

冠脉介入诊疗术中不同投照角度对术者辐射剂量的影响

尤 泽, 刘凤刚, 魏兴宇, 胡雅静, 倪锦晖, 张芳芳, 廖 力

【摘要】 目的 探讨冠脉介入诊疗术中不同投照角度对术者辐射剂量的影响。**方法** 模拟冠脉介入诊疗术中常规操作,对标准体模进行造影曝光,采集 8 种投照角度下第一术者和第二术者各左手腕处和左脚踝处的辐射剂量,每处测量点重复采集 5 次。使用配对 t 检验、独立样本 t 检验对两名术者在 8 种投照角度下每处测量点辐射剂量差异进行分析。**结果** 第一术者脚踝处辐射剂量与第二术者脚踝处辐射剂量在大部分投照角度下的差异均有统计学意义($t=-97.91\sim-3.94, P<0.05$),且第二术者脚踝处辐射剂量大于第一术者脚踝处辐射剂量;第一术者脚踝处和第二术者脚踝处在 RAO 投照角度与 LAO 投照角度下辐射剂量差异均有统计学意义($t=-29.5, -36.88, P<0.05$),且 LAO 投照角度脚踝处辐射剂量要大于 RAO 投照角度。所有投照角度下,第一术者和第二术者在手腕处辐射剂量和脚踝处辐射剂量差异均有统计学意义($t=19.17\sim 149.33, P<0.05$)、($t=27.95\sim 207.95, P<0.05$),且手腕处辐射剂量要大于脚踝处辐射剂量。**结论** 冠脉介入诊疗中术者脚踝部辐射剂量和手腕处剂量受投照角度、站位和防护器材等因素的影响,下肢防护器具铅帘应该得到改善,以适应第二术者站位和不同投照角度的辐射防护需求,上肢辐射防护器具应该参考下肢防护器具材质和模式,以减少术者的暴露剂量。

【关键词】 冠脉介入诊疗术; 辐射剂量; 职业健康; 辐射防护

中图分类号:R541.4 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2023)-06-0608-04

The influence of different projection angles on the radiation dose of the operators during coronary interventional diagnosis and treatment YOU Ze, LIU Fenggang, WEI Xingyu, HU Yajing, NI Jinghui, ZHANG Fangfang, LIAO Li. School of Nursing, University of South China, Hengyang, Hunan Province 421001, China

Corresponding author: LIAO Li, E-mail: 254251558@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the relationship between the different projection angles and the radiation dose of the operators during coronary interventional diagnosis and treatment. **Methods** The routine operation of coronary interventional diagnosis and treatment was simulated, the standard phantom was subjected to contrast exposure, and the radiation doses on the left wrist and left ankle of both the first operator and the second operator were separately determined at 8 different projection angles. The radiation dose acquisition was repeated five times for each measurement point. By using paired t -test and independent t -test, the differences in the radiation dose received at each measurement point at 8 projection angles between the two surgeons were analyzed. **Results** The radiation doses at the ankle of the first operator and the ankle of the second operator were significantly different at most projection angles($t=-97.91$ to $-3.94, P<0.05$), and the radiation dose at the ankle of the second operator was greater than that of the first operator. At RAO projection angle and LAO projection angle the radiation doses at the ankle of the first operator and the second operator were significantly different($t=-29.5, t=-36.88, P<0.05$), and the radiation dose at the ankle in LAO projection angle was greater than that in RAO projection angle. Under all projection angles, significant differences in radiation dose at the wrist and the ankle existed between the first and second operators($t=19.17$ to $149.33, P<0.05$, and $t=27.95$ to $207.95, P<0.05$ respectively), and the radiation dose at the wrist was greater than

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2023.06.019

基金项目: 湖南省自然科学基金(2021JJ40489), 湖南省普通高等学校教学改革研究课题(HNJG-2021-06350), 湖南省卫生健康委科研课题(202212013945), 湖南省社会科学成果评审委员会课题(XSP22YBZ180)

作者单位: 421001 湖南衡阳 南华大学护理学院(尤 泽、魏兴宇、胡雅静、倪锦晖、张芳芳、廖 力);南华大学附属第一医院心脏介入影像中心(刘凤刚)

