

• 心脏介入 Cardiac intervention •

动态路图在冠状动脉低剂量模式中的应用

吴晓旻, 叶梓, 王亚平, 刘洋, 姚义安, 陈飞, 王一平, 汤宇, 来晏

【摘要】 目的 评估联合应用动态冠状动脉路图(dynamic coronary roadmap, DCR)技术及低剂量冠脉模式是否可以进一步降低总放射剂量、透视时间和对比剂用量。**方法** 纳入 2022 年 7 月至 2022 年 12 月在上海市同济医院行冠脉造影患者 94 例,随机分为 DCR 组 53 例,对照组 41 例。DCR 组应用冠状动脉动态路图指导行经皮冠状动脉介入(PCI)术,对照组采用低剂量冠脉造影模式进行手术。比较两组的总空气比释动能(air kerma, AK)、剂量面积乘积(DAP)、术中透视时间、对比剂用量。**结果** 与对照组相比,DCR 组的 AK 明显减低,为(597.9±222.8) mGy 比(717.0±326.8) mGy($P=0.039$);DAP 也显著减少,为(33.2±13.3) Gy·cm²/s 比(41.3±21.5) Gy·cm²/s($P=0.027$);DCR 组的透视时间少于对照组,为(9.8±3.3) min 比(12.1±4.3) min($P<0.01$);两组对比剂用量无明显差异,为(122.3±19.0) mL 比(130.5±28.5) mL($P=0.116$)。 **结论** 在低剂量冠脉介入治疗中应用动态冠脉路图模式,进一步降低了放射线剂量、透视时间及对比剂用量。

【关键词】 动态冠脉路图; 低剂量模式; 经皮冠状动脉介入治疗

中图分类号:R541.4 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2024)-03-0236-04

Application of dynamic coronary roadmap in coronary artery low-dose mode WU Xiaomin, YE Zi, WANG Yaping, LIU Yang, YAO Yi'an, CHEN Fei, WANG Yiping, TANG Yu, LAI Yan. Department of Cardiovascular Medicine, Affiliated Tongji Hospital, Tongji University, Shanghai 200065, China

Corresponding author: LAI Yan, E-mail: laiyab@126.com

【Abstract】 Objective To clarify whether the use of dynamic coronary artery roadmap(DCR) technology in a low-dose mode with 7.5 frames per second during coronary intervention can further reduce the total radiation dose, fluoroscopy time, and contrast agent usage. **Methods** A total of 94 patients, who received coronary angiography at the Shanghai Tongji Hospital of China between July 2022 and December 2022, were enrolled in this study. The patients were randomly divided into DCR group($n=53$) and control group($n=41$). DCR technology was used in the DCR group to guide the performance of percutaneous coronary intervention(PCI), while low-dose mode coronary angiography was adopted in the control group. The total air kerma(AK), dose-area product(DAP), intraoperative fluoroscopy time, and contrast agent usage were compared between the two groups. **Results** In the DCR group AK was (597.9±222.8) mGy, which was significantly lower than (717.0±326.8) mGy in the control group($P=0.039$); DAP was (33.2±13.3) Gy·cm²/s, which was also remarkably lower than (41.3±21.5) Gy·cm²/s in the control group($P=0.027$). In the DCR group and the control group, the intraoperative fluoroscopy time was (9.8±3.3) min and (12.1±4.3) min respectively($P<0.01$), and the contrast agent usage was (122.3±19.0) mL and (130.5±28.5) mL respectively($P=0.116$). **Conclusion** In a low-dose mode during coronary intervention, the use of DCR technology can further reduce radiation dose, fluoroscopy time, and contrast agent usage. (J Intervent Radiol, 2024, 33: 236-239)

【Key words】 dynamic coronary roadmap; low-dose mode; percutaneous coronary intervention

