

• 实验研究 Experimental research •

冠状动脉介入治疗中操作者所受剂量的
综合研究

王智廷, 曹国全, 闻彩云, 黄周青

【摘要】 目的 测量和评价在冠状动脉介入治疗中第 1 术者在重要辐射剂量区域内所受辐射剂量, 为操作者的辐射防护提供指导和帮助。方法 选用冠心病介入治疗中常用的 7 个体位, 在无辐射防护情况下分别测定不同高度、不同视野、不同采集频率时第 1 术者体表入射剂量率, 并绘制体表入射剂量分布图。结果 区域内剂量峰值都出现在 20 ~ 70 cm 高度范围内, 在 130 ~ 160 cm 高度范围内又出现剂量次高峰, 投照体位中以左脚位(spider 位)时体表入射剂量最大; 高采集频率时的剂量率明显高于低采集频率时; 大视野剂量率明显高于小视野。结论 冠状动脉介入治疗过程中, 重点关注 20 ~ 70 cm 高度区域的放射防护, 而对于左脚位以及 130 ~ 160 cm 高度范围内的辐射剂量的防护也不容忽视。在不影响图像质量和操作的情况下, 应当选取采集频率低和小视野的曝光参数, 尽可能减少术者的吸收剂量。

【关键词】 冠心病; 冠状动脉介入治疗; 入射剂量率; 辐射防护

中图分类号: R541.1 文献标志码: B 文章编号: 1008-794X(2013)-10-0834-04

The radiation dose to operators in performing percutaneous coronary intervention: a comprehensive study WANG Zhi-ting, CAO Guo-quan, WEN Cai-yun, HUANG Zhou-qing. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Wenzhou Medical College, Wenzhou, Zhejiang Province 325000, China

Corresponding author: HUANG Zhou-qing, E-mail: susiehzq@126.com

【Abstract】 **Objective** To measure the radiation dose to the main radiation areas of the chief operator in performing percutaneous coronary intervention for coronary heart disease, and to provide helpful guidance for radiation protection. **Methods** Seven conventional positions commonly used in coronary intervention for coronary heart disease were selected. Under un-protected condition, the surface incident dose rates on the selected seven areas of the chief operator were separately measured at different heights and different fields of view, as well as with different acquisition frequencies, based on which the surface incident dose distribution map was drawn and the results were evaluated and analyzed. **Results** The results showed that the dose peaks at the selected important areas were within 20 – 70 cm high range, while the dose sub-peaks were within 130 – 160 cm high range. The maximum surface incident dose was seen in left foot position (spider position). The surface incident dose rate in high acquisition frequency was much higher than that in low acquisition frequency. Besides, the surface incident dose rate using large field of view was obviously higher than that using small field of view. **Conclusion** In performing percutaneous coronary intervention, close attention should be paid to the radiation protection for 20 – 70 cm high range area, and the radiation protection for 130 – 160 cm high range area should not be ignored when spider position is employed. Besides, low acquisition frequency and small field of view exposure parameters should be used when the image quality as well as the manipulation will not be affected so that the absorbed dose can be reduced as far as possible. (J Intervent Radiol, 2013, 22: 834-837)

【Key words】 coronary heart disease; percutaneous coronary intervention; incident dose rate; radiation protection

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2013.10.013

作者单位: 325000 浙江省温州医学院附属第一医院放射科

通信作者: 黄周青 E-mail: susiehzq@126.com

冠状动脉介入治疗, 即经皮冠心病介入治疗术
(percutaneous coronary heart disease intervention,

PCI)是近年发展起来的一门新兴学科,是在X线照射下应用导管技术,在冠状动脉病变狭窄处通过球囊扩张或支架植入增大管腔内径,从而改善血流灌注及心肌缺血状态。而对于术者来说,PCI治疗是近床操作,治疗过程及暴露于X射线下时间长,辐射剂量大。我国自1983年开始开展这一技术^[1],近年得到很大的发展,我院至1996年开展此项手术至今,PCI病例已有6 000多例。同时,随着病变复杂性的提高,PCI术操作时间也越来越长,相应的操作者暴露于射线之下的时间也越来越长。因此对操作者特别是第1术者的辐射防护就越来越受到广泛的重视。本研究旨在通过测量PCI治疗过程中不同体位曝光时第1术者体表入射剂量分布情况,为操作者的剂量防护提供指导和帮助。

