

Consistency of estimating the degree of stenosis in calcification and noncalcification coronary by the 64-SCTCA and CCA

ZHAO Hong¹, LIU Bin^{1*}, CHENG Zi-ping², YU Yong-qiang¹, SHEN Yun³, LIAO Jing-min³

(1. Department of Radiology, 2. Department of Cardiology, the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, China; 3. GE Healthcare (China) CT Imaging Research Center, Beijing 100176, China)

[Abstract] **Objective** The aim of our study was to evaluate consistency of estimating the degree of stenosis in calcification and noncalcification coronary by the 64-slice spiral computed tomography coronary angiography (64-SCTCA) and the conventional coronary angiography (CCA). **Methods** 64-SCTCA was performed in 67 cases (37 male, 30 female; mean age 61 years) with suspected coronary artery disease and compared with invasive coronary angiography (CCA). The stenosis degree (no stenosis, diameter reduction $\leq 50\%$, $51\% - 75\%$ and $76\% - 100\%$ respectively) of vessels were identified by the 64-SCTCA and CCA. All vessels were divided into two groups (calcification, noncalcification) according to the CT scan. The consistency of stenosis degree were compared by two methods in calcification and noncalcification group. The results were analysed by Kappa value. **Results** Of 67 cases, 804 segments could be evaluated. There were 90 and 714 segments in calcification and noncalcification group. The consistency coefficient Kappa (K) was 0.145 and 0.643 of two group respectively. **Conclusion** Compared with CCA, our results indicate high quantitative and qualitative diagnostic accuracy of 64-SCTCA in noncalcification coronary. In calcification coronary, the consistency of estimating the degree of stenosis between 64-SCTCA and CCA is weak.

[Key words] Coronary; Calcification; Tomography, X-ray computed; Kappa

64-SCTCA 与 CCA 对钙化及非钙化性冠状动脉狭窄程度评估的一致性分析

赵红¹, 刘斌^{1*}, 程自平², 余永强¹, 沈云³, 廖静敏³

(1. 安徽医科大学第一附属医院放射科, 2. 心内科, 安徽合肥 230022; 3. GE 公司 CT 影像研究室, 北京 100176)

[摘要] **目的** 64 层螺旋 CT 冠状动脉血管成像(64-SCTCA)对钙化及非钙化冠状动脉狭窄程度的评估与选择性 X 线冠状动脉成像(CCA)比较, 两者进行一致性分析。 **方法** 搜集 67 例患者 64-SCTCA 及近期 CCA 资料, 根据冠状动脉钙化积分的扫描结果将冠状动脉分为非钙化组和钙化组, 按管径无狭窄, 轻度狭窄($\leq 50\%$), 中度狭窄($51\% \sim 75\%$), 重度狭窄或闭塞($76\% \sim 100\%$) 4 个等级分别比较两组的 64-SCTCA 与 CCA 评估狭窄程度的一致性。统计学分析采用 Kappa 评价方法。 **结果** 67 例患者共评价分析冠状动脉 804 段血管, 其中非钙化组冠状动脉 714 段, 钙化组冠状动脉 90 段; 在非钙化组 64-SCTCA 和 CCA 一致性分析显示 Kappa 值 = 0.643, 二者对冠状动脉狭窄程度评估一致性好; 在钙化组 64-SCTCA 和 CCA 一致性分析显示 Kappa 值 = 0.145, 二者对冠状动脉狭窄程度评估一致性差, 有 55 (55/90) 段钙化冠状动脉血管 64-SCTCA 评估狭窄程度高于 CCA。 **结论** 64-SCTCA 对非钙化冠状动脉有无狭窄及狭窄程度显示准确性高, 对管壁斑块显示好; 对有钙化斑块的冠状动脉狭窄评估与 CCA 的一致性差, 64-SCTCA 常常会高估狭窄程度。

[关键词] 冠状动脉; 钙化; 体层摄影术, X 线计算机; 一致性分析

[中图分类号] R541.4; R817.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2008)02-0231-04

64 层螺旋 CT 冠状动脉血管成像(64-slice spiral computed tomography coronary angiography, 64-SCTCA)检查安全、简便和无创, 它的三维重组图像可以再现心脏形态及冠状动脉树的

走行和病变情况, 由于冠状动脉管壁不同性质的斑块影响 CT 对血管狭窄程度的评估, 笔者对 67 例临床怀疑冠心病患者进行 64-SCTCA 成像, 并与其近期进行的选择性 X 线冠状动脉

