

• 冠状动脉影像专题 •

16 层 CT 冠状动脉成像双扇区图像重建算法与相位窗的优选

王照谦, 杨志强, 朱皓, 周旭臣, 郑晓群, 曲新凯, 方唯一, 刘晓峰

【摘要】 目的:评价双扇区图像重建算法的相位窗优选。**方法:**30 例患者行 16 层 CT 冠状动脉成像检查,采用回顾性心电门控、0.5s 螺旋扫描、双扇区重建算法,静脉注射对比剂。在 9 个相位窗(心动周期的 R 波后 40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%和 80%)上对冠状动脉进行 CT 图像重组。**结果:**在冠状动脉内径 $\geq 2\text{mm}$ 的 311 个节段中,209 个节段(占 67.2%)在 75%相位窗上显示最佳,64 节段(占 20.6%)在 70%相位窗上显示最佳,27 节段(占 8.7%)在 50%相位窗上显示最佳,5 节段(占 1.6%)在 80%相位窗上显示最佳,4 节段(占 1.3%)在 45%相位窗上显示最佳,2 节段(占 0.6%)在 55%相位窗上显示最佳。**结论:**采用双扇区重建算法,冠状动脉多数在心动周期的 R 波后 75%相位窗上显示最佳,其次为 70%和 50%相位窗。

【关键词】 冠状动脉; 体层摄影术, X 线计算机; 血管造影术

【中图分类号】 R814.42; R541.4 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2005)03-0199-03

Retrospectively ECG-Gated 16-Slice CT Coronary Angiography with Two-Sector Reconstruction Algorithm and Optimization of the Image Reconstruction Window WANG Zhao-qian, YANG Zhi-qiang, ZHU Hao, et al. Department of Cardiovascular Radiology, First Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Liaoning 116011, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate optimal window of image reconstruction within the RR interval for the coronary arteries. **Methods:** 30 patients were studied with 16-slice spiral CT (retrospectively ECG-gating; 0.5s rotation; two-sector reconstruction algorithm; intravenous contrast agent). Volume data set of the heart reconstructed at 40%~80% window of the cardiac cycle in increments of 5% were analyzed with maximum intensity projection and 2D curve reformatting mode on a 3D imaging workstation. **Results:** In the 311 coronary artery segments, 209 (67.2%) were best visualized at 75% image reconstruction window of the cardiac cycle, the optimal window of image reconstruction for the 64 (20.6%), 27 (8.7%), 5 (1.6%), 4 (1.3%) and 2 (0.6%) coronary artery segments was at 70%, 50%, 80%, 45% and 55%, respectively. **Conclusion:** The coronary arteries usually were best visualized at 75% image reconstruction window of the cardiac cycle if two-sector reconstruction algorithm was used.

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

16 层 CT 在实现高速($\leq 0.5\text{s}$)螺旋扫描的基础上,将回顾性心电门控技术与双扇区重建算法结合应用,提高了时间分辨力,可在心动周期内较窄的相位窗上进行冠状动脉 CT 图像重组^[1]。为了获得优良的冠状动脉 CT 图像,应将图像重组相位窗置于心动周期内冠状动脉运动最弱的时段。

本文对 30 例患者在心动周期内 9 个相位窗上重组的冠状动脉 CT 图像进行筛选,评价双扇区图像重建算法的相位窗优选。

材料与方法

16 层 CT 显示冠状动脉正常或没有临床意义狭窄的病例 30 例,男 17 例,女 13 例,年龄 43~64 岁,平均 46 岁。冠状动脉 CT 扫描时的心率为 65~75 次/分,均为窦性心律。

作者单位: 116011 辽宁,大连医科大学附属第一医院心血管检查中心

作者简介: 王照谦(1966—),男,辽宁大连人,博士,教授,主要从事心血管影像研究工作。

使用 GE 公司的 16 层螺旋 CT 机(Light Speed 16)。CT 扫描定位和测定冠状动脉 CT 扫描的延迟时间:先做胸部正、侧位定位扫描。在降主动脉中段水平任选一个层面,经肘部静脉以 3.5 ml/s 的流率注射对比剂 Ultravist(370)15 ml,延迟 5 s 后在所选层面进行 15 次 CT 扫描,扫描间隔时间为 1 s。然后在 CT 横断面图像的降主动脉腔内选择一个兴趣区并测量其时间-密度曲线,将对比剂开始注射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。

