

Diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography for detecting coronary artery stenosis: comparison with conventional angiography

XIAO Yi, TIAN Jian-ming*, GONG Jing, LI Xiao-ming, WANG Min-jie, QIN Yong-wen, HE Yi-wen
 (Department of radiology, Shanghai Changhai Hospital, Shanghai 200433, China)

ABSTRACT Objective The aim of the present study was to evaluate the accuracy and feasibility of 64-multislice spiral computed tomography (MSCT) in detecting coronary artery stenoses. **Methods** 218 patients (130 male, 88 female; mean age (56±9) years) with suspected coronary artery disease underwent coronary angiography and 64-slice CT (SOMATOM SENSATION CARDIAC64 CT, Siemens, Germany). The mean time span between coronary angiography (CAG) and CTA was 7 days. Evaluation of right coronary artery (RCA), left main (LM), left anterior descending artery (LAD), diagonal branch 1 (D1), circumflex branch (CX), and 1st marginal branch was performed by two. All vessels with a diameter ≥ 1.5 mm were analysed and a lumen restriction of $\geq 50\%$ was considered a significant stenosis. Invasive coronary angiography was taken as gold standard for calculations of diagnostic accuracy. **Results** Of 2592 segments, 2237 (86.3%) were assessable. Compared with CAG, the sensitivity of CTA to diagnose significant stenosis was 95.9%, specificity 98.6%, positive predictive value (PPV) 85.7% and negative predictive value (NPV) 99.7%. **Conclusion** Sixty-four-MSCT has a high accuracy for the detection of significant coronary artery stenoses and therefore can be considered as a valuable noninvasive technique.

KEY WORDS Multislice spiral computed tomography; Coronary angiography; Coronary atherosclerotic heart disease; Coronary artery disease

64 层 CT 诊断冠状动脉狭窄的准确性:与常规血管造影比较

萧毅,田建明*,弓静,李晓明,王敏杰,秦永文,何忆雯

(上海长海医院影像科,上海 200433)

[摘要] 目的 评价 64 层螺旋 CT 冠状动脉造影对冠状动脉明显狭窄诊断准确性和可行性。方法 218 例冠心病疑似患者在一周内进行了 64 层 CT 冠状动脉造影及常规血管造影,对冠状动脉的主干及主要分支进行诊断,以冠状动脉造影结果为金标准评价 64 层 CT 诊断冠状动脉狭窄的准确性。结果 多层螺旋 CT 所显示的 2592 支冠状动脉中冠状动脉狭窄 173 处,正确诊断 166 处,漏诊 7 处,误诊 28 处,敏感性 95.9%,特异性 98.6%,阳性预测值 90.2%,阴性预测值 99.7%,准确率 98.4%。结论 64 层螺旋 CT 对冠状动脉狭窄诊断有较高的准确性,可作为高危人群普查筛选的首选方法之一。

[关键词] 多层螺旋 CT; 冠状动脉造影; 冠心病; 冠状动脉疾病

[中图分类号] R814.42; R541.5; R816.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8475(2007)03-0188-04

0 引言

随着多层螺旋 CT 的问世,冠状动脉 CT 血管造

[作者简介] 萧毅(1971—),女,博士,主治医师,研究方向:无创心血管造影。

[通讯作者] 田建明,上海长海医院,200433。

E-mail: tianjianming@vip.163.com

[收稿日期] 2007-03-02 **[修回日期]** 2007-04-29

影逐渐应用于临床。与 4 层及 16 层 CT 相比,64 层 CT 有着较高的时间分辨力及空间分辨力,在心脏成像方面有了进一步的发展。本研究对比了 218 例冠脉 CT 血管造影与冠状动脉造影的结果,旨在评价 64 层冠脉 CT 血管造影的诊断准确性和可靠性,探讨 64 层 CT 在诊断冠状动脉狭窄中的作用。

1 资料和方法

1.1 临床资料 2005 年 12 月—2006 年 10 月间 218 例患者因胸闷、胸痛进行了多层螺旋 CT 冠状动脉造影，并在随后的一周内进行了常规的冠状动脉造影检查，为本组研究对象。男 130 例，女 88 例，年龄 34~89 岁，平均(56±9)岁，心律基本规整。检查前控制心率<70 次/分(心率过快的患者服用倍他乐克 25~100 mg)，并行严格的呼吸训练。