1 材料与方法

1.1 设备仪器

飞利浦公司 Allura Xper FD10 型号数字化平板造影系统主要参数:床下管、25 cm(10 英寸)平板、(对角线) 6/8/10 寸三视野、阳极热容量 2.4 MHu、球管铜滤片、采集速率 15/30 fps、采集矩阵 1 024 × 1 024、灰阶 14 bit。德国 IBA 公司生产 X 线剂量测量仪 Dosimax plus i, 探头型号为 RQA(校准精度 ± 5%)。参考 Honey 等^[2]的文献自制厚度为 9 cm、面积为 30 cm × 30 cm 的有机玻璃板作为胸部等效衰减模体。

1.2 方法

取标准胸部等效模体置于血管机床上,采用冠

状动脉造影过程中常用的 7 个体位^[3]: (1) 脚位 (CAUD35°), (2) 右脚位 (RAO30° CAUD30°), (3) 头位 (RAN30°), (4) 左脚位 (LAO40° CAUD35°), (5) 左前斜位 (LAO40°), (6) 左头位 (LAO10° RAN30°), (7) 右前斜位 (RAO30°)。设定相关参数: ① FOV = 20 cm, 采集速率 30 fps, 调节 SID 始终为 106 cm。从地面向上每 10 cm 为 1 个测量点, 共 18 个测量点。② 取测量点高度为 80 cm, SID = 106, FOV = 20 cm 不变, 采集速率分别为 30 fps、15 fps。③ 取测量点高度为 80 cm, SID = 106, 采集速率为 30 fps 不变, FOV 分别 = 20 cm、25 cm。在无辐射防护情况下对体模进行曝光采集, 分别测得上述三种情况下各测量点在不同体位时的辐射剂量率, 即为重要辐射剂量区域内第 1 术者体表入射剂量率。重要剂量区域定义为: 距床缘 40 cm, 距相当于射线源水平线 70 ~ 120 cm 大小范围的区域^[4]。测量时取该区域中心点。在测量每点的入射剂量率时, 要不断调整剂量仪探头入射面的倾斜角度, 使入射平面始终朝向放射源并始终垂直原射线, 确保测量准确性。每点测量 3 次取平均值。最后对所得数据进行绘图比较分析。

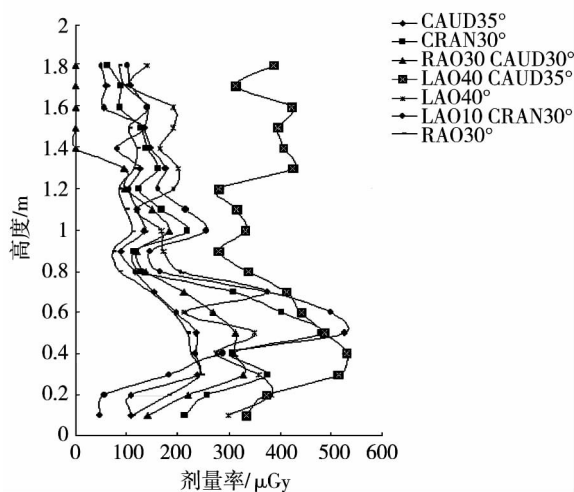
2 结果

表 1 给出了在重要辐射剂量区域内不同体位、不同高度时测量所得的第 1 术者体表的入射剂量, 并以剂量率为横轴、高度为纵轴绘制成相应的剂量率-高度曲线(图 1)。

表 2、表 3 分别给出不同采集频率、不同视野大

表 1 不同体位、不同高度时第 1 术者体表的入射剂量率

距地面垂直高度(m)	CAUD35°	CRAN30°	剂量率(μGy/s)		LAO40°	LAO10° CRAN30°	RAO30°
			RAO30°	CAUD30° LAO40° CAUD35°			
0.1	107.4	213.3	141.4	334.4	298.2	48	110
0.2	107.1	257	220.9	373.7	384	57	180
0.3	239.1	376	329	514.3	360	182	246
0.4	234.6	306.9	311	532	275.5	289	227
0.5	236	480.2	312.9	488.7	350.7	528	219
0.6	197	403.2	270	442.4	213.4	500	192
0.7	154.3	309.2	210.8	412.8	372.8	375	148
0.8	116.7	129.3	137.6	337.7	204.9	167	87
0.9	90	113.5	120	279.4	172.9	146	73
1	135	218	182	333	169	255	111
1.1	120	168	150	315	121	215	98
1.2	104	124	97	280	190	162	85
1.3	126	162	96	426	201	176	114
1.4	82	140	0	406	167	148	120
1.5	132	129	0	396	190	135	103
1.6	56	87	0	424	192	142	142
1.7	60	90	0	314	106	108	98
1.8	50	63	0	388	140	101	85

