

2003~2005 年南京军区放射工作人员个人剂量监测结果分析

赵国良¹, 侯菲菲¹, 丁金华²

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2006)04-0427-02

【摘要】 目的 对放射工作人员进行个人剂量监测, 以加强放射防护管理、保护放射工作人员健康。方法 采用热释光剂量仪检测南京军区放射工作人员的个人剂量计, 对 2003~2005 年全区 1 167 人次的个人剂量监测结果按照不同工种、不同剂量组进行统计和分析。结果 ①与往年相比, 总体人均年有效剂量有所下降, 且个人剂量低水平所占的比例有所增加, 中高水平有所减少, 但 2003~2005 年总体人均年有效剂量呈现稳中有升的趋势; ②不同工种当中, 以核医学工作者年剂量最高, 其次为放射诊断, 放射治疗最低。三类工种年剂量比 2000~2002 年结果分别降低 22.4%、29.8% 和 62.1%; ③选取的 7 名放射介入工作人员三年人均年有效剂量均值是三年总体均值的 9 倍, 远远高出其他工种的年有效剂量均值。结论 近年来, 我区各医疗单位放射防护条件逐步得到改善, 但新设备的出现也使部分放射工作人员个人剂量呈上升趋势, 应该引起重视。

【关键词】 个人剂量; 放射介入; 防护管理

1 研究对象

2003~2005 年南京军区部队医院、疗养院、门诊部等单位的放射工作人员。

2 仪器与方法

2.1 仪器设备 ①北京核仪器厂生产的 FJ-427A 型热释光剂量计; ②中国辐射防护研究院生产的 HW-II 型热释光精密退火炉; ③热释光剂量计; ④刻度源。

2.2 测量方法 热释测量法, 采用徽章式热释光个人剂量计, 剂量计内置 4 个 LiF(Mg, Cu, P) 热释光探测器(以下简称探测器), 4.5 mm×4.5 mm×1 mm。该探测器既有灵敏度高, 能量响应好的优点, 在个人环境辐射监测等低剂量领域应用广泛, 其探测阈值约为 10^{-7} Gy, 在低剂量范围内具有良好的线性测量精度。读出器的读数程序如下: 加热速度 $15\text{K}\cdot\text{S}^{-1}$, 预热期 8 s, $135\text{ }^\circ\text{C}$; 读数期, 从 $135\text{ }^\circ\text{C}$ 到 $240\text{ }^\circ\text{C}$, 保持 12 s。每次测量时间为三个月, 一年分为 4 次。考虑剂量计贮存期间及自辐射等附加照射, 每个测量周期均同时放置本底剂量计, 本底剂量计放在工作人员非工作区的房间内。测量中若发现三个月剂量 $> 3.5\text{ mGy}$ 者, 即进行追踪调查, 寻问是否在测量过程中受到其他源的照射, 也可用直读式剂量计对工作现场进行模拟测量。查明剂量较大原因, 确属于不真实的测量数据或现场监测结果表明完全没理由出现该数据时, 则剔除它。

2.3 质量控制

2.3.1 定期筛选, 刻度标准曲线 每个测量周期都使用同一批探测器, 在使用前对探测器按标准偏差法进行筛选分档, 其分散性在 $\pm 5\%$ 范围内; 每用两个周期进行一次筛选和刻度, 得出刻度系数。

2.3.2 严格控制退火和测量条件 由于 LiF(Mg, Cu, P) 探测器对退火温度要求严格, 故在放置剂量计前先将探测器退火(退火炉经国家计量院刻度), 确保退火温度为 $240\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$, 0.5 h 范围内, 快速冷却。在每个周期待放置的探测器中, 留有刻度检验探测器, 以核查探测器的残留剂量及刻度系数。

2.3.3 剂量率单位的统一 为便于其他方法进行比较, 在处理数据时, 均统一采用空气吸收剂量率; 对没采用空气吸收剂

量率的, 将其转换成空气吸收剂量率。

3 结果和分析

3.1 总体个人剂量监测结果 我区在 2003~2005 年接受个人剂量监测的总人次数为 1 167 人次, 分别从事医用诊断 X 射线、核医学及放射治疗等工作, 表 1 分别列出了 3 a 中每年监测人数, 人均年有效剂量, 不同剂量组 ($> 5\text{ mSv}$, $5\text{ mSv} \sim$, $15\text{ mSv} \sim$, $< 50\text{ mSv}$) 人数频数分布以及 3 a 合计情况。

表 1 2003~2005 年个人剂量结果合计

年份	监测人数(人)	人数频数分布(人)			人均年有效剂量(mSv/a)
		$> 5\text{ mSv}$	$5\text{ mSv} \sim$	$15\text{ mSv} \sim$ $< 50\text{ mSv}$	
2003	439	424	13	2	0.71
2004	334	328	5	1	0.56
2005	394	381	8	5	0.86
合计	1 167	1 133	26	8	0.72

