

# 冠状动脉介入诊疗过程中不同悬吊防护屏位置对操作者所受剂量的影响

王智廷 郑翔 叶虹 闻彩云 黄伟剑 曹国全

325000 温州医科大学附属第一医院心内科(王智廷、郑翔、叶虹、黄伟剑),放射影像科(闻彩云、曹国全)

通信作者:曹国全,Email:122257935@qq.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2017.12.013

**【摘要】** 目的 探讨冠状动脉介入诊疗过程中悬吊防护屏位置的变化对第 1 及第 2 术者位置辐射剂量的影响。方法 采用冠状动脉造影过程中常用的足位、右足位、头位、左足位、左侧位、左头位、右侧位 7 个体位,经桡动脉途径对标准仿真人模体进行曝光采集。测量高度取 125 及 155 cm,在不同采集体位时,用剂量仪测量不同悬吊防护屏位置时第 1 及第 2 术者位置的体表入射剂量率,并比较其是否存在差异。结果 对于第 1 术者只在左足位测得有效剂量率值,且悬吊防护屏靠近患者时的体表入射剂量率高于靠近术者时( $t_{125} = 46.9$ ,  $t_{155} = 4.1$ ,  $P < 0.05$ );第 2 术者在足位、右足位、左侧位、右侧位悬吊防护屏靠近术者时的体表入射剂量率高于靠近患者时( $t_{125} = 11.9$ ,  $24.4$ ,  $11.2$ ,  $2.7$ ,  $t_{155} = 16.1$ ,  $2.8$ ,  $14.4$ ,  $28.8$ ,  $P < 0.05$ );在头位、左足位、左头位时吊防护屏靠近术者时的体表入射剂量率低于靠近患者时( $t_{125} = -4.3$ ,  $-2.4$ ,  $-80.4$ ,  $t_{155} = -10.2$ ,  $-6.7$ ,  $-152.6$ ,  $P < 0.05$ )。结论 冠状动脉介入诊疗过程中悬吊防护屏位置的变化能引起操作者所受剂量的改变,但是不同体位时悬吊防护屏位置变化所引起的操作者所受剂量的变化趋势也不同,因此在实际操作过程中应针对不同投照体位合理应用悬吊防护屏,以有效减少操作者所受剂量。

**【关键词】** 冠状动脉; 介入诊疗; 体表入射剂量率; 悬吊防护屏; 辐射防护

**The influence of different ceiling-mounted shield positions on operators' radiation dose in percutaneous coronary intervention** Wang Zhiting, Zheng Xiang, Ye Hong, Wen Caiyun, Huang Weijian, Cao Guoquan

Department of Cardiology(Wang ZT, Zheng X, Ye H, Huang WJ), Department of Radiology(Wen CY, Cao GQ), First Affiliated Hospital of Wenzhou Medical College, Wenzhou 325000, China

Corresponding author: Cao Guoquan, Email: 122257935@qq.com

**【Abstract】** **Objective** To discuss the influence of the change in ceiling-mounted shield positions on the radiation doses to the first and second operators during percutaneous coronary intervention. **Methods** In this study, the entrance surface dose (ESD) rates were measured for the first and second operators at 125 cm and 155 cm height on different ceiling-mounted shield positions separately through transradial approach. Measurements were repeated 20 times for each position and T test was used for statistical analysis of dose rate arithmetic mean values. **Results** For the first operator, the effective dose values were obtained only on left foot position. The ESD rate values at ceiling-mounted shield position close to patient were higher than that close to operators ( $t_{125} = 46.9$ ,  $t_{155} = 4.1$ ,  $P < 0.05$ ). For the second operator, the ESD rate values on his foot position, right foot position, left anterior oblique position and right anterior oblique position at ceiling-mounted shield position close to the operator, were higher than that close to the patient separately ( $t_{125} = 11.9$ ,  $24.4$ ,  $11.2$ ,  $2.7$ ,  $t_{155} = 16.1$ ,  $2.8$ ,  $14.4$ ,  $28.8$ ,  $P < 0.05$ ). The ESD rate values on head position, left foot position, left head position at ceiling-mounted shield position close to the operator, were lower than that close to the patient ( $t_{125} = -4.3$ ,  $-2.4$ ,  $-80.4$ ,  $t_{155} = -10.2$ ,  $-6.7$ ,  $-152.6$ ,  $P < 0.05$ ). **Conclusions** The change in the ceiling-mounted shield positions gave rise to change in radiation dose to the operators. The changes in radiation doses caused by the changes in ceiling-mounted shield positions are different in various angiographic positions. Ceiling-mounted shield should be used in a reasonable way in agreement with different positions in percutaneous coronary

intervention so as to effectively reduce operators radiation dose.