1.2 扫描技术 采用西门子 SOMATOM SENSATION CARDIAC 64 螺旋 CT 进行扫描。首先采用前瞻性心电门控序列进行冠脉钙化积分的扫描，然后在主动脉根部层面设定兴趣区，采用人工智能触发扫描进行回顾性心电门控冠状动脉造影扫描。扫描参数为：120 kV, 900 mAs，准直器宽度(collimation) 64×0.6 mm，螺距(pitch) 0.2，重建层厚(width) 0.75 mm，旋转扫描时间 0.33 s。对比剂注射速率 4~5.0 ml/s，对比剂总量 65~95 ml(优维显 370 mgI/ml)。方向为从头侧到足侧，扫描范围均从气管分叉下 2 cm 至心底层面，扫描时间约 9~12 s。

1.3 后处理的方法 通过预览功能确定左、右冠状动脉的最佳成像时相，获得层厚 0.75 mm 的横断面图像，在同步工作站，进行容积成像(volume rendering, VR)，薄层最大密度投影(sliding thin-slab MIP, STS-MIP)，多层面重建(multiplanar reformation, MPR)，及仿真内镜(CT virtual endoscopy, CTVE)等方法的重建。

1.4 评价的分支 我们在研究中主要评价了右冠状动脉(right coronary artery, RCA)近、中、远段；左冠状动脉主干(left main coronary artery, LM)；左前降支(left anterior descending branch, LAD)近、中、远段；回旋支(left circumflex branch, LCX)近、远段；锐

缘支(right marginal branch, AM)、对角支(diagonal branches, D)，钝缘支(obtuse marginal, OM)共 12 个节段。

1.5 冠状动脉狭窄评价 冠状动脉狭窄的判断采用国际上通常采用的目测直径法：即血管狭窄的程度 = (狭窄端近心端正常血管直径-狭窄处直径)/狭窄端近心端正常血管直径×100%。

1.6 评价方法 诊断结果由两位资深的影像学专家综合各种成像方法得出结果，诊断有分歧时共同回顾得出结论。以冠脉血管造影为金标准，统计管腔内径狭窄≥50% 的狭窄结果，分别分析以患者为单位以及动脉节段为单位的敏感性、特异性等指标。

2 结果

2.1 冠状动脉造影结果 218 例患者中，115 例(53%)存在>50% 的狭窄，共计 173 支血管需要进行介入治疗。

218 例行多层螺旋 CT 冠脉造影的患者中，有 1 例未能配合屏气，1 例突发室上速，所获得图像不能做出肯定诊断被剔除，共评价了 216 例患者。诊断存在明显狭窄的患者 122 例(图 1~4)，正确诊断 112 例，漏诊 3 例，误诊 10 例。统计学结果为敏感性 97.4%(112/115)，特异性 90.1%(91/101)，假阴性 2.6%(3/115)，假阳性 9.9%(10/101)，阳性预测值 91.8%(112/122)，阴性预测值 96.8%(91/94)，准确率 93.4%(203/216)。

2.2 多层螺旋 CT 冠状动脉造影诊断结果 216 例患者，总计 2592 个节段，直径>1.5 mm 能用于诊断的节段 2237(86.3%，2237/2592)。其发现病变 194 处，正确诊断 166 处；漏诊 7 处，误诊 28 处。统计学结果



图 1 A. 右冠状动脉远段多发钙化斑块(箭头所示)；B. 右冠状动脉近段混合斑块；C. 前降支近段软斑块

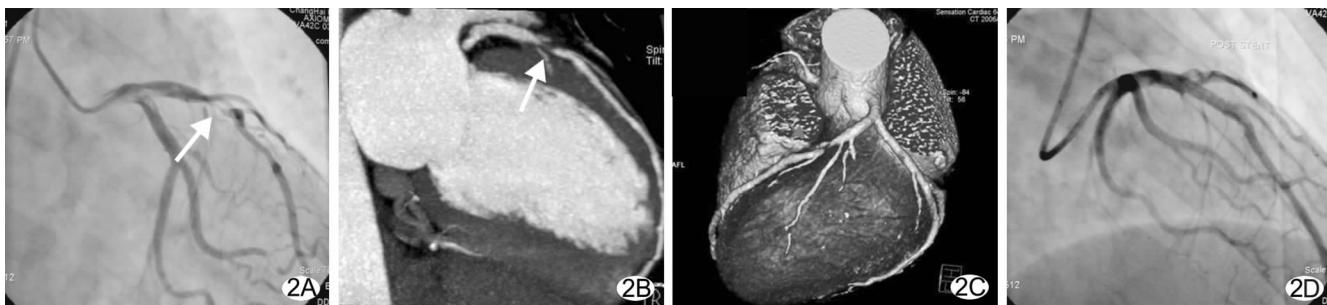


图 2 A. 冠脉造影显示前降支重度狭窄；B. 冠脉 CT 血管造影 MIP 法显示前降支重度狭窄，主要为软斑块所致；C. 冠脉 CT 血管造影 VRT 法显示前降支重度狭窄；D. 同一患者支架植入术后，狭窄处通畅



