

工业 X射线探伤机房的防护设施设计探讨

胡芳芳

中图分类号: R145 文献标识码: D

根据《中华人民共和国职业病防治法》、卫生部《建设项目职业病危害评价规范》和《关于开展建设项目职业卫生审查有关规定的通知》等有关规定,我们对新建、改建、扩建(以下简称“三建”)工业 X射线探伤单位的 X射线探伤机房的防护设施设计进行了预防性卫生审查和竣工验收。笔者通过统计分析“三建”单位的防护设施设计中存在的问题后,提出了相应的防护对策与建议,并对普遍存在的问题进行了讨论。

1 资料与方法

1.1 资料来源 我们自 2001年至 2005年对杭州市 40家“三建”工业 X射线探伤单位的 X射线探伤机房进行了预防性卫生审查和竣工验收。其中 32家单位在预防性卫生审查发现问题,12家单位在竣工验收存在问题。

1.2 方法 将预防性卫生审查和竣工验收中存在的防护问题和防护对策按照防护设施、性能、材料等分类统计,分别进行原因分析。

2 对策与建议

2.1 机房布局 X射线探伤机房应设在厂区或车间中公众活动较少的区域。探伤机操作室、工作人员进出门、评片室、暗室等相关用房和工作门应尽可能设在机房非主防护墙一侧,如因条件限制而必须设在主防护墙一侧,应错开曝光频率较高的位置。

作者单位: 杭州市卫生局卫生监督所, 浙江 杭州 310004
作者简介: 胡芳芳(1952~),女,浙江绍兴人,主任技师,从事辐射卫生防护工作。

定性、输出剂量的线性、曝光时间的准确性等性能指标,从而准确的估算出受检者体表剂量;发现 X射线诊断设备存在严重问题时,由县级以上卫生行政部门令其停止使用并限期改造,对于陈旧机型,尽快淘汰。

5 结论

由于 X射线诊断检查在电离辐射中保持最高的应用频率,因此,医学辐射照射已成为世界人群的最大医学照射源^[12]。但 X射线诊断检查具有明显的正当性,能给受检者带来直接的利益,人们对其防护的最优化措施不象对待其他辐射源的应用给以足够的重视,致使相同类型 X射线检查所致受检者剂量差别较大。在不影响诊断质量的前提下,应尽量选择合适的检查类型和照射条件,搞好质量控制尽可能的降低受检者的剂量,不仅保护广大受检者而且合理降低全民的集体剂量负担^[13]。

参考文献:

[1] UNSCEAR report 2000 Sources and effects of ionizing radiation R. J Radiol Prot, 2001, 21(1): 83-86
[2] 郑钧正, 贺清华, 李述唐. “九五”期间全国医疗照射水平调查研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2000 20 (增刊): S2-S7
[3] 郑钧正, 贺清华, 李述唐. 我国“九五”期间 X射线诊断的医疗照射频率水平[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2000 20(增刊): S14-S18
[4] 岳保荣, 郑钧正, 李述唐. 我国“九五”期间 X射线诊断所

2.2 墙体 ①混凝土墙体: 机房墙体采用一次性混凝土现浇, 由于材料单一, 墙体厚度计算简单、准确, 建成后防护效果稳定, 在新建机房的设计中应尽可能采用该方法。②混凝土墙体加铅板或防护涂料: 在混凝土墙体内部贴铅板或在混凝土墙的一面或两面使用防护涂料。适用于某些机房的混凝土墙个别位置经检测发现略有射线泄漏, 或为进一步提高放射防护保险系数, 可通过该方法提高防护墙总体的屏蔽效果。③混合墙体: 在原混凝土墙或砖墙的防护明显不足以防护现使用的射线能量或更换大能量探伤机型时, 需较大程度地提高现有墙体的防护, 又受某些条件限制不拆除原有墙体, 可选用不同材料增加墙体厚度(如在原防护墙内、外增加混凝土或红砖)而达到有效的防护目的, 该方法一般用于旧机房改造, 可适当降低建筑成本。

2.3 机房迷路 ①机房内迷路: 在机房内, 工作人员出入门前方设置 L型迷路墙, 迷路墙材料可选择混凝土或砖, 迷路墙高和宽必须大于工作人员出入门的门框, 大于部分与迷路的宽度有关, 随迷路的宽度增加而增加, 否则射线极易从迷路墙的边缘影响到工作人员防护门。②机房外迷路: 迷路墙一般设在机房与操作室之间。在工作人员出入门的机房墙体外设置 L型迷路墙, 如迷路墙的一边紧靠操作室的侧墙, 则可设置一字型迷路墙。操作室迷路墙高度必须与操作室顶棚相接, 可避免射线通过顶棚反射造成操作室辐射剂量水平升高。

