

论 著

# 阈值触发法在64排CT冠状动脉CTA检查中的应用\*

翟亚娟<sup>1</sup> 戴亚丽<sup>2,\*</sup> 杨勇政<sup>3</sup>1.漯河医学高等专科学校第三附属医院  
影像科

2.漯河市第二人民医院影像科

3.漯河医学高等专科学校第二附属医院  
影像科 (河南漯河 462000)

**【摘要】目的** 分析阈值触发法在64排CT冠状动脉血管造影(CTA)检查中的应用效果。**方法** 纳入2022年5月至2024年5月期间于我院实施冠状动脉CTA检查的120例患者临床资料,进行回顾性分析。其中56例患者采用小剂量测试法进行冠状动脉CTA检查,纳入小剂量组;64例患者采用阈值触发法进行冠状动脉CTA检查,纳入阈值组。比较两组患者心率、心率变化、图像质量[信号噪声比(SNR)、对比度噪声比(CNR)、主观图像质量评分]、CT值[主动脉根部CT值、左主干CT值、右冠状动脉中段CT值]、辐射剂量[CT容积剂量指数(CTDIvol)、剂量-长度乘积(DLP)]。**结果** 阈值组患者心率低于小剂量组,心率变化高于小剂量组,但差异无统计学意义( $P>0.05$ )。阈值组患者主观图像质量评分、主动脉根部CT值、左主干CT值、右冠状动脉中段CT值均高于小剂量组( $P<0.05$ );SNR、CNR、CTDIvol、DLP均低于小剂量组( $P<0.05$ )。**结论** 阈值触发法用于64排CT冠状动脉CTA检查中可获得高质量冠状动脉图像,且辐射量更低,易获取较高的CTA冠状动脉峰值。

**【关键词】** 阈值触发法;小剂量测试法;冠状动脉;CTA;CT值;辐射剂量

【中图分类号】R543.3

【文献标识码】A

【基金项目】漯河医学高等专科学校2023年度科技创新项目(2023YB32)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.11.028

# Application of Threshold Triggering Method during 64-slice CT Coronary CTA Examination\*

ZHAI Ya-juan<sup>1</sup>, DAI Ya-li<sup>2,\*</sup>, YANG Yong-zheng<sup>3</sup>.

1.Department of Imaging, the Third Affiliated Hospital of Luohe Medical College, Luohe 462000, Henan Province, China

2.Department of Imaging, Luohe Second People's Hospital, Luohe 462000, Henan Province, China

3.Department of Imaging, the Second Affiliated Hospital of Luohe Medical College, Luohe 462000, Henan Province, China

## ABSTRACT

**Objective** To analyze the application effect of threshold triggering method during 64-slice CT coronary angiography (CTA). **Methods** The clinical data of 120 patients who received coronary CTA examination in the hospital were included from May 2022 to May 2024 for retrospective analysis. Among the patients, 56 cases underwent coronary CTA examination with low-dose test method and were included in low-dose group, and 64 cases received coronary CTA examination by threshold triggering method and were enrolled as threshold group. The heart rate, heart rate, image quality [signal-to-noise ratio (SNR), contrast-to-noise ratio (CNR), subjective image quality score], CT value [aortic root CT value, left main CT value, right coronary artery middle CT value] and radiation dose [CT volume dose index (CTDIvol), dose-length product (DLP)] were compared between groups. **Results** The heart rate in threshold group was lower than that in low-dose group, and the heart rate change was higher than that in low-dose group ( $P>0.05$ ). The subjective image quality score, aortic root CT value, left main CT value and right coronary artery middle CT value in threshold group were higher than those in low-dose group ( $P<0.05$ ) while SNR, CNR, CTDIvol and DLP were lower than those in low-dose group ( $P<0.05$ ). **Conclusion** Threshold triggering method for 64-slice CT coronary CTA examination can obtain high-quality coronary artery images, and the radiation dose is lower, and it is easy to obtain higher CTA coronary artery peak.

