

· 胸部影像学 ·

重组相位窗对 16 层螺旋 CT 冠状动脉成像图像质量的影响

许尚文, 成官迅, 陈自谦, 张雪林, 曾建华, 李天然, 钱根年

【摘要】 目的:探讨不同重组相位窗对 16 层螺旋 CT 冠状动脉成像质量的影响。方法:对 28 例健康体检者采用回顾性心电门控的 16 层螺旋 CT 冠状动脉成像,将其扫描原始数据分别按 45%、55%、65%、70%、75%、85% R-R 间期的不同相位的横断面进行重组。**结果:**左主干在 6 个 R-R 时相均显示良好;左前降支在 70% R-R 时相的重组图像质量最佳;左回旋支及右冠状动脉在 75% R-R 时相的重组图像质量最佳,整体图像在 75% R-R 时相的重组图像质量最佳。**结论:**重组相位窗对多层螺旋 CT 冠状动脉成像图像质量有重要影响作用。

【关键词】 冠状血管造影术; 体层摄影术, X 线计算机

【中图分类号】 R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2006)03-0250-05

Coronary Angiography with 16 Detector-row Spiral CT: Influence of Reconstruction Windows on Image Quality XU Shang-wen, CHENG Guan-xun, CHEN Zi-qian, et al. Department of Radiology, Fuzhou General Hospital, Fuzhou 350025, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the influence of different reconstruction windows on image quality of 16 detector-row multi-sliced spiral CT coronary angiography (MSCTA). **Methods:** 28 healthy volunteers had been scanned with ECG-gated MSCTA and the angiograms were studied retrospectively. Tomographic source images were individually reconstructed at the starting points of 45%, 55%, 65%, 70%, 75%, 85% of R-R intervals after the relative previous R waves. **Results:** The left main coronary artery was well visualized in all 6 R-R phases. The left anterior descending artery was clearly visualized at 70% of R-R phases, while conspicuous demonstration of the right coronary artery and the left circumflex artery were seen at 75% of R-R phases. MSCTA images acquired by volume rendering at 75% R-R phases showed optimal quality. **Conclusion:** Image quality of MSCTA was highly dependent on heart rates and reconstruction windows.

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

由于心脏的搏动,冠状动脉的纤细,使得冠状动脉的显示成为以往 CT 扫描的相对难点。目前利用多层螺旋 CT 的优势,应用新的软件,结合回顾性心电门控技术,可大大提高时间及空间分辨力,能很好地用于心脏及冠状动脉的成像。本文旨在探讨不同 R-R 时相对 MSCTA 图像质量的影响。

材料与方 法

1. 临床资料

搜集 2003 年 12 月~2005 年 2 月 28 例无明显心脏疾患的健康志愿者或体检者的 MSCTA 资料,其中男 19 例,女 9 例,年龄 22~51 岁,平均 38.1 岁。

2. 检查方法

设备及扫描参数:采用 GE 公司 Discovery Ultra 16 层螺旋 CT。选择 0.5 S 的螺旋扫描方式,层厚 1.25 mm,重组间隔 0.6 mm,螺距 0.275:1,视野为

250 mm,矩阵 512×512,管电压为 140 kV,管电流为 180 mA,使用 3.5 寸软盘记录患者 CT 扫描进程中的心电图数据,采用回顾性心电门控技术和分段数据采集方式。

扫描体位及扫描范围:采用仰卧位,一般在 CT 的 Z 轴扫描范围自气管隆突下 1 cm 至心脏的膈面以下约 2 cm,共约 10~12 cm。

以对对比剂到达冠状动脉水平的降主动脉腔内峰值时间为准^[1],确定最佳扫描延迟时间及心率控制。小剂量试验的方法如下:使用高压注射器,经静脉以 3.5 ml/s 的流率注射浓度为 300 mg I/ml 的优维显 15 ml,延迟 6 s 后在降主动脉中段主肺动脉水平层面进行 15 次 CT 扫描,采用 Axial Full 0.8 s,扫描时间间隔为 1.2 s,层厚为 1 cm,然后在降主动脉内选择 1 个兴趣区并测量其时间-密度曲线,把对比剂注射开始至降主动脉增强峰值的时间作为冠状动脉 CT 扫描的延迟时间。然后按确定扫描范围行增强扫描,以同样流率注射优维显 80~140 ml,屏气状态下完成整个扫描。对心率≥80 次/分者,一般在检查前应用小剂量