CT 冠状动脉成像:冠状动脉 CT 的 Z 轴扫描范围自气管隆突水平至心脏隔面以下约 2 cm。经肘部静脉以 3.5 ml/s 的流率注射 Ultravist(370)75~95 ml,平均(81 $\pm$ 9) ml,按所测的 CT 扫描延迟时间开始 CT 扫描。在 CT 扫描过程中要求患者正常吸气后屏气。选择 0.5 s 螺旋扫描,采用回顾性心电门控技术和双扇区重建算法。层厚 0.625 mm;视野 250 mm;矩阵 512 $\times$ 512;球管的电压和电流分别为 120 kV 和 380~420 mA。

将 30 例患者心脏 CT 图像原始数据分别在心动周期的 R 波后 40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75% 和 80% 共 9 个相位窗上进行心脏横断面图像重组,并传送到 SUN 图像工作站。在上述每一个相位窗上对冠状动脉及其主要分支血管进行最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)重组和二维曲面重组(curved planar reformation, CR)。

对于内径 ≥ 2 mm 的冠状动脉以节段(参考美国心脏学会的冠状动脉分段方法)为单位进行影像学评价,包括右冠状动脉的近、中、远段和后降支,左冠状动脉主干,左前降支的近、中、远段和对角支,左回旋支的近、远段和钝缘支。

对冠状动脉的每一节段在上述 9 个相位窗上重组的 CT 图像进行比较,筛选出图像质量最佳者并记录其相位窗。

结 果

30 例患者中,内径 ≥ 2 mm 的冠状动脉节段为 311 个,其中 209 个节段(占 67.2%)在心动的 R 波后 75% 相位窗上显示最佳,64 个节段(占 20.6%)在 70% 相位窗上显示最佳,27 个节段(占 8.7%)在 50% 相位窗上显示最佳,5 个节段(占 1.6%)在 80% 相位窗上显示最佳,4 个节段(占 1.3%)在 45% 相位窗上显示最佳,2 个节段(占 0.6%)在 55% 相位窗上显示最佳(表 1)。

表 1 冠状动脉 CT 重组图像质量最佳的相位窗和节段数

冠状动脉	节段	图像重组相位窗(%)									
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	
左冠状动脉主干	30	0	0	0	0	0	0	6	23	1	
左前降支近段	30	0	0	0	0	0	0	7	22	1	
左前降支中段	30	0	0	1	0	0	0	7	21	1	
左前降支远段	24	0	0	1	0	0	0	5	17	1	
对角支	23	0	0	1	0	0	0	6	15	1	
左回旋支近段	30	0	1	3	0	0	0	5	21	0	
左回旋支远段	21	0	1	4	0	0	0	4	12	0	
钝缘支	24	0	0	3	0	0	0	5	16	0	
右冠状动脉近段	30	0	0	2	0	0	0	5	23	0	
右冠状动脉中段	29	0	1	5	1	0	0	5	17	0	
右冠状动脉远段	25	0	1	5	1	0	0	5	13	0	
后降支	15	0	0	2	0	0	0	4	9	0	
合计	311	0	4	27	2	0	0	64	209	5	

病例 1,在心动的 R 波后 75% 相位窗上重组的正常右冠状动脉和左回旋支 MIP 图像质量优于 70% 相位窗(图 1、2)。病例 2,在心动的 R 波后 50% 相位窗上重组的正常右冠状动脉近、中段 2D CR

