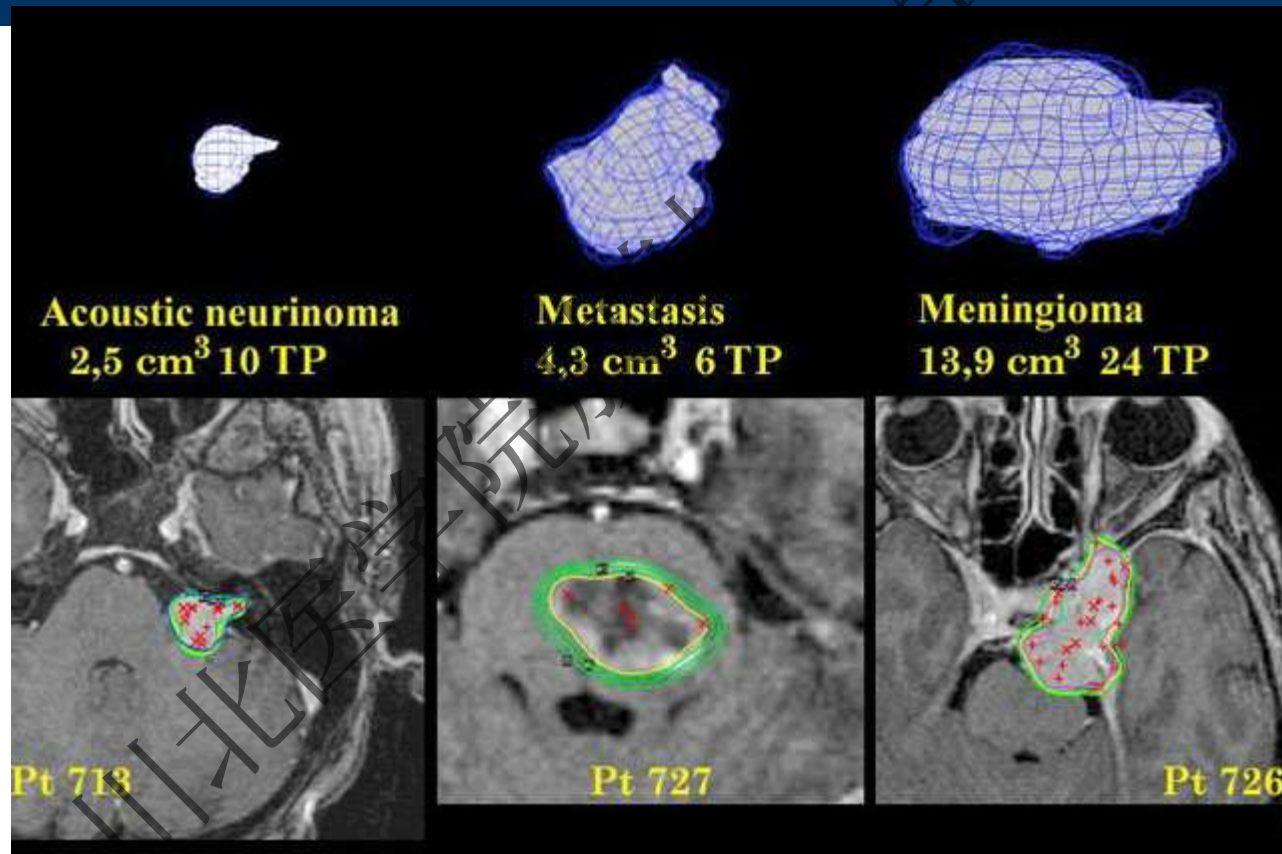


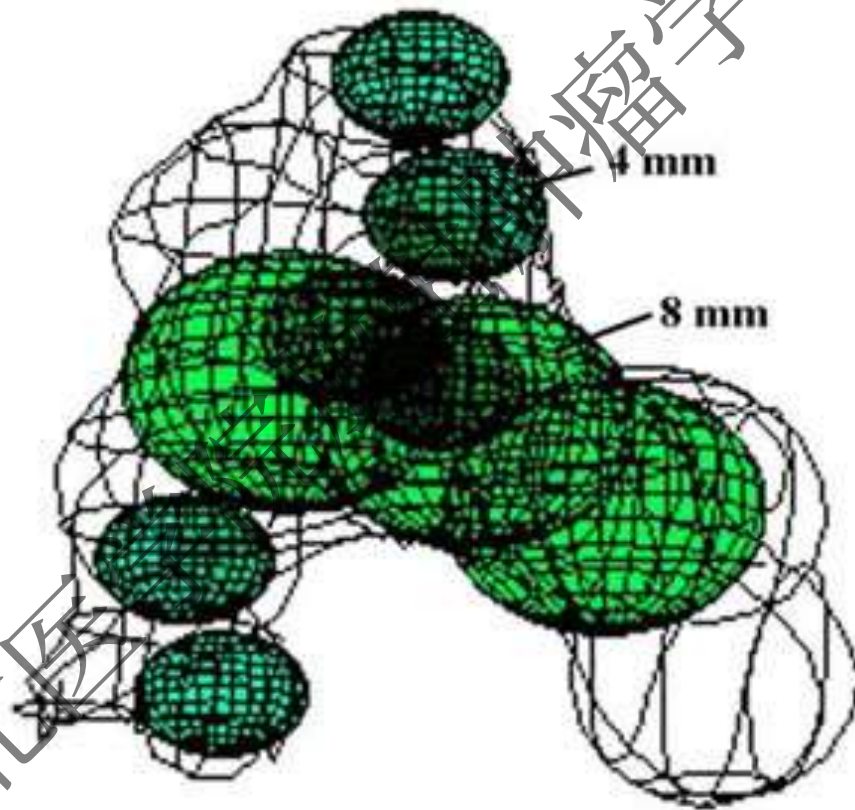
一、立体定向治疗

立体定向放疗放射治疗的一种手段，利用加速器X射线或 γ 射线形成三维空间多个小野或加速器非共面多弧度等中心旋转实现多个小野集束照射某一局限性的病变组织，使之发生放射性坏死，而靶区外组织因迅速的剂量递减免受累及，从而在靶区边缘形成一如刀割样的损伤边界。

多靶点立体定向放射治疗



立体定向治疗原理



SRS与SRT

- **SRS**: 单次大剂量放射治疗，立体定向放射手术
- **SRT**: 把**SRS**的一些方法与适形放射治疗对定位摆位精度要求相结合，出现立体定向放射治疗。根据射野集束程度和单此剂量大小分为两类。一类：分次大剂量（三维适形放射治疗特例）；二类：常规分次，特指**3DCRT**，**IMRT**

立体定向:

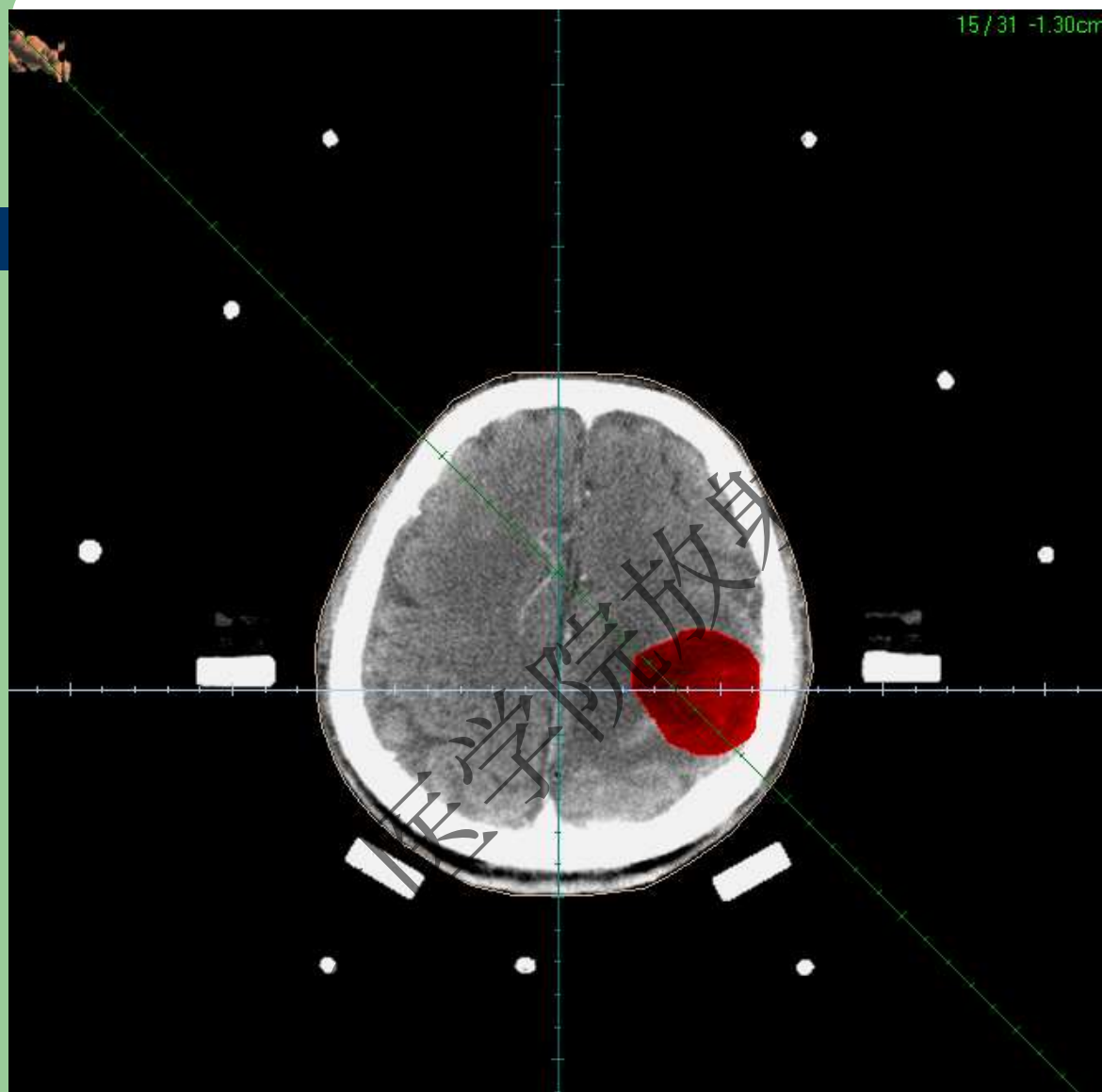
- 利用立体定向装置、CT、MRI、和X射线数字剪影等先进影象设备以及三维重建技术，确定病变和邻近重要器官的准确位置和范围，这个过程叫作三维空间定位，也叫立体定向。