2.4 防护门 ①工作人员门: 工作人员防护门有手动移门和电动移门。内迷路的防护门设在迷路外出口, 即机房的防护墙面上。外迷路的防护门可设在迷路内出口(机房的防护墙面)也可设在迷路外出口。防护门铅板使用厚度的计算应考虑到

致受检者体表剂量水平[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2000, 20 (增刊): S18-S20
[5] 吴水龙, 杨白云, 路鹤晴. 上海市 X射线诊断医疗照射的剂量水平[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2000, 20(增刊): S63-S64
[6] 岳保荣, 范瑶华. 我国 X射线诊断所致受检者体表剂量水平分析[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2003 23(2): 118-120
[7] 朱智贤, 郑钧正, 唐文祥, 等. X射线诊断所致受检者体表剂量分布特性研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2000, 20 (增刊): S71-73
[8] 欧向明, 赵士庵. 受检者体表剂量的测量[J]. 中国辐射卫生, 2004 13(2): 142-143
[9] 侯传之, 李东, 张秀娥, 等. 医用 X射线诊断受检者防护的调查与分析[J]. 中国辐射卫生, 2005 14(1): 50-51
[10] 彭李青, 朱志贤, 唐文祥, 等. 摄影管压与受检者剂量关系研究[J]. 中国辐射卫生, 2004 13(2): 90-91
[11] 尉可道, 周启蓓, 程玉玺, 等. X射线摄影中病人剂的测量和降低剂量方法及影像质量的研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1998 18 334-339
[12] 罗素明, 李开宝, 何志坚, 等. 放射治疗中的防护与患者受照剂量的质量控制[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2004 24(4): 383-384
[13] 黄朝生, 王强, 彭昌龙, 等. 茂名市医疗照射频率与剂量水平调查[J]. 中国辐射卫生, 2005 14(3): 209-211

(收稿日期: 2006-07-21)

某医院电子直线加速器放射防护与质量控制调查

王 婷, 徐 强, 孙作忠, 李全太

中图分类号: R147 文献标识码: D

医用电子加速器利用高能电离辐射对肿瘤患者进行治疗, 其应用越来越广泛。在医用加速器运行中, 当使用条件大于 8MeV 时, 由于光子与高原子序数物质发生 (γ、n) 反应, 产生中子射线。中子的最大能量大约是 X 射线光子的最大能量与相关核反应阈能的差。反应产生的中子产额与入射电子的能量成正比, 尤其在 0~20MeV 范围内, 其中子产额与入射电子的能量成直线相关关系, 随着入射电子能量的增加, 中子产额可以迅速增加^[1]。由于加速器剂量率高, 所以如不符合防护要求或出现故障, 不仅会影响治疗效果, 甚至会对病人和工作人员健康造成严重后果。《医用电子加速器放射卫生防护标准》(GB 16369—1996) 要求医用加速器必须能在控制台上显示辐射类型、标称能量、照射时间、剂量预置值、剂量率、照射方式和楔形过滤器规格等参数, 并且要求照射启动须与这些参数设备联锁, 只有参数选择全部正确才能开始照射; 《医用电子加速器性能和试验方法》(GB 15213—94) 中就照射野与灯光野的一致性、输出量的正确性与稳定性、射线能量的准确性、机械的等中心偏差等技术指标作了明确规定。

1 检查项目和方法

1.1 检查项目 ①控制台显示: 是否能指示射线类型、射线能量、照射时间、剂量预置值、剂量率、照射方式和楔形过滤器规格, 断电时剂量值能否保留, 是否具有双重剂量值指示功能, 各项功能是否有效。②安全联锁系统: 防护门、预置时间、剂量、应急开关和其他预选条件是否具备和有效。③剂量测量系统: 是否有剂量仪、刻度日期、刻度系数及相对上一次刻度系数的变化值, 体模材料和尺寸是否符合规定。④保护装置: 剂量率限值保护, 剂量分布保护和机械故障保护功能作用如何。⑤防护设施: 治疗室面积、墙壁厚度、应急开关、监视系统、迷路、工作指示灯、排风设施和射线防护是否符合要求。⑥个人剂量监测及管理: 放射工作人员有否剂量计和定期监测, 剂量档案和健康档案。⑦操作规程与管理规定: 工作人员上岗证, 规章制度和机器档案是否齐全。

