

Analyzing misdiagnosis of 64-detector computed tomography coronary angiography

MENG Leng*, ZHANG Zhao-qi, LV Biao, YU Wei, YAN Zi-xu
(Department of Radiology, Beijing Anzhen Hospital of the Capital University
of Medical Sciences, Beijing 100029, China)

ABSTRACT Objective To analyze the misdiagnosis of 64-detector computed tomography coronary angiography in contrast to conventional coronary angiography and want to avoidance. **Methods** Coronary arteries of 140 patients were assessed with 64DCTCA comparing with CAG implemented recently. **Results** A total of 1343 coronary arteries were showed with 64DCTCA, among which 50 were excluded for poor quality, and 79 misdiagnosis were found in the rest, including 28 false positive, 14 false negative, 11 over-diagnosis and 27 under-diagnosis. Further statistical analysis using χ^2 test showed obvious differences of misdiagnosis among different subbranches of coronary arteries as well as main branches (LAD, LCX and RCA) and subbranches, but no obvious differences existed among major branches. **Conclusion** Perfect preparation before examination can increase imaging quality of 64DCTCA; proper post-processing of image is helpful to avoid misdiagnosis.

KEY WORDS Coronary artery disease; 64-detector computed tomography coronary angiography; Conventional coronary angiography; Misdiagnosis

64 排螺旋 CT 冠状动脉成像误诊分析

孟 冷*, 张兆琪, 吕 飏, 于 薇, 晏子旭
(首都医科大学附属北京安贞医院医学影像科, 北京 100029)

【摘要】目的 对照 X 线冠状动脉造影分析 64 排螺旋 CT 冠状动脉成像误诊原因。**方法** 搜集 140 例患者 64 排螺旋 CT 冠状动脉成像(64DCTCA)完整资料, 以其近期实施的 X 线冠状动脉造影(CAG)结果为金标准对比, 对于两种检查结果中不同的部分进行分析。**结果** 本组 64DCTCA 显示 1343 支冠状动脉, 不同部位的Ⅲ级血管冠状动脉成像质量无显著差异(χ^2 检验, $P > 0.05$)。在 I、II 级血管中, 79 支两项检查结果不一致, 其中 64DCTCA 假阳性 28 支, 假阴性 14 支, 10 支病变程度评估过重, 27 支评估过轻。各组血管间总体存在显著差异(χ^2 检验, $P < 0.01$); 对冠状动脉主干与分支的误诊率之间存在显著差异(χ^2 检验, $P < 0.01$), 而冠状动脉主干 LAD, LCX 和 RCA 病变显示无显著差异(χ^2 检验, $P > 0.05$)。**结论** 完善的检查前准备是保障 64DCTCA 重组优质冠状动脉图像的前提, 良好的图像后处理有助于避免误诊。

【关键词】 冠心病; 64 排螺旋 CT 冠状动脉成像; 选择性 X 线冠状动脉造影

【中图分类号】 R816.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1672-8475(2008)03-0187-06

近年来, 随着多排探测器的螺旋 CT 的迅速发展, 64 排螺旋 CT 冠状动脉成像已经成为冠心病筛查的最重要的影像学检查手段^[1-2], 其中冠状动脉的成像质量和影像科医生的诊断经验是影响诊断准确性的关键因

素。笔者对比分析 140 例临床怀疑或确诊冠心病患者的 64 排螺旋 CT 冠状动脉造影(64-detector computed tomography coronary angiography, 64DCTCA)与近期进行的冠状动脉造影(coronary angiography, CAG)检查结果, 旨在分析造成 64DCTCA 误诊的原因。

1 资料与方法

一般资料: 选择临床怀疑冠心病患者(男 79 例, 女 61 例; 平均年龄 63 岁), 排除下列禁忌症者: 碘剂过敏, 甲状腺功能异常, 肾功能不全(肌酐 > 15

【作者简介】 孟冷(1972-), 男, 内蒙古人, 硕士, 主治医师。

【通讯作者】 孟冷, 首都医科大学附属北京安贞医院医学影像科, 100029。E-mail: meng0471@yahoo.com.cn

【收稿日期】 2008-03-20 **【修回日期】** 2008-04-15

mg/dL)^[3],慢性心律不齐,单次屏气不能持续 15 s,药物控制心率仍高于 70 次/min^[4]。所有病例 64DCTCA 和 CAG 检查间隔时间为 1~28 天。

