

· 胸部疾病 ·

冠状动脉CT能谱成像最佳单能量的临床应用

广东医学院附属三水医院医学影像科 (广东 佛山 528100)

胡玉明 罗悦凡 符平仲 黄洲 欧阳可勋

【摘要】目的 探讨冠状动脉CT能谱成像(GSI)最佳单能量成像,以获得最好信噪比,得到最佳质量图像,为今后检查做出指导。**方法** 应用宝石能谱CT(Discovery CT750 HD),选取17例心率 ≤ 65 次/min,波动 ≤ 3 次/min,临床疑似冠心病患者进行冠状动脉CT能谱扫描(GSI),重建其140kVp混合能量图像及6组单能量图像(90、80、70、60、50和40Kev),测量、计算混合能量图像与各组单能量图像的背景噪声(SD)、图像信噪比(SNR)及对比噪声比(CNR),筛选出最佳单能量图像与混合能量图像的图像质量进行主客观评价。**结果** 70Kev单能量图像的SNR(39.39 ± 5.56)及CNR(30.47 ± 4.77)均高于其他单能量图像与混合能量图像,与混合能量图像相比,差异有统计学意义($P < 0.05$);90Kev、80Kev及70Kev单能量图像的背景噪声较140kVp混合能量图像分别减少32%、37%及30%;两组图像的主观评分:70Kev单能量图像的质量评分为 4.72 ± 0.56 ,评5分血管段为177段,占85%(177/208),混合能量图像评分为 4.57 ± 0.58 ,评5分血管段为146,占71%(146/206) t 值为25.01, $P < 0.01$ 。**结论** 70Kev单能量图像是冠状动脉CT能谱成像的最佳单能量图像,图像质量明显优于140kVp混合能量图像。

【关键词】 冠状动脉; X线计算机; 能谱成像

【中图分类号】 R543.3+1

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1009-3257.2015.02.005

Optimal Monochromatic Energy Level for Monochromatic Reconstruction of Coronary CT Angiography with the Use of Cardiac Spectral Imaging

HU Yu-ming, LUO Yue-fan, FU Ping-zhong, et al., Department of Medical imaging, Affiliated Sanshui Hospital of Guangdong Medical College, Guangdong 528100, China

[Abstract] Objective To investigate the optimal energy level for monochromatic reconstruction of coronary CT angiography with the use of cardiac spectral imaging. **Methods** 17 patients (HR <65 /min, variation <3 /min) underwent cardiac spectral imaging using GSI mode on a 64-slice CT scanner(Discovery CT 750 HD, GE healthcare). In 6 sets of monochromatic images(40,50,60,70,80 and 90kev), region of interest was put in the aortic root, signal-to-noise, contrast-to-noise and image quality(graded on a 5-point scale) were assessed in all monochromatic images and compared with the conventional polychromatic images. **Results** Compared with conventional polychromatic images and other monochromatic images, reconstruction with 70kev showed the highest SNR(39.39 ± 5.56) and CNR (30.47 ± 4.77). there was statistical difference on images noise (11.57 ± 1.34 vs 16.63 ± 1.97), subjective image score (4.72 ± 0.56 vs 4.57 ± 0.58), and percentage of segment of 5 point (85% vs 71%) between 70kev and polychromatic images ($P < 0.05$). **Conclusions** Cardiac Spectral Imaging with reconstruction of 70kev offers best image quality of coronary CT angiography compared with other monochromatic images and polychromatic images.

[Key words] Coronary Angiography; X-ray Compute; Monochromatic Image

CT能谱成像应用于临床以来,在各系统病变诊断的临床应用已取得了初步的成果^[1],但冠状动脉能谱血管成像的临床应用目前国内报道较少,本研究通过比较冠状动脉不同单能量图和140kVp图像主客观评价,获得冠状动脉CT能谱成像(GSI)最佳单能量,为今后的冠状动脉检查工作提供指导。

1 材料与方法

1.1 一般资料 选择2013年9月~2013年12月17例临床疑诊为冠心病的患者,均在本院接受冠状动脉CT能谱成像,所有接受检查病人心率 ≤ 65 次/min,波动 ≤ 3 次/min,男11例,女6例,年龄41~83岁,主要表现为心前区疼痛、胸闷等症状,无严重高血压及

心、肾功能不全病史。所有患者检查前进行良好的呼吸训练，并在检查中屏气良好，检查过程均未使用药物控制心率。

1.2 设备及扫描参数 采用GE Discovery CT750 HD宝石能谱CT，以GSI模式进行扫描。扫描参数：管电压80/140Kev瞬时切换，切换时间为0.5ms，管电流600mA，螺距0.984，层厚0.625mm，矩阵512×512。50%Asir重建75%心电相期70Kev data图像，140kvp混合能量图像采用标准重建。双筒自动高压注射器，350毫克碘/毫升，用量为体重(Kg)×0.7毫升，注射速度为造影剂总量÷12，20毫升小剂量测试法，肘部正中静脉注入，15毫升生理盐水冲管，监测点为主动脉根部层面，随机软件自动生成时间密度曲线，峰值+4秒作为延迟时间，扫描范围自气管隆突下2厘米至心尖膈面下2厘米。

