

辐射防护舱在心脏射频消融术中对术者辐射防护效果的体模研究

陈子满, 邹剑明, 温 红, 黄美萍, 王英丽, 胡天宇, 梁稳生

【摘要】 目的 探讨在心脏射频消融术中防护舱对第 1 及第 2 术者的防护效果。**方法** 将实时剂量仪贴附在术者主要体表部位, 包括 100、120、140 和 160 cm 4 个高度, 采取心脏射频消融术常用投影体位(正位, 左侧位, 右前斜位 30° 及左前斜位 45°), 在无防护装置下及防护舱防护下分别测量第 1 及第 2 术者各部位剂量率, 并计算剂量衰减率。剂量衰减率=(无防护剂量率-有防护剂量率)/无防护剂量率×100%。**结果** 防护舱防护下, 第 1 术者辐射剂量率为 $(0.5 \pm 0.1) \mu\text{Sv}/\text{min}$, 剂量衰减率高达 99% 以上。第 2 术者的辐射剂量率为 $(0.5 \pm 0.1) \sim (1.2 \pm 0.2) \mu\text{Sv}/\text{min}$, 除了 100~120 cm 在右前斜 30° 的辐射防护略差[剂量率为 $(1.1 \pm 0.1) \mu\text{Sv}/\text{min}$; 衰减率, 80.7%], 其余投照体位的辐射衰减率均在 90% 以上。**结论** 使用辐射防护舱可以有效地提供辐射防护, 不仅可以大大降低第 1 术者的辐射暴露, 对第 2 术者也有辐射防护效果。

【关键词】 心脏射频消融; 辐射防护舱; 辐射剂量; 辐射防护

中图分类号: R541.1 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2018)-11-1098-04

Radiation protection effect of radioprotection cabin on the operators in performing cardiac radiofrequency ablation: a phantom study CHEN Ziman, ZOU Jianming, WEN Hong, HUANG Meiping, WANG Yingli, HU Tianyu, LIANG Wensheng. Huizhou Municipal Central People's Hospital, Huizhou, Guangdong Province 516001, China

Corresponding author: HUANG Meiping, E-mail: huangmeiping@126.com

【Abstract】 Objective To investigate the radiation protection effect of radioprotection cabin on the first and second operators in performing cardiac radiofrequency ablation. **Methods** The real-time dosimeters were attached on the operators' main body surface areas, at the heights of 100 cm, 120 cm, 140 cm and 160 cm separately. The radioactive ray entrance doses at different sites on the first and second operators were measured at the following projection positions commonly used in radiofrequency ablation of heart: posterior-anterior (PA), left lateral, 30° right anterior oblique (RAO) and 45° left anterior oblique (LAO) positions. The measurement of the radioactive ray entrance doses was conducted with and without the use of radioprotection cabin separately. The radiation dose attenuation ratio was calculated by the following formula: (radiation dose in not using radioprotection cabin - radiation dose in using radioprotection cabin) ÷ radiation dose in not using radioprotection cabin × 100%. **Results** Under the protection of radioprotection cabin, the radiation dose rate received by the first operator was $(0.5 \pm 0.1) \mu\text{Sv}/\text{min}$, and the radiation dose attenuation ratio was up to over 99%. The radiation dose rate received by the second operator ranged from $(0.5 \pm 0.1) \mu\text{Sv}/\text{min}$ to $(1.2 \pm 0.2) \mu\text{Sv}/\text{min}$, and the radiation dose attenuation ratio was up to over 90% except at 100 cm and 120 cm heights and at 30° RAO position, where the radiation dose rate was $(1.1 \pm 0.1) \mu\text{Sv}/\text{min}$ and the radiation dose attenuation ratio was 80.7%. **Conclusion** The use of radioprotection cabin can effectively

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2018.11.020

基金项目: NSFC-广东联合基金重点支持项目(U1401255)、国家“十二五”科技支撑计划项目(2011BAI11B22)、广东省科技支撑计划项目(2009B030801257、2013B031800006)

作者单位: 516001 广东 惠州市中心人民医院(陈子满、温 红); 广东省心血管病研究所、广东省人民医院、广东省医学科学院、广东省冠心病防治研究重点实验室(黄美萍、胡天宇、梁稳生); 广东省职业病防治院(邹剑明); 惠州市仲恺高新区人民医院(王英丽)

