

## 等渗对比剂在冠状动脉 CTA 检查中的应用研究\*

李随丽<sup>1</sup>, 彭超<sup>1△</sup>, 刘羽<sup>2</sup>, 黄英<sup>1</sup>, 丁祥利<sup>1</sup>

(1. 重庆市急救医疗中心/重庆市第四人民医院医学影像科 400014;

2. 重庆市公共卫生医疗救治中心放射科 400000)

**[摘要]** **目的** 探讨等渗与次高渗对比剂在冠状动脉 CT 血管造影(CTA)检查中的应用。**方法** 回顾性分析 2020 年 1—12 月在重庆市急救医疗中心行冠状动脉 CTA 检查的 240 例患者病例资料。等渗组采用碘克沙醇 320 mgI/mL, 次高渗组采用碘海醇 350 mgI/mL, 比较两组对比剂推注后受检者心率及不良反应发生情况;对图像质量进行主观评价和客观评价(测量冠状动脉不同分支, 计算对比噪声比)。**结果** 等渗组心率(72.12±4.64)次/分钟低于次高渗组(77.35±5.78)次/分钟, 比较差异有统计学意义( $P<0.05$ )。两组受检者注入对比剂 10 s 内发热程度及尿意感程度比较差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。等渗组图像质量明显好于次高渗组( $P<0.05$ )。**结论** 冠状动脉 CTA 检查使用等渗对比剂碘克沙醇 320 mgI/mL, 可使受检者心率相对稳定, 减少采集图像时的心率波动, 提高图像质量。

**[关键词]** 冠状动脉 CT 血管造影术; 等渗对比剂; 次高渗对比剂; 心率; 图像质量**[中图法分类号]** R816.2**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2023)02-0221-04

## Application of isotonic contrast agent in examination of coronary artery CTA\*

LI Suili<sup>1</sup>, PENG Chao<sup>1△</sup>, LIU Yu<sup>2</sup>, HUANG Ying<sup>1</sup>, DING Xiangli<sup>1</sup>

(1. Department of Medical Image, Chongqing Municipal Emergency Medical Center/Chongqing Municipal Fourth People's Hospital, Chongqing 400014, China; 2. Department of Radiology, Chongqing Municipal Public Health Medical Emergency Center, Chongqing 400000, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the clinical application of isotonic and sub-hypertonic contrast agent in coronary computed tomography angiography (CTA). **Methods** The medical data of 240 patients with coronary CTA examination in the Chongqing Municipal Emergency Medical Center from January to December 2020 were retrospectively analyzed. The isotonic group adopted Iodixanol 320 mgI/mL and the sub-hypertonic group adopted Iohexol 350 mgI/mL. The heart rate and adverse reactions occurrence after injection of contrast were compared between the two groups. The subjective assessment and objective assessment on the image quality were performed (measuring the different coronary branches and calculating the contrast to noise ratio). **Results** The heart rate in the isotonic group was (72.12±4.64) beats/min, which was lower than (77.35±5.78) beats/min in the sub-hypertonic group, and the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ). There were statistically significant differences in the degree of fever and urination desire within 10 s after contrast injection between the two groups ( $P<0.05$ ). The image quality in the isotonic group was significantly better than that in the sub-hypertonic group ( $P<0.05$ ). **Conclusion** Using isotonic contrast Iodixanol 320 mgI/mL in the coronary CTA examination could keep the patient's heart rate relatively stable, reduce the heart rate fluctuation during the acquisition of images, and improve the image quality.