作者单位:350025 福州,福州总院医学影像中心(许尚文、陈自谦、李天然、钱根年);510515 广州,南方医科大学南方医院医学影像中心(成官迅、张雪林、曾建华)

作者简介:许尚文(1973-),男,福建永定县人,硕士,主治医师,主要从事 CT 和 MRI 影像诊断工作。

的 β 受体阻滞剂。

3. 图像后处理

对28例健康体检者的扫描原始数据分别按45%、55%、65%、70%、75%、85% R-R间期的不同相位的横断面进行重组;分别对上述横断面图像进行容积再现(volume rendering, VR)、多平面重组(multiplanar reformation, MPR)、最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)及仿真内镜(virtual endoscopy, VE)和曲面重组(curve planar reformation, CPR)分别重组出冠状动脉主干及其主要分支的三维图像。

4. 图像评价方法

采用双盲法对每一例的MSCTA资料分别进行图像质量评价。评价方法:观察每一例MSCTA资料的左主干(left main coronary artery, LM)、左前降支(left anterior descending artery, LAD)、左回旋支(left circumflex artery, LCX)及右冠状动脉(right coronary artery, RCA)的显示情况。参考Hong等^[2]的5个等级评分方法对图像进行评价:5分为无运动伪影(血管显示清晰);4分为轻度伪影(仅主干的某1节段有轻度模糊);3分为中度伪影(某1支冠状动脉主干的1/2以上模糊);2分为重度伪影(血管全程出现模糊和双边征或有血管中断);1分为无法诊断(血管结构分辨不清)。5分及4分者可用于诊断,3分及3分以下者无诊断价值。根据积分,分别分析LM、LAD、LCX及RCA重组的最佳R-R时相及心率对图像质量的影响。

5. 统计学方法

由统计软件SPSS11.0系统完成。统计方法运用多个独立样本(有序等级资料)非参数检验,检测比较6个R-R时相重组图像的质量差异;2个R-R时相间差异的检测采用两独立样本非参数检验;以 $P < 0.05$ 作为有统计学意义。

结果

28例健康体检者的各支冠状动脉在不同R-R%时相的图像质量评分结果见表1。

表1 各支冠状动脉在不同R-R%时相的图像质量评分结果

冠脉 分支	45%时相					55%时相					65%时相					70%时相					75%时相					85%时相				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
LM	25	2	1	0	0	26	2	0	0	0	27	1	0	0	0	28	0	0	0	0	28	0	0	0	0	25	2	1	0	0
LAD	4	7	10	5	2	13	8	5	2	0	19	7	1	1	0	20	7	1	0	0	19	8	1	0	0	7	8	10	3	0
LCX	0	3	7	11	7	2	6	12	6	2	5	8	11	3	1	7	12	6	3	0	12	9	5	2	0	0	2	7	11	8
RCA	0	1	6	13	8	0	5	11	7	5	4	8	6	7	3	8	10	8	2	0	10	10	5	3	0	0	1	5	10	12

多个独立样本非参数检验6个R-R%时相显示所有冠状动脉整体结果差异有显著性意义($\chi^2 = 100.234, P = 0.000$);两独立样本非参数检验,75%R-R时相与55%、55%、65%和85%R-R时相的图像质量整体结果评分差异有显著性意义($P < 0.05$);而75%和70%R-R时相二者之间差异无显著性意义($\omega = 12236, P = 0.395$)。

28例健康体检者28支左主干在6个R-R时相均显示良好,绝大多数均评为5分。多个独立样本非参数检验显示28支左主干在上述6个R-R时相的图像质量差异无显著性意义($\chi^2 = 6.716, P = 0.243$)。