[基金项目] 本课题受安徽省卫生厅重点学科资助课题(05A035)资助。

[作者简介] 赵红(1973-), 女, 安徽巢湖人, 硕士, 主治医师。研究方向: 多层螺旋 CT 心血管成像。E-mail: hong630104@126.com

[通讯作者] 刘斌, 安徽医科大学第一附属医院放射科, 230022。E-mail: lbhyz321@126.com

[收稿日期] 2007-07-02 **[修回日期]** 2008-01-07

造影 (conventional coronary angiography, CCA) 检查进行对比, 分析钙化及非钙化冠状动脉 64SCTCA 与 CCA 评估狭窄程度的一致性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2005 年 8—2006 年 11 月疑诊为冠心病行 64-SCTCA 检查, 并近期 (2 周内) 行 CCA 检查的 67 例患者, 其中男 37 例, 女 30 例, 年龄 35 ~ 80 岁, 平均 61 岁, 所有患者无肝肾功能异常, 无含碘造影剂过敏史。所有患者均在扫描前签扫描知情同意书, 在 CT 检查前心率控制在 80 次/分以下, 心率快者扫描前半小时舌下含服 β 受体阻滞剂 (倍他乐克 25 ~ 50mg)。

1.2 64-SCTCA 扫描方法 采用 GE LightSpeed 64 层螺旋 CT, 先使用前瞻性心电门控进行冠动脉钙化积分扫描, 扫描参数管电压 120 kV, 管电流 350 mA, 准直为 8×2.5 mm, 重建层厚为 2.5 mm, 重建层间距为 2.5 mm, 进行断层扫描; 再采用回顾性心电门控技术增强扫描, 根据患者扫描时不同心率 CT 扫描设备将自动采用不同的扇区重建方法; 扫描参数, 管电压 120 kV, 管电流 500 mA, 重建层厚 0.625 mm, 重建层间距 0.625 mm, 准直 64×0.625 mm, 螺距 0.16:1, 显示野 (FOV) 250 mm, 矩阵 512×512 。扫描范围自气管隆突下 2 cm 至膈下 2 cm, 长约 12 cm。使用双筒高压注射器 (Medrad inc), A 筒吸入浓度为 370 mgI/ml 的优维显 100 ml, B 筒吸入 30 ml 生理盐水, 先经肘正中静脉团注 20 ml 优维显, 流率 4 ml/s, 进行预扫描, 测降主动脉增强峰值时间, 将此时间加上 2 秒作为冠状动脉 CT 扫描的延迟时间。然后按确定扫描范围行增强扫描, 经肘正中静脉以 3 ~ 5 ml/s 速率注射 A 筒的优维显 70 ~ 80 ml, 再经 B 筒注射生理盐水, 流率为 3 ml/s。按确定的延迟时间一次屏气完成扫描。扫描数据传至 ADW 4.2 工作站进行后处理, 采用工作站上 CARDIAC IQ 系列软件进行容积再现 (volume reconstruction, VR)、曲面重建 (curved multi-plannar reformation, CMPR) 和最大密度投影 (maximum intensity projection, MIP)。

1.3 CCA 检查方法 采用 Seldinger 技术, 经皮穿刺右侧股动脉成功后置入 6F 鞘管, 经鞘管推注肝素 2000 IU 抗凝, 分别送入左右冠状动脉造影导管至左、右冠状动脉口, 多投照体位多角度 (前后位、右前斜、左前斜位、左侧位、头位、足位) 显示冠状动脉全部分支。

1.4 冠状动脉分段、分类 为方便分析, 将冠状动脉参照相关文献分段标准^[1], 分为右冠状动脉近段 (RCA1)、右冠状动脉中段 (RCA2)、右冠状动脉远段 (RCA3)、后降支 (PDA)、左主干 (LMA)、左前降支近段 (LAD1)、左前降支中段 (LAD2)、左前降支远段 (LAD3)、对角支 (D)、左回旋支近段 (LCX1)、左回旋支远段 (LCX2) 及钝缘支 (LMB); 钙化积分扫描数据由工作站 Smartscore 软件分析计算钙化积分, 由一名有经验的影像科主任医师根据冠状动脉钙化积分分析结果按以上分段法把冠状动脉分为钙化和非钙化段 (某一段冠状动脉钙化积分 ≥ 10 被认为钙化段)。