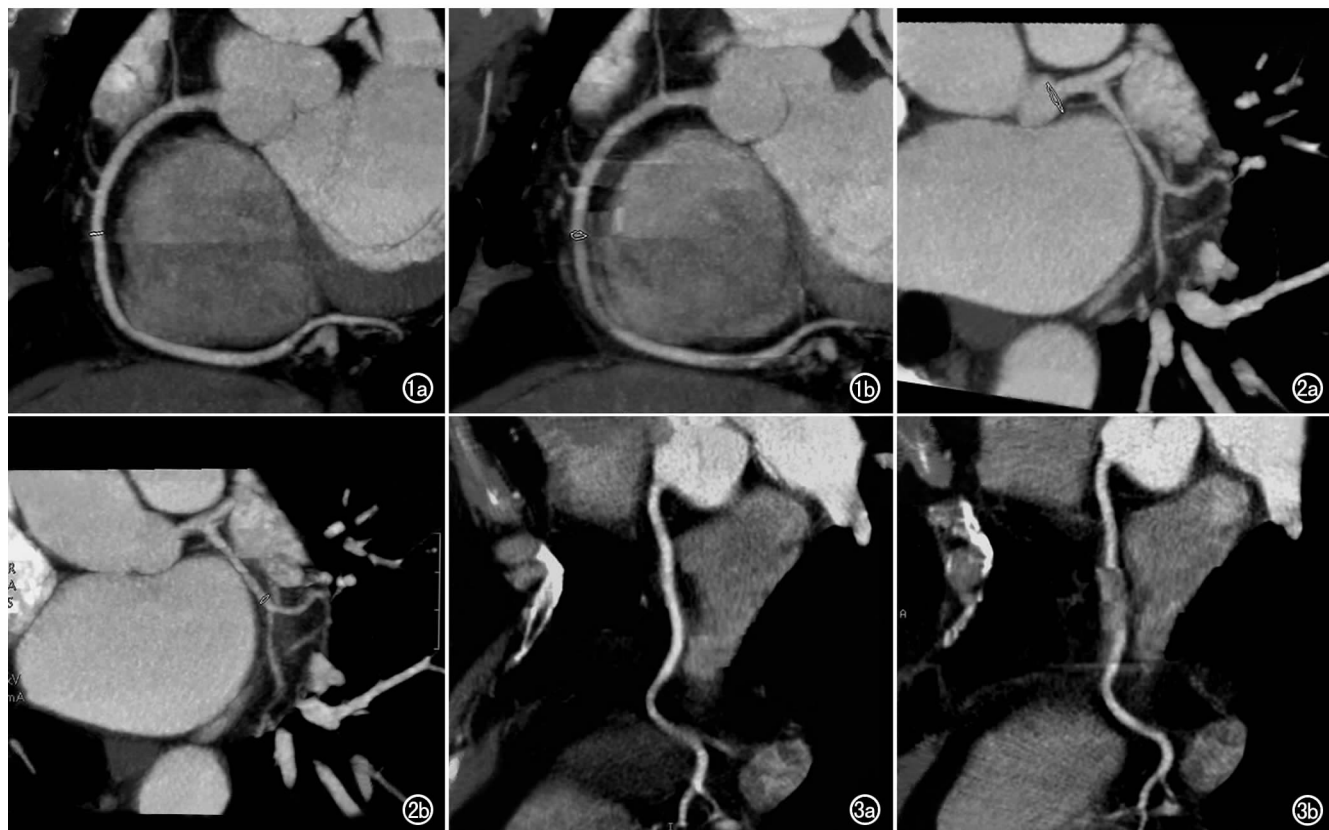


图 1 重组的正常右冠状动脉 MIP 图像。a) 75% 相位窗; b) 70% 相位窗。通过比较,右冠状动脉各节段在 75% 相位窗上显示更好。图 2 重组的正常左回旋支 MIP 图像。a) 75% 相位窗; b) 70% 相位窗。通过比较,左回旋支各节段在 75% 相位窗上显示更好。图 3 重组的正常右冠状动脉 MIP 图像。a) 50% 相位窗; b) 75% 相位窗。通过比较,右冠状动脉近、中段在 50% 相位窗上显示更好;右冠状动脉远段在 75% 相位窗上显示更好。

图像质量优于 75% 相位窗;在心动周期的 R 波后 75% 相位窗上重组的正常右冠状动脉远段 2D CR 图像质量优于 50% 相位窗(图 3)。

讨 论

回顾性心电门控 16 层 CT 冠状动脉成像在螺旋扫描时间(0.5s/r)固定的情况下,图像重组算法决定了数据采集相位窗的宽度即时间分辨率^[1,2]。双扇区(将单扇区分为两个小扇区)重组算法的基本原理是采用 Z 轴/时间的线性内插法(Interpolation)对从不同心动周期和不同排列的探测器上采集的同一心电相位不同角度(双扇区)原始扫描数据进行修正,然后采用半重组技术进行图像重组。

