

320 排动态容积 CT 冠状动脉成像诊断冠状动脉狭窄的价值

郝宝顺, 刘 勇, 周 彬, 余舒杰, 钱孝贤
(中山大学附属第三医院心内科, 广东省广州市 510630)

[关键词] 冠状动脉; 320 排动态容积 CT; 冠状动脉造影
[摘 要] 目的 以冠状动脉造影作为诊断冠状动脉狭窄的金标准, 评价 320 排动态容积 CT 冠状动脉成像诊断冠状动脉狭窄的准确性。方法 应用 320 排动态容积 CT 对 85 例可疑冠心病患者行冠状动脉成像检查, 同期行冠状动脉造影。结果 320 排动态容积 CT 冠状动脉成像可获得较好的图像质量, 可用于诊断冠状动脉狭窄。320 排动态容积 CT 诊断冠状动脉轻度狭窄的敏感度为 90.9%, 特异度为 99.2%, 阳性预测值为 89.6%, 阴性预测值为 99.3%, 准确率为 98.6%; 诊断冠状动脉中度狭窄的敏感度为 92.8%, 特异度为 98.9%, 阳性预测值为 90.9%, 阴性预测值为 99.2%, 准确率为 98.3%; 诊断冠状动脉重度狭窄的敏感度为 87.4%, 特异度为 98.8%, 阳性预测值为 89.2%, 阴性预测值为 98.6%, 准确率为 97.6%; 诊断冠状动脉闭塞病变的敏感度为 50.0%, 特异度为 99.9%, 阳性预测值为 66.7%, 阴性预测值为 99.8%, 准确率为 99.7%; 诊断冠状动脉中度以上狭窄的敏感度为 94.1%, 特异度为 97.2%, 阳性预测值为 89.2%, 阴性预测值为 98.5%, 准确率为 96.6%。结论 320 排动态容积 CT 冠状动脉成像是一种无创、有效诊断冠状动脉狭窄的方法。
[中图分类号] R81 [文献标识码] A

Diagnostic Value of 320-Slice Dynamic Volume CT in Assessment of Coronary Artery Stenosis

HAO Bao-Shun, LIU Yong, ZHOU Bin, YU Shu-Jie, and QIAN Xiao-Xian
(Department of Cardiology, the Third Affiliated Hospital of Sun Yat-Sen University, Guangzhou, Guangdong 510630, China)

[KEY WORDS] Coronary Artery; 320-Slice Dynamic Volume Computed Tomography; Coronary Angiography
[ABSTRACT] **Aim** To evaluate the diagnostic accuracy of coronary artery stenosis with 320-slice dynamic volume computed tomography (320-DVCT) in comparison of selective coronary angiography. **Methods** Eighty-five patients with suspected coronary artery disease underwent 320-DVCT coronary angiography and selective coronary angiography subsequently. All available coronary segments were included in the analysis, regardless of size or image quality. Lesion with >50% diameter stenosis were considered significant. Image quality was analyzed, and the sensitivity, specificity, positive and negative predictive value of mild, moderate, severe coronary stenosis, occlusive coronary artery and ≥50% stenosis were calculated. **Results** The images acquired from 320-DVCT were excellent and sufficient and can be used to evaluate coronary stenosis. The sensitivity, specificity, positive and negative predictive value of 320-DVCT for detecting severe coronary stenosis, occlusive coronary artery and ≥50% stenosis were 90.9%, 99.2%, 89.6%, 99.3% and 98.6%, respectively, by mild stenosis, 92.8%, 98.9%, 90.9%, 99.2% and 98.3%, respectively, by moderate stenosis, 87.4%, 98.8%, 89.2%, 98.6% and 97.6%, respectively, by severe stenosis, 50.0%, 99.9%, 66.7%, 99.8% and 99.7%, respectively, by occlusive coronary artery, 94.1%, 97.2%, 89.2%, 98.5% and 96.6%, respectively, by ≥50% coronary artery stenosis. **Conclusions** 320-DVCT is a new, noninvasive approach of assessing the stenosis of coronary artery and can provide accurate and reliable information.