通信作者: 廖 力 E-mail: 254251558@qq.com

that at the ankle. **Conclusion** The radiation dose at the ankle and the wrist of the operators during coronary interventional diagnosis and treatment are affected by several factors including projection angle, position and protective equipment. The lead curtain of the lower limb protective device should be improved so as to be suitable for radiation protection needs for the second operator's standing position and different projection angles. The products of upper limb radiation protection equipment should refer to the material and pattern of the lower limb radiation protection equipment so as to reduce the exposure dose of the operators. (J Intervent Radiol, 2023, 32: 608-611)

【Key words】 coronary interventional diagnosis and treatment; radiation dose; occupational health; radiation protection

由于冠脉介入诊疗的特殊性,术者全程暴露在电离辐射当中,已成为所受辐射剂量最大的群体,并且随着冠脉介入诊疗量的逐年增多,术者所受的辐射剂量也在逐年增高,由于辐射效应所产生的职业健康问题也在不断出现^[1-5]。目前,冠脉介入诊疗中的辐射防护已引起重视^[6]。在冠脉介入诊疗过程中,术者上半身作为辐射防护重点,所配备的辐射防护器具也比较完善,但术者的下肢脚踝处虽然有铅帘防护,但是距离辐射源更近,却无辐射防护衣防护。本研究模拟常规冠脉介入诊疗术,采集第一术者和第二术者上肢左手部和下肢左脚踝处在 8 种投照角度下的辐射剂量,探讨术者下肢脚踝处辐射剂量与上半身手腕处辐射剂量、不同投照角度、不同站位之间的关系,为冠脉介入诊疗术术者的下肢脚踝处辐射防护提供建议。

1 材料与方法

1.1 设备

①DSA 机为 SIEMENS Artis zee III floor, 球管型号床下球管 MEGALIX Cat Plus;②模拟患者标准体模 1 个,模拟第一术者与第二术者普通体模 2 个;③辐射剂量计经校准后设定测量单位为 μSv ;④辐射防护衣铅当量为 0.5 mm;⑤床旁防护设备铅屏尺寸 76 cm×60 cm,床下铅帘尺寸 120 cm×75 cm。

1.2 体模摆放

将患者体模平置于手术床中线,模拟冠脉介入诊疗术患者常规胸腹部体位,在患者体模左侧腋前线内 10 cm 绘制人体纵轴平行线,在左侧肩部下 20 cm 处绘制人体横轴平行线,两线交点处为心脏中心位置,在此交点处放置 1 cm 的钢球,移动床单位,使心脏中心位置即钢球位于视野中央。第一术者和第二术者普通体模紧贴手术床,与床缘平行摆放,两术者间隔 40 cm,两术者普通体模穿戴辐射防护服。

1.3 DSA 机设置

DSA 机放线模式采用电影采集 CardFixed,管电压为 73 kV,采集 15 帧/s,平板视野设置为 20 cm×20 cm,将 DSA 机床旁防护铅屏靠近第一术者,下缘贴近床缘,床下铅帘常规下垂,无褶皱缝隙,DSA 机投照角度分为以下 8 种:①右前斜位(RAO 30°);②肝位(RAO 30°CAU 20°);③右肩位(RAO 30°CRA 20°);④头位(CRA 30°);⑤左肩位(LAO 45°CRA 20°);⑥左前斜位(LAO 45°);⑦蜘蛛位(LAO 45°CAU 20°);⑧足位(CAU 30°),且每个投照角度的手术床面都降至最低点,平板接收器降至最低点。