图1 不同体位不同高度时体表入射剂量率($\mu\text{Gy/s}$)

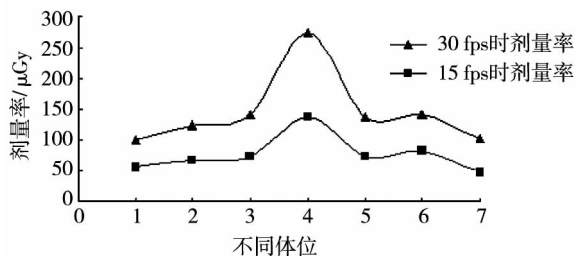
小情况下第1术者的体表入射剂量率。并以体位为横坐标,剂量率为纵坐标绘制不同情况下的成体位-剂量率曲线(图2、图3)。

表2 不同采集频率时第1术者体表入射剂量率 ($\mu\text{Gy/s}$)

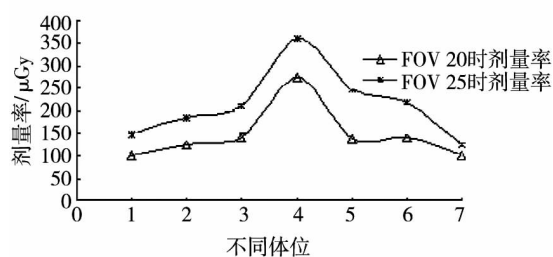
体位	高度 80 cm, SID106, FOV20	
	图像采集速率	
	30 fps	15 fps
1. CAUD35°	100.4	55.9
2. CRAN30°	122.9	68.2
3. RAO30° CAUD30°	140.7	74.2
4. LAO40° CAUD35°	274.1	137.3
5. LAO40°	138	73.3
6. LAO10° CRAN30°	141.4	83.6
7. RAO30°	102.1	47.5

表3 不同视野第1术者体表入射剂量 ($\mu\text{Gy/s}$)

体位	高度 80 cm, SID106, 30 fps	
	视野大小	
	FOV20	FOV25
1. CAUD35°	100.4	145.4
2. CRAN30°	122.9	183.4
3. RAO30° CAUD30°	140.7	209.7
4. LAO40° CAUD35°	274.1	359.9
5. LAO40°	138	248.7
6. LAO10° CRAN30°	141.4	218.3
7. RAO30°	102.1	123.5

图2 不同采集频率时第1术者体表入射剂量率($\mu\text{Gy/s}$)

从以上测量结果可见在重要辐射剂量区域内,剂量峰值都出现在 20 ~ 70 cm 高度范围内,在

图3 不同视野大小时第1术者体表入射剂量($\mu\text{Gy/s}$)

130 ~ 160 cm 高度范围内又出现剂量次高峰,投照体位中以左脚位(spider位)时体表入射剂量最大;高采集频率时的剂量率明显高于低采集频率时的剂量率;大视野的剂量率明显高于小视野剂量率。

3 讨论

国际放射防护委员会(International Commission on Radiological Protection, ICRP) 第85号出版物指出:急性照射(患者)剂量达 2 Gy 时可能造成红斑和白内障,达 7 Gy 可造成脱发,达 12 Gy 时可造成迟发性皮肤坏死;而延缓性照射(工作人员)在3个月内眼晶体的剂量达 4 Gy 可能导致白内障。可见X线辐射对人体危害巨大。

冠心病介入治疗属于近床操作,由于治疗过程中不同体位的出现,使主射线、漏射线、床及周围固体的散射线都对操作者的辐射防护构成威胁。

3.1 不同体位不同高度时的体表入射剂量

由图1可见,剂量峰值出现在 20 ~ 70 cm 的高度范围内,这一区域的剂量是术者体表吸收剂量的主要部分,所以一定要注意对这一区域的放射防护,也就是说在日常工作中床下防护一定要配备。而在这一主要辐射区域内,左足位(LAO40° CAUD35°)、左头位(LAO10° RAN30°)、头位(RAN30°)三体位的辐射剂量最高,说明在冠心病介入治疗过程中,由于不同体位的出现,使第1术者离X线球管的距离及与主射线束之间的角度都在发生变化,离球管越近及与主射线夹角越小(即正对着原射线),术者的体表入射剂量越大,因为X线能量的衰减与距离的平方成正比^[5]。黄文华等^[6]的研究也证明了这一点,而在右前斜(RAO30°)时术者离球管的距离较远,故相对剂量较小。而对于同一高度不同体位时,第1术者的体表入射剂量,以左足位(LAO40° CAUD35°)的剂量最大,这是由于在左足位时,C臂角度相对最大,X线穿过的有效模体厚度有所增加,要想得到理想的图像质量,就必须提高曝光条件(通过调整管电压、管电流)实现,这

