

黄石市医院同位素室表面污染及外照射水平调查

白炳林¹, 颜 波², 苏良平², 熊 昊¹

中图分类号: X591 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2006)04-0500-02

【摘要】 目的 了解医院同位素室表面污染与外照射水平, 找出污染原因并采取必要的防护措施。方法 用 FJ2201α、β 表面沾污仪、FD-71 闪烁辐射仪进行现场监测, 其监测数据进行统计分析。结果 ①污染严重的工作区主要集中在活性区, 污染平均值在控制限值以上; ②工作服污染高于本底的多数, 而超标的则占极少数; ③手套及手部污染普遍都高, 均在控制限值以上; ④外照射水平活性区外照射水平最高, 工作人员所在位置的照射量率高于中心位置的 3 倍。其照射量率结果: 手部> 头部> 胸部> 腹部; 工作人员外照射年剂量估算结果远低于控制限值。结论 应加强对医院同位素室的监督与管理, 确保辐射安全。

【关键词】 医用同位素; 表面污染; 外照射

医院的同位素室主要开展心、肝、肾功能扫描, 甲状腺和肾功能测定, 放射免疫, 甲状腺肿瘤和机能亢进的诊断治疗。应用的放射性核素有¹³¹I 碘化物, ¹²⁵I, ³²P, ¹¹³In 等 10 余种。年等效用量为 1.68×10⁹ Bq。这些放射性核素主要放出β、γ 射线, 造成各类表面污染及从业人员的外照射。为了解其污染和外照射水平, 我们对黄石地区 6 家医院同位素室的表面污染及外照射水平进行了调查。

1 调查方法

参照医用开放源工作室“三区配置法”^[1]顺序布设检测点。清洁区, 包括办公间、会议间、登记间、值班间、资料间、库房等不接触放射性的区域。中间区, 包括甲状腺功能测定间、肾功能测定间、放射免疫间、修理间、暗室等, 在此区内基本上不直接接触放射性操作, 但可能受到放射性污染。活性区, 视接触放射性物质数量多少, 又分为高活性区和低活性区。前者包括分源间、污物间、贮源间、治疗室等; 后者包括放射药物注射间、脏器显像间、候诊室。β 表面污染, 应用校正过的 FJ-2201α、β 表面沾污仪, 测定地面、墙面、台面、通风、工作服、工作人员的手部等表面, 共测定 1 841 点。γ 外照射, 使用 FD-71 闪烁辐射仪(仪器均校正)。测定工作场所和操作人员在进行各种操作时, 头、胸、腹、手部的照射率。

2 调查结果

2.1 β 表面污染

2.1.1 工作场所β 污染水平 见表 1。表 1 说明: 高活性区地面接近控制限值^[2](限值为 40 Bq/cm²), 墙面/台面β 污染水平在控制限值以上, 最大值为控制限值的 38~66.7 倍; 低活性区除台面污染最大值超标 9.8 倍外, 其他表面与中间区、清洁区污染值相似, 在控制限值以下。

2.1.2 工作人员的工作服、手套β 污染水平 见表 2 及表 3。经检测, 换洗前工作服 65 件, 共测定 318 点, 有 28% 的检测点为本底水平; 66% 的检测点在控制限值以下(限值为 4.0Bq/cm²), 但略高于本底水平; 6% 的检测点在控制限值以上, 其最大超标 3.7~17.7 倍。测定 18 双手套, 结果为: 右手超标高于左手 6 倍, 最大超标 342.8 倍。

表 1 不同工作区域表面β 污染水平(Bq/cm ²)					
测定部位	检查范围	清洁区	中间区	活性区	
				低活性区	高活性区
地面	点数	115	123	114	104
	均值	0.7	0.5	0.9	31.3
	范围	0.2~10.9	0.1~10.9	0.2~8.6	0.2~1198.9
墙面	点数	106	137	106	98
	均值	0.7	0.5	0.9	66.6
	范围	0.2~3.4	0.2~3.3	0.3~8.4	5.8~2669.9
台面	点数	125	135	121	135
	均值	0.5	1.2	5.4	38.3
	范围	0.1~3.5	0.2~21.1	0.2~390.5	5.6~1534.4

