

悬吊防护屏对介入医师最佳防护方案的体模研究

陈子满, 黄美萍, 罗 纯, 黄斯凡, 谈文开, 刘勇东, 胡天宇

【摘要】 目的 探讨悬吊防护屏规格及摆放位置对介入手术中第一及第二术者辐射防护效果,为选择悬吊防护屏最佳辐射防护方案提供科学依据。**方法** 在第一及第二术者站位,从地面 20 cm 至 180 cm 处,每隔 20 cm 放置一个个人剂量仪。投照体位选择正位与左侧位。悬吊防护屏为铅玻璃(简称玻璃式)与铅玻璃下接铅橡胶皮(简称混搭式)两种。防护屏摆位分别为靠近术者、远离术者、在术者左侧及贴近平球管 4 种。测量 2 种投照体位下,不同防护屏规格与摆位在第一及第二术者位 9 个高度的实时辐射剂量率,计算剂量屏蔽率。**结果** 两种防护屏防护效果接近,以玻璃式略优。对于第一术者,正位投照时以近术者摆位的防护效果最佳,侧位投照则以术者左侧摆位的防护效果最好;对于第二术者,正及侧位投照均以近术者摆位防护效果最优。在最佳摆位情况下:正位投照时第一术者在 120 cm 高度、侧位投照时第一及第二术者各高度仍可检测到较高的辐射剂量率;第一与第二术者总体接受的辐射剂量接近;第一术者的剂量屏蔽率除正位 120 cm 高度稍低(玻璃式为 60.11%,混搭式为 39.89%)外,其余各点均高达 93%以上,第二术者剂量屏蔽率为 57%~97%;侧位屏蔽率整体略高于正位屏蔽率。**结论** 两种防护屏防护效果接近,均能取得较好的防护效果,但正位投照时第一术者的 120 cm 高度及侧位投照时 2 位术者的各高度辐射剂量率仍相对较高,需加强对 120 cm 高度的辐射防护,并尽量少用侧位投照。

【关键词】 介入放射; 辐射剂量; 辐射防护

中图分类号:R445 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2015)-07-0637-05

The optimal radiation protective protocol of ceiling-suspended lead shield for interventional radiologists: a phantom study CHEN Zi-man, HUANG Mei-ping, LUO Chun, HUANG Si-fan, TAN Wen-kai, LIU Yong-dong, HU Tian-yu. Shantou University Medical College, Shantou, Guangdong 515041; Guangdong Cardiovascular Institute, Guangdong General Hospital, Guangdong Academy of Medical Sciences, Guangzhou 510080, China

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

【Abstract】 Objective To evaluate the radiation protective efficacy of different types and the positions of ceiling-suspended lead shield to the principal and assistant interventional operators in order to provide a scientific basis for the selection of optimal scheme in using ceiling-suspended lead shield. **Methods** At the principal and assistant interventional operators' standing places the personal dose-measuring instruments were set up, which were placed at the height of 20 cm to 180 cm above the ground with an interval distance of 20 cm between each other. The postero-anterior (PA) projection and left lateral projection were used. The ceiling-suspended protection lead shields included lead glass (glass type) and lead glass with connected lead flexible stripe below (mixed type). The placed sites of the protection lead-shields were close to the principal operator, away from the principal operator, on the left side of the principal operator and close to the X-ray tube respectively. The radiation doses of PA projection and left lateral projection were determined. The real-time radiation dose rate and dose shielding rate at the nine measuring positions for the principal operator and

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2015.07.019

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

作者单位: 515041 广东汕头 汕头大学医学院, 广东省人民医院, 广东省医学科学院(陈子满); 广东省医学科学院介入导管室(黄美萍、罗 纯、谈文开、刘勇东、胡天宇); 西门子(中国)有限公司(黄斯凡)

