

· 冠状动脉影像专题 · MSCT 三维重组对冠状动脉钙化与狭窄的相关性研究

陈杰, 夏黎明

【摘要】 目的:评价 MSCT 三维图像重组判断冠状动脉钙化与管腔狭窄程度的价值。**方法:**35 例怀疑冠心病患者行冠状动脉 MSCT 检查, 先行平扫进行钙化积分, 再行增强扫描, 并进行 3D 图像后处理包括曲面重组(CPR)及仿真内镜(VE)、最大密度投影(MIP)等方法分析病变节段的钙化程度、血管狭窄程度及其相关性。**结果:**11 例共 27 支血管发现有钙化斑块导致管腔狭窄, 可进行分析的 23 支血管管腔的狭窄程度 10%~79% 不等, 与相应节段得到的钙化积分有一定的相关性。**结论:**MSCT 曲面重建结合其它方法, 对诊断冠状动脉狭窄程度有一定的价值。

【关键词】 冠状动脉狭窄; 体层摄影术, X 线计算机; 冠心病

【中图分类号】 R814.42; R541.4 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2005)03-0205-04

Correlative Study between Coronary Calcium Score and Stenosis Using MSCT 3D Reformation CHEN Jie, XIA Li-ming.
Department of Radiology, Tongji Hospital Affiliated to Tongji Medical Institute of Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, P. R. China

【Abstract】 Objective: To assess the value of multi-slice CT (MSCT) 3D reformation in the evaluation of coronary calcium score and stenosis of the coronary artery. **Methods:** MSCT was performed in 35 patients with coronary heart disease. Plain CT scanning was performed and calcium score was determined, then enhanced CT scanning was performed and 3D post-processing including multiplanar curved reformation, virtual endoscopy and maximum intensity projection were performed and degree of calcification, degree of vascular stenosis and their relationship were analyzed. **Results:** Calcium plaque with resulting stenosis of coronary artery was observed in 11 cases with 27 vessels. The degree of stenosis was 10%~79% in 23 of the 27 vessels and there was certain correlation between the stenosis and calcium score of corresponding segment of the vessels. **Conclusion:** MSCT curved planar reformation combined with other techniques of reformation has definite value for evaluation of degree of coronary artery stenosis.

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

冠状动脉粥样硬化性心脏病多为冠状动脉内各种性质的斑块导致管腔狭窄引起心肌缺血所致, 常猝然发病危及生命。软斑块, 尤其是脂质斑块如果破裂常常导致严重后果。钙化斑块虽然比较稳定, 但是最近一项研究认为^[1]钙化斑块也是预测心脏病发生的一个重要因素。本研究旨在对冠状动脉钙化和狭窄进行定量检测并对两者的相关性进行初步探索。

材料与方 法

搜集我院 2003 年 6 月~2003 年 10 月 35 例行冠状动脉多排螺旋 CT 检查的患者, 其中有钙化斑块者 11 例。患者均有不同程度的胸闷、胸痛症状, 时间数月甚至数年不等, 3 例心电图诊断有心肌梗死, 2 例已行冠状动脉搭桥手术, 2 例曾行冠脉造影术。所有患者均为窦性心率, 安静时心率 55~75 次/分。3 例于扫描前 40 min 口服心得安 10~30 mg, 1 例口服利多卡因, 1 例口服倍他乐克以控制控制心率<70 次/分并在