1.5 狭窄程度分级评估方法 64-SCTCA 的结果由 2 名有经验的影像科医生进行分析; CCA 的结果由 2 名经验丰富的心

内科介入医师进行分析; 分析时如遇不同的判定结果由两人共同协商交流取得一致意见后判定, 分析标准统一采用冠状动脉狭窄程度计算分法及分级: 以冠状动脉狭窄处直径比邻近狭窄段的近心端正常冠状动脉内径减少的百分数来计算, 具体计算公式为: $A = (B - C) / B \times 100\%$ (注: A 为血管狭窄程度, B 为狭窄部位近心端正常血管直径, C 为狭窄处直径); 血管病变狭窄程度评估分级: 1 级无狭窄, 2 级轻度狭窄 ($\leq 50\%$), 3 级中度狭窄 (51% ~ 75%), 4 级重度狭窄或闭塞 (76% ~ 100%)。

1.6 统计学分析 所有数据应用 SPSS 11.0 软件包分析, 应用 Kappa 评价方法, 分别对非钙化组冠状动脉与钙化组冠状动脉的 64-SCTCA 与 CCA 评估狭窄程度进行一致性的分析, 检验水准为 $P < 0.05$ 。对 Kappa 值 (K 值) 的参考评价原则如下: $0.75 < K \leq 1$, 诊断一致性极好; $0.40 < K \leq 0.75$, 诊断一致性好; $0 \leq K \leq 0.40$ 时, 诊断一致性差。

2 结果

67 例患者共评价分析冠状动脉 804 段血管, 其中非钙化组冠状动脉 714 段, 钙化组冠状动脉 90 段 (管壁点状钙化 33 段, 片状钙化 53 段, 弥漫钙化 4 段)。

在非钙化组, 64-SCTCA 和 CCA 对冠状动脉狭窄程度的显示情况如表 1, 图 1 ~ 8。表 1 显示, 共评价血管 714 段, 64-SCTCA 显示冠状动脉病变 114 段, CCA 显示病变 101 段, 64-SCTCA 和 CCA 对冠状动脉有无狭窄及狭窄程度均符合 645 段, 根据表 1 计算 Kappa 值 = 0.643。在 $P < 0.05$ 的检验标准上, 参照评价原则, 在非钙化组 64-SCTCA 和 CCA 对冠状动脉狭窄程度评估一致性好。

表 1 64-SCTCA 与 CCA 对非钙化组 714 段冠状动脉评估狭窄程度结果

CCA	64-SCTCA				总计
	无狭窄	轻度狭窄	中度狭窄	重度狭窄	
无狭窄	579	25	4	5	613
轻度狭窄	14	12	4	3	33
中度狭窄	5	2	14	1	22
重度狭窄	2	2	2	40	46
总计	600	41	24	49	714

在钙化组, 64-SCTCA 和 CCA 对冠状动脉狭窄程度的显示情况如表 2, 图 9 ~ 12。表 3 显示, 共评价血管 90 段, 64-SCTCA 显示冠状动脉狭窄 84 段, CCA 显示狭窄 54 段, 64-SCTCA 和 CCA 对冠状动脉评估狭窄程度均符合 31 段, 从表 3 显示, 有 21 段血管 CT 评估为轻度狭窄, CCA 显示正常; 有 10 段血管 CT 评为中度狭窄, CCA 显示为轻度狭窄或无狭窄; 有 24 段血管 CT 评为重度狭窄, CCA 显示为中度狭窄以下; 根据表 3 计算 Kappa 值 = 0.145。在 $P < 0.05$ 的检验标准上, 参照评价原则, 在钙化组 64-SCTCA 和 CCA 对冠状动脉狭窄程度评估一致性差。

表 2 64-SCTCA 与 CCA 对钙化组 90 段冠状动脉评估狭窄程度结果

CCA	64-SCTCA				总计
	无狭窄	轻度狭窄	中度狭窄	重度狭窄	
无狭窄	6	21	5	4	36
轻度狭窄	0	9	5	15	29
中度狭窄	0	2	3	5	10
重度狭窄	0	2	0	13	15
总计	6	34	13	37	90

3 讨论

64-SCTCA 扫描速度快,成像时间短^[2],在扫描时患者屏气时间短,心率变化的幅度也大大缩小,进一步减少了因呼吸、心率变化产生的伪影,使得更多的患者能纳入这项无创检

