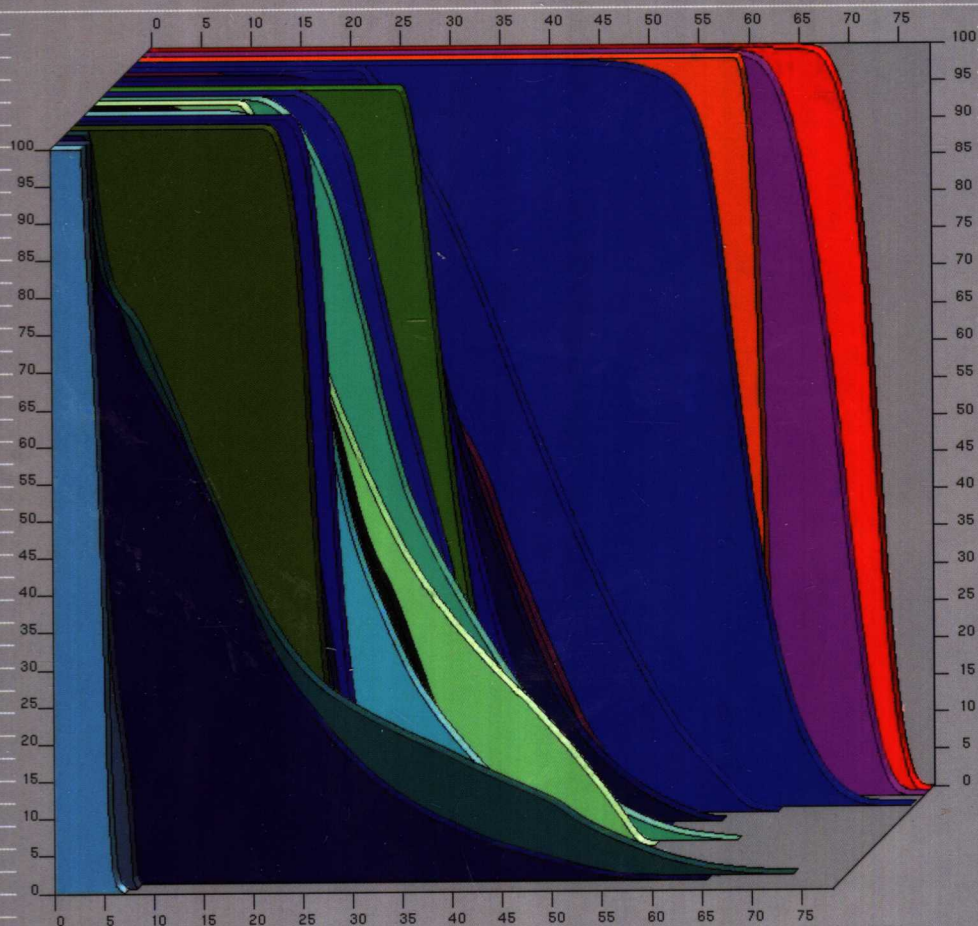


肿瘤三维适形 与束流调强放射治疗学

主 编 王国民

ZHONGLIU SANWEI SHIXING YU SHULIU TIAOQIANG FANGSHE ZHILIAOXUE



肿瘤三维适形与束流调强 放射治疗学

主 编 王国民
副 主 编 宋美芳 邱 灏
周道安 方庆亮
主编助理 傅美娜

復旦大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

肿瘤三维适形与束流调强放射治疗学/王国民主编.
—上海:复旦大学出版社,2005.4
ISBN 7-309-04227-1

I. 肿… II. 王… III. 肿瘤-放射治疗学 IV. R730.55

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第107151号

肿瘤三维适形与束流调强放射治疗学

主编 王国民

出版发行 **复旦大学出版社**

上海市国权路579号 邮编 200433

86-21-65118853(发行部) 86-21-65109143(邮购)

fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

责任编辑 贺琦

总编辑 高若海

出品人 贺圣遂

印刷 上海浦东北联印刷厂
开本 787×1092 1/16
印张 20.5 插页 30
字数 498千
版次 2005年4月第一版第一次印刷
印数 1—2 100

书号 ISBN 7-309-04227-1/R·872

定价 88.00元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

主 编 王国民
副主编 宋美芳 邱 灏 周道安 方庆亮
主编助理 傅美娜
编 著 者(以姓氏笔画为序)

王国民	上海华东医院放射治疗科	主任医师
王鹤皋	山西省肿瘤医院放射治疗科	主任医师
戈伟强	上海华东医院放射治疗科物理室	主管技师
方庆亮	上海华东医院放射治疗科	主治医师
邓小武	广州中山大学附属肿瘤医院放射治疗科	高级工程师
叶 明	上海东方医院放射治疗科	主任医师
白永瑞	上海第二医科大学附属新华医院放射治疗科	博士、副主任医师
卢泰祥	广州中山大学附属肿瘤医院放射治疗科	副主任医师
任艳萍	上海华东医院放射治疗科	住院医师
孙兮文	上海肺科医院放射科	博士、副主任医师
吴国华	上海第二医科大学附属新华医院放射治疗科	主任医师
邱 灏	上海华东医院放射治疗科	主治医师
沈 彬	上海华东医院放射治疗科	住院医师
宋美芳	上海华东医院放射治疗科	副主任医师
周道安	上海肺科医院放射治疗科	主任医师
胡 非	上海华东医院 CT 室	主治医师
赵 森	复旦大学附属肿瘤医院放射治疗科	教授
费 苛	上海华东医院胸外科	主任医师
贺晓东	上海肺科医院放射治疗科	副主任技师
顾兆祥	上海华东医院核医学科	主任医师
钱 敏	上海华东医院普外科	主任医师
徐怀玉	上海华东医院呼吸科	主任医师
徐学健	上海基因技术应用中心	主管药师
盛晓芳	复旦大学附属华山医院伽玛刀医院	副主任医师
韩 非	广州中山大学附属肿瘤医院放射治疗科	主治医师
傅美娜	上海华东医院放射治疗科	副主任医师
熊海健	上海东方医院放射治疗科	副主任医师

