

心房颤动患者的 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像的初步临床研究

周旭辉 严超贵 谢红波 李向民 李子平 孟俊非 陈星

【摘要】 目的 探讨 64 层螺旋 CT 在心房颤动患者冠状动脉 CT 血管成像 (CTA) 中的应用价值。方法 分析 31 例心房颤动患者的冠状动脉 CTA 图像质量, 利用血管分析软件判断血管有无狭窄并测量狭窄率, 其中 10 例患者的冠状动脉 CTA 结果与冠状动脉造影 (CAG) 结果进行了对照分析。对于不同心率患者图像质量的比较分析采用多个独立样本 (等级资料) 的非参数秩和检验。结果 所有患者均采用绝对值时间法重组心脏容积数据。对 31 例患者中 364 段血管节段进行成像质量分析: 心率为 47 ~69 次/min 组图像质量为优、良、中和差的血管节段数分别为 85、41、5 和 8 个, 心率为 70 ~79 次/min 组分别为 63、16、13 和 15 个, 心率为 80 ~105 次/min 组分别为 46、25、23 和 24 个, 3 组间成像质量差异有统计学意义 ($H=22.08, P<0.01$)。10 例与 CAG 进行对照, 共分析冠状动脉血管 125 段, CTA 诊断血管狭窄程度 $\geq 50\%$ 的敏感度为 85.0% (17/20), 特异度为 95.2% (100/105), 阳性预测值为 77.3% (17/22), 阴性预测价值为 97.1% (100/103)。冠状动脉 CTA 低估了 3 段血管的病变, 过度评价了 5 段血管。结论 64 层螺旋 CT 对心房颤动患者进行冠状动脉 CTA 检查具有一定的临床价值。

【关键词】 心房颤动; 冠状血管造影术; 体层摄影术, X 线计算机

Coronary artery imaging with 64-slice spiral CT in atrial fibrillation patients: initial experience
ZHOU Xu-hui, YAN Chao-gui, XIE Hong-bo, LI Xiang-min, LI Zi-ping, MENG Quan-fei, CHEN Xing.
Department of Radiology, the First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China

【Abstract】 Objective To discuss the clinical value of coronary artery imaging using 64-slice spiral CT in patient with atrial fibrillation. Methods The images of 31 patients with atrial fibrillation who underwent contrast-enhanced CT coronary angiography were evaluated. The presence of stenosis on each segment of coronary arteries was recorded and their degree of stenosis was measured using the vessel analysis software. Ten patients additionally underwent conventional coronary angiography. The results of conventional coronary angiography were compared with CT coronary angiography of the 10 patients. Results Image reconstruction was based on absolute timing. The image quality of 364 coronary vessel segments on the images from 31 patients was evaluated and defined as excellent, fine, moderate or poor. The image quality was excellent, fine, moderate and poor in 85, 41, 5, and 8 vessel segments respectively in patient group with heart rate between 47 beat per minute (bpm) and 69 bpm; and in 63, 16, 13, and 15 vessel segments respectively in patient group with heart rate between 70 bpm and 79 bpm; and in 46, 25, 23, and 24 vessel segments in patient group with heart rate between 80 bpm and 105 bpm. There was significant difference among the three patient groups ($H=22.08, P<0.01$). Comparison was carried out between CT angiographic findings and conventional angiographic findings of the 125 segments of the coronary arteries in the 10 patients who underwent conventional coronary angiography. The sensitivity and specificity of CT angiography for diagnosing vessel with significant coronary stenosis ($\geq 50\%$ narrowing) was 85.0% (17/20) and 95.2% (100/105), respectively. Positive predictive value was 77.3% (17/22), and negative predictive value was 97.1% (100/103). Coronary CTA underestimated the lesions of 3 vessel segments and overestimated the lesions of 5 vessel segments. Conclusion Coronary artery imaging with 64-slice row CT had clinical value for patients with atrial fibrillation.

