

调强放疗的质量保证和质量控制

曾自力

中图分类号: R815 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2007)04-0457-02

【摘要】 目的 介绍调强放疗 (MRT) 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】 质量保证; 质量控制; 调强放疗

将加速器的均匀输出剂量率的射野变成不均匀输出剂量率的射野的过程叫调强。实现这个过程的装置称为调强器。目前采用的调强器有二维物理补偿器 (包括一维、二维楔形板)、多叶准直器 (MLC)、电磁扫描等。当前 MLC 调强较普遍, 采用的方式有 MLC 静态调强、MLC 动态调强、MLC 动态旋转调强、MLC 扇形束调强、MLC 扫描调强等。用经过调强技术处理过的辐射束来进行放射治疗即为调强放射治疗 (Intensify Modulated Radiation Therapy MRT)。

MRT 的最大优点是: 射线束按预先计算好的方式在计划的靶体积内授予最多的剂量, 而对靶体积外的各种正常组织和重要器官授予较小的剂量, 也就是说, MRT 是一种剂量分布最佳化的技术, 它不仅限定靶区内的高剂量, 也限定重要器官的低剂量, 使靶区内与靶区外的剂量分布有明显的差别。

QA 和 QC 是放射治疗应受到重视的问题。调强技术提出后, 它变得更加突出。除严格执行治疗机及其放疗辅助设备如 CT 机、CT 模拟机、模拟机、治疗计划系统、测量设备等的常规 QA 和 QC 工作外, 还应做调强放射治疗所要求的 QA 和 QC。这种 QA 和 QC 的基本任务是: ①设备确认, 确认治疗机及其放疗辅助设备是否符合 MRT 的要求; ②剂量确认, 确认靶体积

内不同参考点的吸收剂量是否准确。③调强放疗的 QA 和 QC 临床要求。

1 设备确认

(1) 治疗机、模拟机、CT 和辅助设备其特点是结构复杂, 易于出故障, 必须对其机械和几何参数进行定期检查和调整。检查的具体项目、频率应达到相应的国家 (或国际) 标准。

床是治疗机和模拟机、CT 的一个重要的组成部分, 除检查其纵向、横向、旋转、垂直运动范围和精度外, 要特别留意定期检查床面负荷时的下垂情况。

治疗附件包括摆位辅助装置和固定器、激光定位系统、源距离指示器、线束修整装置 (包括楔形板、挡块托架、射野挡块、组织补偿器和组织填充块等), 以及治疗摆位验证系统等。摆位辅助装置和固定器、射野挡块主要用目测方法检查其功能的可靠性和规格是否齐全。源距离指示器应对不同治疗距离进行检查, 其距离线偏差不能超出 $\pm 2\text{mm}$ 。两侧及天花板上的三个激光定位束应相交于一点, 而且此交点应与治疗机的旋转中心符合, 同时要利用床两侧向平行移动和垂直上下运动分别检查两侧和天花板上激光的重合度和垂直度。对于楔形板, 不论对一楔多用楔形板还是固定角度楔形板, 均应检查它们的连锁的有效性以及最大楔形野的大小; 检测楔形因子, 其变化超过 1% 时, 应调整楔形野中心轴与束流中心轴的符合性。治疗摆位验证系统用来检查验证患者的治疗参数, 应对该系统的

作者单位: 柳州市第三人民医院, 广西 柳州 545007
作者简介: 曾自力 (1965~) 男, 四川广安人, 副主任技师, 从事放射物理、肿瘤放疗研究工作。

3 讨论

广西 CT 的 CT 机剂量指数合格率高达 99%, 表明 99% 的 CT 机对患者造成的 X 射线照射剂量符合国家标准规定的要求。

分辨力是 CT 机探明病灶的重要指标。广西约 95% 的 CT 机空间分辨力和 100% 的 CT 机低对比分辨力符合国家标准状态检测规定的要求, 表明 95% 的 CT 机分辨力可满足诊断要求。显著性检验结果提示, CT 机的空间分辨率 GE 明显优于西门子、岛津和东软, 日立明显优于岛津和东软, 飞利浦明显优于东软。

广西 CT 机噪声和均匀性合格率较低。显著性检验结果提示, CT 机的均匀性匹克明显差于岛津, 日立明显差于东芝、东软、西门子、GE 和岛津。

CT 值表示与 CT 影像每个像素对应区域相关的 X 射线衰减平均值, 它与准确诊断有直接关系。显著性检验结果提示, 东软 CT 机聚乙烯的 CT 值与标称值相符程度明显差于飞利浦、西门子、日立、东芝、安科、匹克和岛津, 聚丙烯的 CT 值与标称值相符程度明显差于飞利浦、西门子、东芝、GE、安科、匹克和岛津; 东芝 CT 机水的 CT 值与标准值相符程度明显差于日立、飞利浦、GE、安科、匹克、东软、西门子和岛津; 日立、飞利浦 CT 机丙烯酸酯 CT 值与标称值相符程度明显优于东芝, GE 明显优于西门子和安科, 岛津明显优于匹克; 东软 CT 机聚四氟乙烯 CT 值与标称值相符程度明显差于 GE、东芝、安科、匹克和岛津。水 CT 值产生的偏差与其使用的医疗机构经常对 CT 机进行校准或校准用水不纯有关。

