

• 胸部影像学 •

64 层螺旋 CT 冠状动脉成像诊断冠状动脉狭窄的初步探讨

朱应礼, 徐益明, 朱昭环

【摘要】 目的:探讨 64 层螺旋 CT(MSCT)冠状动脉成像对冠状动脉狭窄的诊断价值。**方法:**53 例冠心病患者同期均行 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像和常规冠状动脉造影(CCA),以 CCA 的诊断结果作为金标准,采用美国心脏协会冠状动脉改良分段法,分析 745 个冠状动脉节段 MSCT 图像质量及对冠状动脉狭窄的显示情况,得出有意义病变(冠状动脉狭窄率 $\geq 50\%$)MSCT 诊断的正确性,并分析钙化对其影响。**结果:**587 个冠状动脉节段图像可以满足诊断要求,158 个节段因运动伪影(27 个节段)或管壁严重钙化(131 个节段)无法进行血管评价。MSCT 诊断冠状动脉狭窄的敏感度为 93.4%、特异度为 97.9%、阳性预测值为 93.9%、阴性预测值为 97.7%。钙化积分 ≥ 1000 的患者,MSCT 诊断冠状动脉狭窄的特异度、敏感度、阳性预测值、阴性预测值分别为 74%、82%、68%、96%。**结论:**64 层螺旋 CT 冠状动脉成像是一种快速、安全、无创的检查方法,与常规冠状动脉造影检查结果有较好的一致性,可以作为临床怀疑冠心病患者的首选检查方法。

【关键词】 冠状动脉造影术; 冠状动脉疾病; 体层摄影术, X 线计算机

【中图分类号】 R814.42; R654.33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2009)04-0396-04

Study on Diagnostic Value of 64-slice Spiral CT Coronary Angiography in Coronary Artery Stenoses ZHU Ying-Li, XU Yi-min, ZHU Zhao-huan, Department of Radiology, the First Hospital of Huai'an, Nanjin Medical University, Jiangsu 223300, P. R. China

【Abstract】 Objective: To study the diagnostic value of 64-slice spiral CT coronary angiography in coronary artery stenoses. **Methods:** Fifty-three patients underwent both 64-slice spiral coronary angiography and conventional coronary angiography (CCA). Conventional coronary angiography was taken as golden standard, using a 15-segment modified AHA classification, to evaluate the image quality of 745 available coronary segments of MSCT and the performance in detecting coronary artery lesions, to obtain the diagnostic accuracy of MSCT of significant lesions (a lumen restriction of $\geq 50\%$), and to analyze the impacts of coronary artery calcium on the diagnostic accuracy. **Results:** There were 587 coronary segments considered to have diagnostic image quality, but 158 segments could not be evaluated for motion artifacts (27 segments) and severe calcifications (131 segments). The sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value of MSCT in detecting lesions were 93.4%, 97.9%, 93.9% and 97.7%, respectively. When calcium score was ≥ 1000 , the sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value were 74%, 82%, 68%, 96%, respectively. **Conclusion:** 64-slice spiral CT coronary angiography is a fast, safe and noninvasive examination method, it has a fairly good identity with CCA in detecting coronary artery stenosis and should be the first choice of method for detecting suspected patients.

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

近年来,多层螺旋 CT(multi-slice spiral computed tomography, MSCT)应用于临床诊断冠状动脉疾病日益广泛,技术日趋成熟,尤其 64 层 MSCT 以更快的容积扫描、更高的空间分辨力和时间分辨力,辅以心电门控技术及心电编辑的应用提高了冠状动脉图像质量,且 MSCT 具有安全和无创的特点,更能为患者接受。本文回顾性分析 2008 年 3 月~2008 年 8 月我院同期行 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像和常规冠状动脉造影(conventional coronary angiography, CCA)的 53 例病例资料,以 CCA 作为诊断标准,探讨 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像对冠状动脉狭窄的诊断价值。

材料与方法

53 例冠心病病例,男 37 例,女 16 例,年龄 39~81 岁,平均 52.6 岁。临床均有不同程度的心绞痛病史,心电图提示有心肌缺血改变(ST-T 改变)。

1. MSCT 检查前患者准备

患者心率应控制在 50~70 次/分;心率 >70 次/分的患者于扫描前 1 h 口服倍他乐克 25~50 mg;扫描前 10 min 口服安定 10.0 mg,舌下含硝酸甘油 0.5 mg;心率不齐患者,如早搏、房颤及房室传导阻滞等,应请临床医师控制后方可检查;训练屏气 15 s 以上。

