

¹³¹I 介入治疗肝癌中放射防护问题的探讨

孙积刚

(大连市劳动卫生研究所, 大连 116001)

中图分类号: R147; X591 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2000)02-106-02

随着医疗技术的发展, 放射性核素介入治疗方法逐步得到应用, ¹³¹I 介入治疗肝癌就是其中之一。为了解放射性介入治疗中的放射防护问题, 最近对我市一家医院使用 ¹³¹I 肝癌克隆抗体介入治疗肝癌场所进行了监测, 在监测过程中发现了很多值得注意的防护问题。

1 该医院使用 ¹³¹I 场所的现状

¹³¹I 肝癌克隆抗体介入治疗肝癌的过程中, 主要有核医学科(分装配药)、介入室、介入治疗病房三个场所。

1.1 核医学科 分装配药在用 2mm 铅板屏蔽的原来操作 ¹²⁵I 的通风橱内进行。通风橱内操作点距通风橱前壁约 20cm 左右。

1.2 介入室 操作隔室观察窗及防护门为 2mm 铅当量的屏

蔽厚度, 室内患者的肝脏部位距观察窗和防护门均为 3m 左右。在介入室内的工作有: 用注射器抽取药液(用 ¹³¹I 配制)、将药液从导管注入患者肝脏、在病床旁用手压迫止血等, 这些工作人员在工作时只佩戴了铅橡胶防护衣和铅眼镜。

1.3 介入治疗病房和患者粪便储存室 是在原普通病房的基础上四周侧墙 1.5m 以下外加一层 4mm 铅板。患者肝脏部位距顶棚约 2m, 距走廊墙、右侧房间均为 1m。粪便储存室储存的尿液距走廊门约为 0.5m。

2 测量结果

2.1 测量仪器 FD-3013 数字 γ 辐射仪, 仪器本底为 $0.52 \times 10^{-8} \text{C/kg} \cdot \text{h}$ 。

2.2 核医学科、介入室、介入治疗病房等场所 γ 外照射测量结果见表 1。

表 1 核医学科、介入室、介入治疗病房等场所 γ 外照射测量结果

测量场所	操作时间 (min)	测量 点数	空气照射量率($\times 10^{-8} \text{C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	
			范围	均值 \pm 标准差
1. 核医学科:				
通风橱前操作人员上半身 (两人份量约 $4.07 \times 10^9 \text{Bq}$)	30	9	1038.2 ~ 1441.8	1324.4 ± 148.1
2. 介入室: (一人份量约 $1.85 \times 10^9 \text{Bq}$)				
抽取药液时工作人员	1	9	1155.3 ~ 1423.3	1335.2 ± 98.4
压迫止血时工作人员	15	10	789.1 ~ 967.7	876.4 ± 61.6
操作隔室观察窗及防护门	4	4	10.8 ~ 14.2	12.5 ± 1.5
3. 介入治疗病房: (房间内两个病人)				
病床旁工作人员上半身	6	6	876.6 ~ 986.1	940.6 ± 49.3
病房外走廊墙表面(0.8 ~ 1.9m)	8	8	3.4 ~ 7.2	5.1 ± 1.3
病房上层、右侧相邻房间	18	18	7.2 ~ 11.3	9.0 ± 1.3
周围房间(不相邻)	11	11	0.5 ~ 0.6	0.5 ± 0.04
4. 粪便储存室(内存一次排尿量):				
储存室走廊防护门外表面	5	5	19.7 ~ 22.8	21.1 ± 1.2

3 讨论

由于 ¹³¹I 发出的 γ 射线能量较高, 同时它还能发出较高能量的 β 射线, 所以不同于使用其它发出低能 γ 射线的核素(如 ¹²⁵I), 而且该介入治疗方法中的 ¹³¹I 使用量较大, 因此, 其放射防护问题相对比较复杂。

3.1 由于介入治疗的场所在人员比较集中的医院内, 使用 ¹³¹I 介入治疗的放射防护设计时必须严格遵守放射防护最优化原则, 最大限度地避免一切不必要的照射。尤其是介入治疗病房相邻的普通病房内的患者, 一天 24h 躺在病床上, 如果只是简单地按照国家标准规定的年剂量限值进行防护设计或控制其受照剂量, 是不够的。应该使各场所的射线泄漏量合理做到尽可能的最低水平, 同时要考虑到 β 射线及其韧致辐射 X 射线的屏蔽。