广西 CT 机各标称层厚偏差合格率高, 多数 CT 机 10mm、5mm 层厚的测量值均为负偏差。显著性检验结果提示, CT 机 10mm 层厚偏差为东软明显小于西门子和 GE, GE 小于西门子, 安科小于 GE 和匹克; 西门子 5mm 层厚偏差明显大于日立、飞利浦和安科。

CT 机性能不合格极易造成误诊或重拍, 而重拍则增加了患者的 X 射线照射剂量。应加强对 CT 性能的检测并采取相应的控制措施, 确保其性能符合标准规定要求, 保护患者的健康与安全。

参考文献:

- [1] DONALD MCLEAN. CT dose estimation, paediatric monitoring and changes in work practice [J]. Radiation Physics and Chemistry 2004, 1(71): 993-994
- [2] GB/T 17589-1998 X 射线计算机断层摄影装置影像质量保证检测规范 [S].
- [3] 李长虹. 76 台医用 CT 机头部中心单层扫描剂量的检测与分析 [J]. 中国辐射卫生, 2006, 159(3): 328
- [4] 元恒涛, 秦维昌, 刘传亚, 等. CT 机质量控制检测的探讨 [J]. 医学影像学杂志, 2006, 16(9): 980
- [5] 何玉庆, 李琼, 李发新. 湖北省 CT 机检测情况与分析 [J]. 中国辐射卫生, 2004, 13(1): 30-31
- [6] 楚彩芳, 秦文华, 卢国甫, 等. 河南省 CT 机性能检测结果分析 [J]. 中国辐射卫生, 2004, 13(1): 32-33

(收稿日期: 2007-07-02)

相关项目的性能进行定期检查^[1]。

(2)应对机头旋转中心、床旋转中心、机架旋转中心、等中心、加速器在调强放射治疗应用中等中心进行定期检查。在加速器正常运行情况下,应每月二次检查射野平坦度和对称性;用胶片法检查灯光野和射野的一致性;在校正加速器的剂量监测仪和射野输出剂量时应采用国际原子能机构 TRS-277号报告《光子和电子束吸收剂量测量的国际实用准则》的方法;射线能量随偏转、微波、注入而变化,所以应用百分深度等方法定期校正^[2]。

(3)多叶准直器(MLC)包括 MLC旋转中心轴与线束中心轴的符合性;MLC形成的照射野与灯光野的符合性;MLC本身及相邻叶片间、相对叶片合拢时的漏射线都应符合要求。同时应对 MLC的叶片到位精度、MLC叶片运动的一致性等进行定期检测。

(4)治疗计划系统(TPS)是用近似的方法去模拟复杂的物理过程,所用的数学模型是经过许多简化的。有些人们还不曾认识的物理过程也不可能包括到模型中去,因此用数学计算出来的结果与真实的情况是有一定差别的。当一个计划完成时,为避免因机器或人为因素造成患者 TPS的错误,首先应由设计者直观判断剂量分布是否正确,其次用一独立的程序验算每个射野的 MU最后由资质高的物理师全面核对。在 TPS中,我们更相信经过精确校正过的测量结果。如果 TPS的结果与测量结果相差超过允许范围就认为是不合格的。与测量结果的比较是最根本的 QA和 QC 定期重复主要的验收测试项目、定期执行 TPS硬件测试维护程序、检查软件和数据文件的大小、日期及其他特性是否有变化。

(5)治疗体位的精确固定是实施调强放射治疗的基本条件。立体定位框架,体位由真空垫固定,借助治疗部位上预置的体表多点标志进行体位校正,为了减少甚至消除体表皮肤弹性对体表标志点与肿瘤位置的相对位置的影响,将体表标志移至肿瘤内或肿瘤周围,称为内置标志点技术。但它会随呼吸和器官运动而移动,为了减少这种移动采用图像引导治疗 IGRT①利用呼吸门控来控制加速器的出束时间,这种技术要求对患者进行呼吸训练(该方法不适合不能人工控制的脏器运动)。②把 CT与加速器联网来修正靶区的位置移动。③把 CT与加速器联网,利用 CT时序扫描来控制加速器的出束。

(6)QA QC还应有工作人员和患者的安全,它包括设备的机械和电器联锁、治疗联锁、辐射防护。定期检查设备的防撞装置、射野挡块固定、监视系统;治疗门联锁、楔形板联锁、超高或低剂量率联锁等。

