

热释光个人剂量测量的质量控制

贾育新, 麦维基, 刘小莲, 邱美娇, 林海辉, 曾锡慎

中图分类号: R144.1 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2007)04-0426-01

【摘要】 目的 保证热释光测量数据的准确性。方法 从测量系统的组成部分关注测量环节。结果 分析引起误差相关因素, 提出质量控制的方法。结论 加强测量环节的质量控制, 是提供可靠检测数据的重要保证。

【关键词】 个人剂量监测; 测量系统; 质量控制

随着核能事业的发展及核辐射技术的应用, 热释光测量技术已应用于各个剂量学领域, 而个人剂量监测作为评价放射性职业危害程度的主要手段使得其质量控制成为了能提供可靠监测数据的重要保证。虽然我们国家早已制定了国标 GB10264-88及 GBZ128-2002 对各项技术指标均有明确的要求, 但在实际监测过程中仍会有一些易忽视的因素导致结果的偏差。由于热释光测量系统主要是热释光读出器及剂量计这两部分组成, 故我们着重于这两部分的质量控制方法。

1 热释光读出器的质量保证

1.1 参考光源 目前的读出器使用的参考光源均采用长寿命 C-14 放射性同位素和苯乙炔单体混合在一起制成的塑料闪烁体。这种光源具有发光均匀, 性能稳定的优点。在测量系统工作时, 通过对光源计数的检查, 即可直观反应出仪器工作的状态及其稳定性, 这是一个简单有效的日常质控方法。

1.2 光学系统 通常情况下, 读出器的光学系统有滤光片、双凸透镜、反射镜。保持标准光源读数稳定不变是读出器的重要检验指标。在实际工作中, 因污染而致的光透射系数下降, 仅靠升高电压来解决时, 当发光谱与参考光源的光谱不一致时就会有较大的偏差, 所以要保证测量工作正常进行, 应保持光路的各个光学器件的清洁度, 特别是滤光片的清洁度。因为滤光片和光路系统的污染会造成标准光源读数变化, 引起对仪器状态的误判断。对于能自动调整高压的仪器(如 FB77), 将会影响测量结果。此外, 对于仪器内置标准光源的可能衰退要予以注意, 尤其是老化仪器。

1.3 高压电源的稳定性 在热释光测量时, 测读仪器灵敏度随高压的变化而变化的, 因而要求读出器的高压必须稳定可靠, 高压稳定度优于 5%。

1.4 加热盘 我所使用的国产仪器的读出器均采用加热盘加热方式进行热释光测量。为保持加热盘良好的传热性能, 改善的方法就是擦洗加热盘, 而且加热电极与加热盘接触要牢固, 接触面要保持清洁。

加热盘表面的光学特性对热释光的信号有一定的影响, 并保持元件的一致性, 据报导不同位置带来的测量误差达 10%^[1]。所以在测量中, 做到固定一人一机测量的同时尽量保证位置的重复性是十分必要的。

2 剂量计的质量控制

2.1 定期筛选刻度剂量元件 剂量计在测读仪器上的测量读数只是一相对值, 在对剂量计的刻度过程中要注意使用同批同型号同规格的剂量计。玻璃管及片状元件由于辐射历史和热历史等的影响, 应用一段时间后, 同批的元件的分散性会愈来

愈大, 所以对反复使用的元件至少每 2~3 年进行一次按 5% 的分散度的分档筛选。对一般常规个人剂量监测而言, 进行灵敏度筛选时照射剂量不宜很大, 应在 mGy 量级或以下, 因为此时成型元件分散性较大, 剂量越小, 分散性越大。使用未成型的粉末元件一般可免去筛选, 采用均匀混合的办法可满足分散性要求。有资料显示对已重复使用近 10 次的 LF(Mg-Cu-P) 粉末和新 LF(Mg-Cu-P) 粉末的比较, 尚未发现其灵敏度和分散性有明显变化^[1]。

国标要求剂量计探测下限不小于 $0.3\text{mSv}^{[2]}$ 。这里指的探测下限不是探测器说明书所提的探测下限, 而是实际使用中的探测下限。其确定方法如下: 将经退火处理后的 10 个剂量计在天然本底环境中放置一个监测周期, 这 10 个剂量计测量值的 3 倍标准差即为该剂量计在该周期使用时的探测下限。监测周期不同其探测下限也不同, 各测量系统必须根据具体情况通过实验确定所用剂量计的探测下限。