**【Key words】** Percutaneous coronary; Intervention; Entrance surface dose rate; Ceiling-mounted shield; Radiation protection

冠状动脉介入诊疗过程是在 X 射线实时透视介导下的导管技术,其最终目的是改善血流灌注及心肌缺血状态。这一技术因减小创伤和风险、缩短住院时间、减少患者费用等特点而被广泛应用。我国的介入心脏病学虽然起步较晚,但发展极为迅速,近 10 年来经皮冠状动脉介入治疗(PCI)数量的年均增长率高达 20% ~ 30%<sup>[1]</sup>。这一过程所造成的辐射对于患者来说是短暂的、适度的,而对于操作者则是长期的低剂量辐射暴露,尤其在桡动脉途径更为突出<sup>[2]</sup>。部分心脏及血管介入过程中术者的受照剂量已非常接近放射工作人员的年有效剂量限值(20 mSv)<sup>[3]</sup>。同时有研究表明,与非放射工作人员(12%)相比,放射工作人员的眼晶状体改变达到 52%<sup>[4]</sup>。因此,操作者所受剂量问题就越来越引起广泛的关注。本研究旨在通过测量比较冠状动脉介入诊疗过程中不同悬吊防护屏位置时第 1 和第 2 术者在各体位的体表入射剂量率,来探讨悬吊防护屏位置的变化对操作者所受剂量的影响,为操作者的实际防护工作提供指导和帮助。

## 材料与方 法

1. 设备仪器:美国 GE 公司 Innova 2100 型数字平板血管造影系统,其相关参数:床下型 X 射线管(容量 3.7 MHU)、平板尺寸 20.5 cm × 20.5 cm、20/17/15/12 4 个视野、X 射线管铜滤片、采集帧频 30 帧/s、采集矩阵 1 024 × 1 024、灰阶 14 bit。美国 CIRS 公司的 ATOM 701-D 型标准男性仿真人模体,身高 173 cm,体重 73 kg,体模吸收系数与真人等效。瑞典 UNFORS RAYSAFE 公司的 Unfors Solo X 型 X 射线剂量测量仪:自动量程:72 ~ 3.6 × 10<sup>6</sup> μGy/h,精度 ± 5%,自动调零。床旁防护装置:床旁悬吊防护屏,50 cm × 70 cm,0.5 mm Pb 当量。床旁固定铅裙:下屏,70 cm × 90 cm,0.5 mm Pb 当量;上屏,50 cm × 50 cm,0.5 mm Pb 当量。

2. 方法:采用桡动脉录入途径,将 ATOM 701-D 型仿真人模体置于导管床中线上,采用冠状动脉造影术中常用的 7 个体位<sup>[5]</sup>:足位(CAU35°)、右足位(右前斜 RAO30°足位 CAU30°)、头位(CRA30°)、左足位(左前斜 LAO40°足位 CAU35°)、左侧位(LAO40°)、左头位(LAO10°头位 CRA30°)、右侧

位(RAO30°)。采集参数:视野(FOV) = 15 cm,脉冲曝光,速率为 30 帧/s,自动滤过方式,X 射线管到影像接收器的距离(SID)始终为 110 cm。对于第 1、第 2 术者测量位置的确定,参照医用 X 射线诊断放射防护要求<sup>[6]</sup>:始终保持距床缘 10 cm,第 1 术者距离射线源 50 cm 处,第 2 术者距离射线源 100 cm 处;对于各术者剂量率的测量点,取距地面 125 和 155 cm 高度处,相当于胸部和眼睛高度<sup>[7]</sup>。测量过程中,始终保持剂量仪入射面朝向模体左前胸部<sup>[8]</sup>。在悬吊防护屏靠近术者(第 1 术者)和靠近患者时对体模进行曝光采集,分别测得各术者的体表入射剂量率值。各测量点在不同体位时重复测量 20 次,在剂量率数值稳定时记录其数值,并取其算术均值。

3. 统计学处理:结果用  $\bar{x} \pm s$  表示。采用 SPSS 20.0 软件进行分析。经正态性检验符合正态分布采用两独立样本 *t* 检验对第 1 术者在悬吊防护屏靠近术者及悬吊防护屏靠近患者时的体表入射剂量率、第 2 术者在悬吊防护屏靠近术者及悬吊防护屏靠近患者时的体表入射剂量率进行比较。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