查范围。关于 CT 冠状动脉成像的影响因素以及对冠状动脉病变评估的准确性方面,国内外不少学者^[3-6]进行了相关研究,有的学者^[7]进行了心脏动态体模的实验研究;有的学者采用 64-SCTCA 与 CCA 对比研究,但这之前的临床研究多以检出狭窄程度≥50% 为阳性标准,对于狭窄程度 < 50% 予以忽视;在对狭窄的评估准确性方面多是笼统的进行,而未详细区分钙化和非钙化对结果的影响。本组研究进一步详细地将冠状动脉狭窄程度分为无狭窄、轻度狭窄、中度狭窄及重度狭窄 4 个等级分析,并将冠状动脉分为非钙化组及钙化组,旨在研究 64-SCTCA 和 CCA 对不同性质斑块所致冠状动脉狭窄程度评价的一致程度。

3.1 两种检查方法对非钙化组冠状动脉狭窄程度的评估按照无狭窄、轻度狭窄、中度狭窄及重度狭窄 4 个等级分析,64-SCTCA 和 CCA 对冠状动脉狭窄程度评估一致性好

图 1 64-SCTCA 显示 RCA 中段 90% 狭窄图 2 CCA 显示图 1 病变图 3 64-SCTCA 显示 LAD 起始段 95% 狭窄图 4 CCA 显示图 3 病变, LAD 起始段狭窄程度图 5 64-SCTCA 显示 RCA 弥漫分布 < 10% 非钙化斑块图 6 CCA 显示图 5 RCA 无狭窄图 7 64-SCTCA 显示 LMA < 50% 狭窄图 8 图 7 在 CCA 上无明显狭窄图 9 64-SCTCA 显示 RCA 弥漫分布非钙化斑块及钙化性斑块,最狭窄处 > 80%图 10 CCA 对图 9 病变显示,与 64-SCTCA 吻合图 11 64-SCTCA 显示 LAD 起始段钙化斑块,狭窄程度 > 90%图 12 显示图 11 处冠状动脉无狭窄

(Kappa 值 = 0.643)。本组评价 714 段血管中,有 645 段 2 种检查评估结果是完全一致的,占非钙化组的 90.3%。64-SCT-

CA 对非钙化冠状动脉病变及狭窄程度评估准确性高,能够清晰显示冠状动脉主干及其主要分支,清晰显示病变的血管、血管腔与斑块的分界面、狭窄程度及远端的血流情况。同时三维重组图像可以任意角度旋转,多方位观察冠状动脉,准确观察血管的开口、形态、走行及管壁斑块情况^[8]。对轻中度狭窄能够很好显示。本组研究中发现部分冠状动脉血管段 64-SCTCA 清晰显示轻度狭窄,而 CCA 显示无狭窄(图 5~8),经反复观察和分析,确认患者无呼吸和心脏运动伪影干扰,再结合 CT 横断图像以及多方位多方式重组图像,我们认为冠状动脉轻度狭窄的病变还是存在的。所以,我们认为从某种程度上来说,对于非钙化冠状动脉及斑块,64-SCTCA 较 CCA 在反映轻中度狭窄方面更敏感。目前尽管 CCA 是“金标准”,但该技术为二维投影照相,由于受有限的投照体位的限制,心脏血管结构的重叠在所难免,所以有时不能很好地将某支冠状动脉偏心性斑块显示在 X 线投照的切线位上,可能不能很好地显示管腔狭窄的程度。我们认为当 64-SCTCA 图像质量优良,无呼吸和心脏运动伪影的情况下,此时所显示和评价冠状动脉狭窄程度的准确性很高,该评估结果不仅能够满足冠状动脉狭窄介入治疗的筛查需要,而且对于冠状动脉管壁的轻中度狭窄及小的斑块形成的检出率,可能要优于“金标准”CCA,为冠心病患者轻中度小斑块的早期治疗,提供很重要的临床指导意义。

