

## 三维适形放射治疗计划设计的探讨

曾自力

中图分类号: R815 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2008)01-0202-01

【摘要】 目的 介绍怎样设计更好的三维治疗计划。方法 介绍三维治疗计划设计过程。结果 三维治疗计划设计还存在一些问题。结论 分析存在的问题, 提出改进方法。

【关键词】 三维治疗计划; 二维; 靶区; CT/MRI

翻开放射治疗的历史, 从最早的镭疗, 到如今的动态适形、调强放疗, 走过了一条从经验、半经验, 定性、半定性, 定量、智能、优化直至现在更科学合理放射治疗的漫长之路。放射治疗不论是根治性放疗, 还是姑息性放疗, 其根本目的在于给肿瘤区很高的治愈剂量而其周围组织和器官接受的剂量却最少。根据各种肿瘤细胞与正常细胞对射线敏感性的不同, 供血缺氧、修复、增殖和倍增周期等因素的差别, 有针对性地选择理想的、科学合理的剂量分布和治疗的技术, 达到临床剂量学四原则所要求的最终目的<sup>[1]</sup>, 从而取得既保留功能又根治肿瘤的临床治疗效果。实现这一目标的主要手段之一就是设计更好的三维治疗计划。

### 1 材料与方法

1.1 放射治疗计划系统 美国瓦里安 Eclipse DX三维适形放射治疗计划系统。

1.2 方法和结果 在 CT平面床上, 按病人放疗时的体位进行摆位, 根据病人情况和部位进行重复性高的体位固定。按治疗计划的要求对相应部位进行 CT扫描, 扫描范围应比常规 CT检查范围大, 特别在立体定向放疗时, 靶区上下两端的范围更需大一些, 肿瘤区层厚最好为 2mm~5mm(具体根据肿瘤大小和定位精度要求而定)。为了获得较大的扫描范围又不至于使层次太多, 可采用混合扫描技术, 即肿瘤区层厚为 2mm~5mm, 以外区域逐步过渡为 5mm~10mm。扫描结束后, 通过 CT网络直接传送所有 CT图像到治疗计划系统。治疗计划系统自动完成三维立体重建, 建立起假体。结合具体肿瘤的临床表现, 如: 肿瘤的类型和期别及所在部位, 放疗医生勾画出靶区和计划区的范围, 并预计出靶的致死剂量和周围正常组织特别是重要器官的最大允许剂量等, 与物理人员一起设计合理的照射野, 在 BEV窗口调整射野大小。在设计立体三维多野计划时, 尽量采用非共面多野照射。设计照射野的原则是使放射剂量高度集中在靶区, 使周围正常组织的照射量控制在剂量限制范围以内。根据肿瘤大小, 根治程度, 射野大小, 周围重要脏器的涉及范围以及病人全身状态等因素决定时间-剂量-分割方式。在剂量计算时, 原则上将根治放疗的靶中心计量归一为 100%, 至少 90%的剂量线包括整个靶区。通过三维治疗计划系统, 可直观地重建体表轮廓, 精确勾画剂量限制器官和治疗靶区轮廓(假体)准确快速地确定等中心和参考点位置, 合理设计照射野、包括复杂多野和三维非共面旋转照射野。在射线束轴视角 BEV窗口可了解不同方位和不同角度照射野形状和大小。通过不均质的剂量修正和剂量计算, 可清晰显示三维空间的剂量分布。在剂量容积直方图视窗 DVH可显示靶区及相邻组织器官的剂量容积比。

目前国内外的治疗计划系统大多是两维系统, 加上三维图像处理和显示软件后称其为两维半系统。主要缺点是: ①由于 CT/MRI信息为两维的, 利用两维图像上的某些解剖部位进行简单的坐标叠加, 不能给出准确的三维影像, 造成病变(靶区)定位的失真与畸变; ②从定位到摆位的过程中, 没有一致不变的坐标系, 治疗位置很难重复; ③对体内不均匀组织密度对剂量分布影响的处理较为简单, 剂量计算的精度不够高; ④由于没有采用逆向算法, 优化设计很困难, 甚至变得不可能。