冠状动脉粥样硬化性心脏病(简称冠心病)是严重危害人类健康的疾病之一,早期诊断和治疗已成为研究的焦点。当前选择性冠状动脉造影(coronary angiography, CAG)仍然是诊断冠心病的金标准,但因其有创、具有潜在严重并发症、费用高、有放射性损伤、在中小医院不易开展等因素限制了它

[收稿日期] 2012-03-22
[作者简介] 郝宝顺, 博士研究生, 主治医师, 主要从事冠心病心肌缺血的基础和临床研究。刘勇, 博士研究生, 主治医师, 主要从事冠心病血管内皮功能研究。周彬, 硕士, 主治医师, 主要从事糖尿病心肌病研究。

的临床使用。1998 年多层螺旋 CT (multislice computed tomography, MSCT) 的问世使得无创、准确、可靠诊断冠心病成为可能。近年来 MSCT 成像技术、硬件和软件技术的飞速进步推动了无创冠状动脉成像的发展,相继出现了 16 层、64 层、128 层螺旋 CT,2007 年 320 排动态容积 CT (320-slice dynamic volume CT,320-DVCT) 问世。本研究拟以选择性冠状动脉造影作为对照,评价 320-DVCT 在诊断冠状动脉狭窄方面的临床应用价值。

1 资料和方法

1.1 一般资料

2010 年 12 月~2011 年 11 月期间,85 例因胸痛、胸闷等症状,临床疑诊为冠心病的住院患者行 320-DVCT 检查,其中男 49 例,女 36 例,年龄 39~93 岁,平均 64.9 ± 11.5 岁,皆为窦性心律。对于心率较快者,在没有 β 受体阻滞剂禁忌症的前提下,给予口服倍他乐克 25~50 mg 将心率控制在 70 次/分以下进行 320-DVCT 检查。所有患者在 DVCT 检查后 1 周内常规行冠状动脉造影检查。

1.2 320-DVCT 检查

采用东芝 AquilionONE 320-DVCT,管电压 120 kV,管电流根据患者的体型设为 300~500 mA,扫描覆盖宽度根据个体心脏的大小设为 120~160 cm,扫描范围为气管分叉下方 10~15 mm 至心脏膈面。转速 0.35 s,探测器准直为 $0.5 \text{ mm} * (240 \sim 320 \text{ 排})$ 。连接心电极进行心电门控监测,在肘静脉埋置 18 G 静脉留置针,用双通道高压注射器 (Mallinckrodt) 经肘静脉以 6 mL/s 注入非离子对比剂碘普罗胺 (优维显 Ultravist 370 gI/L) 50~60 mL 和生理盐水 40 mL,应用 sureStart 造影剂跟踪技术,当降主动脉 CT 值达到 180 HU 时触发扫描,扫描模式为 volume 采集,检查床保持静止。扫描后把数据导入 VitreaFx 工作站,应用冠状动脉探针软件进行后处理重组图像,行曲面重建 (curved planar reformation, CPR)、最大密度投影 (maximum intensity projection, MIP)、容积再现 (volume rendering, VR) 及多平面重建 (multiplanar reconstruction, MPR),以分析冠状动脉走向、管腔狭窄程度和管壁情况等。

1.3 图像评价

根据重建图像,将 320-DVCT 图像质量分为三级:Ⅰ级为血管显示良好,边界清晰,无阶梯状伪影或血管断层;Ⅱ级为血管边界模糊,对比度欠佳或有轻度阶梯状伪影;Ⅲ级为血管显示不清或有严重

阶梯伪影^[1]。应用软件自动分析功能测量血管管腔狭窄面积,评价直径 $\geq 1.5 \text{ mm}$ 的冠状动脉节段。图像结果由两名有心脏影像诊断经验的放射科主治医师共同做出。

1.4 选择性冠状动脉造影

采用 Judkins 法,经股动脉或桡动脉穿刺插 5F 或 6F 冠状动脉造影导管,送至主动脉根部,分别进入左、右冠状动脉开口处,快速注入非离子型碘对比剂,右冠状动脉采用 2~3 个体位、左冠状动脉采用 5~6 个体位进行投照。冠状动脉造影由两名心内科主治以上医师完成,并作出狭窄程度判断。

