临床研究 文章编号:0253-3626(2009)12-1728-04

16 层螺旋 CT 冠状动脉成像的临床价值

罗银灯,赵建农,郭大静,吴 伟,敬永勇,倪卫国,沈 霞,邝 晓
(重庆医科大学附属第二医院放射科,重庆 400010)

【摘 要】目的:探讨 16 层螺旋 CT 冠状动脉成像的临床应用价值。方法:采用 GE LightSpeed 16 层螺旋 CT,对 36 例可疑冠心病患者行 CT 冠状动脉成像检查,按照心率不同分为 A 组(≤65 次/min)14 例、B 组(66~70 次/min)12 例和 C 组(71~75 次/min)10 例 3 组,前一组采用单扇区重建,后两组采用双扇区重建,重建时相预设为 75%R-R 间期,扫描完成后分别重建 45%、55%、65%和 85%R-R 间期图像。重建数据传至 AW4.1 工作站后处理成像。后处理方法采用最大强度投影(Maximum intensity projection,MIP)、容积再现(Volume rendering,VR)、多平面重组(Multi-planar reformation,MPR)等模式,分别获取冠状动脉的各种重组图像并分析冠状动脉主要分支的显示率。统计学处理采用卡方检验。结果:A 组冠状动脉的主要分支包括右冠状动脉、左冠状动脉主干、前降支和左旋支的显示率均为 100%;B 组其显示率分别为 91.67%、100%、100%和 91.67%;C 组其显示率分别为 80%、100%、90%和 70%。3 组间差异无统计学意义($P>0.05$)。左冠状动脉主干和前降支在 75%R-R 间期显示最佳,左旋支在 55%显示最佳,右冠状动脉在 65%R-R 间期显示最佳。各重建相位间显示差异无统计学意义($P>0.05$)。结论:作为无创性的检查手段,16 层螺旋 CT 能充分显示冠脉主干及其主要分支的正常解剖以及病变特征。随着 CT 技术的发展和临床应用的增多,多层螺旋 CT 冠脉成像必将发挥重要作用。

【关键词】冠状动脉;体层摄影/X 线计算机
【中国图书分类法分类号】R816.2 【文献标识码】A 【收稿日期】2009-01-07

Clinical application of 16-slice spiral CT coronary angiography

LUO Yin-deng, et al
(*Department of Radiology, the Second Affiliated Hospotal, Chongqing Medical University*)

【Abstract】*Objective*: To study the clinical value of 16-slice spiral CT coronary angiography. *Methods*: CT coronary angiography was performed on 36 patients with suspected coronary heart disease with the use of 16-slice spiral CT (LightSpeed, GE Healthcare, USA). They were divided into three groups according to their heart rates, group A with heart rate≤65bpm, group B with heart rate from 66bpm to 70bpm, and group C with heart rate from 71bpm to 75bpm. One-sector reconstruction algorithm was used in group A; two-sector reconstruction algorithm was used in group B and group C. Reconstruction phases were placed at 75%R-R interval in advance and at 45%, 55%, 65% and 85% R-R interval after scanning. Reconstruction images were transmitted to workstation (ADW4.1) and post-processed with the use of a pattern of maximum intensity projection (MIP), volume rendering (VR) and multi-planar reformation (MPR). The demonstrated coronary artery branches were calculated and analyzed. *Results*: The demonstrating rate of main branches of coronary artery, including the right coronary artery(RCA), the left main coronary artery(LM), the left anterior descending branch(LAD) and the left circumflex branch (LCX) was 100% in group A, those of group B were 91.67%, 100%, 100%, and 91.67%, respectively, and 80%, 100%, 90%, and 70%, respectively in group C. The optimal reconstruction phase for LM and LAD was at 75%R-R interval, LCX at 55% R-R interval, RCA at 65% R-R interval. *Conclusion*: As a noninvasive technique, 16-slice spiral CT coronary angiography could demonstrate the anatomy of coronary arteries and their main branches and the characteristics of coronary artery diseases. With the development of CT technology and its increase of clinical application, multi-slice spiral CT would play a great role in coronary artery imaging.