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

assistant operator were separately calculated. The results were analyzed. **Results** The radiation protection of the glass type was slightly superior to that of the mixed type, but the difference was not significant. The principal operator was best protected when the shield was positioned close to him in the PA projection, and for left lateral projection the principal operator was best protected when the shield was positioned on his left side. For the assistant operator, the optimal protection was obtained when the shield was positioned close to him in both PA and left lateral projection. In the optimal position of ceiling-suspended lead shield, the highest radiation dose rate (0.71 mSv/h in glass group and 1.07 mSv/h in mixed group) was recorded on the principal operator at the height of 120 cm at PA projection, and higher radiation dose rate (≥ 0.47 mSv/h) was recorded on every point of both operators at the left lateral projection. Meanwhile, the overall received radiation doses of the two groups were very close. At the principal operator standing area, except for the position of 120 cm height (attenuation ratio 60.11% in glass group and 39.89% in mixed group), the attenuation ratio of each measuring point was above 93%. And the assistant operator standing area the attenuation ratio was 57%–97%. The lateral shielding ratio was generally slightly higher than PA shielding ratio. **Conclusion** The radiation protection effect of the two type shields is quite similar, both shields can obtain excellent protection efficacy. But the radiation dose at the height of 120 cm above the ground at PA projection is higher for the principal operator, while at lateral projection the radiation dose at all height levels is still relatively higher for both operators. Therefore, the radiation protection at the level of 120 cm height needs to be strengthened and the lateral projection exposure should be used as less as possible. (J Intervent Radiol, 2015, 24: 637-641)

【Key words】 interventional radiology; radiation dose; radiation protection

介入放射学在不断发展,介入诊疗中医务人员的工作强度在不断加大,所受射线辐射剂量也日益增加。因此,如何更好地做好辐射防护备受各方面的关注^[1]。介入诊疗主要站位包括第一术者位及第二术者位,这一区域工作人员尤其是第一术者靠近 X 射线管,接受的辐射剂量也相对更大,是介入放射防护的重点对象^[2-4]。随着复杂介入手术越来越多开展,第二术者不可或缺,第二术者站位辐射防护逐渐引起重视。因此,采取更佳的防护方式对这两个区域进行辐射防护具有重要价值。本研究探讨悬吊防护屏规格及摆放位置对介入手术中第一术者及第二术者位辐射防护效果,为选择悬吊防护屏最佳辐射防护方案提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 设备及实验工具

ALLURA FD 10 飞利浦血管造影机。悬吊防护屏分为整块铅玻璃(简称玻璃式)及铅玻璃下接铅橡胶皮(简称混搭式)两种。均同时配床下防护帘及侧面防护板,并调整其位置使其尽量靠近第一术者。床旁防护装置均为 0.5 mm 铅当量厚度。剂量测量仪为飞利浦公司生产的 DoseAware 个人剂量仪,可每秒实时记录辐射剂量率,单位为 mSv/h;体模为长、宽、高分别为 35 cm、35 cm 及 20 cm 的有机玻璃(图 1)。

1.2 方法

1.2.1 不变条件 ①体模实验选择冠状动脉造影条件,AEC 自动曝光控制,每次曝光 10 s,重复 3 次,取剂量率的值显示稳定后的算术平均值;②体模摆放于正位投照时平板之正下方,整个实验中床的位置、高度和角度均不变;③DoseAware 安放在第一术者及第二术者站位距地面高度分别为 20 cm、40 cm、60 cm、80 cm、100 cm、120 cm、140 cm、160 cm、180 cm 共 9 个位置上,用输液架作为固定装置。第一术者位与第二术者位设定方法为:检查床位于中间位、正位投照时,在距离球管中心 70 cm 处作一床缘的平行线,第一术者位为该线与距离球管中心 100 cm 交点处,第二术者位为该线与距离球管中心 150 cm 交点处(图 2)。

1.2.2 变动条件及观察参数 ①投照体位:取正位和左侧位;②剂量测量:分别测量第一术者位和第二术者位的 9 个不同高度在无床旁防护装置情况下和不同实验条件下的剂量率,并计算不同实验条件下的剂量屏蔽率。剂量屏蔽率=(无防护剂量率-不同实验条件下测得的剂量率)/无防护剂量率 $\times 100\%$;③实验方案:分别测量两种规格的悬吊防护屏及其摆放位置对第一术者位及第二术者位辐射屏蔽效果。摆放位置分为靠近术者、远离术者、在术者左侧及贴近球管 4 种位置。具体摆放方式为:靠