**[Key words]** coronary computed tomographic angiography; isotonic contrast agent; sub-hypertonic contrast agent; heart rate; image quality

冠状动脉 CT 血管造影(computed tomographic angiography, CTA)已经成为诊断和评价冠状动脉疾病的一种重要的无创筛查手段<sup>[1]</sup>。冠状动脉 CTA 检查中对比剂的类别选择、注射剂量、注射速率、扫描过程中患者心率波动及屏气情况等均是影响图像质量的重要因素。冠状动脉 CTA 成像时为了获得理想的图像,放射技术人员还要对多种影响因素进行评估并运用方法进行处理,其中使用对比剂类型是影响图像质量的特殊环节。日常工作中为了冠状动脉 CTA 成像获得理想的图像,常使用次高渗高浓度对比剂,但给患者带来的肾功能损伤是难以预测的<sup>[2-3]</sup>。因此,笔者对冠状动脉 CTA 检查患者使用等渗对比剂和次高渗对比剂,比较两组患者推注对比剂后心率波动及不良反应,旨在寻找最佳的对比剂类别选择方案,为临床合理使用对比剂提供参考依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性分析重庆市急救医疗中心 2020 年 1—12 月行冠状动脉 CTA 检查的患者 240 例,随机分为等渗组和次高渗组,每组 120 例。等渗组:男 66 例,女 54 例;年龄 34~90 岁,平均(59±13)岁;体重 52~78 kg,平均(73±4)kg。次高渗组:男 70 例,女 50 例;年龄 29~91 岁,平均(57±11)岁;体重 45~83 kg,平均(71±7)kg。纳入标准:(1)冠状动脉 CTA 检查适应证;(2)无严重心、肾功能不全;(3)无碘过敏史。排除标准:(1)既往使用出现碘对比剂过敏;(2)不稳定性哮喘;(3)甲状腺功能亢进未行治疗<sup>[4]</sup>。本研究经医院伦理委员会批准(2022ER048),患者或家属签署知情同意书。两组患者性别、年龄、体重等一般资料比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 给药方法

等渗组采用碘克沙醇 320 mgI/mL,次高渗组采用碘海醇 350 mgI/mL。两组患者根据检查前的心率情况决定是否舌下含服酒石酸美托洛尔或扫描前静脉推注盐酸艾司洛尔注射剂。

#### 1.2.2 检查前准备

检查当日尽量避免运动,控制紧张情绪,保持平和心态;可少许进食、进水,禁服刺激性强的饮品。到达检查室休息片刻,护师检查前耐心向患者介绍检查的目的性、重要性、必要性及操作步骤,注药过程中会出现的药物不良反应及注意事项,并进行呼吸训练。技师在扫描前告知患者检查设备转动时噪音情况。让患者对检查过程和可能出现的问题有全面的了解,减轻其心理压力,避免由于自身原因导致扫描失败。

### 1.2.3 仪器设备

采用 Light speed 64 排 128 层螺旋 CT 扫描仪(美国通用电气),配套图像后处理工作站 AW4.4;CT 双筒高压注射器选取型号 Empower CTA 高压注射器(上海 Bracco 公司);对比剂选取等渗对比剂碘克沙醇(320 mgI/mL)及次高渗对比剂碘海醇(350 mgI/mL)。

### 1.2.4 扫描方法

使用回顾性心电门控扫描模式。患者取仰卧位,进床方式根据患者情况而定,按胸三联模式放置心电门控连线。等渗组:管电压 100 kV;次高渗组:管电压 120 kV。其余参数相同:对比剂总量按体重 0.9 mL/kg 计算,流率 4.5~6.0 mL/s,有效电流 400~700 mAs,准直器宽度 64.0 mm×0.6 mm,自动螺距,旋转时间 0.35 s/r;自适应迭代算法(ASIR-V) 40%,扫描范围为气管分叉下至膈下 2 cm。扫描方式:对比剂自动追踪技术监测点,ROI 设于气管分叉水平降主动脉,监测阈值设为 160 HU,触发后延迟 5.6 s 开始扫描,方向从头侧到足侧。

### 1.2.5 图像后处理分析

重建层厚 0.65 mm,层间距 0.65 mm,重建核为平滑卷积核。在 R-R 间期的 45%及 75%进行图像重建,并传送至 AW4.4 后处理工作站,分别对患者图像行最大密度投影、容积再现、多平面重建和曲面重建后处理,并对血管情况进行分析。

