

放疗剂量仪的校准与使用中的问题

姜庆寰, 刘 雅, 程金生, 郭朝晖, 李开宝

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2008)01-0185-01

【摘要】 目的 通过校准放疗剂量仪器, 以保证放射治疗监测数据的准确性, 并且是对病人进行放射治疗的重要依据。方法 用经过中国计量科学研究院检定的二级标准剂量仪 PIW-UNIDOS在⁶⁰Co γ 射线辐射场中用替代法进行校准。结果 经校准的放疗剂量仪器, 其中 40台完全符合国家标准, 合格率为 80%。结论 应加强有关培训与管理, 严格按照国家规定的检定与校准周期, 定期送检, 对有故障的仪器设备及时维修。

【关键词】 放疗剂量仪器; 校准; 质量控制

定期检定和校准放疗剂量仪是放射治疗质量保证工作的重要组成部分。放疗剂量仪是放射治疗监测的主要工具, 放射治疗监测数据是放射治疗设备和对病人进行放射治疗的重要依据, 因此, 放疗剂量仪的准确度在放射治疗中具有至关重要的作用。为确保监测结果的准确性, 放疗剂量仪按国家计量法规定, 已被列入强制检定目录。定期对放疗剂量仪进行检定和校准是非常重要的。对正常使用的放疗剂量仪的检定与校准周期为一年。下面就对其中的约 50台放疗剂量仪的校准检测情况进行介绍。

1 校准放疗剂量仪的设备

为了对卫生系统使用的放疗剂量仪开展定期检定和校准^[1], 在 1984年卫生部建立了二级标准剂量学实验室(SS-DL)。同年, 该实验室加入了国际原子能机构(IAEA)和世界卫生组织(WHO)在世界范围内建立的 SSDL网, 并得到了 IAEA/WHO的资助和技术服务。同时, 卫生部为 SSDL下达了 5项基本任务, 即(84)卫防字 51号(该文件也抄送外交部和国家计量局)。其与剂量仪器校准有关的内容有: ①“定期接受国家 X γ 射线基准刻度, 保存和维护 X γ 射线次级标准”; ②“为卫生部门使用的 X γ 射线剂量仪表提供次级标准刻度和质量保证工作”。1992年, 卫生部 SSDL通过国家技术监督局的计量标准考核, 2002年又获得了中国国家认证认可管理委员会计量认证合格证书。属于国家二级标准实验室。至今, 该实验室已开展校准服务 20多年。

1.1 设备 使用经中国计量科学研究院每年检定的二级标准剂量仪 PIW-UNIDOS

1.2 辐照源 使用由山东新华医疗设备有限公司生产的⁶⁰Co γ 射线照射装置;

1.3 方法

1.3.1 校准 校准是指在一组受控标准试验条件下, 定量确定剂量仪读数与被测量标准值(约定值)的关系。通常, 校准

放疗剂量仪的标准条件除了要符合环境、辐射本底和应具备的放疗条件外, 还应具备医用电子设备—用于放射治疗的电离室型剂量仪(IEC-60731), 治疗水平电离室剂量计(JJG912-1996)的要求。

1.3.2 剂量标准值 它是要测量的最佳估计量, 该值由初级或次级标准通过参考仪器测量确定或通过国际上推荐认可的转换因子获得, 只有建立了符合医用电子设备—用于放射治疗的电离室型剂量仪(IEC-60731), 治疗水平电离室剂量计(JJG912-1996)标准的辐射线束, 二级标准剂量学实验室采用换算因子对校准放疗剂量仪带来的误差才可以忽略不计。

1.3.3 替代法 替代法是检定或校准剂量仪的方法之一, 其基本原理是将标准仪器放置在辐射场校准点上, 经测量获得剂量标准值, 然后将被校准仪器准确地放在同一位置并使被校准仪器参考点与校准点重合, 经测量获得仪器读数。比较两者的测量结果获得校准因子。