检查期间保持稳定。

美国 GE 公司 Highspeed 16 层探测器螺旋 CT, 选择 0.5 s 螺旋扫描方式, 层厚 0.625 mm, 层距 0.625 mm, 螺距 0.3, speed 3, 矩阵 512×512, 视野 250 mm, 120 kV, 300 mA(平扫)和 370 mA(增强)。患者取仰卧位, 视血管情况经手背、腕侧或者肘静脉注射对比剂, 扫描及数据采集均于屏气后进行。扫描范围根据胸部正侧位片确定, 自气管隆突下水平至膈肌下 1~2 cm。数据采集方式依心率不同而定, 对于 HR<65 次/分者采用分段(segment)采集, 对于 HR>65 次/分者采用脉冲(burst)采集。团注对比剂前先进行预注射, 方法是将测试兴趣区置于降主动脉某一层面(多选在气管隆突水平), 用高压注射器以 3.5~4.0 ml/s 的流率注入碘海醇 15 ml 后行同层动态扫描, 获得测试兴趣区的时间-密度曲线, 结合轴位图像计算降主动脉和冠状动脉内对比剂达到峰值的时间, 从而确定扫描延迟时间; 正式扫描时以相同的流率注入对比剂 100 ml, 延迟 17~25 s 后扫描, 扫描时间约为 20 s。将扫描所得的原始数据在心动周期的 75% 处重建轴位图像并传至工作站 ADW 4.0 进行三维重组。重组方法包括曲面重组

作者单位: 430030 武汉, 华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科(陈杰现在 310009 杭州, 浙江大学第二附属医院放射科)

作者简介: 陈杰(1977-), 女, 山东济宁人, 硕士, 住院医师, 主要从事胸部疾病 CT 诊断学工作。

(curved planar reformation, CPR)、仿真内镜(virtual endoscopy, VE)及最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)等,以 CPR 方法为主,重组显示出右冠状动脉、左冠状动脉主干、左冠状动脉前降支、左冠状动脉回旋支及各主干主要分支如第一、第二对角支、钝缘支、右冠缘支等,选择显示清晰并见钙化斑者进行分析评价。

评价方法:先使用 Agaston 积分法对病变节段进行钙化积分,再使用 CR 方法中的 edit section 功能,可以得到血管腔狭窄程度的具体数值。血管腔内因有对比剂的充盈显示为高密度,而血管壁结缔组织及薄层肌组织故显示为环形较低密度影,正常冠状动脉管壁厚度为(0.75±0.17) mm,以此可以描绘出血管的内壁;而对于钙化后的残余管腔面积,可依据钙化斑的轮廓进行描绘,由计算机测出两者的具体数值并进行相比,可得到一个表示狭窄程度的百分值(狭窄程度=血管腔残余面积/冠状动脉分支血管的横截面积×100%)。选择狭窄最明显处的节段,与所得钙化积分对比,观察两者相关性(图 1~6)。

结 果

11 例中共发现有 27 支分支血管有钙化斑块存在,其中左冠状动脉主干 5 例,左回旋支 8 例,左冠状动脉前降支 9 例,右冠状动脉 5 例(表 1)。1 例患者冠状动脉各分支因血管病变严重,管腔内对比剂浓度不足,不能进行 CPR 图像重组,其余 23 支血管均可进行 CPR 图像重组,并进行狭窄程度的测定(表 2)。

表 1 患者各支血管 Smartscore 积分值

| 病例 | LAD | LCX | RCA | LMA |
|----|------|-----|------|-----|
| 1 | 93 | 109 | 53 | — |
| 2 | 1016 | 161 | 184 | 212 |
| 3 | 318 | 64 | 303 | 41 |
| 4 | 支架 | 4 | 支架 | — |
| 5 | 361 | 支架 | 支架 | — |
| 6 | 832 | 409 | 1685 | 137 |
| 7 | 79 | 1 | — | — |
| 8 | 14 | — | — | — |
| 9 | 146 | — | 18 | 228 |
| 10 | 253 | 13 | — | 121 |
| 11 | — | 6 | — | — |

由上述结果可以看到,血管狭窄和钙化程度有一定的相关性,对数相关系数为 0.8,钙化程度严重的血管其狭窄程度也比较高。2 例有血管造影对照的病例与本研究结果有良好的吻合性,1 例右冠状动脉造影未见明显狭窄;1 例前降支多处重度狭窄。