序 言

肿瘤的三维适形和束流调强放射治疗是一种全新的放射治疗方法,国内开展此项目的单位还不多,国外开展的时间也并不久,但却将是21世纪初肿瘤放射治疗的主流,是放射治疗技术上的一次重大变革。

目前国外有一些关于三维适形和束流调强放射治疗的著作,其中大多介绍的是头颈肿瘤和前列腺癌的调强放射治疗;国内也有一些介绍调强放射治疗的文章,也只停留于对调强放射治疗的原理介绍,结合临床实践的很少。

由上海华东医院放射治疗科王国民主任医师主编,并有国内从事放射治疗的20多位专家、临床医师、物理师参编的《肿瘤三维适形与束流调强放射治疗学》,是一本理论与临床实践相结合的好书。其中包括三维适形放射治疗和调强放射治疗的原理,国外适形放射治疗和调强放射治疗的最新进展。特别是根据国内肿瘤的发病特点,针对国内常见的鼻咽癌、肝癌、脑部肿瘤、胰腺癌及肺癌等肿瘤,结合编著者实际工作中的经验在书中着重作了介绍,并附有多幅彩色治疗计划插图,内容丰富,重点突出。本书的出版对国内已经开展和即将开展肿瘤适形放射治疗和调强放射治疗的单位很有帮助,使他们能够更好地了解先进的肿瘤治疗方法。当然由于此项治疗在国内尚处于起步阶段,书中的不足之处在所难免,仅供放射治疗同道参考借鉴之用。

复旦大学附属肿瘤医院放射治疗科教授

赵 森

2004年12月26日

前 言

近 10 年来,由于医学影像技术和计算机技术的飞速发展,肿瘤放射治疗出现了很多新的治疗概念和治疗方法及技术。适形放射治疗和束流调强放射治疗就是最有代表的两种全新的治疗方法。

目前国外已有一些有关三维适形放射治疗和束流调强放射治疗的著作;国内也有一些调强治疗的文章,但仅限于介绍调强的原理。比较系统全面介绍适形放射治疗和调强放射治疗并结合自己资料的专著在国内还很少。

笔者与上海和国内有关医院的放射治疗同道一起主编的《肿瘤三维适形与束流调强放射治疗学》是一本集中介绍国内应用国际著名三大加速器厂商的放射治疗设备,进行三维适形及束流调强放射治疗的体会与经验,并着重论述西门子、医科达和瓦里安三大公司内置式多叶光栅,博医来和孔雀系统两大公司的外置式小多叶光栅的一些性能特点,期望使放射治疗界同仁们对目前常用的适形及束流调强放射治疗能有全面的了解。此书集思广益,全面收录国内有关医院放射治疗设备的使用经验及国外有关这方面的最新进展,编著者希望本书能在适形及束流调强放射治疗的推广运用中起到抛砖引玉的作用。由于编著者的水平有限,在本书中可能存在不少缺点,望读者批评指教。