扫描方法:采用 Toshiba Aquilion 64 螺旋 CT 机,部分心率较快的病例口服倍他乐克(beta-blocked) 50~100 mg,控制心率≤70 次/min。扫描参数根据患者体重:120~140 kV,350~450 mA;准直 64×0.5 mm;螺距 0.2;X 线管旋转速度 400 ms/圈;矩阵 512×512,视野(FOV)180 mm×180 mm。双筒高压注射器经肘静脉注入非离子型对比剂 65 ml(碘海醇 370 mg I/ml),和 40 ml 生理盐水,流率 4.0 ml/s。同时监测升主动脉根部区域 CT 值,当 CT 峰值达到 150 HU 后,开始容积扫描,同步记录心电信号。

图像处理:应用多扇区重建、回顾性心电门控技术和真实圆锥线束算法,层厚 0.5 mm,层间隔 0.4 mm 重组各支冠状动脉显示最佳的心动周期时相数据^[5],多为心室舒张中末期(即 R-R 间期 75%~85%)^[6]。分别进行三维容积再现(volume rendering, VR);冠状动脉探针;曲面重组(curved planar reformation, CPR)和最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)显示,获得最终诊断图像。

冠状动脉评估方法:评估目标包括左冠状动脉主干(left main coronary artery, LM);左前降支(left anterior descending coronary artery, LAD);左回旋支(left cir-

cumflex artery, LCX);第一、二对角支(D1~2);第一、二钝缘支(OM1~2);右冠状动脉(right coronary artery, RCA);后降支(posterior descending artery, PDA)和左室后支(posterolateral, PL)。其中对角支和钝缘支选择管径相对粗大的 1~2 支,如未显示,则不纳入分析范围中。

64DCTCA 冠状动脉图像质量分级:I 级,血管显示好,轮廓清晰,边缘锐利;II 级,血管显示模糊,与周围组织界限欠清晰;III 级,血管出现梯状伪影,管腔中断不连续^[7]。

诊断标准基本参照传统选择性冠状动脉:狭窄程度=(狭窄部分近心端正常血管直径-狭窄部血管直径)/狭窄部分近心端正常血管直径×100%^[7]。轻度狭窄(<50%),中度狭窄(51%~75%),重度狭窄(76%~99%),为完全闭塞(99%以上)^[8]。由 2 名有经验的放射科医生在不知道 CAG 结果的情况下分别分析,并对结果达成一致意见。

选择性 CAG:常规穿刺股动脉或桡动脉,将导管送至升主动脉根部,分别显示左右冠状动脉及其主要分支,结果由 2 名有经验但不知道 64DCTCA 结果的医师进行分析。

统计学分析:所有数据应用 SPSS 13.0 软件分析,采用 χ^2 检验,比较 64DCTCA 对于不同部位的目标冠

表 1 64DCTCA 冠状动脉显示情况

原因	LM	LAD	LCX	RCA	D1~2	OM1~2	PDA	PL	合计
可评估冠脉	137	134	133	132	244	245	134	134	1293
被排除冠脉	3	6	7	8	8	8	4	6	50
合计	140	140	140	140	252	253	138	140	1343

对以上 8 组冠状动脉出现 III 级血管的情况进行 χ^2 检验, $\chi^2=0.172<\chi^2_{0.05(7)}$, $P>0.05$,说明在本组病例中,不同部位的冠状动脉在 64DCT 冠状动脉成像时的图像质量无显著差异

表 2 各支冠状动脉病变误诊原因及比例(支、百分比)