3 热释光测量的质量控制技术措施

3.1 确定仪器加热系统条件 根据已选定的元件在自己的读出器上作的发光曲线, 根据发光曲线来确定仪器的预热、测量温度这两个基本参数, 我所经试验与产品说明书推荐的条件大致相同。

3.2 确定仪器使用高压 仪器使用高压可根据元件灵敏度情况进行适当调整。通常提高高压可以提高灵敏度, 但是为保证仪器工作正常稳定, 高压选择不宜太低, 也不宜太高。高压太低, 灵敏度太低, 高压太高, 光电倍增管工作易不稳定。我室五台测量仪器高压均选在 700V 左右。

3.3 严格控制退火条件 退火的目的是去除元件残余剂量的必要措施, 元件每次使用前均需进行退火。应根据各元件的使用说明确定元件预处理(退火)的条件, 在专用退火炉中进行。另外对退火炉中元件所在位置的实际温度予以确认, 保证元件退火温度正确。退火温度正确对 LF(Mg-Cu-P) 来说特别重要, 退火温度不能高于厂家给出温度的 5℃, 否则会降低其灵敏度。退火结束要立即将元件从退火炉中去除并快速冷却, 不能随炉冷却或自然冷却。尽可能保持冷却速度一致, 否则也会影响其灵敏度, 元件尽量少动, 防止产生摩擦假荧光。之后应对退火后的元件进行残余剂量的测量, 残余剂量应保持稳定, 并符合国标要求。

3.4 测量样品量的一致 测量样品除了要保证清洁外, 测量样品量的一致非常重要, 尤其是使用粉末元件。有实验表明振动与否, 分样量可相差 10% 左右, 对测量结果影响很大, 所以对粉末采用等量震动的方法, 使分样量一致。

3.5 热释光测量系统的定期检定 热释光剂量测量系统必须每年经法定计量部门检定合格。在平时测量过程中要随时用仪器内置标准光源校准仪器, 并且用刻度元件间隔测量做期间核查。

作者单位: 广东省职业病防治研究院, 广东 广州 510310
作者简介: 贾育新(1969-), 女, 安徽砀山人, 高工, 副主任技师, 从事放射卫生防护工作。

河南省放射治疗职业人员剂量水平调查

田崇彬¹, 丁 丽², 楚彩芳¹, 杨均芳¹

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2007)04-0427-02

【摘要】 目的 调查 1999~2003年河南省放射治疗职业人员外照射个人剂量水平。方法 依据 GBZ 128-2002和 GB5294-85采用热释光剂量方法进行监测。结果 5年人均年有效剂量分别为 1.569 1.614 1.353 1.818 1.441 mSv^{·a}⁻¹, 平均为 1.552 mSv^{·a}⁻¹; 总集体有效剂量为 2.965 man^{·Sv} 平均监测率为 60.8%。结论 河南省放射治疗职业人员绝大多数的剂量水平在安全范围之内。

【关键词】 放射治疗; 职业人员; 剂量调查

河南省是恶性肿瘤高发地区, 放射治疗肿瘤技术不断发展, 截至 2005年底, 共有远、近距 γ 治疗机 100台, 各类 X射线治疗机 82台^[1], 放射治疗职业人员也在逐年增加, 为掌握该类人员职业受照剂量, 加强和改进防护措施, 保障他们的健康与安全, 笔者对河南省放射治疗职业人员的剂量水平进行了调查和分析, 现将结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 仪器设备

1.1.1 热释光剂量仪 RGD-3B型(北京防化院), FJ-427A型(北京核仪器厂)。

1.1.2 热释光退火炉 2000C型(北京防化院), HW-IV、V型(中国辐射防护研究院), FJ-411型(北京核仪器厂)。

1.1.3 热释光探测器 LiF(Mg, Cu, P) 玻管、片状、粉末。

1.2 监测方法 2002年前、后分别依据 GB5294-85和 GBZ 128-2002进行监测。剂量计退火后及时发放, 由工作人员佩戴在左前胸部位置, 监测周期为 2~3个月。