**Keywords:** Threshold Triggering Method; Low-dose Test Method; Coronary Artery; CTA; CT Value; Radiation Dose

随着生活节奏和饮食结构改变,冠心病发生率逐渐升高,且其死亡率较高,为严重威胁人们生命安全的疾病之一,临床及时诊治对于控制冠心病病情发展至关重要<sup>[1]</sup>。目前冠状动脉CT血管造影(CTA)已逐渐成为临床诊断冠心病发生以及评估冠状动脉病变严重程度的主要方法之一,通过注射造影剂显示冠状动脉轮廓、形状,有利于医生观察冠状动脉狭窄情况,但冠心病患者可能出现高心率、心律不齐等症状,导致成像峰值时间难以选择,进而影响图像质量,可能对医生诊断造成一定影响<sup>[2-3]</sup>。冠状动脉CTA检查中峰值采集方法相关研究较少,临床常用方法包含小剂量测试法、阈值触发法,为了选择效果更好的CTA峰值采集,本次研究对比阈值触发法、小剂量测试法在冠状动脉CTA检查中的应用效果,现将结果汇报如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 纳入2022年5月至2024年5月期间于我院实施冠状动脉CTA检查的120例患者临床资料,进行回顾性分析。120例患者根据冠状动脉CTA峰值采集方法将其分为小剂量组( $n=56$ )和阈值组( $n=64$ ),小剂量组中性别(男/女):31/25例;年龄平均( $57.66\pm 5.13$ )岁;体质量指数平均( $23.51\pm 1.54$ ) $\text{kg}/\text{m}^2$ 。阈值组中性别(男/女):40/24例;年龄平均( $58.08\pm 5.22$ )岁;体质量指数平均( $23.29\pm 1.46$ ) $\text{kg}/\text{m}^2$ 。两组患者一般资料均衡可比( $P>0.05$ )。

纳入标准:年龄18~70岁;疑似冠状动脉狭窄患者;临床资料完整。排除标准:造影剂过敏者;存在房颤以及其他频发心率失常患者;心肌梗塞等心血管不良事件急性发生期;肝肾功能障碍者。

## 1.2 研究方法

**1.2.1 冠状动脉CTA检查:** 使用Revolution Ace/Philip Incisive 64排CT仪器进行检查。检查前指导患者进行呼吸训练,控制其心率在70bpm以下,对于较高心率的患者,可给予舌下含服倍他乐克控制心率。以碘佛醇作为对比剂,以0.9mL/kg剂量、4.0mL/s流速注射,注射后以相同速度注射15mL生理盐水。

**1.2.2 小剂量测试法:** 首先注射15mL对比剂,测试主动脉近弓顶部下1~2cm处图像,再经肘静脉注射0.9mL/kg剂量的对比剂,注射对比剂后观察患者心率,在小剂量对比剂测试所得峰值时间基础上延迟3~4s,以11~12s时间采集图像。

**1.2.3 阈值触发法:** 根据患者心率设置触发阈值,若患者心率为70~80次/min,则阈值设置为100HU,若患者心率<70次/min,阈值设置为90HU,延迟时间8s,采集图像。

【第一作者】翟亚娟,女,副主任医师,主要研究方向:心血管影像。E-mail: 19303898307@163.com

【通讯作者】戴亚丽,女,主管技师,主要研究方向:心血管方向。E-mail: 952718508@qq.com

**1.3 观察指标**

1.3.1 比较两组患者心率、心率变化：记录两组患者心率以及检测中心率变化情况。

1.3.2 图像质量：计算信号噪声比(SNR)、对比度噪声比(CNR)， $SNR=CT血管腔/SD血管腔$ ， $CNR=(CT左主干-CT心包脂肪)/SD左主干$ 。主观图像质量评分：由2位放射科意识使用盲法评估图像质量，进行1-5分评分，1分表示图像质量差，无法进行诊断；5分表示图像清晰，血管等显影良好，诊断容易。

1.3.3 CT值：记录主动脉根部CT值、左主干CT值、右冠状动脉中段CT值。

1.3.4 辐射剂量：记录CT容积剂量指数(CTDIvol)、剂量-长度乘积(DLP)。

1.4 统计学方法 以SPSS 22.0处理计算数据。计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )

描述，以t检验比较组间差异；计数资料以[n(%)]描述，以秩和检验比较等级资料组间差异； $P<0.05$ 为检验标准。

**2 结果**

2.1 两组患者心率、心率变化比较 阈值组患者心率低于小剂量组，心率变化高于小剂量组，但差异无统计学意义( $P>0.05$ )，见表1。

2.2 两组患者图像质量比较 阈值组患者主观图像质量评分高于小剂量组( $P<0.05$ )；SNR、CNR均低于小剂量组( $P<0.05$ )，见表2。

2.3 两组患者CT值比较 阈值组患者主动脉根部CT值、左主干CT值、右冠状动脉中段CT值均高于小剂量组( $P<0.05$ )，见表3。

2.4 两组患者辐射剂量比较 阈值组患者CTDIvol、DLP均低于小剂量组( $P<0.05$ )，见表4。

2.5 典型病例图像 见图1~3。

表1 两组患者心率、心率变化比较(次/min)

组别	n	心率	心率变化
阈值组	64	61.05±2.04	1.50±0.31
小剂量组	56	61.78±2.19	1.42±0.26
t值		1.890	1.519
P值		0.061	0.131

表2 两组患者图像质量比较

组别	n	主观图像质量评分(分)	SNR	CNR
阈值组	64	3.67±0.52	15.97±3.16	19.62±4.01
小剂量组	56	2.94±0.41	19.22±3.57	24.36±4.92
t值		8.454	5.290	5.812
P值		<0.001	<0.001	<0.001

表3 两组患者CT值比较(HU)

组别	n	主动脉根部CT值	左主干CT值	右冠状动脉中段CT值
阈值组	64	453.98±36.52	446.17±35.30	415.66±31.98
小剂量组	56	437.25±34.91	432.94±32.49	401.31±26.44
t值		2.555	2.125	2.656
P值		0.012	0.036	0.009

表4 两组患者辐射剂量比较

组别	n	CTDIvol(mGy)	DLP(mGy·cm)
阈值组	64	36.94±6.12	418.69±36.05
小剂量组	56	40.15±7.05	441.22±40.27
t值		2.670	3.234
P值		0.009	0.002