通信作者: 黄美萍 E-mail: huangmeiping@126.com

provide radiation protection. It not only can greatly reduce the radiation exposure on the first operator, but also provide radiation protection on the second operator.(J Intervent Radiol, 2018, 27: 1098-1101)

【Key words】 cardiac radiofrequency ablation; radioprotection cabin; radiation dose; radiation protection

心血管病介入诊疗技术作为近 20 年医学高速发展的学科,具有创伤小,并发症少等优势,已在临床治疗中广泛应用^[1-2]。心脏射频消融术(RFA)诊疗过程中,操作者主要在透视下进行操作,根据病情有时需要进行肺静脉、肺动脉或左心房等造影,在没有做好辐射防护的情况下由此带来的辐射暴露容易引发各种辐射相关疾病,如放射性白内障及免疫功能低下^[3]。随着复杂病例越来越多的开展,第2术者不可或缺,第1、第2术者辐射防护同样重要^[4]。曾有研究报道新型辐射防护舱在介入性心脏病诊疗中对术者的防护效果优于传统的防护设备^[5]。本医院介入导管室最近引进一套新型防护舱,旨在为本院介入诊疗医师提供更安全的防护保障。本研究该新型防护舱对于心脏 RFA 诊疗过程中第1及第2术者的辐射防护情况,为改进辐射防护工作提供科学依据。考虑到心脏 RFA 中肺静脉、肺动脉或左心房等造影的曝光条件较高,而透视条件下曝光条件远低于造影条件,因此本实验只测量造影曝光条件的数值,将透视条件下的情况忽略,以利于数据的收集及分析。

1 材料与方法

1.1 设备及测量工具

采用荷兰飞利浦数字平板血管造影机 Allura Xper FD10/10,主要参数:床下球管、(对角线)6/8/10 英寸三视野、25 cm(10")平板、球管铜滤片、阳极热容量 2.4 MHu、采集矩阵 1 024×1 024、采集速率 30 fps、灰阶 14 bit。本实验采用中国方逸腾公司 T660 型防护舱,高 2 米宽 1 米,可以容纳 1 人,此防护舱专门设计用于心脏 RFA 的辐射防护(图 1)。防护舱前壁、上壁及左右两侧壁均由 0.5 mmPb 透明铅玻璃挡板制成。防护舱后方无防护屏障,利于术者进出。前壁铅玻璃中间(相当于距地面垂直高度 120 mm)有 2 个圆形开口,开口周边有半弧形凸出的圈状 0.5 mmPb 铅防护板,术者操作时手从圆形开口伸出。剂量测量仪为美国飞利浦公司生产的 DoseAware 个人剂量仪,可每秒实时记录辐射剂量率,单位为 mSv/h^[6];体模采用中国 RGRMS 公司生产的 ART-200 型 170 cm -60 kg 规格仿真拟人体模,具

有肺脏、骨骼、软组织等效辐射衰减;术者采用硅胶模体模拟。



图 1 防护舱实景图

1.2 实验条件

按照体位选择本院 RFA 最常用的 4 个体位,包括正位,左侧位,右前斜位 30°及左前斜位 45°。选择系统默认的肺静脉造影自动曝光控制条件((automatic exposure control method, AEC), 管电压 70~90 KV,管电流 550~900 mA,由机器自动调节,采集速率 15 帧/s)。

体模摆放于 C 臂正位时的平板正下方,床体距离地面 100 cm,平板探测器距离体模表面 5~7 cm。

术者站立位设定方法参照心脏 RFA 第 1 术者及第 2 术者站立位:检查床位于中间位、C 臂正位摆放时,在距离 X 射线管中心 70 cm 处作一平行床缘的平行线,第 1 术者位于该线与距离 X 射线管中心 100 cm 交点处,第 2 术者位于该线与距离 X 射线管中心 150 cm 交点处(图 2)。

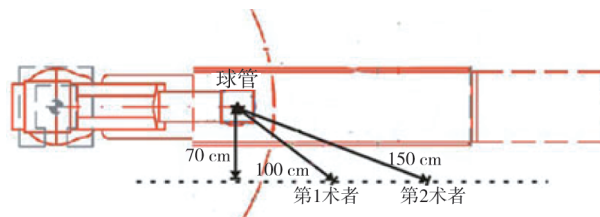


图 2 第 1 术者、第 2 术者站位示意图

DoseAware 个人剂量测量仪贴附术者主要的体表部位,包括 100、120、140 和 160 cm 4 个高度。

测量指标:每个投照体位在无防护及有防护状态下各重复曝光 3 次,每次曝光持续时间 10 s,记录每次曝光的剂量率,结果取 3 次测量值的平均值,分别计算 100~120 cm 和 140~160 cm 高度的总剂量率,并计算剂量衰减率。剂量衰减率=(无防护剂量率-有防护剂量率)/无防护剂量率 \times 100%。

