

我国重离子治癌研究取得重大进展*

文/中国科学院近代物理研究所 中国科学院计划财务局
(兰州 730000) (北京 100864)

【关键词】中国科学院 知识创新工程重大项目 重离子治癌

恶性肿瘤 癌症,是危害人类健康的 第一杀手。手术、化疗和放疗是癌症的三大主要治疗手段,目前,放疗最常用的是X线、 γ 线、电子线等放射线。由于重离子束具有剂量损失集中于射程末端的物理学特性和高的相对生物学效应,因而对肿瘤周围健康组织的损伤很小,对癌细胞的杀伤作用特别强。同时,重离子的射程和剂量可以在线监控,从而可以进行分层适形精确治疗,照射治疗的时间短、剂量小,无需辅助药物,适宜于治疗未扩散的局部肿瘤特别是其他方法无效的或复发的难治病例。所以,重离子被誉为21世纪最理想的放疗用射线。

中科院近代物理所自1993年就开始了重离子治疗癌症的相关研究工作,2006年开始重离子治疗浅层肿瘤的临床实验。2007年,中科院启动了知识创新工程重大项目 重离子治癌关键科学技术问题研究。该项目基于兰州重离子加速器冷却储存环(HIRFL-CSR)国家重大科技基础设施,



深层肿瘤治疗室

主要开展重离子治癌基础及临床研究、深层治癌终端研制和在线实时监控技术研究。项目依托单位为中科院近代物理所,参加单位有兰州军区兰州总医院、甘肃省肿瘤医院。2011年11月,该项目顺利通过验收,研究成果获得甘肃省科技进步奖一、二等奖各1项,全军科技进步奖一等奖1项,甘肃省自然科学奖三等奖1项,甘肃省医学科学奖一等奖1项,申请专利20项,获授权专利15项,其中发明专利10项;在国内外高水平学术期刊上发表论文71篇,其中SCI收录46篇;项目广泛深入地开展了国内外学术交流,培养造就了一支从事重离子治癌基础与技术研究以及临床治疗研究和专用

* 本文由中科院计划财务局项目管理处茹加(rujia@cashq.ac.cn)、近代物理所胡正国、袁小华共同组织撰写
收稿日期 2012年6月5日

装置研制的创新团队。

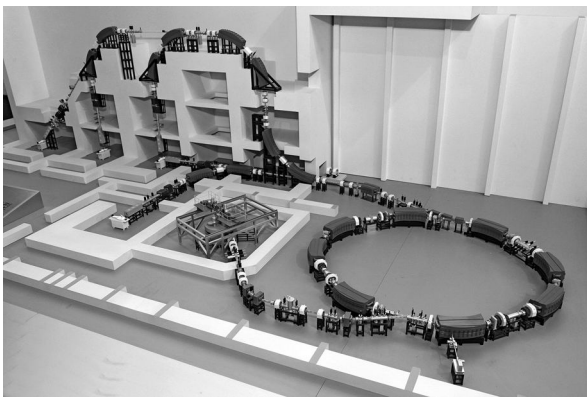
通过项目研究,HIRFL-CSR的主环实验区内建成了37米长的治癌专用束流输运线,成功研制了重离子治癌束流配送系统,攻克了主动变能量慢引出技术难题,实现了目前国际上最长的1万秒长周期的慢引出;建立了1个水平束主动变能量慢引出适形点扫描、满足临床研究需要的深部肿瘤治疗终端,研制了束流剂量监测探测器、束流位置和均匀性监测探测器,实现了重离子深部肿瘤治疗过程中束流特性的实时监控,包括束流强度、束流位置与均匀性、治疗前治疗计划的验证以及治疗过程中束流剂量的监测,研制了一套双头平面TOF-PET探测器,并进行了在束测试研究,发展了一套重离子能量控制技术,建立了剂量计算模型等,为临床治疗研究创造了良好的条件。项目主要考核指标顺利通过了中科院组织的专家测试,其中束流强度、辐照剂量、束流点扫描精度、平面PET测量精度等都优于任务书规定的要求。特别是重离子束对肿瘤靶区的三维适形照射装置被评为2010年度百件优秀中国专利之一,并获得第13届中国专利奖优秀奖。

项目组通过大量的细胞和动物实验,开展了重离子辐射生物学基础效应研究,深化了重离子束治疗肿瘤的机理研究,获得了一

系列有显示度的数据和成果,为进一步高效杀伤肿瘤组织、提高肿瘤局部控制率、最大限度地保护肿瘤周围正常组织提供了理论的解决途径和可行的方案,并且建立了一套面向生物学效应的重离子束治疗计划系统。项目执行期间,共完成103例浅层肿瘤(距体表深度小于2.5cm)和45例深部肿瘤(距体表深度大于2.5cm)患者的临床试验治疗,肿瘤类型涉及肝癌、肺癌、脑瘤、脊索瘤、前列腺癌、头颈部肿瘤、骨及软组织肉瘤等。治疗后随访率达96%以上,部分患者的肿瘤已完全消失,其余的也有不同程度的缩小,疗效非常显著,且无明显不良反应,从而使我国成为国际上继美国、日本和德国之后第四个实现重离子临床治癌的国家。通过临床试验,确定恶性黑色素瘤和软组织肉瘤等为新的重离子治疗适应症。

通过九五 大科学工程 兰州重离子加速器冷却储存环的建造和该项目的实施,近代物理所自主设计了小型紧凑、医院适用的重离子治癌专用装置,并申请发明专利30多项。该装置可提供能量为80 430MeV/u的碳离子束,最大照射深度37cm,能满足治疗全体位肿瘤的需要,其主加速器(同步加速器)周长56米,为国际最短,因而性能价格比相当高,具有很强的国际竞争力。2010年5月,国务院办公厅在支持

甘肃经济社会发展的文件中明确将重离子加速器治癌装置列入战略性新兴产业,重离子治疗装置产业化迎来了极好的发展机遇。2011年8月,卫生部召开了讨论我国重离子治疗装置布局的专门会议。近代物理所已将重离子治癌专用装置建造列为“十二五”规划重点突破的方向之一,着力提高治疗水平、早日实现治疗装置产业化,使更多患者受益,并为振兴相关产业、加快转变经济发展方式做出贡献。



重离子治癌专用示范装置模型图



中国科学院