本书的出版得到复旦大学出版社的大力支持,同时也要感谢贺琦老师在本书出版过程中给予的鼓励。在此对关心本书出版的放射治疗界同仁以及有关部门表示由衷的感谢。

我国著名放射治疗学家、复旦大学附属肿瘤医院放射治疗科赵森教授热情为本书作序,在此一并表示感谢。

上海华东医院放射治疗科

王国民

2004 年 12 月 26 日

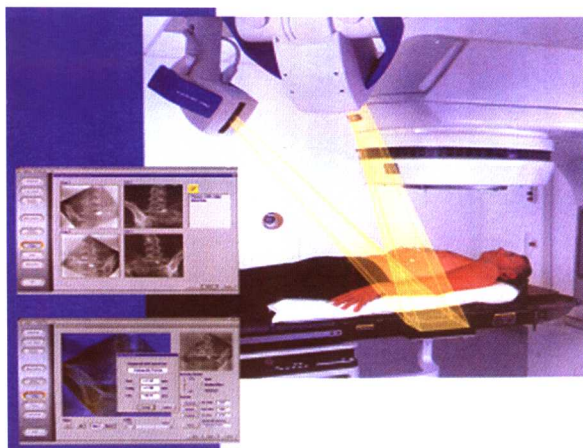


图 1-1 瓦里安博医来公司推出的影像导向放疗系统



图 1-2 西门子公司研发的 PRIMATOM 系统

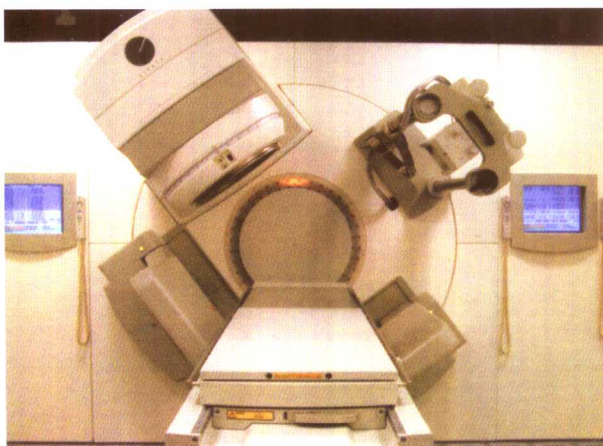


图 1-3 医科达研发的 CT-Precise 全数字直线加速器

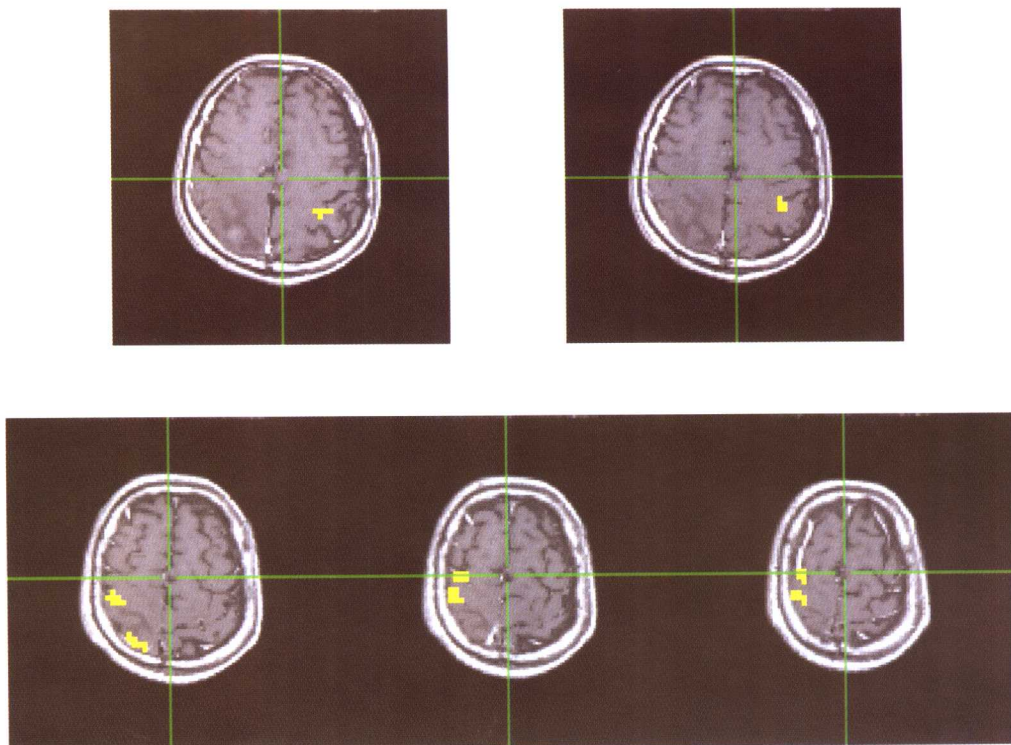


图 1-4 磁共振左、右手运动功能区显示影像
 上层影像中黄色亮点为右手运动功能区，下层影像为左手运动功能区

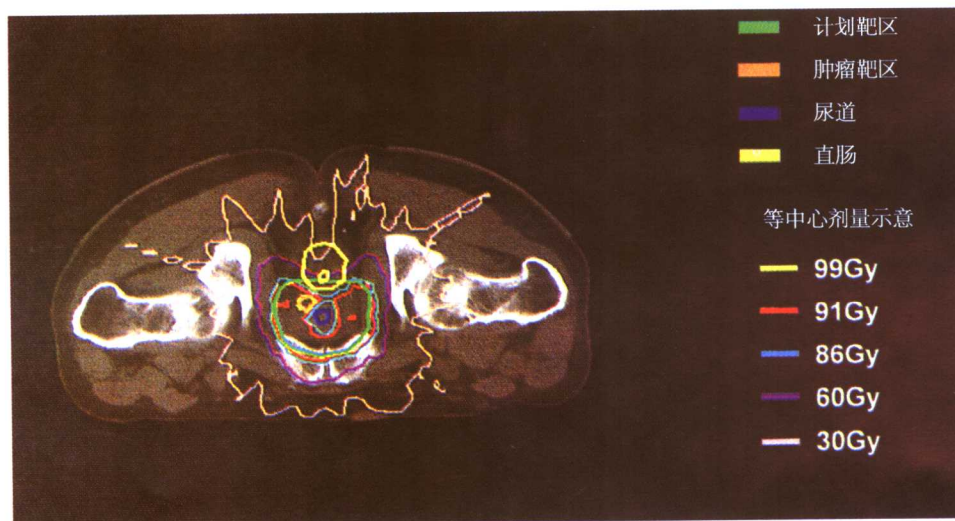


图 1-5 前列腺的调强外照射治疗（10个野）
 从本例中，假定现有的生物影像能够对前列腺区域定位，包括可见肿瘤区（可见肿瘤靶区容积 GTV 橙线标出）尿道部分（蓝线标出）和前列腺（计划靶区 PTV 绿线）