近术者及远离术者位分别为悬吊防护屏位于第一术者左前方 25 cm 及 50 cm 处,防护屏下缘与床无缝隙接触;在术者左侧位为防护屏位于第一术者左

侧方,防护屏下缘与侧面防护板重叠 10 cm;贴近球管位为相当于左侧位投照时防护屏与球管相贴,防护屏下缘低于侧面防护板上缘 10 cm(图 1、图 2)。



①正位投照防护屏近术者及第一术者位;②正位投照防护屏远离术者及第二术者位;③左侧位投照防护屏在术者左侧;④左侧位投照防护屏贴近球管;⑤混搭式防护屏(宽 50 cm,高 70 cm),⑥玻璃式防护屏(宽 60 cm,左侧高 50 cm,右侧高 75 cm,下缘宽 25 cm),⑦DoseAware 个人计量仪

图 1 悬吊防护屏规格,第一术者、第二术者站位及悬吊防护屏在正侧位投照时的不同摆放位置

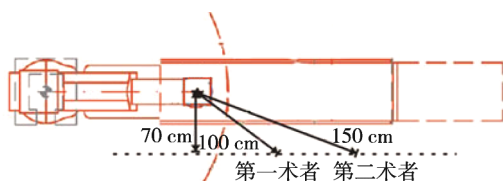


图 2 第一术者、第二术者站位示意图

2 结果

2.1 混搭式防护屏防护下剂量测量

防护屏防护下 9 个不同高度的辐射剂量率见图 3、4,剂量屏蔽率见表 1、2;防护屏防护下 9 个不同高度的剂量率,剂量屏蔽率见表 3、4。不管防护屏规格如何,对第一术者站位,正位投照时,悬吊防护屏近术者位的防护效果最佳;左侧位投照时,防护屏在术者左侧的防护效果最好。对第二术者站位,不管正位或侧位投照,防护效果均以防护屏靠近术

者为最佳。在防护屏最佳摆位情况下:正位投照时第一术者位在 1.2 m 高度仍可测到相对较高辐射剂量率(铅玻璃防护屏为 0.71 mSv/h,混搭式防护屏为 1.07 mSv/h);侧位投照时,无论第一或第二术者位,各高度仍可测到 0.47 mSv/h 以上的辐射剂量率。第一术者剂量屏蔽率(除正位 120 cm 高度稍低,正侧位其余各高度屏蔽率均在 93%以上)整体高于第二术者的剂量屏蔽率(57%~97%);侧位屏蔽率略优于正位屏蔽率。第一与第二术者位总体接受的剂量率接近。

2.2 两种规格防护屏防护效果比较

在防护屏最佳摆位情况下:正位投照时,第一术者在 1.2 m 高度的剂量高峰区域,铅玻璃防护屏的屏蔽率为 60.11%,混搭式防护屏屏蔽率为 39.89%;比较各个高度及第一术者、第二术者辐射剂量率及

