

2003 年河南省医用电子加速器放射防护检测结果与分析

程晓军, 戴富友, 乔红兵, 卢国甫, 胡传朋, 张钦富

中图分类号: R142 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2005)02-0123-01

【摘要】 目的 调查河南省医用电子加速器设备及场所的防护状况, 探讨提高放射治疗质量的措施。方法 按照《医用电子加速器性能和试验方法》对医用电子加速器进行检测。结果 大部分加速器的防护性能指标都能符合国家有关标准, 但也存在一些问题。结论 加强对放疗设备进行状态检测和开展质量保证工作, 提高放射工作人员的安全文化素养, 是提高放射治疗质量的重要措施。

【关键词】 医用电子加速器; 放射防护; 检测; 分析

医用电子加速器在治疗恶性肿瘤方面具有能量范围广, 剂量率大, 对正常组织损伤小, 病人照射后全身反应小等特点, 已被越来越广泛地应用于临床恶性肿瘤治疗中。河南省作为全国恶性肿瘤高发区之一, 医用电子加速器的数量也居全国前列。截至 2003 年底, 共有加速器 57 台, 分布在全省 18 个市地。为确保放射治疗质量, 避免放射治疗事故的发生, 按照国家标准和有关规定, 对河南省医用电子加速器的防护性能进行了检测, 笔者对 2003 年 22 台检测结果进行了分析。

1 检测项目和方法

1.1 检测项目^[1] ①加速器防护性能: 重复性、最大有用线束外的漏射线、均整度、对称性、半影宽度、剂量线性、日稳定性、安全联锁装置。②机房防护性能: 机房漏射线。

1.2 检测仪器 Farmer-2571 型剂量仪, FD-71A γ 闪烁辐射仪 Bicon Analyst 型微伦仪(以上仪器均经国家计量部门校准), 15 cm \times 25 cm \times 30 cm 水模, RTS-200S 型放疗二维扫描水箱。

1.3 检测方法 按照国家有关标准^[2,3] 进行。

2 检测结果与分析

2.1 加速器防护性能检测结果(表 1) 仅对常用治疗条件下的项目和指标进行分析。

表 1 加速器防护性能检测结果

检测项目	测量均值(范围)	测量合格台数	合格台数	合格率(%)
重复性($\leq 0.7\%$)	0.35 (0~1.84)	22	21	95.45
最大有用线束外的漏射线($\leq 2\%$)	0.33(0.01~0.65)	22	22	100.00
均整度($\leq 106\%$)	104.6(100~107.28)	22	20	90.91
对称性($\leq 103\%$)	102.6(101~104.6)	21	15	71.43
半影宽度($\leq 8\text{mm}$)	7.83(7.2~9.8)	21	18	85.71
剂量线性($\leq 2\%$)	0.69(0.02~2.2)	17	16	94.12
日稳定性($\leq 2\%$)	1.02(0~8)	11	10	90.91

(1)照射野剂量的对称性、均整度和半影宽度如果出现误差, 可以造成照射野剂量的不均匀, 从而影响肿瘤的放疗效果和靶区周围正常组织和器官的安全。表 1 中的检测结果是检测过程中边检测边调试后的结果。尽管如此, 22 台加速器的检测结果中, 对称性和半影的合格率也只有 71.43% 和 85.71%。实际检测结果的合格率还要低于这个水平, 应该引起足够的重视。

(2)加速器输出量重复性、剂量线性和短期稳定性(包括日稳定性、周稳定性和月稳定性)直接影响到输出量的准确性, 从

而影响靶区剂量的准确。从表 1 可见, 22 台加速器中重复性和剂量线性合格率在 95% 左右, 日稳定性合格率只有 90.91%。因此这些项目应用单位要经常性地进行检测, 如发现偏差较大, 应及时地进行调试或更换零部件。

2.2 加速器机房防护检测结果(表 2) 机房防护情况是在机器允许的最大工作条件下进行检测的。

(1)从表 2 可以看出, 加速器机房的防护符合国家标准。医用电子加速器对应用单位来说是投资较大的工程项目, 一般单位都比较重视。从项目的放射防护设计审查和竣工验收都要经过预防性卫生监督, 因此只要按照经审查的建筑设计图纸严格进行施工, 机房的防护都会符合国家标准。

表 2 加速器机房防护情况检测结果

检测项目	测量值($\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$)	合格率(%)
机房墙壁漏射线	0.10~0.60	100
机房防护门漏射线	0.12~1.70	100
机房房顶漏射线	0.15~1.00	100

(2)在检测的 22 个单位中, 有 7 个单位的机房防护检测结果都接近本底。另外 15 个单位中, 有 13 个单位的机房防护检测结果是机房防护门处漏射线水平最高, 一个单位的机房是南墙外漏射线水平最高, 另外一个单位是机房房顶的漏射线水平最高。由此可见, 进一步提高机房防护门的防护质量, 可以将防护门处的漏射线水平降至接近本底, 从而保障放射工作人员及公众的健康与安全。

