质量不好的主要原因为心脏搏动伪影,相邻结构的重叠与遮挡和管壁广泛钙化。前者受人为因素影响,可尽量控制。

讨论

多层螺旋 CT 有较高的空间分辨率,应用心电图门控技术,采用 0.625mm 或 1.25mm 的层厚,能在一次屏气下完成心脏扫描,图像数据能作任意方向重建,是

心脏和冠状动脉成像较好的非创检查,然而图像质量受控于多种因素,如患者的心率、呼吸频率、扫描参数的选择,对比剂和心电门控的应用等。只有在诸因素得到很好控制方能得到满意的图像,达到临床诊断要求,因此控制好患者的自身因素,选择好最佳扫描条件是诊断检查成功的关键。

1. 患者检查前的准备

扫描前应耐心向患者解释扫描的过程包括机架高速旋转产生的噪音以及快速注射对比剂时可能发生的不良反应,如喉头及全身的灼热感,反复训练呼吸或指导患者闭气,使患者保持平静十分重要,部分精神紧张者加服镇静剂,可以大大减少人为因素的影响。本组 1 例患者由于检查时过于紧张至心率不稳,冠状动脉成像较差,影响了诊断。目前 16 层螺旋 CT 的时间分辨率取代常规冠状动脉造影所要求的 30~50 ms 的时间分辨率仍有一定的差距,在冠状动脉成像时,获得高质量的图像仍受限制,因此在检查时消除患者的紧张情绪控制好心率是很好的解决方法。心率过快、不稳(心率波动大于 5 次/分)或不齐,使得数据采集不能在同一时相内完成,重建后的图像易呈现血管模糊、中断和阶梯状伪影。心率过慢,冠状动脉内的对比剂充盈

欠佳。本组病例中有 12 处出现不同程度的截断,边缘模糊和阶梯状伪影,从而降低了图像质量。因此,扫描前应详细询问病史,测量患者的血压和心率。心率大于 70 次/分,无药物禁忌,可口服倍他乐克 50~100 mg,20~30 min 后测量心率,尽量将心率控制在 70 次/分以下。本组病例,心率控制在 50~70 次/分,冠状动脉主干及主要分支显示清晰,部分细小分支也能清楚的显示。检查所使用的心率与文献报导的心率接近^[5]。因此要取得良好的冠状动脉图像,心率尽量控制在 50~70 次/分。

2. 冠状动脉增强扫描技术

MSCTCA 的扫描技术包括扫描参数、对比增强剂和心电门控的使用,主要是前两者。MSCT 的扫描参数主要有准直器的宽度、重建层厚、重建间距、螺距的选择等。准直器的宽度是选择的关键,一般情况下应选择最小的宽度,可以获得最大的 Z 轴分辨率;重建层厚可任意重建,对冠状动脉来说,为了观察小的分支要选择薄的层厚;层厚宽,螺距增

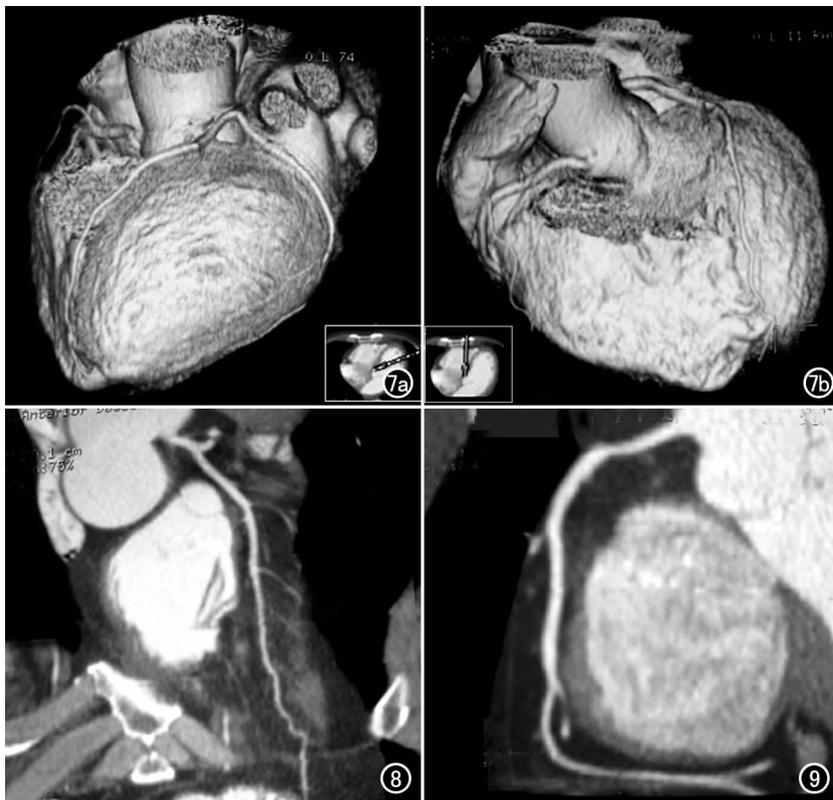


图 7 VR 图像。a) 清晰显示左冠状动脉主干及主要分支; b) 清晰显示右冠状动脉。图 8 CPR 图像示正常的左冠状动脉主干及前降支。

图 9 CPR 图像示较粗大的右冠状动脉。

大,有效层厚相应的增大,纵向分辨率降低,当层厚大于靶血管直径时,使靶血管密度降低,图像的对比分辨率下降,不利于小血管及狭窄血管的显示。层厚薄,螺距小,提高纵向分辨率,但需延长扫描时间,易受心脏搏动的影响,从而降低图像质量,本组检查绝大多数使用的是 1.25 mm 的层厚。有研究显示^[6]薄层扫描时,螺距值增加一倍有效层厚仅增加 30%,相对而言,层厚对分辨率的影响较螺距大。重建间距等于层厚的一半,即重叠 50%的层厚时,可获得理想的空间分辨率,减少阶梯状伪影,增加图像的平滑度,使图像的视觉更好。