### 2 讨论

(1)三维治疗计划是集肿瘤影像诊断、治疗和计算机应用为一体的高科技产品。它不仅综合了多个临床应用科学的内容, 如: 影像学、放射肿瘤临床、神经外科、放射物理、放射生物, 而且综合了多项工程技术学科, 如: 计算机软件、数学、数字医学图像处理、仿真、网络、自动控制、精密仪器 and 直线加速器等。面临多学科交错的局面, 涉及放射治疗医生、物理师、放射生物学工作者、技术员, 他们应打破专业的壁垒, 相互学习、取长补短, 才能克服盲目性, 设计出好的治疗计划<sup>[2]</sup>。

(2)常规 CT只能提供二维的信息, 利用二维图形上的病变(靶区)、器官和组织在治疗计划系统中进行简单的坐标叠加和勾画形成三维结构, 这样形成的三维结构的精确性随 CT扫描层厚和间距的加大而变劣, 不能给出准确的三维影像, 造成病变(靶区)定位的失真与畸变。现代螺旋 CT的出现, 为治疗计划提供了直接的准确的病变(靶区)、器官和组织的三维信息, 使三维放疗有了准确的目标<sup>[3]</sup>。

(3)CT或 MRI影像扫描工作站显示的是数字化图像, 可通过网络/光盘机/磁带机等方式直接数字化传递, 实现数字→数字 1:1无误差传输。但如果把 CT或 MRI影像拍成胶片, 先进行数字→模拟转换, 再经光学扫描仪将胶片扫入计划系统进行模拟→数字再转换, 则产生数字→模拟→数字的图像传输和转换误差。用视频截取的办法也有误差。CT扫描时, 最好采用增强扫描。

(4)CT/MRI随使用时间的增加会出现一些机械磨损、床面不水平、扫描孔机架校准不归零等现象。所以应定期检测、校正。

(5)从定位到摆位的过程中, 没有一致不变的患者坐标, 治疗位置难以重复, 但应尽可能采用精确的治疗体位的固定技术和立体定向定位摆位框架, 以减少误差。

(6)靶区的准确与否直接影响到肿瘤治疗成败, 由于有些肿瘤在 CT图像上不能清晰显现靶区轮廓, 这就要求结合 MRI/PET图像来确定, CT-MRI/CT-PET图像融合技术可极大地改善靶区勾画的可靠性。

(7)体内不均匀组织密度对剂量分布影响的处理较简单, 剂量计算的精度不高, 应用较好的剂量计算模型。算法模型应为 3D数字模充分考虑散射线影响等。

某开发地块放射性废渣污染治理效果评价

王凤英, 张 斌

中图分类号: X591 文献标识码: B 文章编号: 1004—714X(2008)01—0203—02

**【摘要】** 目的 探讨受到低水平放射性污染的土地治理方法并对防治技术和效果进行评价。方法 对受到放射性污染的土地治理过程的放射性水平进行跟踪监测, 完善和调整整治方法, 达到整治预期效果。结果 通过对该地块上堆放的含放射性污染的废渣以及受到污染土层清理、固化、转运、安全贮存后其放射性水平恢复到当地天然放射性本底水平, 开发后监测表明该地块及其周边仍处于本底水平。结论 受到低水平放射性污染的土地经过整治后可以进行无限制的开发利用。

**【关键词】** 放射性污染; 整治; 评价

2002年, 某经济开发区在开发房地产项目过程中发现一地块已经受到一定程度放射性污染, 如果处置不当, 将会扩散放射性污染, 并使该地块的房地产开发项目受影响。相关部门对该地块放射性污染进行了整治, 我们对整治过程以及房地产开发后该地块放射性水平进行跟踪监测和评价。

1 放射性废物管理要求

放射性废物应该按照它的危险程度加以分类, 危险程度取决于核素的组成、辐射类型、半衰期、化学形态、毒性、活度浓度、总活度、发热率和易迁移性等<sup>[1]</sup>。我国现行国家标准<sup>[2]</sup>将放射性固体废物区分为高放废物、长寿命中低放废物(含 $\alpha$ 废物)和普通中低放废物, 普通中低放废物要求近地表处置。我国放射性废物分类标准未对中低放废物设定下限值, 对极低放射性废物没有明确规定, 而在《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中阐明了与废物管理有密切关系的两个概念: 豁免和解控<sup>[3]</sup>。这两个概念涉及什么废物是非放射性废物的问题, 因此在一定意义上可以把豁免和解控看成是放射性废物分类问题的延伸。豁免是为了确定实践或实践中的源能否免于控制, 解控则是为了确定实践或实践中的源能否解除控制, 提出豁免和解控一个重要目的是减少放射性废物的数量, 但在操作中废物的清洁解控水平很难确认。