2 剂量确认

放疗的成功与失败很大程度上决于靶区剂量的准确性,在整个治疗过程中,剂量不准确性包括以下方面:①物理剂量不准确性,如一级剂量标准到次级剂量标准的传递等所产生的不准确性;②处方剂量测量时的不准确,如治疗机输出剂量和照射野物理参数测定的不准确性;③照射部位解剖结构的差异,包括肿瘤的位置、大小和形状以及身体轮廓和组织不均匀性等方面的不准确性;④剂量计算方法的不精确,包括对组织剂量进行校正和补偿过程中所产生的不准确性;⑤照射时患者摆位和给予处方剂量时的不准确性;⑥治疗机发生故障;⑦以上各步骤中工作人员的操作失误等。

治疗证实是被准确执行的重要保证,包括治疗前利用 CT模拟机和常规模拟机对治疗条件的模拟;治疗中利用验证记录系统对治疗条件验证与记录;照射中利用射野影像系统对射野及体位的监测;利用活体剂量测量系统对患者的体内剂量监测。

3 调强放疗的 QA和 QC临床要求

3.1 临床医生 接诊病人,选择合适病例;参加 CT扫描及数

据的索取。调强放射治疗提供给放射肿瘤医生一个很好的工具,借助这个工具,可对病变实施“手术”式照射。只有被照射对象的形状在三维方向上被精确确定之后,调强放疗才有意义。放射肿瘤医生必须充分利用多种现代影像工具,借助 TPS中图像融合技术,尽可能将临床靶区(CTV)的外轮廓勾画清楚。CTV确定后,还要确定 CTV在患者坐标系中因呼吸、器官运动等引起 CTV边界的移动范围,该范围称为内靶区(IV),是给予剂量照射的最大边界^[3]。与物理师共同作出治疗计划,制定治疗方案、剂量、评价治疗计划,开治疗处方,并协助治疗。

3.2 物理师 负责放射物理在临床上的应用,如临床放射治疗剂量学,临床放射治疗剂量的测量、校正,新的放射治疗技术在临床上的试行等,确保临床放射物理的 QA和 QC 操作 TPS与放疗医生一起制定出治疗处方,并负责各种数据的转录、储存及处理确认 TPS设计出计划后,在治疗前进行 QA和 QC验证、核对,以确保计划的可靠性和准确性,保证调强放疗的顺利实施。

3.3 放疗技术员 确保治疗床、激光定位系统、治疗体位的 QA和 QC 根据三维激光定位系统和体位固定器,加强每次摆位的重复性,确保患者在调强放疗中的可靠性和准确性。仔细核对、记录处方剂量的预定加速器剂量监测器读数,治疗的各项内容和条件,正确无误地执行治疗计划。

3.4 维修工程师 定期对设备的机械、电路、气路、冷循环、易损配件等进行检查、测试、清洁、上油、更新、校正等维护、保养,减少故障,严禁无关人员随意变动设备的内部工作状态,当设备工作不正常时,应立即停机检查,并认真检测。禁止设备在工作状态不稳定的情况下进行治疗,确保设备的可靠性和准确性、运转良好的 QA和 QC

4 讨论

(1)加速器一般要在 200ms~2s时间内,才能达到稳定输出。这种起始特性将直接影响授予患者的剂量。在 1s内测量 100截面剂量曲线,将可显示出加速器的起始特性。测量可用 ME48F快速放大器加 LA48电离室阵列完成。

(2)由 $S_{cp}(S_c)$ 与 MU的关系曲线我们知道,照射 3MU以上可达到 3MU=3cGy当照射 3MU以下时,3MU就不是 3cGy而是比 3cGy小很多。评定一个计划时,应注意这一点。

(3)调强放射治疗不仅有高深的理论,复杂的设备,而且还应有合格的放射治疗医师、物理人员、工程师、技术员。除具备相应学历外,还必须经过放射治疗专业与放射防护知识培训和资格考核。要保证达到最好疗效就应在人员和设备两方面得到质量保证。对治疗进行精心的设计和准确的执行,取决于治疗医生、物理人员、工程师、放疗技术员之间的相互配合,共同努力。为了调强放疗的科学应用,确实发挥其优点并保证广大患者的治疗质量,必须加强技术队伍的建设和管理,明确对各项工作的要求,完善各项规章制度,具体的组织措施;制定和实施质量保证计划,从质量管理程序和质量控制上保证调强放射治疗的正确实施。

(4)最近出现的新名词: TQM(Total Quality Management)用于描述一个综合性的质量保证体系; CQI(Continuous Quality Improvement)是指对质量保证的结果采取相关行动的措施。

参考文献:

- [1] 胡逸民. 肿瘤放射治疗学[M]. 北京: 原子能出版社, 1999: 575—576
- [2] 杨兴纲. 新概念放疗物理[M]. 杭州: 西泠印社出版社, 2004: 318—329
- [3] 申文江, 徐国镇. 放射肿瘤学新进展[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2004: 50

(收稿日期: 2006—12—18)