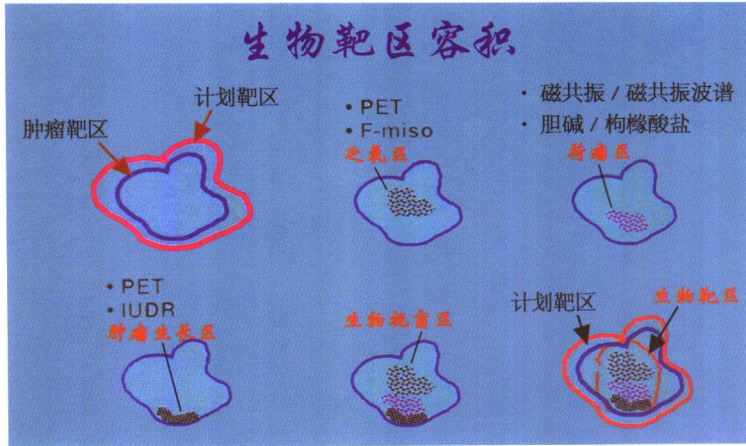


图 1-6 应用了生物靶区容积 (BTV) 的概念, 蓝色背景结合生物图像讨论的实例



图 5-3 病人带着立体定位框架、体位固定器进行 CT 扫描(博医来系统 Brain Lab)

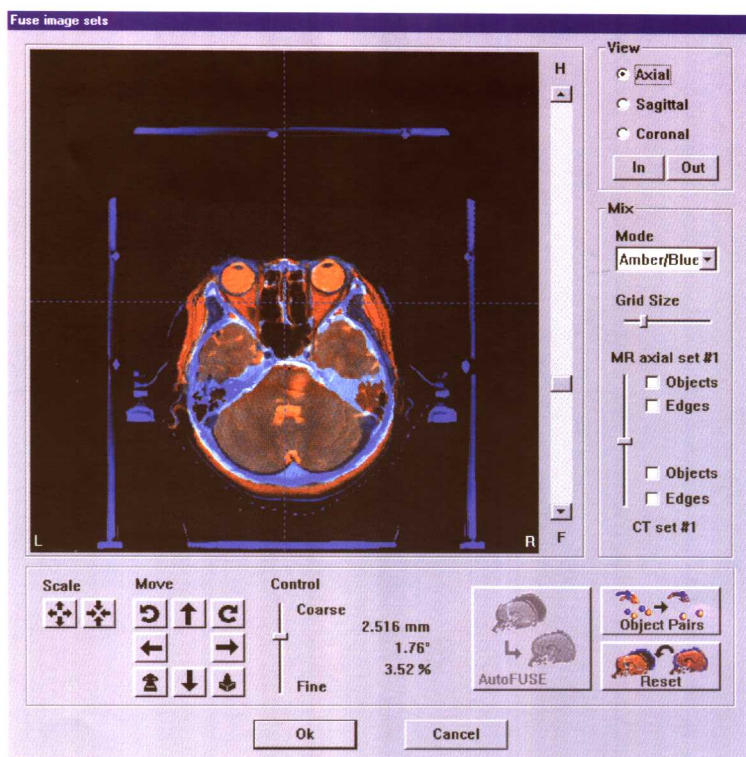


图 5-5 Brain Scan 治疗计划系统图像融合软件操作界面（黄色为 MRI）

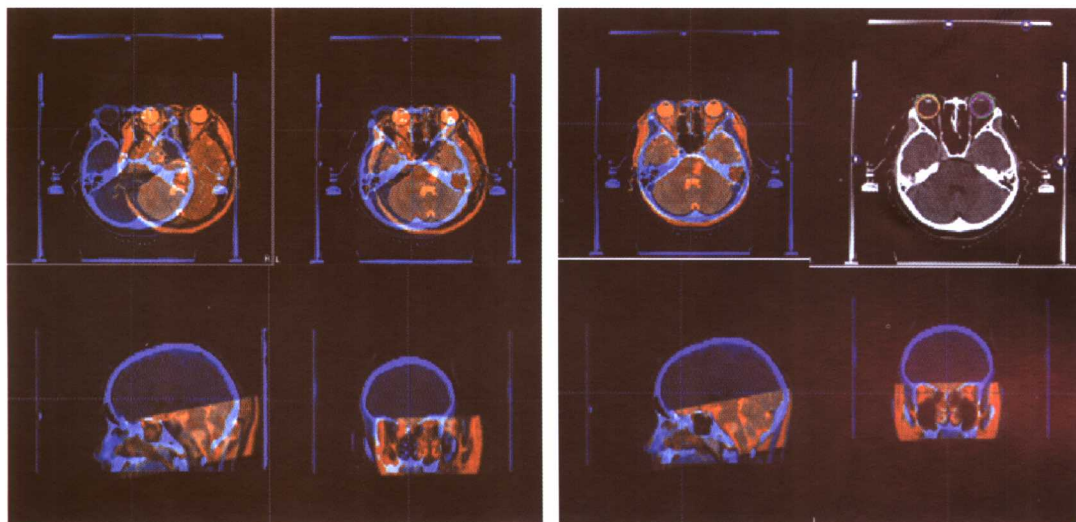
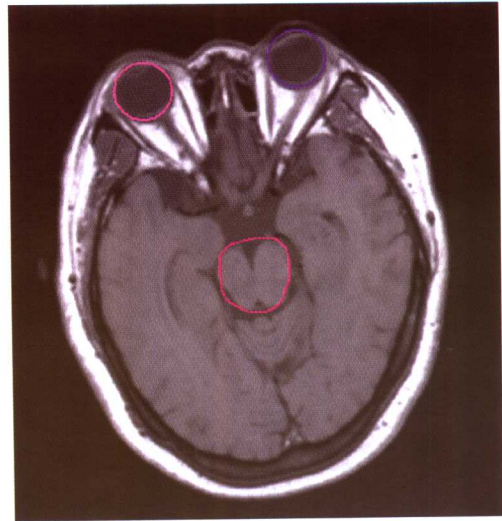