表 2 患者各支血管狭窄程度百分值

| 病例 | LAD | LCX | RCA | LMA |
|----|------|------|------|------|
| 1 | 36.7 | 46.0 | 26.9 | — |
| 2 | 76.6 | 47.6 | 53.2 | 37.5 |
| 3 | / | / | / | / |
| 4 | — | 13.4 | — | — |
| 5 | 78.4 | — | — | — |
| 6 | 57.6 | 36.4 | 67.9 | 36.1 |
| 7 | 29.0 | — | — | — |
| 8 | 11.1 | — | — | — |
| 9 | 50.7 | — | 10.1 | 52.8 |
| 10 | 46.0 | 13.9 | — | 37.1 |
| 11 | — | 18.6 | — | — |

注:表 2 第三行为图像不能进行 CPR 重组的病例

讨 论

心脏由于搏动而使冠状动脉的检查受到限制。多排螺旋 CT 采用间隔更小的探测器结构,极大地提高了空间分辨力;螺距的合适设定提高了在 Z 轴上的分辨力;滑环技术的改进使扫描速度更快,有报道最小的时间分辨力可达 101 ms^[2],另外可以在十几秒的时间内即完成对整个心脏的扫描,基本上不再受呼吸的影响;前瞻性及回顾性心电门控技术的应用进一步减小了心跳的影响,几项技术的改进保证了多排螺旋 CT 机能够对冠状动脉清晰成像,并已广泛地应用于临床。

长期以来,对冠状动脉 CT 血管成像的研究集中在钙化斑块的检测及定量、斑块性质的鉴别、血管狭窄程度的判断等几个方面。电子束 CT 最早用来对冠状动脉的钙化进行定量,技术已经比较成熟,是一种可靠的方法。有研究证明,亚秒级门控螺旋 CT 在钙化定量方面与电子束 CT 有很好的相关性,相关系数高达 0.95^[3];国内也有研究者通过与冠状动脉造影的对比研究证明当钙化积分(Agaston 积分法)>400 时血管的钙化积分的结果 EBCT 与 MSCT 无差异性^[4],所以多层螺旋 CT 是一种冠状动脉钙化程度量化的有效方法;MSCT 在应用于冠状动脉狭窄的检测方面,对管径大于 2 mm 的血管发生的非重度狭窄(>50%)的检出率较高,敏感度和特异度分别达 95% 和 86% (或 80%)^[5,6],但是最近也有文章对轻度冠状动脉狭窄检测的准确性进行了研究,认为定性检出的准确度可达到 87%^[7]。一般认为,冠状动脉钙化程度与狭窄程度有一定的相关性,虽然曾有文章指出血管的广泛钙化常常未伴严重狭窄^[6],这可能跟患者的体质及其血管的代偿机制有关。但是既然早期的病理学研究已经阐明冠状动脉的钙化与粥样斑块的形成密切相关,可反映整个血管内的斑块负载程度,因此,对无特异性胸痛的患者判断有无冠状动脉的病变时,准确地定量测定