1.5 冠状动脉狭窄分析

选择性冠状动脉造影显示冠状动脉狭窄时均采用国际上通用的目测直径法,即以狭窄部位近心端相对正常的管腔直径作为参照值,对其狭窄程度进行定量评价。具体计算公式为:血管狭窄的程度 = (狭窄部位近心端正常血管直径 - 狭窄处直径) / 狭窄段近心端正常血管直径 $\times 100\%$ 。冠状动脉狭窄分级:正常、轻度狭窄 $< 50\%$ 、中度狭窄 $50\% \sim 74\%$ 、重度狭窄 $75\% \sim 99\%$ 、狭窄 100% 为完全闭塞。

1.6 图像评价

冠状动脉分段按美国心脏病协会分段标准,即右冠状动脉 (RCA) 自近端开始分为 1、2、3 段。左冠状动脉分为左主干 (LM)、左前降支 (LAD) 和左旋支 (LCX)。LM 为 5 段;LAD 自 LM 分出处至远端分为 6、7、8 段;第一对角支 (D1) 为 9 段;LCX 为 11、13 段;钝缘支 (OM) 为 12 段。4 段为后降支和左室后支、10 段为第 2 对角支多较纤细,本文未予研究,故每个患者有 11 个冠状动脉节段可做定量评价,本研究 85 例患者共有 935 个冠状动脉节段可供研究。由于冠状动脉狭窄程度 $> 50\%$ 才有临床意义,故将可评价部分分为 3 组,即未见狭窄、狭窄程度 $< 50\%$ 、狭窄程度 $\geq 50\%$ 。

1.7 统计学方法

采用 SPSS11.0 统计分析软件进行统计学分析,以 CAG 结果为金标准,计算 320-DVCT 显示冠状动脉病变的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值和准确率。组间差异进行 χ^2 分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 320-DVCT 显示图像质量情况

320-DVCT 显示的所有冠状动脉节段 (935 段) 均符合影像学评价要求,其中图像 Ⅰ级 876 个

(93.7%),图像Ⅱ级 53 个(5.7%),图像Ⅲ级 6 个(0.6%)

2.2 320-DVCT 和 CAG 显示冠状动脉狭窄情况

85 例患者中 320-DVCT 显示共有冠状动脉狭窄 262 段,其中轻度狭窄 67 段(25.6%),中度狭窄 99 段(37.8%),重度狭窄 93 段(35.5%),完全闭塞 3 段(1.1%)。其中单支血管病变 39 例(45.9%),二支血管病变 28 例(32.9%),三支血管病变 12 例(14.1%),无血管病变或轻度血管病变 6 例(7.1%)。可见冠状动脉钙化斑 42 例,软斑块 50 例(表 1 和图 1)。85 例患者中冠状动脉造影显示共有冠状动脉狭窄 272 段,其中轻度狭窄 57 段

(21.0%),中度狭窄 101 段(37.1%),重度狭窄 109 段(40.1%),完全闭塞 5 段(1.8%)。其中单支血管病变 25 例(29.4%),二支血管病变 22 例(25.9%),三支血管病变 29 例(34.1%),无血管病变或轻度血管病变 9 例(10.6%)。可见冠状动脉钙化斑 15 例,软斑块 6 例(表 1 和图 2)。表 2 和表 3 列出了 320-DVCT 诊断冠状动脉轻度狭窄、中度狭窄、重度狭窄、闭塞及中度以上狭窄的敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值和准确率。两种检查方法在发现冠状动脉狭窄病变上差异无统计学意义($P>0.05$)。

表 1. 85 例患者 320-DVCT 和 CAG 检查显示血管病变情况(例)

Table 1. The lesions of coronary artery shown by 320-DVCT and CAG in 85 patients(Case)

冠状动脉分段	320-DVCT				CAG			
	轻度	中度	重度	闭塞	轻度	中度	重度	闭塞
RCA1	15	16	12	1	13	15	14	1
RCA2	6	12	9	0	8	12	11	1
RCA3	4	9	10	0	3	10	13	1
LM5	5	6	1	0	3	8	1	0
LAD6	15	23	25	1	10	21	26	1
LAD7	6	7	10	0	6	6	11	1
LAD8	1	1	3	0	1	2	4	0
D9	1	8	1	0	2	10	2	0
LCX11	12	11	16	0	9	12	18	0
LCX13	2	4	6	1	2	3	8	0
OM12	0	2	0	0	0	2	1	0
合计	67	99	93	3	57	101	109	5

