

论 著

扫描触发阈值技术在CT冠状动脉造影中的应用*

西安医学院第一附属医院影像科

(陕西 西安 710077)

于春英 边当绒 杨西海
激 扬 李 颖 白银安

【摘要】目的 研究扫描触发阈值技术对CT冠状动脉造影中图像质量的影响。**方法** 选取2015年2月-2016年1月期间入我院接受双源CT冠状动脉造影检查的75例冠心病(CHD)患者,其中男46例,女29例, BMI < 23。将其抽签随机分为3组: A组25例,扫描触发阈值120HU; B组25例,扫描触发阈值130HU; C组25例,扫描触发阈值140HU。根据患者个人体质数(BMI)注射对比剂后扫描,测量左冠开口、右冠开口、左前降支近段和左回旋近段血管的CT、SD平均值,并据此计算图像信噪比(SNR)、对比噪声比(CNR)作为图像质量评估的客观依据,由2名经验医师采用双盲法对冠状动脉图像质量进行评估,比较不同触发阈值下的指标及图像质量差异。**结果** B组扫描的强化SD值分别较A、C2组低,SNR较A、C2组低,均差异显著(P<0.05); B组图像质量评分、图像优良率分别较A、C2组高,差异显著(P<0.05)。**结论** 扫描触发阈值技术作为CT冠状动脉造影中常用的扫描方法,双源CT将扫描触发阈值设定在130HU时能获得较好质量的图像,便于临床观察诊断,值得临床推广。

【关键词】 CHD; 扫描触发阈值; 对比剂; 图像质量

【中图分类号】 R543.3+1

【文献标识码】 A

【基金项目】 西安医学院教师资助项目, 编号: 12FZ30

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2016.10.019

通讯作者: 白银安

Application of Scan Triggering Threshold Technique in CT Coronary Angiography*

YU Chun-yin, BIAN Dang-rong, YANG Xi-hai, et al., Department of Radiology, First Affiliated Hospital of Xi'an Medical College, Xi'an 710077, Shaanxi Province, China

[Abstract] Objective To study the effect of scan triggering threshold technique on the image quality of CT coronary angiography. **Methods** 75 cases of patients with coronary heart disease (CHD) who underwent dual-source CT coronary angiography in our hospital between February 2015 and January 2016 were selected, including 46 male cases and 29 female cases, BMI < 23. They were randomized into 3 groups: 25 cases in group A, and the triggering threshold value was 120HU. 25 cases in group B, and the scan triggering threshold was 130HU. 25 cases in group C, and the scan triggering threshold was 140HU. According to the patient's body mass index (BMI), patients were scanned after injection of contrast agents. The mean values of CT and SD in the left coronary opening, right coronary opening, left anterior descending branch and left anterior descending branch were measured. According to the measured results, the image signal to noise ratio (SNR) and contrast to noise ratio (CNR) were calculated as the objective basis for image quality assessment. The coronary artery image quality was evaluated by 2 experienced doctors with double blind method. The differences of indexes and image quality under different triggering thresholds were analyzed. **Results** The SD value of enhanced scan in group B was lower than that of group A and group C2 group, and SNR was also lower than that of group A and group C2 (P<0.05); The image quality score and the excellent and good rate of image in group B were higher than those in group A and group C2 (P<0.05). **Conclusion** The scan triggering threshold technique, as commonly used scanning method in CT coronary angiography, to set the scan triggering threshold of dual-source CT at 130HU can obtain images of better quality, facilitate clinical observation and diagnosis, which is worthy of clinical promotion.

[Key words] CHD; Scan Triggering Threshold; Contrast Agent; Image Quality

CHD作为临床较为常见的心脑血管疾病,是由冠状动脉血管发生动脉粥样硬化病变而引起的血管腔狭窄或阻塞进而导致心肌缺血、缺氧的心脏疾病,具有发病率高、死亡率高等特点^[1]。双源CT是目前临床中诊断和跟踪CHD病情的有效影像手段,不仅能有效诊断冠状动脉狭窄,而且对病变部位的血流动力学、心肌灌注缺损程度等进行准确评估^[2],受到了广大医师的一致好评。影响CT冠状动脉成像的因素较多,常见的有患者心率^[3]、扫描延迟时间、手动或自动扫描、对比剂注射方案及浓度等,但笔者在长期的临床实践中也注意到不同的扫描触发阈值对成像图像质量存在较大的影响,据此本次研究选取75例行CT冠状动脉造影检查的患者,通过分组设定不同的触发扫描CT阈值,并探讨其造影图像质量差异和寻找最佳触发扫描CT阈值,为临床应用提供依据。