介入治疗与传统内外科治疗已成为第三大临床治疗手段,介入治疗给患者带来收益的同时也伴随着相应的辐射危害^[1]。目前,DSA 设备的硬件不断

提升、在保障手术安全的同时,有效地降低了辐射剂量,使尽可能低的放射线剂量(as low as reasonably achievable, ALARA)在临床推广。ALARA 的原则是

满足临床诊断要求的同时尽量降低剂量^[2]。冠状动脉造影和经皮冠状动脉介入治疗(PCI)安全有效,术中并发症发生率仅为 2%^[3-4]。动态冠状动脉路图(DCR)是一种具有提供运动补偿的实时动态路图技术,在 PCI 过程中对导管、导丝的位置提供连续的视觉反馈,便于术者运用导丝通过靶病变时,减少对比剂的使用,以及球囊与支架定位时采集电影的次数。PCI 术中 X 射线的总剂量与电影曝光帧数和每秒帧数密切相关,Hansen 等^[5]研究发现,当 PCI 术中使用较低帧率(7.5 f/s)时,与常规帧率相比,可以减少放射线剂量,同时并未增加主要心血管事件的发生率。Piayda 等^[6]的研究证实,运用 DCR 技术在 PCI 术中安全可行,在不影响图像质量、手术持续时间和手术成功率的情况下,显著减少了对比剂的用量。本研究评估联合应用 DCR 技术及低剂量冠脉模式是否可以进一步降低总放射剂量、透视时间和对比剂用量。

1 材料与方法

1.1 研究对象

纳入 2022 年 7 月至 2022 年 12 月在上海市同济医院行冠脉造影患者 94 例,随机分为 DCR 组 53 例,对照组 41 例。入选标准:①冠状动脉造影诊断为冠心

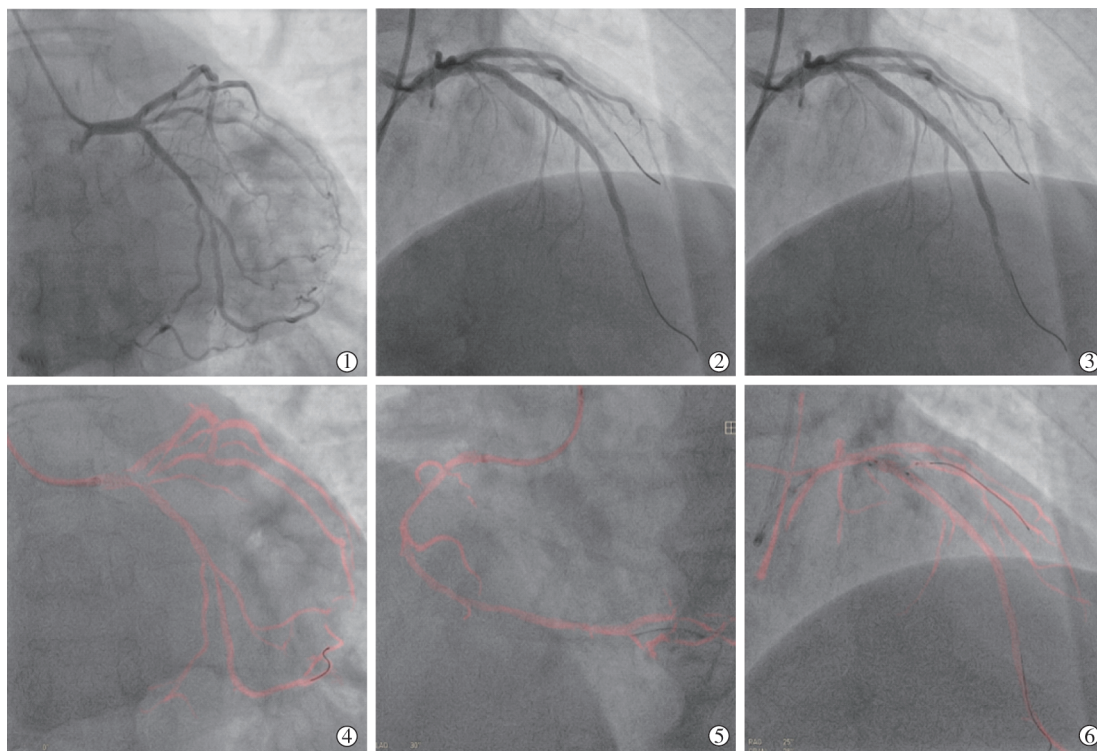
病;②预期干预 1 根血管且植入 1 枚支架。排除标准:①外周血管复杂、迂曲;②合并重要脏器功能异常、血液系统疾病;③冠状动脉左、右开口异常;④分叉、钙化及等复杂病变;⑤不适于本研究的血管病变。