原因		LM	LAD	LCX	RCA	D1-2	OM1-2	PDA	PL
假阳性	心率快	0	0	2(1.5%)	2(1.5%)	0	0	0	0
	心率不齐	0	1(0.7%)	2(1.5%)	2(1.5%)	0	0	0	0
	三维成像	0	0	0	0	7(2.8%)	4(1.6%)	5(3.6%)	0
	不明原因	0	0	1(0.7%)	2(1.5%)	0	0	0	0
评估过重	钙化	0	3(2.2%)	2(1.5%)	5(3.7%)	0	0	0	0
假阴性	壁冠状动脉	0	6(4.4%)	0	0	0	0	0	0
	细小血管	0	0	0	0	0	3(1.2%)	3(2.2%)	2(1.4%)
评估过轻	闭塞病变	0	8(5.9%)	5(3.7%)	7(5.3%)	0	0	0	0
	对比剂问题	1(0.7%)	0	0	1(0.7%)	0	0	0	0
	人为差异	0	0	0	0	1(0.4%)	1(0.4%)	2(1.4%)	1(0.7%)

状动脉在成像质量和诊断方面差异情况,并对误诊的原因进行分析并提出解决方法。

2 结果

对于本组病例所显示的冠状动脉根据不同部位进行分组(LM、LAD、LCX、D1~2、OM1~2、RCA、PDA 和 PL),在显示的 1343 支血管中,Ⅰ级血管分别为 1107

支(占 82.4%),Ⅱ级 186 支(占 13.8%);Ⅲ级的血管有 50 支(3.7%,表 1)。

在可评估的血管中,64DCTCA 共诊断 499 支存在病变,有 420 支血管病变 64DCTCA 与 CAG 结果完全一致(包括病变程度),79 支血管两种检查结果不一致,包括假阳性 28 支,假阴性 14 支,10 支在狭窄程度

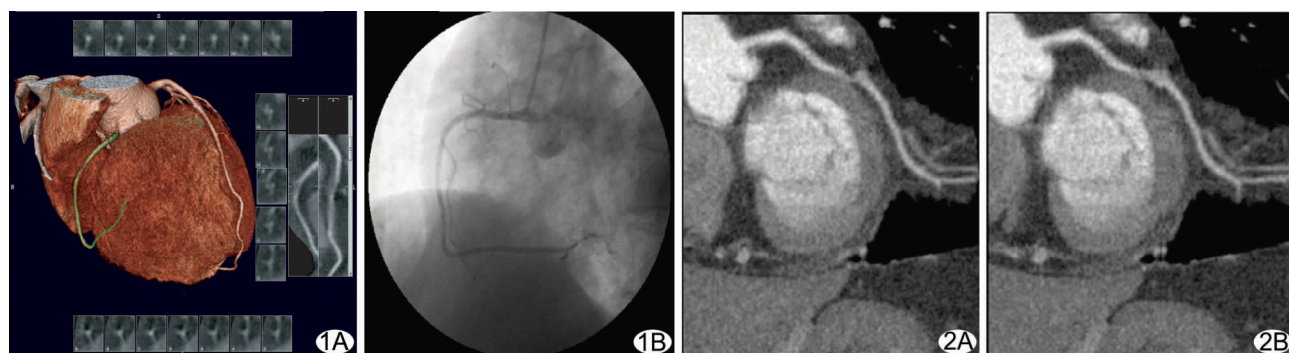


图 1 A. 64DCTCA 三维重组显示 RCA 中段节段性管壁不规则,管腔内低密度,考虑管腔狭窄程度大于 50%; B. 在 CAG 显示该病变不存在,仅显示管壁轻微不规则 图 2 A. 由于心律不齐,64DCTCA 三维重组显示 LCX 中段管腔错层; B. 通过软件剔除不规则心动周期的数据后,图像质量有所改善