左前降支的图像质量评分,经多个独立样本非参数检验显示6个R-R时相的图像质量差异具有显著性意义($\chi^2 = 47.598, P = 0.000$);两独立样本非参数检验显示65%与70%、65%与75%R-R及70%与75%R-R时相的图像质量差异无显著性意义(分别为 $\omega = 780, P = 0.714$; $\omega = 793, P = 0.920$; $\omega = 784.5, P = 0.783$),并以70%和75%时相重组的图像质量为佳(图1),70%与75%R-R时相二者分别与45%、55%、与85%R-R时相的图像质量评分比较显示差异均有显著性意义(表2)。

左回旋支的图像质量评分,多个独立样本非参数检验显示6个R-R时相的图像质量差异有显著性意义($\chi^2 = 64.566, P = 0.000$);两独立样本非参数检验显示70%与75%R-R时相的图像质量差异无显著性意义($\omega = 728, P = 0.227$),并以70%和75%时相重组的图像质量为佳(图1),除了70%与65%R-R时相图像质量评分比较显示差异无统计学意义($\omega = 719, P = 0.176$),而70%分别与45%、55%及85%R-R时相的图像质量评分比较显示差异均有显著性意义;75%分别与45%、55%、65%及85%R-R时相的图像质量评分比较显示差异均有显著性意义(表2)。

右冠状动脉的图像质量评分,经多个独立样本非参数检验也显示6个R-R时相的图像质量差异具有显著性意义($\chi^2 = 77.023, P = 0.000$);并以70%和75%时相重组的图像质量为佳(图2),二者之间的图像质量差异无显著性意义($\omega = 767, P = 0.594$),而二