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

冠状动脉粥样硬化性心脏病(冠心病)是危害人类健康的主要疾病之一。近年来我国冠心病的发病率和死亡率呈逐渐上升趋势,已引起医学界的普遍关注。在临床症状出现之前及早诊断冠脉疾患有着重要意义。

选择性冠脉造影(Selective coronary angiography, SCA)是诊断冠脉疾病的金标准,但它是一种具有潜

作者介绍:罗银灯(1971-),男,主管技师,博士,研究方向:心血管成像。
通讯作者:赵建农,男,教授,E-mail: Zhaojiannong@tom.com。
基金项目:重庆市科委自然科学基金计划资助项目(CSTC,2006BB5277)。

在严重并发症危险的有创检查。随着医学影像学设备的发展,冠状动脉无创成像逐渐成为人们关注的热点。螺旋 CT 自 1989 年问世以来,在冠状动脉病变临床应用中越来越广泛,已逐渐成为冠心病筛查、冠状动脉支架及搭桥术后评价等的主要工具。CT 技术发展很快,已经出现双源 CT、64 层、128 层甚至 256 层螺旋 CT,螺旋 CT 冠状动脉成像质量与机器的水平关系密切。但是,16 层螺旋 CT 在广大基层医院仍然很普及,如何更好地利用有着重要的实际价值。而在多层螺旋 CT(Multi-slice Spiral Computed tomogrqphy,MSCT)冠状动脉成像检查中,心率、重建相位等是影响图像质量和检查成功率的主要因素。因此,本研究旨在分析不同心率及相位对图像质量的影响,并进一步探讨 16 层 CT 冠状动脉成像的临床应用价值。

1 材料与方法

1.1 一般资料

收集本院自 2004 年 11 月至 2007 年 3 月行 16 层螺旋 CT 冠状动脉成像的病例共 36 例,其中男性 24 例,女性 12 例,年龄为 31 ~ 82 岁,平均年龄 60.6 岁。按照心率不同分为 A 组(≤65 次/min)14 例、B 组(66 ~ 70 次 /min)12 例和 C 组(71 ~ 75 次/min)10 例 3 组。

1.2 扫描前准备

扫描前 4 h 禁食并禁饮含咖啡因类物品,以避免引起心率上升;患者提前至少半小时到检查室,静坐以稳定心率;训练患者屏气,嘱其心态放松,以利于心率平稳并减少呼吸运动的影响;为延长屏气时间,所有病例均在检查前给予吸氧;心率在 75 次/min 以上者在专科医师的指导下给予药物控制,于检查前 30 min 口服 β 受体阻滞剂(倍他洛克 25 ~ 50 mg)。

1.3 扫描方法

采用 16 层螺旋 CT(LightSpeed, GE Healthcare, USA)及冠状动脉扫描程序进行扫描。第 1 步为定位像;第 2 步为平扫钙化积分测定;第 3 步为小剂量循环时间测定:采用单筒高压注射器(MEDRAD Envision CT Injector,Medrad,Inc)经肘静脉团注 20 ml 浓度为 300 mgI/ml 的非离子型对比剂优维显(Ultravist300,Shering,Germany)后扫描并以峰值时间测量程序(Timing Bolus)测试升主动脉根部峰值密度,根据时间密度曲线从注射开始至峰值密度的时间再增加 2 ~ 4 s 作为扫描延迟时间;第 4 步为冠状动脉增强扫描。对比剂总量 120 ~ 150 ml,注射速率为 4 ~ 4.5 ml/s。

扫描参数:管电压 120 kV,管电流 300 mA, X 线管转速 0.5 s/转,准直 16 × 1.25 mm,螺距 0.275:1,显示野(FOV)13,矩阵 512 × 512。A 组采用单扇区重建(Snapshot segment),B 组和 C 组采用双扇区重建(Burst-2)。预设重建时相 75%R-R 间期,扫描完成后再以 R-R 间期 45%、55%、65%和 85%重建,共计 5 组数据。

1.4 图像后处理技术

所有重建数据传至 AW4.1 工作站进行后处理成像。常规采用的后处理技术包括多平面重组(Multi-planar reformation,MPR)、最大密度投影(Maximum intensity projection,MIP)、容积再现(Volume rendering, VR)及内腔视图(Lumen)等。

1.5 冠状动脉的评价及统计分析

主要评价不同心率组及不同重建相位下冠状动脉的主要分支包括右冠状动脉(Right coronary artery,RCA)、左冠状动脉主干(Left main coronary artery,LM)、左前降支(Left anterior descending branch,LAD)和左旋支(Left circumflex branch,LCX)的显示情况。对不同心率组及不同重建相位下冠状动脉的主要分支的显示情况行卡方检验,以 $P<0.05$ 作为有统计学意义。所有统计学分析均采用 SAS8.2 统计软件包完成。

观察冠状动脉有无狭窄及钙斑。冠状动脉狭窄的判断采用血管分析软件并结合目前常用的目测直径法,即以紧邻狭窄近心端和远心端的正常血管内径为 100%,狭窄处血管减少的百分数为狭窄的程度,其计算公式为: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 × 100%[1,2]。

