

## 11台近距离治疗机<sup>192</sup>Ir源外观活度质量控制检测

王 进, 杨春勇, 许翠珍

中图分类号: X591 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2007)02-0187-02

【摘要】 目的 研究我省在用部分近距离治疗机放射源外观活度的准确性。方法 将测量支架置于水箱中, 电离室位于支架中心, 放射源通过输源孔道与电离室平行, 通过测量水中距离源 10cm 处的照射量率, 经电离常数换算到源的外观活度。结果 <sup>192</sup>Ir源外观活度百分偏差在 ±3% 以内为 2 个, 大于 ±3% 有 9 个。结论 近距离治疗机外观活度校准工作的重要性和紧迫性应引起卫生行政部门的重视。《后装 γ 源近距离治疗卫生防护标准》应明确放射源外观活度偏差的控制水平和检测方法。

【关键词】 近距离治疗机; <sup>192</sup>Ir 质量控制

近距离治疗是放射治疗的重要组成部分, 其治疗机治疗计划系统大部分以放射源外观活度计算治疗剂量, 因此放射源的精度将直接影响到治疗剂量的准确性及治疗效果。AAPM(美国医学物理师学会)要求生产厂家给出的源强与用户检验结果应在 ±3% 内符合<sup>[1]</sup>, 在放射源供货商提供的源证书中, 放射源外观活度的不确定度多为 ±10%, 少数进口源外观活度不确定度为 ±5%。放射源需要经过校准才能投入临床使用。我单位 2002 年引进了近距离治疗机质量控制检测支架, 对江苏部分在用的近距离治疗机 <sup>192</sup>Ir 源外观活度开展了质量控制检测。

### 1 材料与方法

1.1 测量装置 近距离治疗机产地主要有荷兰荷通、扬州 723 所和天津华扬检测设备为 Famer 2670 剂量仪, 配合使用 Q 6m 1 (Q 6cc) 指型电离室。电离室经计量部门检定合格。控制检测

支架为中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所研制加工, 材料为有机玻璃。

1.2 测量方法 测量时支架置于水箱中, 电离室位于支架中心, 放射源通过输源孔道与电离室平行, 支架上输源孔道与电离室间距有 5cm 和 10cm 两种选择, 测量示意图见图 1。通过测量水中距离源  $r$  (cm) 处的照射量率, 经电离常数换算到源的外观活度。计算公式如下<sup>[2]</sup>。

$$A_{app} = X_w(r) \cdot N_s \cdot K_{pt} \cdot C_g \cdot r^2 \cdot 60 \cdot \Gamma^{-1} \cdot S(r)^{-1} \quad (\text{Bq})$$

式中:  $A_{app}$  为放射源的外观活度;  $X_w(r)$  为水中距离源  $r$  (cm) 处的照射量率;  $N_s$  为电离室刻度因子;  $K_{pt}$  为空气温度气压校正因子;  $C_g$  为测量点定义在电离室几何中心时, 电离室的剂量梯度校正因子;  $r$  为电离室到源的中心距离 (cm);  $\Gamma$  为放射源的电离常数 ( $\text{C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ )  $S(r)$  为水介质衰减和散射校正因子。

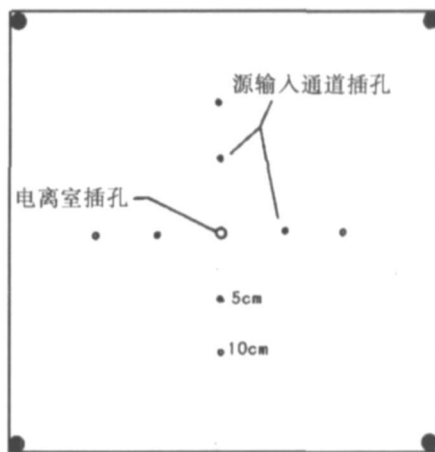
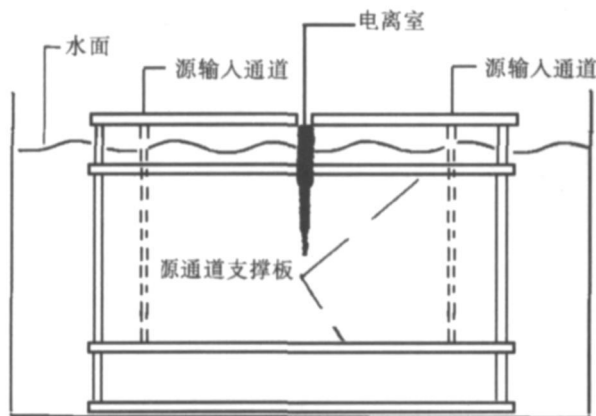