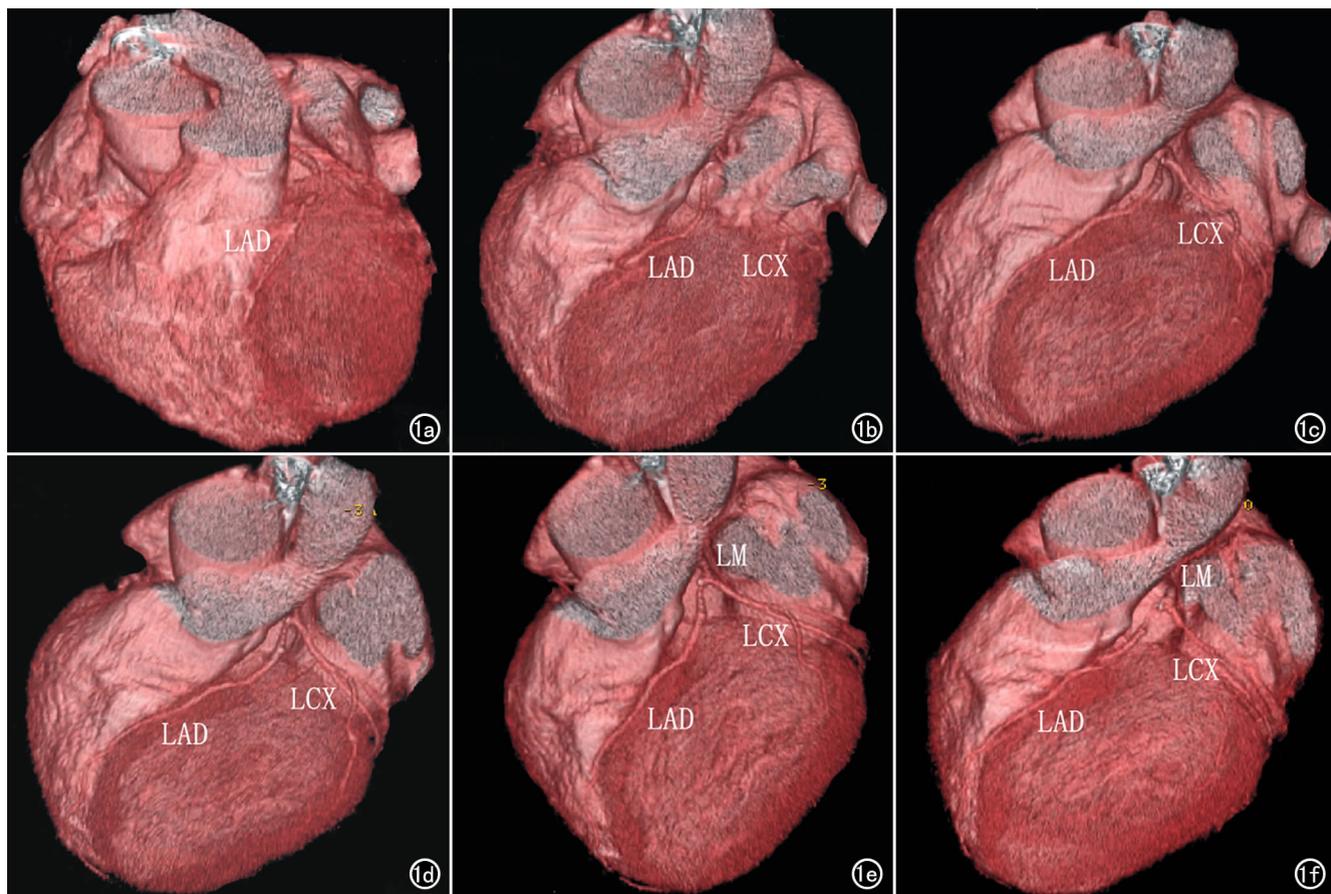


图1 男,71岁,不同R-R间期VR法重组的MSCTA图像。a) 45% R-R间期图像; b) 55% R-R间期图像; c) 65% R-R间期图像; d) 70% R-R间期图像; e) 75% R-R间期图像; f) 85% R-R间期图像。45%、55%及85% R-R间期图像上LAD、LCX显示欠清晰,出现不同程度阶梯状伪影;而65%、70%及75% R-R间期图像LAD、LCX显示清晰,血管连续性好。

者分别与45%、55%及85% R-R时相的图像质量评分比较显示差异均有显著性意义(表2)。

上述结果提示:整体图像在75% R-R时相的重组图像质量最佳;左主干在6个R-R时相均显示良好;

左前降支70%、75% R-R时相的重组图像质量佳,以70% R-R时相的重组图像质量最佳;左回旋支及右冠状动脉在70%、75% R-R时相的重组图像质量佳,以75% R-R时相的重组图像质量最佳(图1、2)。

表2 不同R-R%时相的图像质量检验结果

时相	VR 图像		LAD		LCX		RCA	
	χ^2	P	ω	P	ω	P	ω	P
45% R-R~55% R-R	11112	0.002	619	0.002	635	0.005	667	0.025
45% R-R~65% R-R	10249	0.000	536	0.000	560.5	0.000	600	0.001
45% R-R~70% R-R	9483.5	0.000	514.5	0.000	509.5	0.000	470	0.000
45% R-R~75% R-R	9283.5	0.000	520	0.000	483	0.000	471.5	0.000
45% R-R~85% R-R	12497.5	0.828	710.5	0.136	775	0.692	746.5	0.368
55% R-R~65% R-R	11566	0.025	699	0.069	701	0.095	702	0.105
55% R-R~70% R-R	10740	0.000	678.5	0.026	626	0.003	554	0.000
55% R-R~75% R-R	10456	0.000	689	0.044	579	0.000	542	0.000
55% R-R~85% R-R	11288	0.005	692.5	0.07	613	0.002	634	0.005
65% R-R~70% R-R	11836	0.085	780	0.714	719	0.176	665	0.024
65% R-R~75% R-R	11515	0.013	793	0.920	660.5	0.019	645.5	0.010
65% R-R~85% R-R	10437	0.000	596	0.000	542.0	0.000	574	0.000
70% R-R~75% R-R	12236	0.395	784	0.783	728	0.227	767	0.594
70% R-R~85% R-R	9700	0.000	573	0.000	494.5	0.000	461	0.000
75% R-R~85% R-R	9493	0.000	580	0.000	471.5	0.000	461.5	0.000