2 结果

2.1 第 1 术者主要体表部位剂量测量

无防护状态下,第 1 术者的剂量率(15.6 ± 0.9)~(209.9 ± 6.8) $\mu\text{Sv}/\text{min}$ 。使用防护舱可以有效地屏蔽辐射,辐射剂量率为(0.5 ± 0.1) $\mu\text{Sv}/\text{min}$,剂量衰减率高达 99%以上(表 1)。

表 1 第 1 术者各投照体位的防护情况

($\mu\text{Sv}/\text{min}$, $\bar{x}\pm s$)

高度	正位			左侧位			左前斜 45°			右前斜 30°		
	无防护	有防护	衰减率/%	无防护	有防护	衰减率/%	无防护	有防护	衰减率/%	无防护	有防护	衰减率/%
100~120 cm	71.9 \pm 2.6	*	*	172.2 \pm 4.4	0.5 \pm 0.1	99.7	102.5 \pm 3.7	0.5 \pm 0.1	99.5	49.18 \pm 1.8	*	*
140~160 cm	48.1 \pm 1.6	*	*	209.9 \pm 6.8	*	*	101.3 \pm 2.3	*	*	15.6 \pm 0.9	*	*

注: * 表示剂量率低于 DoseAware 测量低值(0.01 mSv/h)

2.2 第 2 术者主要体表部位剂量测量

无防护状态下,第 2 术者的辐射剂量率(5.7 ± 0.3)~(61.1 ± 1.3) $\mu\text{Sv}/\text{min}$ 低于第 1 术者。第 1 术者使用防护舱可以有效地减少第 2 术者的辐射暴露,

第 2 术者的辐射剂量率为(0.5 ± 0.1)~(1.2 ± 0.2) $\mu\text{Sv}/\text{min}$ 。除了 100~120 cm 在右前斜 30°的辐射防护略差(剂量率, 1.1 ± 0.1 $\mu\text{Sv}/\text{min}$; 衰减率, 80.7%),其余投照体位的辐射衰减率均在 90%以上(表 2)。

表 2 第 2 术者各投照体位的防护情况

($\mu\text{Sv}/\text{min}$, $\bar{x}\pm s$)

高度	正位			左侧位			左前斜 45°			右前斜 30°		
	无防护	有防护	衰减率/%	无防护	有防护	衰减率/%	无防护	有防护	衰减率/%	无防护	有防护	衰减率/%
100~120 cm	9.4 \pm 0.6	0.8 \pm 0.1	91.5	20.7 \pm 1.1	1.2 \pm 0.2	94.2	12.2 \pm 0.1	0.9 \pm 0.1	92.6	5.7 \pm 0.3	1.1 \pm 0.1	80.7
140~160 cm	15.6 \pm 0.8	0.5 \pm 0.1	96.8	61.1 \pm 1.3	0.7 \pm 0.1	98.9	35.7 \pm 2.3	0.6 \pm 0.1	98.3	8.1 \pm 0.3	0.6 \pm 0.1	92.6

3 讨论

介入诊疗医师的辐射防护意识逐渐加强^[7-8]。除了传统的床旁防护装置、个人防护设备,越来越多新颖的防护设备推出,例如一次性的辐射防护包及悬挂式防护装置^[9-10],辐射防护舱亦是其中一种。传统的个人防护设备包括铅衣、铅围脖、铅帽子、铅眼镜,可以给术者带来防护效果的同时,其沉重的负担对于术者承重关节的损耗亦逐渐引起我们重视^[11]。辐射防护舱,不仅可以给术者提供较好的辐射防护,还可以解除辐射装备的重力负担,近年的使用越来越广泛。本研究在探讨防护舱对第 1 术者的防护效果上,同时关注了第 2 术者的防护情况,为介入医师辐射防护工作提供科学参考依据。