2. MSCT 检查方法及图像后处理

使用 Siemens Sensation 64 扫描仪,先做平扫用

于计算冠状动脉树的钙化积分,扫描参数为:旋转速度 0.33 s/r,管电压 120 kV,电流 320 mA,视野 192 mm×192 mm,层厚 3.0 mm,层间距 3.0 mm;选择主动脉根部层面进行小剂量峰值时间测定,计算出最佳延迟扫描时间,扫描范围自气管隆突水平至心底下 3 cm 为止,使用高压注射器经肘静脉以 5.0 ml/s 流率注射非离子型对比剂(优维显,370 mg I/ml),行冠状动脉成像(computed tomography angiography, CTA),扫描参数:旋转速度 0.33 s/r,管电压 120 kV,电流 900 mA,视野 194 mm×194 mm,重建层厚 0.75 mm,层间距 0.5 mm。利用回顾性心电门控技术,对所获得的冠状动脉横轴面增强图像进行多相位重组,必要时辅以心电编辑,相位范围为 30%~95%。使用 Syngo Acquisition 工作站对图像进行后处理,采用容积再现(volume rendering, VR)技术、最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)及曲面重组(curved rendering, CR)辅以 CT 阈值调整,筛选出最佳冠状动脉图像用于血管评价。

3. 冠状动脉图像的评价方法

采用美国心脏协会^[1](American Heart Association, AHA)改良的冠状动脉分段方法,将冠状动脉分为 15 段(右冠状动脉:1 近段,2 中段,3 远段,4 后降支,5 左主干;左前降支:6 近段,7 中段,8 心尖,9 第一对角支,10 第二对角支;左旋支:11 近段,12 钝缘支,13 远段,14 后侧支,15 后降支)。依据 MSCT 冠状动脉的影像学表现,将图像分为:①优良,血管轮廓清晰,管腔内对比剂边缘清楚,无运动伪影及钙化伪影;②中等,血管轮廓欠清楚,有运动伪影及钙化伪影,但仍可以进行血管腔内评价;③差,运动伪影及钙化伪影明显,血管腔模糊,无法进行血管腔评价。依据冠状动脉病变程度,将以上所有冠状动脉节段分为正常、无有意义血管狭窄(冠状动脉狭窄<50%)和有意义狭窄(冠状动脉狭窄≥50%)或血管闭塞。采用国际上通用的目测直径法评价冠状动脉的狭窄,即公式(1):

$$\text{血管狭窄的程度} = \frac{D1 - D2}{D1} \times 100\% \quad (1)$$

其中 D1 为狭窄端近心段正常血管直径, D2 为狭窄处直径。

冠状动脉的狭窄程度分为:轻度狭窄(<50%)、中度狭窄(50%~75%)、重度狭窄或血管闭塞(≥75%)。依据冠状动脉≥50%狭窄为诊断冠心病有意义的病变血管^[2],由两位经验丰富的 CT 医师分别分析冠状动脉后处理图像,独立对冠状动脉有意义狭窄作出诊断,

两位医师诊断不一致时重新分析原始及重组图像,再做出一致诊断。以 CCA 作为诊断标准,计算出 MSCT 诊断冠状动脉狭窄的特异度、敏感度、阳性预测值、阴性预测值。

CCA 使用西门子 Axiom Artis FA 数字减影血管造影机,经股动脉穿刺插入冠状动脉造影导管,使用对比剂优维显(370),分别进行左、右冠状动脉造影和多体位投照,采用自动分析软件对血管直径进行测量并计算血管狭窄程度。

4. 统计学处理

CCA 诊断冠状动脉狭窄的结果作为金标准, MSCT 诊断结果以冠状动脉节段为单位进行比较。应用统计学处理软件 SPSS 11.5 进行统计学处理,得出两种检查结果的一致性,并进行 χ^2 检验。

结 果

MSCT 与 CCA 诊断冠状动脉狭窄程度结果对照见表 1,以节段为单位。

表 1 MSCT 与 CCA 诊断冠状动脉狭窄程度的情况

狭窄程度	CCA	MSCT	共同阳性	诊断符合率(%)
正常	431	421	418	96.98
轻度狭窄	53	57	49	92.45
中度狭窄	56	61	51	91.07
重度狭窄	47	48	46	97.87
合计	587	587	564	96.08