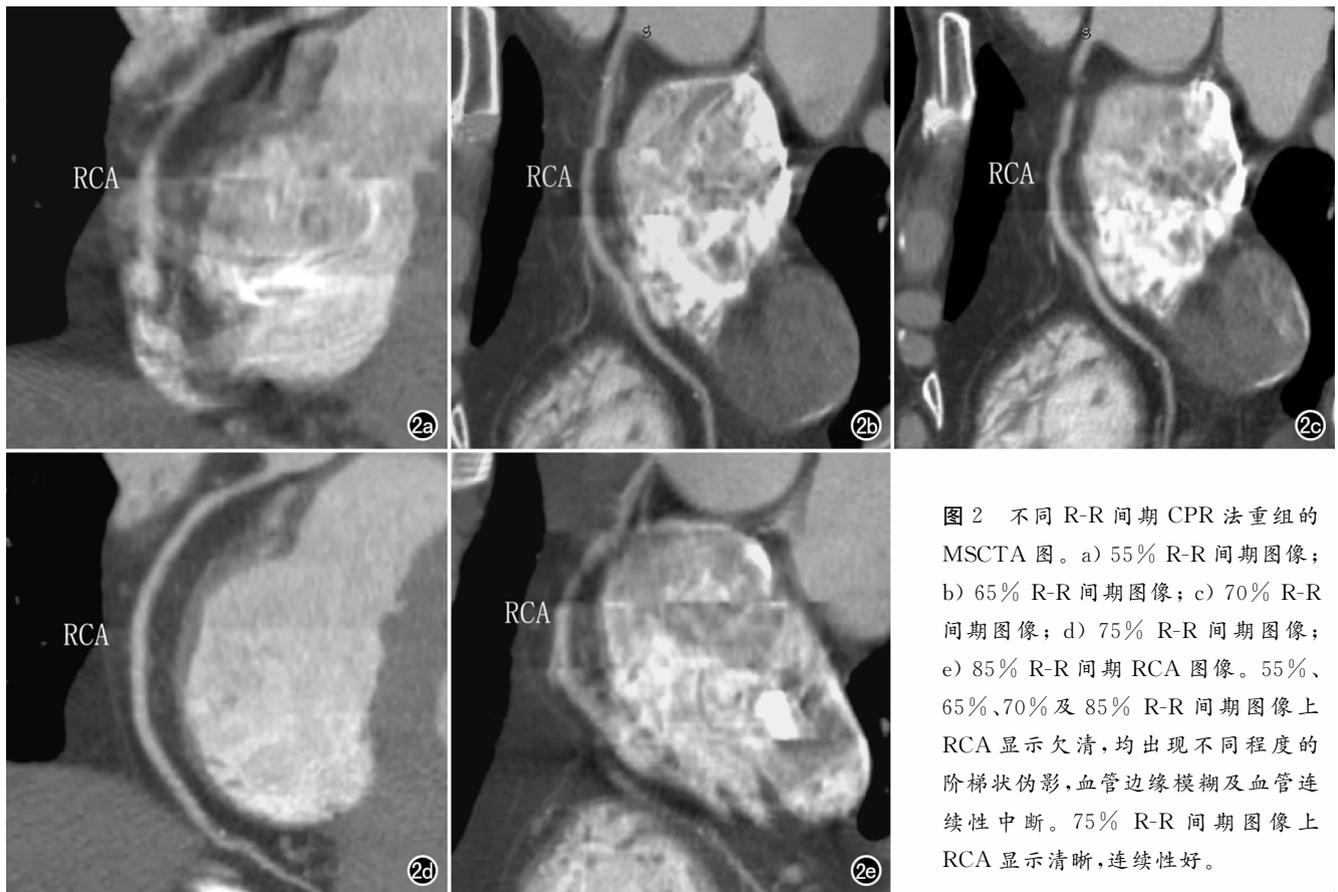


图2 不同R-R间期CPR法重组的MSCTA图。a) 55% R-R间期图像; b) 65% R-R间期图像; c) 70% R-R间期图像; d) 75% R-R间期图像; e) 85% R-R间期RCA图像。55%、65%、70%及85% R-R间期图像上RCA显示欠清,均出现不同程度的阶梯状伪影,血管边缘模糊及血管连续性中断。75% R-R间期图像上RCA显示清晰,连续性好。