表 2. 85 例患者 320-DVCT 和 CAG 显示血管狭窄≥50% 的冠状动脉情况(例)

Table 2. The lesions with coronary artery stenosis ≥50% shown by 320-DVCT and CAG in 85 patients(Case)

冠状动脉分段	320-DVCT			CAG		
	正常	狭窄 <50%	狭窄 ≥50%	正常	狭窄 <50%	狭窄 ≥50%
RCA1	41	15	29	42	13	30
RCA2	58	6	21	53	8	24
RCA3	62	4	19	58	3	24
LM5	73	5	7	73	3	9
LAD6	21	15	49	27	10	48
LAD7	62	6	17	61	6	18
LAD8	80	1	4	78	1	6
D9	75	1	9	71	2	12
LCX11	46	12	27	46	9	30
LCX13	72	2	11	72	2	11
OM12	83	0	2	82	0	3
合计	673	67	195	663	57	215

表 3. 85 例患者 320-DVCT 结果分析

Table 3. The statistical analysis of coronary artery lesions shown by 320-DVCT in 85 patients

项 目	轻度狭窄	中度狭窄	重度狭窄	闭塞	中度以上狭窄
真阳性(段)	60	90	83	2	174
真阴性(段)	862	829	830	930	729
假阳性(段)	7	9	10	1	21
假阴性(段)	6	7	12	2	11
敏感性	90.9%	92.8%	87.4%	50.0%	94.1%
特异性	99.2%	98.9%	98.8%	99.9%	97.2%
阳性预测值	89.6%	90.9%	89.2%	66.7%	89.2%
阴性预测值	99.3%	99.2%	98.6%	99.8%	98.5%
准确率	98.6%	98.3%	97.6%	99.7%	96.6%



图 1. 320-DVCT 显示冠状动脉左前降支多处重度狭窄
Figure 1. Multiple severe stenosis in left anterior descending artery shown by 320-DVCT



图 2. 冠状动脉造影显示同一患者左前降支多处重度狭窄
Figure 2. Multiple severe stenosis in left anterior descending artery shown by coronary angiography in the same patient

3 讨 论

随着影像技术的飞速发展,冠状动脉 CTA 已经成为无创诊断冠心病的重要手段^[2]。近年来 MSCT 技术取得了很大的发展,为早期无创发现冠状动脉狭窄提供了可能。但冠状动脉 CTA 的时间分辨力和空间分辨力仍需提高,如能达到与冠状动脉造影一致的空间分辨力,有望可完全替代诊断性冠状动脉造影。2007 年 320-DVCT 问世,其在探测器宽度方面取得了重大突破,达到了单圈扫描 320 层的能力,扫描范围达到 16 cm,320-DVCT 跟前一代 CT 相比较,最大的突破就在于检测的覆盖范围大大提高了,它的覆盖范围是 64 排的 5 倍,它可以把人体最难检查的器官—心脏完全覆盖起来,不需要移动床体就可以进行扫描和重建,也不再需要高度重叠的扫描。320-DVCT 在临床上单次扫描就可以完全覆盖心脏,大大缩短了检查时间,由原来的 6 ~ 10 s 缩短到 0.35 ~ 0.5 s,最短仅用 0.35 s 就能将整个器官瞬间显示成像^[3]。320-DVCT 在硬件软件技术方面的改进,明显缩短扫描时间,提高了时间和空间分辨力,在心率 70 次/分以下时扫描可避免呼吸伪影,心脏运动伪影也减到了最低,图像质量得到极大改善。本研究 320-DVCT 显示的所有冠状动脉节段(935 段)均符合影像学评价要求,其中图像 I 级和图像 II 级占 99.4%。放射剂量问题是一直困扰 CT 广泛使用的一个重要因素。64 排 CT 一次心脏检查的整体辐射剂量约 20 ± 3.5 msv^[4],320 排 CT 因扫描时间缩短并采用前瞻性心电门控技术可明显减少射线曝光量,并可取得高质量的冠状动脉图像,其一次曝光量仅需 3 ~ 4 msv,检查的照射剂量减少了 75%,个别患者甚至可通过更低的剂量(< 1 msv)即可完成扫描,而一次选择性冠状动脉造影患者所受到的辐射剂量达 5 ~ 10 msv^[5]。