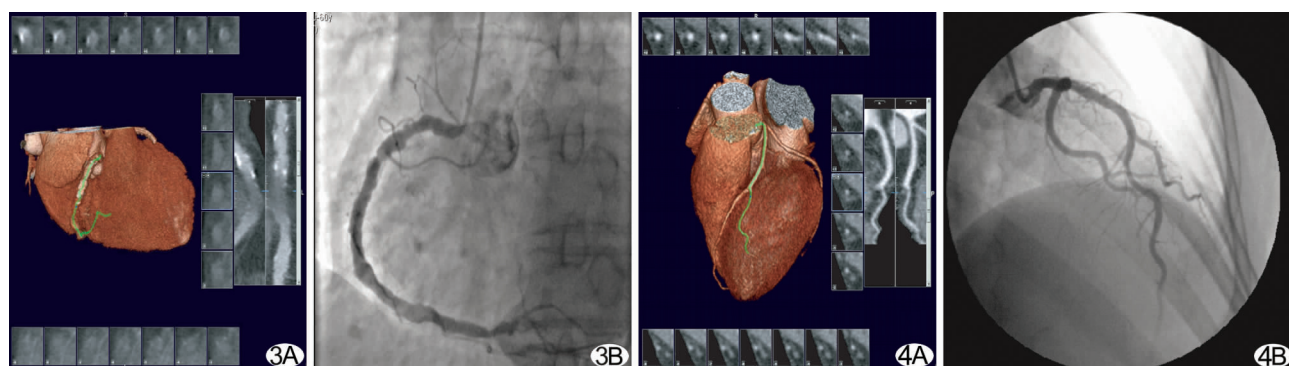


图 3 A. 64DCTCA 三维重组显示 RCA 中段节段性管壁钙化和不规则,管腔内出现低密度,考虑重度狭窄; B. 在 CAG 显示该病变不存在,仅显示管壁不规则 图 4 A. 64DCTCA 显示对角支近段开口处局限性中度狭窄不存在; B. CAG 显示对角支开口处管壁光滑,管腔无狭窄

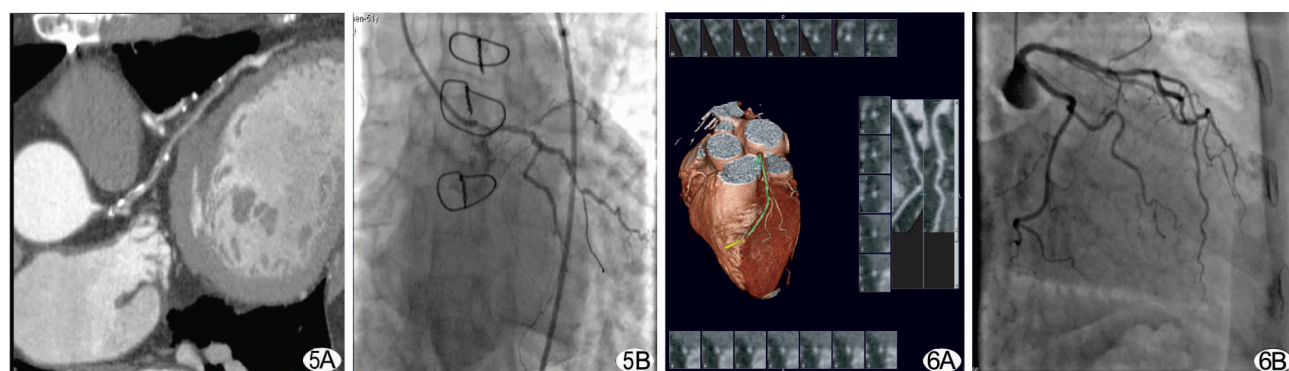


图 5 A. 64DCTCA 显示 LAD 近段管壁钙化,管腔重度狭窄,远段血流尚通畅; B. 在 CAG 显示该处管腔已经闭塞,远段血流为侧支供血

图 6 A. 64DCTCA VR 显示 LAD 远段管腔截段现象; B. 在 CAG 显示为心肌桥

上评估过重,27 支评估过轻,误诊原因及血管分布见表 2。

对 8 组冠状动脉 64DCTCA 成像的误诊情况采用 χ^2 检验进行比较, $\chi^2 = 20.446 > \chi_{0.01(7)}^2$, $P < 0.01$, 说明总体之间存在显著性差异。对 LAD、LCX 和 RCA 三组冠状动脉在 64DCTCA 成像时误诊率进行两两比较, 采用分割 χ^2 检验, 结果 χ^2 均小于 $\chi_{0.05(1)}^2$, $P > 0.05$, 说明在冠状动脉主干之间误诊率无显著差异。将 LM、LAD、LCX、RCA 冠状动脉主支合并, D、OM、PDA、PL 冠状动脉分支合并对误诊情况进行 χ^2 检验, $\chi^2 = 8.162 > \chi_{0.01(1)}^2$, $P < 0.01$, 说明在本组病例的 64DCT 冠状动脉成像中, 主支与分支的误诊率存在显著性差异。