本实验的结果表明,使用辐射防护舱,可以有效地提供辐射防护,最高可达 $>99\%$ 辐射衰减。前人的实验亦曾指出,比起传统的床旁防护装置及个人防护设备,辐射防护舱的防护效果较优^[12]。对于第 1 术者,防护舱防护下,于 100~120 cm 及 140~160 cm 高度几乎均无剂量读数。100~120 cm 相当于床体的高度,辐射暴露来源主要是射线穿透床体及患者的散射线,是术者的辐射伤害的主要区域,对应于性腺器官;140~160 cm 高度主要对应于术者的晶状体、甲状腺等射线敏感器官。使用防护舱可以有

效地保护上述器官避免辐射暴露。

辐射防护舱不仅仅可以保护第 1 术者,还可以为第 2 术者带好较好的辐射防护。第 2 术者除了右前斜 30°的辐射防护略差,其余投照体位的辐射屏蔽率均在 90%以上, $<(1.2\pm 0.2)$ $\mu\text{Sv}/\text{min}$ 。究其原因,除了第 2 术者的距离屏蔽,更重要的是防护舱的辐射屏蔽,阻挡了来自床体、患者的散射线及球管的漏射线,减少了第 2 术者的辐射暴露。

使用辐射防护舱在临床工作中仍具有一定局限性。因防护舱具有体积大的特点,在操作血管造影机时容易对 C 臂造成阻挡。故防护舱目前仅适用于特定的投照角度,例如心脏射频消融术的正位,左侧位,右前斜位 30°及左前斜位 45°。

综上所述,使用辐射防护舱可以有效地提供辐射防护,不仅仅可以大大降低第 1 术者的辐射暴露,还可以为第 2 术者带来辐射防护。

[参考文献]

- [1] Valgimigli M, Gagnor A, Calabro P, et al. Radial versus femoral access in patients with acute coronary syndromes undergoing invasive management: a randomised multicentre trial[J]. Lancet, 2015, 385: 2465-2476.
- [2] Abdelaal E, Plourde G, MacHaalany J, et al. Effectiveness of

- low rate fluoroscopy at reducing operator and patient radiation dose during transradial coronary angiography and interventions [J]. JACC Cardiovasc Interv, 2014, 7: 567-574.
- [3] 赵凤玲, 傅宝华, 陈玉浩, 等. 25 例过量受照人员的远期辐射医学效应[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2012, 32: 403-406.
- [4] Efsthopoulos EP, Katritsis DG, Kottou S, et al. Patient and staff radiation dosimetry during cardiac electrophysiology studies and catheter ablation procedures: a comprehensive analysis[J]. Europace, 2006, 8: 443-448.
- [5] Dragusin O, Weerasooriya R, Jais P, et al. Evaluation of a radiation protection cabin for invasive electrophysiological procedures[J]. Eur Heart J, 2007, 28: 183-189.
- [6] Muller MC, Welle K, Strauss A, et al. Real-time dosimetry reduces radiation exposure of orthopaedic surgeons[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2014, 100: 947-951.
- [7] 陈秀梅, 张容, 赖敏华, 等. 三级医院介入放射防护能力及个人防护现状调查[J]. 介入放射学杂志, 2017, 26: 176-179.
- [8] 陈子满, 黄美萍, 罗纯, 等. 悬吊防护屏对介入医师最佳防护方案的体模研究[J]. 介入放射学杂志, 2015, 24: 637-641.
- [9] Ertel A, Nadelson J, Shroff AR, et al. Radiation dose reduction during radial cardiac catheterization: evaluation of a dedicated radial angiography absorption shielding drape[J]. ISRN Cardiol, 2012, 2012: 769167.
- [10] Marichal DA, Anwar T, Kirsch D, et al. Comparison of a suspended radiation protection system versus standard lead apron for radiation exposure of a simulated interventionalist[J]. J Vasc Interv Radiol, 2011, 22: 437-442.
- [11] Klein LW, Miller DL, Balter S, et al. Occupational health hazards in the interventional laboratory: time for a safer environment[J]. J Vasc Interv Radiol, 2009, 20(7 Suppl): S278-S283.
- [12] Ploux S, Ritter P, Haissaguerre M, et al. Performance of a radiation protection cabin during implantation of pacemakers or cardioverter defibrillators[J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2010, 21: 428-430.

(收稿日期:2018-02-28)

(本文编辑:俞瑞纲)

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告