### 1.2.6 图像分析

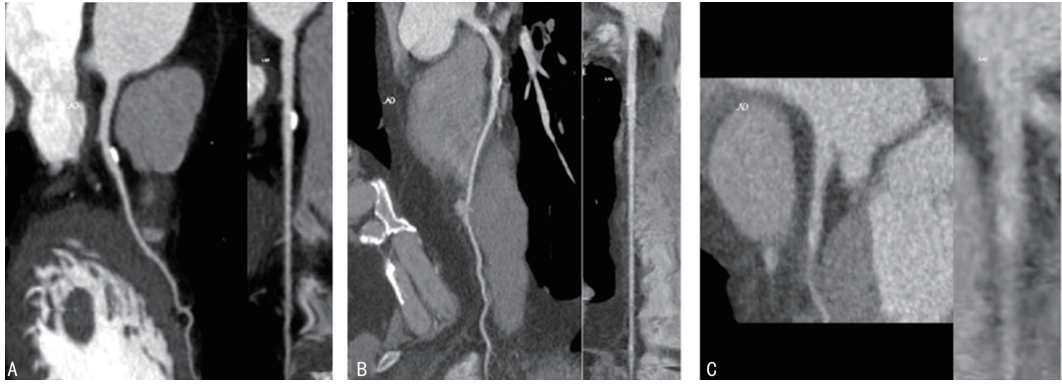
对图像进行 CT 值测量,对比剂注入动脉的 CT 值达到 300~450 HU,即可满足图像后处理及临床诊断的需要<sup>[5]</sup>。1 名放射医师分别对左冠状动脉前降支(LAD)、回旋支(LCX)及右冠状动脉(RCA)管腔的图像质量进行分析,计算对比噪声比(CNR)。2 名放射医师将图像质量进行评分<sup>[6]</sup>:1 级,血管内对比剂充盈良好,边缘光滑,无运动及金属伪影;2 级,血管内对比剂充盈尚可,边缘稍粗糙并有少量运动伪影;3 级,血管内对比剂充盈欠佳,血管边缘与周围分界不清,具有大量运动伪影,管腔显影模糊。将 1、2 级视为可用于诊断和评价的图像,3 级视为不可用于诊断和评价的图像,见图 1。

### 1.2.7 观察指标

分别记录使用不同类型对比剂的受检者于扫描中的心率波动情况,以及推注不同类型对比剂 10 s 内不良反应发生情况。

## 1.3 统计学处理

采用 SPSS13.0 统计软件进行分析。计量资料以  $\bar{x}\pm s$  表示,采用  $t$  检验;计数资料以例数或率表示,采用  $\chi^2$  检验。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。



A:1 级;B:2 级;C:3 级。

图 1 冠状动脉 CT 曲面重建及拉直分析图

## 2 结 果

### 2.1 两组图像质量比较

等渗组图像质量明显好于次高渗组 ( $P < 0.05$ ), 见表 1。

表 1 两组患者检查图像质量比较 [ $n(\%)$ ]

组别	<i>n</i>	1 级	2 级	3 级
等渗组	120	73(60.8)	44(36.7)	3(2.5)
次高渗组	120	49(40.8)	63(52.5)	8(6.7)

### 2.2 两组心率比较

等渗组心率( $72.12 \pm 4.64$ )次/分钟低于次高渗组( $77.35 \pm 5.78$ )次/分钟, 比较差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。