表 2 工作服不同β 污染水平(Bq/cm ²)							
测定部位	检查点数	污染程度		污染点数及污染率			
		均值	最大值	本底	% > 本底	% 超标	%
左轴	32	1.7	25.5	5	24	3	
右轴	32	2.2	29.4	9	20	3	
胸部	65	0.6	1.3	20	43	2	
腹部	65	2.5	36.1	19	41	5	
左膝关节	62	2.0	71.9	19	39	4	
右膝关节	62	0.9	14.9	16	43	3	
合计	318			88	28	210	66
					20	3	

表 3 乳胶手套β 放射性污染水平					
测定部位	检查双数	污染值(Bq/cm ²)		为 4.0Bq 的倍数	
		最大值	平均值	最大值	平均值
左手套	18	212.4	87.1	53.0	21.7
右手套	18	1371.4	345.7	342.8	86.4

2.1.3 工作人员手部β 放射性污染水平(表 4) 结果表明: 经常接触放射性核素最多的右手污染严重, 相当于控制限值(限值为 4.0×10⁻¹ Bq/cm²)的 7.3×10² 倍。但是, 经过即使反复清洗后, 可降至清洗前的 50 倍。此外还可以看出, 表内标准差偏大约 50%, 原因可能与操作者业务技能、操作情况差异较大有关。

作者单位: 1 黄石市疾病预防控制中心, 湖北 黄石 435003; 2 武钢大冶铁矿职工医院
作者简介: 白炳林(1952~), 男, 湖北大冶人, 副主任医师, 从事放射卫生防护工作。

表 4 手部清洗前后β放射性污染水平(Bq/cm ²)				
测定情况	左手		右手	
	点数	污染值	点数	污染值
清洗前	22	66.6±35.0	22	290.4±27.2
清洗后	21	11.0±0.6	21	5.8±2.0

2.2 外照射

2.2.1 在正常工作状态下,不同区域外照射水平 见表 5^[3]。从测量结果看出,活性区照射量率较高。原因可能是:操作过程中药物溅漏,棉球污染及缺乏良好的通风,致使一些放射性气载微粒吸附在墙面、地面和台面。

2.2.2 操作者各部位外照射水平 见表 6。表 6 说明操作者外照射水平较高的部位是手部及头部,而胸部、腹部则很低。这是由于各种操作是在防护条件下进行的,而手部却无屏蔽阻挡,因此照射量率较高。头部较高可能是与人们头部往往习惯

表 6 不同操作方式工作人员主要部位外照射水平

操作方式	核素	一次用量 (× 10 ⁸ Bq)	照射量率× 10 ⁻⁷ C/(kg·h)			
			头	胸	腹	手
分装	¹³¹ I—碘化物	3.7—8.75	1.29±7.7	0.25±0.05	0.17±0.05	20.81±13.15
注射	^{131m} In ¹³¹ I—OIH	0.02—3.7	4.64±2.83	0.77±0.2	0.77±0.2	25.54±9.28
扫描	^{131m} In ¹³¹ I—OIH	0.56—1.22	0.77±0.25	0.7±0.25	0.77±0.25	2.06±0.77
治疗	¹³¹ I—NaI	0.25	54.18±2.58	54.18±2.58	9.8±0.12	258±51.6
放免	¹²⁵ I—标记药盒	0.01	0.1±0.0	0.1±0.02	0.07±0.007	0.01±0.07

2.2.3 工作人员工作量及其剂量估算 见表 7。表 7 所获数据是按典型条件下测量的剂量率数值(p),2005 年工作量(n)和各种操作方式每人所需时间(t),对工作人员年剂量进行的初步推算。利用计算公式 D=p×n×t,计算了工作人员的年剂

表 7 工作人员 2005 年工作量及主要部位年剂量当量估算(× 10⁻² mSv)