1. 不同采集体位时第 1 术者不同悬吊防护屏位置的体表入射剂量率比较:结果显示,不同采集体位时第 1 术者 125、155 cm 高度在不同悬吊防护屏位置时只在左足位测得有效体表入射剂量率,125、155 cm 高度靠近患者时的剂量率分别为(347.6 ± 26.3)、(164.0 ± 25.3) μGy/h,靠近术者的剂量率分别为(72.0 ± 0)、(135.1 ± 19.2) μGy/h。其他体位均未测得剂量率值。且此时悬吊防护屏靠近患者时的体表入射剂量率高于靠近术者时的体表入射剂量率,差异有统计学意义( $t_{125} = 46.9$ 、 $t_{155} = 4.1$ , $P < 0.05$ )。

2. 不同采集体位时第 2 术者不同悬吊防护屏位置的体表入射剂量率比较:结果列于表 1。由表 1 可知,第 2 术者在 125、155 cm 高度时在足位、右足位、左侧位、右侧位悬吊防护屏靠近术者时的体表入射剂量率高于靠近患者时的体表入射剂量率,差异有统计学意义( $t_{125} = 11.9$ 、24.4、11.2、2.7, $P <$

表 1 第 2 术者 125 及 155 cm 高度不同悬吊屏位置时的体表入射剂量率均值比较 ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ ,  $\bar{x} \pm s$ )Table 1 Comparison of ESD rate value to the second operator at 125 cm and 155 cm on different ceiling-mounted shield positions ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ ,  $\bar{x} \pm s$ )

位置	次数	足位	右足位	头位	左足位	左侧位	左头位	右侧位
125 cm 高度								
靠近患者	20	153.9 ± 6.7	589.6 ± 8.5	869.2 ± 8.4	230.1 ± 13.4	72.0 ± 0	1 574.1 ± 14.7	378.3 ± 22.7
靠近术者	20	175.6 ± 4.6	678.6 ± 13.9	858.3 ± 7.5	219.1 ± 15.5	88.5 ± 6.6	1 146.5 ± 18.7	395.0 ± 16.1
<i>t</i> 值		11.9	24.4	-4.3	-2.4	11.2	-80.4	2.7
<i>P</i> 值		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
155 cm 高度								
靠近患者	20	119.3 ± 7.2	98.2 ± 11.6	901.6 ± 23.8	258.7 ± 13.9	72.0 ± 0	1 051.8 ± 16.0	72.0 ± 0
靠近术者	20	164.9 ± 10.4	114.5 ± 23.4	842.8 ± 9.6	201.0 ± 35.8	107.9 ± 11.1	193.3 ± 19.4	156.3 ± 13.1
<i>t</i> 值		16.1	2.8	-10.2	-6.7	14.4	-152.6	28.8
<i>P</i> 值		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

注:足位. 足位 35°;右足位. 右前斜 30°足位 30°;头位. 头位 30°;左足位. 左前斜 40°足位 35°;左侧位. 左前斜 40°;左头位. 左前斜 10°头位 30°;右侧位. 右前斜 30°

0.05;  $t_{155} = 16.1, 2.8, 14.4, 28.8, P < 0.05$ ); 在头位、左足位、左头位时吊防护屏靠近术者时的体表入射剂量率低于靠近患者时的体表入射剂量率, 差异有统计学意义 ( $t_{125} = -4.3, -2.4, -80.4, P < 0.05$ ;  $t_{155} = -10.2, -6.7, -152.6, P < 0.05$ )。

## 讨 论

研究表明, 介入放射工作人员所接受的辐射剂量比常规医用 X 射线诊断操作高出数倍至数十倍<sup>[9]</sup>。而常见介入放射诊疗过程中冠状动脉介入诊疗时操作者所受辐射剂量最大<sup>[10]</sup>。并且随着技术和操作经验的不断发展, 桡动脉途径已成为冠状动脉介入治疗的主要录入途径。但经桡动脉途径时操作者距射线源和患者较近, 操作过程相对复杂, 整个过程花费时间较长, 因此操作者的职业暴露就更大<sup>[11]</sup>。Leuraud 等<sup>[12]</sup>指出, 白血病的发生与长期的低剂量呈正相关。Andreassi 等<sup>[13]</sup>指出, 导管室长期的辐射暴露与亚临床的颈动脉内膜中膜增厚、端粒延长具有相关性, 为血管老化和早期的动脉粥样硬化提供依据。Weinberg 等<sup>[14]</sup>研究表明, 2~4 Gy 的皮肤剂量能引起一过性的皮肤红斑, 而 10~15 Gy 的皮肤剂量则引起永久性的皮肤及软组织损伤。Ciraj-Bjelac 等<sup>[4]</sup>指出, 介入医生和护士的眼晶状体浑浊与辐射剂量呈正相关。由于冠状动脉介入诊疗过程的特殊性, 使得来自 X 射线管的主射线及来自患者的散射线都可能对操作者构成威胁。因此, 做好术者的临床防护工作, 对于保护其身体健康具有重大意义。