1.3 质量控制方法

1.3.1 服务机构的资质认证 河南省卫生厅对全省的监测机构进行了资质认证^[2,3], 取得资质证书的单位方能从事个人剂量监测工作。

1.3.2 异常结果的调查 非职业照射引起的异常结果予以剔除, 由职业照射引起异常结果人员, 进行现场防护监测, 查明原因, 提出防护要求, 并对其工作人员进行健康检查, 年受照剂量超过 20 mSv的工作人员, 还进行主要受照器官或组织的当量剂量和有效剂量估算。

作者单位: 1 河南省职业病防治研究所, 河南 郑州 450052; 2 郑州铁路职业技术学院医学检验系

作者简介: 田崇彬(1959~), 女, 四川大邑人, 副主任技师, 主要研究方向: 放射卫生防护管理。

3.6 参加比对 通过参加每一次全国比对及数次盲样考核来保证监测质量的不断提高。

3.7 提高操作人员素质 操作人员要通过技术培训后上岗, 并通过不断学习和实践, 提高业务技术素质。对热释光测量不但要知其然, 还要逐步做到知其所以然。必须熟悉热释光基本理论、探测器特性、仪器工作原理及影响测量结果的各种因素等。要为技术人员技术素质提高和再培训教育创造良好的环境条件, 加强信息和技术交流, 不断提高技术人员素质。

4 总结

热释光个人剂量监测是一个系统问题。不但与选用的探测

1.3.3 剂量仪的检定 由中国计量科学研究院和河南省质量技术监督局对剂量仪进行检定。检定周期每年一次。

1.3.4 探测器的刻度与筛选 定期对探测器进行清洗和筛选, 保证探测器的清洁和灵敏度的稳定, 刻度均在体模上进行。

1.3.5 定期参加比对考核 全省多个监测机构参加了历次全国热释光剂量计盲样比对, 所有监测机构均参加了省内剂量计盲样考核工作^[2]。

2 结果

2.1 1999~2003年河南省放射治疗职业人员剂量水平 表 1 结果显示: 从 1999年至 2003年人均年有效剂量最小为 1.353 mSv^{·a}⁻¹, 最大为 1.818 mSv^{·a}⁻¹, 5年平均人均年有效剂量为 1.552 mSv^{·a}⁻¹。监测率 1999年最低, 为 42.8%; 2001年最高, 为 73.0%; 平均监测率为 60.8%。集体年有效剂量在 0.364~0.760 man^{·Sv}范围内, 总集体有效剂量为 2.965 man^{·Sv}。5年期间年有效剂量小于 5.0 mSv的人次数为 1.818 占实测人次数(1.911)的 95.1%; 小于 15.0 mSv和 50.0 mSv的人次数分别为 80.13 占实测人次数 4.2%和 0.7%, 无大于 50.0 mSv的情况发生。

表 1 1999~2003年河南省放射治疗职业人员个人剂量监测结果

年份	应测人数	实测人数	监测率(%)	剂量频数分布				集体剂量 (man ^{·Sv})	人均年有效剂量 (mSv ^{·a} ⁻¹)
				< 5.0 mSv	< 15.0 mSv	< 50.0 mSv	≥ 50.0 mSv		
1999	542	232	42.8	225	5	2	0	0.364	1.569
2000	591	381	64.5	356	24	1	0	0.615	1.614
2001	656	479	73.0	460	15	4	0	0.648	1.353
2002	672	418	62.2	387	25	6	0	0.760	1.818
2003	681	401	58.9	390	11	0	0	0.578	1.441
总计/平均	3 142	1 911	60.8	1 818	80	13	0	2.965	1.552

器的种类、型式有关, 与读出仪器有关, 还与技术人员的素质和操作技能密切相关。是一个探测器、剂量计、读出器、人员素质和操作技术的综合系统, 只有抓好每一个环节的质量控制, 才能确保监测数据的准确。

参考文献:

- [1] 岳锡明. 热释光个人剂量监测中的若干问题[J]. 核电子与探测技术, 2000, 20(1): 79-811
[2] GB18871.2-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S]