图 1 控制检测支架测量示意图

实际测量时, 为减少电离室梯度效应  $r$  取 10cm; 由于 <sup>192</sup>Ir 源产地不同, 对于荷兰荷通公司的 <sup>192</sup>Ir 源  $\Gamma$  取  $4.66 \times 3.7 \times 10^{10} \text{C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , 其他 <sup>192</sup>Ir 源  $\Gamma$  取  $4.62 \times 3.7 \times 10^{10} \text{C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ <sup>[3]</sup>。电离室刻度因子由 250kV (平均能量 146keV) 和 <sup>60</sup>Co 刻度因子内插求得。电离室剂量梯度校正因子  $C_g$  取 1.006 水介质衰减和散射校正因子  $S(r)$  根据 Meisberger 多项式取 1<sup>[2]</sup>。

### 2 检测结果

水箱中水放置 0.5h 以上进行温度平衡, 同时剂量仪预热

调零正常后检测。根据事先计划, <sup>192</sup>Ir 源从施源器顶端每隔 2.5mm 驻留 1 个点, 记录 30s 的测量数据, 直至找到与电离室平行的驻留位置, 根据该驻留位置的测量数据计算 <sup>192</sup>Ir 源外观活度。对于提供放射源证书的 <sup>192</sup>Ir 源推算至初装源活度计算百分偏差, 其余与治疗计划系统中的当前推算源活度进行比较计算。源外观活度检测结果见表 1。经对 <sup>192</sup>Ir 源外观活度重复性检测试验, 测量读数的变异系数 (A 类不确定度) 为 0.2%。B 类不确定度包括: 电离室刻度因子的不确定度为 ±3%, 内插 380keV 刻度因子不确定度为 ±0.5%<sup>[4]</sup>, 软管施源器插入支架弯曲程度或支架加工的不确定度经试验小于 ±2%。合成相对总不确定度为 ±3.6%。根据表 1 可以看出, <sup>192</sup>Ir 源外观活度百分偏差只有 2 个在 ±3% 以内, ±3% 至 ±5% 之间有 4 个, ±5% 至 ±10% 之间有 4 个, 大于 ±10% 有 1 个。进口 <sup>192</sup>Ir 源外观活度百分偏差均小于 ±5%。

作者单位: 江苏省疾病预防控制中心, 江苏 南京 210009  
作者简介: 王进 (1970~), 男, 江苏南京人, 高工程师, 从事辐射防护检测与评价工作。

2006年山东省医用电子加速器状态监测结果及分析

宋 钢, 朱建国, 陈英民, 李海亮, 卢 峰, 毕明卫, 刘长才

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004 - 714X( 2007) 02 - 0188 - 02

【摘要】 目的 调查山东省医用电子加速器设备性能及其工作场所的防护状况, 实施卫生部放射诊疗管理规定, 探讨提高放射治疗质量的措施。方法 按照卫生部《放射诊疗管理规定》的要求, 根据国家有关标准对医用电子加速器进行现场监测。结果 医用电子加速器的防护及性能指标中最大剂量深度及泄漏辐射全部符合国家有关标准其余指标合格率在 71. 4%至 98. 6%之间。结论 加强放疗设备状态监测和开展质量保证工作, 提高放射工作人员的安全文化素养, 是提高放射治疗质量的重要措施。

【关键词】 医用电子加速器; 质量控制; 防护监测; 分析

放射治疗是对恶性肿瘤的主要治疗手段之一。国内外统计数字表明 70%的癌症患者在治疗过程中采用过放射治疗(单一放射治疗、术前或术后放射治疗及放疗合并化疗等等)<sup>[1]</sup>。为保证放射诊断治疗质量, 卫生部于 2006年 3月实施了《放射诊疗管理规定》(卫生部第 46号令), 按照此规定的要求, 山东省医科院放射医学研究所对山东省 56家单位的 63台医用电子加速器进行了状态监测, 发现了放疗装备现存问题并提出管理建议。

1 监测依据和仪器

1. 1 监测依据 卫生部《放射诊疗管理规定》《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》<sup>[2]</sup>, 《医用电子加速器卫生防护标准》<sup>[3]</sup>, 《医用电子加速器验收试验和周期检验规程》<sup>[4]</sup>, 《医