1.2 检测项目和条件 ①校准点剂量: 焦点至探测器之间距离为 100 cm, 测量 6 MV 或 8 MV 的 X 射线水下 5 cm 处吸收剂量, 换算成最大剂量, 与设置值比较。②辐射质: 焦点至探测器距离为 100 cm, 测量水深为 5 cm 和 10 cm 处吸收剂量, 计算二者比值。③透过限束装置泄漏辐射: 将每组限束装置关到最

小位置, 分别测试正常照射位置上的吸收剂量。④最大有用射束外漏射线: 可调限束装置全关闭, 用 8 MV 标称能量的 X 射线照射, 以束轴为中心, 半径为 2 m 的平面上 0°、90°、180°和 270°4 个点测量吸收剂量, 取最大值。⑤等中心偏差: 加速器的一组限束器装置关到较小, 只有一条极细的光线漏出, 慢感光胶片用黑纸包好, 垂直立在诊视床上, 胶片平面与加速器漏出射线平面垂直相交, 把机架调到 0°、45°、90°和 135°曝光, 冲洗胶片, 测量 4 条黑线任两条交点之间最大距离。⑥光野射野偏差: 将慢感光胶片用不透光的黑纸包好, 平放在诊视床上, 将光野调到 10 cm×10 cm, 在光野的 4 个边沿用铅丝标记, 照射 2 mGy, 冲洗胶片, 测量黑色的照射野与用铅丝标记的光野边界之间的最大距离。⑦光距离标尺示值偏差: 分别按光标尺的指示调诊视床平面与焦点之间的距离为 80 cm、100 cm 和 120 cm, 并用直尺测量两者之间的距离, 取最大偏差值。⑧光野标尺示值偏差: 使用加速器的数字指示标尺确定光野为 10 cm×10 cm, 用直尺测量实际值大小。⑨治疗室外辐射水平: 在最大开机条件, 用巡测仪测量治疗室屏蔽墙外、门外及控制室的辐射水平。

1.3 检测用器具 ①Famea 2570 剂量仪, 经中国计量科学研究院刻度。②水模, 30 cm×30 cm×30 cm。③慢感光胶片; ④BZNF—1 型便携式智能辐射仪。

2 结果

检查结果 校准点剂量、辐射质、透过限束装置泄漏辐射、最大有用射束外漏射线、等中心偏差、光野射野偏差、光距离标尺示偏差、光野标尺示偏差、治疗室外辐射水平均符合要求。

3 讨论

结果表明, 医用电子直线加速器有关性能指标能够满足国家标准, 但也存在一些问题。剂量仪没有配备校准源, 如果剂量仪在两次送检之间 (一般为 1 a) 发生偏差, 则不一定能被及时发现, 这个问题应引起医院有关部门的足够重视。这就要求设备维护人员要具有责任心, 针对本单位特点制定质量保证计划, 在日常工作中坚持开展质量控制, 从而使加速器始终保持在良好的运行状态。

参考文献:

[1] 章仲侯. 放射卫生学 [M]. 北京: 原子能出版社, 1985 150—153 (收稿日期: 2006—12—12)

作者单位: 山东省医学科学院, 山东 济南 250062

防护门处的射线经过迷路的衰减等因素。②工件门: 工件进出的防护门都采用电动铅移门, 防护效果应与同侧墙体相同。由于工件门的门缝相对较大, 易引起射线泄漏, 而车间内除机房工件门外常有其他作业工人在工作, 在工件门所处墙体左右两侧增加 L 型水泥或实心砖材料的门缝防护围墙不失为防止门缝射线泄漏的有效方法。

3 讨论

“三建”工业 X 射线探伤单位的防护设施设计中存在着防

护不足、防护过当和防护不均 (局部不足或过当) 现象。其中重工作人员防护轻公众防护现象较普遍。X 射线探伤室的防护设施设计必须充分考虑周围的放射安全。探伤室屏蔽设计应充分考虑有用线束照射的方向和范围、装置的工作负荷及室外情况, 确保室外人员年有效剂量小于其相应的限值。

在防护设施设计时应遵守放射防护最优化原则, 剂量限值不再是安全与危险的分界线, 而是通过最优化原则求得最优方案的防护条件, 它要求受照剂量应当达到可以合理达到的最低水平。

(收稿日期: 2006—06—01)