### 2.3 两组不良反应比较

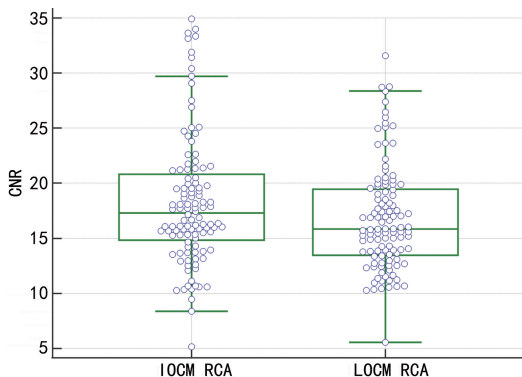
两组注入对比剂 10 s 内发热程度及尿意感程度比较差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 见表 2。

表 2 两组患者不良反应比较 [ $n(\%)$ ]

组别	<i>n</i>	全身 不明显发热	全身 明显发热	轻度 尿意感	重度 尿意感
等渗组	120	93(77.5)	27(22.5)	83(69.2)	37(30.8)
次高渗组	120	45(37.5)	75(62.5)	39(32.5)	81(67.5)

### 2.4 两组冠状动脉不同分支图像质量比较

两组 RCA 的 CNR 比较差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 两组 LAD、LCX 的 CNR 比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见图 2。



IOCM: 等渗对比剂; LOCM: 次高渗对比剂。

图 2 两组 RCA 的 CNR 比较

## 3 讨 论

国内冠状动脉 CTA 检查在 2018 年就已接近 1 000 万例次<sup>[7]</sup>, 合理选择对比剂类型对提高检查成功率, 提升图像质量, 提高诊断效能具有重要意义。目前临床常用的对比剂根据性质可分为高渗、次高渗和等渗对比剂, 次高渗及等渗对比剂的命名是相对于不同参照物而定的, 次高渗对比剂的渗透压高于血浆渗透压的数倍<sup>[8-9]</sup>, 因此次高渗对比剂相对于等渗对比剂和血浆都具有高渗性<sup>[10]</sup>。碘对比剂主要是通过肾脏排泄, 肾小管上皮细胞和内皮细胞可能会由于碘对比剂直接激活凋亡相关信号通路、破坏线粒体活性等因素<sup>[11]</sup>导致出现直接或间接的毒性作用。研究发现, 只有当碘对比剂渗透压  $> 800$  mOsm/kg H<sub>2</sub>O 时, 才会出现碘对比剂渗透压引起的肾毒性<sup>[12]</sup>, 碘海醇 350 mgI/mL 和碘克沙醇 320 mgI/mL 的渗透压分别为 844 mOsm/kg H<sub>2</sub>O、290 mOsm/kg H<sub>2</sub>O<sup>[13]</sup>, 提示影像工作者次高渗对比剂的使用更易使肾脏发生急性肾损伤(PC-AKI)的风险。而等渗对比剂渗透压与血浆渗透压接近, 因此, 对肾小管上皮细胞和内皮细胞的毒性作用弱, 肾脏发生 PC-AKI 的风险较低。

本研究显示, 与次高渗对比剂相比, 等渗对比剂图像质量较好, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 这可能是因为等渗对比剂在注射过程中对血管的刺激小, 通过性强, 患者不适感不明显<sup>[14]</sup>, 减少了图像运动伪影。同时近年 CT 迭代重建技术的应用, 管电压的降低使得管腔内对比剂 CT 值提高<sup>[15]</sup>, 提升了图像 CNR, 保证了图像质量。

本研究也发现, 使用等渗对比剂的受检者在发热程度、尿意感程度均明显低于次高渗对比剂, 说明其与对比剂的渗透性、黏滞度、水溶性和内在的分子毒性、剂量等有关<sup>[16]</sup>。此外, 使用等渗对比剂的受检者在扫描中的心率低于使用次高渗对比剂的受检者, 这说明等渗组受检者心率波动相对较小, 等渗对比剂较次高渗对比剂引起的血流动力学效应更为短暂, 对受