从表中可以看出, 由于距离较远的原因, 介入室观察窗及防护门的屏蔽厚度虽然只有 2mm 铅当量, 但其 γ 射线泄漏量却不大。而核医学科的通风橱、介入治疗病房和粪便储存室外的射线泄漏量均超过了按现行国家规定的剂量限值推算的职业人员和公众的照射量率 $64.5 \times 10^{-8} \text{C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 或 $6.45 \times 10^{-8} \text{C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。如果按照这样的剂量率来控制的话, 根据理论计算^[1], 通风橱至少需要 4.4cm 的铅当量屏蔽厚度(以日最大操作三个人份量约 $5.92 \times 10^9 \text{Bq}$ 计算), 病房四周则至少需

要 3.3cm 铅当量屏蔽厚度(两个患者同在病房内)。另外, 通风橱铅防护壁内侧应敷一层 $0.27 \text{cm}^{[2]}$ 的有机玻璃, 用以阻挡 β 射线。

在设计中, 还应当重视分装配药、介入室、介入治疗病房的位置、布局以及相互之间的距离等问题。这些场所应该靠近在一起, 并远离人员密集的其他病房、诊室等场所。

3.2 在 ¹³¹I 介入治疗操作中, 受照剂量最大且最难防护的是在介入室内抽取药液、用手压迫止血与介入治疗病房内在患者旁工作的人员。这些人员在工作时, 只是佩戴了铅橡胶防护衣和铅防护眼镜, 由于这些个人防护用品的铅当量很小, 实际上屏蔽效果不佳。这些人员应当在尽量缩短接触时间的基础上, 使用较大铅当量的铅屏风(或铅玻璃)进行屏蔽防护, 如果条件允许的话, 使用封闭的铅房则更好。抽取药液的注射器也应该使用特制的铅套注射器。

放射性药液暴露在空气中的所有环节, 如: 分装配药时放射性药液不在铅罐中且不在通风橱内, 介入室内药液未注入患者肝脏内前等环节, 工作人员不应该佩戴个人防护用品, 尤其铅防护眼镜。因为 ¹³¹I 发出的 β 射线在空气中的射程约为 $2.5 \text{m}^{[2]}$, 这些个人防护用品不但起不到很好屏蔽 γ 射线的作用, 反而会因 β 射线与个人防护用品中的高原子序数的物质韧致辐射作用产生大量的 X 射线。在介入治疗病房患者旁工作的人员可以不必考虑这个问题, 因为 ¹³¹I 发出的 β 射线在人体组织中(近似于水)的射程为 $3.3 \text{mm}^{[2]}$, 而肝脏周围的脂肪和肌肉组织可以完全阻挡 β 射线。

作者简介: 孙积刚(1962~), 男, 山东莱州市人, 副主任技师, 主要从事放射卫生防护工作。

山西医用加速器防护性能检测及防护设施评价

梁健君 谷景旭¹ 丁 军 张乃虎 辛旺堂 王润溪

(山西省卫生防疫站, 太原 030012)

中图分类号: R142 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2000)02-107-01

随着肿瘤发病率的升高, 近年来放射治疗肿瘤工作迅速开展, 约 70% 的癌症病人接受放疗^[1]。放射治疗除钴-60 治疗外, 更为先进的医用电子加速器以其射线能量范围广而得到广泛应用。为贯彻卫生部第 40 号令, 我们对全省 6 台医用电子加速器的防护性能进行了检测, 并对其机房防护设施进行评价。

1 概况

至 1998 年底, 全省有 6 台医用电子加速器, 较均匀地分布在大同、太原、长治、晋城等地。其中有 3 台国产机型, 3 台进口机型。X 射线最大容量为 11~16MeV 的 2 台, 10MeV 以下的 4 台, 生产时间为 1995~1998 年之间。

2 检测项目、方法和仪器

按照国家标准 GBW4-81^[2] 并参照 GB15213-94^[3] 和 GB9706.5-92^[4] 的部分检测方法, 使用 RT-100 型剂量仪, FJ-347A 型 X、γ 剂量仪和 RT-861A 黑白密度计, 对 6 台医用电子加速器的 13 项主要防护技术指标和机房防护进行检测。上述剂量仪器均经卫生部标准剂量学实验室校准。该实验室是国际原子能机构(IAEA)和世界卫生组织(WHO)次级标准剂量学实验室(SSDL)网络成员之一。

