

介入放射学职业照射影响因素的研究

张远浩 祖 庆 李朝晖 蔡长煌 刘宝英

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004 - 714X(2013) 05 - 0556 - 02

【摘要】 目的 分析影响介入放射工作人员剂量变化的各种可能因素,为介入放射学的防护提供科学依据。方法 采用标准水体模对不同的操作条件下介入术者胸部的剂量率进行检测。结果 术者的位置、防护条件、受检者体厚、球床距离、照射野、投照角度的变化均可能对操作者的剂量产生影响。结论 根据剂量变化的特点,充分利用各项防护措施,尽可能降低介入操作者的剂量水平。

【关键词】 职业照射; 放射防护; 介入放射学

介入放射学已在许多临床领域取得了巨大进步,现已发展成为与外科、内科并列的现代医学三大技术^[1]。X 射线影像设备和导管技术的改进和发展,更促进了介入放射学的广泛应用。在最近的 20 年里,全球每年实施的介入手术数量正在迅速的增加^[2]。实践中,介入放射学工作者受照剂量比传统 X 射线工作者高数倍到数十倍^[3],如何对介入工作人员和患者进行辐射防护是放射防护学的一个重要议题。本文旨在通过调查分析影响介入操作人员的剂量水平的有关因素,提出减少介入操作者受照剂量的防护措施,保障放射工作人员健康。

1 材料和方法

1.1 研究对象 市第一医院介入操作设备 Integris Allura 型 C 型臂数字减影血管造影机。

1.2 仪器与设备 451P 巡测仪、标准水体模。

1.3 检测内容 本次研究所涉及的设备参数的设置均由机器自动完成,因此,管电压、电流、脉宽等因素不作为独立因素进行检测。另外由于本次研究的设备未安装脉冲透视装置,滤线栅固定不变,因此这两项因素也不作检测。重点监测水模体厚、床增距、球床距、照射野、投照角度等相关操作因素对操作者受照剂量的影响。

1.4 实验方法 将水体模固定于诊视床上,在冠脉造影的条件下,设备自动曝光控制,对影响操作者的剂量的相关操作因素:水模体厚、床增距、球床距、照射野、投照角度等各项参数逐一进行实验研究。测量术者胸

部位置的剂量率水平,实验值重复测量三次,取算术平均。

2 结果

2.1 不同操作位置的剂量率 球管与诊视床呈垂直位置,冠脉造影条件下照射体模,进行了第一术者与第二术者位置的胸部空气比释动能率监测,结果见表 1。

表 1 体模条件下术者胸部剂量率

方式	电压 (kV)	电流 (mA)	脉宽 (ms)	剂量率 1 (μ Sv/h)	剂量率 2 (μ Sv/h)
透视	73	4.9	-	500	200
造影	54	300	6	570	340

注: 剂量率 1、剂量率 2 分别代表第一术者和第二术者胸部的剂量率。

2.2 不同防护条件下的操作者的剂量率 采用水体模厚度为 20 cm,模拟在冠脉造影的垂直摄影位进行检测,检测条件为球床距为 60 cm,床增距为 30 cm。分别在无挂帘、有挂帘、有挂帘和防护衣的情况下进行检测,结果表明,挂帘能使操作者胸部的剂量率降低 1 倍左右,而加上铅衣,则可使剂量率下降数百倍,结果见表 2。

表 2 不同防护条件下操作者胸部的剂量率

方式	电压 (kV)	电流 (mA)	脉宽 (ms)	剂量率 1 (μ Sv/h)	剂量率 2 (μ Sv/h)	剂量率 3 (μ Sv/h)
透视	73	4.9	-	860	500	1.11
造影	54	300	6	960	570	1.22

注: 剂量率 1、2、3 分别代表无挂帘、有挂帘、有挂帘和铅衣时的胸部剂量率。

2.3 不同体厚情况下操作者的剂量率 采用体模进行检测,唯一的变量是体模的厚度,其他操作条件不变,测量第一术者胸部位置的剂量率。随着体厚的减

基金项目: 南平市科研基金资助项目(N2011215(18))
作者单位: 南平市疾病预防控制中心,福建 南平 353000
作者简介: 张远浩(1975 -),男,福建南平人,医学硕士,副主任医师,从事职业卫生与放射防护工作。
通讯作者: 刘宝英,教授,硕士生导师。

小,术者胸部的剂量率也随之降低,结果见表 3。

表 3 不同的体厚条件下的胸部剂量率

体厚 (cm)	透视电 压(kV)	透视电 流(mA)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	造影电 压(kV)	造影电 流(mA)	脉宽 (ms)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
15	75	6.4	156	57	300	6	300
13	71	5.1	143	56	300	6	220
11	68	4.9	130	52	300	6	200
9	64	4.6	90	52	300	6	184