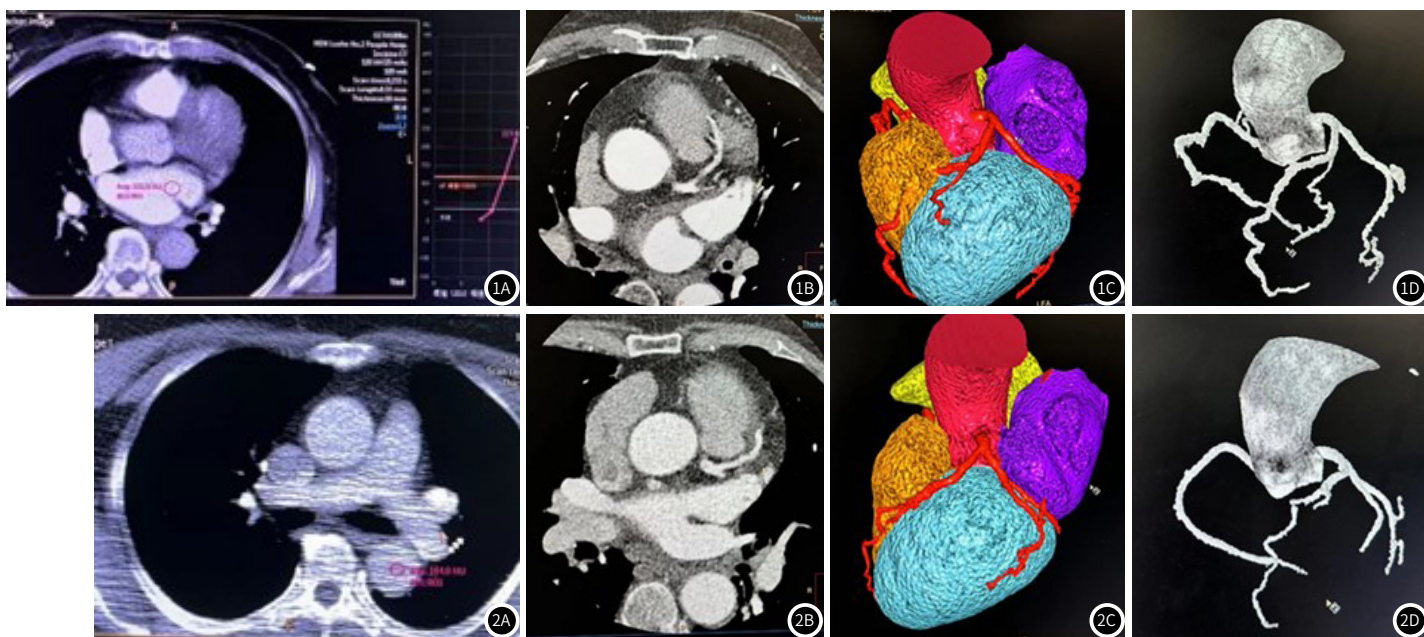


图1 女，76岁，心悸乏力1周，行冠脉CTA检查，采用阈值120，冠脉显影良好。图2 患者女，61岁，冠心病患者，行冠脉CTA检查，阈值100，冠脉显影良好。

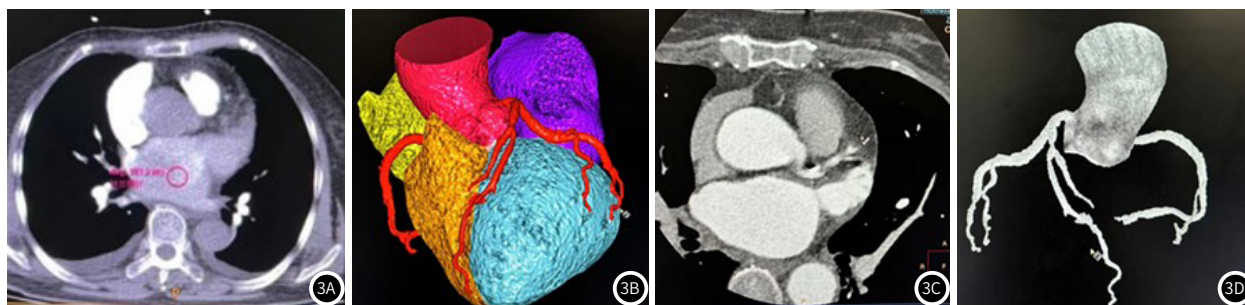


图3 女, 59岁, 心慌胸闷, 行冠脉CTA检查, 阈值110, 冠脉显影良好。

### 3 讨论

冠状动脉CTA作为无创诊断缺血性心脏疾病方法, 具有较高诊断价值, 诊断准确率高, 且误诊、漏诊风险低, 且应用广泛。但冠状动脉CTA检查效能受到图像质量影响, 部分患者受到情绪等因素影响导致心率增高, 会影响成像时间窗, 进而影响时间、组织分辨率, 导致图像质量不理想, 影响医生观察诊断<sup>[4-5]</sup>。因此优化检查扫描方法, 取得稳定且质量高的图像已成为临床研究热点之一。

小剂量测试法常用于冠状动脉CTA检查, 通过先注入小剂量对比剂检测患者血管条件, 并确定冠状动脉峰值采集时间, 再延长适当时间, 减少患者心搏量差异导致的成像质量不足, 且提前注射扫描可帮助患者适应扫描过程, 缓解其紧张情绪, 有利于心率平稳, 减少不良应对成像质量的影响<sup>[6-7]</sup>。但小剂量测试法无法避免后续大剂量注射对比剂达峰时间差异, 且可能导致峰值时间计算不准确, 影响精确扫描效果。阈值触发法是对患者进行动态监测, 根据患者心率设定对应适当阈值, 并适当延迟时间采集峰值特向, 可提高检查效率<sup>[8]</sup>。本次研究结果中, 阈值组患者心率低于小剂量组, 心率变化高于小剂量组, 但差异无统计学意义; 阈值组患者主观图像质量评分高于小剂量组; SNR、CNR均低于小剂量组, 说明阈值触发法用于冠状动脉CTA检查中可提高图像质量。分析其原因, 设定阈值后有利于在患者出发阈值后精确捕捉对比剂达峰时间, 精准成像, 进行多次采集, 且可避免注入生理盐水导致患者发生一过性血压升高、心脏负荷加重等情况, 以获得最佳成像图像<sup>[9]</sup>。