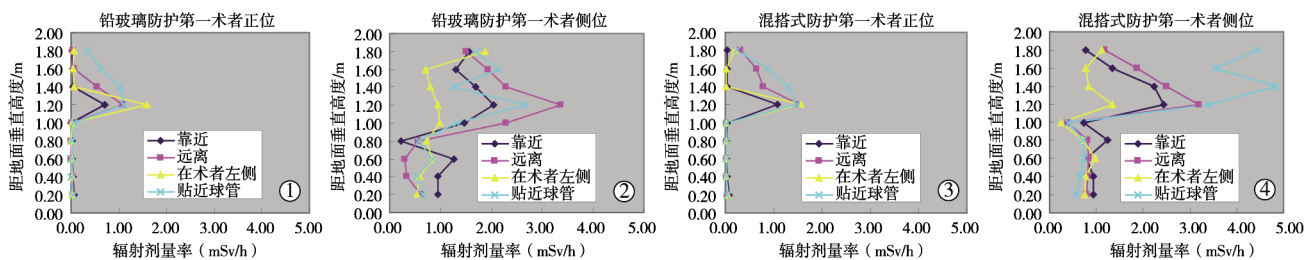


图 3 防护屏防护下第一术者 9 个不同高度的辐射剂量

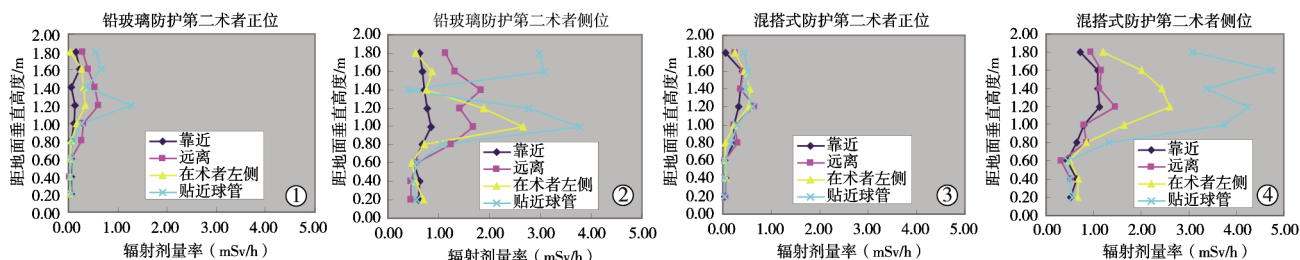


图 4 防护屏防护下第二术者 9 个不同高度的辐射剂量

表 1 玻璃式第一术者站位各高度剂量屏蔽率 (%)

高度(m)	正位				左侧位			
	靠近	远离	在术者左侧	贴近球管	靠近	远离	在术者左侧	贴近球管
1.80	96.77	94.62	92.47	62.37	94.29	94.51	93.16	93.81
1.60	96.85	94.49	96.85	51.18	97.13	95.75	98.47	95.33
1.40	97.74	75.57	96.83	53.39	97.11	96.12	98.64	97.89
1.20	60.11	38.76	10.67	37.64	92.52	87.73	96.53	90.32
1.00	99.49	98.98	98.98	96.43	96.62	94.70	97.71	96.95
0.80	95.65	97.83	97.83	95.65	99.16	98.00	97.35	97.89
0.60	97.17	99.06	98.11	98.11	94.32	98.69	96.21	96.26
0.40	98.59	98.59	99.29	99.65	96.80	98.84	97.99	98.16
0.20	98.19	98.49	99.09	98.79	96.16	97.47	97.80	97.35

表 2 玻璃式第二术者站位各高度剂量屏蔽率 (%)

高度(m)	正位				左侧位			
	靠近	远离	在术者左侧	贴近球管	靠近	远离	在术者左侧	贴近球管
1.80	75.41	52.46	93.44	9.84	95.17	91.26	95.78	77.07
1.60	77.08	59.38	71.88	30.21	95.45	91.10	94.25	79.46
1.40	97.69	75.00	86.11	83.33	96.09	90.05	95.92	97.88
1.20	91.46	63.41	78.66	22.56	91.71	85.02	79.91	70.46
1.00	84.81	62.03	78.48	65.82	95.46	90.93	85.64	79.64
0.80	92.42	60.61	92.42	84.85	96.62	93.74	96.36	94.55
0.60	90.48	92.06	95.24	92.06	96.09	95.63	96.39	95.70
0.40	96.30	99.26	97.78	97.04	96.01	97.04	96.52	96.84
0.20	68.42	73.68	78.95	73.68	81.65	86.24	78.90	82.87

表 3 混搭式防护屏第一术者站位各高度剂量屏蔽率 (%)