1.4 佩戴辐射剂量计

辐射剂量计佩戴位置为第一术者左脚脚踝内踝和外踝处、左手手腕内腕和外腕处,第二术者左脚脚踝内踝和外踝处、左手手腕内腕和外腕处,每个佩戴位置为一个测量点。

1.5 测量辐射剂量

设置 DSA 机右前斜位,移动床单位使患者体模的钢球即心脏位置位于视野中央,保证第一术者体模和第二术者体模位置不变,共摆放 5 次体模,每次使用电影模式放线 1 次,每次放线 60 s,待剂量计稳定下来取值。第一术者左手手腕处剂量取内腕和外腕剂量平均值、左脚脚踝处剂量取内踝和外踝剂量平均值,第二术者剂量取值同上。最终,在右前斜位下,第一术者左手手腕处和左脚脚踝处各得到 5 个剂量值,第二术者左手手腕处和左脚脚踝处各得到 5 个剂量值,右前斜位下共得到剂量值 20 个。肝位、右肩位、头位、左肩位、左前斜位、蜘蛛位和足位各个投照角度执行相同操作,各得到 20 个剂量值,共得到 160 个剂量值。

1.6 统计学处理

采用 SPSS 26.0 软件进行分析。经 Kolmogorov-Smirnov 检验,符合正态分布,同一术者在同一投照

角度下手腕处辐射剂量和脚踝处辐射剂量对比采用配对 t 检验,不同术者在同一投照角度下脚踝处辐射剂量对比采用独立样本 t 检验,同一术者在 LAO 投照角度和 RAO 投照角度下脚踝处剂量对比采用独立样本 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

两名术者不同测量点在不同投照角度下的辐射剂量见图 1。

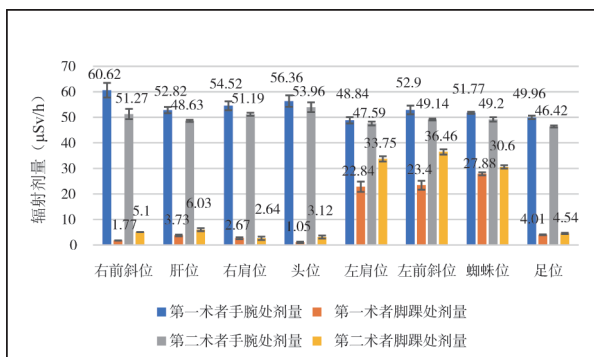


图 1 两名术者不同测量点在不同投照角度下的辐射剂量

不同术者在同一投照角度下脚踝处辐射剂量对比见图 2,除了 RAO 第一术者脚踝处与第二术者脚踝处辐射剂量差异无统计学意义($t=0.11, P>0.05$)外,其他投照角度下第一术者脚踝处辐射剂量与第二术者脚踝处辐射剂量差异均有统计学意义($t=-97.91 \sim -3.94, P<0.05$),且第二术者脚踝处辐射剂量大于第一术者脚踝处辐射剂量。

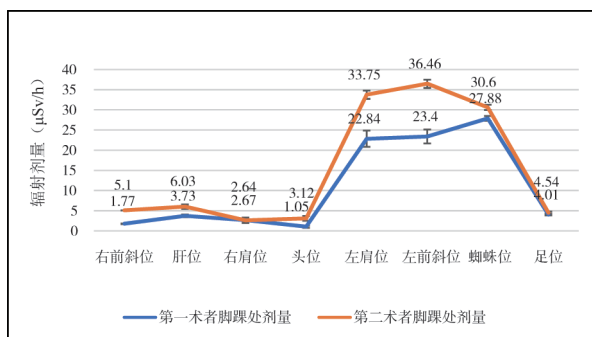


图 2 不同术者在同一投照角度下脚踝处辐射剂量对比

同一术者 LAO 投照角度与 RAO 投照角度下脚踝处辐射剂量对比见图 3,第一术者脚踝处在 RAO 投照角度与 LAO 投照角度下辐射剂量差异有统计学意义($t=-29.5, P<0.05$),且 LAO 投照角度脚踝处辐射剂量要大于 RAO 投照角度;第二术者脚踝处在 RAO 投照角度与 LAO 投照角度下辐射剂量差异有统计学意义($t=-36.88, P<0.05$),且 LAO 投照角