检者的心率影响较小<sup>[17]</sup>。

本研究的局限性:(1)样本量相对较小,未完全检测患者注射对比剂前后的肾功能改变情况,需继续扩充样本量,持续研究等渗及次高渗对比剂在检查过程中患者不良反应及对图像质量的影响;(2)注射对比剂后 10 s 内发热程度及尿意感程度主观性太强,缺乏固定的标准值。

综上所述,冠状动脉 CTA 检查使用等渗对比剂碘克沙醇 320 mgI/mL,能够明显减少受检者检查过程中的不自主发热、尿意感等不良反应,使受检者心率相对稳定,减少采集图像时的心率波动,提高 CTA 图像质量。

## 参考文献

- [1] 李随丽,刘军,王忠睿,等. 盐酸艾司洛尔注射液在冠状动脉 CTA 检查中的临床应用价值的探讨[J]. 重庆医学,2015,44(20):2771-2773.
- [2] SUN K, LI K, HAN R, et al. Evaluation of high-pitch dual-source CT angiography for evaluation of coronary and carotid-cerebrovascular arteries [J]. Eur J Radiol, 2015, 84(3): 398-406.
- [3] VARGA-SZEMES A, MEINEL F G, DE CECOCO C N, et al. CT myocardial perfusion imaging [J]. AJR Am J Roentgenol, 2015, 204(3): 487-497.
- [4] 中华医学会放射学分会对比剂安全使用工作组. 碘对比剂使用指南[J]. 中华医学杂志, 2014, 94(43): 3363-3369.
- [5] 彭超,李随丽,黄英,等. 救护规范化合作在急性胸痛三联征影像检查中的应用[J]. 中华危重症医学杂志, 2021, 14(3): 257-260.
- [6] 邓亮,王梦. 冠状动脉 CT 血管成像中低管电压结合低流速造影剂注射的可行性分析[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2019, 21(10): 1012-1015.
- [7] 吕滨,任心爽,安云强,等. 中国心血管影像技术应用现状调查与医疗质量报告[J]. 中国循环杂志, 2020, 35(7): 625-633.
- [8] 梁长虹. 对比剂使用指南(第 1 版)[J]. 中华放射学杂志, 2008, 42(3): 320-325.
- [9] COSTA N. Understanding contrast media [J]. J Infus Nurs, 2004, 27(5): 302-312.
- [10] 中华医学会放射学分会质量控制与安全管理专业委员会. 肾病患者静脉注射碘对比剂应用专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2021, 55(6): 580-590.
- [11] FAUCON A L, BOBRIE G, CLÉMENT O. Nephrotoxicity of iodinated contrast media: from pathophysiology to prevention strategies [J]. Eur J Radiol, 2019, 116: 231-241.
- [12] SOLOMON R. The role of osmolality in the incidence of contrast-induced nephropathy: a systematic review of angiographic contrast media in high risk patients [J]. Kidney Int, 2005, 68(5): 2256-2263.
- [13] 刘晓庚,陆建常,赵凡玉,等. 超低双剂量扫描技术在肾动脉 CT 血管造影中的应用评价[J]. 广西医学, 2018, 40(10): 1238-1240.
- [14] 肖战丽,杨飞,朱月香,等. 低剂量等渗对比剂在 640 层容积 CT 冠状动脉 CTA 中的可行性研究 [J]. 成都医学院学报, 2015, 10(6): 700-704.
- [15] 王怡宁,吕滨,曹剑. 冠状动脉 CT 血管成像扫描与报告书写专家共识[J]. 协和医学杂志, 2019, 10(1): 23-30.
- [16] DAVIDSON C J, ERDOGAN A K. Contrast media: procedural capacities and potential risks [J]. Rev Cardiovasc Med, 2008, 9 Suppl 1: S24-S34.
- [17] BETTMANN M A. Contrast media: safety, viscosity, and volume [J]. Eur Radiol, 2005, 15 Suppl 4: D62-D64.

(收稿日期:2022-03-16 修回日期:2022-09-25)