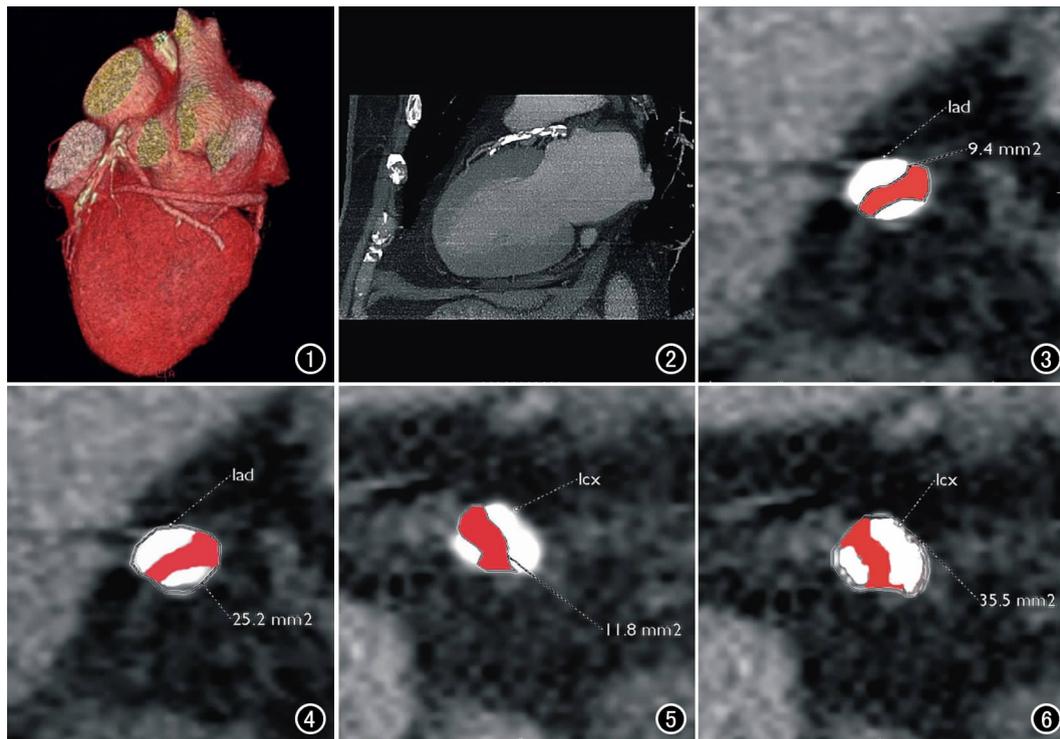


图 1 VR 图像示左冠状动脉主干,前降支,第一、二对角支及左回旋支均见高密度钙化斑块。

图 2 MIP 图像示前降支近中段明显钙化,管腔明显狭窄。

图 3 测量前降支内钙化斑块致残余管腔面积。图 4 测量前降支同一层面血管腔总面积。图 5 测量回旋支内钙化斑块致残余管腔面积。图 6 测量回旋支同一层面血管总面积。

冠状动脉钙化就很重要^[8],因为其在一定程度上可反映斑块可能造成的血管狭窄程度。准确判断钙化节段的管腔狭窄程度并估测斑块成分可以为临床医生制定治疗方案提供更多的信息,初步确定施行支架置入术和血管搭桥术的位置;而术后的检查可以了解支架是否通畅,搭桥血管有无钙化狭窄改变,有研究表明多排螺旋 CT 在显示桥血管的准确度和特异度分别高达 98% 和 99%。

与 MRI 和超声相比,CT 检查的优点是能够显示很小的钙化斑及其轮廓,只要选择合适的扫描参数,才能够获取清晰的图像,就可以通过 CR 方法对血管内部情况进行描绘。但是,这种方法仍有一定的因素制约其准确性:如血管的强化程度。有研究指出:如果血管内对比剂浓度过大,密度高的部分造成的容积效应就会夸大血管直径;若血管内对比剂浓度过小,则其显示会受到周围低密度的结缔组织影响而表现为管腔变小。另外,由于血管的边界不很锐利,定义它的轮廓在研究者中也会存在个体的差异;根据笔者的经验,在冠状动脉各主干发出分支处,形态常不规则,测定面积的重复性不高;据美国心脏病协会(American Heart Association, AHA)对冠状动脉的分段,在 1~3、5~7、11~12 处发生的钙化较容易描绘轮廓,而对于远段及下一级分支则要看生理变异程度,过于纤细者由于容积效应的影响而难于测量。

分析图像时结合其它三维成像方式可以对病变有更立体直观的认识,如内镜导航技术可以进入直

径<1 mm 的血管腔内,管腔内壁着红色,钙化斑块着白色,在主动脉根部指向主动脉口可以观察三个瓣膜钙化及闭合开放情况,左右两支冠状动脉开口有无异常。导引针在腔内前进,可以观察血管分支情况、内壁是否光滑、钙化斑块的具体位置、支架的通畅情况等,虽然不能在内镜下测得血管面积数值,但是其显示因钙化导致的管腔狭窄情况更直接;MIP 法由于突出了图像中高密度的成分,因此,可以看到轮廓更清晰的钙化斑,转换角度并适当调整层厚也可以大体判断管腔狭窄程度。