1.2 方法

选用荷兰皇家飞利浦公司(Azurion 7M12)的平板 DSA 系统。所有患者均经桡动脉置入冠状动脉造影导管,推送至双侧冠状动脉开口处,推注对比剂进行冠脉造影。完成诊断造影,与家属沟通后对靶病变进行干预。DCR 组采用 DSA 低剂量采集模式,参数:计量模式 Detail 选择 Low,电影采集帧数为 7.5 f/s,曝光剂量 55 nGy/fr。具体操作:确定工作角度,保持导管头始终可见,不移动缩光器的遮线器、机架以及检查床,在推注对比剂时,至少采集 3 个心动周期,动态路图创建完成,术者根据实时路图进行介入导丝实时引导完成 PCI 术,见图 1。对照组采用 DSA 普通低剂量采集模式,参数:计量模式 Detail 选择 Low,电影采集帧数选择 7.5 f/s,曝光剂量 55 nGy/fr。在 DSA 检查时两组 C 臂机架角度、源像距尽可能保持一致,图像采集时间与质量标准化,视野 19 cm × 19 cm。

1.3 观察指标

手术结束时,DSA 系统记录空气比释动能(air



①指引导管回旋支工作位造影;②导引导丝根据路图通过病变远端;③指引导管右冠工作位造影;④导引导丝根据路图通过病变远端;⑤前降支支架术后造影;⑥扩张球囊根据路图进行对吻扩张

图 1 动态路图在冠脉造影及介入治疗中的应用

kerma, AK)、剂量面积乘积 (dose area production, DAP)、放射时间为在介入中总透视时间 (fluoro time)、术中对对比剂用量。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 21.0 统计软件进行数据处理。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用独立样本 t 检验, 计数资料以例数 (%) 表示, 组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

两组患者一般基线资料比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较

项目	对照组 ($n=41$)	DCR 组 ($n=53$)	P 值
年龄 (岁)	68.3 \pm 9.7	66.4 \pm 9.2	0.33
男性 [例 (%)]	32(78)	37(70)	0.48
体重指数 (kg/m ²)	24.0 \pm 3.6	25 \pm 3.8	0.20
吸烟 [例 (%)]	15(36.6)	22(41.5)	0.63
高血压 [例 (%)]	30(73.1)	39(73.6)	0.96
糖尿病 [例 (%)]	21(51.2)	20(37.7)	0.19
高脂血症 [例 (%)]	12(29.3)	19(36.5)	0.46
PCI 史 [例 (%)]	14(34.1)	10(18.9)	0.09
靶血管			0.78
LAD	21	25	
LCX	11	13	
RCA	9	15	

2.2 两组 AK、DAP、透视时间及对比剂用量比较

两组除对比剂用量差异无统计学意义 ($P > 0.05$) 外, AK、DAP、透视时间差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 2。

表 2 两组 AK、DAP、透视时间及对比剂用量比较 ($\bar{x} \pm s$)

参数	对照组 ($n=41$)	DCR 组 ($n=53$)	P 值
AK (mGy)	717.0 \pm 326.8	597.9 \pm 222.8	0.039
DAP (Gycm ² /s)	41.3 \pm 21.5	33.2 \pm 13.3	0.027
透视时间 (min)	12.1 \pm 4.3	9.8 \pm 3.3	<0.01
对比剂用量 (mL)	130.5 \pm 28.5	122.3 \pm 19.0	0.116