样也就相应增加了辐射剂量。黄永等^[7]的研究也证明了此观点。这也是冠心病介入过程中辐射剂量分布区别于其他常规介入治疗的特性之一,因此在日常工作中一定要意识这一特性,做好辐射防护工作。由图 1 还可见,在 130 ~ 160 cm 高度范围内又出现剂量相对次高峰,这与探测器周围及床面散射相关。而这一高度相当于甲状腺及眼睛的高度,对这一区域的保护也要引起重视,注意床上防护装置(可倾斜铅玻璃屏)的合理使用,必要时还要佩戴铅眼镜。

3.2 不同采集频率时的体表入射剂量

由图 2 可见,在其他条件不变的情况下,30 fps 所对应的体表入射剂量率约为 15 fps 所对应体表入射剂量率的 2 倍,说明入射剂量率几乎与采集频率同比增加。脉冲采集是指利用发生器的高频逆变技术和 X 线球管的栅控技术,使 X 线以矩形波的方式产生,X 线管电压一致性好,有效减少无用软射线的产生。同时,通过降低采集频率,又可大大降低患者和操作者的辐射剂量。因此在日常工作中,在不影响图像质量的情况下应当选取采集频率尽量低的曝光参数。

3.3 不同视野大小时的体表入射剂量

由图 3 可见,同样其他条件固定不变,在各个体位,小视野(FOV 20 cm)对应剂量率远低于大视野(FOV 25 cm),可见散射线剂量与照射野的大小密切相关。由大视野切换到小视野是通过遮光器将照射野范围减小,投影到探测器上的影像范围就相应减小,再通过血管机内相应软件的换算使范围减小的影像同样在原来大小的显示范围内显示,这样就实现了大小视野的切换。而现在的 X 射线设备都采用了自动亮度控制(ABC)技术,当照射野缩小到某一范围时,因平板探测器接收的射线量不足,其输出亮度下降,由于反馈作用使 kV 甚至 mA 上升,以提高射线的质量,增加输出亮度。电压的增加势

必导致散射线增加,由本实验可见小视野条件下由于照射野范围的减小,有效降低了散射线量。因此,在保证手术所需视野的情况下,应当尽量采用小视野曝光参数,最大程度减少患者和操作者的辐射剂量。

综上所述,由于冠心病介入治疗的特殊性,我们在日常工作中一定要做好防护工作,在常规穿戴铅衣、铅围脖的同时也要重视对眼睛的保护,注意佩戴铅眼镜,同时注意床上下防护装置的使用。另外,在不影响临床操作和影像质量的前提下,尽量采用小视野和采集频率低的曝光条件,有效减低操作者和患者的辐射剂量,在工作中尽可能做到零吸收。

[参考文献]

- [1] 葛均波. 冠状动脉介入治疗发展史一瞥 [J]. 上海医学, 2010, 33: 1 - 3.
- [2] Honey ID, Mackenzie A, Evans DS. Investigation of optimum energies for chest imaging using film - screen and computed radiography[J]. Br J Radiol, 2005, 78: 422 - 427.
- [3] Wu YQ, Xu MZ, Li Y, et al. Correlation of optimal anglographic viewing angles to body and heart types: A quantitative analysis [J]. J Clin Rehabilitative Tissue Engineering Res, 2008, 12: 779 - 782.
- [4] 郁 鹏, 程玉玺, 刘澜涛, 等. 介入诊疗中重要站立区域辐射剂量的测定与评价[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2004, 24: 573 - 575.
- [5] 余建明. 数字减影血管造影技术[M]. 北京: 人民军医出版社, 1999: 76 - 77.
- [6] 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.
- [7] 黄 永, 王艳芹, 杨 洁, 等. 降低介入治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.

(收稿日期:2013-02-11)

(本文编辑:侯虹鲁)