对于心率略快的患者,MSCT 仍表现出时间分辨力不足的缺点,重组图像出现阶梯状的伪影。目前平板 CT 正在研究阶段,相信投入临床后能够进一步克服这方面的缺陷;MSCT 除了直接显示冠状动脉的病变,对于心脏的收缩功能、心肌缺血情况、二尖瓣的运动情况能够提供类似心电图和心脏超声的信息,这些对于判断血管的狭窄程度可以提供佐证。另外,MSCT 为无创性检查,费用也较低廉,可以作为诊断冠心病的筛选方法。

参考文献:

- [1] Leslee JS, Raggi P, Schisterman E, et al. Prognostic Value of Cardiac Risk Factors and Coronary Artery Calcium Screening for All-cause Mortality[J]. Radiology, 2003, 228(3): 826-833.
- [2] Harpreet KP, Thomas GF, Frank MC, et al. Current Concepts in Multi-detector Row CT Evaluation of the Coronary Arteries: Principles, Techniques, and Anatomy [J]. RadioGraphics, 2003, 23 (SPEC): 111-125.

- [3] Jeffrey Carr, John RC, David CG, et al. Evaluation of Subsecond Gated Helical CT for Quantification of Coronary Artery Calcium and Comparison With Electron Beam CT[J]. AJR, 2000, 174(4): 15-921.
- [4] 张欢, 杜联军, 宋琦, 等. 多层螺旋 CT 冠状动脉钙化积分初探[J]. 临床放射学杂志, 2001, 20(10): 757-759.
- [5] 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.
- [6] 洪澄, Christoph RB, 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.
- [7] Schoenhagen P, Tuzcu EM, Stillman AE, et al. Non-invasive As-

essment of Plaque Morphology and Remodeling in Mildly Stenotic Coronary Segments; Comparison of 16-slice Computed Tomography and Intravascular Ultrasound[J]. Coron Artery Dis, 2003, 14(6): 459-462.

- [8] Cheng Hong, Kyongtae TB, Thomas KP. Coronary Artery Calcium: Accuracy and Reproducibility of Measurements with Multi-detector Row CT Assessment of Effects of Different Thresholds and Quantification Methods[J]. Radiology, 2003, 227(3): 795-801.
- [9] 郎志谨, 王照谦. 进一步加强多层螺旋 CT 的临床应用和研究[J]. 放射学实践, 2002, 17(4): 1-2.

(收稿日期: 2004-03-24 修回日期: 2004-05-14)

· 病例报道 ·

肾结石并发肾盂癌漏诊一例

何茜, 韩丹, 王克超

【中图分类号】R814.42; R692.4 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2005)03-0208-01

病例资料 患者,男,45岁,左腰部酸痛10余年,加重一个月。既往曾有血尿史。查体:左肾区叩痛。尿常规:镜下血尿,红细胞16个/UL,白细胞120个/UL。血常规:白细胞 $8.0 \times 10^9/L$ (中性粒细胞0.70,淋巴细胞0.22),红细胞 $4.34 \times 10^{12}/L$ 。

肾盂静脉造影:左肾多发结石,左肾显影差。右肾、右输尿管及膀胱正常。CT平扫见左肾体积增大,肾盂内见大小约 $7.5 \text{ cm} \times 5.5 \text{ cm}$ 铸型结石,呈鹿角状,肾盂明显扩张积水,肾皮质变薄。左肾上极于扩大的肾盂内可见结石及一不规则等密度软组织密度病灶,范围约 $2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$,与正常肾皮质分界不清(图1);增强后变薄的左肾皮质明显强化,左肾上极病灶呈结节样强化(CT值由37.6 HU增至47.5 HU),但低于肾皮质强化程度(图2)。CT诊断:左肾结石并积水,并发肾盂炎。