1.3.4 校准点 是辐射场有用线束中的一点, 该点的剂量标准值是经标准仪器测量已知的。在校准放疗剂量仪时将被校准剂量仪参考点放置在校准点上。

1.3.5 参考点 是放疗剂量仪上的一点, 该点一般在电离室外表标明(电离室的几何中心)。要校准时应将仪器参考点与检验点重合。

1.3.6 照射量 X_X是定量描述辐射场的基本物理量, 也是目前标准仪器溯源到国家标准的基本量; 按 ICRU的定义照射量是 dQ除以 dm所得的值:

$$X = \frac{dQ}{dm}$$

式中: dQ的值是在质量为 dm的空气中, 由光子释放的全部电子(正、负电子)在空气中完全被阻止时, 空气中产生一种符号的离子的总电荷的绝对值。照射量的 SI单位为 C/kg R(伦琴)是非法定单位。1R= 2.58×10⁻⁴ C/kg

2 计算方法

被校准仪器的校准因子 N_X=R₀/R

其中: R₀—标准照射装置(R); R—在 20℃, 101.3

作者单位: 中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所, 北京 100088

作者简介: 姜庆寰(1970~), 男, 北京市人, 主管技师, 从事辐射学研究 工作。

即可。对儿童性腺的防护效果能达到 90%左右。在儿童胸透时, 射野的移动可能使得腹部甚至性腺受到照射。可采用铅当量为 0.5mmPb长 40cm宽 20cm有腰带的铅围裙, 儿童进行立位透视前将此铅围裙盖住腹部系于腰间; 对于卧位透视可直接覆盖于腹部。

对儿童进行介入放射学诊断设备, 减少不必要的照射。有的诊断医师在用透视摄影两用机进行胸部和膝关节摄影时, 先用透视定位后再摄影, 从而使儿童受到不必要的照射, 这种现

象应予以纠正。

参考文献:

- [1] 李德平, 孙世荃, 陈明, 等译. 国际放射防护委员会 1990年建议书[R]. 北京: 原子能出版社, 1993
- [2] WHO Technical Report Series 757. Rational use of diagnostic imaging in paediatrics[R]. Switzerland 1987

(收稿日期: 2008-02-18)

核动力舰船救援潜水员受照剂量估算方法研究

蒋以山, 高 正, 罗江华, 陈鲁宁

中图分类号: R144 1 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2008)01-0186-02

【摘要】 目的 为了科学地计算潜水员在失事核动力舰船救援过程中的受照剂量。方法 针对潜水员在核动力舰船救援过程中可能受到的辐射途径, 结合个人剂量的估算方法。结果 提出了潜水员在作业过程中吸入放射性气体内照射、气载放射性物质外照射、海面放射性物质外照射、海水中放射性物质外照射、皮肤表面污染照射剂量的估算方法。结论 为及时准确地掌握潜水员在救援行动中所受的辐射剂量, 判断辐射可能对潜水员产生的健康影响, 科学合理地实施救援行动提供了技术依据。

【关键词】 核动力舰船; 潜水员; 剂量估算

当失事的核动力舰船发生核泄漏时, 从事救援工作的潜水员需要在有核辐射的环境下对核动力舰船进行各种救援工作。笔者对潜水员在救援过程中可能受到辐射途径进行分析, 并提出了可用于潜水员受到辐射剂量的估算方法。

1 潜水员受照途径

潜水员所接受的照射分为内照射和外照射。

内照射主要来自以下几方面: 由于作业水域大气中放射性污染导致潜水员在水下前和出水后因吸入放射性气体而产生的内照射; 潜水员在作业时因受伤导致放射性物质从伤口浸入体内产生的内照射; 潜水员作业时因受污染的海水或饮用水进入体内产生的内照射; 潜水员作业时因放射性物质从裸露的皮肤表面渗入体内而产生的内照射。

外照射途径有: 下水前和出水后作业水域气载放射性核素产生的外照射; 下水前和出水后由于海面放射性物质产生的外照射; 水中作业时海水中放射性核素产生的外照射; 作业时因裸露的皮肤表面受放射性物质污染产生的外照射。

潜水员的受照剂量(H)是指潜水员在整个救援活动中所受的外照射剂量(H_e)和摄入放射性核素所产生的待积剂量(H_i)之和:

$$H= H_e+ H_i$$
 (1)

