

## 河南省部分放射治疗机输出量 TLD 比对结果分析

张钦富<sup>1</sup>, 罗素明<sup>2</sup>, 楚彩芳<sup>1</sup>, 何志坚<sup>2</sup>, 卢国甫<sup>1</sup>, 戴富友<sup>1</sup>, 乔红兵<sup>1</sup>

中图分类号: R144.1 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2005)01-0052-02

【摘要】 目的 提高放射治疗的剂量控制水平, 搞好放射治疗的质量保证。方法 在 30 cm×30 cm×30 cm 水模中, TLD 距水表面 5 cm, 照射野 10 cm×10 cm, 源到水表面 80 cm~100 cm 的条件下给予接近 2 Gy 的吸收剂量照射 TLD。由 SSDL 测量计算出相对偏差, 相对偏差 $\leq \pm 5\%$  为合格。结果 47 台放射治疗机的相对偏差范围为 $-0.3\% \sim -49.7\%$ , 相对偏差绝对值平均值为 6.3%。总的合格率为 68.1%。加速器的合格率为 80.0%,  $^{60}\text{Co}$  治疗机的合格率为 54.5%。放射治疗机输出量的合格率是逐年提高的。结论 河南省的放射治疗机输出量的合格率较低, 应加强放疗辅助设备的配备和物理师的培养, 制定有关的法规并强制淘汰不合格的放射治疗机。

【关键词】 放射治疗机; 输出量; TLD

为提高河南省放射治疗的剂量控制水平, 搞好放射治疗的质量保证工作, 1998 年—2002 年河南省职业病防治研究所和中国 CDC 辐射防护与核安全医学所的次级标准剂量学实验室 (SSDL) 合作, 对河南省 39 家医院的 47 台放射治疗机的输出量进行了热释光剂量计 (TLD) 比对, 其中  $^{60}\text{Co}$  治疗机 22 台, 医用电子加速器 25 台。

## 1 比对方法

比对使用的热释光剂量计 TLD 是封装在内径 3 mm、内长 20 mm、壁厚 1.0 mm 的聚四氟乙烯管中的  $\text{LiF}(\text{Mg}, \text{Ti})$  粉末。TLD 的刻度、退火、制作、测量由 SSDL 完成。对每一台放射治疗机提供 4 支 TLD, 3 支用于照射, 1 支作为跟踪本底。照射完成后交 SSDL 测量并给出结果。

TLD 的照射在 30 cm×30 cm×30 cm 的有机玻璃水模中完成。照射支架垂直固定在水模内, 其中心轴与射束中心轴重合, 水的高度刚好淹没支架顶端, TLD 固定在支架上的小孔内, 其中心轴距水表面 5 cm, 源到水表面距离  $^{60}\text{Co}$  治疗机为 80 cm, 加速器为 100 cm, 水面上的照射野为 10 cm×10 cm, 要求校准点的吸收剂量尽可能接近 2 Gy。

测量点 (校准点) 的吸收剂量的计算按 IAEA 第 277 号出版物的方法和参数进行<sup>[1]</sup>。比对结果用相对偏差表示。相对偏差 = (用户使用量 - TLD 测量值) / TLD 测量值 × 100%, 相对偏差 $\leq \pm 5\%$  为合格。

## 2 比对结果

比对的 47 台放射治疗机中,  $^{60}\text{Co}$  治疗机 22 台, 进口机器 3

台, 国产机器 19 台; 医用加速器 25 台, 进口机器 8 台, 国产机器 17 台。

47 台放射治疗机的相对偏差范围值为 $-0.3\% \sim -49.7\%$ , 平均值的绝对值为 6.3%。有一台加速器的相对偏差为 $-49.7\%$ , 可能是由于医院填报的剂量比实际照射的剂量少 1 倍 (即重复照射) 造成的, 以此修正后的相对偏差为 0.7%; 有 1 台  $^{60}\text{Co}$  治疗机的相对偏差为 31.1%, 经调查引起偏差的主要原因是没对表面最大剂量进行水下 5 cm 的百分深度剂量修正而引起的, 修正后的相对偏差为 3.1%。上述两台放射治疗机的相对偏差较大也引起了本次调查的平均相对偏差较大。

47 台放射治疗机的合格情况列于表 1。总的合格率为 68.1%, 低于山东省 1998 年的调查结果<sup>[2]</sup>。

表 1 47 台放射治疗机的合格情况

种类	台数	合格数 (%)	不合格数 (%)
$^{60}\text{Co}$ 治疗机	22	12 (54.5)	10 (45.5)
加速器	25	20 (80.0)	5 (20.0)
合计	47	32 (68.1)	15 (31.9)