与以往采用的单扇区重建算法相比,双扇区重建算法的时间分辨率提高了一倍,可在心动周期内更窄的相位窗上进行冠状动脉 CT 图像重组。但心脏搏动(冠状动脉运动)所导致的冠状动脉 CT 图像质量下降有时不可避免。由于冠状动脉的运动方式较复杂,其运动方向和速度在心动周期内不断变化,图像重组的相位窗在 R-R 间期内的位置直接影响冠状动脉的 CT 图像质量。为了获得高质量的冠状动脉 CT 图像,应尽可能将图像重组的相位窗置于 R-R 间期内冠状动脉运动最弱的时段。

冠状动脉 CT 图像重组的理想相位窗存在个体差异,有时在同一患者,冠状动脉各个节段的理想相位窗也不完全一致。研究结果表明,采用双扇区重建算法时,冠状动脉各个节段多在心动周期的 R 波后 75% 相位窗上显示最佳(占 67.2%),其次为 70% 相位窗(占

20.6%)和 50% 相位窗(占 8.7%)。由此可见,冠状动脉在心室舒张中期的运动相对较弱,将图像重组的相位窗置于心室舒张中期时多能获得较高质量的冠状动脉图像。所以,当 16 层 CT 冠状动脉成像采用双扇区重建算法时,建议首先选择心动周期的 R 波后 75% 相位窗进行冠状动脉 CT 图像重组,若在此相位窗上重组的冠状动脉 CT 图像不理想,可尝试在 70% 或 50% 等其它相位窗上进行图像重组以便筛选。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^[3]。

总之,当回顾性心电门控 16 层 CT 冠状动脉成像采用双扇区重建算法时,冠状动脉 CT 图像重组的最佳相位窗多数为心动周期的 R 波后 75%,其次为 70% 和 50% 相位窗。在未来,随着图像重建算法的改进和时间分辨率的提高,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。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] Schroeder S, Kopp AF, Kuettner A, et al. Influence of Heart Rate on Vessel Visibility in Noninvasive Coronary Angiography Using New Multislice Computed Tomography: Experience in 94 Patients [J]. J of Clin Imag, 2002, 26(2): 106-111.
- [3] Wang Zhaoqian, Zhu Hao, Shen Jingshun, et al. Retrospectively ECG-Gated Multislice CT Coronary Angiography: Optimization of the Image Reconstruction Window[J]. Radiology, 2002, 225(9): 703.

(收稿日期: 2005-02-03)

· 外刊摘要 ·

经皮腔内血管成形术与支架植入治疗股腘动脉狭窄的疗效比较

Grenacher L, Saam T, Geier A, et al

目的:比较经皮腔内血管成形术与支架植入治疗股腘动脉小段狭窄慢性症状的效果。**方法:**在海德堡、基尔、维也纳的三个研究中心搜集了 116 例患者(年龄 39~87 岁,平均 67 岁),共 124 个患肢进行随机分组,其中 53 例行经皮腔内血管成形术(PTA 组),71 例行中一长支架(long-medium Palmaz-stent)植入术(支架组)。病例的纳入标准:间歇跛行或慢性的肢体缺血症状,动脉阻塞范围很小(病变长度 ≤ 5 cm)或狭窄偶尔发生,血管造影示至少有一个主干血管未闭。随访包括临床评价,踝臂指数(ABI),彩色多普勒超声检查,和/或在术后第 6、12、24 个月时行血管造影。术后 12~36 个月有 54 个患肢行血管造影检查。**结果:**初期技术成功者 PTA 组 50 例(50/53, 94.4%),支架组 70 例(70/71, 98.6%)。主要并发症发生率为 9.5%,共 11

例,其中 PTA 组 4 例,支架组 7 例。PTA 组中 1 年和 2 年临床成功率分别为 80.5%、77.1%;支架组中 1 年和 2 年临床成功率分别为 78.1%、71.0%。疗效两组经统计差异无显著性意义。累积 1 年和 2 年血管造影原始开通率,支架组分别为 66.1% 和 49.1%,PTA 组为 76.1% 和 66.1%;1 年和 2 年血管造影继发开通率支架组分别为 88.5% 和 53.3%,支架组分别为 82.7% 和 76.2%。结论:支架组的初期成功率稍高于 PTA 组,然而术后 1 年和 2 年的血管造影表现及临床和血流动力学的好转,PTA 组略优于支架组。

华中科技大学同济医学院附属同济医院 张伶译 郭俊渊校

摘自 Fortschr Röntgenstr, 2004, 176(9): 1302-1310