

医用加速器多叶准直器的质量保证和质量控制

曾自力

中图分类号: R815.6 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2008)04-0449-01

【摘要】 目的 介绍多叶准直器(MLC)质量保证(QA)和质量控制(QC)的主要内容。方法 介绍确认 QA和 QC主要内容的方法。结果 QA和 QC是正确执行治疗的重要保证。结论 应定期对这些内容进行验测。

【关键词】 多叶准直器; 质量保证; 质量控制

多叶准直器(MLC)是通过计算机控制的多个微型电机独立驱动每个叶片单独运动,达到射野静态或动态成形的目的。其结构包括无聚焦结构、单聚焦结构、双聚焦结构、防漏射结构。用途为在传统的常规放疗中代替各种各样的实心铅挡块;代替人工制作的空心适形铅挡块,实现共面多野适形照射;实现动态楔形板功能;实现旋转适形照射功能;实现共面多野适形调强功能;旋转式动态调强适形照射法;配合立体定向技术实现适形 SRS和精确放疗;在同步挡块法和循迹扫描法中的应用等。瓦里安 23EX医用电子直线加速器 MLC为左右各 40片等中心处宽 1 cm的叶片组合构成,是无聚焦的叶片平移结构。这里介绍其质量保证(QA)和质量控制(QC)的主要内容,它包括:MLC检查;MLC射野的 $S_c(S_{c,p})$ 随 M U 的变化;MLC射野平坦度随 M U 的变化。

1 确认 QA和 QC主要内容的方法

1.1 MLC检查

(1) SSD取正常治疗距离,如 100 cm 在垂直于射线束轴的平面上,通过 MLC的来回反复运动检测出:叶片的编号顺序、叶片的运动范围、叶片位置的数字。

(2) SSD取正常治疗距离,如 100 cm 在垂直于射线束轴的平面上,用坐标纸检测出 MLC叶片运动的一致性。

(3) MLC叶片的到位精度:机架角为 0°,在与射野中心轴垂直的等中心平面处,置一张胶片,在胶片上盖一层建成厚度的固体模体材料。用 MLC设置 8个射野,每个射野为 40 cm×5 cm 由射野中心向双侧对称排列,每个射野曝光时设置的开机量为使胶片的黑度大约为 0.75 照射从一侧开始,前一个照射野的右(左)叶片位置,正好是下一个射野的左(右)叶片位置。照完 8个照射野后,在胶片上出现 7条左右叶片交换位置时的线条影。对瓦里安弧形端面的叶片,沿线条方向,用高分辨率的扫描黑度计进行测量,黑度计高于或低于平均黑度的 20% 的位置的相应叶片的位置,需要调整。沿线条影垂直方向进行黑度扫描,每个窄条野的 50% 剂量边界,应为叶片的停留位置。在不同的机架角如 90°、180°、270°,可检测出 MLC叶片到位精度随机架角的变化。

(4) MLC形成的照射野与灯光野的符合性,在胶片上作出灯光野周边和十字线的标记,并在胶片上盖一层建成厚度的固体模体材料,然后曝光,灯光野大小对应于实际射野的 50% 等剂量线的范围,两者的符合性应小于 $\pm 2\text{mm}$ 。将某相对叶片独立出来,可检测出相对叶片的照射野与灯光野的符合性。同时可检测出单个叶片的端面 and 侧面在等中心处的投影(灯光影与射线影)的符合性。

(5) MLC旋转中心轴与线束中心轴的符合性,通过机头旋转可知 MLC旋转中心轴与灯光野的符合性,再通过灯光野与 MLC形成的照射野的符合性,就可检测出 MLC旋转中心轴与线束中心轴的符合性。

(6) MLC本身及相邻叶片间、相对叶片间漏射线的检测,将慢感光胶片放在射束等中心位置,胶片上压 1.6 cm 等效组织,由治疗计划系统设计不同形状的照射野,加速器 X线能量为 6MV 开机量为 200 MU 由黑度计读出其本身及相邻叶片间、相对叶片端面间漏射线。

1.2 MLC射野的 $S_c(S_{c,p})$ 随 M U 的变化 一般用带有剂量建成套的电离室剂量仪在空气中直接测量准直器散射因子 S_c (射野输出因子 OUF),测量不同大小射野的剂量率,与 10 cm×10 cm 参考射野的剂量率相除后得出准直器散射因子随射野大小的变化。 S_p 为总散射校正因子,定义为射野在模体中的输出剂量率与参考射野 10 cm×10 cm 在模体中的输出剂量率之比。从小到大给出 M U 如 2 3 4 …观测 MLC射野的 $S_c(S_{c,p})$ 随 M U 的变化。