2 结 果

36 例中冠状动脉发现钙化者 20 例(约 61%)(图 1,3)。其中,钙化积分<50 者 12 例(60%),50 ~ 100 者 6 例(30%),>100 者 2 例(10%)。冠状动脉发现狭窄者 9 例(25%)(图 2),均为轻度狭窄(≤25%)。1 例为冠状动脉支架植入术后复查者,管腔通畅,无再狭窄现象(图 3)。

2.1 不同心率组冠状动脉的显示情况

36 例的冠状动脉主要分支均得到较好显示(表 1),部分病例甚至能显示其 3、4 级分支(图 4)。将 3 组冠状动脉主要分支显示结果进行卡方检验,结果显示 3 组间总体差异无统

表 1 不同心率组冠状动脉主要分支的显示情况

组别(总支数)	RCA	LM	LAD	LCX
	支数(显示率)	支数(显示率)	支数(显示率)	支数(显示率)
A(14)	14(100%)	14(100%)	14(100%)	14(100%)
B(12)	11(91.67%)	12(100%)	12 (100%)	11(91.67%)
C(10)	8(80%)	10 (100%)	9 (90%)	7 (70%)

注:RCA 为右冠状动脉,LM 为左冠状动脉主干,LAD 为左冠状动脉前降支,LCX 为左旋支

计学意义(χ^2=0.497 8,P=0.997 9)。冠状动脉的主要分支包括右冠状动脉(χ^2=0.135 5,P=0.934 5)、左冠状动脉主干(χ^2=0.000 1,P=1.000 0)、左前降支(χ^2=0.038 6,P=0.980 9)和左旋支(χ^2=0.338 8,P=0.844 2)在 3 种不同心率下的显示差异亦无统计学意义。

2.2 不同重建时相冠状动脉的显示情况

重建的相位窗置于 75%R-R 间期时冠状动脉的主要分支均显示得较好,尤其是左主干和左前降支。而左旋支在 55% R-R 间期、右冠状动脉则在 65% R-R 间期显示得最好(图 5)。冠状动脉的主要分支的显示差异无统计学意义(P>0.05)。

3 讨 论

3.1 重建算法的选择

心脏扫描重建方法主要分为单扇区重建法(One-sector reconstruction 或 Cardiac half reconstruction,CHR)和多扇区重建法(Multi-sector reconstruction, MSR)[3,4]。实验研究[5,6]发现在低心率时两者差异不大,而在高心率时多扇区重建法则能提高图像质量,这在本次临床研究中再次得到印证。在本研究中,对心率≤65 次 /min 者预设单扇区重建法,心率>65 次 /min 者选择多扇区重建法,结果 36 例患者的冠状动脉及主要分支都得到了较好显示,有的甚至 3、4 级分支都得到了较好显示,基本满足了临床需要。该结果提示在行 16 层螺旋 CT 冠状动脉时,对心率≤65 次 /min 的患者宜选择单扇区重建法,而对心率>65 次 /min 者则宜选择多扇区重建法。

3.2 心率对图像质量的影响及控制

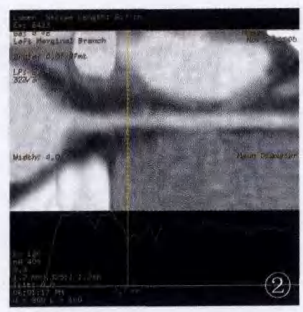
文献[7]表明,在多层螺旋 CT 冠状动脉成像中,心率是影响图像质量的一个重要因素,其影响主要表现为心脏搏动时产生的运动伪影。随着心率的增加,心动周期将缩短,收缩期与舒张期都将缩短,但舒张期缩短更明显,而冠状动脉相对静止的时相也将缩短,R-R 间期也缩短, 成像时间占心动周期的比例将不断增加,且包含的时相也相应增加,因而心脏的搏动伪影就会增加,在影像上就会出现扭曲、条带状伪影或阶梯状伪影,重组的冠状动脉图像质量随之下降。本研究中,随着心率的增加,冠状动脉的显示率随之下降。可能由于本研究样本量较小、病例多属于低心率组、评价的主要为冠状动脉的主要分支以及多扇区重建算法对 B 组和 C 组图像质量的改善作用,因而 3 组间差异并无统计学意义。尽管如此,对于高心率的患者仍有必要进行心率控制。本研究对心率在 75 次 /min 以上者给予了药物控制, 取得了较好的效果,36 例的冠状动脉主干均得到了较好显示,有的甚至显示了 3、4 级分支。结合国内外文献,我们认为 16 层螺旋 CT 冠状动脉成像对心率在 75 次 /min 以上者应给予了控制,心率宜控制在 70 次/min 以下,最好在 65 次/min 以下。