(3)在检测的 22 个单位中, 安全联锁装置全部合格有效, 能保证任何意外情况下都能紧急终止照射。

3 讨论

(1)放射治疗设备性能的好坏直接影响到放射治疗的质量^[4~6]。从检测结果可以看到, 我省医用电子加速器的防护性能还存在不少的问题, 这些问题将直接影响到患者的治疗效果。因此, 应该按照国家标准定期对放疗设备进行状态检测, 发现问题, 及时调整和维修, 以保证病人的生命健康和安全。

(2)为保证加速器剂量系统的准确性和稳定性, 放疗科物理工程师应对输出量、百分深度剂量、均整度进行经常性的常规检测(剂量每周检测一次, 百分深度剂量、均整度每半年检测一次)。本次调查中发现, 一些医院缺少物理工程师、维修人员和基本的放疗质量保证检测设备(如剂量仪、水箱等); 有的医院虽然有检测设备, 但并未按照规定开展质量保证工作, 使这些检测设备形同虚设。放射应用单位应进一步完善人员和设备的配备, 并进行经常性的自主检测校正, 使放射治疗设备处于一个良好的工作状态, 是提高放射治疗质量的重要措施^[7]。

(3)医用电子加速器是技术含量较高的精密设备, 其操作和管理需要有一定的专业知识和技术水平并取得操作上岗证的人员来进行, 否则任何不当的操作和工作上的疏忽都可能给病人带来灾难性的后果。因此, 必须加强人员的技术培训, 提高他们的安全文化素养, 从而从根本上消除事故隐患^[7]。

(下转第 128 页)

1967~1976 年间平均累积剂量为 2.3 mGy/a, 1977~1980 年间平均累积剂量为 2.3 mGy/a^[1]。

2.2 两组人员恶性肿瘤发病率及死亡率 1950~1995 年放射组共发生恶性肿瘤 24 例, 对照组共发生 17 例。从表 2 可见, 放射组全癌、实体癌、女性乳腺癌、肝癌发病率高于对照组, 其相对危险(RR)分别为 1.55、1.59、9.06、2.73, 但差异无显著性($P>0.05$)。女性乳腺癌两组共发生 5 例, 其中放射组 4 例中两例为 1951、1953 年开始从事放射工作, 参加放射工作时的年龄分别为 24 岁、20 岁, 至发病时的放射工龄分别为 40 a、24 a。另两例于 1971 年、1977 年开始从事放射工作, 参加放射工作时的年龄分别为 29 岁、24 岁, 至发病时的放射工龄分别为 11 a、15 a。白血病两组中各 1 例, 放射组中的 1 例为急粒单混合型白血病, 系 1958 年参加放射工作, 当时年龄仅为 19 岁, 1978 年发病, 放射工龄 20 a。有关部门调查患者早年工作中防护条件差, 工作量大, 有过量照射史, 曾于 1980 年 3 月确认其发病为“不能排除长期职业照射为其诱发因素的影响”[内部资料]。

表 2 两组恶性肿瘤发病及死亡率比较									
类 型	放射组				对照组				RR
	发病 (例)	发病 (%)	死亡 (例)	死亡 (%)	发病 (例)	发病 (%)	死亡 (例)	死亡 (%)	
全 癌	24	1.46	20	1.22	17	0.94	15	0.83	1.55
实体癌	23	1.40	19	1.16	16	0.88	14	0.77	1.59
乳腺癌 ¹⁾	4	1.54	3	1.15	1	0.17	1	0.17	9.06
肝 癌	5	0.30	5	0.30	2	0.11	2	0.11	2.73
食管癌	2	0.12	2	0.12	0	—	0	—	
胃 癌	2	0.12	1	0.06	3	0.17	3	0.17	
肺 癌	3	0.18	2	0.12	3	0.17	3	0.17	
淋巴瘤	1	0.06	1	0.06	1	0.06	1	0.06	
白血病	1	0.06	1	0.06	1	0.06	1	0.06	
其 他	6	0.36	5	0.30	6	0.33	4	0.22	

注: 1) 指女性

2.3 恶性肿瘤与发病时年龄的关系 两组工作人员年龄与恶性肿瘤相对危险度(RR)分析从表 3 可见, “51 岁以上”年龄组比较相对危险度(RR)为 2.65, 但与对照组比较差异无显著性($P>0.05$)。

表 3 年龄与恶性肿瘤发病情况比较					
年龄 (岁)	放射组		对照组		RR
	人数 (人)	肿瘤 数(例)	人数 (人)	肿瘤 数(例)	
≤40	49	3	15	5	0.18
41~50	222	7	191	6	1.00
51≤	369	14 ¹⁾	420	6	2.65
合计	640	24	626	17	