正确的造影方法:对比剂的用量、注射速率、延迟时间的把握均是影响冠脉造影成像的关键因素。剂量按 1.5~2 ml/kg,总量在 80~120 ml。注射速率一般为 3.5~4 ml/s,注射速率快,冠状动脉血管内对比剂充盈高峰时间早,小血管显示好,静脉显影少;但注射过快,腔静脉的伪影大,反而会影响右冠状动脉主干的显示,注射速率慢,血管内对比剂充盈高峰晚,冠状动脉的小分支显影差^[3]。本组患者绝大部分采用的注射速率为 4 ml/s,轴位图像上冠状动脉内对比剂充盈良好。

扫描延迟时间的选择最为关键。不同的患者,由于身体各方面的差异,导致循环时间不相同,故对比剂到达冠状动脉的峰值时间不一样,必须对每一位受检者进行小剂量测试,将 20 ml 的对比剂以 3.5~4.0 ml/s 的速率注入患者体内,进行预扫描,根据时间-密度曲线,测出对比剂达到峰值时间,并相应推迟 1~2 s 作为扫描延迟时间,一般延迟时间在 18~30 s,平均 25 s 左右。

3. 三维重建的方法

横断面图像是 CT 冠状动脉造影诊断冠心病的基础,准确可靠,但由于缺乏立体感,对病变部位的定位不易确定,而三维重建图像可显示横断面所示病变的部位及空间结构。采用 VRT、MIP、MPR、CPR 和 VE 等技术对冠状动脉进行重建。VRT 能清晰显示冠状动脉与心脏等组织结构的三维空间关系,血管有较好的连续性,图像细腻、逼真、有较强的立体感,可以对冠状动脉钙化斑块和狭窄程度进行大体观察,尤其对“桥血管”的评价更为直观,但对细小分支显示欠佳。本组病例中,VRT 对钙化显示率为 100%,狭窄显示率为 75%,三四级分支的显示不如一二级。

CPR 能将迂曲走行的血管拉直,将其全程显示于一幅二维剖面图像上,对狭窄程度及长度的评价更加直观,由于 CPR 有一定的操作依赖性,因此在画曲线时一定要动态调整光标路径,使其经过冠状动脉最大

截面,以免造成假性狭窄^[7]。笔者在实际应用时均以冠状动脉中心点作为光标路径能减少假性狭窄出现的概率。本组 CPR 图像有两处显示狭窄,结合其他方法重建图像和 DSA 检查,证实是假性狭窄。

MPR 只能于不同层面上显示某一段冠状动脉,因此要连续观察的基础上才能获得冠状动脉的相关信息。由于冠状动脉走行迂曲,即使在倾斜 MPR 上也难显示某一支冠状动脉的全程,因此其在冠状动脉评价中应用价值不大。由于无主观因素干扰,可于横断面和其他后处理图像相结合评价冠状动脉病变。

MIP 能获得与 DSA 相似的图像,可显示细小的血管及冠状动脉狭窄的程度和长度,并通过旋转观察,可以解除前后重叠对冠脉远端分支显示的影响。本组病例中对冠状动脉狭窄和软硬斑块的显示均达 100%。因此在其他重建方法可疑有狭窄病变时,MIP 图像的观察不可缺少,但 MIP 不能清晰显示解剖结构的三维关系。

VE 可以显示冠状动脉腔内情况,从另一角度显示冠状动脉管壁的钙化及腔内斑块,了解粥样斑块的位置及冠脉分支的关系,对冠脉病变的分析起着补充作用。

16 层螺旋 CT 结合回顾性心电门控技术,控制好心率,选择恰当的扫描参数,大多数情况下可满意显示冠状动脉主干及主要分支,能够满足影像学评价。在临床工作中,MSCT 对冠心病患者的筛查、冠脉搭桥及支架术后的效果评价具有重要意义。本研究由于病例尚少,技术有待进一步改进和提高。随着研究的逐步深入,MSCT 的空间和时间分辨率的进一步提高,其应用前景更加光明。

参考文献:

- [1] Schaller S, Flohr T, Klingenberg K, et al. Spiral Interpolation Algorithm for Multislice Spiral CT? Part 1: Theory [J]. IEE Trans Med Imaging, 2000, 19(9): 822-834.
- [2] Ohnesorge B, Flohr T, Schaller S, et al. The Technical Bases and Uses of Multi-slice CT [J]. Radiology, 1999, 39(11): 923-931.
- [3] 萧毅, 田建明, 王培军, 等. 多层螺旋 CT 冠状动脉造影的扫描技术及临床应用 [J]. 中华放射学杂志, 2002, 36(4): 357-361.
- [4] 李占全. 冠状动脉分段、冠状动脉造影与临床 [M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2001. 76-77.
- [5] 洪澄, Recker CR, 朱芳, 等. 冠状动脉狭窄的多层螺旋 CT 诊断 [J]. 中华放射学杂志, 2002, 36(7): 605-608.
- [6] 罗建光, 杨东益, 刘顾肖, 等. 影响螺旋 CT 血管成像质量的因素 [J]. 国外医学: 临床放射学分册, 1998, 21(5): 273.
- [7] 龚静山, 徐坚民, 夏丽天, 等. 多排螺旋 CT 曲面重建在胰腺和胰周病变的应用 [J]. 实用放射学杂志, 2003, 41(3): 600-602.