影响心率的因素很多,如器质性因素、精神因素、呼吸运动以及对比剂刺激等。因此,检查前的准备非常重要 ,如:提前告知病人对比剂的反应,消除患者紧张情绪,必要时服用



男性,53 岁,左冠状动脉主干、左前降支、第一对角支管壁散在钙化

图 1 MPR 图



男性,56 岁,左前降支近段狭窄

图 2 内腔视图即拉直图



男性,76 岁,支架植入术后,显示左前降支中段钙化、右冠状动脉中段管壁钙化及远段植入支架。(AORTA:主动脉;LM:左冠状动脉主干; LAD:左冠状动脉前降支; LCX:左冠状动脉旋支; RCA:右冠状动脉)

图 3 MIP 图



男性,78 岁,冠状动脉主干及部分 3、4 级分支显示良好

图 4 VR 图

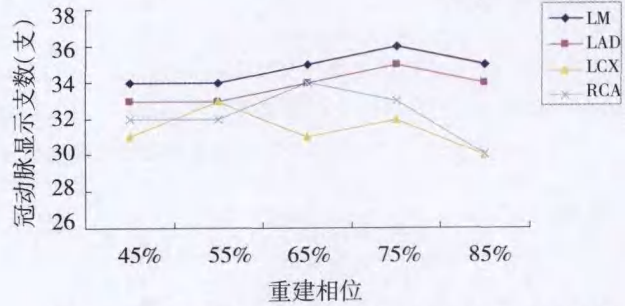


图 5 不同重建相位的冠状动脉显示情况(LM:左冠状动脉主干;LAD:左冠状动脉前降支;LCX:左冠状动脉旋支;RCA:右冠状动脉)

安定，呼吸训练、调整心率（如应用受体阻滞剂）等能减少心率波动，有助于提高检查的成功率和图像质量。此外，缩短扫描时间可减少心率波动对图像质量的影响。

3.3 重建相位的选择

关于冠状动脉的最佳重建相位，不同文献[8～12]报道并不一致，但多数学者认为把重建的相位窗置于 75%R-R 间期时冠状动脉图像质量较好，因为此时正处于心室舒张中期而冠状动脉运动相对缓慢。这在本研究中也得到印证，当把重建的相位窗置于 75%R-R 间期时冠状动脉的主要分支均显示得较好，尤其是左主干和左前降支。而左旋支在 55%R-R 间期、右冠状动脉则在 65%R-R 间期显示得最好。在实际工作中，重建所有时相的图像比较烦琐费时，这有赖于设备和软件的进步。综上所述，我们认为在临床工作中，可根据单位的实际情况，把重建的相位窗置于 55%～75%R-R 间期比较合适，必要时再重建其他相位的图像。

3.4 临床应用

CT 冠状动脉成像最初是从检测冠状动脉钙化并进行定量分析开始的。冠状动脉钙化（Coronary artery calcification，CAC）是指冠状动脉硬化斑中的钙盐沉积，尸检和 CAG 均已证实 CAC 与冠状动脉粥样硬化以及冠状动脉疾病有直接联系。因此，CAC 的检出对诊断冠心病有重要意义。MSCT 能发现冠状动脉钙化并能进行定量测定。本组病例中约 61%的冠状动脉发现钙化征象。

MSCT 能显示冠状动脉通畅程度、管壁及壁外的情况，还可以测量冠状动脉直径，判断狭窄的程度、性质及形态特征。MSCT 对冠状动脉狭窄的诊断具有较高的准确性。Nieman 等[13]对 59 例病人进行了 16 层螺旋 CT 冠状动脉成像与 SCA 的双盲法对比研究，结果表明 CT 冠状动脉成像对左冠状动脉主干、前降支、回旋支和右冠状动脉（包括≥2.0 mm 的冠状动脉分支）≥50%狭窄的显示的敏感度和特异度分别为 95%和 86%，阳性和阴性预测值分别为 80%和 97%。本组 36 例中冠状动脉发现狭窄者 9 例（25%）。因此，MSCT 冠脉成像用于冠状动脉较大分支中重度狭窄的诊断，其可行性及可靠性较好，可以作为 SCA 前的筛选检查。