本研究表明, 对于第 1 术者只在左足位测得体表入射剂量率, 这是因为第 1 术者站立位置较第 2

术者更接近于床旁防护屏, 使其较好地处于床旁防护的屏蔽范围之内, 此时床旁防护对第 1 术者的防护最有效。随着距离延长, 第 2 术者站立位置超出了防护的有效屏蔽范围, 不论散射线还是漏射线都对第 2 术者构成威胁, 这与前期的研究结论<sup>[15]</sup>相一致。而在左足位悬吊防护屏靠近患者时的体表入射剂量率高于靠近术者时的体表入射剂量率, 是因为悬吊防护屏靠近患者时使得其对 X 射线管漏射线的屏蔽作用减弱, 而使得第 1 术者所受剂量增加。

对于第 2 术者, 由试验结果可以看出, 在 125、155 cm 高度时, 足位、右足位、左侧位、右侧位悬吊防护屏靠近术者时的体表入射剂量率高于靠近患者时的体表入射剂量率。这是因为, 以上各体位时悬吊屏位于散射源、漏射线源、主射线源与术者之间, 这时悬吊屏靠近患者时相当于有效减少散射面积, 而使第 2 术者的所受剂量减小, 这与 Badawy 等<sup>[16]</sup>的研究结果相一致; 而对于头位、左头位时吊防护屏靠近术者时的体表入射剂量率低于靠近患者时的体表入射剂量率。这是因为, 以上两体位时主射线源与操作者同时位于悬吊防护屏的同一侧, 随着悬吊防护屏逐步靠近患者就相当于逐渐进入主射线束范围内, 而使得悬吊屏的散射线逐渐增加, 使第 2 术者的所受剂量逐渐增大, 大于悬吊防护屏靠近术者时的体表入射剂量率。而在左足位悬吊防护屏靠近患者时的体表入射剂量率高于靠近术者时的体表入射剂量率, 是因为悬吊防护屏靠近患者时使得其对 X 射线管漏射线的屏蔽作用减弱, 同样使第 2 术者所受剂量增加。

本研究采用铅衣外的测量数据, 可能高于实际工作中的体表入射剂量率, 但是其变化趋势可以反

映实际工作中的辐射情况,具有较好的借鉴价值。同时对于第 2 术者数据的测量没有考虑第 1 术者站立位置对其屏蔽作用的影响,其测量值也可能高于实际值,但对于整个剂量率变化趋势的影响不大。

综上所述,由于冠状动脉介入治疗的特殊性,使得操作者在各个体位的所受剂量都表现出不同的特点,在实际工作中要充分了解不同悬吊防护屏位置对操作者所受剂量的影响,在实际防护工作中正确合理地使用悬吊防护屏,使操作者所受剂量降到尽可能低的水平。