用电子加速器性能和实验方法》<sup>[5]</sup>。

1. 2 监测仪器 Famer2670剂量仪, 451P电离室巡测仪, GW-1有机玻璃体模, LUDLUM 12-4中子雷姆仪。以上仪器均经中国计量科学院校准。

2 结果及分析

2. 1 加速器状态监测结果(表 1) 按照卫生部颁布实施的《放射诊疗管理规定》的要求, 山东省医科院放射医学研究所对山东省 56家单位的 63台医用电子加速器进行了监测, 根据有关国家标准, 在常用治疗条件下的项目和指标检测结果如下。由表 1可以看出, 山东省医用电子加速器状态指标合格率较低, 其中穿透性合格率仅为 65. 1%, 除最大剂量深度与泄漏

表 1 医用电子加速器状态监测结果<sup>1)</sup>

监测项目	日稳定性	重复性	线性	均整度	对称性	最大剂量深度	穿透性	光野与射野一致性	等中心	泄漏辐射
合格率(%)	88. 9	88. 9	96. 8	76. 2	71. 4	100	65. 1	98. 2	79. 4	100

注: 1) 本结果判断标准依据参考文献[4-5]。

作者单位: 山东省医科院放射医学研究所, 山东 济南 250062  
作者简介: 宋钢(1975~), 男, 山东淄博人, 助理研究员, 现从事放射监测评价工作。

辐射合格率为 100%外, 其余指标合格率在 71. 4%~98. 2%之间。

(下转第 190页)

表 1 近距离治疗机<sup>192</sup>Ir源外观活度检测结果

编号	标称活度(GBq)	实测活度(GBq)	百分偏差(%)
1 <sup>1)</sup>	66	63±2	-4. 5%
2	109	102±4	-6. 4%
3	255	264±10	3. 3%
4	242	220±8	-9. 0%
5	130	118±4	-9. 1%
6	181	157±6	-14%
7	181	178±6	-1. 8%
8	78	75±3	-4. 3%
9	79	71±3	-9. 4%
10 <sup>1)</sup>	407	389±14	-4. 5%
11 <sup>1)</sup>	440	433±16	-1. 7%

注: 1) 为进口<sup>192</sup>Ir源。

3 讨论

(1)检测结果显示, <sup>192</sup>Ir源外观活度偏差高于±3%的机器占 82%, 外观活度的偏差过高将直接影响放射治疗总剂量的不确定度。说明近距离治疗机外观活度校准在放射治疗质量保证工作中的重要性和紧迫性, 应引起卫生行政部门的重视。

(2)由于国内近距离治疗机不同厂家软管施源器尺寸不一, 容易弯曲, 测量时有的软管施源器不能插入测量支架。可换用最小的金属插植针测量。检测显示, 在与电离室间距 10cm时金属施源器与软管施源器的测量结果有 1%的偏差, 检

测时需要注意修正。

(3)<sup>192</sup>Ir源能谱复杂, 不同生产厂家的<sup>192</sup>Ir源的封装有差异, 故采用电离室测量外观活度的方法需要明确放射源的电离常数, 否则检测结果会有误差。放射源生产厂家应在放射源出厂校准证书中注明电离常数、校准日期和不确定度。

(4)《后装 $\gamma$ 源近距离治疗卫生防护标准》中规定新安装的设备必须进行验收检测, 检测项目包括放射源参考点空气比释动能率, 同时<sup>192</sup>Ir源有效活度及参考点空气比释动能率每次照射前需要做衰变校正<sup>[5]</sup>。标准应该明确放射源外观活度(或参考点空气比释动能率)偏差的控制水平和检测方法。

参考文献:

[1] 李开宝, 罗素明. 医用电离辐射物理剂量学的进展[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1999, 19(3): 156-157.  
[2] 冯宁远, 谢虎臣, 史荣, 等主编. 实用放射治疗物理学[M]. 北京: 北京医科大学中国协和医科大学出版社, 1998: 254-260.  
[3] 冯宁远, 谢虎臣, 史荣, 等主编. 实用放射治疗物理学[M]. 北京: 北京医科大学中国协和医科大学出版社, 1998: 242.  
[4] 张宏志, 殷蔚伯, 冯宁远, 等. 近距离治疗中<sup>192</sup>Ir放射源的校准[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 1997, 6(1): 49-52.  
[5] GBZ 121-2002 后装 $\gamma$ 源近距离治疗卫生防护标准[S].  
(收稿日期: 2006-12-08)