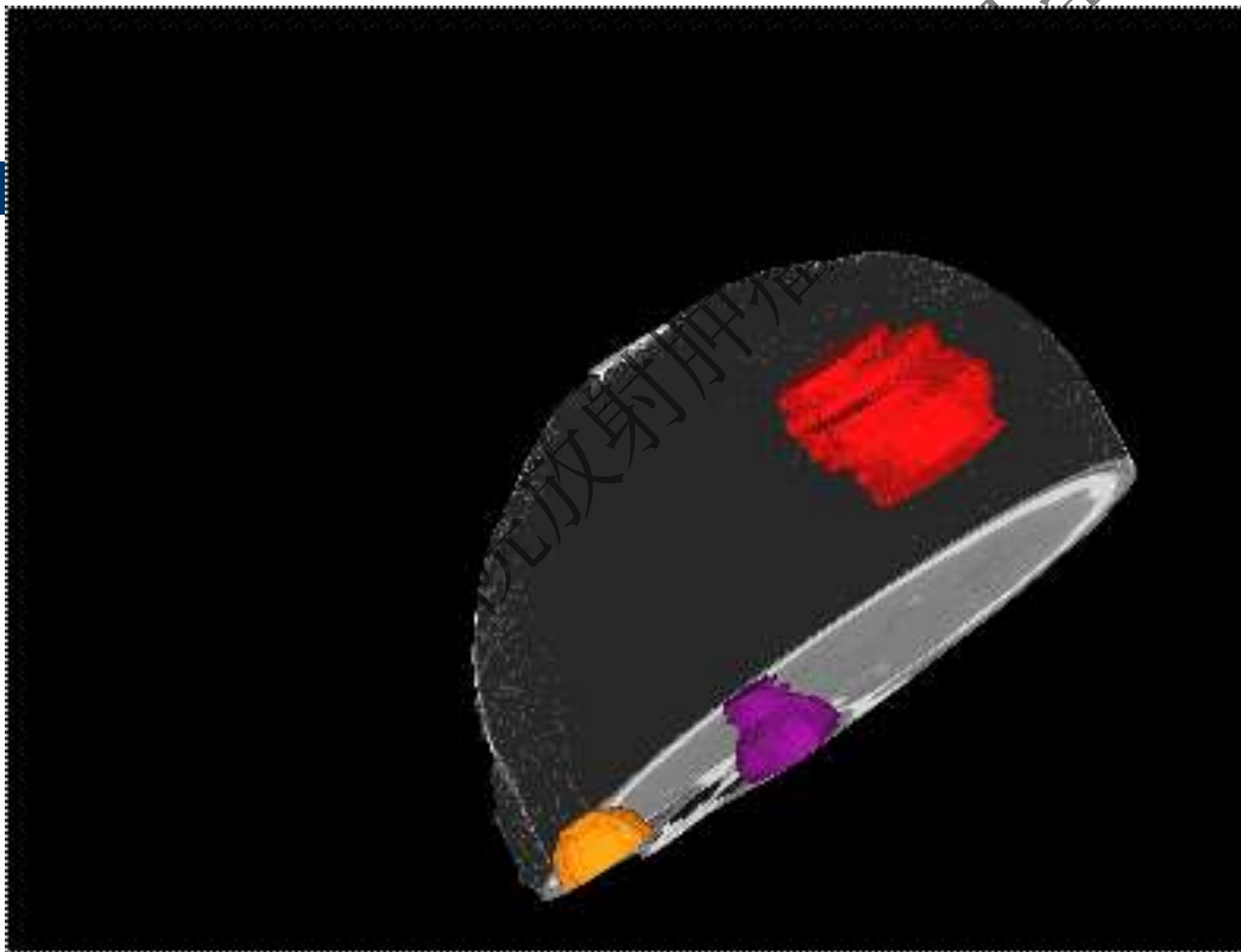
二、三维适形放射治疗

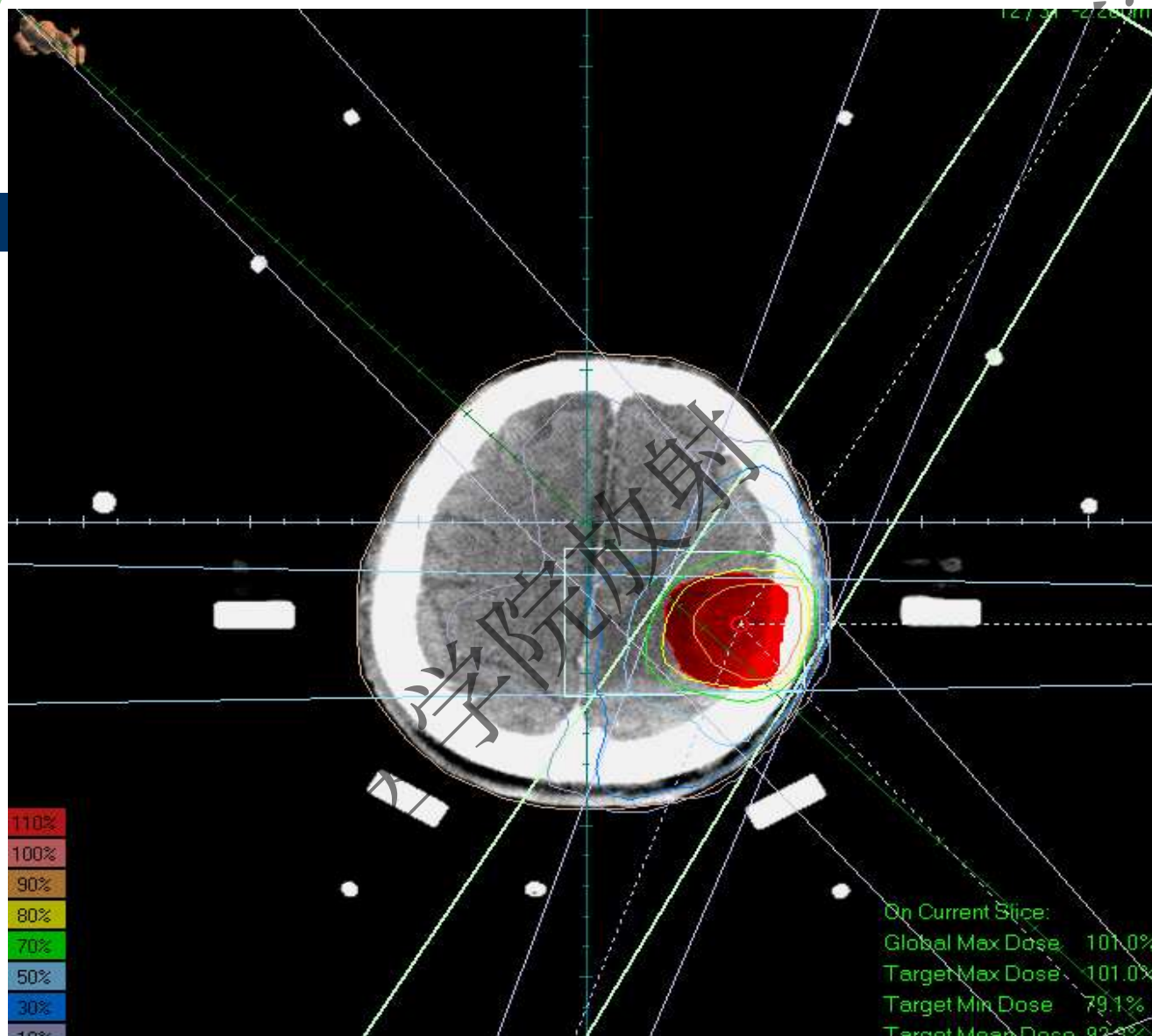
3D-CRT: 是一种放射治疗技术,使得高剂量区剂量分布的形状在三维方向上与病变的形状一致,要求在照射方向上,照射野的形状必须与病变的形状一致;要使得靶区内及表面的剂量处处相等,必须要求每一个射野内诸点的输出剂量率能按要求的方式进行调整。