3 讨论

本研究结果说明, 经过严格的检查前筛选、完善的前期准备和熟练的扫描, 不同部位的冠状动脉在 64DCT 成像时的图像质量之间无明显差异; 不同冠状动脉各主干的误诊率之间也无明显差异; 但冠状动脉主干和分支的误诊率之间存在显著差异(虽然分支病变的误诊数量较少, 但由于分支发病率明显低于主干, 所以误诊率相对明显提高)。

3.1 检查技术方面的原因

(1) 心率过快: 虽然检查前已经对心率进行有效的控制, 但仍有个别患者在扫描时心率骤然升高, 原因可能是由于紧张、过度摒气造成的 Valsalva 反应^[9]或由于对比剂的高渗透压等因素引起^[10], 造成 1.4% 的 RCA 和 LCX 近中段的假阳性征像(图 1)。以往的研究^[11]证明, 心率是影响 MSCT 冠状动脉成像的一个最重要因素, 随着心率加快, 心动周期缩短, 并以舒张期缩短为主, 则冠状动脉相对静止的时相缩短, 则需要采集的 R-R 间期增多, 时间延长, 重组冠状动脉图像质量下降, 影响正确诊断, 特别是 RCA 和 LCX 的近中段, 它们位于房室间沟, 该处在心脏运动时为反向搏动, 所以位移最明显, 最容易出现伪影, 这一点在多篇文献中已经提出^[12]。

(2) 心律不齐: 本组病例中, 由于心律不齐, 有 0.7% 的 LAD、1.4% 的 LCX 和 1.4% 的 RCA 产生假阳性, 多支冠状动脉由于出现错层而被排除, 原因是在 CT 扫描的若干个心动周期内出现心律不齐, 当进行回顾性心电门控和多扇区重建时, 不同心动周期的楔形数据进行重组, 由于持续时间的长短不一, 相对应的数据匹配时就会形成血管错层现象, 造成假阳性诊断, 虽然有时候可以通过软件剔除不规则心动周期的数据, 可以改善重组图像质量, 但仍不能达到 I 级血管图像

的标准, 有可能导致误诊(图 2)。

(3) 屏气不良: 2 例患者虽然在检查前进行了很好的呼吸训练, 但在容积扫描时却未能有效摒气, 由于胸腔内组织运动, 造成在整体原始图像模糊, 冠状动脉重组图像错层和梯状伪影, 失去诊断价值。

(4) 对比剂浓度: 1 例患者 LM 和 RCA 病变在 64DCT 上的显示较 CAG 轻, 分析原因可能是由于冠状动脉内对比剂浓度过高, 过高的 CT 值一方面使对比剂与纤维斑块难以区分, 另一方面由于部分容积效应而掩盖较小的脂质斑块^[13-14], 从而造成误诊, 同时由于对斑块的性质辨认不清, 影响临床治疗。

(5) 其他因素: 部分误诊病例在扫描时心率、摒气均符合要求, 无心律不齐。结合文献和成像原理分析, 可能是在图像重组时, 旋转速度所需时间和心率完全一致, 造成球管在每个心动周期中处于完全相同的角度, 造成扇区重叠, 扇区重建出现问题, 图像质量下降。

3.2 图像后处理及诊断经验因素

(1) 钙化: 有研究^[15]表明, 冠状动脉钙化情况与狭窄程度关系密切, 但两者并非正比关系, 特别是在 MDCT 冠状动脉成像时。Kuettner 等^[16]提出冠状动脉严重钙化是降低图像质量并影响正确诊断的一个主要原因; Becker 等^[17]认为大量条状钙化经常提示无显著狭窄的存在, 因为广泛钙化就如同 1 个冠状动脉支架, 可以使病变趋于稳定。本组病例中钙化是造成病变程度评估过重的最主要因素(2.1% 的 LAD、1.4% 的 LCX 和 3.5% RCA), 笔者认为在 64 DCTCA 时, 钙化可以产生较强的伪影, 由于存在部分容积效应, 造成狭窄程度普遍比实际情况重。同时, 在应用 CPR 和冠状动脉探针技术时, 由于钙化的影响, 软件不能自动识别管腔中心, 而是沿着 CT 值最高的部分(有时候为管壁的钙化)自动形成, 进一步提高了假阳性的发生率(图 3)。当伴有比较明显管壁钙化、特别是弥漫性钙化时, 综合应用多种三维成像手段, 钙化部分的 CPR 标记点人工选择, 同时选择恰当的窗宽和窗位是减少误诊的有效手段。