图 5-7 交互式图形登记法进行图像融合

通过图像平移、旋转、比例调整，使两种图像解剖结构在横断面、冠状面、矢状面图像上精确重叠。图中蓝色为 CT 影像，黄色为 MRI 影像，右上角为图像融合完成后计划系统中可实际使用图像



A. CT图像



B. MRI图像

图 5-8 分别勾画了眼球、脑干等器官轮廓的 CT 和 MRI 图像

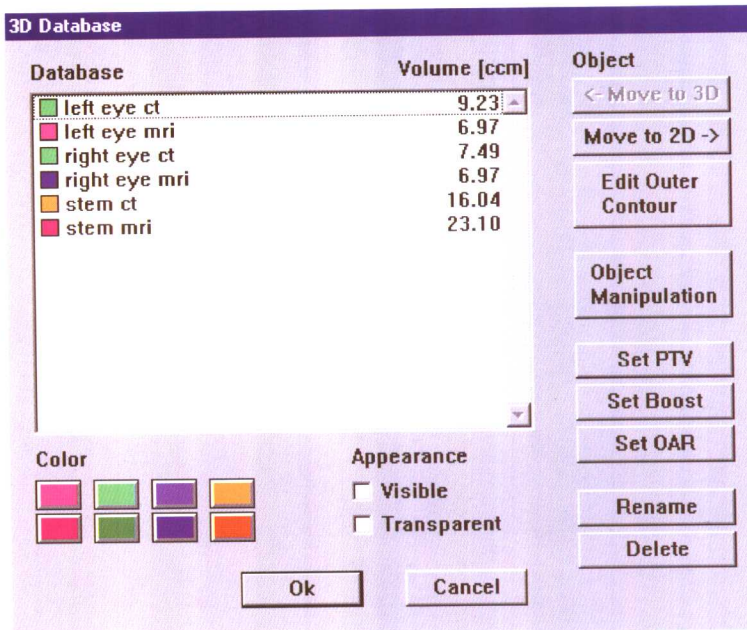
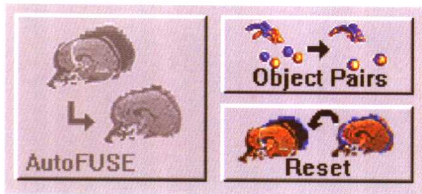
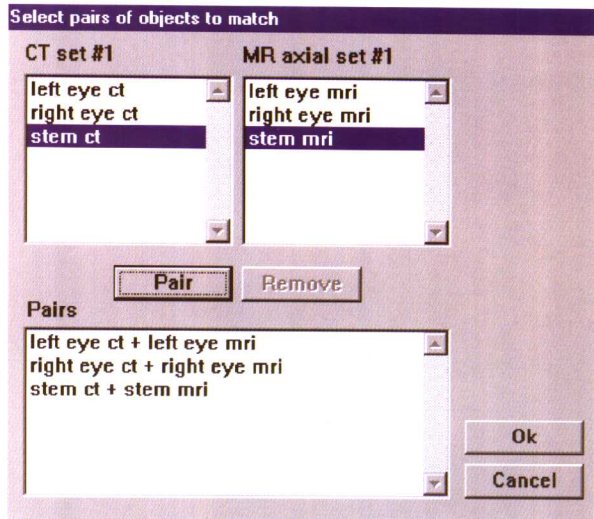


图 5-9 Brain Scan 治疗计划系统图形注册登记操作界面



A. Brain Scan 治疗计划系统中自动融合(automatic fusion)选项按钮



B. CT 与 MRI 匹配轮廓配对定义工具栏

图 5-10 Brain Scan 治疗计划系统

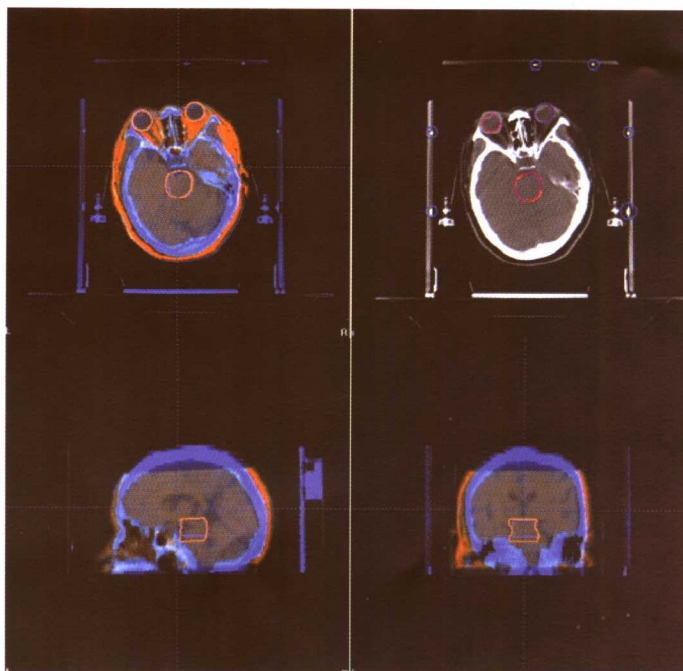


图 5-11 Brain Scan 治疗计划系统图像自动融合软件将 CT 与 MRI 图像中所勾画的器官轮廓匹配进行融合
这是融合完成后横断面、冠状面、矢状面图像上配对器官轮廓匹配吻合精度显示，蓝色为 CT 影像，黄色为 MRI 影像，右上角为图像融合完成后计划系统中可实际使用图像