图 3 A. 冠脉造影显示前降支及回旋支多发狭窄；B. 冠脉 CT 血管造影 VRT 法显示前降支多处重度狭窄，漏诊回旋支狭窄；C. 冠脉 CT 血管造影 MIP 法显示前降支多处重度狭窄，为软斑块及混合斑块所致

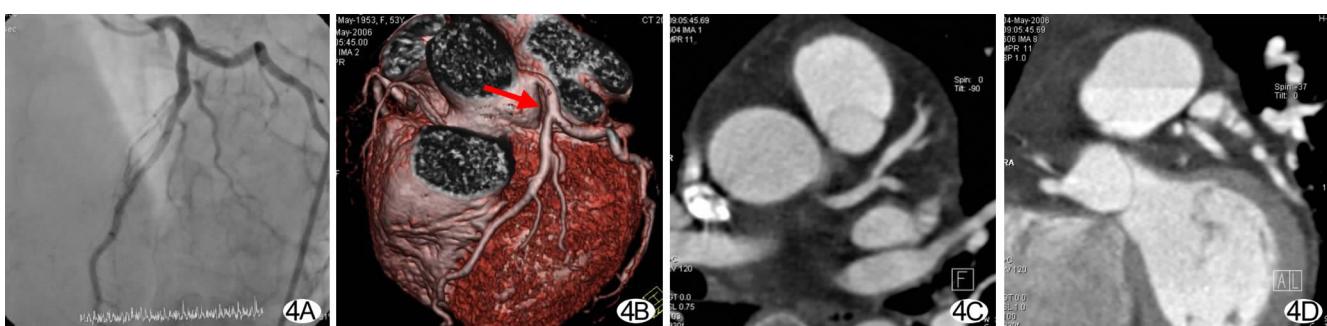


图 4 A. 冠脉造影显示前降支未见明显狭窄；B. 冠脉 CT 血管造影 VRT 法显示前降支起始部轻度狭窄；C. 冠脉 CT 血管造影 MPR 法显示前降支起始部偏心软斑致轻度狭窄；D. 冠脉 CT 血管造影横断面显示前降支起始部偏心软斑致轻度狭窄

为敏感性 95.9% (166/173)，特异性 98.6% (2036/2064)，假阴性 4.1% (7/173)，假阳性 1.4% (28/2064)，阳性预测值 85.7% (166/194)，阴性预测值 99.7% (2036/2043)，准确率 98.4% (2202/2237)。

3 讨论

随着人民生活水平的提高，冠心病的发病率也日趋增多，目前，诊断冠状动脉狭窄的金标准仍是常规的冠状动脉造影，但因其是有创的检查，很多患者拒绝接

受以致贻误了治疗的时机，因此，寻找一种无创的影像方法成为临床的迫切需求。多层螺旋 CT 的问世，使得冠脉 CT 造影成为可能。近年来，多层螺旋 CT 冠状动脉造影评价冠状动脉狭窄成为心血管影像学的研究热点之一。

3.1 64 层螺旋 CT 冠状动脉造影扫描技术 扫描技术的正确运用是获得可靠诊断的前提。其中最关键的是心率的控制和对比剂的使用。与 4 层及 16 层 CT

相比,64 层 CT 对心率的要求相对宽松,一般 <80 bpm 就能获得较佳质量的图像,但心率 <70 bpm 的患者图像质量最佳,而且,重建时相单一,后处理重建所需时间较短,因此本组常规使用倍他乐克进行心率控制。尽管如此,仍有部分患者在注射后出现心率增快甚至早搏,本组就有 2 例(2/3)因此而漏诊。除了心率控制以外,对比剂的使用也是成败的关键因素,本组均使用高浓度碘剂(优维显 370 mgI),显著提高了管腔的密度获得了较好的冠脉增强效果。注射速率方面,体重较轻的患者使用 4.5 ml/s,可以减少造影剂的外渗的比例。体重较大的患者,一般采用 5 ml/s。有报道认为,64 层冠脉造影对比剂总量 70 ml 左右是最佳值,本组研究认为,注射剂总量必须根据体重指数、心脏大小、心功能情况进行个体化注射设计,只有这样才能保证冠脉管腔对比剂达到较高的水平。

