

枣庄市 1994~2003 年医用诊断 X 射线机质控监测动态变化分析

张士成, 吴晓芳

中图分类号: R816 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2005)02-0136-01

【摘要】目的 通过对枣庄市医用诊断 X 射线机质控性能动态监测, 掌握质控运行质量规律, 提高医用诊断影像质量。方法 使用质控监测仪器, 按卫生部 34 号令监测规范, 对机器质控指标进行监测。结果 全市机器质控性能运行状态趋于好转, 但荧屏比亮度、ABC、光野、视野一致性等指标问题突出。结论 通过加强机器质控性能动态监测, 为提高 X 射线机影像质量提供了科学依据。

【关键词】 医用诊断 X 射线机; 质控监测; 动态变化

X 射线诊断技术的应用已成为临床医学诊断的重要手段之一, 为提高全市医用诊断 X 射线机影像质量, 减少被检者辐射剂量水平, 笔者于 1994 年至 2003 年对 38 家医疗单位医用诊断 X 射线机质控性能进行了 3 次动态影像质量测试。

1 材料与方法

1.1 内容 透视机(含影像增强)监测: 高对比分辨力、低对比分辨力、荧屏比亮度、透视空气比释功能率、射束对准、影像增强设备亮度自动控制系统(ABC)。摄片用 X 射线机监测: 峰值电压、曝光时间、光野、射野一致性、中心偏差、射束对准、输出量重复性、输出量线性、半价层。

1.2 测试仪器及工具 德国 PTW 公 kV 仪、PTW 照射量率仪、M23331 电离室、国产 SL801 亮度仪、国产 RMP 质控测试工具一套, 上述仪器均经国家计量部门定期校验合格。

1.3 测试方法与评价标准

1.3.1 测试条件 荧光透视 X 射线机, 70 kV, 3 mA、影像增强 X 射线机为 70 kV, 1 mA 或自动调节、摄片 X 射线机为常规条件。

1.3.2 透视机评价标准 ①高对比分辨力: 中心和边缘均可清晰分辨 24 目格以上为合格。②低对比分辨力: 能清晰分辨铅梯第二阶 $\phi 5\text{ mm}$ 孔影像, 影像增强 X 射线机能清晰分辨测试板上 $\phi 3.2\text{ mm}$ 孔影像。③病人体表空气比释动能率 $\leq 5\text{ cGy}\cdot\text{min}^{-1}$; $\geq 2.5\text{ cGy}\cdot\text{min}^{-1}$ 。④射束对准: 不垂直度 $\leq 3^\circ$ 。⑤荧屏比亮度 $\geq 0.08\text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}(\text{Gy}\cdot\text{min}^{-1})$ 。⑥ ABC 不同厚度衰减其亮度变化 $\leq 20\%$ 。

1.3.3 摄片机评价标准 ①峰值电压: 实测值与预测值偏差 $\leq \pm 7\%$ 。②光野一致性及中心偏差: 射野/光野中心和边缘偏差 $\leq 2\%$ 。③射束准直: 不垂直度 $\leq 3^\circ$ 。④输出量重复性 $\leq +10\%$ 。⑤输出量线性 $\leq +10\%$ 。⑥80 kVp 半值层厚(mmAl) ≥ 2.3 。

2 结果与分析

2.1 不同年份透视 X 射线机质控监测结果(表 1) 表 1 显示: 10 年间三次测试合计结果可见, 除除荧屏比亮度合格率较低外, 其他几项质控性能指标合格率均在 90 分以上, 呈现较高水平。

表 1 不同年份荧光透视 X 射线机监测结果

监测项目	监测台数			合格率(%)			合计		
	1994	1998	2002	1994	1998	2002	台次	合格	合格率
高对比分辨力	49	29	22	84.18	100.00	100.00	100	93	93.00
低对比分辨力	49	29	22	85.71	93.10	95.50	100	90	90.00
荧光比亮度	49	23	22	67.35	56.52	72.70	94	62	65.96
空气比释动能率		29	22		93.10	95.50	51	48	94.11
线束对准	49	29	22	93.88	96.55	90.90	100	94	94.00

不同年份测试数据比较表明: 高对比分辨力、低对比分辨力合格率随年份变化增高趋势较为明显, 荧屏比亮度合格率不

同年份间变化无明显差别, 线束对准、空气比释动能率一直呈现较高水平。

2.2 不同年份影像增强 X 射线机质控监测结果(见表 2)由表 2 可见, 三次测试其低对比分辨力、空气比释动能率, 高对比分辨力合格率均较高。ABC 指标合格率后次测试虽较前次测试有所提高, 但总体合格率仍较低, 其原因: 一是多数 ABC 系统质量存在问题, 国产机器问题尤为突出; 二是专业技术人员对存在问题认识不足, 未能及时进行调试。

