

参加全国个人剂量盲样比对结果分析

田崇彬, 杨均芳, 楚彩芳

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2007)03-0293-02

【摘要】 目的 检验个人剂量监测技术水平。方法 将多组常规监测用的个人剂量计交组织者, 经⁶⁰Co标准辐射源和 80 kV的 X射线体模照射不同剂量, 由实验室测量并统计各剂量评定值, 分别与约定真值比对, 相对偏差小于 10%为合格。结果 2004年和 2006年 2次全国盲样比对, 各评定值与约定真值相对偏差最大为 3.5%, 最小为 0.2%, 2次综合偏差分别为 1.1%和 1.8%。结论 本实验室监测质量符合 GBZ 128-2002的要求。

【关键词】 个人剂量; 盲样比对; 结果分析

放射工作人员个人剂量监测质量不仅影响到放射防护效果的评价, 同时也影响到放射性疾病的诊断依据的质量。为了保证监测结果真实、准确、可靠, 使监测技术规范化、量值统一化,^[1]我们于 2004年、2006年参加了中国疾控中心辐射防护与核安全医学所组织的全国外照射剂量计盲样比对, 均取得了优秀的成绩, 现将两次比对结果分析报道如下:

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)2台。

1.1.2 热释光退火炉 HW-IV、V型(中国辐射防护研究院)。

1.1.3 热释光探测器 LiF(Mg、Cu、P)₃ 玻管圆片。

1.2 技术条件

1.2.1 退火条件 退火温度 238℃; 退火恒温稳定 4h以上, 退火位置固定在炉膛中央 130mm×50mm范围内, 退火时间 10.0min。

1.2.2 测量条件 ①玻璃管探测器: 剂量仪设置为高压 722V 灵敏度 D=3 计数频率 F=3 升温速率 15℃/s 低温峰温度

135℃、恒温时间 8s 测量峰温度 270℃、恒温时间 15s ②圆片探测器: 测量峰温度 240℃、恒温时间 12s 其余条件同玻璃管。

1.2.3 环境条件 测量实验室温度由空调控制在(20±5)℃, 相对湿度为 60%~80%, 实验室干净整洁。

1.2.4 测量系统状态 经状态检验, 批的均匀性、重复性、读出器的稳定性均符合 JJG 593-89^[2]的要求。

1.3 比对方法

1.3.1 制作刻度曲线 经标准辐射场体模照射制作刻度曲线 3条。

(1)HP(10)刻度曲线①: 能量为 1.250 MeV⁶⁰Coγ射线照射玻璃管探测器, 刻度曲线回归方程为 $Y=0.09+3.53X$ 相关系数 r 为 0.9999

(2)HP(10)刻度曲线②: 能量为 1.250 MeV⁶⁰Coγ射线照射圆片探测器刻度曲线回归方程为 $Y=0.04+9.65X$ 相关系数 r 为 0.9998

(3)HP(10)刻度曲线③: 能量 80 kV 的窄束 X射线照射圆片探测器 5个剂量点, 刻度曲线回归方程为 $Y=0.02+7.88X$ 相关系数 r 为 0.9999

1.3.2 盲样传递 将 10组常规监测用的个人剂量计退火后随同跟随本底剂量计以特快专递的方式交与组织者, 其中 8组经⁶⁰Co标准辐射源和 80 kV的窄束 X射线体模照射不同剂量, 另 2组作为备用剂量计, 以不同编号加以区别, 寄回实验室。

作者单位: 河南省职业病防治研究所, 河南 郑州 450052

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。

在 X射线机房屏蔽防护方面, 二级以下医院周围环境辐射剂量比三级和二级医院的剂量明显偏高。对剂量偏高的原因作进一步分析发现, 造成此结果原因, 一是防护门缝或观察窗接合部密封不严, 二是防护门、观察窗的铅当量不足, 三是防护门、观察窗和机房内窗户无屏蔽防护。其中, 三级医院防护门、观察窗及机房内窗户均采取了铅屏蔽, 并且铅当量也达到国家标准要求的水平, 出现泄漏辐射仅为防护门缝或观察窗接合部密封不严所致。具体结果是: 防护门缝有泄漏辐射的比例为 10.7%, 观察窗结合处有泄漏辐射的比例为 6.7%, 总的泄漏辐射比例为 9.3%; 二级医院出现泄漏辐射也多, 为防护门缝或观察窗接合部密封不严, 防护门铅当量不足仅是个别医院, 具体结果是: 防护门有泄漏辐射的比例为 32.1%, 观察窗有泄漏辐射的比例为 0%, 其中防护门铅当量不足的比例为 7.1%, 总泄漏辐射比例为 34.1%; 而二级以下医院, 防护门有泄漏辐射的比例高达 52.2%, 观察窗有泄漏辐射的比例为 32.1%, 其中防护门铅当量不足的比例达到了 12.4%, 无屏蔽防护的占 7.1%, 观察窗铅当量不足的比例为 2.2%, 总泄漏辐射比例为 51.4%。另外值得注意的是, 在二级医院和二级以下医院中, 机房内窗户无屏蔽防护的现象非常普遍, 比例达到 100%。