讨论

临床上选择性冠状动脉成像(selective coronary angiography, SCA)一直被认为是金标准,但它是一种具有发生潜在严重并发症(如心律不齐、心肌梗死、冠状动脉离断或死亡等)危险的有创性检查,而且费用也较高,仅在有较为严重的临床指征时才被应用^[3];近年来,冠状动脉的无创性检查成为影像学界的研究热点之一。多层螺旋CT因扫描速度快、损伤小、时间及空间分辨力高、检查方便且费用较低等特点而在临床上得以推广、应用,为冠状动脉的无创检查提供了新的简便方法。

尽管16层螺旋CT的扫描速度、时间及空间分辨力较MSCT有了很大的提高,但与SCA相比,时间及空间分辨力相对来说还偏低,因此要获得具有诊断意义的MSCTA图像,要对MSCTA技术进行严格的质量控制。确定最佳扫描延迟时间、适当的扫描参数、对比剂用量及推注方式、重组R-R间期相位窗的选择、心率控制及图像后处理等均为MSCTA技术的质控要点,本文主要阐述不同R-R重组相区对MSCTA图像质量的影响。

从本组资料来看,16层螺旋冠状动脉成像可显示

冠状动脉1-3级分支,甚至部分4级分支。显示最好的是LM,其次是LAD,而对LCX和RCA显示相对稍差,各支冠状动脉的均分分别为5分、4.82、4.17和3.96分(表1,75%R-R时相)。Achenbach等^[4]研究认为RCA最易受到心脏搏动的影响。

由于MSCTA取得数据是连续的,图像可在心动周期的任意时相重组,心脏在0%~30%和87.5%~0.0%R-R时相分别处于心室和心房收缩期,不适于冠状动脉重组,因此选取合适最佳时相进行重组,减轻心脏运动伪影,对保证图像质量是很重要的。对28例健康体检者多个相位重组结果显示重组图像质量最佳的心电相位窗集中在70%~75%,主要是由于处于心脏舒张中、晚期内,心脏运动伪影相对较少。

本组资料显示:左主干在6个R-R时相均显示良好,图像质量差异无显著性意义,主要由于左主干较短、较粗,受心脏运动影响较小。左前降支70%、75%R-R时相的重组图像质量佳,以70%R-R时相的重组图像质量最佳;左回旋支及右冠状动脉在70%、75%R-R时相的重组图像质量佳,以75%R-R时相的重组图像质量最佳,且这三支冠状动脉在70%、75%R-R时相图像质量差异无显著性意义($P>0.05$),这可能因为这两个时相正处于心脏舒张中晚期,此时心脏运

动幅度最小,对冠状动脉干扰也小。本研究结果与 Hong、邝平定等^[2,5]认为 RCA 在 50% R-R 时相显示最佳,LCX 在 60% R-R 时相显示最佳,LAD 在 50% 和 60% R-R 时相显示最佳的结果有一定的差异,但与王照谦等^[6]研究结果相似。

由于 LM 及 LAD 重组图像质量最佳的心电相位窗为 70%,75%,LCX 及 RCA 为 75%,VR 重组图像以 75% R-R 相位窗为最佳。因此笔者认为,只需重组出 75% R-R 时相的 VR、CPR、MIP 及 VE 图像即能满足临床的需要,这样则在同一时相容积重组的冠状动脉树中可以同时显示各支冠状动脉,有利于直观地评价各支冠状动脉,也可以减少图像的重组时间,有利于临床应用。但也可能因为不同患者的心脏大小、心轴方向、血管走行方向的不同、心率不同导致不同冠状动脉分支间图像最佳重组相位窗可能不完全一致^[7],若采用同一个重组相位窗有可能不能同时最佳显示冠状动脉各分支,因此,若 75% R-R 相位窗重组图像不能达到诊断要求时,可以重组不同的相位窗图像来选择最佳图像用于诊断。从本组资料研究结果来看,75% R-R 时相图像质量欠佳者,其最佳时相绝大部分位于 65%、70% 二个 R-R 时相。因此,若 75% R-R 相位窗重组图像不能达到诊断要求时,我们一般只须补建 65%、70% 二个时相图像即可。尽管重组多个相位窗图像很费时,且相位窗的选择与操作者的经验密切相关,但为了提高图像质量,达到诊断要求是必须的,也是值得的。