Meijboom 等^[6]对 360 名年龄在 50 ~ 70 岁之间稳定型或不稳定型心绞痛患者通过前瞻性、多中心的 64 排螺旋 CT 与冠状动脉造影比对的临床研究得出:从节段性分析来看,其敏感性为 88%,特异性为 90%,阳性预测值为 47%,阴性预测值为 99%。本研究观察的 85 例患者 320-DVCT 对诊断冠状动脉中度以上狭窄的敏感度为 94.1%,特异度为 97.2%,阳性预测值为 89.2%,阴性预测值为 98.5%,准确率为 96.6%,明显高于 64 排螺旋 CT。Nasis 等^[7]对 63 个可疑冠心病的患者进行了 320-DVCT 检查,并与 CAG 比较,从节段性分析来看敏感性为 87%,特异性为 97%,阳性预测值为 73%,

阴性预测值为 99% ,与本研究结果基本相仿。覃杰等^[8]分析 320-DVCT 诊断冠状动脉狭窄 $\geq 50\%$ 的敏感性为 100% ,特异性为 98.65% ,阳性预测值为 94.00% ,阴性预测值为 100% ,测值略高于本研究,分析原因考虑与入选病例仅为 18 例,病例数较少有关。张玉平等^[9]研究显示 320-DVCT 判断冠状动脉狭窄程度与 CAG 比较差异无统计学意义,提示 CTA 诊断冠心病与 CAG 有很高的一致性。因此 320-DVCT 对于冠状动脉狭窄病变的诊断有着极高的准确性,尤其是极高的阴性预测值(98.6% ~ 99.8%),有着较高的预测冠状动脉阴性的临床应用价值,因此 320-DVCT 可以作为胸痛患者的无创性筛查,检查结果阴性的患者基本可以排除冠心病并免于侵入性检查。

综上所述,相对于 CAG,320-DVCT 是一个最新的无创诊断冠状动脉狭窄的方法,其具有低风险、费用低廉等优点,是冠心病筛查、冠状动脉内支架术后复查等检查的首选方法,但尚不能完全取代 CAG。

[参考文献]

[1] 王怡宁,金征宇,孔令燕,等. 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2006, 40 (8): 797-801.

[2] Dewey M, Zimmermann E, Deissenrieder F, et al. Noninvasive coronary angiography by 320-row computed tomography with lower radiation exposure and maintained diag-

nostic accuracy: comparison of results with cardiac catheterization in a head-to-head pilot investigation[J]. Circulation, 2009, 120 (10): 867-875.

[3] 廖火城,钱孝贤. 320 排 CT 心脏成像的最新进展[J]. 国际内科学杂志, 2009, 36 (12): 701-704.

[4] Hirai N, Horiguchi CJ. Prospective versus retrospective ECG-gated 64-detector coronary CT angiography: assessment of image quality, stenosis, and radiation dose [J]. Radiology, 2008, 248 (2): 424-430.

[5] Khan A, Khosa F, Nasir K et al. Comparison of radiation dose and image quality: 320-MDCT versus 64-MDCT coronary angiography [J]. Am J Roentgenol, 2011, 197: 163-168.

[6] Meijboom WB, Meijs MF, Schuijf JD, et al. Diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography coronary angiography: a prospective, multicenter, multivendor study [J]. J Am Coll Cardiol, 2008, 52 (25): 2 135-144.

[7] Nasir A, Michael C, Paul R, et al. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography with 320-detector row computed tomography [J]. Am J Cardiol, 2010, 106: 1 429-435.

[8] 覃杰,刘凌云,孟晓春,等. 320 排动态容积 CT 冠状动脉成像的临床应用[J]. 中国医学影像技术, 2009, 25 (9): 1 598-600.

[9] 张玉平,李屏,梁金峰,等. 320 排动态容积 CT 冠状动脉成像与冠状动脉造影对冠心病诊断的对比研究[J]. 第三军医大学学报, 2012, 34 (6): 570-572.

(此文编辑 文玉珊)