2.4 床增距的变化对胸部剂量的影响 球管距离诊视床距离为 60 cm,固定不变。结果表明:床增距越大,胸部的剂量率越小,结果见表 4。

表 4 不同床增距情况下的操作者胸部剂量率

床增距 (cm)	透视电 压(kV)	透视电 流(mA)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	造影电 压(kV)	造影电 流(mA)	脉宽 (ms)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
40	73	5.9	590	52	300	6	860
50	73	6.3	540	53	300	6	770
60	73	6.6	480	54	300	6	670

2.5 球床距的变化对胸部剂量的影响 球管到影像增强器的距离固定 120 cm,改变球管与诊视床的距离。测量结果表明:球床距越大,胸部的剂量率越小,结果见表 5。

表 5 不同球床距情况下的操作者胸部剂量率

球床距 (cm)	透视电 压(kV)	透视电 流(mA)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	造影电 压(kV)	造影电 流(mA)	脉宽 (ms)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
60	73	6.5	530	54	300	6	650
70	73	6.6	470	55	300	6	620
80	73	6.6	460	55	300	6	620
90	73	6.6	440	55	300	6	590

2.6 照射野对剂量率的影响 改变照射野,随着照射野的减小,透视电压和造影电压增大,透视电流增大,造影电流和脉宽不变,透视和造影两种情况下的数着胸部剂量均降低,结果见表 6。

表 6 不同床增距情况下的操作者胸部剂量率

照射野 (cm)	透视电 压(kV)	透视电 流(mA)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	造影电 压(kV)	造影电 流(mA)	脉宽 (ms)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
30	69	5	380	54	300	6	710
22	72	5.2	320	55	300	6	460
17	76	5.5	210	57	300	6	380

2.7 投照角度对剂量的影响 水体模厚度为 20 cm,模拟在冠脉造影的垂直摄影位进行检测,检测条件为球床距为 60 cm,床增距为 30 cm。结果表明:左、右斜剂量率较大,后斜剂量率最小,结果见表 7。

3 讨论

目前使用的数字减影设备,基本采用自动照射剂量率控制,曝光条件由机器自动设置无需人为调节,只要

介入的部位固定,则相应的参数(电压、电流、过滤条件、造影帧率)也相对固定。研究表明:随着照射野的增大,输出剂量率增大,操作者的剂量率也增大;随着体厚增大,设备曝光条件增高,操作者剂量率增大,在其他条件相同的情况下,肥胖的患者可能使操作者接受较高的辐射剂量;管球的角度发生变化,操作者的剂量率也发生变化,左右斜照射时,相当于患者的体厚增大,设备曝光条件增高,因此输出剂量率增大,操作者的剂量率也随之增大。本次研究发现:可能是由于扩大球增距或床增距,导致影像增强器采集图像面积变小,必须调大照射野,进而增加输出量,从而加大患者和操作者的剂量率。提示:应当合理设置球管与诊视床及影像增强器之间的距离。

表 7 不同照射角度情况下的操作者胸部剂量率

角度	透视电 压(kV)	透视电 流(mA)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	造影电 压(kV)	造影电 流(mA)	脉宽 (ms)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
垂直	73	4.9	500	54	300	6	570
前斜 30°	78	5.8	290	58	300	6	530
前斜 60°	81	5.6	620	61	313	6	1 330
后斜 30°	74	5.4	149	57	300	6	270
后斜 60°	83	5.6	167	61	328	6	260
右斜 30°	81	5.4	680	60	307	6	1 450
右斜 60°	84	5.7	780	62	311	6	1 680
左斜 30°	84	5.3	1 060	62	347	6	2 400
左斜 60°	86	5.6	570	60	311	6	980

防护三措施对于降低介入操作者的受照剂量具有重要的意义,本次研究表明:介入术者尽可能远离射线中心,充分利用防护设施和装备的屏蔽功能,均能够大幅降低操作人员的受照剂量。因此,在操作过程中,除了要注意尽可能减少曝光时间外,还要充分利用屏蔽防护装备及适当远离射线,以降低照射剂量率。

心脏介入手术是一项难度大、风险高的诊疗项目。多数心脏介入手术在操作中需要动态、多角度观察,难度大且时间较长,术者较长时间处于辐射水平较高的区域内,其照射剂量明显大于其它介入操作者^[4]。因此,对于心脏介入操作而言,除了要注重常规的防护之外,还要考虑到心脏介入手术特点,充分注意到病人的肥胖程度、球增距、床增距的变化、照射野的大小、管球角度等变化因素对操作者剂量率的影响,综合利用各项防护措施,减少操作者的受照剂量,降低辐射的风险。

参考文献:

- [1] 联合国原子辐射效应科学委员会. 电离辐射源与效应[M]. 太原: 山西科学技术出版社, 2002.