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

64 层螺旋 CT 冠状动脉 CT 血管成像 (CTA) 作为一种安全、可靠的冠状动脉粥样硬化性心脏病 (简称冠心病) 无创筛查手段已得到广泛认同^[1-4]。由于时间分辨率和空间分辨率较 16 层螺旋 CT 有

进一步提高, 其冠状动脉成像的适应证范围进一步扩大, 但扫描中患者出现心房颤动 (简称房颤) 仍是检查成功的最主要障碍。对于心律不齐患者的冠状动脉 CTA, 国内已有文献报道^[5-6], 笔者旨在探讨 64 层螺旋 CT 对房颤患者的冠状动脉成像价值。

资料与方法

一、临床资料

搜集中山大学附属第一医院 2005 年 9 月至 2007 年 6 月间因临床拟诊冠心病或拟行环肺静脉射频消融术而行 64 层螺旋 CT 冠状动脉 CTA 检查的房颤患者 35 例,扫描中所有患者在与 CT 机连接的外置式心电信号仪(导联)上均显示为房颤心律,且未合并其他心律失常,4 例因呼吸控制不佳而排除出本研究。男 20 例,女 11 例,年龄 16 ~84 岁,中位年龄 66 岁,平均心率 47 ~105 次/min。其中 10 例与冠状动脉造影(CAG)检查进行对照,CAG 与 CTA 检查时间间隔为 7 ~30 d。

二、扫描方法

扫描设备为 Toshiba Aquilion 64 层 CT 机,辅以 Medrad CT 型双筒高压注射器和 Vitrea 3.8 工作站进行 CT 扫描和图像后处理,扫描程序和图像重建方法参考文献[6]。

三、图像评价

1. 冠状动脉分段:参照美国心脏病协会的标准^[2,7],并结合笔者的经验,冠状动脉节段定义为管腔直径 ≥ 1.5 mm 的冠状动脉及其分支,一般分为 15 个节段。冠状动脉近段包括右冠状动脉近段(1)、左主干(5)、前降支近段(6)和回旋支近段(11);冠状动脉中段包括右冠状动脉中段(2)、右冠状动脉远段(3)、前降支中段(7)、第 1 对角支(9)、回旋支中段(12)和第 1 钝缘支(13);冠状动脉远段包括后降支或左室后支(4)、前降支远段(8)、第 2 对角支(10)、回旋支远段(15)和第 2 钝缘支(14)。

2. 图像质量评价标准:图像质量分为优异(管腔连续完整,管壁锐利,无伪影)、良好(管腔连续完整,管壁轻度伪影)、中等(管腔连续,管壁中度伪影,但可以作出诊断)和差(管腔出现错层、中断,管壁严重伪影)^[6],其中图像质量为中等及以上可用于诊断,如果成像质量介于 2 个标准之间,以低标准列入统计。

3. CAG 及结果分析:CAG 由心内科医师完成。由 2 名有经验的医师独立完成对冠状动脉节段和图像质量的评价,并在不知道 CAG 结果的情况下独立对 50% 的冠状动脉狭窄作出评价,诊断以 2 人得出一致意见为准,并将冠状动脉 CTA 结果与 CAG 结果进行对照分析。

按照心率将患者分为 3 组:A 组平均心率 47 ~69 次/min,B 组平均心率 70 ~79 次/min,C 组平均

心率 80 ~105 次/min。

四、统计学方法

图像质量的比较分析采用多个独立样本(等级资料)的非参数秩和检验(Kruskal-Wallis 检验)。以 CAG 结果为金标准,计算 CTA 诊断 50% 的冠状动脉狭窄的敏感度、特异度、阳性预测值和阴性预测值。统计学分析由统计软件包 SPSS 10.0 完成, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

所有患者均采用绝对值时间法重组容积数据。12 例平均心率为 47 ~69 次/min 的患者中,8 例在舒张晚期重组心脏容积数据,4 例在收缩期末和舒张早期重组心脏容积数据。9 例平均心率为 70 ~79 次/min 的患者中,7 例在收缩期末和舒张早期重组心脏容积数据,2 例在舒张晚期重组心脏容积数据。10 例平均心率为 80 ~105 次/min 的患者全部在收缩期末和舒张早期重组心脏容积数据。

31 例患者 CTA 显示左冠状动脉高位开口 3 例,前降支和回旋支共同开口于左冠状动脉窦(左主干缺如)1 例,4 例发现左心耳部血栓。将 31 例患者按照平均心率分成 3 组,其中有 101 段因为血管细小或无显示而未纳入统计分析,对 364 段冠状动脉血管进行成像质量分析(表 1):质量优、良、中和差分别为 194 段(53.3%)、82 段(22.5%)、41 段(11.3%)和 47 段(12.9%);成像质量优良率为 75.8%(276/364),可用于诊断的血管为 317 段(87.1%);统计学分析 3 组间成像质量差异有统计学意义($H = 22.08, P < 0.01$)。冠状动脉近段、中段和远段图像质量分析如表 2 所示,近段、中段和远段的优良率分别为 97.5%、78.3% 和 62.8%,3 组间成像质量差异有统计学意义($H = 49.57, P < 0.01$)。