冠状动脉CTA检查的CT值会影响其诊断效能, 大量研究发现, 图像质量好的冠状动脉管腔内CT值应为390~500HU<sup>[10]</sup>。本次研究结果中, 阈值组患者主动脉根部CT值、左主干CT值、右冠状动脉中段CT值均高于小剂量组; CTDIvol、DLP均低于小剂量组, 说明相较于小剂量测试法, 阈值触发法用于冠状动脉CTA中可在辐射量更低的情况获得较高的冠状动脉CTA峰值。原因在于, 阈值触发法可根据造影剂达到感兴趣区域时间调整延迟时间, 不需要增加辐射剂量即可获得理想成像图, 而小剂量测试法则需增加对比剂剂量, 但对比剂注射量增加会影响辐射量, 严重会影响患者对比剂代谢情况, 加重其肾脏负担<sup>[11-12]</sup>。

综上所述, 阈值触发法用于冠状动脉CTA检查中可获得较高质量峰值图像, 且辐射量较低, 具有临床推广应用价值。

### 参考文献

- [1] 盛玉杰, 王询, 王泽静. CT冠状动脉定量在评估冠心病患者心肌缺血诊断中的应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22(5): 103-105
- [2] 秦玲玲, 邓学东, 徐凤兰, 等. 冠状动脉CTA、超声心动图在冠状动脉粥样硬化性心脏病心肌缺血的临床诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(3): 87-88, 99.
- [3] 区贤斌, 黄锦焯, 梁嘉杰, 等. 不同追踪触发监测频率对冠状动脉CTA图像质量及辐射剂量的影响[J]. 海南医学, 2019, 30(14): 1823-1826.
- [4] 孔艳红, 钟朝辉, 张景东, 等. 生理盐水双段注射方法在头颈CTA成像检查中的应用研究[J]. 临床和实验医学杂志, 2019, 18(18): 2012-2015.
- [5] 龚万洋, 敖炜群, 贾玉柱, 等. 基于双源CT不同成像技术对冠脉CTA的检查效率和图像质量的影响[J]. 中国医药导报, 2020, 17(19): 20-23.
- [6] 刘飞, 李仁民. 阈值触发法与小剂量测试法在CTA冠状动脉峰值采集中的对比分析[J]. 医疗卫生装备, 2021, 42(3): 47-50.
- [7] 王青云, 彭正峰, 李兴付, 等. 改良小剂量团注测试法在冠状动脉CT值稳定性中的应用[J]. 医学影像学杂志, 2021, 31(5): 881-884.
- [8] 郭隽, 李钊, 刘大亮. 自由呼吸单个心动周期冠状动脉CT成像对比剂注射方案优化[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(8): 1351-1355.
- [9] 叶薇, 熊伟坚, 陈龙, 等. CTA冠状动脉峰值采集应用小剂量测试法与阈值触发法的效果比较[J]. 现代医用影像学, 2023, 32(6): 1080-1082.
- [10] 高雅琪, 张学昌, 潘瑶, 等. 斑块与主动脉CT值比值鉴别冠状动脉脂质和纤维斑块的价值[J]. 实用放射学杂志, 2024, 40(2): 217-221.
- [11] 王子荣, 刘飞, 张祖峰, 等. 320排动态容积CT冠状动脉血管成像中屏气双阈值触发对冠心病患者间冠状动脉增强差异的研究[J]. 临床放射学杂志, 2019, 38(9): 1777-1782.
- [12] 蔡敏华, 崔毛毛, 叶俊杰. 低浓度对比剂对头颈部CTA患者受辐射剂量、对比剂肾脏损伤发生率的影响[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22(2): 52-54.

(收稿日期: 2024-08-07)

(校对编辑: 翁佳鸿)