手术及大体病理:左肾体积增大,约 $20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$,皮质变薄,其内可扪及质硬的结石。行左肾切除术时,左肾与包膜及邻近周围组织粘连(以肾上极为甚)。剖开肾脏可见约 $3 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$ 大小的灰白色肿块,以左肾盂上部为基底,向内突入扩大的肾盂内,表面有溃疡,组织质脆;其基底较宽向下侵入肾实质内,但未突破脏层包膜。常规HE染色镜下示癌组织呈巢状或弥漫分布,细胞体积大,胞浆透亮,部分细胞为圆形、立方形、梭形,大小不等,核深染,可见部分角化珠及细胞内角化(图3)。病理诊断:左肾盂中分化鳞癌侵及肾皮质。

讨论 尿路结石合并尿路上皮肿瘤一般认为是通过以下因素所致:①机械刺激。Tlili等^[1]认为结石的慢性刺激可引起肾盂鳞状上皮和腺上皮化生,使肾结石合并肾盂鳞癌的比例较大;②梗阻积水。Ware等^[2]认为梗阻积水时,尿液滞留使尿源性致癌物质长期作用于肾盂,加上结石的慢性刺激,与肾盂癌的发生有关;③合并感染。结石合并感染后炎症对肾盂的慢性刺激。尿路结石合并尿路上皮肿瘤易漏诊原因:①临床上肾结

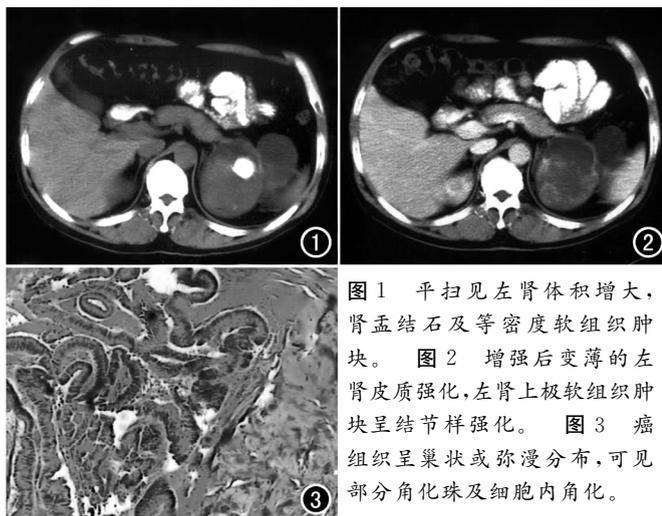


图1 平扫见左肾体积增大,肾盂结石及等密度软组织肿块。图2 增强后变薄的左肾皮质强化,左肾上极软组织肿块呈结节样强化。图3 癌组织呈巢状或弥漫分布,可见部分角化珠及细胞内角化。

石和肾盂癌均以血尿、腰痛为主要症状;②结石在X线平片和B超下很容易发现,而结石合并肾盂癌较易漏诊;③肾结石并发肾盂癌为上述因素刺激导致肾盂上皮异化的基础上发生的,缺乏原发性肾盂癌的典型表现或肾盂癌的特征易被掩盖,使CT和B超检查时影像学的变化不明显。本例漏诊主要由于只注意到结石而忽略了对肾实质的仔细观察,忽略了等密度肿块影和增强后该软组织密度影呈结节样强化,其强化程度低于肾实质这一表现。

参考文献:

- [1] Tlili GK, Gharbi JH, Atallah R, et al. Ultrasonographic Aspects of Kidney Pelvis Tumors Associated with Infectious hydronephrosis of Lithiasic Origin[J]. Radiology, 1994, 75(2): 253-527.
- [2] Ware SM, Shulman Y. Transitional Cell Carcinoma of Renal Pelvis in Horseshoe Kidney[J]. Urology, 1983, 21(1): 76-78.

(收稿日期: 2004-01-08 修回日期: 2004-06-28)

作者单位: 650032 昆明, 昆明医学院第一附属影像中心 CT 室

作者简介: 何茜(1964—), 女, 云南昆明人, 主治医师, 主要从事 CT 诊断工作。