结果显示, 3 a 平均剂量均值为 $0.72\text{ mSv}\cdot\text{a}^{-1}$, 1 167 人次监测中有 1 133 人次年剂量均低于 $5\text{ mSv}\cdot\text{a}^{-1}$, 占监测人次数的 97.1%, $5\sim 15\text{ mSv}\cdot\text{a}^{-1}$ 为 26 人次, 占监测人次数的 2.2%, $15\sim 50\text{ mSv}\cdot\text{a}^{-1}$ 为 8 人次, 占监测人次数的 0.7%。未见超过年剂量限值。从监测结果来看, 3 a 总体人均年有效剂量分别为 $0.71\text{ mSv}\cdot\text{a}^{-1}$ 、 $0.56\text{ mSv}\cdot\text{a}^{-1}$ 、 $0.86\text{ mSv}\cdot\text{a}^{-1}$, 呈现稳中有升的趋势。但绝大多数放射工作人员年均剂量当量处于较低水平。与我区 2000~2002 年统计的结果^[1] 相比, 总体人均年有效剂量有所下降, 且个人剂量低水平所占的比例所增加, 中高水平有所减少。

3.2 不同工种个人剂量监测结果(表 2~4) 表 2~4 列出了 2003~2005 年间, 我区不同工种放射工作人员个人剂量监测结果。在不同工种放射工作人员的个人剂量监测中, 以医用诊断 X 射线为主, 共 895 人次, 占监测总人次数的 76.7%, 核医学共 37 人次, 占 3.2%, 放射治疗共 235 人次, 占 20.1%。3 a 剂量均值分别为: 医用诊断 X 射线为 $0.66\text{ mSv}\cdot\text{a}^{-1}$, 核医学为 $1.20\text{ mSv}\cdot\text{a}^{-1}$, 放射治疗为 $0.33\text{ mSv}\cdot\text{a}^{-1}$, 比 2000~2002 年结果分别降低 22.4%、29.8% 和 62.1%。不同工种当中, 以核医学工作者年剂量最高, 其次为放射诊断, 放射治疗最低。

3.3 放射介入工作人员个人剂量监测结果(表 5) 表 5 列出的是, 从放射诊断工作人员当中选取 7 名从事放射介入工作人员个人剂量监测结果与其他工种作比较。选取的 7 名从事放

作者单位: 1 南京军区疾病预防控制中心, 江苏 南京 210002

2 辽宁省盖州市 65535 部队医院

作者简介: 赵国良(1976~), 男, 湖北黄冈人, 研究实习员, 主要从事放射防护监督监测工作。

射介入工作人员 3 a 人均年有效剂量均值为 $6.50\text{mSv}\cdot\text{a}^{-1}$, 是 3 a 总体均值的 9 倍, 远远高出其他工种的年有效剂量均值。

表 2 医用诊断 X 射线工作人员 个人剂量结果

年份	监测人数(人)	人数频数分布(人)				人均年有效剂量(mSv/a)
		$> 5\text{mSv}$	$5\text{mSv} \sim 15\text{mSv}$	$15\text{mSv} \sim 50\text{mSv}$	$< 50\text{mSv}$	
2003	344	335	7	2	0	0.67
2004	234	229	4	1	0	0.58
2005	296	289	5	2	0	0.72
合计	874	853	16	5	0	0.66

表 3 核医学工作人员 个人剂量结果

核年份	监测人数(人)	人数频数分布(人)				人均年有效剂量(mSv/a)
		$> 5\text{mSv}$	$5\text{mSv} \sim 15\text{mSv}$	$15\text{mSv} \sim 50\text{mSv}$	$< 50\text{mSv}$	
2003	12	12	0	0	0	0.57
2004	7	7	0	0	0	1.34
2005	18	17	1	0	0	1.57
合计	37	36	1	0	0	1.20

表 4 放射治疗工作人员 个人剂量结果

放疗年份	监测人数(人)	人数频数分布(人)				人均年有效剂量(mSv/a)
		$> 5\text{mSv}$	$5\text{mSv} \sim 15\text{mSv}$	$15\text{mSv} \sim 50\text{mSv}$	$< 50\text{mSv}$	
2003	76	75	1	0	0	0.45
2004	86	86	0	0	0	0.19
2005	73	73	0	0	0	0.35
合计	235	234	1	0	0	0.33

表 5 放射介入工作人员 个人剂量结果

介入年份	监测人数(人)	人数频数分布(人)				人均年有效剂量(mSv/a)
		$> 5\text{mSv}$	$5\text{mSv} \sim 15\text{mSv}$	$15\text{mSv} \sim 50\text{mSv}$	$< 50\text{mSv}$	
2003	7	2	5	0	0	6.12
2004	7	6	1	0	0	3.35
2005	7	2	2	3	0	10.04
合计	21	10	8	3	0	6.50