表 2 不同年份影像增强 X 射线机监测结果

监测项目	监测台数		合格率(%)		合计		
	1998	2003	1998	2003	台次	合格	合格率
高对比分辨力	17	14	94.12	100.00	31	30	96.78
低对比分辨力	17	14	100.00	100.00	31	31	100.00
空气比释动能率	17	14	100.00	100.00	31	31	100.00
ABC	17	12	52.94	58.40	29	16	55.17

2.3 不同年份摄片 X 射线机质控监测结果(见表 3) 表 3 显示: 峰值电压、输出量线性随着年份变化, 合格率增高趋势较为明显, 其它测试项目则变化不显著, 三次测试项目合计数据表明: 输出量重复性、射束对准、半价层等指标合格率较高。但光射野一致性、输出量线性等指标合格率则呈较低水平。

表 3 不同年份摄片 X 射线机监测结果

监测项目	监测台数			合格率(%)			合计		
	1994	1998	2003	1994	1998	2003	台次	合格	合格率
峰值电压	47	42	30	61.70	73.81	90.00	119	87	73.11
曝光时间	47	41	30	76.60	75.61	70.00	118	88	74.58
射光野一致	41	33	23	68.30	57.58	69.57	97	63	64.95
输出量重复性	46	42	30	91.30	95.23	96.67	118	111	94.07
射束对准		33	23		96.97	91.30	56	53	94.64
输出量线性	46		30	52.18		80.00	76	48	63.16
半价层		42	30		92.86	83.33	72	63	87.50

3 讨论

(1)三次测试数据表明, 我市现使用的医用诊断 X 射线机质控运行状态所存问题较为普遍, 特别是荧屏比亮度、ABC、光野、射野一致性等指标问题较为突出, 以致造成废片率、重拍率增高、诊断阳性率降低、被检者受照剂量增高。因此, 加强管理, 做好 X 射线机质控测试, 提高设备运转完好率是十分重要的。

(2)监测中发现医用诊断 X 射线机质控性能存在的问题与机器的相对陈旧、老化、电压不稳等因素相关外, 主要是部分放射工作人员对影像质量保证措施重视不够、认识不足, 以及部分医学单位缺乏专职 X 射线机维修人员造成的。因此, 为提高医用诊断 X 射线机质控性能, 一是要定期进行质控监测, 以便及时发现问题, 解决问题。二是要加强放射工作人员的技术培训, 提高质量保证意识和技能。三是各医疗单位要完善质

作者单位: 枣庄市卫生局卫生监督所, 山东 枣庄 277100
作者简介: 张士成(1958~), 男, 山东枣庄人, 副主任医师, 从事放射卫生监督防护工作。

对 15MV 医用直线加速器治疗室屏蔽设计的研讨

顾伟民¹, 吴建军¹, 张丹枫²

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004—714X(2005)02—0137—01

【摘要】目的 探讨医用加速器治疗室屏蔽设计的结构形式对迷路外口处辐射水平的影响, 为防护门的最优化设计提供科学依据。方法 以现有加速器治疗室为样板, 通过现场测量和实验研究找出一定的规律。结果 迷路外口处的辐射水平, 主要取决于迷路的结构形式与迷路内墙的防护厚度。结论 对加速器防护门的设计不能仅凭经验和一般计算方法, 要考虑多种因素的影响, 才能做到最优化。
[关键词] 医用加速器; 防护门; 辐射防护最优化

为了探讨 15MV 医用加速器防护门设计的最优化, 对我院加速器治疗室迷路外口处的中子和 X、γ 射线的剂量率进行了测试, 并对中子屏蔽材料和方法进行了初步探讨, 报道如下。

1 加速器治疗室的结构形式与屏蔽厚度

1.1 结构形式 治疗室使用面积 63.68 m²(8.7 m×7.32 m), 房高 4 m, S 型双路(迷路外口(门洞)开在迷路外墙上), 迷路长(迷路内口与迷路外口之最近距离)5.65 m, 迷路宽 1.8 m, 迷路内口宽 2 m, 迷路外口(门洞)的内侧 1.45 m, 外侧宽 1.2 m, 主防护墙宽度 4.6 m, 迷路墙为副防护, 迷路墙外是控制室。
1.2 屏蔽厚度(ρ=2.35 t·m⁻³混凝土) 主防护墙 2.4 m, 副防护墙 1.4 m, 迷路内墙 1.6 m(在与迷路外口相对处又增加 18 cm), 迷路外墙 1.2 m(在与迷路内口相对处又增加 40 cm), 屋顶主防护 2.4 m, 副防护 1.4 m。经防护部门监测, 治疗室墙外均为本底水平。