1.3 图像重建及处理 利用GSI Viewer浏览器处理，以间距为10Kev在40~90Kev间重建出6组单能量图像，并进行三维成像，冠脉树成像及血管拉直、曲线重建，最大密度投影，利用血管分析软件对冠脉树的各主要节段进行血管分析。

1.4 图像质量主观评价 采用改良后的美国心脏协会(AHA)冠状动脉分段方法^[2]将冠状动脉分为16段，采用1~5级评分法：5分：血管显示清晰，无移动伪影，连续性良好，边缘光滑，与周边软组织对比良好；4分：血管显示尚好，无明显移动伪影，连续性尚好，边缘稍模糊；3分：血管显示尚可，有少许移动伪影，连续性可，边缘模糊；2分：血管显示尚可，连续性欠佳，有较多伪影，较难进行血管评价；1分：血管显示差，严重伪影干扰，明显的错层及阶梯伪影，无法进行血管评价。由放射科两位主任医师进行图像分析，意见不同时经讨论达成一致，并统

计各分值所含冠状动脉节段数，计算所占百分比。

1.5 图像质量客观评价 分别由两名医师测量主动脉根部、左冠状动脉开口、左冠状动脉主干：左前降支开口及右冠状动脉开口、右冠状动脉主干中段、后降支起始处CT值，取各测量层面室间隔心肌最厚处CT值为对比背景，各测量值取平均数。各兴趣区选择在具有容易分辨的细小分支开口层面，以保证兴趣区的一致性。兴趣区大小为冠状动脉管径及室间隔心肌厚度的1/2~2/3。信噪比(SNR)：CT1/SD，对比噪声比CNR：CT1-CT2/SD，CT1为测得主动脉根部和各段冠状动脉CT值平均数，CT2为对比背景平均CT值，SD为测量各层面前胸壁皮下脂肪CT值时的SD值，尽量选取脂肪分布均匀区进行测量。

1.6 统计学方法 各组图像噪声、信噪比及对比噪声比的比较应用SPSS 19.0进行配对t检验。两种重建模式图像质量优良率采用四方格t检验，P<0.05为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 客观评价指标 7个能量组的背景噪声、信噪比、对比噪声比见表2。

与混合能量图像比较，90Kev、80Kev及70Kev单能量图像的背景噪声(SD)分别减少32%、37%及30%，60Kev、50Kev及40Kev图像的背景噪声(SD)分别升高22%、124%及240%，80Kev单能量图像的背景噪声降低程度优于其他能量组。70Kev单能量图像的SNR值及CNR值高于其他单能量和混合能量图像，与140Kvp混合能量图像比较，差异有统计学意义(P<0.05)。

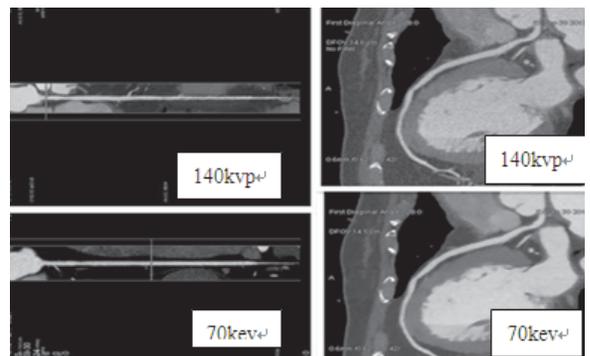
2.2 主观评价指标 所有17例病人，70Kev单能量图像共显示血管208段，评为5分177段占

表1 70Kev单能量与140Kvp混合能量图像质量主观评分结果

组别	5分	4分	3分	2分	1分	合计
70Kev单能量	177	18	6	7	0	208
140 Kvp混合能量	146	46	7	7	0	206

表2 7个不同能量图像的客观评价结果

组别	噪声	SNR	CNR
40Kev	56.57±5.98	23.57±2.86	19.25±2.54
50Kev	37.28±3.89	23.86±2.94	19.20±2.54
60Kev	20.33±2.09	30.46±3.77	24.67±3.27
70Kev	11.57±1.34	39.39±5.56	30.47±4.77
80Kev	10.44±1.29	34.65±6.21	26.12±5.26
90Kev	11.27±1.24	25.46±4.39	18.83±3.75
140Kvp混合能量	16.63±1.97	23.73±3.98	17.67±3.26



*能谱CT成像70 kev单能量图像血管腔CT值明显高于140 kvp混合能量图像，信噪比及对比信噪比增高，边缘清晰光滑，主观感觉明显好于混合能量图像

85% (177/208), 4分18段占9% (18/208), 3分6段3% (6/208), 1分7段3% (7/208), 图像质量评分为4.72; 140Kvp混合能量图像共显示血管206段, 评为5分146段占71% (146/206), 4分46段占22% (46/206), 3分7段3% (7/206), 1分7段3% (7/206), 图像质量评分为4.57, 70Kev单能量图像质量的评优率 (85%) 高于混合能量图像 (71%), t 值为25.01, $P < 0.01$ 。