因此,图像重组相位窗的优选将提高冠状动脉图像后处理的工作效率,有助于获得优良的冠状动脉 CT 图像和提高冠状动脉病变诊断的准确性。将来,随着图像重组算法的改进和时间分辨力的提高,冠状动脉图像重组的最佳相位窗在心动周期内的位置也许会改变^[6]。

参考文献:

- [1] Van Hoe L, Marchal G, Baert AL, et al. Determination of Scan Delay Time in Spiral CT-Angiography: Utility of a Test Bolus Injection[J]. J Comput Assist Tomogr, 1995, 19(2): 216-220.
- [2] Hong C, Becker CR, Huber A, et al. ECG-gated Reconstructed Multi-Detector Row CT Coronary Angiography: Effect of Varying Trigger Delay on Image Quality[J]. Radiology, 2001, 220(3): 712-717.
- [3] Windecker S, Maier-Rudolph W, Bonzel T, et al. Interventional Cardiology in Europe 1995[J]. Eur Heart J, 1999, 20(7): 484-495.
- [4] Achenbach S, Giesler T, Ropers D, et al. Detection of Coronary Artery Stenoses by Contrast Enhanced, Retrospectively Electrocardiographically-gated, Multi-Slice Spiral Computed Tomography[J]. Circulation, 2001, 103(21): 2535-2538.
- [5] 邝平定, 张敏鸣, 朱建华, 等. 多层螺旋 CT 回顾性心电门控冠状动脉重组的最佳 R-R 时相及其临床应用[J]. 中华放射学杂志, 2004, 38(2): 178-183.
- [6] 王照谦, 杨志强, 朱皓, 等. 16 层 CT 冠状动脉成像双扇区图像重组算法与相位窗的优选[J]. 放射学实践, 2005, 20(3): 199-201.
- [7] 毛定彪, 滑炎卿, 王鸣鹏, 等. 心率及重组相位窗对多层螺旋 CT 冠状动脉成像图像质量的影响[J]. 中华放射学杂志, 2004, 38(5): 521-5243.

(收稿日期: 2005-08-02 修回日期: 2005-10-10)

下期要目

2005 年 RSNA 磁共振新技术简介
 狭颅症的影像学诊断
 颈部淋巴结结核 CT 表现与病理对照研究
 节细胞神经瘤的 CT 和 MR 诊断
 儿童和青春期垂体瘤的 MRI 诊断和鉴别
 基底节及丘脑肿瘤的影像学诊断
 真菌性上颌窦炎的 CT 诊断和鉴别诊断
 胃肠道间质瘤的影像学表现
 浆细胞性乳腺炎钼靶 X 线诊断(附 15 例分析)
 磁共振成像对输尿管病变的诊断价值
 肾血管平滑肌脂肪瘤的多层螺旋 CT 诊断

卵巢、输卵管肿块的 CT 和 MRI 诊断
 骨斑点症 2 例报告并文献复习
 胰腺癌周淋巴结转移分布特征的螺旋 CT 表现探讨
 螺旋 CT 多期扫描技术在胰腺癌诊断中的价值及
 临床意义
 手腕部位置及角度的变化对 TW₂ 和 CHN 骨龄
 测评法骨骺分期准确性的影响
 颈动脉粥样斑块: 多排螺旋 CT 血管造影表现及
 流行病学分布特征
 原发性甲状旁腺功能亢进症误诊临床与影像分析
 (附 8 例报道)