

某核医学科内放射防护的探讨

钱晓煜¹, 袁志斌¹, 罗全勇¹, 朱瑞森¹, 陆汉魁¹, 沈金福²

中图分类号: R143; R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2004)04-0274-02

【摘要】 分析某核医学科工作人员 5 a 来的受照剂量数据; 用 TLD 剂量计进行了核医学科内的场所监测和影像检查病人的受照剂量监测; 用放射性点源和 TLD 剂量计进行了模型试验。结果表明该核医学科工作人员的受照剂量在国家的限定值以内, 核医学科各种工作环境中的放射污染水平正常, 防护围裙有一定的防护作用。研究数据对具体工作有一定的指导意义。

【关键词】 核医学; 放射防护; 受照剂量

近年来随着对细胞辐射效应的深入研究, 放射防护也越来越受到重视^[1,2], 放射工作人员的年剂量限值也逐渐降低。核医学的放射防护与 X 射线为主的放射科、体外放射源治疗的放疗科有所不同, 后者的辐射源是固定的, 一定程度上是可控制的或可躲避的, 而核医学科的辐射源主要是放射性药物, 它有无形和无处不在的特点, 病人、排泄物、丢弃的医疗器械等等, 这些因素一方面给核医学科的放射防护带来了一定的困难, 另一方面也造成了核医学工作人员思想上麻痹。近年来又逐渐引进了生产正电子药物的医用回旋加速器和 PET 设备, 这给核医学科的放射防护带来了新问题。本研究拟通过一些模型实验和近几年来科内工作人员的吸收剂量数据, 对核医学科的放射防护作一些经验性的探讨。

1 材料与方法

- 1.1 剂量数据及仪器 5 a 来核医学科工作人员吸收剂量数据。TLD 剂量计, FJ-377 型 TLD 测定仪。本项目研究的数据和方法由上海市预防医学研究院提供。
- 1.2 放射性点源模型实验 在距离放射性点源 1 m 处圆周状等距离放置 TLD 5 只, 8 h 后测量, TLD 处覆盖防护围裙以作比较。
- 1.3 各种检查的病人受照剂量监测 不同检查项目的病人胸前佩戴 TLD, 24 h 后测量, 每种项目选择 5 位病人。
- 1.4 场所监测 核医学科内不同地点放置 TLD, 每一地点选择一位置集中放置 5 只, 一般选择人员流动较多、离工作人员或病人较近的位置, 如门窗、专用仪器等附近。30 d 后结束, 测量吸收剂量。

2 结果

- 2.1 5 a 来核医学科工作人员受照剂量 我们统计分析了科内 20 位工作人员 5 a 来的防护数据, 人均受照剂量为 $(5\,848 \pm 856) \mu\text{Sv/a}$, 集体受照剂量 $(117 \pm 12) \text{mSv/a}$, 1 a 中接触高放射性的月份(标记注射和给服¹³¹I)受照剂量为 $(1\,763 \pm 368) \mu\text{Sv/月}$, 主要从事放射性核素治疗的医生及护士的受照剂量为 $(1\,046 \pm 257) \mu\text{Sv/月}$ 。
- 2.2 放射性点源模型测量结果(表 1) 以 $1.11 \times 10^9 \text{Bq}$ (30mCi) 的^{99m}Tc 和¹³¹I 作为点源, 距 TLD 剂量计 1 m 处, 照射 8 h 的条件下分别测定了有无防护围裙时的防护效果。数据表明防护围裙有一定的防护作用, 但对于放射性钨和碘的防护作用是不同的。

- 2.3 各种检查病人受照剂量测量结果(表 2) 表 2 数据表明使用钨标记显像剂的病人, TLD 剂量计的数据接近, 而¹⁸F-FDG 检查的病人则剂量较大。
- 2.4 场所环境监测结果(表 3) 表 3 数据表明核医学科的总体环境中, 办公室、ECT 机房、RIA 测定室、走廊、候诊室等地方辐射剂量低, 但高活性室、注射窗口、标记台和病房等处的辐射剂量较高。

表 1 模型实验结果($\bar{x} \pm s$ $n=5$)

编号	防护情况	吸收剂量(μGy)
Tc	无防护围裙	2 451±276
Tc-S	有防护围裙	1 220±250
I	无防护围裙	4 826±365
I-S	有防护围裙	3 151±468

表 2 不同检查项目病人 TLD 剂量计测量结果($\bar{x} \pm s$ $n=5$)