由表 1 看出, 加速器的合格率明显高于  $^{60}\text{Co}$  治疗机的合格率。原因是加速器单位大多配备了专 (兼) 职的物理师和剂量监测仪器, 基本上能做到每周对加速器的输出量进行校正, 保证了剂量的准确性; 而  $^{60}\text{Co}$  治疗机除了缺少合格的物理师和剂量检测仪器之外, 机器陈旧, 设备老化, 也是引起相对偏差较大的主要原因。调查中发现这些不合格的  $^{60}\text{Co}$  治疗机多是 1980 年以前的产品, 由于使用时间较长, 机械部件磨损较大, 造成了 SSD 指示不准、床不能锁死、准直器调节失灵、灯光野指示边缘模糊不清等, 导致了相对偏差超出 $\pm 5\%$  的范围。

47 台放射治疗机的比对是分 3 个阶段进行的。1998 年比对了 15 台放射治疗机, 主要是在洛阳市和郑州市进行的, 比定时不对这些放射治疗机进行现场的剂量检测, 由医院物理师或

作者单位: 河南省职业病防治研究所, 河南 郑州 450052  
作者简介: 张钦富 (1964~), 男, 河北邯郸人, 主任医师, 从事放射卫生防护工作。

## 3 结论与分析

所研究景点氡浓度水平均值为 6.9 Bq/m<sup>3</sup>, 氡子体  $\alpha$  潜能浓度为 0.002 WL 远小于 0.027 WL 的国家标准<sup>[1]</sup>, 根据我国放射卫生防护基本标准 GB18871-2002 规定, 公众中个人全身受到的年有效剂量当量应低于 1 mSv, 按文献提供的数据, 假定工作人员年工作时间为 2 000 h, 呼吸率为 20 L/min (1.25 m<sup>3</sup>/h, 10 m<sup>3</sup>/d 或 2500 m<sup>3</sup>/a), 当吸入 1 Bq/m<sup>3</sup> 的等效平衡浓度氡时, 一年内吸入的氡子体  $\alpha$  潜能为 1.4 × 10<sup>-5</sup> J a<sup>-1</sup>, 当受照为 1 WLM 时, 吸入的氡子体  $\alpha$  潜能为 4.4 × 10<sup>-3</sup> J a<sup>-1</sup>, 根据 UN-SCEAR1982 年报告给出的建议值, 吸入氡子体释放的  $\alpha$  潜能 1J 使呼吸系统受到的剂量当量, 职业人员为 2.5 Sv J<sup>-1</sup>, 当氡子体

产生的照射为 1 Bq/m<sup>3</sup> 或 1 WLM 时, 职业人员吸入氡子体使肺部受到的剂量当量分别为 3.5 × 10<sup>-5</sup> Sv 及 10 × 10<sup>-3</sup> Sv<sup>[2]</sup>, 估算出避暑山庄工作人员的年有效剂量当量为 9.6 × 10<sup>-2</sup> mSv/a, 该值为正常辐射水平, 对于只作短暂停留的公众来说, 在公共场所受到的剂量当量要远低于 9.6 × 10<sup>-2</sup> mSv/a。

## 参考文献:

- [1] GB/T16146-1995 住房内氡浓度控制标准[S].
- [2] 王作元. 氡及其子体的特性及其剂量估算考虑[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1984, 4(3):

(收稿日期: 2004-04-01)

机器操作人员根据比对要求(TLD 的剂量接近 2 Gy) 进行计算并完成照射; 1999 年—2001 年比对了 22 台放射治疗机; 2002 年比对了 10 台放射治疗机。3 次的比对结果列于表 2。

表 2 不同阶段的比 对结果

时间	台数	合格数(%)	不合格数(%)
1998 年	15	6(40.0)	9(60.0)
1999—2001 年	22	16(72.7)	6(27.3)
2002 年	10	10(100)	0

从表 2 可以看出, 我省的放射治疗机的合格率是逐年提高的。原因是一方面卫生行政部门把好了新购放射治疗机的许可关, 必须购买配套的剂量仪、配备合格的物理师, 方可开展工作; 另一方面卫生防护部门加大监督监测力度, 力争做到每台放射治疗机的输出量每年监测 1 次, 对不合格的放射治疗机进行整修; 推广使用 IAEA277 号报告的计算方法, 以降低偏差。

3 讨论

3.1 加强放疗辅助设备的配备和正确使用 调查中发现, 有些放射治疗机, 特别是安装年代较久的<sup>60</sup>Co 治疗机多数都没有配备剂量仪等放疗辅助设备, 根本做不到每 3 个月监测 1 次输出量, 其结果只能靠每月的衰变校正来完成, 也就增加了剂量的偏差; 有些单位虽然配备了剂量仪, 由于操作人员不能正确使用, 不进行气压、温度等参数的修正, 或不按期对放射治疗机进行剂量校正, 影响了比对结果的准确性; 不按期进行剂量仪的刻度也影响了比对的结果。

3.2 配备合格的物理师 1998 年调查, 我省 88 家放射治疗单位有放疗医师 365 名, 物理师 44 名, 两者之比为 8.3:1, 而发达国家的比例为 2:1, 提示我省严重缺乏放疗物理师。现有的个别物理师的水平不高, 只能进行简单的运算。所以配备和培训合格的物理师, 并在全省推广使用 IAEA277 号报告的计算方