(2) 三维重组不良: 在应用冠状动脉探针技术和 CPR 显示冠状动脉时, 软件自动沿管腔成像, 当遇到血管走行方向变化时, 特别是分支开口处, 由于与主干角度较大, 多会形成“偏心性狭窄”。这种情况多见于对角支和 PDA 开口(图 4), 原因是软件自动走行最近路径, 所以在夹角处走行于管腔外侧边缘, 而不是中央, 造成管腔狭窄的假象。需要对该部位标记点进行人为手工调整, 并结合多角度的 VR 和 MIP 图像可以

有效避免此类假阳性情况出现。

(3) 诊断医师对闭塞病变认识不足: 本组 5.6% 的 LAD、3.5% 的 LCX、4.9% 的 RCA 闭塞被诊断为重度狭窄, 这些病变在 64DCTCA 显示节段性低密度粥样斑块, 狭窄部分管腔十分纤细, 几乎没有对比剂通过, 但病变远端血管及分支显示清晰, 故诊断为重度狭窄或次全闭塞, 但在随后的 CAG 中显示出该段血管已经完全闭塞, 病变远端及分支是由于侧支供血显影(图 5)。评估过轻的原因是 64 DCT 的时间分辨率虽然已经大大提高, 但是仍然不能像 CAG 那样动态观察冠状动脉血流和侧支供血形成情况。要避免这种情况, 首先结合患者病史, 其次必须仔细观察狭窄部位远段的血管显示特征, 当远端血管显示较好、但并非自近至远逐渐变细时, 也应该考虑闭塞的可能; 同时还要结合周围其他冠状动脉的显示情况进行综合分析。

(4) 心肌桥: 本组病例部分心肌桥病例误诊, 有两种情况: 一是由于 64 DCT 的时间分辨率所限, 还不能像 CAG 一样完全动态观察冠状动脉, 通常采集的舒张期末期时相的数据, 三维重组图像并未显示薄层心肌桥对冠状动脉造成狭窄, 造成漏诊; 另一种情况见于远段冠状动脉整体进入心肌内, VR 显示为冠状动脉截断现象, 易误诊为闭塞(图 6)。调整适当的窗宽和窗位后可以在 VR 图像上显示覆盖血管的薄层心肌; 在三个方向重组 CPR 图像, 必然有一个方向的 CPR 显示, 心肌紧贴血管的两侧; 旋转冠状动脉探针图像, 也可显示血管两侧紧贴的血管, 明确心肌桥的存在。

3.3 设备局限性 对于部分细小血管病变的显示, 64 排 CT 的时间和空间分辨率仍存在局限性, 不能很好地显示管腔内部和管壁情况, 产生细小血管病变的假阴性结果。

经过近年的研究和临床应用, 64 排螺旋 CT 冠状动脉成像由于其突出的优点(优秀的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值, 无创伤性以及相对低廉的检查费用)已经成为冠心病最重要的影像学筛查手段之一, 然而诊断受较多因素影响是其未来发展所面临的问题。在不断提高设备的时间和空间分辨率的同时, 合理的检查准备和流程是重组优质冠状动脉图像的前提, 同时, 不断提高医生图像后处理和诊断水平是避免误诊的必要因素。

[参考文献]