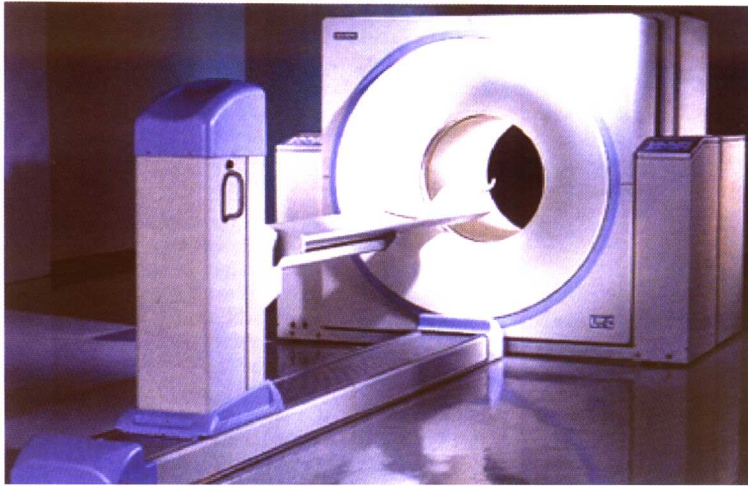


图 5-12 PET/CT 机的原型结构示意图

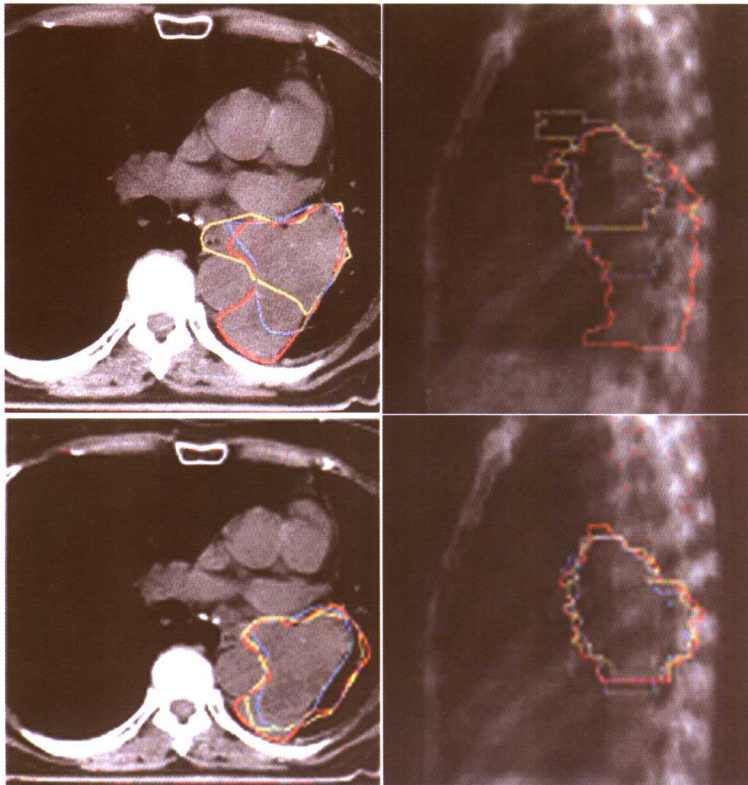


图 5-13 肺癌

上层两张图像为没有使用 PET 融合图像时，3 位物理师所确定的 PTV 范围相差很大。而下层两张图像是用融合图像后，3 位物理师勾画的 PTV 明显趋向一致（图中红黄蓝三色为 3 位物理师各自勾画的 PTV 范围）

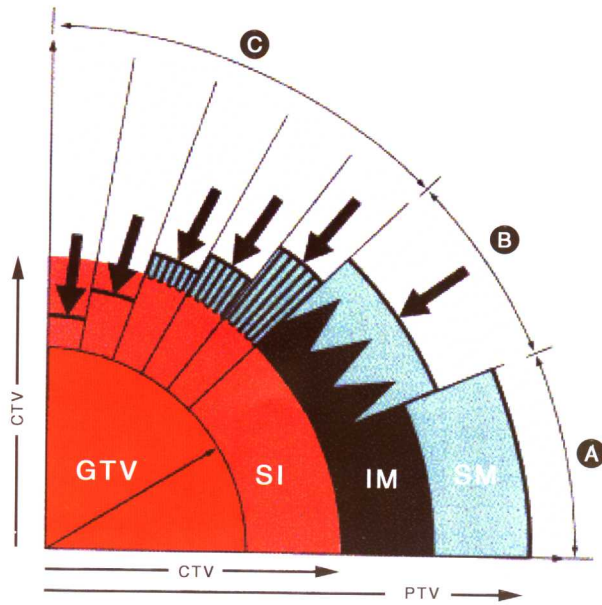


图 6-2 ICRU 规定各体积之间的关系以及边界叠加方式示意图

GTV: 宏观可见肿瘤; CTV: 临床靶区体积; SI: 亚临床侵犯范围最外层边界代表相应的 PTV
 方案 A: 此方案中 PTV 范围最大, 因为其内边界和摆位误差边界是直接简单相加
 方案 B: 为避免 PTV 过大, 内边界和摆位误差边界的叠加采用统计学方法
 方案 C: 周围存在要害器官, 增加边界会明显增加严重并发症的发生