53 例冠心病患者成功行 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像和 CCA, MSCT 共显示 745 个冠状动脉节段,所有冠状动脉 1 级分支、绝大多数 2~3 级分支和大部分 4 级分支得到良好显示,158 个节段因严重运动伪影及钙化伪影不能清晰显示,其中 27 个节段运动伪影(占 3.6%)、131 个节段管壁严重钙化(占 17.5%)无法进行血管评价,587 个冠状动脉节段图像可以满足诊断要求(占 78.8%)(图 1、2)。

在能诊断的 587 个冠状动脉节段中,CCA 诊断有意义的冠状动脉狭窄为 103 个(中度 56 个、重度 47 个),对应的 MSCT 诊断为 109 个(中度 61 个、重度 48 个),以 CCA 诊断结果作为金标准,分别得出 MSCT 诊断的敏感度、特异度、阳性预测值和阴性预测值为 93.4%、97.9%、93.9% 和 97.7%;10 个节段由于管壁钙化伪影造成 MSCT 诊断结果与 CCA 诊断结果不一致,其中轻度狭窄、中度狭窄和重度狭窄分别比 CCA 高估了 4 个、5 个和 1 个节段。

对于管壁严重钙化(钙化积分≥1000)的病例, MSCT 诊断冠状动脉狭窄的特异度、敏感度、阳性预测值、阴性预测值分别为 74%、82%、68%、96%。

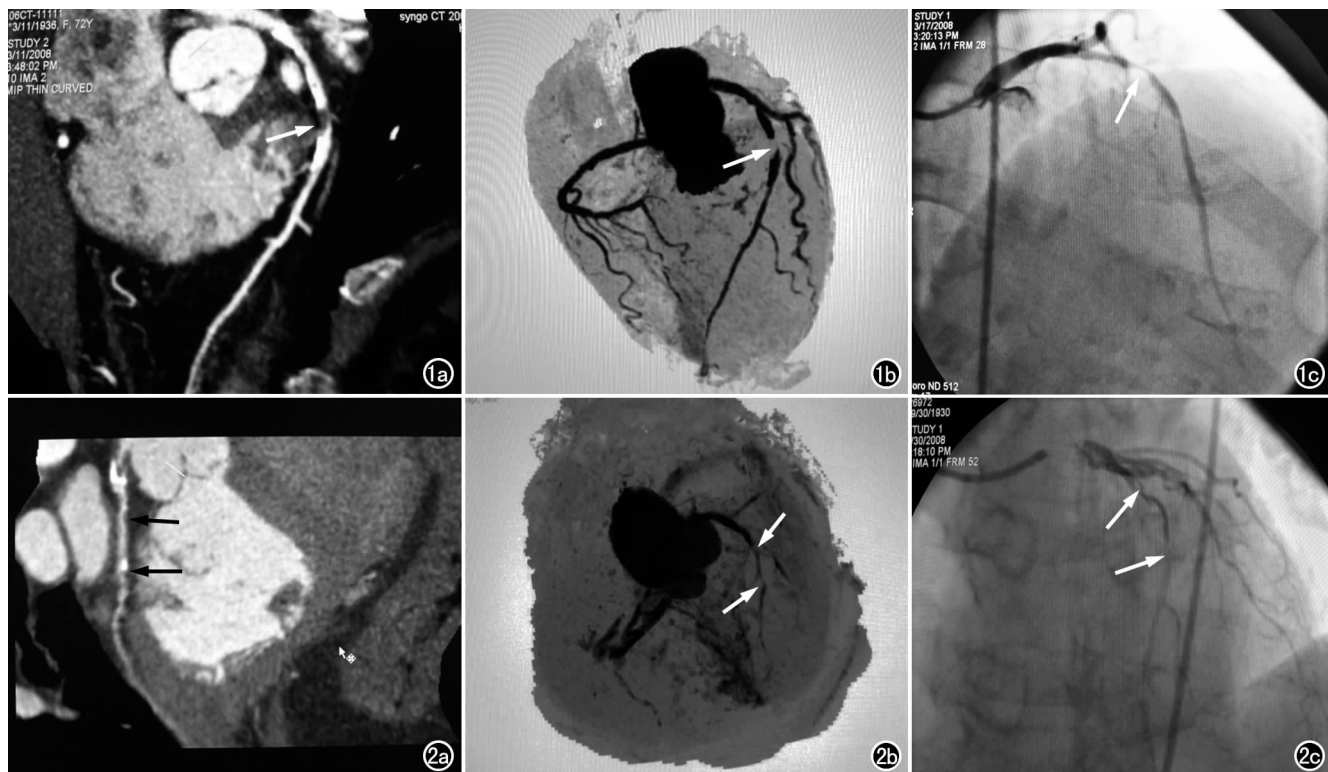


图 1 a) 曲面重组(CR), 左前降支近中段血管腔重度以上狭窄(箭); b) MIP 显示左前降支近中段重度狭窄(箭), 与 CR 诊断结果相同; c) CCA 显示前降支近中段血管腔重度狭窄(箭), CR 及 MIP 与 CCA 诊断结果一致。图 2 a) CR 示左冠状动脉前降支广泛不规则血管腔中重度狭窄伴钙化斑块形成(箭); b) MIP, 示左冠状动脉前降支中段及第一对角支血管腔显著不规则狭窄(箭); c) CCA 显示左冠状动脉前降支多处血管腔狭窄(箭), 远侧血管显影模糊, 血流量明显减少。

讨论

CCA 一直被认为是诊断冠状动脉狭窄的金标准^[3], 它能定量分析冠状动脉狭窄的程度和范围, 但该方法为有创伤性检查, 具有一定的风险性, 而近年来 MSCT 作为一种有效且无创的诊断方法已成为研究的一大热点。相对于 CCA 而言, MSCT 具有以下优点: ①短时间内就能获得良好的冠状动脉图像; ②能更好地显示心肌桥与冠状动脉的关系; ③可以任意角度和方向上重建图像, 不受体位限制; ④可以评价冠状动脉的软斑块和钙化斑块, 并进一步评价斑块的稳定性; ⑤对冠状动脉畸形和变异的诊断具有重要价值, 能为 CCA 检查提供重要帮助。