2 吸入放射性气体内照射剂量

考虑到潜水员工作时的特殊性, 吸入放射性气体是产生内照射的主要因素, 其他几种情况的发生概率和产生的受照剂量相对较小。

吸入放射性核素所产生的器官剂量可由下式给出:

$$D_b=\Psi \cdot B \cdot DCF_b$$

(2)

式中: D_b—吸入内照射剂量, Sv; Ψ—核素的时间积分浓度, Bq · s · m⁻³; B—人的呼吸速率, m³ · s⁻¹;

DCF_b—吸入待积剂量转换因子, Sv · Bq⁻¹。

表 1 成人的待积剂量转换因子 (Sv · Bq⁻¹)

核素	骨髓	甲状腺	有效剂量
⁹⁰ Sr	3 1E- 07	2 3E-09	4 6E- 08
¹⁰³ Ru	3 4E- 10	2 8E- 10	1 9E- 09
¹⁰⁶ Ru	4 0E- 09	4 0E-09	3 3E- 08
¹³² Te	4 1E- 10	5 3E-08	3 0E- 09
¹³¹ I	5 7E- 11	2 7E-07	1 3E- 08
¹³⁵ I	2 2E- 11	7 6E-09	4 6E- 10
¹³⁴ Cs	1 2E- 08	1 1E-08	1 2E- 08
¹³⁷ Cs	8 2E- 09	8 0E-09	8 5E- 09

待积剂量转换因子和呼吸速率与年龄有很大关系, 后者

作者单位: 潜艇学院环境室, 山东 青岛 266071
作者简介: 蒋以山 (1976 ~), 男, 讲师, 研究方向: 辐射防护。

kPa标准条件下被校准仪器测量值; 注: R为非法定计量单位, 1R=2 58×10⁻⁴ C/ kg

3 检测结果

对通过 50台放疗剂量仪的充电前后漏电、测量重复性、长期稳定性的三项检测, 其中有 40台完全符合校准检测的要求, 合格率为 80%。检测标准要求仪器的漏电为 ±1 0%; 测量重复性为 ±0 5%; 长期稳定性为 ±1 0% /a。根据校准检测结果, 80%以上的放疗剂量仪性能符合要求, 但也有部分单位的放疗剂量仪存在着问题, 成因是: ①仪器设备有故障, 不及时的进行维修; ②仪器缺乏定期校准, 直至仪器不能工作或出现了严重故障了才进行校准; ③仪器出现故障后私自处理, 但处理方法不当; ④仪器设备严重老化, 确仍在在使用; ⑤该仪器属精密设备, 但由于保管不当致使其损坏等。严重影响了放射治疗监测工作。目前, 根据国家的有关规定, 对放疗剂量仪的检测结果符合国家标准仪器核发校准证书后才能进行放射治疗设备的监测工作。

4 讨论

为了保证放疗剂量仪的性能稳定, 加强放射治疗质量控制, 减少与避免放射事故的发生应: (1)加强放疗剂量仪的管理, 严格按照国家标准规定的检定和校准周期, 定期送到有关的检测机构进行检测校准。(2)要严格按照仪器的使用说明书进行正确的操作。(3)仪器出现故障时要及时送修, 并要重新进行校准, 才能使用。(4)要由专人进行仪器的维护和使用。(5)要保留好仪器的检定或校准证书, 仪器送检时必须附上。

因此, 加强有关内容的培训, 提高管理水平, 调整人员, 配备一定的维护、维修人员^[3], 严格按照国家规定进行检定或校准工作, 是一个值得重视的问题。

参考文献:

[1] 赵士庵, 欧向明. 我国辐射防护仪器的应用现状和校准 [J]. 中国辐射卫生, 2006 15 (4): 409-411.
[2] JJG912-96 治疗水平电离室剂量计 [S].
[3] 岑明阳, 赵士庵. 广西 X γ辐射防护仪表刻度及结果分析 [J]. 广西预防医学, 1996 2 (1): 25- 26

(收稿日期: 2008-01-03)