

MSCT 冠状动脉血管成像不同重组技术的比较

韩静, 陈喜中, 王峰, 郭富强

【摘要】 目的:探讨多层螺旋 CT 冠状动脉血管成像时不同重组技术对冠状动脉及其狭窄的最佳显示方法。**方法:**对 36 例临床疑诊冠心病的患者行多层螺旋 CT 冠状动脉血管成像检查, 进行最大密度投影(MIP), 曲面重组(CPR), 容积再现(VR)和多平面重组(MPR)技术重组, 并由 2 名放射科医师与常规冠状动脉造影(CAG)结果对照。**结果:**在 36 例患者的 CT 能满足诊断要求的 289 节段(血管直径 >2 mm)冠脉, 在横断位图像上对正常和 $\geq 50\%$ 狭窄血管的显示及诊断符合率最高达 95%以上; MIP 和 CPR 成像清晰, 对 106 节段正常冠脉的诊断符合率达 90.2%和 93.4%, 对 183 节段狭窄($\geq 50\%$)的血管的诊断符合率达 85.3%和 86.3%; VR 重组图像能在三维立体空间内直观、形象、清楚地显示冠状动脉的形态分布走行情况及在心脏表面的位置, 但图像易造成正常血管狭窄的假象, 106 节段正常血管中有 48 节段显示狭窄改变。MPR 不能显示冠脉全程, 图象粗糙, 在冠脉的评价中应用价值不大。**结论:**横断面、CPR 和 MIP 是显示冠脉及其狭窄的最佳的重组方法, 诊断准确性高, VR 和 MPR 可作为补充显示方法。

【关键词】 冠状动脉; 重组; 体层摄影术, X 线计算机; 血管造影技术

【中图分类号】 R814.42; R816.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2007)01-0082-03

Comparison of Reconstruction Techniques in Multi-slice CT Coronary Angiography HAN Jing, CHEN Xi-zhong, WANG Feng, et al. Department of Radiology, Central Hospital of Zhoukou, He'nan 466000, P. R. China

【Abstract】 Objective: To discuss the optimal reconstruction techniques of multi-slice spiral CT angiography in displaying coronary artery and arterio-stenosis. **Methods:** 36 patients who were suspected with coronary heart disease were studied by 16-slice spiral CT. Maximum intensity projection (MIP), curved planar reconstruction (CPR), volume rendering technique (VRT) and multiplanar reconstruction (MPR) images were obtained to display coronary arteris. The results were compared with routine coronary artery angiography (CAG) by two radiologists. **Results:** 289 coronary artery segments (vessel diameter >2 mm) could be displayed by MSCT in these 36 patients. The axial images showed the highest accuracy ($>95\%$) in evaluating normal and stenotic coronary arteries (vessel diameter $<50\%$ of normal). MIP and CPR Images were distinct and the accuracy of MIP and CPR in evaluating 106 normal coronary artery segments was 90.2% and 93.4% respectively. The accuracy of MIP and CPR in assessing 183 stenotic coronary artery segments (vessel diameter $<50\%$ of normal) was 85.3% and 86.3% respectively. The course and morphology of coronary artery in three-dimensions could be revealed directly and clearly by VRT, but pseudo-stenosis of normal coronary artery were created in 48 of the 106 normal coronary artery segments. The whole course of coronary artery could not be showed by MPR, also the MPR images were indistinct, therefore MPR is not the technique of choice for evaluating coronary artery. **Conclusion:** Axial images, CPR and MIP were the optimal reconstruction techniques in evaluating coronary artery and stenosis. VRT and MPR could be used as an additional displaying approach.

【Key words】 Coronary artery; Reformation; X-ray computed; Angiography

MSCT 及心电门控技术的临床应用, 使 CT 成为无创性诊断冠心病的有效影像学手段。国内外已有许多有关这一技术在评价冠状动脉钙化及其狭窄的报道^[1-3]。本研究总结我院应用 MSCT 评价冠心病的初步经验, 探讨多层螺旋 CT 冠状动脉血管成像时不同重组技术评价冠状动脉疾病的准确性。

材料与方法

搜集 2004 年 6 月~2005 年 12 月临床怀疑冠心

病的 36 例患者, 男 28 例, 女 8 例, 年龄 25~75 岁, 平均 55.3 岁。均为窦性心率, 律齐, 安静时心率大于 70 次/分的患者在进行 CT 检查前 1 h 口服倍他乐克 12.5~25.0 mg, 扫描时心率为 46~70 次/分, 所有病例均进行了常规冠状动脉造影(conventional coronary angiography, CAG)检查。

采用美国 GE 公司的 Light Speed 16 层螺旋 CT, 先做定位像和预扫描。选择主动脉近冠状动脉开口层面, 使用高压注射器, 经肘静脉以 3.5~4.0 ml/s 的速率注射欧乃派克(Omnipaque)15~20 ml, 延迟 5 s 进行同层动态扫描, 层厚 10 mm, 采用 Axial Full 0.8 s,