3.2 两种检查方法对钙化组冠状动脉狭窄程度的评估:对于钙化组 64-SCTCA 和 CCA 对冠状动脉狭窄程度评估一致性差。本组 90 段伴有钙化的冠状动脉 2 种方法的对比分析, Kappa 值只有 0.145。从表 3 也可以看出,有 55 段伴有钙化的冠状动脉血管(61.1%) 64-SCTCA 评估狭窄程度高于 CCA,分析 64-SCTCA 多高估钙化组冠状动脉的狭窄程度的原因,是因为冠状动脉壁钙化在 CT 扫描中的部分容积效应是不可避免,同一层面中,不同密度的组织 CT 值出现均化现象,高密度组织中的低密度病灶,测出的 CT 值偏高,低密度组织中的高密度病灶,测出的 CT 值偏低,造影剂充填后的血管腔,密度也是低于钙化斑块,由于部分容积效应,这样在 CT 重组图像上管腔与斑块的边界部分 CT 值偏高,使得我们认为边界部分是钙化斑块,测得的血管管径就会比实际管腔狭窄,钙化越广泛,CT 值越高,容积效应的影响越明显,越是高估冠状动脉的狭窄程度。对于钙化冠状动脉引起的狭窄,有学者研究认为^[9-10]条状钙化就如同一个冠状动脉支架,它可以使病变趋于稳定。尽管某处冠状动脉血管壁有严重钙化,但该处不一定出现具有血流动力学意义的狭窄,认为冠状动脉钙化是引起 64-SCTCA 评估冠状动脉狭窄假阳性的主要原因,CT 扫描图像显示冠状动脉钙化能够提示冠状动脉粥样硬化的部位及钙化程度,但其对狭窄程度的评估往往过高。所以,需要准确的评估钙化冠状动脉的狭窄程度,仍需用 CCA 检查方法。如何寻找一种优越的成像方法无创性准确评估广泛钙化的冠状动脉仍然是一个严峻的挑战。

总之,通过对 67 例 64-SCTCA 与 CCA 评估狭窄程度的一

致性分析,笔者认为 64-SCTCA 对非钙化冠状动脉有无狭窄及狭窄程度显示准确性高,对管壁斑块显示好;对有钙化斑块的冠状动脉狭窄评估与 CCA 的一致性差,64-SCTCA 多会高估狭窄程度。相信随着多层螺旋 CT 软件和硬件的进步,重建方式的不断完善,上述问题(可能也包括对金属内支架通畅程度的评估)会逐步解决的。

[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. *Radiology*, 2002, 223(1): 212-220.
- [2] Nikolaou K, Knez A, Rist C, et al. Accuracy of 64-MDCT in the diagnosis of ischemic heart disease. *AJR Am J Roentgenol*, 2006, 187(1): 111-117.
- [3] Zhang M, Li SL, Guo ZP, et al. Coronary artery imaging with 64-slice CT. *Chin J Med Imaging Technol*, 2005, 21(12): 1948-1950.
张敏, 李石玲, 郭智萍, 等. 64 层螺旋 CT 冠状动脉血管成像技术. *中国医学影像技术*, 2005, 21(12): 1948-1950.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] Wang YN, Jin ZY, Kong LY, et al. Coronary artery imaging with 64-slice spiral CT: an initial study. *Chin J Radiol*, 2006, 40(08): 797-801.
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. *中华放射学杂志*, 2006, 40(08): 797-801.
- [7] Liu B, Zhao H, Wu XW, et al. Analysis of main influence factors on coronary artery image quality with 64-multidetector row helical CT using pulsating cardiac phantom. *Chin J Radiol*, 2006, 40(9): 980-983.
刘斌, 赵红, 吴兴旺, 等. 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像图像质量的相关影响因素分析(心脏体模模拟实验). *中华放射学杂志*, 2006, 40(9): 980-983.
- [8] Wang XM, Wu LB, Li ZJ, et al. The clinical application of 64-slices spiral CT in angiography of coronary artery. *Chin J Radiol*, 2005, 39(11): 1201-1204.
王锡明, 武乐斌, 李振家, 等. 64 层螺旋 CT 在冠状动脉造影中的应用. *中华放射学杂志*, 2005, 39(11): 1201-1204.
- [9] Becker CR, Ohnesorge BM, Schoepf UJ, et al. Current development of cardiac imaging with multidetector-row CT. *Eur J Radiol*, 2000, 36(2): 97-103.
- [10] Huang MP, Liu QS, Liu H, et al. Multidetector CT of the coronary imaging assessment of image quality and accuracy in detecting stenoses. *Chin J Radiol*, 2006, 40(9): 984-987.
黄美萍, 刘其顺, 刘辉, 等. 多层螺旋 CT 冠状动脉成像质量及对冠状动脉病变诊断准确性的评价. *中华放射学杂志*, 2006, 40(9): 984-987.