

兰州军区医源性辐射防护研究与实践

陈军军, 吴 敏, 张继军, 王愉臻, 何 启

中图分类号: R147 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2007)03-0301-02

【摘要】 目的 对兰州军区医疗卫生单位医源性辐射的设备防护性能、射线产生的自由基对 DNA损伤、放射工作人员个人剂量监测和放射防护管理等方面进行研究和实践,旨在提高辐射防护水平和质量。方法 按照国家相关标准进行放射工作场所辐射防护监测;采用军事医学科学院研制的诊断 X射线机质量保证检测箱进行质量保证检测。根据《军队放射防护监督实施办法》进行辐射防护监督管理。结果 对 62台不达标 X射线机进行防护改造,超标点由原来的 79%下降至改造后的 10.4%。军区医用诊断 X射线机房防护状况进行监测。质量保证监测了 22台医用诊断 X射线机中,除进口的 1台摄影机及 1台透视机全部指标合格外,其余的均有一项或数项指标未达标。射线产生的自由基使 DNA合成持续抑制,为不可恢复的模板型损伤。结论 通过长期监督监测,兰州军区放射工作场所环境防护有了较大的改善;诊断 X射线机质量保证质量控制水平有待进一步提高。

【关键词】 医源性辐射; 防护; 研究; 实践

从 1988年开始,我中心就致力于我区各医疗卫生单位辐射装置的防护研究。通过对医用诊断 X射线机的改造方法的研究,医用诊断 X射线机质量保证质量控制测试方法和测试指标的研究,射线装置周围防护安全监督监测与防护改进措施研究, X线机房空气自由基浓度测定及对淋巴细胞 DNA损伤的实验研究,放射工作人员个人剂量监测与综合评价,军区放射防护管理体系的建立与实施,达到放射防护的最优化、放射检查的正当化和个人剂量限值的辐射防护三原则的要求^[1]。减少了公众、受检者、病人乃至放射工作人员的受照剂量,降低人群发生随机性效应的危险性。提高了我区辐射防护的水平。

作者单位: 兰州军区放射卫生防护监测中心,甘肃 兰州 730020
作者简介: 陈军军 (1967~),男,甘肃静宁人,副主任医师,从事放射卫生工作。

放射性医学诊断和治疗医生及核能、辐射应用研究人员。

表 4 各种职业性照射人员 年 均 剂 量 对 照 表^[7,8]

职业性照射人员	人 年 均 剂 量 (mSv/a)
铀矿开采	约 16
加速器操作	4~5
核反应堆	约 3
核医学	1~2
铀燃料提炼	约 1
放射诊断	约 1
放射治疗	<1
核能、辐射应用研究	约 1
油田测井	2~14

3 讨 论

根据对监测结果的分析,绝大多数研究对象的年均剂量在记录水平以下。从一个侧面说明了我国已参加个人剂量监测的油气田测井公司及其放射工作人员对职业照射的防护工作比较重视,防护措施基本有效,但防护效果有较大的差别,导致此结果的原因是比较复杂的。因此,进一步加强对职业照射防护工作的重视,改善防护措施,仍是需要引起高度重视的问题。

表 4显示我国油气田测井放射工作人员年均剂量较高,可能原因有:①油田测井放射性示踪测井工作中广泛使用多种非密性放射源,且其放射源的活度或电子束的束流强度往往很

1 医用诊断 X射线机防护改造^[2]

采用“限、集、屏”的方法进行防护改造,在管头出线口处加一个 1.5~2.5mm厚铅板制成的古钱状限线器,其大小根据球管出线口口径制作,中间方孔大小通过试验和计算确定,使有用线束在 1.3m焦屏距时有用线束全部落在荧光屏范围之内,且使屏四周各留 1cm暗区,以荧光屏上照射野不小于 25cm×20cm为益;铅过滤板可过滤掉对诊断无用的软 X射线,减少受检者皮肤的受照剂量,根据各种型号 X射线机出线口的大小,用 2.0~2.5mm厚铅板制成圆形滤过板,置于管头窗口处,以不影响透视清晰度为准。加设集光筒,可进一步控制有用线束和不使通过铅古钱和铅滤过片后的散射四处发散,用 1.2mm冷轧钢板制成方锥形集光筒,并安装在活动遮光器上。集光筒的长度和进、出线口周长根据 X射线机类型确定,可按公式 $d = HD/H$ 计算,其中 d 为集光筒口径, H 为焦点至筒口距离, D