冠状动脉搭桥术及支架置入术已广泛应用于临床，术后再狭窄发生率较高，对术前病变、术后疗效进行客观评价临床意义重大。冠状动脉搭桥术前，利用 MSCT 可明确病变的位置、范围及其与周围结构的关系，使手术路径更明确，并做出个体化的手术计划。作为一种非创伤性检查方法，MSCT 可显示搭桥血管的起始、走行及内腔通畅情况，发现搭桥血管的狭窄并对狭窄的程度进行评估，可用于冠状动脉搭桥术后的随访与评价。MSCT 用于支架置入术后的随访，可以对支架的位置、形态及支架近侧、远侧的管腔进行评价。由于支架与腔内的对比剂均为高密度，二者重叠在一起使得对支架腔内的评价受到一定限制，利用各种重建方法进行综合分析，可以对支架管腔进行评价[14]。本组 36 例中有 1 例为冠状动脉支架植入术后复查者，管腔通畅，无再狭窄现象。

另外，通过对斑块 CT 值的测定能有效反映出冠状动脉硬化斑块的病理结构，可对易损性斑块、软性斑块进行评价。MSCT 还可用于心功能的研究，通过形态功能分析、室壁运动分析和心肌灌注显像为冠心病早期诊断、治疗方法的选择及预后评估提供有价值的指导等[15]。

总之，作为无创性的检查方法，16 层螺旋 CT 冠状动脉成像能充分显示冠脉主干及其主要分支的正常解剖以及病变特征，可对钙化作定量评估，对冠状动脉斑块性质及转归、冠状动脉狭窄、冠状动脉搭桥术及支架植入术后进行评估等。目前，16 层螺旋 CT 在不少医院仍在使用，随着临床应用的逐步增多，其仍将发挥重要的作用。

参 考 文 献

[1] 毛定飚，张国桢，滑炎卿.多层螺旋 CT 冠状动脉成像[M].北京：科学技术文献出版社，2005.91-92.

[2] 李占全.冠状动脉造影与临床[M].沈阳：辽宁科学技术出版社，2001.85-87.

[3] 祁 吉，沈 云，吴胜勇，等.新型心脏动态体模及其在多层螺旋 CT 心脏扫描中的应用[J].中华放射学杂志，2006，40(9)：988-990.

[4] 周 诚，沈 云.多层螺旋 CT 的图像重组原理和技术进展[J].中华放射学杂志，2006，40(9)：991-993.

[5] 罗银灯，赵建农，李 杰，等. 16 层螺旋 CT 冠状动脉成像图像质量相关影响因素分析及最佳扫描条件选择（心脏体模模拟实验）[J].临床放射学杂志，2007，26(12)：1284-1288.

[6] 罗银灯，赵建农，李 杰，等. 心率波动对 16 层螺旋 CT 冠脉成像图像质量的影响及对策（心脏体模模拟实验）[J].实用放射学杂志，2007，23(12)：1698-1702.

[7] 朱海峰，范家栋，郑卓肇，等. 16 层螺旋 CT 冠状动脉成像初步探讨[J].中华放射学杂志，2006，40(10)：1064-1068.

[8] 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建的最佳 R-R 时相及其临床应用[J].中华放射学杂志，2004，38(2)：178-183.

[9] Jakobs T F，Becher C R，Ohnesorge B，et al. Multislice helical CT of the heart with retrospective ECG gating：reduction of radiation exposure by ECG-controlled tube current modulation[J]. Eur Radiol，2002，12(5)：1081-1086.

[10] Kopp A F，Schroeder S，Kuettner A，et al. Coronary arteries：retrospectively ECG -gated multi-detector row CT angiography with selective optimization of the image reconstruction window[J]. Radiology，2001，221(3)：683-688.

[11] Hong C，Becker C R，Huber A，et al.ECG-gated reconstructed multidetector row CT coronary angiography：effect of varying trigger delay on image quality [J]. Radiology，2001，220(3)：712-717.

[12] 邵广瑞，柳 澄，刘延军，等.多层螺旋 CT 与选择性冠状动脉造影对照研究及其临床应用[J].中华放射学杂志，2003，37(9)：805-808.

[13] Nieman K，Cademartiri F，Lemos P A，et al.Reliable noninvasive coronary angiography with fast submillimeter multislice spiral computed tomography [J]. Circulation，2002，106(16)：2051-2054.

[14] Schroeder S，Kopp A F，Ohnesorge B，et al. Virtual coronary angioscopy using multislice computed tomography[J].Heart，2002，87(3)：205-209.

[15] 罗银灯，赵建农.16 层螺旋 CT 冠状动脉成像技术及图像质量相关影响因素[J].重庆医科大学学报，2007，32(9)：1005-1008.

（责任编辑：关蕴良）