2 测试条件与方法

2.1 射线装置 瑞典医科达 PRECISE 医用直线加速器, 用 15 MV X 射线模式, 等中心最大剂量率 5.6 Gy·min⁻¹, 采用标准水模(30 cm×30 cm, 水深 20 cm), 照射野 30 cm×40 cm, 源皮距 100 cm, 有用线束向下、向迷路和向迷路内口相邻一侧 3 个方向照射, 取其中之最大测量值。
2.2 测试仪器 美国 190N 型中子测量仪和美国 451P 型加压电离室 X、γ 巡测仪。
2.3 测试内容 测量迷路外口(门口)处中子和 X、γ 射线剂量率, 分为开门测试、加不同厚度防护材料测试和关上原防护门测试。
2.4 防护材料 实验用防护材料有特制的石墨防护板、硼酸防护板、硫酸钡防护板和铅板, 其面积均为 45 cm×40 cm。原防护门所用防护材料: 石墨厚度 90 mm, 硼酸粉厚度 23 mm, 铅板厚度 13 mm。

3 测试结果 (表 1)

4 结果分析

4.1 迷路外口处之辐射水平与迷路结构形式的关系 表 1 中的数据表明, 在开门无防护的条件下测试, 中子和 X、γ 射线的剂量率分别为 3.31 μSv·h⁻¹和 1.6 μSv·h⁻¹, 较文献[1]报道的

15 MV 单折长 L 型迷路外口中子 30 μSv·h⁻¹(有用线束水平照射)小得多。分析其原因, 主要与迷路结构形式有关。①本例之迷路为 S 型, 迷路外口(门口)设在迷路外墙上, 其宽度被含钡混凝土封堵为 1.2 m, 使散射线射到门口多了一折; ②迷路内口与迷路均较窄, 分别为 2 m 和 1.8 m, 缩小了迷路内口处之散射面积; ③迷路内墙较厚为 1.6 m, 减少了透过迷路内墙的漏射线。

表 1 迷路外口处在不同防护条件下之辐射水平

序号	迷路外口防护条件	仪器读数(μSv·h ⁻¹)	
		中子	X、γ 射线
1	开门, 无防护	3.31	1.6
2	关门, 原防护门	0.01	0.1
3	开门, 5mmBaSO ₄ +20mm 石墨+13mm 硼酸+2mmPb ¹⁾	2.0	0.31
4	开门, 20mm 石墨+13mm 硼酸+5mmBaSO ₄ +2mmPb	0.8	0.25
5	开门, 48mm 石墨+18mm 硼酸+5mmBaSO ₄ +2mmPb	0.01	0.23
6	开门, 48mm 石墨+18mm 硼酸+5mmBaSO ₄ +4mmPb	0.01	0.17

注: 1) 防护材料的排列顺序系由内向外。
需要说明的是 本例所设计的迷路结构形式是可取的, 科学的; 而迷路墙及其他主、副防护墙厚度的设计过于保守, 因当初是按 18MV X 射线, 环境剂量控制到 0.5 μSv·h⁻¹设计的, 对迷路墙又要求特别加厚, 因墙外是控制室, 因此, 不符合最优化的原则。
4.2 防护门的屏蔽设计问题 本例实测结果, 迷路外口处中子和 X、γ 射线的剂量率分别为 3.31 μSv·h⁻¹和 1.6 μSv·h⁻¹。根据文献[2]介绍的计算方法, 若将中子和 X、γ 射线的剂量率降至 0.25 μSv·h⁻¹, 则需含硼聚乙烯 5.6 cm, 需铅 2.3 mm。实验中, 采用 48 mm 厚石墨作中子慢化剂+18 mm 硼酸作中子吸收剂(合计 66 mm 含硼石墨), 则中子剂量率即降至 0.01 μSv·h⁻¹; 用 5 mm 硫酸钡(约相当于 1 mmPb)和 2 mmPb 板(合计约相当于 3 mmPb), 即将 X、γ 射线剂量率降至 0.23 μSv·h⁻¹。计算数据与实验数据基本相符, 但是本例之防护门由防护器材厂商根据经验设计制造, 采用了 90 mm 厚石墨、23 mm 厚的硼酸粉和 13 mm 厚铅板。显然不符合最优化的防护原则。因此, 对防护门的屏蔽设计不能凭一般经验和一般计算方法, 必须全面考虑上述诸多影响因素。
4.3 防中子材料的层次排列问题 表 1 中第 3、4 两项实验所用防护材料及其厚度均相同, 仅层次排列有别, 结果表明, 第 4