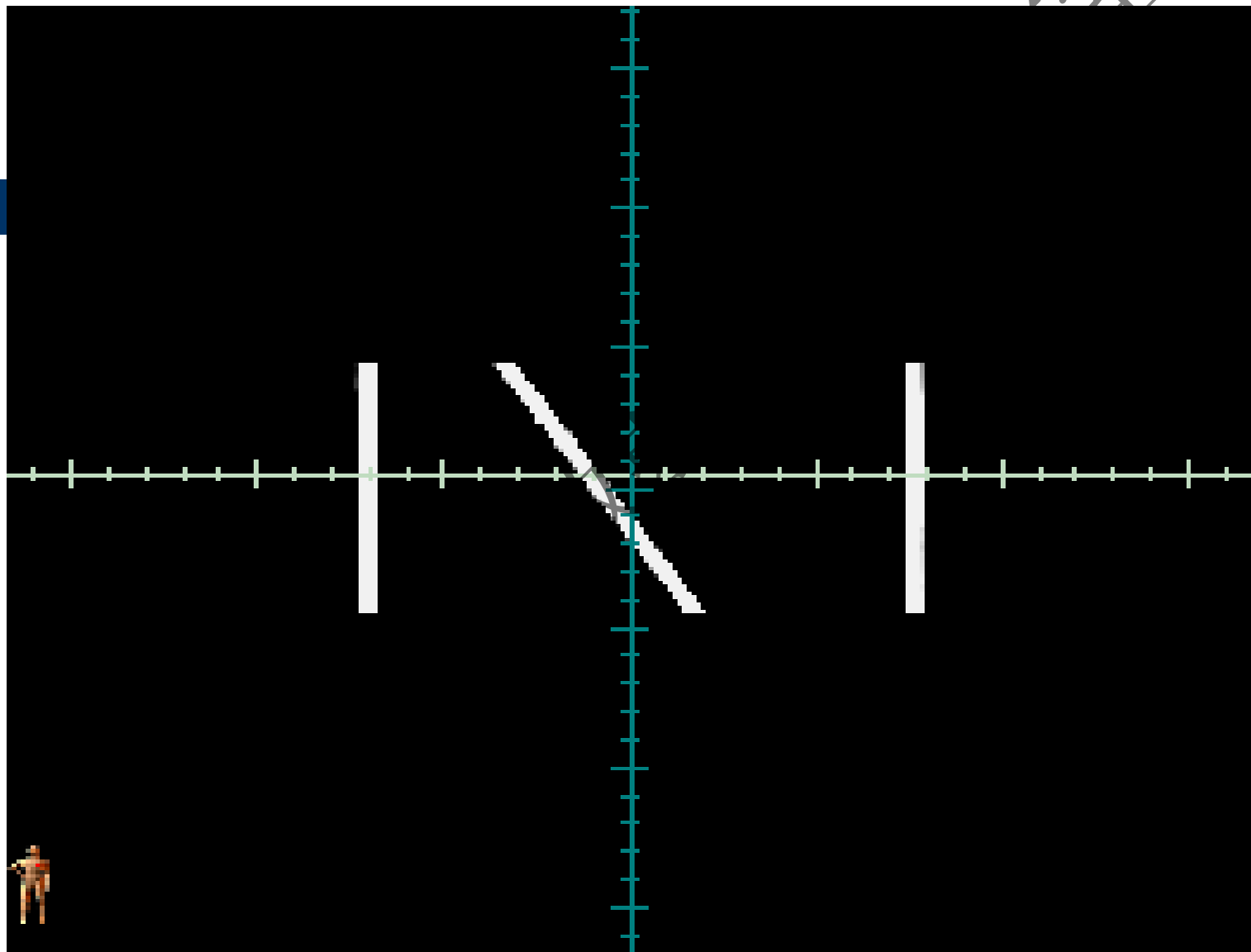
剂量学四原则

- ①肿瘤剂量要准确。放射治疗同手术治疗一样，是一个局部治疗手段，照射野一定要对准肿瘤组织，同时给以足够的剂量，以使肿瘤组织受到最大的杀伤。
- ②治疗的肿瘤区域内剂量分布要均匀，剂量梯度变化不能超过 $\pm 5\%$ ，即90%的等剂量曲线要包括整个靶区。
- ③照射野设计应尽量提高肿瘤治疗区域内剂量，降低周围正常组织受量。
- ④肿瘤周围重要器官的受照剂量不能超过耐受剂量，如食管癌治疗时保护；免于照射，至少不能使其接受超过其耐受剂量的范围









常规放疗难以治愈肿瘤？

Why Difficulty to Curate Tumor by Conventional RT

1. 肿瘤致死量和正常组织耐受量接近
2. 肿瘤和周围敏感组织的距离太接近
3. 乏氧肿瘤细胞对放射线有明显抗拒
4. **G₀**和**S**期肿瘤细胞对放射线不敏感

提高治疗增益比的方法

Enhancement of Therapeutic Ratio

- 1.生物学方法(**Biological**):增敏剂和敏感
癌基因研究和改变分割模式
- 2.生物-物理学方法(**Bio-Physical**): 质子
重粒子和加温治疗的研究
- 3.物理学方法(**Physical**):SRS、3D-CRT IMRT
等技术

精确放疗的区域及定义-ICRU-50

Targets and Definitions for Accurate RT

1. 肉眼肿瘤区 (GTV): 密集肿瘤区, 临床和影像学检查确定的肿瘤区域, 包括:

- (1) GTV-原发肿瘤 (Primary Tumor)
- (2) GTV-区域转移淋巴结 (Regional Lymph Nodes)
- (3) GTV-远处转移 (Distant Metastasis)

2. 临床靶区 (CTV):

CTV=GTV+Subclinical/Microscopic Dis.