3 评价依据

对检测项目依据国家标准 GBW4-81^[2] 和 GB4792-84^[5] 进行评价。

4 结果与讨论

4.1 加速器防护性能检测结果见表 1。对医用电子加速器性能指标的检测, 仅对其 X 射线的常用能量档和在常用治疗条件下检测的。

表 1 医用电子加速器性能检测结果

检测项目	测量值	台数(合格)
有用线束输出量重复性 $\leq 0.7\%$	0.23(0.1~0.3)	6(6)
吸收剂量线性 $\leq 2\%$	0.5(0.2~0.8)	6(6)
高剂量辐射后的稳定性 $\leq 2\%$	0.75(0.3~1.8)	6(6)
日稳定性 $\leq 2\%$	0.43(0.1~1.4)	6(6)
输出能量偏差 $\leq 3\%$	1.9(1.5~2.7)	6(6)
等中心偏差 $\leq 2\text{mm}$	1.2(0.5~1.8)	5(5)
光野与射野边界偏差 $\leq 2\text{mm}$	1.3(1~1.8)	6(6)
最大有用线束外的漏射线 $< 0.5\%$	0.06(0.02~0.2)	6(6)
可调线束漏射线 $\leq 2\%$	0.36(0.01~0.61)	6(6)
均整度 $\leq 3\%$	2.8(1.5~4.1)	6(5)
对称性 $\leq 3\%$	1.6(0.7~3.2)	6(5)
半影宽度 $\leq 8\text{mm}$	7.2(6~8)	6(6)
感生放射性 $\leq 0.2\text{mGy}\cdot\text{h}^{-1}$	0.006(0.002~0.01)	2(2)

1 山西省肿瘤医院

作者简介: 梁健君(1963~), 男, 山西平定人, 主管技师, 主要从事放射防护研究与管理。

3.3 应做好防护宣传工作, 严格控制患者家属进入介入治疗病房, 避免接受不必要的照射。

参考文献:

[1] 李星洪, 等. 辐射防护基础[M]. 北京: 原子能出版社,

4.1.1 从表 1 可知, 加速器的绝大多数性能指标符合国家标准, 表明这些机器从设计生产到出厂使用, 防护性能是合格的。经过安装调试, 能达到使用的最佳状态。个别机器未处于较佳状态, 可能与调试不当或长期不进行检测调试有关。

4.1.2 加速器的剂量监测系统在整个治疗过程中至关重要, 如不能定期(比如每周一次)进行剂量校准, 有用线束输出偏差必将随时间增长而增大, 最终导致较差的治疗效果。这一偏差在本文的检测过程中曾遇到, 不过表 1 显示的结果是经校准后的数据。

4.1.3 加速器输出量的准确, 直接关系到靶区剂量的准确。因此, 日稳定性、周稳定性及月稳定性要经常检测, 如发现偏差较大, 就能及时调试或更换部件。

4.1.4 照射野剂量的对称性、均整度、光野与射野的一致性等指标虽加速器优于钴-60 治疗机(钴治疗机总体合格率为 83%)^[6]。但如果物理技师或临床医生不能及时或定期地进行检测调试, 必将造成照射野剂量的不均匀和光野、中心轴指示误差。这可影响肿瘤的放疗效果和病人靶区周边正常组织和器官的安全。

4.2 加速器机房防护监测结果见表 2。机房防护设施测试是在机器允许最大辐射条件下进行。主要对高能 X 射线测量, 对 10MeV 以上 X-辐射要进行中子测量。

4.2.1 由表 2 显示, 加速器机房防护均符合国家标准。这与从工程项目的设计审查到工程竣工验收都经过预防性卫生监督有关。但旧机房改造后安装 10MeV 以上的 X-辐射直线加速器, 其防中子能力弱, 主要显现在机房门上。

表 2 加速器机房防护情况

台数	测量值($\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$)
机房外围	6 1.15(0.13~3)
机房门	6 1.25(0.45~3)
操作位	6 0.82(0.22~1.5)

4.2.2 由于加速器准直系统多采用钨合金材料, 通常条件下的感生放射性往往较低, 因此, 工作人员的摆位剂量远低于钴-60 治疗机产生的剂量。

4.2.3 在加速器配套设施方面, 机房多采用 L 型迷路设计。机房门外有指示灯, 辐射标志。安装门机联锁, 电视监视, 对讲等装置。配备模拟定位机, 剂量仪等。工作人员佩带个人剂量报警仪。这些均为提高放疗效果, 实施安全有效的治疗提供了保障作用。

参考文献:

- [1] 俞顺章. 中国和世界一些国家恶性肿瘤防治现状及展望[J]. 肿瘤, 1989, 9(1): 41.
- [2] GBW4-81, 医用高能 X 线和电子束卫生防护规定[S].
- [3] GB15213-94, 医用电子加速器性能和试验方法[S].
- [4] GB9706.5-92, 医用电气设备能量为 1~50MeV 医用电子加速器专用安全要求[S].
- [5] GB4792-84, 放射卫生防护基本标准[S].
- [6] 梁健君, 等. 山西省钴-60 治疗机防护性能检测及评价[J]. 中国辐射卫生, 1998, 7(2): 92.

收稿日期: 1999-11-17

1982, 132~133.

[2] 章仲侯. 放射卫生学[M]. 北京: 原子能出版社, 1985, 122, 189~190.

收稿日期: 1999-12-06