3 讨论

本研究结果显示, 与对照组相比, DCR 组辐射剂量、手术透视时间、对比剂使用量更低。目前静态叠加路图技术在外周血管介入治疗中已成为常规影像辅助手段, 显著减少了对比剂的使用量^[7]。动态冠脉路图的出现克服了由于器官的持续运动 (心脏搏动和呼吸) 无法叠加路图辅助介入治疗的困扰。采集便捷、血管融合度高、实时叠加透视等优点使介入医师可以更加安全有效地操作工作导丝通过

靶病变, 更加便捷地进行球囊、支架定位, 同时减少透视时间及对比剂用量。

器官及皮肤损伤的风险也会随着放射线剂量的增加而增加^[8]。谭泰康等^[9]研究发现, 低剂量模式冠状动脉造影能够在确保图像质量的同时有效降低辐射剂量, 低剂量组辐射剂量为 (212.46 \pm 35.67) mGy, 常规组为 (376.48 \pm 53.26) mGy, 差异有统计学意义 ($P < 0.01$)。谢小为等^[10]探讨了低剂量模式在急性冠状动脉综合征中的有效性和安全性, 结果无论是低剂量模式还是常规剂量模式, 图像质量评分差异无统计学意义 ($t=1.865$, $P=0.066$), 但前者的 AK 仍显著减少, 为 (211.9 \pm 40.7) mGy 比 (374.2 \pm 68.9) mGy, ($P < 0.01$)。Sadamatsu 等^[11]也证实在 PCI 术中, 每秒 7.5 帧的透视检查是安全可行的, 可减少 25.1% 的 AK。Ge 等^[12]在慢性冠状动脉闭塞病变 (CTO) 降低帧率的研究中, 论证了低帧率方案在 CTO-PCI 中是安全可行的, 在低帧率方案中, 成像质量和降低辐射剂量之间取得了良好的平衡, 降低了 CTO-PCI 中手术人员的辐射剂量。

对于介入医师而言, 患者因素是不可控的。Shekhar 等^[13]指出, 提高心血管介入医师对放射线损伤的认识, 在导管室推行可由术者控制的放射防护策略, 包括降低透视帧率、采用低剂量电影采集模式、减少每次放射线脉冲的探测器剂量等, 可大幅度降低放射线剂量。黄永等^[14]也表明介入医师及操控技师合理有效地运用 DSA 设备及其新技术可以有效降低放射线剂量。

目前, 对比剂肾病 (contrast-induced nephropathy, CIN) 已成为医院获得性急性肾功能衰竭的原因之一^[15]。临床上针对 CIN 尚无有效的治疗方法, 仍以预防为主, 常用方法包括术前、术后充分水化以维持有效循环血量, 避免血管内容积过度耗竭是降低对比剂所致急性肾损伤的重要策略^[16]。降低术中对对比剂用量、缩短手术时间、使用低或等渗对比剂等手段也可以在一定程度上降低 CIN 的发生^[17-19]。

本研究尚存在一定的局限性: 首先, 纳入的患者数量相对较少, 为排除不同病变介入术式复杂程度不同所带来的混杂影响, 故选择简单病变, 即 A 型病变且植入单枚支架的病例进行分析, 无法进行亚组分析。其次, 本研究由高年资者完成, 其手术策略、操作习惯对结果产生一定影响, 7.5 f/s 低剂量模式下的 DCR 技术对导管与靶血管的同轴性要求较高, 无法完全避免图像不重合、识别错误等因素, 即便如此, DCR 的出现会改变术者以

往的操作风格。

综上所述,DCR 技术在冠状动脉 7.5 f/s 低剂量模式下行 PCI 术,能够在确保手术安全的同时有效降低辐射剂量、透视时间及对比剂用量,操作简便,具有较高的应用价值,值得在临床上推广。