(上接第 426 页)

标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002)^[1] 放射工作人员年有效剂量不得超过 20mSv , 则其导出限值不得超过 $20\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$; 公众年有效剂量不得超过 1mSv , 则其导出限值不得超过 $5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

(2) 根据以上数据 BRC—15BC 型车载变频式 X 射线机工作时, 操作位符合国家规定要求, 但车两侧车窗和车前方的玻璃处的测值超过国家标准导出限值。

(3) 由于 JZYX100 50mA 型透视机车窗装铅玻璃, 因此流动车各项卫生防护指标均符合国家规定要求。

在车载 X 射线检查过程中, 经常存在重视工作人员自身防护, 轻视公众和周围环境防护的情况。为了防止有害的确定性效应的发生, 并限制随机性效应的发生率, 使之达到可以接受的水平, 使一切具有正当理由的照射保持在可以合理做到的最低水平, 保障放射工作人员、公众及其后代的健康与安全。在有条件的情况下 X 射线检查车还是要加强防护, 关键是尽量

4 讨论

根据监测结果和分析, 我区绝大多数放射工作人员的年剂量当量处于较低水平, 3 年平均剂量均值低于 2000~2002 年我区及 2000 年我国的水平^[2]。这得益于各级部门以及放射工作人员对放射防护工作的重视和对防护技术的正确运用。当然仍有部分工作人员个人剂量在调查水平以上, 应引起本人及防护管理人员的重视, 调查分析原因, 按照剂量限制的防护原则减少剂量照射, 让放射工作人员在一个比较安全的环境下从事放射工作。三年来总体人均年有效剂量呈现出稳中有升的趋势, 分析其原因, 可能与近年来新型、大型放射、放疗设备的不断引进与应用有关。比如, 我区三年来新增伽玛刀 10 余台, PET—CT 1 台, 加速器 5 台, 这些设备在应用过程中辐射强度较大, 特别是伽玛刀和 PET—CT 所使用的放射性同位素⁶⁰Co 和¹⁸F, 通过 X、 γ 巡测仪现场监测发现, 伽玛刀在未开屏蔽门的情况下, 依然有一定剂量的辐射, 工作人员在给病人定位的过程中, 长期接受一定剂量的照射, 其累积剂量应该受到重视。¹⁸F 这种同位素的放射强度大、穿透力强, 一般铅衣防护效果不理想, 因此工作人员在给药当中不可避免地会接受到一定剂量的辐射。通过选取的 7 名从事放射介入的工作人员个人剂量监测结果发现, 放射介入也是产生高水平剂量职业照射的主要工种之一, 现场调查发现, 其防护条件简陋, 工作人员工作量较大, 而且多数是由固定的一两个人操作, 有时因为工作忙, 工作人员甚至连铅帽、围脖、铅眼睛等基本防护用品都不戴, 这也是造成年剂量远高于其它工种的原因, 应该引起工作人员的足够重视。

目前, 我国尚无对放射介入、伽玛刀和 PET—CT 放射防护的国家标准, 在实施放射防护监督监测过程中, 主要是参照行业标准 and 年剂量限值推算方法进行评价的。从我区多年来个人剂量监测的情况看, 从事这部分工种的工作人员是人均年有效剂量上升的主要贡献者, 应该受到更好的保护。因此, 有针对性的放射防护标准的制定, 是当前放射防护工作的重要任务之一, 为更加全面地做好放射防护工作打好基础。

参考文献:

- [1] 侯菲菲, 赵国良, 岑芳桂, 等. 2000~2002 年南京军区放射工作人员个人剂量监测结果分析[J]. 中国辐射卫生, 2005, 14(1): 39
- [2] 胡爱英. 我国个人剂量监测工作展望[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2004, 24(4): 377—379.

(收稿日期: 2006—06—16)

减少不必要的照射(包括对公众的照射)。如果 X 射线检查车窗没有改装铅玻璃, 则在 X 射线检查时, X 射线有用线束必须朝向无人区。所有受检者必须安全区内候诊, 以减少不必要的照射。

此外随着技术的发展, 采用车载式数字 X 射线机(DR)的体检车, 是代表未来的发展方向。车载式数字 X 射线机(DR)具有以下优点: ①采用数字摄影, 直接把标准胸片显示并存储在计算机中, 克服了透视机无法提供符合胸部诊断要求的标准胸片问题。②2.3~5s 就可获得标准的胸部图象, 比胶片拍片机快百倍。③不再需要暗室和洗片机, 节省了车内面积。④病人受照剂量比透视机和拍片机低数十倍。

参考文献:

- [1] GB18871—2002, 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S].
- [2] GBZ130—2002《医用 X 射线诊断卫生防护标准》[S].
- [3] GBZ138—2002《医用 X 射线诊断卫生防护监测规范》[S].

(收稿日期: 2006—04—11)