平均心率为 47 ~69 次/min 的 12 例中,6 例所有冠状动脉节段图像质量均达到优良;平均心率 70 ~79 次/min 的 9 例中,3 例所有冠状动脉节段图像质量达到优良,5 例近段和中段冠状动脉图像质量达到优良;平均心率 80 ~105 次/min 的 10 例中,1 例所有冠状动脉节段图像质量达到优良,3 例近段和中段冠状动脉图像质量达到优良。

31 例患者中有 10 例与 CAG 结果进行对照,共分析冠状动脉血管 125 段,结果如表 3 所示。CTA 诊断血管狭窄程度 50% 的敏感度为 85.0%(17/20),特异度为 95.2%(100/105),阳性预测值为 77.3%(17/22),阴性预测值为 97.1%

(100/103)(图 1~9)。冠状动脉 CTA 低估了 3 个血管节段(均为远段)的病变,过度评价了 5 段血管(2 段位于近段,血管壁钙化伪影;3 段位于远段)。

表 1 房颤患者 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像质量评价(段)

心率 (次/min)	例数	冠状动脉节段	图像质量			
			优	良	中	差
47~69	12	139	85	41	5	8
70~79	9	107	63	16	13	15
80~105	10	118	46	25	23	24
合计	31	364	194	82	41	47

表 2 31 例房颤患者 64 层螺旋 CT 冠状动脉近段、中段和远段成像质量比较(段)

冠状动脉位置	节段	图像质量评价			
		优	良	中	差
近段	120	95	22	2	1
中段	166	79	51	19	17
远段	78	30	19	10	19
合计	364	204	92	31	37

表 3 10 例冠状动脉 CT 血管成像诊断 50% 狭窄与冠状动脉造影结果对照(段)

冠状动脉造影	冠状动脉 CT 血管成像		合计
	阳性	阴性	
阳性	17	3	20
阴性	5	100	105
合计	22	103	125

讨 论

1. 时间分辨率的优化与图像质量: 多层螺旋 CT(MSCT) 冠状动脉成像利用自适应性心脏容积重组技术来优化时间分辨率, 当心率 < 70 次/min 时选择单扇区重组, 当心率加快时, 自动选择多扇区重组^[8]。由于多扇区重组技术仅仅利用了 R-R 间期中非常短的资料, 理论上时间分辨率可以达到 100 ms 以内, 以适应于心率较快和心率变化较大的患者。本组 364 段冠状动脉血管成像质量优良率为 276 段(75.8%), 可用于诊断的血管为 317 段(87.1%), 初步研究结果表明, 64 层 MSCT 对房颤患者进行无创冠状动脉成像具有一定临床应用价值。

心率快慢是影响冠状动脉 CTA 成像质量的最主要因素已为多数研究证实^[9-10]。本研究的结果显示, 随着平均心率加快, 房颤患者的冠状动脉成像质

量下降, 其原因考虑与多扇区重组有关, 该法虽能有效提高时间分辨率, 但同时心率的变化也较为敏感, 房颤时心率变化剧烈, 易造成扇区分离或重叠, 扇区分割越多, 这种可能性越大, 造成图像质量明显下降。本组资料同时显示了房颤患者冠状动脉近段和中段成像质量较远段高, 考虑与远段血管相对细小、对比剂充盈欠佳和运动幅度较大等因素有关。关于 4 层和 16 层 CT 的研究发现^[11], 边缘血管分支成像质量不佳影响了 MSCT 判断冠状动脉狭窄的准确性, 从本研究结果来看 64 层 MSCT 对冠状动脉远段血管的评价仍有一定限度。