度脚踝处辐射剂量要大于 RAO 投照角度。

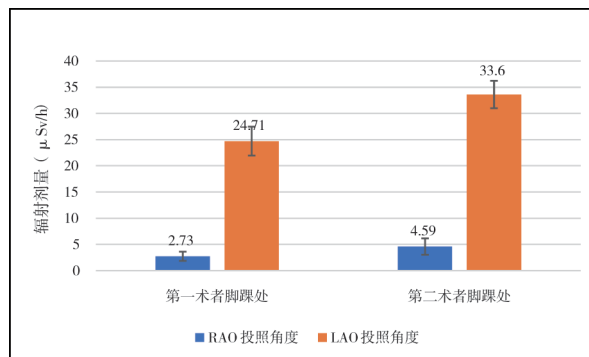


图 3 同一术者 LAO 投照角度与 RAO 投照角度下脚踝处辐射剂量对比

不同术者在同一投照角度下手腕处辐射剂量和脚踝处辐射剂量对比见图 4,所有投照角度下,第一术者在手腕处辐射剂量和脚踝处辐射剂量差异有统计学意义($t=19.17 \sim 149.33, P<0.05$),手腕剂量差异有统计学意义($t=27.95 \sim 207.95, P<0.05$),且手腕处辐射剂量要大于脚踝处辐射剂量。

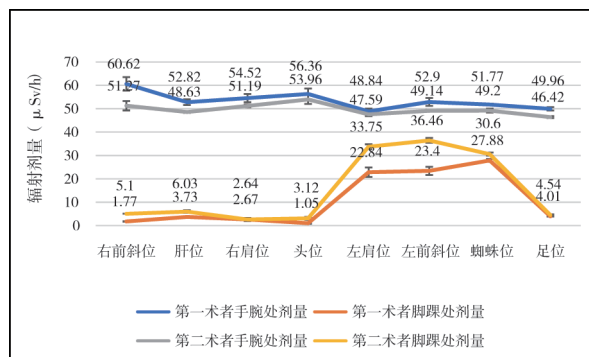


图 4 不同术者在同一采集体位下手腕处辐射剂量和脚踝处辐射剂量对比

3 讨论

研究表明,部分地区的冠脉介入诊疗术年度剂量已经超过了 ICRP 给出的限值,部分地区的术者甚至出现了辐射相关的健康问题^[7-10]。目前,辐射防护已经成为冠脉介入诊疗术中不可缺少的一部分,其中的屏蔽防护在介入手术室广泛应用,但由于辐射的不可见和散射性,对术者辐射剂量的分析难以精准到部位,术者上半身与下半身的辐射在不同投照角度下的受照情况是不同的,这就造成被动的屏蔽防护无法达到 100% 辐射屏蔽。

通常在冠脉介入诊疗术中,术者上半身的辐射防护设备较下半身完善。本研究中,对第一术者与第二术者脚踝部辐射剂量分析发现,虽然两位术者脚踝部离辐射源更近,但在 8 种投照角度下,离辐

射源更远的术者手部的辐射剂量均高于脚踝处辐射剂量,且差异较大,这可能与术者上半身和下半身辐射防护器具材质、搭配和手术床高度等因素有关,术者上半身由于手术的需要而处于一个开放的空间,射线透过手术床后散射程度较大,辐射防护器具无法达到全方位的防护,而下半身辐射源处于一个封闭的空间并被铅帘包围,造成两位术者手部与脚踝部的辐射剂量差异过大。

一般第一术者的辐射防护较第二术者辐射防护更完备,且手术中术者所受辐射剂量与距离成反比^[1]。但本研究在对第一术者和第二术者脚踝处辐射剂量进行比较后,发现在 8 种投照角度中除了 RAO 外,其余 7 种投照角度下,离辐射源更远的第二术者脚踝处辐射剂量高于第一术者脚踝处的辐射剂量。术者下半身的辐射防护主要依赖于自身辐射防护衣防护与手术床铅帘防护,本研究中手术床的铅帘常规下垂,无褶皱缝隙,但是其宽度较短,未延伸至第二术者站立位置,当第二术者调控 DSA 机时,其下半身便暴露在辐射当中,并且在部分投照角度下,由于球管的限制,手术床并不能降至最低点,造成铅帘悬离地面,散射射线可由铅帘与地面的缝隙泄露,造成第二术者下半身暴露程度比第一术者高,由于第二术者脚踝处无辐射防护衣保护,由辐射造成的组织损伤概率则更大。