1 资料和方法

1.1 一般资料 研究对象为我院2015年2月~2016年1月期间行CT冠状动脉造影检查的75例CHD患者,所有患者行碘剂实验无过敏症状,无心肌梗死、心肌炎、先心病、肝肾功能不全、肺动脉高压等病史,排除哺乳、妊娠期妇女,排除恶性肿瘤患者等。抽签随机将其分为3组各25例。其中A组男15例,女10例;年龄31~74岁,平均(54.8±8.4)岁;BMI 19.1~23.0,平均(21.2±0.4)。B组男17例,女8例;年龄

33~72岁, 平均(54.7±7.9)岁; BMI 19.2~23.0, 平均(21.1±0.4)。C组男14例, 女11例; 年龄34~75岁, 平均(54.3±8.2)岁; BMI 19.0~22.8, 平均(21.3±0.5)。3组上述基线资料相较无显著差异(P>0.05), 分组具有均衡性。

1.2 扫描方法 患者扫描前均调节呼吸, 减少因呼吸运动产生的伪影对图像质量的影响, 口服0.5mg硝酸甘油舌下含服, 扩张冠状动脉血管。扫描前均先采用高压注射器经右侧肘静脉注射15ml的生理盐水, 以确认注射通道是否通畅, 后注射碘普罗胺对比剂, 注射剂量根据患者BMI确定, 注射速率5.0ml/s。采用德国西门子公司双源CT机扫描, 患者取仰卧位、头足方向, 扫描范围: 从气管隆突水平至膈肌水平, 扫描参数设置: 机架转速0.33s, 螺距0.25~0.35, 准直64×0.625mm, Z轴飞焦点模式, 时间分辨率165ms, 采集时间窗在心动周期的60%~80%, A球管电压140kv, 电流91mA; B球管电压100kv, 电流180mA。A、B、C3组分别设定扫描触发阈值120Hu、130Hu、140Hu, 当监控层面降主动脉感兴趣区(ROC)内CT值达到上述值时自动触发扫描。

1.3 图像处理 3组CT冠状动脉造影均由我院2名资深放射科医师指导完成, 将扫描所得图像输入后台处理工作站中, 利用容积再现(VR)、多平面重建(MPR)、曲面重建(CPR)等方法多角度观察。

1.4 图像质量评价 (1)客观评价: 在轴位图像上采用最大密度投影法(MIP)测量左冠开口、右冠状开口、左前降支近段和左回旋近段血管的CT、SD值, 每个面积各为30mm²。根据CT、SD平均值计算SNR、CNR。计算公式: SNR=平均CT值/SD, CNR=(冠状动脉左

主干强化平均CT值-左心肌平均CT值)/SD。(2)主观标准: 采用美国心脏协会冠状动脉改良分段方法, 运用双盲法对节段图像进行质量评价。1分: 图像质量差, 严重钙化或明显运动伪影, 不能做出诊断; 2分: 图像质量较差, 错层较多, 运动伪影或噪声较大, 诊断存在较大困难; 3分: 图像质量中等, 有部分错层断层伪影或噪声较大, 可大致做出诊断; 4分: 图像质量良好, 有轻微的错层伪影活噪声, 基本能做出影像学诊断; 5分: 图像质量佳, 无错层伪影, 能细致区分细微结构, 能做出精准的影像学诊断。本次研究为了便于统计学比较, 将图像质量4~5分记为优良, 比较2组图像质量优良率。

1.5 统计学方法 选用统计学软件SPSS19.0对研究数据进行分析和处理, 计数资料采取率(%)表示, 计量资料($\bar{x} \pm s$)表示, 组内对比进行 χ^2 检验和t值检验, 以P<0.05为有显著性差异和统计学意义。

2 结果

2.1 图像质量客观评价结果比较 3组不同阈值血管强化CT值、CNR相较无显著差异(P>0.05), B组强化SD值分别较A、C组低, SNR值较A、C组高, 均差异显著(P<0.05), 见表1。

2.2 图像质量主观评价结果

表1 不同触发阈值血管强化CT、SD、SNR、CNR值比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	CT值(HU)	SD值(HU)	SNR值	CNR值
A组(n=25)	412.4±35.6	61.8±23.6	6.9±1.0	29.7±5.4
B组(n=25)	406.4±39.4	45.2±20.3*	9.6±0.8*	30.4±4.9
C组(n=25)	398.6±40.6	57.9±24.2	7.1±1.2	29.4±5.8