1. 64 层 MSCT 对冠状动脉狭窄的评价

64 层螺旋 CT 具有更快的容积扫描、更高的空间分辨率和时间分辨率。2006 年 Ropers 等^[5]报道 64 层螺旋 CT 对直径 ≥ 1.5 mm 的冠状动脉节段狭窄诊断的特异度、敏感度、阴性预测值和阳性预测值分别为 93%、97%、100% 和 83%, 本研究结果显示 64 层螺旋 CT 诊断冠状动脉狭窄的特异性、敏感性、阴性预测值

和阳性预测值分别为 93.4%、97.9%、97.7% 和 93.9%, 与文献报道结果相仿; 本研究中 587 个节段可以满足冠状动脉血管评价(占 78.8%), 其中正常 421 个节段、轻度狭窄 57 个节段、中度狭窄 61 个节段、重度狭窄或闭塞 48 个节段(表 1), 与 CCA 比较, MSCT 诊断的符合率分别为 96.98% (418/431)、92.45% (49/53)、91.07% (51/56) 和 97.87% (46/47), 两种检查结果相近; 在统计和评价冠状动脉狭窄时发现, 血管壁钙化是造成 MSCT 出现假阳性的主要原因, 本组有 10 个节段由于管壁钙化伪影严重影响了 MSCT 的评价而出现假阳性, 其中轻度狭窄 4 个、中度狭窄 5 个和重度狭窄 1 个节段, 因此, 对于冠状动脉管壁广泛钙化的患者要慎重作出诊断, 这与文献报道基本一致^[5-7]; 同时, 64 层螺旋 CT 在临床已经应用多年, 相关内容的国内外文献已有大量报道^[1,4,5], 而本研究设计为同期行 64 层 MSCT 和 CCA 检查, 检查结果更应该有可比性和可信度, 而以往大多数 MSCT 正常的患者则不再进行 CCA 检查。

2. MSCT 与 CCA 的比较

本组研究结果显示 MSCT 与 CCA 诊断冠状动脉

狭窄程度有很好的-致性,在显示冠状动脉狭窄方面,MSCT 诊断的敏感性、特异性、阳性预测值和阴性预测值分别为 93.4%、97.9%、93.9%和 97.7%,经配对 χ^2 检验, $P>0.05$,证明两种检查方法在诊断冠状动脉狭窄方面无明显统计学意义。另外,因 64 层螺旋 CT 对冠状动脉狭窄有很高的诊断价值,尤其是阴性预测值非常高表明,当图像质量好又无严重钙化及运动伪影时,MSCT 可用于排除冠心病检查;对于严重钙化或运动伪影的病例,MSCT 评价病变的严重程度和范围仍存在误差,需 CCA 进一步明确诊断。