通过调查发现虽然 20世纪 80年代我国医用诊断 X射线机房防护状况得到了很多的改善, 但随着近年来个体诊所的大

量涌现, 因受技术或经济条件的限制, 在 X射线机房的建设中出现了较多的问题, 这样的现象在其他省、市的调查中也较为普遍^[3-5], 卫生行政管理部门对此应该给以重视。

我们建议: 对已建 X射线机房应该应在检测的基础上对存的问题进行整改, 使其达到国家标准要求; 对新建 X射线机房的管理, 一定要从机房建设前开始抓, 严把建设项目职业病危害预评价的评审关, 不能等到机房建成进行控制效果评价时才发现问题, 再整改, 这样做经济损失较大, 实施起来也比较困难。

参考文献:

- [1] GBZ/T161-2004 医用 γ 射线束远距治疗防护与安全标准 [S].
- [2] GBZ 130-2002 医用 X射线诊断卫生防护标准 [S].
- [3] 黄雁林, 焦万琦. 宜宾市医用诊断 X线机防护状况调查与分析 [J]. 预防医学情报杂志, 2006 22(5): 539-541
- [4] 武国亮, 张炳祥, 旷景莹. 昆明市医用诊断 X射线机防护状况调查与监测 [J]. 中国辐射卫生, 2003 13(1): 45-46
- [5] 张英, 易寿生, 文进生. 云南大理州医用 X射线机调查 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2001 21: 138-139

(收稿日期: 2007-03-19)

1.3.3 盲样测量 与刻度曲线相同的测量条件下测量跟随本底和各个盲样剂量计,以公式 $HP(10) = (X_1 - X_0) \times Cf$ 计算各盲样结果及总不确定度。

式中: $HP(10)$ —深部个人剂量当量, (mSv); X_1 —盲样剂量计平行读数均值, 读数; X_0 —跟随本底平行读数均值, 读数; Cf —与盲样剂量计相同照射条件下的刻度因子, mSv/读数。

1.3.4 结果评定 测量结果上报组织者后,由组织者公布盲样约定真值,判定实验室监测质量。评定值与约定真值相对偏差小于 10% 的实验室为盲样比对合格。[相对偏差 (%) = (测量评定值—约定真值)/约定真值×100]。

2 比对结果

2.1 2004 年盲样测量结果 2004 年采用玻璃管探测器, 刻度标准源为 ^{60}Co 刻度因子 $Cf=0.2810$ (mSv/读数), 刻度因子的不确定度为 5% ($k=2$), 盲样测量数据见表 1。

表 1 2004 年河南省个人剂量盲样测量数据				
剂量计 编号	原始读数均值 (读数)	净读数均值 (读数)	评定值 $HP(10)$ (mSv)	总不确定度 ($k=2$) (%)
01	0.870	0.705	0.198	7.6
02	1.931	1.766	0.496	5.2
03	3.321	3.156	0.887	7.0
04	3.965	3.800	1.07	5.2
05	9.353	9.188	2.58	5.2
06	0.883	0.718	0.202	6.0
07	17.93	17.77	4.99	6.4
08	28.75	28.58	8.03	6.0

由表 1 可见, 本次盲样评定值的剂量范围为 0.198~8.03

mSv, 在 95% 的置信水平下盲样测量的总不确定度均不超过 10%。

2.2 2006 年盲样测量结果 2006 年采用圆片探测器, 刻度标准源为 ^{60}Co 刻度因子 $Cf=0.1032$ (mSv/读数), 刻度因子的不确定度为 5% ($k=2$); 刻度标准源为 80 kV 的窄束 X 射线的刻度因子 $Cf=0.1267$ (mSv/读数), 刻度因子的不确定度为 5% ($k=2$), 盲样测量数据见表 2。