3.2 64 层螺旋 CT 冠状动脉造影诊断价值 本组病例包括 218 例患者,其中 216 例患者获得了能用于诊断的图像,成功率达 99%。与冠脉造影相比,以患者为单位进行分析,敏感性 97.4%,特异性 90.1%,假阴性 2.6%,假阳性 9.9%,阳性预测值 91.8%,阴性预测值 96.8%,准确率 93.4%。从中可以看出,CT 发现患者有病的能力较高,漏诊较少,绝大多数的患者能被检出。但误诊比例相对较大,这些病例中,绝大部分患者是由于存在钙化斑块造成过判。通过回顾性分析,发现在冠状动脉有钙化存在时,管腔内径的显示受到干扰,CT 往往过高估计患者冠脉的狭窄程度。以冠脉节段为单位所获得的敏感性 95.9%,特异性 98.6%,假阴性 4.1%,假阳性 1.4%,阳性预测值 90.2%,阴性预测值 99.7%,准确率 98.4%,和国内外报道大致相仿¹⁻⁶。这种判别方法所获得的假阴性比例较大,回顾分析漏诊病变中 6 处伴有较低质量图像使诊断把握性下降,主要是由于患者注射对比剂后出现心率过快或不规整,使得管腔充盈不佳,干扰诊断,1 处因疏忽导致多支病变中一处遗漏。两种判别方法所获得的结果略有不同,主要是因为多支病变存在的原因,但无论从患者角度还是从冠脉节段角度都显示 64 层螺旋 CT 诊断冠状动脉狭窄的准确性高、阴性预测值较高,适用于人群的筛查,可以避免一些不必要的有创检查。

3.3 冠脉资料的分析及诊断 64 层 CT 为我们提供了高质量的图像,正确使用各种重建方法进行诊断也是非常关键的。首先,重建时相的选择十分关键,不良时相和单一时相必然会使误诊率和漏诊率上升。约有

一半的患者左右冠脉重建时相不一致,因此有必要进行多期重建获得清晰的冠脉横断面图像。其次,冠状动脉狭窄的诊断应是对原始资料进行多种处理后所得出的综合结论。不同的病变部位各种成像方法都有其优缺点,可以相互补充、相互印证从而得出较为可靠的诊断,降低误诊率和漏诊率。在诊断中应以横断面、MPR 为主,VR 重建为辅,其他重建方法根据病变的部位选择性的重建进行补充。此外,在观察横断面图像时还要注意窗宽、窗位的调节。窗位较低、窗宽较窄时,管腔和管壁不能区分,容易掩盖病变造成漏诊;窗位较高、窗宽较窄时,由于冠状动脉较纤细对比剂充盈欠均匀,会造成冠状动脉狭窄的假象使误诊率上升。因此,应该根据对比剂充盈的实际情况进行窗位的合理调节,窗宽应设置的相对宽些。

通过本组研究以及目前国内外各组研究结果,我们可以有信心地认为,64 层螺旋 CT 冠状动脉造影简便快捷,可以显示冠状动脉狭窄性疾患,准确性高,可作为高危人群筛查首选方法及对传统的冠状动脉造影补充说明。

[参考文献]

- 1] Leschka S, Alkadhi H, Plass A, et al. Accuracy of MSCT coronary angiography with 64-slice technology: first experience. Eur Heart J, 2005, 26(15):1482-1487.
- 2] Raff GL, Gallagher MJ, O'Neill WW, et al. Diagnostic Accuracy of Noninvasive Coronary Angiography Using 64-Slice Spiral Computed Tomography. J Am Coll Cardiol, 2005, 46(3):552-557.
- 3] Stein PD, Beemath A, Kayali F, et al. Multidetector computed tomography for the diagnosis of coronary artery disease: a systematic review. Am J Med, 2006, 119(3):203-216.
- 4] Fine J, 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 Cardiology, 2006, 97(2):173-174.
- 5] N. R. Mollet, F. Cademartini, C. A. G. Van Meigham, et al. High-resolution spiral computed tomography coronary angiography in patients referred for diagnostic conventional coronary angiography. Circulation, 2005, 112(15):2318-2323.
- 6] D. Ropers, J. Rixe, K. Anders, et al. Usefulness of multidetector row spiral computed tomography with 64×0.6 mm collimation and 330 ms rotation for the noninvasive detection of significant coronary artery stenoses. Am J Cardiol, 2006, 97(3):343-348.
- 7] Leber AW, Knez A, von Ziegler F, et al. Quantification of obstructive and nonobstructive coronary lesions by 64-slice computed tomography:a comparative study with quantitative coronary angiography and intravascular ultrasound. J Am Coll Cardiol, 2005, 46(1):147-154.