法, 是搞好我省放射治疗的质量保证工作, 提高剂量控制水平的又一关键因素。

3.3 制定必要的法规, 以规范放射治疗的质量保证工作 卫生部令第 40 号《放射治疗卫生防护与质量保证管理规定》自 1995 年发布以来, 对搞好放射治疗的质量保证工作中起到了很大的作用, 可是随着卫生部令第 17 号《放射工作卫生防护管理办法》的发布, 40 号令被废除, 尽管 17 号令的第二十五条涉及到医用诊疗设备的质量保证工作, 但不具体, 可操作性差, 因此建议有关部门制定完整的医用诊疗设备的质量保证工作的法律法规。

3.4 严格执法, 强制淘汰不合格的放疗设备 调查中发现, 有些设备使用年代已久, 部件老化, 故障频发, 即使是多次维修也不能符合国家标准的要求, 执法部门要严格执法, 强制淘汰。有些<sup>60</sup>Co 治疗机的源强在 1000Ci 以下, 治疗时间较长, 病人容易移动, 难以保证治疗的质量, 也不符合《医用 $\gamma$  射线远距离治疗设备放射卫生防护标准》的要求, 要强制换源或停止使用。

3.5 继续开展放射治疗机的 TLD 比对工作 实践证明, 用 TLD 剂量计邮寄比对放射治疗机的输出量是搞好放射治疗质量保证工作非常合适的方法。截止到 2002 年底, 全省共有放射性同位素治疗机 102 台(<sup>60</sup>Co 治疗机和后装治疗机), 医用加速器 52 台, 而本次仅比对了 47 台, 所以应继续进行 TLD 比对, 以保障全省放射治疗的质量。

参考文献:

[1] IAEA Absorbed dose determination in photon and electron beams an international code of practice[ R] . IAEA Technical Reports series, No. 277, Vienna; 1997. 52  
[2] 刘兵, 孙森, 罗素明, 等. 山东省 64 台放射治疗机输出剂量的 TLD 比对[ J] . 中华放射医学与防护杂志, 2000, 20(4): 285 (收稿日期: 2004—06—15)

【工作报告】

青岛市临床核医学放射卫生现状与探讨

李桂荣, 姜 艳, 李淑清

中图分类号: R148 文献标识码: D

临床核医学是伴随放射性同位素的发展和核技术在医学领域的应用而发展起来的, 在疾病的诊断、治疗和医学研究方面发挥着越来越重要的作用, 但是, 如果防护工作不到位, 将会对放射工作人员、患者及公众的健康带来负面的影响。笔者将青岛市临床核医学放射卫生管理工作报告如下。

1 基本情况

青岛市开展临床核医学工作的有 15 家医院, 其中使用放射性核素发射式计算机断层显像(ECT)4 家、核医学器官功能测定的 10 家、放射性同位素治疗(不包括敷贴治疗)3 家、放射免疫分析(RIA)10 家; 使用的放射性核素主要是<sup>125</sup>I、<sup>131</sup>I、<sup>99m</sup>Tc、<sup>90</sup>Sr、<sup>90</sup>Mo, 核素的毒性均属于中毒组。这 15 家核医学单位 II 级工作场所 7 处, III 级工作场所 8 处, 无 I 级工作场所<sup>[3]</sup>; 核医学工作人员 90 人。

2 放射防护管理现状

2.1 核医学工作场所防护与个人剂量监测 由于监督和检测工作职能未彻底分开, 所以, 核医学的防护情况及个人剂量监

测工作仍由卫生监督所承担。

根据有关规定, 对所有开展临床核医学的工作场所外照射防护情况每年检测一次, 检测率达 100%, 对检测结果不符合国家放射卫生标准或者卫生要求的, 下达卫生监督意见书, 限期改进, 对不改进者, 依据《放射工作卫生防护管理办法》, 给予行政处罚。

严格按照《放射工作人员健康管理规定》(卫生部第 52 号令)要求, 对临床核医学工作人员进行个人剂量监测。控制区内工作人员个人剂量测读周期定为 30d, 监督区内的定为 90d, 将监测结果及时通知其所在单位, 并督促其将结果抄录在各自的《放射工作人员证》中。对放射工作人员受照剂量高于年剂量限值的 3/10 时, 督促放射工作人员所在单位查明原因, 并采取改进措施。

2.2 严把卫生许可关 国家对放射性同位素实行许可登记制度。对开展临床核医学的新建、改建、扩建放射工作场所必须符合“三同时”的要求, 即防护设施与主体工程同时设计审批、同时施工、同时验收投产。对呈报材料认真审查, 并会同公安部门到现场对其选址和设计按照 GBZ120—2002<sup>[4]</sup>进行指导、核实; 竣工后经卫生、公安、环保等部门验收同意, 获得卫生许可