表 2 2006 年河南省个人剂量盲样测量数据					
剂量计 标签	射线质	原始读数 均值(读数)	净读数均 值(读数)	评定值 $HP(10)$ (mSv)	总不确定度 ($k=2$) (%)
01#	跟随本底	0.518	0.000	0.00	0.4
02#	^{60}Co	2.520	2.002	0.207	5.5
03#	^{60}Co	5.320	4.802	0.496	5.0
04#	^{60}Co	9.401	8.883	0.917	5.0
05#	^{60}Co	26.20	25.68	2.65	5.3
06#	^{60}Co	48.17	47.65	4.92	5.1
07#	^{60}Co	47.72	47.20	4.87	5.4
08#	80 kV X 射线(窄束)	21.30	20.78	2.63	6.4
09#	80 kV X 射线(窄束)	41.91	41.39	5.24	6.3

由表 2 可见, 本次盲样采用了 2 种不同能量的线质, 盲样评定值的剂量范围为 0.207~5.24 mSv, 95% 的置信水平下的总不确定度在 5.0%~6.4% 范围内。

2.3 盲样比对结果 将测量评定值与组织者公布的约定真值进行比对, 计算出相对偏差和综合偏差(各剂量点相对偏差绝对值的算术平均值)结果, 见表 3。

2004 年				2006 年			
编号	约定真值 (mSv)	评定值 (mSv)	相对偏差 (%)	编号	射线质	约定真值 (mSv)	评定值 (mSv) 相对偏差 (%)
01	0.2	0.198	-1.0	02#	^{60}Co	0.2	0.207 +3.5
02	0.5	0.496	-0.8	03#	^{60}Co	0.5	0.496 -0.8
03	0.9	0.887	-1.4	04#	^{60}Co	0.9	0.917 +1.9
04	1.1	1.07	-2.7	05#	^{60}Co	2.6	2.65 +1.9
05	2.6	2.58	-0.8	06#	^{60}Co	4.8	4.92 +2.5
06	2.0	2.02	+1.0	07#	^{60}Co	4.8	4.87 +1.5
07	4.9	4.99	+0.2	08#	80 kV X 射线	2.6	2.63 +1.2
08	8.0	8.03	+0.4	09#	80 kV X 射线	5.2	5.24 +0.8
综合偏差 (%)			1.1	综合偏差 (%)			1.8

由表 3 可见, 2004 年比对 8 个剂量点, 其中 5 个相对偏差为负值, 3 个相对偏差为正值; 相对偏差的绝对值最大为 2.7%, 最小为 0.8%; 综合偏差为 1.1%。2006 年比对 γ 射线 6 个剂量点, X 射线 2 个剂量点, 相对偏差的绝对值最大为 3.5%, 最小为 0.8%; 综合偏差为 1.8%。

3 讨论

3.1 监测质量符合要求 在我们参加的两次全国剂量计盲样比对中, 各比对剂量点的相对偏差均在 5% 以内, 比对成绩优秀, 监测质量完全符合 GBZ 128—2002^[1] 的要求, 本实验室测量结果具有可靠性、可比性。

3.2 正确使用刻度因子 刻度使用的探测器、射线品质应与待测剂量计充分一致, 当探测器性能、射线束品质发生变化时必须求得新的刻度因子。我们在 2006 年盲样比对中首次在 X 射线标准辐射场照射下制作刻度曲线, 得到了 80 kV 能量下的 X 射线的刻度因子, 较采用 GBZ/T 144—2002^[3] 对 ^{60}Co γ 刻度因子进行理论修正后得到的 X 射线盲样结果更为准确, 同时我们把这一刻度因子用于相同射线品质的职业受照人员的个人

剂量测量工作中, 获得了实际应用价值。我们希望国家有关部门多提供相关能量 X 射线的标准剂量刻度。

3.3 重视不确定度的计算 任何一个测量结果的表达均应包括被测量性质的最佳估计值和一定概率下的不确定度, 个人剂量的测量结果也不例外。我们根据《不确定度及其评估方法》^[4], 对个人剂量盲样比对结果的不确定度进行了统计和报告, 对现场测量的不确定度进行了合理的评估, 确保了测量结果表达的规范化。

参考文献:

[1] GBZ 128—2008 职业性外照射个人监测规范[S].
[2] JJG 593—89, 个人监测用 X γ 辐射热释光剂量测量装置[S].
[3] GBZ/T 144—2002, 用于光子外照射放射防护的剂量转换系数[S].
[4] 程荣林. 不确定度及其评估方法[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2001, 21(3): 230—232