在对冠脉介入诊疗术中常用的 8 种投照角度进行脚踝部辐射剂量分析时,发现两位术者脚踝部辐射剂量在 LAO 角度下要高于 RAO 角度,且差异较大。冠脉介入诊疗术中为了更清楚地观察冠状动脉,术者会采用不同投照角度,而不同投照角度 DSA 机的 C 臂旋转角度和手术床升降高度会存在差异,在 LAO 投照角度下,DSA 机的球管需要旋转至手术床右侧,造成部分球管超出了铅帘的保护范围产生辐射泄漏,而在 RAO 投照角度,球管旋转至手术床左侧,离术者距离远,且有手术床的阻挡,由此造成两种投照角度术者脚踝处辐射剂量存在差异。

综上所述,目前冠脉介入诊疗术中的辐射防护设计还存在缺陷,术者上半身作为辐射防护的重点,下半身使用的防护器具材质和防护模式可为之提供借鉴,减少上半身的辐射暴露。由于下半身使用的铅帘防护在部分投照角度存在射线泄露的问题,造成第二术者辐射暴露的风险,在后续设计中可适当加长铅帘的长度和宽度,以适应不同的投照角度。术者在 LAO 这种易造成辐射暴露的

投照角度时,可增大铅帘的角度使其正对球管,也可在手术操作时调整 DSA 机设置,使用 DSA 机画面冻结等功能,减少放线次数,降低术者辐射暴露的风险。

本研究所使用的 DSA 机为单一型号,难以代表不同设备开展冠脉介入术的普遍情况,此外,在实际手术中,第一术者和第二术者的位置也会有变化,在后续研究中将讨论不同设备使术者所受剂量的特征,采用模拟计算来研究辐射场的变化。

[参考文献]

- [1] Behan M, Haworth P, Colley P, et al. Decreasing operators' radiation exposure during coronary procedures: the transradial radiation protection board[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2010, 76: 79-84.
- [2] Monzen H, Tamura M, Shimomura K, et al. A novel radiation protection device based on tungsten functional paper for application in interventional radiology[J]. J Appl Clin Med Phys, 2017, 18: 215-220.
- [3] 金德昊, 陈超, 张建, 等. 冠状动脉介入诊疗过程中术者辐射剂量分析[J]. 中国临床医学影像杂志, 2020, 31: 809-812.
- [4] Rajaraman P, Doody MM, Yu CL, et al. Cancer risks in U.S. radiologic technologists working with fluoroscopically guided interventional procedures, 1994-2008[J]. AJR Am J Roentgenol, 2016, 206: 1101-1108.
- [5] Uwineza A, Kalligeraki AA, Hamada N, et al. Cataractogenic load: a concept to study the contribution of ionizing radiation to accelerated aging in the eye lens[J]. Mutat Res Rev Mutat Res, 2019, 779: 68-81.
- [6] 刘凤刚, 王娟娟, 刘小平, 等. 优化护理流程对减少急诊冠状动脉支架术中介入护士辐射的效果[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2018, 38: 617-620.
- [7] D'Avino V, Angrisani L, La Verde G, et al. New eye lens dose limit: status of knowledge in campania hospitals[J]. Int J Environ Res Public Health, 2019, 16: 3450.
- [8] Domienik J, Bissinger A, Grabowicz W, et al. The impact of various protective tools on the dose reduction in the eye lens in an interventional cardiology: clinical study[J]. J Radiol Prot, 2016, 36: 309-318.
- [9] Papp C, Romano-Miller M, Descalzo A, et al. Results of relid study 2014 - buenos aires, argentina retrospective evaluation of lens injuries and dose[J]. Radiat Prot Dosimetry, 2017, 173: 212-217.
- [10] Lee Y, Lee WJ, Jin YW, et al. Interventional radiologists have a higher rate of chromosomal damage due to occupational radiation exposure: a dicentric chromosome assay[J]. Eur Radiol, 2021, 31: 8256-8263.
- [11] 刘凤刚, 王娟娟, 陆从容, 等. 心脏射频消融术中床旁介入护士辐射强度分层图设计[J]. 介入放射学杂志, 2018, 27: 587-590.

(收稿日期: 2022-04-10)

(本文编辑: 新宇)