注: 与A、C两组相较, *P<0.05。

表2 不同触发阈值的图像质量评分比较

组别	评价节段(个)	1-3分	4-5分	平均评分	优良率
A组(n=25)	318	65	253	4.42±0.21	79.56%
B组(n=25)	322	26	296	4.62±0.19△	91.93%△
C组(n=25)	316	58	258	4.45±0.22	81.65%

注: 与A、C两组相较, △P<0.05。

比较 A组患者中有1例因轻度心率不齐, 图像有明显的血管搏动伪影, 经过简单的心电编辑处理后获得满意图像。A、B、C组分别有效评价318个节段、322个节段、316个节段, 冠状动脉各段强化CT值测量图见图1, 3组图片成像清晰度分别见图2-4, 可见B组图像清晰度明显较高。

B组图像质量主观平均评分、图像优良率分别较A、C两组高, 均差异显著(P<0.05), 见表2。

3 讨论

3.1 CT冠状动脉造影的相关研究

CHD发病率、死亡率长期居高不下引起了临床的极大关注, 目前仅凭冠脉狭窄诊断CHD等疾病既不能反映心肌缺血状况, 也不能准确评估临床急性缺血性心脏事件的发生^[4]。近些年来随着CT技术的发展, CT扫描可“一站式”得到冠状动脉管腔图像和评估左心室功能和心肌灌注等情况^[5]。本次研究所用双能量CT是指在CT机架中内嵌两套球管和探测器, 两个球管呈一定角度排列进行双能减影分析, 不仅可以提供更明确的物质分离, 而且可得到更高能量的解剖图像^[6], 对临床诊断提供重要帮助。

3.2 扫描触发阈值技术 准确把握靶血管强化的峰值是CT冠状动脉造影成像成功的关键因素, 抓住靶血管强化的峰值时

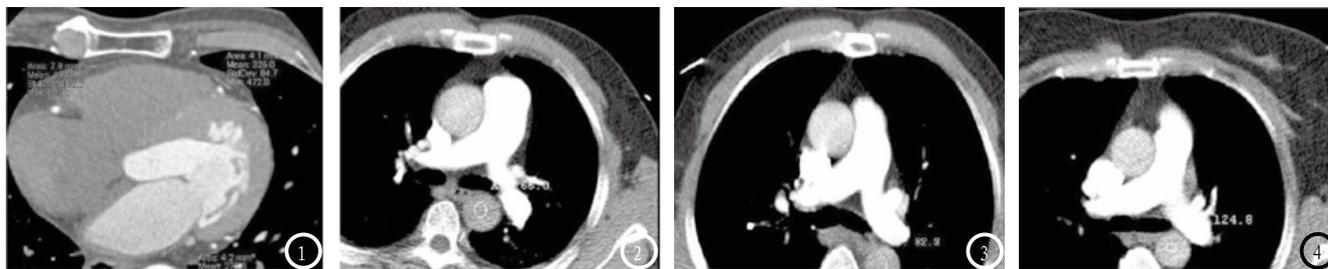


图1 冠状动脉各段强化CT测量；图2 扫描触发阈值为120HU的监控层面；图3 扫描触发阈值为130HU的监控层面；图4 扫描触发阈值为140HU的监控层面。

间，在其峰值时间内适当延迟并准确扫描，因此延迟时间也是影响心血管成像图像质量的重要因素^[7]。张惠英^[8]等研究中提到冠状动脉与上腔静脉、右心房的位置较近，把握延迟时间可使得冠状动脉对比剂浓度最大，对比剂到达升主动脉较快，再加上个体心功能差异等因素影响，使得延迟时间难以确定，因此选择合适的触发阈值对提高图像质量就显得尤为重要。

3.3 扫描触发阈值的作用

CT冠状动脉造影中多采用造影剂团注跟踪触发技术或智能追踪技术，在注射造影剂后先以低剂量在设定触发点层面进行同层动态扫描并前侧设定触发点的强化程度，当强化程度达到预设的CT触发阈值时即可开始正式扫描^[9]。本次研究在上述基础上将触发点设置在主动脉根部，比较不同监测触发点的CT触发扫描阈值直接监测血管及心肌的强化程度，也可以说扫描触发阈值在很大程度上决定对比剂浓度及延迟时间，对扫描成像和诊断影响深刻。国外有研究^[10]报道合适的触发阈值能最大化提高冠状动脉内对比剂的浓度，使冠状动脉内血管对比剂充盈的高峰位于扫描期内，这对显示心脏小血管、减少伪影噪声干扰是十分有利的。