1.3 MLC射野平坦度随 M U 的变化 SSD取正常治疗距离,如 100 cm 在 X射线束轴水下 10 cm 处垂直于射线束轴的平面上,光野为 10 cm×10 cm 辐射野内最大吸收剂量点与均整区内最小吸收剂量点处的吸收剂量的比值不应大于 1.06 从小到大给出 M U 如 2 3 4 …观测 MLC射野平坦度随 M U 的变化。

2 结果

相邻叶片间的漏射线在 1% ~3.7%,相对叶片端面间隙的漏射线为 1% ~5.4%;MLC叶片的到位精度、MLC形成的照射野与灯光野的符合性、MLC射野的 $S_c(S_{c,p})$ 随 M U 的变化和 MLC射野平坦度随 M U 的变化等各项指标符合相关规定的要求。

3 讨论

MLC处方准备系统的软、硬件和 MLC处方准备系统与 MLC控制计算机间通讯的检查,也是 MLC质量保证和质量控制的主要内容之一。MLC处方准备系统数字化仪的精度和线性直接影响 MLC的叶片位置精度,必须进行校对。用一系列已知大小和形状的、规则的和不规则的射野,可以检查 MLC处方准备系统与 MLC控制计算机组成的整个系统的射野精度及其指示系统。由于 MLC构成的静态或动态不规则射野较难用常规肉眼方法进行查看,只能依靠叶片的连锁系统的有效性。连锁系统包括硬件连锁、软件连锁以及使这些连锁有效或失效的 MLC叶片运动到位的位置误差允许量的大小,还应包括防止叶片非法运动的软件措施的有效性^[1]。

瓦里安 23EX医用电子直线加速器 MLC为左右各 40片等中心处宽 1 cm的叶片组合构成,是无聚焦的叶片平移结构,没有考虑射线发散聚焦问题,在射野边缘呈锯齿印状,造成较差的适形度和较大的物理半影。同时为了避免磨损、碰撞引起机械损伤等故障,通常留有少许间隙,所以它们有射线泄漏。为了将相邻叶片间的漏射线剂量和相对叶片合拢时端面间的漏射线剂量减低到规定要求的水平,通常 MLC还需与治疗机的可调常规准直器配合使用,规定一个相对有效的最小外接矩形野,使之既可屏蔽有效野外各对未完全闭合叶片端面间隙的漏射线,又能遮挡相邻叶片间微小缝隙处可能的漏射线。

广西建筑主体材料放射性水平评价

陈益兰¹, 刘承伟¹, 刘守廷², 罗 平², 莫达松²

中图分类号: R145 文献标识码: B 文章编号: 1004—714X(2008)04—0450—02

【摘要】 目的 通过对广西建筑主体材料放射性进行检测与评价, 为广西建筑主体材料的合理生产与应用提供参考依据。方法 依据国家标准《建筑材料放射性核素限量》(GB6566—2001)进行检测。结果 广西建筑主体材料除了部分煤渣砖超标外, 页岩砖、粘土砖、水泥、砌块和混凝土等材料的内、外照射指数水平均符合国家标准。但在对不同类型的建筑主体材料检测中发现, 部分页岩砖、粘土砖及复合水泥的放射性水平含量相对偏高。结论 广西大部分建筑主体材料可不受限制地应用于各种建筑工程中。

【关键词】 建筑材料; 放射性; 评价

建筑主体材料是指用于建造建筑物主体工程所使用的建筑材料。建筑材料产品都或多或少含有天然的放射性核素, 是室内辐射和空气中氡的主要来源之一, 对人们的健康产生影响。自 20世纪 70年代以来, 关于建筑材料放射性的危害引起了国内外学者的高度重视, R Hewan anna等^[1]对建筑施工用的粘土砖的天然放射性及 γ 剂量进行了检测与分析, M N is nevicl等^[2]对利用煤灰生产轻质混凝土的辐射安全方面进行了探讨, 路建超等^[3]对我国建材放射性水平的动态进行了研究, 认为我国建材中放射性物质含量是相对偏高的。

目前, 广西建筑主体材料生产和应用技术水平相对比较落后, 且产品结构不尽合理。近年来广西各地市的建筑主体材料发展很快、品种繁多, 由于各类工业废渣普遍使用, 导致部分建筑材料中放射性水平增加, 而大多数建筑材料缺乏对放射性的检测。刘晓军等^[4]曾对南宁市建筑材料放射性进行了检测, 发现煤渣砖的放射性核素水平较高。笔者对广西各地市生产和使用的各类建筑主体材料产品的放射性水平进行了全面地检测与评价, 并对²²⁶Ra、²³²Th和⁴⁰K所致居民剂量进行了估算, 实验结果将为广西建筑主体材料的合理生产与应用提供参考