3 讨 论

冠心病是心血管的常见病, 也是心血管疾病死亡的主要原因, 选择性冠状动脉造影 (DSA) 被认为是诊断冠心病的“金标准”^[3], 但冠状动脉造影 (DSA) 是有创性检查, 不宜作冠心病的筛查手段。MSCT冠状动脉成像 (CCTA) 这一无创技术的迅速发展为诊断冠心病及其他心血管病提供了更多可选择的手段。CT能谱成像 (GSI) 是成像领域发展的一项新技术, 冠状动脉能谱成像最佳单能量是一项值得探讨的工作, 它为以后的冠状动脉能谱成像检查提供科学的指导方案。

传统MSCT冠状动脉成像 (CCTA) 中, 血管内碘的含量与血管成像的图像质量密切相关, 对比剂的剂量与浓度、注射流率等都会影响血管成像的图像质量。Rubin^[4]等研究表明, 在对比剂剂量不变情况下, 对比剂注射流率与血管强化的峰值成正比相关, 即对比剂注射流率越快, 血管强化的峰值就越高; 同样, 通过增加对比剂的剂量来提高血管的强化程度, 也可以提高图像质量, 但两种方法的使用均加重了受检者的肾脏负担, 增加造影检查过程中不良反应的发生^[5]。SNR值及CNR值是决定图像质量的重要因素^[6], 提高管电压或管电流均可提高图像的SNR值及CNR值, 从而提高图像质量, 但同时伴随的是受检者接受辐射剂量的增加。

能谱CT采用高能 (140kVp) 与低能量 (80kVp) 的瞬时切换 (0.5ms) 实现两组数据同时采样, 并在投影数据空间进行解析, 通过X线高、低两种能量的高速切换, 可以测量物质的X线衰减系数。单能量图像是指处于某一能量水平的X线穿过物质后所产生的衰减图像, 在同一能量水平的单能量图像, 物质本身的密度决定其衰减系数; 单能量图像在不同能量水平, 具有不同特征, 低能量水平的x线因为穿透力低, 使图像的组织对比增强但图像噪声增高, 高能量水平的x线穿透力高, 可减少图像的硬化伪影, 但同时减弱组织的对比度, 所以, 选择合适的能量水平, 对提高图像质量很重要。本研究结果显示, 在冠状动脉CT能

谱成像技术客观评价指标中, 70Kev单能量图像的信噪比 (SNR) 及对比噪声比 (CNR) 均高于其他单能量及140kvp混合能量图像。与140kvp混合能量图像相比, SNR值及CNR值的差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。同时, 图像噪声也较混合能量图像减少30%。对两组图像进行图像质量主观评分, 70Kev单能量图像质量的评优率 (85%) 高于混合能量图像 (71%), t 值为25.01, $P < 0.01$ 。在70Kev单能量水平, 图像的组织对比度与噪声可达到最大平衡。同时, 本研究测量结果显示, 血管CT值在低Kev (如70Kev) 单能量图像比高Kev能量图像高, 70Kev单能量图像的强化效果高于140KvP混合能量图像, 提示GSI扫描方式可适当减少对对比剂的剂量, 从而降低对比剂带来的不良反应^[7]。探讨冠状动脉能谱成像最佳单能量不但为以后的检查工作提供科学的指导, 而且为下一步冠状动脉能谱低剂量成像提供研究基础。本研究存在不足, 样本量较少, 下一步有待更大样本进行更加深入的探索。

参考文献

- [1] 林晓珠, 沈云, 陈克敏. CT能谱成像的基本原理与临床应用研究进展. 中华放射学杂志, 2011, 45(8): 798-800.
- [2] 唐皓, 邓克学等. 采用低电压及低对比剂剂量行冠状动脉CT成像可行性研究. 中国医学计算机成像杂志, 2013, 19(5): 406-409.
- [3] Sun z. Cardiac CT imaging in coronary artery disease: Current status and future directions. Quant Imaging Med Surg, 2012, 2: 98-105.
- [4] Rubin GD; Dake MD; Napel SA Three-dimensional spiral CT angiography of the abdomen: initial clinical experience, 1993, 186(1): 147-152.
- [5] 雷建明, 董鹏. 全冠对比剂不同流率对门静脉血管成像质量的影响. 实用放射学杂志 2010, 26(02): 258-260.
- [6] Achenbach S, Goroll T, Seltmann M, et al. Detection of coronary artery stenoses by low dose, prospectively ECG triggered, high-pitch spiral coronary CT angiography [J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2011, 4(4): 328-330.
- [7] 汪洁等. 体外实验宝石CT能谱成像技术血管成像最佳单能量图像的选择. 中国医学影像技术, 2011, 27(11), 2340-2343.
- [8] 钟玉敏, 朱铭, 陈树宝, 等. 永存第五对主动脉弓 [J]. 罕少疾病杂志, 2000, 7(1): 1-2.
- [9] 王成林, 林贵. 罕见病少见病的诊断与治疗 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1999. 215-216.