3.4 研究结果分析 在临床充分肯定扫描触发阈值技术作用的同时，笔者为更好的指导其临床应用，通过分组寻找最佳触发扫描CT阈值并取得一定成果。A、B、C3组双源CT冠状动脉造影检查

的扫描触发阈值分别为120HU、130HU、140HU并进行图像质量比较，A、C两组SD值、SNR值较B组差异显著，图像质量较为接近且均明显不如B组。研究^[11]认为不同阈值的设定对心肌冠状动脉血管造影影响显著，过高或者过低会导致对比剂增强水平难以满足诊断需要，不能准确显示血管壁或影响软斑块和钙化斑块的显示。因此笔者综合认为当触发扫描阈值为130HU时，冠状动脉内对比剂浓度达到理想状态，对细小微结构显像充分，心肌灌注、动脉造影的图像质量最佳。

综上，在双源CT冠状动脉造影检查中，采用扫描触发阈值技术并将阈值设定为130HU能通过影响对比剂浓度和延迟时间获得较好的造影成像，图像质量最佳；但本次研究也存在研究例数较少、缺乏血管和心肌强化前后CT差值比较等不足，在后续的研究中应进一步完善。

参考文献

- [1] Raposeiras-Roubín S, Abu-Assi E, González-Cambeiro C, et al. Prognostic influence of prior ischemic heart disease in in-hospital mortality of acute coronary syndromes[J]. *Int J Cardiol*, 2013, 168(5): 5063-5064.
- [2] 潘春球, 武钢, 周望梅, 等. 超声、腹部X线平片、双源CT诊断结肠肿瘤性肠梗阻的临床价值比较[J]. *南方医科大学学报*, 2013, 33(8): 1221-1224.
- [3] 龚佳英, 覃杰, 曹务腾, 等. 心率对640层动态器官容积CT冠状动脉成像图像质量及射线剂量的影响[J]. *实用放射学杂志*, 2014, 14(12): 1993-1996, 2023.

- [4] 王明友, 张忠涛. CT冠状动脉成像与冠状动脉造影诊断冠心病对照研究[J]. *中国医学影像学杂志*, 2014, 20(11): 846-848, 852.
- [5] Tomizawa N, Nojo T, Akahane M, et al. Shorter delay time reduces interpatient variability in coronary enhancement in coronary CT angiography using the bolus tracking method with 320row CT[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2013, 29(1): 185-190.
- [6] 李颀, 祁丽, 周长圣, 等. 双源双能量CT肺动脉成像辐射剂量与图像质量的比较研究[J]. *放射学实践*, 2014, 13(9): 1003-1007.
- [7] 马晓海, 赵蕾, 范占明, 等. 心脏CT检查对肥厚型心肌病合并冠心病患者的诊断价值[J]. *心肺血管病杂志*, 2014, 33(5): 624-627.
- [8] 张惠英, 陈伟彬, 马春梅, 等. 初步探讨不同扫描触发阈值技术在CT冠状动脉成像中的应用价值[J]. *临床放射学杂志*, 2014, 33(3): 445-449.
- [9] 李剑, 印弘, 石明国, 等. 心率对左心功能指数、主动脉强化CT值及延迟时间的影响[J]. *放射学实践*, 2015, 15(11): 1111-1113.
- [10] 马春梅, 宫凤玲, 陈伟彬等. 自动跟踪与手动触发技术在256层CT冠状动脉成像中的应用[J]. *实用放射学杂志*, 2013, 29(11): 1844-1846.
- [11] Yin WH, Lu B, Gao JB, et al. Effect of reduced x-ray tube voltage, low iodine concentration contrast medium, and sinogram-affirmed iterative reconstruction on image quality and radiation dose at coronary CT angiography: Results of the prospective multicenter REALISE trial[J]. *J Cardiovasc Comput Tomogr*, 2015, 9(3): 215-224.
- [12] 钟井松, 胡春洪. 团注追踪触发扫描技术支气管动脉CT血管造影触发阈值的优化[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2014, 20(9): 89-91, 96.

(本文编辑: 唐润辉)

【收稿日期】2016-08-24