**利益冲突** 本研究受温州市科技局科技设计项目(Y20160485)资助。所有作者排名无争议,作者间无利益冲突,未接受不正当的财务利益

**作者贡献声明** 王智廷、黄伟剑和曹国全负责论文的选题、设计和撰写;郑翔、叶虹和闻彩云负责论文数据的收集和分析

### 参 考 文 献

- [1] 葛均波. 开拓新兴介入技术发展多元介入治疗[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2013, 21(1): 1. DOI: 10. 3969/j. issn. 1004-8812. 2013. 01. 001.  
Ge JB. Developing new interventional technology and developing multi interventional therapy[J]. Chin J Interv Cardiol, 2013, 21(1): 1. DOI: 10. 3969/j. issn. 1004-8812. 2013. 01. 001.
- [2] Sciahbasi A, Romagnoli E, Trani C, et al. Operator radiation exposure during percutaneous coronary procedures through the left or right radial approach: the TALENT dosimetric substudy[J]. Circ Cardiovasc Interv, 2011, 4(3): 226-231. DOI: 10. 1161/CIRCINTERVENTIONS. 111. 961185.
- [3] Müller DL, Batter S, Cole PE, et al. Radiation doses in interventional radiology procedures: the RAD—IR study: part 1: overall measures of dose[J]. J Vasc Interv Radiol, 2003, 14(6): 711-727. DOI: 10. 1097/01. RVI. 0000079980. 80153. 4B.
- [4] Ciraj-Bjelac O, Rehani MM, Sim KH, et al. Risk for radiation-induced cataract for staff in interventional cardiology: is there reason for concern? [J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2010, 76(6): 826-834. DOI: 10. 1002/ccd. 22670.
- [5] Wu YQ, Xu MZ, Li Y, et al. Correlation of optimal anglographic viewing angles to body and heart types: a quantitative analysis [J]. CRTeR Clin Med, 2008, 12(4): 779-782. DOI: 10. 3321/j. issn: 1673-8225. 2008. 04. 050.
- [6] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GBZ 130-2013 医用 X 射线诊断放射防护要求[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.  
National Health and Family Planning Commission of China. GBZ 130-2013 Requirements for radiological protection in medical X-ray diagnosis[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.
- [7] Miller DL, Vañó E, Bartal G, et al. Occupational radiation protection in interventional radiology: a joint guideline of the Cardiovascular and

- Interventional Radiology Society of Europe and the Society of Interventional Radiology[J]. Cardiovasc Interv Radiol, 2010, 33(2): 230-239. DOI: 10. 1007/s00270-009-9756-7.
- [8] Kuon E, Dahm JB, Empen K, et al. Identification of less-irradiating tube angulations in invasive cardiology[J]. J Am Coll Cardiol, 2004, 44(7): 1420-1428. DOI: 10. 1016/j. jacc. 2004. 06. 057.
- [9] 王连生, 孙秀玲, 袁杨. 介入放射学 X 射线辐射场分布调查与分析[J]. 职业卫生与应急救援, 2002, 20(3): 158. DOI: 10. 3969/j. issn. 1007-1326. 2002. 03. 028.  
Wang LS, Sun XL, Yuan Y. Investigation and analysis of interventional radiology X-ray radiation field distribution [J]. Occup Health Emerg Res, 2002, 20(3): 158. DOI: 10. 3969/j. issn. 1007-1326. 2002. 03. 028.
- [10] 张琳, 朱建国, 闵楠, 等. 3 种常见介入诊疗中放射工作人员有效剂量的估算[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2011, 31(4): 391-394. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0254-5098. 2011. 04. 004.  
Zhang L, Zhu JG, Min N, et al. Estimation of the effective doses for interventional employees in three common interventional diagnosis and treatment procedures[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2011, 31(4): 391-394. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0254-5098. 2011. 04. 004.
- [11] Brasselet C, Blanpain T, Tassan-Mangina S, et al. Comparison of operator radiation exposure with optimized radiation protection devices during coronary angiograms and ad hoc percutaneous coronary interventions by radial and femoral routes[J]. Eur Heart J, 2008, 29(1): 63-70. DOI: 10. 1093/eurheartj/ehm508.
- [12] Leuraud K, Richardson DB, Cardis E, et al. Ionising radiation and risk of death from leukaemia and lymphoma in radiation-monitored workers (INWORKS): an international cohort study [J]. Lancet Haematol, 2015, 2(7): e276-281. DOI: 10. 1016/S2352-3026(15)00094-0.
- [13] Andreassi MG, Piccaluga E, Gargani L, et al. Subclinical carotid atherosclerosis and early vascular aging from long-term low-dose ionizing radiation exposure: a genetic, telomere, and vascular ultrasound study in cardiac catheterization laboratory staff [J]. JACC Cardiovasc Interv, 2015, 8(4): 616-627. DOI: 10. 1016/j. jcin. 2014. 12. 233.
- [14] Weinberg BD, Guild JB, Arbiqúe GM, et al. Understanding and using fluoroscopic dose display information [J]. Curr Probl Diagn Radiol, 2015, 44(1): 38-46. DOI: 10. 1067/j. cpradiol. 2014. 08. 003.
- [15] 王智廷, 曹国全, 缪妙, 等. 床旁防护屏在冠状动脉介入诊疗过程中对不同操作者的防护作用[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2015, 35(9): 709-712. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0254-5098. 2015. 09. 018.  
Wang ZT, Cao GQ, Miao M, et al. The effect of the bedside protection against different operators in percutaneous coronary intervention[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2015, 35(9): 709-712. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0254-5098. 2015. 09. 018.
- [16] Badawy MK, Deb P, Chan R, et al. A review of radiation protection solutions for the staff in the cardiac catheterisation laboratory[J]. Heart Lung Circ, 2016, 25(10): 961-967. DOI: 10. 1016/j. hlc. 2016. 02. 021.