作者单位: 466000 河南, 周口市中心医院 CT 室

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

扫描时间间隔 (ISD) 1.25 s, 视野 250 mm, 120 kV, 250 mA, 共扫描 15 层。在所选层面选择一个兴趣区测出其时间-密度曲线, 曲线峰值对应的时间, 加上 1~2 s 作为冠状动脉扫描的延迟时间。冠状动脉 Z 轴扫描范围自气管隆突下 2 cm 至心脏膈面下 2 cm, 使用高压注射器, 经肘静脉以相同的流率注射 Omnipaque 350 80~120 ml, 要求患者深吸气后屏气, 按所测得的延迟时间启动扫描。参数为 0.5 r/s, 层厚 1.25 mm, 螺距 0.275:1, 显示野 Large, 350~370 kV, 120 mA, 采用回顾性心电门控技术和分段收据采集方式; 常规冠状动脉造影, 采用的是美国 GE LCV+ 数字减影机, 经股动脉穿刺插管, 分别行右冠状动脉和左冠状动脉造影, 观察冠状动脉狭窄的程度和范围, 冠脉狭窄的判断采用国际上通用的目测直径法。

将 36 例患者的 CT 增强扫描原始数据按心动周期的 60%、65%、70%、75%、80% 的相位窗进行横断面重组, 将重组后的图像传至 AW 4.2 工作站, 采用 Cardiac IQ 软件包进行最大密度投影 (maximum intensity projection, MIP)、曲面重组 (curved planar reconstruction, CPR)、容积再现 (volume rendering, VR) 和多平面重组 (multiplanar reconstruction, MPR)。由 2 位放射科医生对能满足诊断的血管直径 ≥ 2 mm 的冠状动脉参考美国心脏学会的冠脉分段方法以节段为单位进行分析, 包括右冠脉近、中、远段, 后降支; 左冠脉主干, 左前降支近、中、远段, 左回旋支近段、远段, 对角支和钝缘支^[4,5]。无血管中断及管壁模糊的节段能满足诊断要求, 使用 Vessel view 软件分析, 冠脉狭窄程度, 以狭窄部位两侧相对正常的官腔直径的平均值为参照值, 对狭窄程度进行定量评价。冠状动脉的狭窄程度的分级: ①正常或轻度狭窄 (50%); ②中度狭窄 ($\geq 50\%$, $< 75\%$); ③高度狭窄 ($\geq 75\%$)。并将 MSCT 的分析结果以 CAG 结果为标准与之逐支对照, 对比评价的血管为正常冠状动脉和 $\geq 50\%$ 狭窄的冠状动脉节段。

结 果

36 例患者均进行了 SMCTA 和 CAG 检查, 两者均共评价的血管直径 > 2 mm 的冠脉 289 节中, CAG 显示正常的血管节段 106, 管径 $\geq 50\%$ 的狭窄的血管 183 段。各种重组方法对 106 段正常冠脉和 183 段 $\geq 50\%$ 狭窄的冠脉的显示数和诊断符合率如表 1。

横断面图像对正常和中、高度狭窄的血管显示和诊断符合率较高; MIP 及 CPR 重组图像显示血管清晰 (图 1、2), 106 段正常血管诊断符合率达 90% 以上,

对 $\geq 50\%$ 狭窄的 183 段血管, MIP 及 CPR 评价诊断符合率也分别达到 85.3% 和 86.3%。尤其是 CPR 与 CAG 结果符合率较高 (图 3、4)。MPR 重建的冠、矢状图像无法完整观察整支血管, 且图象粗糙 (图 5)。VR 法重建的图像立体感强, 直观, 但易造成正常冠脉狭窄的假象 (图 6), 106 段正常血管中有 48 处显示不同的狭窄, 诊断符合率仅为 43%, 对远端血管显示不佳。

表 1 各重组法对正常和 $\geq 50\%$ 狭窄血管的显示数及诊断符合率

重组方法	显示正常		$\geq 50\%$ 狭窄	
	例数	诊断符合率 %	例数	诊断符合率 %
横断面	102	96.0	173	94.0
MIP	96	90.2	155	85.3
CPR	99	93.4	158	86.3
MPR	29	26.5	65	35.3
VR	46	43.0	128	70.0

讨 论

亚秒级 16 层 CT 具有较高 Z 轴分辨力的特点, 使得三维重组图像质量大大提高。不同三维重组方法在冠脉的评价中各有优缺点。

横断面图像是 CT 冠脉血管成像诊断冠脉疾患的基础, 准确可靠, 不受操作者主观因素的影响, 但由于缺乏立体感, 对病变部位的定位不确定, 需在连续观察的基础上分析, 而三维重组图像可显示横断面所示病变的部位和空间结构, 结合三维重组图像对冠脉狭窄作出正确评价。