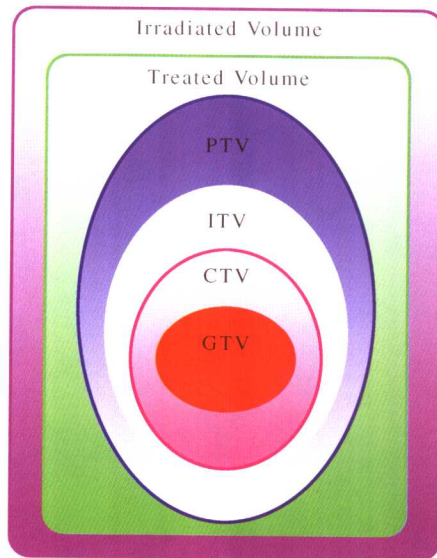


图 6-3 ICRU 50、62 号文件推荐使用的体积概念示意图

GTV: 肿瘤体积; CTV: 临床靶区体积; ITV: 体内靶区体积;
 treated volume: 治疗体积; irradiated volume: 照射体积

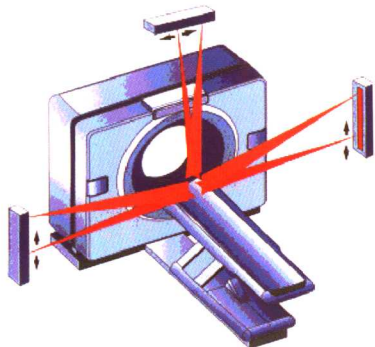
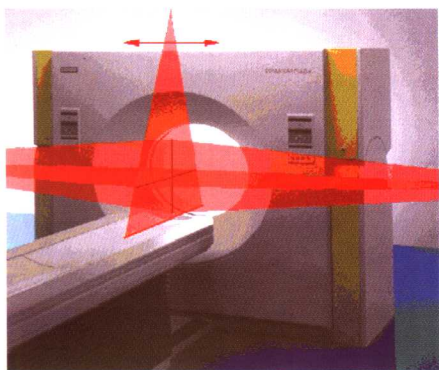


图 7-1 图中光束集合点为等中心点

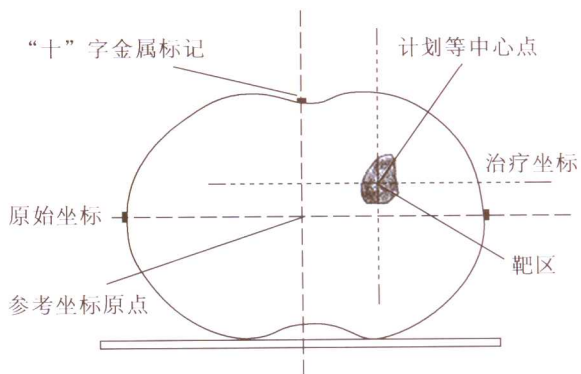
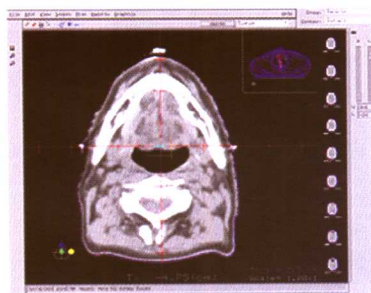


图 7-2 在激光定位仪的上方，两侧激光束的体表投影点上贴附金属标记，CT 扫描时可产生原始等中心点及坐标系。通过 CT 资料的测量可移动激光束产生计划等中心点及其坐标系，并重新进行体表标记