2 废物处置过程

2.1 源项调查 源项调查不仅是退役和环境整治的基础, 也

是废物分类的基础, 而在废物处置中对源项的估计是否正确将直接影响整治工程设计的投资和投资额度<sup>[3]</sup>。一般来说, 源项调查要明确放射性废物的种类、性状、源强、数量以及分布。通过对历史资料的查找和部分废物样品的测量, 基本查清了该放射性废物暂存库源项的情况。该暂存库内的放射性废物主要由锆英砂、独居石、钨砂粉、氧化铈、氢氧化铈、硝酸铈、硝酸钍等粉末状的废物以及含硝酸钍的汽灯砂罩成品组成, 监测结果显示这批放射性废物是长寿命低放废物, 主要是在核技术应用中产生的。在源项调查的基础上, 当地政府委托有关单位编制了放射性废物处置工程可行性研究报告和放射性废物治理工程环境影响报告。

2.2 放射性废物的固化与处置 放射性废物固化的主要方式有玻璃固化、陶瓷固化及水泥固化三种。本处置工程采用水泥固化法。水泥固化法是以硅酸盐水泥基材作为放射性废物的固化体材料, 它通过机械固化、吸附固化和化学固化对放射性废物中核素离子起到固化作用。水泥固化设备简单, 生产能力大, 投资和运行费用低, 无废气净化问题, 原料易得, 固化生产过程二次污染少, 是一种经济有效的固化方法。

该处置工程在对废物进行固化前, 首先按顺序将放射性废物收集, 收集前喷洒少量水, 以减少扬尘, 收集后的废物在水泥搅拌器内进行水泥拌合, 拌合后制成 $\leq 5\text{ cm}$ 的水泥固结体, 在晾晒场地晾晒, 水泥固体泌水消失后, 装入双层编织袋(内衬为不透水塑料薄膜)。当堆积的放射性废物全部清除后, 再对污染墙面进行去污。去污前对墙面进行少量喷水, 以减少墙面去污过程中所产生的粉尘数量, 去污方法为: 先用钢刷对墙面进行全面刷扫, 再用洗涤剂进行擦洗, 擦洗完毕后, 通过 $\alpha$ 、 $\beta$ 表面沾污仪监测, 监控擦洗去污效果。对刷扫和刮铲所产生的

作者单位: 江苏省辐射环境监测管理站, 江苏 南京 210036  
作者简介: 王凤英(1960~), 女, 河南荥阳人, 高级工程师, 从事辐射环境监测评价与科研工作。

(8) 由于无逆向算法, 有些优化设计很困难, 甚至变得不可能。从放射物理和计算数学角度考虑, 逆向设计就是根据医生所确定的目标和剂量分布要求作为出发点, 通过数学方法, 推导出一个可执行的实际照射方案, 并满足目标剂量分布与实际照射剂量分布的偏差趋于零的处理过程, 也就是说, 通过逆向优化计算得出最接近目标剂量分布函数的实际计划方案, 它包括射野参数、权重、野形状尺寸、MU等。

(9) 一个人的脏器在体内的位置有的相对固定, 有的却随时随地变化, 而且变化有的很大。因为脏器的运动致使肿瘤的位置和形状随之变动。这就造成定位和适形的困难。医生划定的靶区应把肿瘤可能运动的范围包括在内。这样就使靶区有了实质性的扩大。为了减少这种扩大和定位准确而采用图像引导治疗(IGT)①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。但是对于CT显像分辨率低的软组织仍会出现一些问题<sup>[4]</sup>。

参考文献:

[1] 胡逸民. 治疗计划的设计和執行——临床剂量学原则[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 1989(3): 152—157.  
[2] 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, 2001: 273—274.  
[3] 胡逸民. 肿瘤放射治疗学[M]. 北京: 原子能出版社, 1999: 575—576.  
[4] 杨兴纲. 新概念放疗物理[M]. 杭州: 西冷印社出版社, 2004: 185.