高,剂量率也很高,放射卫生防护难度较大。②油田测井工作中多使用移动式探伤设施,射线照相可能在现场的多个地点进行,射线照相装置被运到要求射线照相的位置,有时需要在极端困难的条件下操纵移动源,工作人员受到相对较高剂量甚至过量照射的几率大大增加。③意外照射。④个别油田测井公司的防护措施还够完善。所以,虽然从整体上我国油田测井放射工作人员的年均个人剂量监测结果在一个较理想的水平,但还需不断提高放射防护的认识,不断改善放射防护措施。

参考文献:

[1] GBZ 128—2002 职业性外照射个人监测规范 [S].
[2] GB 10264—88 个人和环境监测用热释光剂量测量系统 [S].
[3] GBZ/T 148—2002 用于中子测井的 CR-39中子剂量计的个人剂量监测方法 [S].
[4] GBZ 118—2002 油(气)田非密封型放射源放射卫生防护标准 [S].
[5] GBZ 42—2002 油(气)田测井用密封型放射源放射卫生防护 [S].
[6] 中华人民共和国职业病防治法 [S].
[7] 刘长安.放射工作人员职业健康监护 [M].北京:原子能出版社.
[8] 聂兴田,孙建,李吉贵,等.石油化工放射工作人员免疫功能调查分析 [J].中国辐射卫生,2005 14(1): 63—64.

(收稿日期: 2007-04-03)

为照射野边长(照射野一般距荧光屏边缘 1 cm), H为焦屏距。经过反复测试对照, 研制出两种集光筒以适应不同机型, 一种高 20 cm 进线口 4 cm×4 cm 出线口 12 cm×12 cm 另一种高 14 cm 进线口 6.5 cm×6.5 cm 出线口 12 cm×12 cm。

加宽荧光屏周围防护, 可以屏蔽来自受检者的散射线。将原有荧光屏上方的有机玻璃或铝制防核板改为 1.2 mm 厚、58 cm×29 cm 的冷轧钢板; 荧光屏侧面加 1.2 mm 厚、46 cm×14 cm 的冷轧钢板; 荧光屏下方加 33 cm×60 cm 的铅胶帘(其铅当量为 0.35 mm); 在卧位透视时, 对床侧无屏蔽防护的 X 射线机, 可在床侧加挂一块 60 cm×80 cm 厚 1.2 mm 的冷轧钢板, 或将铅防护椅移于床侧位置。

采用这种改造方法, 取得了较好的防护效果。对 62 台不达标 X 射线机进行防护改造后, 超标点由原来的 79% 下降至改造后的 10.4%, 改造前 X 射线机测试点最高剂量达到 $8.59 \times 10^{-5} \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (333.3 mR/h), 改造后下降至 $2.32 \times 10^{-5} \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (90.0 mR/h), 降低 3.73%。

2 对射线装置周围防护安全进行监督监测

1992 年和 1995 年对军区医用诊断 X 射线机房防护状况进行监测, 主要测量机房门和机房窗户的剂量率水平, 门口平均剂量率由 1992 年的 $1.10 \times 10^{-5} \text{ Ck} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 下降至 1995 年的 $3.27 \times 10^{-6} \text{ Ck} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 窗户平均剂量率由 1992 年的 $1.65 \times 10^{-5} \text{ Ck} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 下降至 1995 年的 $1.38 \times 10^{-5} \text{ Ck} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。监测发现在不同级别医院中, 总医院和中心医院防护状况有较大改善, 而驻军医院与师医院以下医疗卫生单位的防护变化较小, 该结果提示驻军医院与师医院等一些较低级别的医疗卫生单位是今后防护工作的重点。

3 对 X 射线机进行质量保证、质量控制测试

测试项目共有以下几个方面。拍片机指标有管电压准确性、输出量重复性、mA 的线性、80 kV 半值层、焦斑测试、垂直度偏差、光野射野中心偏差与 SD 之比、射野胶片中心偏差与 SD 之比和光野胶片中心偏差与 SD 之比; 透视机指标有受检者皮肤入射空气比释动能率、影像增强器入射空气比释动能率、高对比度分辨率和低对比度分辨率; 片盒主要测试胶片与增感屏接触情况。