MIP 能反映相应像素的 X 线衰减值, 较小的密度变化也能在 MIP 图像上显示, 能很好地显示血管的狭窄、充盈缺损及区分血管壁上的钙化与血管腔内的对比剂, 正确及熟练运用 MIP 技术可使直径 > 2 mm 冠脉节段成像清晰, 获得与传统冠脉造影检查相似的图像, 并可以变换角度和方向, 故可对每一支冠脉从任一切面反复观察分析, 保存显示较好的图像。与其他血管重组图像比较, 在血管经线的测量方面最接近实际数据。缺点是不能对深度关系进行编码, 立体感较差, 但通过绕轴旋转多角度观察或放电影式观察, 也能反映血管结构的深度关系。MIP 层厚是影响观察的主要因素, 层厚不宜选择过厚, 一般 10 mm 左右为佳。

CPR 能将迂曲走行的解剖结构拉直, 将其全貌显示于 1 幅二维剖面图像上, 显示图像真实、直观可直接观察整支血管及管腔狭窄程度。本组研究 CPR 法显示正常冠脉和 $\geq 50\%$ 狭窄的冠脉的诊断符合率分别达到 93.4% 和 86.3%, 准确度较高。结合其它方法可准确评价大部分正常和狭窄的冠脉主干, 尤其是对近、中段狭窄的判断准确性较高, 缺点对远端管径较细的血



图 1 MIP 图像细腻,清晰显示左、右冠状动脉的近段。 图 2 CPR 图像清晰显示左冠状动脉的前降支近、中、远段。
图 3 CPR 图像左冠前降支近段狭窄(箭),与 CAG 结果符合(箭)。 图 4 CAG 显示左冠前降支近段狭窄(箭)。
图 5 MPR 图像,无法完整观察冠脉并且图像粗糙。 图 6 VR 图显示正常冠脉的假性狭窄,箭头所示两处狭窄(箭)。

管评价效果不好,这种重组方法显示的只是血管的一个剖面,与此剖面垂直的面上如果有较小的病灶可能会遗漏,域值的选择对病变的显示也很重要,同时操作者画线准确与否也影响诊断的准确性。

VR 能清晰显示冠状动脉和心脏等组织结构的三维空间关系,血管有较好的连续性,图像逼真,有较强的立体感,可显示冠脉狭窄及钙化斑块,但细小分支显示欠佳^[6]。常造成假性狭窄的判断,本组 106 段正常冠脉节段中 46 段因较粗大而显示正常,48 段冠脉图像均显示不同程度的狭窄假象,考虑为血管的纡曲、较细和对比剂的浓度有关,此法受运动伪影较明显,能满足诊断要求的血管少,对域值的选择非常敏感,通过调节域值等参数可以改变病变的形态和大小,因而易产生失真和误差。故在冠脉病变的显示中,VR 法仅作为一个参考成像方法。

MPR 能于不同层面上显示一段冠脉,因此要在连续观察的基础上才能获得冠脉相关信息。由于冠脉走行纡曲,即使在倾斜的 MPR 图像上也难显示某一支冠脉全程。因此其在冠脉的评价中应用价值不大。但 MPR 图像无主观因素干扰,可与横断面和其它后处理图像象结合,评价冠脉的狭窄程度及部位。

综上所述,本组采用不同的重组技术对冠脉进行重组,对冠状动脉及其狭窄病变的最佳方法是横断面、CPR 和 MIP,其图像清晰、真实、诊断准确性高,是评价冠状动脉正常或狭窄的首选重组方法,VR 和 MPR 可作为补充显示方法。在冠状动脉中、高度狭窄的诊断上,16 层螺旋 CT 冠脉血管成像的准确性较高,是一种有效的无创诊断方法。

参考文献:

- [1] 史河水,韩萍,孔祥泉,等. 冠状动脉狭窄的 16 层螺旋 CT 造影检查[J]. 临床放射学杂志,2005,24(9):788-791.
- [2] 邵广瑞,柳澄,刘延军,等. 多层螺旋 CT 与选择性冠状动脉造影对照研究及临床应用[J]. 中华放射学杂志,2003,37(9):805-808.
- [3] Schoepf UJ, Becker CR, Hofmann LK, et al. Multidetector-row CT of the Heart[J]. Radiol Clin North Am, 2003, 41(3):491-505.
- [4] 潇毅,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.
- [5] Vogl TJ, Abolmaali ND, Diebold T, et al. Techniques for the Detection of Coronary Atherosclerosis: Multidetector Row Coronary Angiography[J]. Radiology, 2002, 223(1):212-220.
- [6] Rydberg J, Liang Y, Teague SD. Fundamentals of Multichannel CT[J]. Radiol Clin North Am, 2003, 41(3):465-474.

(收稿日期:2006-03-13)