依据, 同时有利于加强广西建筑主体材料的市场管理, 以及确保建筑主体材料行业的可持续发展。

- 1 材料与方法
- 1.1 样品的采集与制备 样品取自广西南宁、桂林、柳州、梧州、河池、百色等城市的建筑主体材料生产企业和建材市场。样品经磨细至粒径不大于 0.16mm, 在 (105±5)℃烘干至恒重, 放入聚乙烯盒中, 称重, 密封四周, 待测。
- 1.2 测量 当检测样品中天然放射性衰变链基本达到平衡后, 在于标准样品测量条件相同情况下, 采用低本底多道 γ 能谱仪对其进行²²⁶Ra、²³²Th和⁴⁰K活度浓度测量。
- 1.3 评价依据 《建筑材料放射性核素限量》(GB6566—2001)标准^[5]

- 2 结果与分析
- 2.1 广西建筑主体材料放射性核素含量 将制备好的样品用低本底多道 γ 能谱仪进行检测, 测得²²⁶Ra、²³²Th和⁴⁰K放射性核素含量如表 1所示。

表 1 广西建筑主体材料放射性核素含量 (Bq·kg⁻¹)

样品名称	样品数量 (个)	²²⁶ Ra		²³² Th		⁴⁰ K	
		范围	均值	范围	均值	范围	均值
页岩砖	126	63.2~178.9	100.99	40.6~114.3	60.14	443.3~806.9	614.85
粘土砖	115	57.5~120.7	93.61	60.6~109.7	83.84	369.3~668.8	552.14
砌块	18	22.4~55.8	29.53	20.9~58.6	25.89	17.9~425.0	191.01
粉煤灰砖	9	42.0~54.2	47.73	22.9~34.5	29.90	65.8~107.5	86.30
陶粒砖	8	62.0~67.3	64.70	22.7~25.1	23.90	76.1~88.5	82.30
水泥	21	27.1~179.7	79.85	21.2~69.3	37.38	141.8~264.8	201.59
水泥砂石砖	12	16.3~23.5	19.80	21.1~24.6	22.80	246.2~319.0	282.20
煤渣砖	6	273.4~401.3	378.00	23.4~57.5	42.50	124.4~250.2	168.00
混凝土	6	23.8~24.1	24.50	13.8~17.3	15.70	72.2~76.3	74.70

基金项目: 广西自然科学基金资助 (桂科自 0640025)
作者单位: 1 广西大学, 广西 南宁 530004;
2 广西分析研究测试中心
作者简介: 陈益兰 (1957—), 女, 教授, 研究方向: 材料科学与工程。

由表 1可见, 各类建筑材料放射性活度浓度有很大的差异, 煤渣砖的²²⁶Ra放射性活度浓度高达 378.00Bq·kg⁻¹, 其次为页岩砖和粘土砖, ²²⁶Ra放射性活度浓度分别为 100.99Bq·kg⁻¹和 93.61 Bq·kg⁻¹; 而砌块、陶粒砖、水泥砂石砖和混凝土

多叶准直器用于传统的常规放疗时, 须要进行质量保证和质量控制的内容和操作相对简单, 其方法和要求类似于加速器的常规准直器和射野挡块的检验, 主要的检测内容为 MLC叶片的机械定位精度和射野边界的校准精度。当 MLC用于 MRT(调强放疗)时, 情况要复杂得多。由于 MRT治疗时常常遇到为保护重要器官而要求比常规放疗有更大的剂量梯度, 某些时候甚至会达到每毫米 10%~15%的梯度, 而且叶片的到位精度可能直接影响各个射野或线束在靶区内形成的剂量强度分布, 因而对射野形状或叶片的到位精度要求也更高。MRT治疗时, 机器出束时间大大多于常规放疗, 相邻叶片间和相对叶

片合拢时端面间的漏射线剂量将会对最终的剂量分布产生更大的影响, 叶片的运动速度的稳定性等对 MRT剂量强度分布的影响也必须检测。多叶准直器的质量保证和质量控制是正确执行治疗的重要保证。根据有关规定的要求, 并结合本单位的具体条件进行修订, 不断完善后形成制度, 定期对上述内容进行验测, 以确保治疗的科学性和准确性。

参考文献:
[1] 胡逸民. 肿瘤放射物理学[M]. 北京: 原子能出版社, 1999 130—131.

(收稿日期: 2008—02—27)