3. 影响冠状动脉图像质量因素

对比剂:64 层螺旋 CT 极大地提高了扫描速度,完成心脏扫描只需 6~9 s,扫描时间缩短使得对比剂用量明显减少,60~70 ml 就能获得良好的血管增强效果;对比剂的注射流率 and 对比剂浓度对图像质量也有明显影响,本组研究使用优维显(370 mg/ml),以 5 ml/s 流率注射,均获得满意的冠状动脉图像。

心率和心律:心率一般控制在 50~70 次/分,心率快图像显示模糊、中断或出现阶梯状伪影;心率慢,心脏扫描采集数据不足,图像重建质量不高;心律不齐患者如早搏、房颤及房室传导阻滞等,必须请临床医师控制后方可进行检查,否则,冠状动脉图像出现模糊、中断及阶梯状伪影,严重影响图像质量。

呼吸训练:训练患者平静呼吸,吸气末屏气 15 s 以上,将有效减少呼吸运动伪影,这是冠状动脉成像成功的第一步。

图像后处理:冠状动脉评价主要使用 VR 技术和血管 CR 术,因运动伪影和心率的影响,必须选择最佳的 R-R 间期进行图像重建,相位范围为 30%~95%,必要时应用心电编辑,辅以 CT 阈值调整,以期获得最佳的冠状动脉图像。

冠状动脉钙化:本组有 131 个节段(占 17.5%)因血管壁严重钙化,无法进行血管评价,可能与钙化所产生的线束硬化伪影和部分容积效应有关。武靖等^[7]也认为钙化导致的高密度伪影和部分容积效应可以掩盖或夸大管腔狭窄程度,可见,严重的冠状动脉钙化对 64 层 MSCT 图像有非常重要的影响,钙化积分的高低不仅影响冠状动脉的可诊断率,而且随着钙化积分

的升高,无法进行血管评价的节段比例明显升高。同时,高钙化积分还降低了 MSCT 诊断的特异性和阳性预测值,其主要原因可能与冠状动脉管壁虽然有严重钙化,但该处不一定出现有血液动力学意义的血管狭窄,可能与冠状动脉重塑有关。钙化积分 ≥ 1000 的患者,本组资料显示 MSCT 诊断冠状动脉狭窄的特异度、敏感度、阳性预测值明显降低,对于这类患者,是否继续进行 MSCT 冠状动脉检查还有待深入研究。

本组病例均舌下含硝酸甘油 0.5 mg,硝酸甘油对于正常的痉挛冠状动脉有明显的解痉作用,而对于斑块狭窄段血管作用不明显,舌下含硝酸甘油可以有效的降低假阳性出现率。

总之,冠状动脉无钙化或者轻微钙化患者,64 层螺旋 CT 可作为诊断冠状动脉狭窄的首选检查方法应用于临床;对于严重钙化患者,其诊断的正确率和可信度将受到明显限制。

参考文献:

- [1] Vogl TJ, Abolmaali ND, Diebold T, et al. Techniques for the Detection of Coronary Atherosclerosis: Multi-detector Row CT Coronary Angiography[J]. Radiology, 2002, 223(1): 212-220.
- [2] 孙昊,高明明,马展鸿,等. 冠状动脉钙化对 64 层螺旋 CT 诊断冠状动脉狭窄的影响[J]. 中华放射学杂志, 2007, 41(10): 1023-1027.
- [3] 祁定平,张敏鸣,朱建华,等. 多层螺旋 CT 回顾性心电门控冠状动脉重建的最佳 P-R 时相及临床应用[J]. 中华放射学杂志, 2004, 38(2): 178-183.
- [4] 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.
- [5] Ropers D, Rixe J, Anders K, et al. Usefulness of Multidetector Row Spiral Computed Tomography with 64 $\times$ 0.6 mm Collimation and 330ms Rotation for the Noninvasive Detection of Significant Coronary Artery Stenoses[J]. Am J Cardiol, 2006, 97(3): 343-348.
- [6] Lau GT, Ridley LJ, Schieb MC, et al. Coronary Artery Stenoses: Detection with Calcium Scoring, CT Angiography, and Both Combined Methods[J]. Radiology, 2005, 235(2): 415-422.
- [7] 武靖,王屹,杜湘珂,等. 64 排螺旋 CT 冠状动脉造影与 DSA 的对照研究[J]. 医学影像学杂志, 2007, 17(12): 1267-1270.

(收稿日期:2008-09-24 修回日期:2008-11-14)