2. 重组时相选择: Herzog 等^[7]报道, MSCT 重组心脏容积数据的最佳时相因患者心率快慢而不同, 对于心率 < 70 次/min 的患者, 多数选择在舒张晚期; 相反, 对于心率 > 80 次/min 的患者, 多数选择在收缩末期才能获得最佳图像质量。本组资料也显示, 随着平均心率加快, 采用收缩末期重组容积数据的比例加大, 考虑与以下因素有关: (1) 心动周期中舒张期受心率快慢的影响较大, 随着心率加快, 舒张晚期明显缩短, 应选择在受心率变化影响较小的收缩末期重组容积数据^[7]; (2) 心率 < 70 次/min 时, 数据自动采用单扇区重组, 时间分辨率较低, 适合在相对较长的舒张晚期重组; 心率 > 80 次/min 时, 数据将采用多扇区重组技术以提高时间分辨率, 此时, 尽管心率加快缩短了心动周期, 但收缩末期缩短不甚明显, 较高的时间分辨率使该时相内数据重组成为可能。同时, 绝对时间法较相对时相法更能获得优良的图像质量, 尤其对于心率较快的患者^[3]。

3. 房颤患者冠状动脉 CTA 评价血管狭窄程度 50% 的准确性: 本研究中 10 例患者 CTA 和 CAG 对照显示, CTA 诊断血管狭窄程度 50% 的敏感度和特异度均较高, 初步研究结果表明, 64 层 MSCT 对房颤患者进行无创冠状动脉成像具有进一步探索其临床应用的价值。

由于本研究是对房颤患者进行 64 层 MSCT 冠状动脉成像的初步探索, 因此病例选择仅限于平均心率不太快且无合并其他心律失常的房颤患者, 受限于样本量不足, 目前还无法提出能实现 64 层 MSCT 冠状动脉成像的房颤患者的心率上限, 这些因素是本研究的不足之处。对于心室率较快的房颤患者, 如无服用美托洛尔的禁忌证, 可考虑服用美托洛降低平均心率来提高检查成功率, 对于合并其他心律失常的房颤患者, 还需要应用心电编辑软件来改善冠状动脉 CTA 成像质量。

图 1 ~3 男, 64 岁, 临床拟诊冠心病。扫描中同步记录心电信号显示患者呈房颤心律, 平均心率 89 次/min。图 2 为曲面重组图, 显示冠状动脉前降支图像质量优良, 血管腔未见狭窄。图 3 为冠状动脉造影显示冠状动脉前降支未见狭窄。图 4 ~6 男, 65 岁, 临床拟诊冠心病。扫描中同步记录心电信号显示患者呈房颤心律, 平均心率 80 次/min。图 5 为曲面重组图, 显示右冠状动脉图像质量优良, 近段血管腔中度狭窄(箭)。图 6 为冠状动脉造影显示右冠状动脉近段中度狭窄, 所见与曲面重组图相符(箭)。图 7 ~9 男, 76 岁, 临床拟诊冠心病。扫描中同步记录心电信号显示患者呈房颤心律, 平均心率 79 次/min。图 8 为曲面重组图, 显示冠状动脉回旋支图像质量优良, 近、中段血管见两处钙化斑, 管腔轮廓毛糙, 中远段交界处血管腔次全闭塞(箭)。图 9 为冠状动脉造影显示左侧冠状动脉回旋支近段、中段血管硬化, 管腔粗细不均, 中、远段血管腔次全闭塞, 所见与曲面重组图相符(箭)

参 考 文 献

[1] 孟冷, 张兆琪, 吕飙. 64 层螺旋 CT 在冠状动脉疾病诊断中的价值. 中华放射学杂志, 2006, 40: 792-796.
 [2] 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: 797-801.
 [3] Leschka S, Alkadhi H, Plass A, et al. Accuracy of MSCT

coronary angiography with 64-slice technology: first experience. Eur Heart J, 2005, 26: 1482-1487.
 [4] Schoenhagen P, Halliburton SS, Stillman AE, et al. Noninvasive imaging of coronary arteries: current and future role of multi-detector row CT. Radiology, 2004, 232: 7-17.
 [5] 董智, 朱杰敏, 刘喆, 等. 心率过快、心律不齐及起搏器置入患者的电子束 CT 冠状动脉成像. 中华放射学杂志, 2006, 40: 273-276.

- [6] 周旭辉, 严超贵, 谢红波, 等. 回顾性心电门控结合心电编辑在 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像中的应用. 中华放射学杂志, 2008, 42: 131-135.
- [7] Herzog C, Arming-Erb M, Zangos S, et al. Multi-detector row CT coronary angiography: influence of reconstruction technique and heart rate on image quality. Radiology, 2006, 238: 75-86.
- [8] 毛定飏, 张国桢, 滑炎卿. 多层螺旋 CT 冠状动脉成像. 北京: 科学技术文献出版社, 2005: 56-57.
- [9] 李颖, 杨立, 刘新. 心率对 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像质量的

影响. 中国医学影像技术, 2006, 22: 1477-1480.