高度(m)	正位				左侧位			
	靠近	远离	在术者左侧	贴近球管	靠近	远离	在术者左侧	贴近球管
1.80	96.77	66.67	78.49	74.19	97.14	95.72	95.94	83.67
1.60	97.64	49.61	99.21	29.92	97.06	95.90	98.29	92.24
1.40	98.19	64.25	99.55	41.18	96.20	95.73	98.57	91.76
1.20	39.89	14.04	12.36	16.85	91.09	88.35	95.07	87.52
1.00	98.47	99.49	99.49	98.98	98.29	99.12	99.42	99.07
0.80	95.65	97.83	97.83	97.83	95.49	97.02	97.42	97.38
0.60	99.06	98.11	98.11	98.11	96.44	96.26	95.58	96.71
0.40	98.59	99.65	99.65	99.65	96.80	97.21	97.38	97.79
0.20	97.89	98.79	98.49	99.09	96.20	96.73	96.94	97.71

表 4 混搭式防护屏第二术者站位各高度剂量屏蔽率 (%)

高度(m)	正位				左侧位			
	靠近	远离	在术者左侧	贴近球管	靠近	远离	在术者左侧	贴近球管
1.80	90.16	59.02	59.02	26.23	94.48	92.71	90.80	77.01
1.60	57.29	56.25	54.17	45.83	92.71	92.24	86.49	68.29
1.40	83.33	82.87	74.54	78.70	94.13	93.86	86.79	81.63
1.20	80.49	59.76	67.07	62.80	88.10	84.59	72.26	54.94
1.00	69.62	69.62	69.62	64.56	95.73	95.73	91.09	79.81
0.80	65.15	54.55	90.91	72.73	96.72	95.71	95.71	93.33
0.60	93.65	93.65	95.24	95.24	96.55	97.54	96.24	96.47
0.40	96.30	96.30	96.30	97.04	95.88	96.65	95.62	96.78
0.20	78.95	73.68	68.42	78.95	84.40	84.40	79.51	83.18

剂量屏蔽率,可见铅玻璃防护屏略优于混搭式防护屏,但两种规格的悬吊防护屏总体上均可取得近似的屏蔽效果,对于术者的辐射防护效果差异不大。

3 讨论

床旁防护装置包括悬吊防护屏、侧面防护板及床下防护帘。悬吊防护屏因其有不同规格及可移动范围大的特点,选择哪种规格及摆放位置才能达到

最好的防护效果值得研究^[5]。本研究通过比较悬吊防护屏不同规格及摆放位置对介入手术中第一术者及第二术者位置辐射防护效果,为选择悬吊防护屏最佳辐射防护方案提供科学依据。

本研究结果显示,正确使用防护屏能够有效减少术者接受的辐射。采取正位照射,无论是第一术者亦或第二术者,均以悬吊防护屏靠近术者的摆位取得的防护效果最优。采取左侧位投照,对于第一

术者,防护屏在术者左侧能够取得最好的防护效果;而对于第二术者,采取防护屏靠近术者取得的防护效果最好。究其原因,正位投照时,不管是第一还是第二术者,其辐射来源主要是 X 射线穿透床体及体模时发出的散射线,因此防护屏置于体模上方靠近术者时能够达到较好的屏蔽效果。左侧位投照时,第一术者站立于 X 射线球管的右侧,此时 X 射线球管的漏射线是第一术者的主要辐射来源,因此防护屏置于第一术者左侧能够屏蔽主要辐射源,达到较佳的辐射防护效果;而对于第二术者,因其与 X 射线球管的距离比较远,X 射线球管直接发出的漏射线得到较大的衰减(因 X 射线的辐射能量衰减与距离的平方成反比^[6]),其辐射来源主要还是来自于床体及体模的散射线,此时防护屏置于体模上方靠近术者能够取得更好的屏蔽效果。