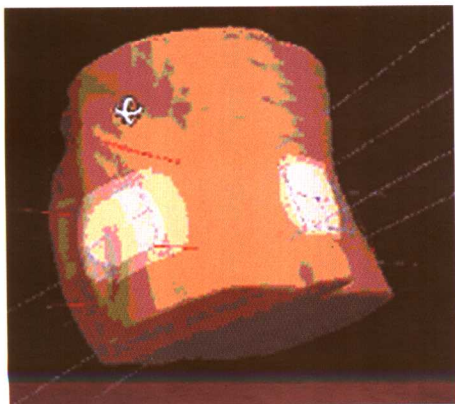


图 7-5 激光定位模拟机器在体表的射野模拟投影

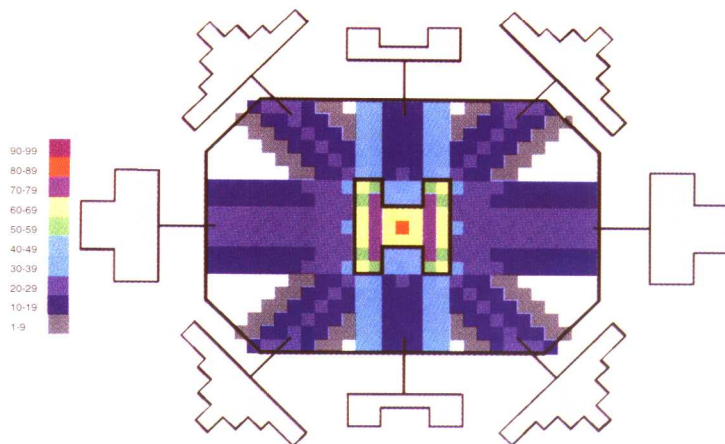


图 9-5 病人卵圆形横截面内有一 H 形靶容积。用 8 个间隔为 45° 调强野，用单纯反投影算法设计，要求靶区给 80 Gy，剂量靶区以外任何区域剂量为 0 Gy

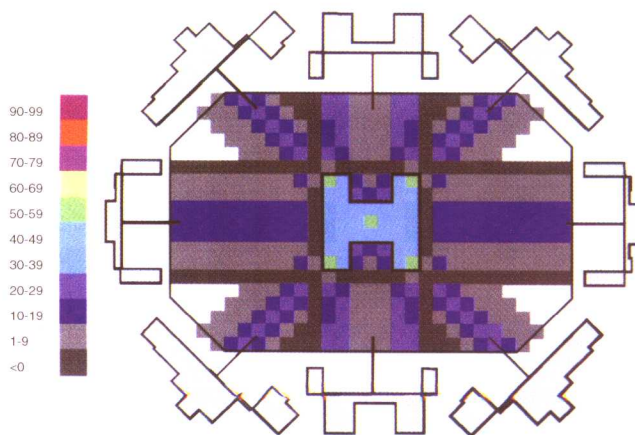


图 9-8 对一理想分布即靶区内得到 80 Gy 剂量而靶外任何区域剂量为 0 Gy 用迭代重建法求解。其目标是使计算得到的剂量与理想剂量之间平方根差最小

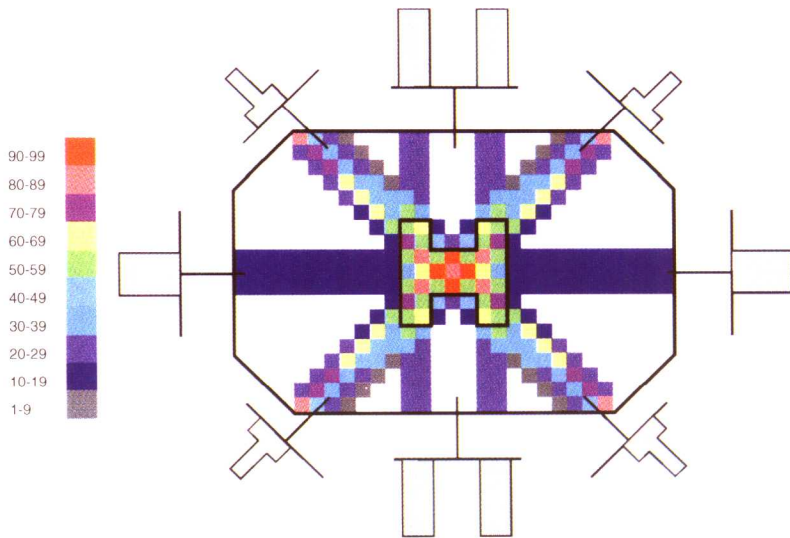


图 9-9 对一理想分布即靶区内得到 80 Gy 剂量而靶外任何区域剂量为 0 Gy 用迭代重建法求解。其目标是使计算得到的剂量与理想剂量之间平方根差最小。将每次迭代负值注量设置为 0，等中心剂量归一为 80 Gy

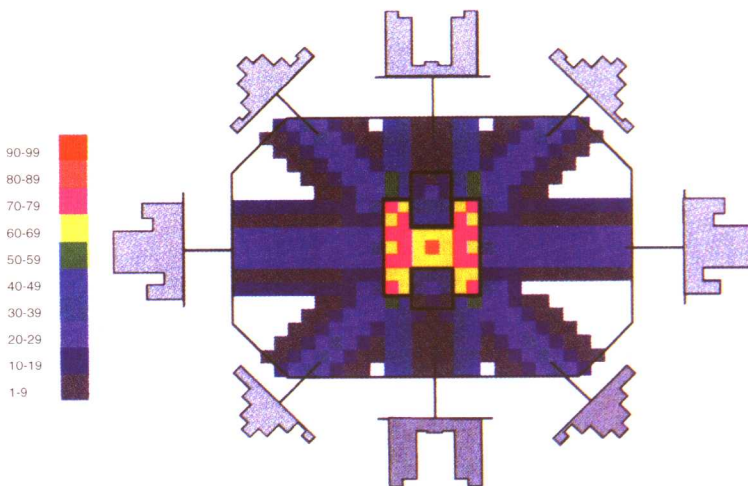


图9-10 先前的例子中加入两个敏感结构并使用被修订目标函数从而生成这一解。前面的正常结构设定的限制剂量为 40 Gy，后面的正常结构内设定的限制剂量为 30 Gy，其余全部其他组织设定的限制剂量为 60 Gy。靶区内最大剂量为 80 Gy，最小剂量为 62 Gy