- [10] 王继琛, 丘建星, 孙晓伟. 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像时心率对成像质量的影响. 中国医学影像技术, 2006, 22: 1481-1484.
- [11] 朱海峰, 范家栋, 郑卓肇. 16 层螺旋 CT 冠状动脉成像初步探讨. 中华放射学杂志, 2006, 40: 1064-1068.

(收稿日期: 2007-08-21)

(本文编辑: 任晓黎)

· 经验交流 ·

MR 设备电源电路的改进

易国琼

MR 成像设备工作运行的连续性, 对电力供应有着特殊的要求, 如永磁型设备的磁体温度必须在 24 h 内恒定不变。即使在主机电源关闭之后, 其磁体加热电路仍要处于工作状态, 以维持磁体温度在一定的范围之内^[1], 否则, 由于温度变化引起磁场产生漂移, 在开机扫描时, 图像质量将会受到严重影响。目前, 我国部分医院供电量不足, 为了确保医院的正常工作, 特别是大型设备的正常运转, 大多数医院的供电系统都采取双线制, 即当普通输电线路拉闸限电时, 另外一条特殊输电线路启动供电, 俗称“倒电”。然而, 有的 MR 设备电源系统的总开关设计为半自动交流接触器形式, 即停电自动掉闸断开, 来电人工按钮合闸接通。断电如果发生在正常上班时间, 以低场设备为例, 工作人员可以及时按钮上闸(先按电源箱开关, 不打开主机开关), 使磁体温度达到预定值后再开主机; 但如果在夜间或节假日, 因无人及时按钮上闸, 导致断电时间太久, 使磁体温度达不到预定值而无法开机工作。为此, 笔者设计了一套辅助电路, 旨在使停电或“倒电”后再来电的 MR 设备总电源自动合闸, 及时地使磁体加热电路工作, 保证磁体温度的相对恒定。

此自动上闸电路是在原电路的基础上改进而成(图 1)。为防止来电瞬间电压偏高, 影响设备稳压元件性能, 特增加了一套延时电路, 即断电后再来电时, 自动上闸电路经过约 3 min 延时后, 启动电源接触器接通总电源, 使 MR 设备磁体温度得到及时补偿。

讨论 (1) 改进线路工作原理: MR 设备电源电路改进前, 当外电路断电后, 设备原有的电源交流接触器(JL)失电, 导致电源交流接触器的常开(自持)接点(JL1)断开及整个设备总电源断开。当外电路重新来电后, 必须人工将设备原有的手动电源开启按钮(AN)按下, 接通 JL 回路才能使设备总电源接通。为了将手动工作改为自动, 在线路中加了 1 只中间继电器(JK)和 1 只时间继电器(JS)。这样, 当外

图 1 电路改进前后的工作原理示意图。JL 为设备原有的电源交流接触器, JL1 为电源交流接触器的常开(自持)接点, JL2 为电源交流接触器的常闭(改进时增加)接点, AN 为设备原有的手动电源开启按钮, JK 为中间继电器, JK1 为中间继电器的常开接点, JS 为时间继电器, JS1 为时间继电器(延时)常开接点

电路断电后重新来电时, 由于新加 JL2 常闭接点串连在 JK 线包回路上, 使 JK 首先得电, 即带动 JK1 闭合, 使 JS 得电工作。约经 3 min 延时后, JS1 接点自动闭合, 从而, 使电源接触器线包 JL 得电并带动 JL1 自持, 设备总电源自动接通。同时, JL2 立即断开, 使 JK、JS 先后失电而释放其接点。此线路在供电正常的情况下, 新增加的自动上闸电路元件处在非带电的静止状态; 只有在外电路断电后重新来电的数分钟之内, 该电路才启动工作。从而, 保障了其工作的可靠性和稳定性。(2) 改进线路的优点: 改进后的自动上闸电路经济实用, 全部费用仅在数百元以内。而且外形小巧, 可放置在电源箱顶部, 内部连线可通过插头联接, 这样, 既有利于电源箱内的维修, 也不影响电源箱柜的外观。经过多次临床试验, 此装置工作正常, 性能可靠, 完全符合使用和设计的要求。

参 考 文 献

- [1] 徐跃, 黄泉荣. 医学影像设备学. 北京: 人民卫生出版社, 2002: 292.

(收稿日期: 2007-12-17)

(本文编辑: 高宏)