检查项目	放射性药物	剂量 (10^7Bq)	时间 (h)	剂量 (μGy)
甲状腺显像	$\text{Na}^{99\text{m}}\text{TcO}_4$	18.5	24	943±59
心肌血流灌注显像	$^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$	111.0	24	1 472±243
骨扫描	$^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$	111.0	24	1 214±96
肿瘤显像	$^{18}\text{F-FDG}$	37.0	24	3 553±569

表 3 场所环境监测结果($\bar{x} \pm s$ $n=5$)

位置	时间(d)	剂量(μGy)
ECT 机房	30	266±54
ECT 操作室	30	162±38
办公室	30	120±42
RIA 测定室	30	118±56
门诊	30	134±47
登记室外	30	260±68
登记室内	30	90±32
走廊	30	134±42
病房	30	5 628±689
注射候诊室	30	374±59
FDG 候诊室	30	391±72
高活性室	30	1 794±154
注射窗	30	4 890±490
标记台	30	> 100mSv(超过测定范围)

3 讨论

放射防护有三原则: 实践的正当性、防护的最优化和剂量限值。具体实践中要考虑到时间、距离和屏蔽三方面, 最大程度上

作者单位: 1 上海市第六人民医院 上海 200233;
2 上海市预防医学研究院
作者简介: 钱晓煜(1967~), 男, 上海市人, 技师, 从事核医学工作。

实现防护最优化原则: 能够达到目的尽可能低的剂量。在实际工作中如何实现这三大原则和一个概念, 我们有如下一些体会。

- 3.1 加强管理 核医学科内的放射源主要来自于三方面: 放射性药物, 包括放免试剂盒、发生器和治疗用核素等; 工作废弃物, 包括针筒、棉球、实验用品等; 病人以及病人的排泄物。对于前两者加强科室的管理, 作到有专人负责和使用记录。病人是流动的放射源, 对病人的教育也很重要^[3,4], 作检查的病人要在候诊室内等候, 不可随意走动, 因此建立候诊区域和专用的厕所很有必要。
- 3.2 以人为本 工作人员的健康和病人的安全是第一位的, 防护设备和防护器械是其他任何手段所不能替代的。新建核医学科或改建时要考虑防护设备的安装和科室布局的合理、科学, 这是日后不易改变的。病人和工作人员的走道要分开; 遵循从低放射性到高放射性的布局; 有条件的话, 建立全科室的放射性监测网络, 进出高活性区域(标记室和病房等)测量是否被污染。在开展新的诊疗项目时也要考虑添置新的防护器械。
- 3.3 认真准备 在进行大剂量的日常工作和研究实验时, 预先的设计和准备工作十分重要, 慌乱和不合理的操作步骤会延长接触放射性物质的时间, 带来不必要的高辐射剂量。
- 3.4 提高认识 核医学科工作中受照辐射主要来自于不可避免的接触与科内的放射污染。但因未接受过系统的放射防护教育, 加上射线的“无形”, 有不少人思想上容易麻痹; 形成了不良的工作习惯如随意丢弃注射后的注射器和出入标记室不更换鞋子等都会造成科内的放射污染。

(上接第 273 页)

2.4.3 恶性肿瘤死因分析 死亡率构成比及顺位秦山核电站运行前(1988~1991 年)、后(1992~2002 年)周围居民恶性肿瘤死亡率分别为 120.12/10 万、126.45/10 万, 运行后高于运行前, 但两者之间差异无显著性。与全省 1/10 抽样调查结果相比, 恶性肿瘤粗死亡率运行前后均高于全省 1/10 抽样地区, 但低于省疾病监测点地区^[4], 具体见表 3。

表 3 各地区居民恶性肿瘤死亡率(1/10 万)与构成比(%)

地区	男		女		合计	
	死亡率	构成比	死亡率	构成比	死亡率	构成比
秦山地区						
1988~1991	157.98	21.23	78.33	12.02	120.12	17.23
1992~2002	176.67	23.76	82.66	13.12	126.45	19.00
1/10 抽查地区	153.03	22.89	83.96	14.68	119.41	19.21
省疾病监测点	169.81	—	90.91	—	131.49	—

2.5 婴儿出生情况 我们分别选择了距离秦山核电站 20 km、80 km 的桐乡和鄞县作为对照, 进行婴儿出生情况调查, 结果见表 4。可见除婴儿出生畸形各地之间差异有显著性外, 围产儿死亡、死胎与死产等差异均无显著性。

表 4 婴儿出生情况比较(率, %)