操作	n		t		p				D			
	人次/人.a		min/次	h/a	头	胸	腹	手	头	胸	腹	手
分装	74		0.5~10	12.3	2.76	0.57	0.51	4.1	1.4~29.6	0.3~6.1	0.3~5.5	7.4~151.4
注射	248		0.1~1	4.1	2.75	4.35	5.31	7.4	5.0~9.8	9.0~15.6	9.7~19.0	13.6~26.5
扫描	233		15~20	77.7	0.21	0.14	0.14	0.38	10.7~14.2	7.1~9.5	7.1~9.5	19.3~25.8
合计									16.1~53.6	16.4~31.2	17.1~34.0	40.1~203.7

3 讨论

从表面污染测定的数据可以看出,医院同位素污染是普遍存在的。

(1) 污染严重的工作区主要集中于活性区,污染平均值在控制限值以上。从其它区域污染的离散程度看,污染不是普遍高,而是个别地区异常高。其原因可能与操作者在活性区工作结束后,不换工作服及拖鞋有关。

(2) 工作服污染高于本底的点占多数,而超标的点则占极少数。其原因可能与少数操作者操作放射性物质后,不认真洗手或操作完毕后没有及时进行湿式清除工作区的设备有关。

(3) 手套及手部的污染普遍都高,均在控制限值以上。值得指出的是,少数医院的操作者,既不爱戴手套,也不认真洗手,致使手部严重污染,虽经多次擦洗,也难达到本底值。最大值超标 7.3×10² 倍。1981 年耿富等^[4]调查发现工作人员徒手操作,手部污染水平可达 2×10⁸ 粒子/100cm²·2π·min。可见,在任何情况下操作放射性物质,一定要戴手套,不能裸手操作。

(4) 从外照射测定的数据看,在不同的工作区域,活性区外照射水平最高,工作人员所在位置的照射量率高于中心位置约 3 倍。在不同操作方式中,分源时,头部为 1.37×10⁻⁷ C/kg·h (5.0μSv/h);手部为 20.8×10⁻⁷ C/kg·h (81.0μSv/h)。注射时,头

于偏离屏蔽物进行操作有关。由于各单位应用的放射性核素种类、活度、操作方式及屏蔽条件不一,操作人员的业务技能不同,导致表 6 中标准差偏大。

表 5 不同工作区域γ外照射水平× 10⁻⁸ C/(kg·h)

测定部位	检查范围	清洁区	中间区	活性区	
				低活性区	高活性区
室内中心位置	点数	56	66	49	35
	均值	0.3	0.4	2.1	3.8
	范围	0.3~0.4	0.2~1.3	0.2~19.8	0.3~51.7
工作人员操作位置	点数	63	67	50	71
	均值	0.3	0.4	1.8	11.3
	范围	0.2~0.5	0.2~23.8	0.2~23.8	0.3~51.7

量,用最大最小值表示。由于操作者是轮换担任各种操作,设所有操作均由一人完成,则其胸部年最大平均剂量当量为 31.2 × 10⁻² mSv/a。

部为 4.6×10⁻⁷ C/kg·h (18.0μSv/h);手部为 25.5×10⁻⁷ C/kg·h (99.0μSv/h)。本次还检测了 2 例无屏蔽条件下操作 9.25×10⁸ Bq^[3] I—NaI 治疗肝癌的照射量率。其结果手部> 头部> 胸部> 腹部。各部位照射量率明显增高。可见,加强个人防护是十分重要的防护措施。放射免疫操作照射量率最低,在正常本底范围。从目前医院同位素室工作人员外照射年剂量估算结果看,远低于控制限值。但从辐射最优化原则出发,降低剂量仍是可以的。上述调查结果说明,目前多数医院,忽视医用开放源的安全操作,缺乏安全操作的设备是导致污染的一个重要原因。因此,为了及时发现问题,采取措施,避免人员受到超剂量的照射,必需酌情配备必要的防护用品,经常进行表面污染及外照射的测量,建立可靠的安全规章制度。

(承蒙范辉堂主任医师的指点与帮助,特此致谢!)

参考文献:

[1] 周申主编.核医学与放射防护[M].北京:人民卫生出版社,1983.184.
[2] GB18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[Z].
[3] 李士俊.电离辐射剂量学[M].原子能出版社,北京,1981,32.
[4] 耿富.放射性核素在医学应用中照射量调查[Z].全国会议资料,1981.
(收稿日期:2006—03—31)