注: 1) $P>0.05$ 。

2.4 恶性肿瘤与参加工作年代的关系 按照参加工作年代分为 1960 年以前、1961~1970 年、1971~1980 年三组, 从表 4 可见, 放射组与对照组比较, 其相对危险度(RR)分别为 2.45、1.10、0.86, 即 1970 年以前参加放射工作的人员恶性肿瘤的相对危险大。其中 1960 年以前参加工作的人员占全组人数的 23%, 而发生的恶性肿瘤例数占全组例数的 62.5%; 1961~1970 年间参加工作的人员占全组人数的 25%, 发生恶性肿瘤例数占全组例数的 16.7%; 1971~1980 年间参加工作的人员占全组人数的 52%, 恶性肿瘤的例数占全组例数的 20.8%。经

统计学分析, 1960 年以前参加放射工作的人员恶性肿瘤发病率显著高于相应的对照组($P<0.05$)。

表 4 工作年代与恶性肿瘤发病的比较					
工作年代	放射组		对照组		RR
	人数 (人)	肿瘤 数(例)	人数 (人)	肿瘤 数(例)	
~1960 年	147	15 ¹⁾	192	8	2.45
1961~1970 年	160	4	263	5	1.10
1971~1980 年	333	5	171	3	0.86
合计	640	24	626	17	

注: 1) $P<0.05$ 。

3 讨论

从以上结果表明我省医用诊断 X 射线工作人员全癌发生率比对照组高, 尤其是 1960 年及以前参加放射工作的人员恶性肿瘤发病率显著高于对照组, 与陕西省及全国调查结果基本一致^[2~4], 也与国内医用诊断 X 射线工作者平均累积剂量年代分布一致, 即可以认为 1960 年以前从事医用诊断 X 射线人员的恶性肿瘤发病增高是与早期使用的 X 射线机设备简陋、防护条件差, 受到超剂量照射有关。观察的放射组中 4 例女性乳腺癌, 参加放射工作的平均年龄为 24.3 岁(20~29 岁), 均在生育期间开始接触辐射, 至发病时的平均放射工龄为 17.5 a(11~40 a)。发病率比对照组要高, 相对危险(RR)达 9.06, 但差异无显著性, 可能与调查样本较小和对部分对象观察时间不够长等因素影响有关; 但总的发病趋势和规律与全国调查结果基本一致^[2,3]。至于观察的肝癌, 放射组的相对危险度(RR)为 2.73, 鉴于肝脏不是辐射致癌敏感组织, 况且至今尚未见到外照射诱发肝癌的报道, 故医用诊断 X 射线人员肝癌的相对危险度(RR)增加, 可能与两组人员在饮食、生活习惯以及乙肝病毒感染率等因素差异有关。值得说明的是调查对象中 1971~1980 年开始从事放射工作的人员占全组人数的 52%, 这部分人员的恶性肿瘤发病的相对危险度较低(RR=0.88), 是由于这个阶段的工作人员防护意识加强, 工作条件已得到改善, 还是由于观察时间较短, 尚未进入恶性肿瘤高发期, 有待进一步研究。

总之, 本调查结果表明我省医用诊断 X 射线工作人员的全癌及女性乳腺癌发病率比对照组高, 相对危险度(RR)较大, 提示放射工作人员应继续注重与加强放射防护和保健措施。

(参加此次调查工作的同志还有李金生、邓霞杰、柯常彬、戴启瓷、旷芹法、廖晓祥、李秀萍、董炳根、严宇涵, 一并致谢。)

参考文献:

[1] 全国医用诊断 X 射线工作者剂量与效应关系研究协作组. 我国医用诊断 X 射线工作者受照剂量及其对健康的影响[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1984, 4(5): 1—13.

[2] 全国医用诊断 X 射线工作者剂量与效应关系研究协作组. 我国医用诊断 X 射线工作者 1950~1990 年间恶性肿瘤危险评价[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1998, 18(2): 113—117.

[3] 王继先. 中国医用诊断 X 射线工作者恶性肿瘤的危险评价[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1999, 19(3): 161—163.

[4] 高怀伟, 郑桂芳, 焦彩琴, 等. 陕西省医用诊断 X 射线工作者 1950~1995 年间恶性肿瘤调查分析[J]. 中国辐射卫生, 1999, 8(1): 52—53.

(收稿日期: 2004—09—06)

(上接第 123 页)

参考文献:

[1] GB16396—1996 医用电子加速器放射卫生防护标准[S].

[2] GB15213—94, 医用电子加速器性能和试验方法[S].

[3] GB/T 19046—2003 医用电子加速器验收试验和周期检验规程[S].

[4] 梁健君, 谷景旭, 丁军, 等. 山西医用加速器防护性能检测及防护设施评价[J]. 中国辐射卫生, 2000, 9(2): 107.

[5] 张宏威, 刘北辰, 崔勇, 等. 2000 年辽宁省医用电子加速器

放射卫生防护监测与评价[J]. 中国辐射卫生, 2002, 11(1): 35—36.

[6] 梁积慧, 段继梅, 杨红波. 放射治疗的质量保证(QA)与质量控制(QC)[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2002, 22(生物医学工程专辑): 91—93.

[7] 马永忠, 王时进, 万玲, 等. 北京市放射治疗防护检测结果与分析[J]. 中国职业医学, 2003, 2(1): 29—31.

(收稿日期: 2004—10—29)