江苏省放射性疾病哨点监测地区个人剂量水平分析

杨叶中 李 娜 魏召阳

中图分类号: R144.1 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2013)05-0558-02

【摘要】 目的 了解江苏省 2012 年放射性疾病哨点监测地区—张家港市放射工作人员外照射剂量水平。方法 按照 GBZ 128-2002《职业性外照射个人剂量监测规范》的方法对 2012-2013 年全市放射工作人员外照射个人剂量水平进行监测。结果 共监测 894 人,人均年有效剂量为 $0.344 \text{ mSv} \cdot \text{a}^{-1}$,其中介入放射学工作人员人均年有效剂量约 $1.457 \text{ mSv} \cdot \text{a}^{-1}$,放射治疗学为 $1.268 \text{ mSv} \cdot \text{a}^{-1}$,诊断放射学、工业探伤等岗位工作人员人均年有效剂量约 $0.300 \text{ mSv} \cdot \text{a}^{-1}$ 左右。结论 介入放射学和放射治疗学放射工作人员平均年有效剂量明显高于其他行业,诊断放射学、工业探伤等岗位人员平均年有效剂量接近,均处于较低水平。

【关键词】 放射工作人员; 个人剂量; 热释光剂量计

放射工作人员个人剂量监测是放射工作人员健康管理的重要内容,也是放射防护工作的重要组成部分,它可以较准确地反映职业照射人员受照剂量。个人剂量监测数据是客观评价放射工作场所防护水平和管理水平的数据基础,它为电离辐射生物效应的流行病学及其他研究提供基础资料,同时也是诊断职业性放射病的重要依据,对保障放射工作人员的健康具有重要意义。

1 材料和方法

1.1 材料 北京核监测技术研究所生产的 RGD-3B 热释光读数器;北京核仪器厂生产的 FJ-411 热释光退火炉;中国辐射防护研究院生产的 LiF(Mg,Cu,P) 玻璃管热释光探测器。

1.2 方法

1.2.1 个人剂量监测方法 张家港市是江苏省 2012 年放射性疾病哨点监测地区,本单位对辖区内医疗单位和工业机构的 894 名放射工作人员进行个人剂量监测。个人剂量计的测前处理、具体测读由苏州大学卫生与环境技术研究所承担,个人剂量计的收集、更换和送检由本中心负责。每个剂量计内装入 2 个探

测器。相关规范依据 GBZ 128-2002《职业性外照射个人剂量监测规范》实施,监测对象按照 GB 18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》进行工种分类,将个人剂量计佩戴于左胸前,若放射工作人员穿戴防护用具,则将剂量计佩戴于防护用具内左胸前,监测周期为 3 个月,全年总计 4 次。

1.2.2 剂量监测数据处理 当监测结果低于探测下限时,取探测下限的二分之一作为记录结果。对于监测周期内单次超过 $5/4 \text{ mSv}$ 的数据,及时与单位负责人和个人取得联系,查找原因,保障放射工作人员健康;同时剔除虚假数据,保证数据客观真实。

2 结果与分析

为了解不同工种放射工作人员受照水平,掌握不同职业类别受照剂量差异,在具体工作中有针对性地加强监测监管,将监测结果进行总结分析,见表 1 和表 2。

由表 1 可知,人均年有效剂量低于探测下限的工作人员占 87.8%,约 94.5% 的工作人员人均年有效剂量低于 $1.0 \text{ mSv} \cdot \text{a}^{-1}$,仅 5 人年有效剂量大于 $5.0 \text{ mSv} \cdot \text{a}^{-1}$,且小于 $15.0 \text{ mSv} \cdot \text{a}^{-1}$,没有发生 1 例年有效剂量大于 $15 \text{ mSv} \cdot \text{a}^{-1}$ 的情况。在不同职业类别进行横向比较时,发现介入放射学和放射治疗学人均年有效剂量明显高于其他工种,诊断放射学和工业

作者单位: 张家港市疾病预防控制中心 江苏 张家港 215600
作者简介: 杨叶中(1979-) 男,江苏张家港人,主治医师,从事职业病防治工作。

[2] Miller DL. Overview of contemporary interventional fluoroscopy procedures[J]. Health Phys, 2008 95: 638-644.

[3] WHO. 金延方 程刘泉主译. 介入放射的效能与辐射安全 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2002.

[4] 张远浩 祖庆 李朝晖,等. 南平市介入放射学职业照射状况的研究[J]. 中国辐射卫生, 2011 20(4): 417-419.

(收稿日期: 2013-04-02)