监测的 22 台医用诊断 X 射线机中, 除了进口的 1 台摄影机及 1 台透视机全部指标合格外, 其余的均有一项或数项指标未达标, 透视机中以进入影像增强器空气照射量率的达标率最低, 仅为 63.6%, 摄影机中以 mA 的线性、峰值管电压、焦斑及光野与射野的一致性问题的达标率分别为 40.0%、53.3%、73.3% 和 77.8%; 检测 10 个不同型号的胶片盒, 其中胶片网眼影像清晰、无团状阴影的片盒有 5 个, 中心有团状阴影但小于 2 mm 的片盒有 3 个, 大于 2 mm 团状阴影的片盒有 2 个。通过质量保证检测, 发现我区医用诊断 X 射线机的质量保证和质量控制方面还存在许多问题。

4 X 射线机房空气自由基浓度测定及对淋巴细胞 DNA 损伤的实验研究

实验结果表明 X 射线胸透和胃肠透视室内空气中的自由基相对浓度明显高于自然环境; 在同一 X 射线机房内, 经 120

次空透后, 空气中的自由基浓度明显高于开机前, 说明了在有 X 射线作用的环境中, 都可以产生自由基; 并且在空透后停机 10 个月(无机械通风)的情况下, 自由基浓度还明显高于开机前, 证明自由基在空气中的停留时间很长; 根据自由基浓度的测定结果, 选取自由基浓度最低的一组经萃取处理后, 采用 ^3H -TdR 相对掺入率实验方法, 测定新生儿脐血淋巴细胞 DNA 合成, 发现清除萃取物于 0.5 h 后, 随时间延长呈递减曲线, 表明 DNA 合成持续抑制, 为不可恢复的模板型损伤。

5 放射工作人员个人剂量监测

采用热释光剂量仪, 使用 $\text{LiF}(\text{Mg}, \text{Cu}, \text{P})$ 元件进行放射工作人员外照射个人剂量监测。由于放射工作人员接受外照射基本为小剂量, 但由于 $\text{LiF}(\text{Mg}, \text{Cu}, \text{P})$ 剂量小剂量测量的响应问题的存在, 在进行标准曲线的确定时, 采用内插法以保证剂量监测的准确性; 1991~1993 年共监测 202 人次, 2001~2002 年间共监测外照射个人剂量 297 人次, 2001~2002 年放射工作人员年均剂量当量水平为 $0.72 \sim 0.83 \text{ mSv}$ 较 1991~1993 年间的 $5.548 \sim 11.041 \text{ mSv}$ 有明显的降低, 说明我区广大放射工作人员也普遍重视了个人防护; 放射防护情况有了较大改善, 1991~1993 年间有 67.3% 的放射工作人员的个人剂量在国家限值的 1/10 以下, 2001~2002 年有 95.62% 的人员低于年限值 1/10, 2001~2002 年监测发现从事放射治疗和核医学两个不同工种的放射工作人员平均年剂量当量都在年剂量限值的 1/10 以下, 从事医用诊断 X 射线工作的人员年均剂量为 7.45 mSv 高于从事放射治疗和核医学两个不同工种的放射工作人员, 主要是因为此类工作受环境、场所的限制, 放射工作人员防护相对于放射治疗较差所致。大于 3/10 年剂量限值的人员主要集中于基层从事医用诊断 X 射线工作的人群, 驻军及以下医院, 特别是师医院及旅团卫生队, 其原因因为基层医院放射工作人员少, 一般只有 1~2 名放射工作人员, 大多数机器防护条件差, 工作量较大, 防护条件不完善所致, 因而年均剂量当量相对较高。

6 建立健全军区放射防护管理体系, 进行全面的放射防护监督监测和管理工作

成立兰州军区放射卫生防护监测中心, 为军区级放射防护监督监测部门, 负责兰州军区放射防护的监督监测工作, 并接受全军放射防护监督监测中心的业务指导; 根据医疗卫生单位从事放射工作的程度和性质, 在相对较大的医疗卫生单位成立放射防护领导小组, 在相对较小的单位, 设立放射防护专(兼)职人员, 以利放射防护工作的顺利开展。监督管理内容为: 放射工作人员健康体检和防护培训; 放射工作许可证管理; 预防性放射防护监督; 经常性放射防护监督; 放射病诊断和放射事故处理; 处罚等。

参考文献:

- [1] 邓槐春, 刘保昌. 放射卫生防护与管理[M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1994 64—66
- [2] 陈军军. 医用诊断 X 射线机防护改造效果评价[J]. 兰后卫生, 1993 14(3): 122

(收稿日期: 2007-02-10)