地区	围产儿死亡率	死胎死产率	畸形率	新生儿死亡率	多胎率
核电站	15.33	7.97	10.14	7.42	7.87
桐 乡	16.23	9.21	7.61	7.09	6.70
鄞 县	14.78	6.53	21.80	8.31	6.21
1)	<i>u</i> 0.82	1.52	3.31	0.45	1.16
	<i>P</i> >0.05	>0.05	<0.01	>0.05	>0.05
2)	<i>u</i> 0.51	1.93	10.16	1.12	2.28
	<i>P</i> >0.05	>0.05	<0.01	>0.05	>0.05

注: 1) 核电站与桐乡比较; 2) 核电站与鄞县比较。

3 讨论

3.5 重点突出 从表 3 的数据可以看出病房与注射窗口和标记台的剂量都很高, 造成剂量高的原因是标记和注射显像剂以及核素治疗病房的工作。因此相应地我们可以采取这样一些措施: 改变直接注射, 而是建立静脉通道后再注射, 这样可大大降低注射时的受照剂量, 还可以确保药物进入静脉而不残留在软组织内, 避免了放射性损伤的可能; 直接从厂家购买标记好的药物, 相对来讲厂家的放射防护条件比医院要好很多, 临床用药物直接购买标记好的药物; 避免在核素治疗病人的前几天直接面对面的查房, 而采用对讲机和监视设备进行, 尤其是针对那些接受大剂量碘-131 治疗的甲状腺癌病人。

参考文献:

[1] Zanzonico PB. Internal radionuclide radiation dosimetry: A review of basic concepts and recent developments[J] . J Nucl Med, 2000, 41: 297-308.

[2] Bolus NE. Basic review of radiation biology and terminology[J] . J Nucl Med Technol, 2000, 29: 67-73.

[3] Thompson MA. Maintaining a proper perspective of risk associated with radiation exposure[J] . J Nucl Med Technol, 2001, 29: 137-142.

[4] Thompson MA. Radiation safety precautions in the management of the hospitalized ¹³¹I therapy patient[J] . J Nucl Med Technol, 2001, 29: 61-66.

(收稿日期: 2004-08-02)

秦山核电站周围环境及饮用水与食品等样品中放射性水平属正常本底, 核电站运行 11 a 所释放的放射性物质没有增加周围环境中的放射性水平。秦山核电站周围 20 km 范围内, 因天然辐射外照射所致居民的人均年有效剂量为 1.15 mSv, 经由膳食摄入 ⁹⁰Sr、¹³⁷Cs 所致居民全身年有效剂量为 0.75 μSv。秦山核电站运行前后周围 20 km 范围内居民出生率和死亡率差异有显著性, 出生率和死亡率运行后均低于运行前。秦山核电站运行前后周围居民前五位死因均为呼吸系统、循环系统、恶性肿瘤、损伤和中毒与消化系统疾病。居首位的均为呼吸系统疾病, 恶性肿瘤有所上升, 这可能与大气污染的日益严重、人群的不良生活习惯吸烟以及随着乡镇企业的发展, 接触有害气体、粉尘等机会相对较多有直接关系。核电站运行后周围居民恶性肿瘤死亡率均低于省疾病监测点^[4]的监测结果(131.49/10 万)。运行后高于运行前, 但二者之间差异无显著性。从恶性肿瘤的流行趋势看, 居民健康和人口构成的改变与生活方式的改变, 环境的改变, 医疗条件的改善等, 都影响着人群恶性肿瘤死亡率的高低。这些改变与某些恶性肿瘤危险度的升高和另一些恶性肿瘤危险度的降低有联系。笔者通过回顾性流行病学调查, 没有剔除上述混杂因素, 这在一定程度上可能会影响调查结果的精确度。秦山核电站与距离 20 km、80 km 的桐乡和鄞县在婴儿出生方面, 除婴儿出生畸形各地之间差异有显著性外, 其余差异均无显著性。

参考文献:

[1] 孙世荃. 人类辐射危害评价[M] . 第 1 版, 北京: 原子能出版社, 1996: 198.

[2] 陈国佩, 赵义坊, 匡云谷, 等. 秦山核电站运行前周围环境放射性调查和居民所受剂量估算[J] . 中华放射医学与防护杂志, 1992, 12(14): 253.

[3] 卫生部. 核设施正常运行和事故期间公众受照剂量监测与评价规范[S] . 1992.

[4] 韩晓军, 蒋庭魁, 严峻, 等. 浙江省 1995~1996 年居民恶性肿瘤死亡分析[J] . 浙江预防医学, 1998, 1: 1-3.

(收稿日期: 2004-06-16)