在无床旁防护装置的情况下,距离地面垂直高度 30~50 cm 及 120~160 cm 会出现剂量高峰。第 1 个剂量高峰在 X 射线球管发射源处,是球管发射源附近辐射能量大造成的。第 2 个剂量高峰在床体及体模处,是射线穿透上述物件散射造成的^[7-8],且此处的散射造成剂量最高峰,是术者辐射伤害的主要区域^[9]。本研究结果显示,正确使用床旁防护装置后,对于第一术者位,除正位 120 cm 高度处可测到较高的剂量外(铅玻璃剂量 0.71 mSv/h,屏蔽率为 60.11%;混搭式剂量 1.07 mSv/h,屏蔽率为 39.89%),其余各点及侧位各高度辐射屏蔽率均高达 93% 以上。正位投照时 120 cm 高度处仍存在较高剂量的原因可能是悬吊防护屏与侧面防护板、体模及医师手操作位之间存在一定缝隙,射线经此漏出有关。侧位投照的屏蔽率虽然高达 93% 以上,但其各高度仍能测到较高的辐射剂量,这与球管靠近术者有关,对于第二术者位,虽然屏蔽率总体低于第一术者位,但辐射剂量率的绝对值与第一术者值相近,而且正位投照时无剂量相对高值的现象出现。鉴于正位投照时第一术者 120 cm 高度及侧位投照时第一及第二术者各高度仍有相对较高的辐射剂量,因此,实施介入诊疗过程中除做好床旁防护的同时,术者自身要穿铅衣、佩戴铅围脖、铅眼镜及铅帽等^[10],尽量屏蔽散射线及漏射线,同时建议尽量少采用左侧位这一投照角度。

通过比较铅玻璃及混搭式 2 种规格悬吊防护屏的辐射防护效果,发现两者的辐射防护效果差异

不大,因此采取哪种规格的悬吊防护屏对术者的辐射防护效果不会有明显差别。

综上所述,正确使用防护屏能够有效减少术者接受的辐射^[11]。两种悬吊防护屏防护效果接近。对于第一术者,正位投照时以防护屏靠近术者防护效果最佳,左侧位投照则以防护屏在术者左侧的摆位最好;对于第二术者,正位或左侧位投照均以靠近术者摆位防护效果最优。同时应加强对 120 cm 高度的辐射防护,并尽量少用左侧位投照。

[参 考 文 献]

- [1] Durán A, Hian SK, Miller DL, et al. A summary of recommendations for occupational radiation protection in interventional cardiology[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2013, 81: 562-567.
- [2] Abatzoglou I, Koukourakis M, Konstantinides S. Reduction of the radiation dose received by interventional cardiologists following training in radiation protection[J]. Radiat Prot Dosimetry, 2013, 155: 119-121.
- [3] 宋 扬,李正才,陈 硕,等. DSA 冠脉造影致医护人员辐射剂量的研究[J]. 中国辐射卫生, 2014, 23: 329-331.
- [4] 张灶钦,耿继武,闫雪华,等. DSA 介入项目职业病危害放射防护评价要点[J]. 中国职业医学, 2013, 40: 590-592.
- [5] Koukorava C, Carinou E, Ferrari P, et al. Study of the parameters affecting operator doses in interventional radiology using Monte Carlo simulations[J]. Radiat Meas, 2011, 46: 1216-1222.
- [6] 王智廷,曹国全,闻彩云. 冠心病介入治疗中操作者所受剂量的研究[J]. 生物医学工程学进展, 2013, 22: 19-20, 43.
- [7] Fink GE. Radiation safety in fluoroscopy for neuraxial injections[J]. AANA J, 2009, 77: 265-269.
- [8] 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]. J Vasc Interv Radiol, 2010, 21: 607-615.
- [9] Durán A, Hian SK, Miller DL, et al. Recommendations for occupational radiation protection in interventional cardiology[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2013, 82: 29-42.
- [10] Koukorava C, Carinou E, Simantirakis G, et al. Doses to operators during interventional radiology procedures: focus on eye lens and extremity dosimetry[J]. Radiat Prot Dosimetry, 2011, 144: 482-486.
- [11] 黄文华,蒋国民,张贤舜,等. 综合性放射防护措施在介入治疗防护中的应用[J]. 介入放射学杂志, 2012, 21: 514-515.

(收稿日期:2015-01-04)

(本文编辑:俞瑞纲)