[参考文献]

- [1] 孟昭阳,刘 鹏,尤寅初,等.浅谈低剂量数字减影血管造影(DSA)X 射线成像系统的辐射安全检测方法[J]. 中国医疗器械信息, 2023, 29:28-32.
- [2] Dubeau J, Sun J, Leroux N, et al. A study on the use of modified extremity dosimeters for the measurement of Hp(3,α)[J]. Radiat Meas, 2021, 140: 106491.
- [3] Navarese EP, Schulze V, Andreotti F, et al. Comprehensive meta-analysis of safety and efficacy of bivalirudin versus heparin with or without routine glycoprotein II b/III a inhibitors in patients with acute coronary syndrome[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2015, 8: 201-213.
- [4] Meinertz T, Diegeler A, Stiller B, et al. German heart report 2013[J]. Clin Res Cardiol, 2015, 104: 112-123.
- [5] Hansen JW, Foy A, Schmidt T, et al. Fluoroscopy pulse rate reduction during diagnostic and therapeutic imaging in the cardiac catheterization laboratory: an evaluation of radiation dose, procedure complications and outcomes[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2017, 89: 665-670.
- [6] Piayda K, Kleinebrecht L, Afzal S, et al. Dynamic coronary roadmapping during percutaneous coronary intervention: a feasibility study[J]. Eur J Med Res, 2018, 23: 36.
- [7] Stangenberg L, Shuja F, Carelsen B, et al. A novel tool for three-dimensional roadmapping reduces radiation exposure and contrast agent dose in complex endovascular interventions[J]. J Vasc Surg, 2015, 62: 448-455.
- [8] 刘伟宾,黄连军,郭久芳,等. 心血管疾病患者在介入诊疗过程中辐射剂量分析[J]. 介入放射学杂志, 2014, 23:941-944.
- [9] 谭泰康,陆超灵. 平板 DSA 低剂量模式应用于冠状动脉造影术中的临床研究[J]. 影像研究与医学应用, 2021, 5:100-101.
- [10] 谢小为,王庆华,吴清华. DSA 低剂量技术在急性冠状动脉综合征中的应用及对患者 X 线辐射剂量的影响[J]. 介入放射学杂志, 2022, 31:991-994.
- [11] Sadamatsu K, Nakano Y. The effect of low frame rate fluoroscopy on the X-ray dose during coronary intervention[J]. Intern Med, 2016, 55: 1943-1946.
- [12] Ge L, Zhong X, Ma J, et al. Safety and feasibility of a low frame rate protocol for percutaneous coronary intervention to chronic total occlusions: preliminary experience[J]. EuroIntervention, 2018, 14: e538-e545.
- [13] Shekhar S, Ajay A, Agrawal A, et al. Radiation reduction in a modern catheterization laboratory: a single-center experience[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2022, 100: 575-584.
- [14] 黄 永,王艳芹,杨 洁,等. 降低介入诊疗过程中患者接受辐射剂量的研究[J]. 介入放射学杂志, 2011, 20:563-565.
- [15] 王玉萍,沈世林,苏东君,等. 对比剂肾病研究进展[J]. 介入放射学杂志, 2017, 26:572-575.
- [16] 胡美娟,王 磊,宫剑滨,等. 冠心病介入治疗相关对比剂肾病防治的研究进展[J]. 分子影像学杂志, 2019, 42:465-468.
- [17] Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization[J]. Eur Heart J, 2019, 40: 87-165.
- [18] 陈 飞,鲁静朝,杨秀春,等. CHA2DS2-VASc 评分对冠心病患者择期经皮冠状动脉介入治疗术后对比剂肾病的预测价值[J]. 中国循环杂志, 2018, 33:1049-1052.
- [19] 周 兵,程永德. 介入诊疗中提倡使用等渗性对比剂[J]. 介入放射学杂志, 2012, 21:89-91.

(收稿日期:2023-05-04)

(本文编辑:新 宇)