- [1] Wang XM, Wu LB, Li ZJ, et al. Coronary arteries angiography by 64-slice computed tomography. The Chinese Journal of Radiology, 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.
- [2] Zhang M, Li SL, Guo ZP, et al. The technology of coronary arteries angiography by 64-slice computed tomography. Chinese Journal of Medical Imaging Technology, 2005, 21(12): 1948-1950.
张敏, 李石玲, 郭智萍, 等. 64 层螺旋 CT 在冠状动脉血管成像技术. 中国医学影像技术, 2005, 21(12): 1948-1950.
- [3] Mariko MD, Jean-Francois MD, Masato RT, et al. Diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography for detecting angiographically significant coronary artery stenosis in an unselected consecutive patient population—comparison with conventional invasive angiography. Circulation Journal, 2006, 70(5): 564-571.
- [4] Gerber TC, Kuzo RS, Lane GE, et al. Image quality in a standardized algorithm for minimally invasive coronary angiography with multislice spiral computed tomography. Journal of Computer Assisted tomography, 2003, 27(1): 62.
- [5] Meng L, Zhang ZQ, Lv B, et al. The value of diagnosis of coronary artery disease by 64-detector computed tomography. The Chinese Journal of Radiology, 2006, 40(8): 792-796.
孟冷, 张兆琪, 吕飙, 等. 64 排螺旋 CT 在冠状动脉疾病诊断中的价值. 中华放射学杂志, 2006, 40(8): 792-796.
- [6] Mao DB, Hua YQ, Wang MP, et al. Heart rate and phase of reconstruction builds the influence to the image quantity of the multislice computed tomography for detecting coronary arteries angiography. Chinese Journal of Radiology, 2005, 38(5): 521-524.
毛定飏, 滑炎卿, 王鸣鹏, 等. 心率及重建相位窗对多层螺旋 CT 冠状动脉造影图像质量的影响. 中华放射学杂志, 2005, 38(5): 521-524.
- [7] Wang YN, Jin ZY, Kong LY, et al. Primary research of 64-slice computed tomography coronary angiography. Chinese Journal of Radiology, 2006, 40(8): 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(8): 797-801.
- [8] Austen W, Edward J, Frye R, et al. A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease: report of the AdHoc committee for Grading of Coronary Artery disease, Council on Cardiovascular surgery, American Heart Association. Circulation, 1975, 51(1): 5-50.
- [9] Becker CR. Techniques and protocols for acquisition and display of contrast-enhanced CT angiography. CT of heart, principles and applications. New Jersey: Humana Press, 2007: 229-235.
- [10] Steinberg EP, Moore RD, Powe NR, et al. Safety and cost effectiveness of high-osmolality contrast material in patients undergoing cardiac angiography. N Engl J Med, 1992; 80(6): 727-732.

- [11] Choi HS, Choi BW, Choe KO, et al. Pitfalls, artifacts, and remedies in multidetector row CT coronary angiography. *Radiographics*, 2004, 24(6): 787-800.
- [12] Lei ZQ, Han P, Kong XQ, et al. The factor to influence image quality and scanning technique of slice computed tomography coronary angiography. *Journal of Clinical Radiology*, 2005, 24(1): 77-80.
雷子乔, 韩萍, 孔祥泉, 等. 多层螺旋 CT 冠状动脉造影扫描技术及图像质量的影响因素, *临床放射学杂志*, 2005, 24(1): 77-80.
- [13] Achenbach S, Moselewski F, Repers D, et al. Detection of calcified and noncalcified coronary atherosclerotic plaque by contrast-enhanced, submillimeter multi-detector spiral computed tomography: a segment-based comparison with intravascular ultrasound. *circulation*, 2004, 109(1): 14-17.
- [14] Shi H, Aschoff AJ, Brambs HJ, et al. Multislice CT imaging of anomalous coronary arteries. *Eur radiol*, 2004, 14(4): 2172-2181.
- [15] Chen Y, Han P, Liang B, et al. The multislice computed tomography coronary angiography: The influence to the image quantity of phase reconstruction and heart rate. *Chinese Journal of Medical Imaging Technology*, 2005, 21(3): 425-429.
陈艳, 韩萍, 梁波, 等. 多层螺旋 CT 冠状动脉造影: 重建时相及心率对图像质量的影响, *中国医学影像技术*, 2005, 21(3): 425-429
- [16] Kuettner A, Kopp AF, Schroeder S, et al. Diagnostic accuracy of multidetector computed tomography coronary angiography in patients with angiographically proven coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol*, 2004, 43(6): 831-839.
- [17] Becker CR, Ohnesorge BM, Schoepf UJ, et al. Current development of cardiac imaging with multidetector-row CT. *Eur Jr -adiol*, 2000, 36(2): 97-103.
- [18] Schroederas, Kuettnerb A, Becka T, et al. Usefulness of noninvasive msCT coronary angiography as first-line imaging technique in patients with chest pain: initial clinical experience B. *International Journal of Cardiology*, 2005, 102(3): 425-429