CTV主要根据肿瘤大小、部位和恶性程度等因素确定。对CTV的确定是3DCRT对放射肿瘤学家提出的最大挑战之一。依赖影像学知识、肿瘤病理解剖学知识和临床经验。

3. 计划靶区 (PTV): 包括:

(1) 治疗摆位误差 (Set-up errors): 照射野和靶区之间位置偏差

(2) 器官位移误差 (Organ motion errors):

① 呼吸等自主运动导致的位置误差

② 心跳、胃肠蠕动等不自主运动导致的位置误差,

内计划靶区 $ITV = CTV + \text{Target Motion}$,

PTV是在CTV周围根据位置误差非均匀地外放一个

margin最理想的情况是 $PTV:CTV \rightarrow ?$

4、治疗区（TV）

放疗医师根据时间-剂量-分次处方所定义的认为可达到治疗目的的剂量区域（如常规时间-剂量-分次照射时定义**90%**等剂量面所包绕的区域为治疗区）

5、照射区（IRRADIATED VOLUME, IV）

放疗医师根据时间-剂量-分次处方所定义的
认为与正常组织放射耐受性相关的剂量范围
（50%等剂量面所包绕范围）

6、OAR(Organ at Risk):

放疗医师定义的邻近靶区的放射敏感器官

放疗的靶区和定义

Radiation Targets & Delineations



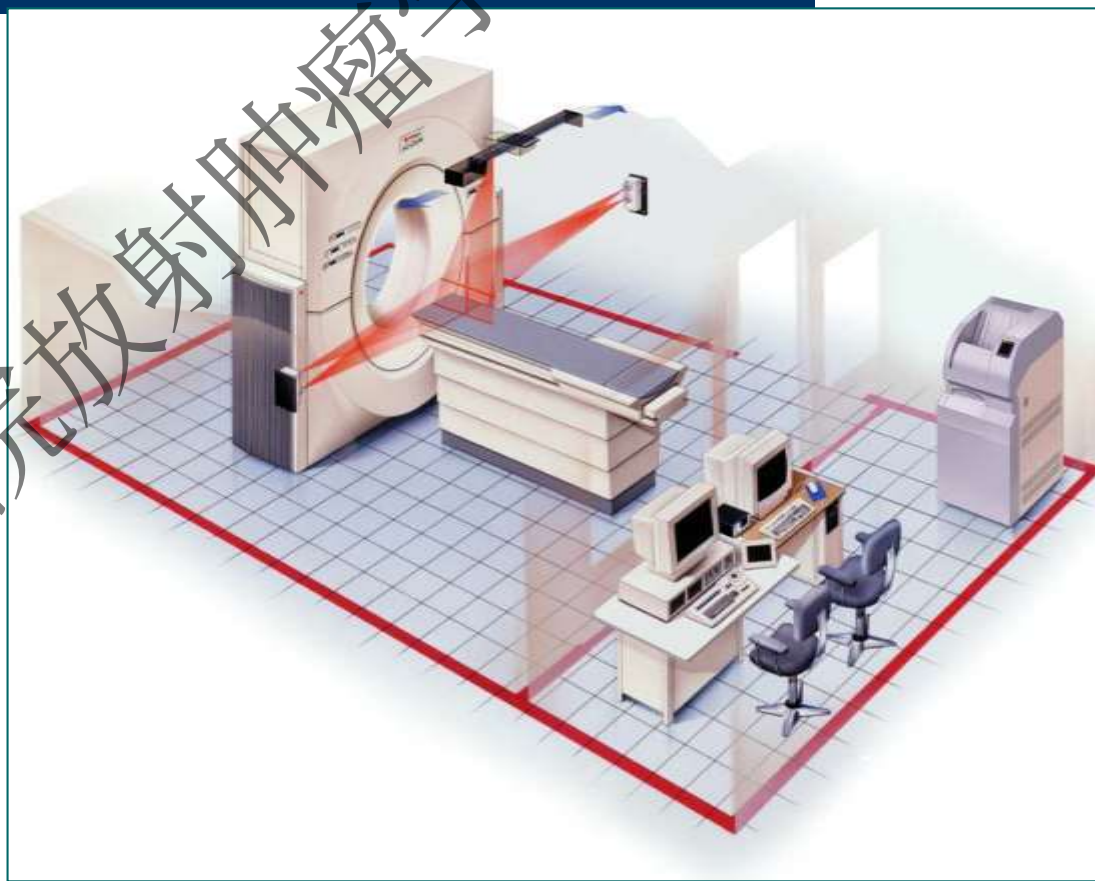
精确放疗应当具备的条件

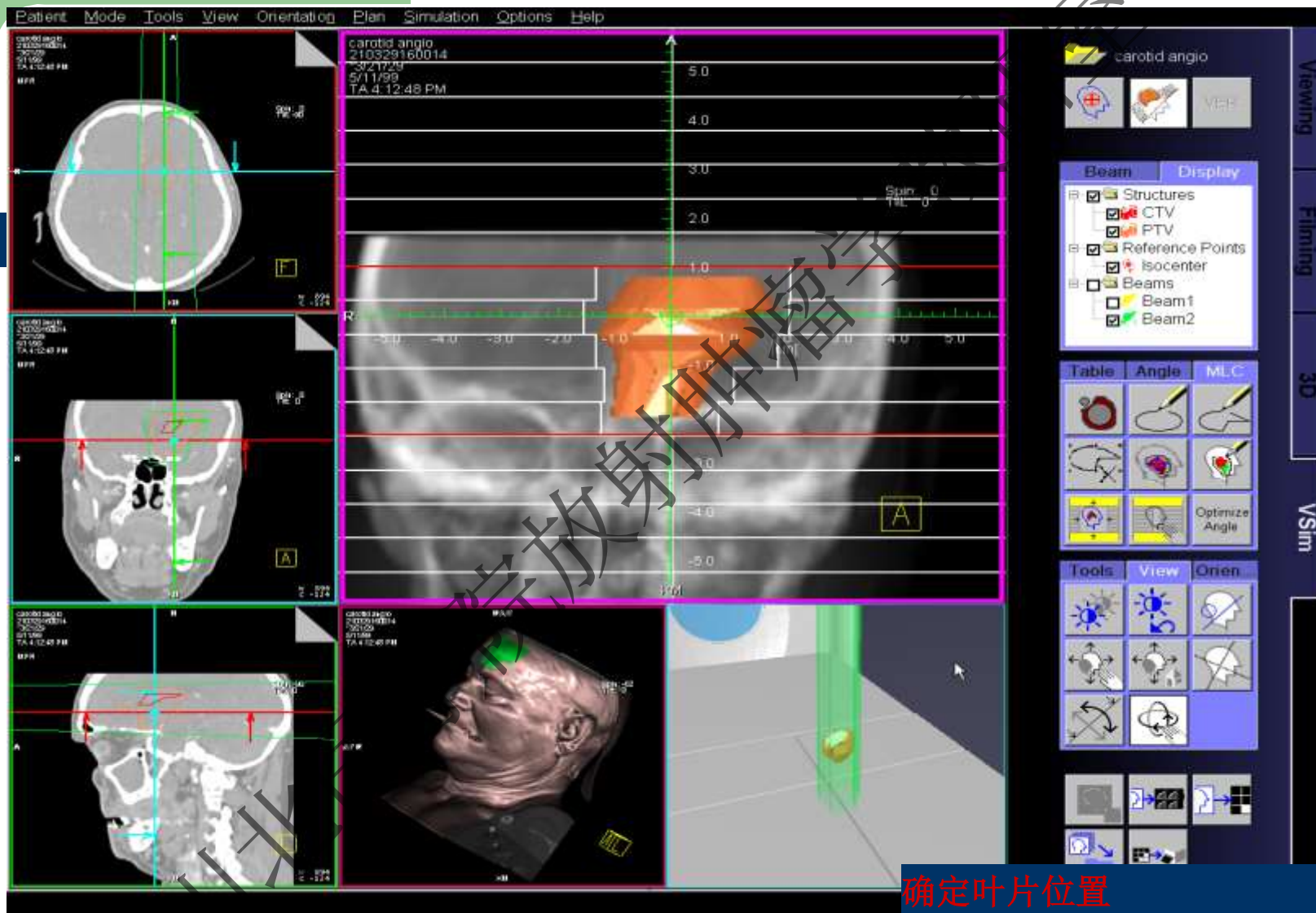
Prerequisites for Precise RT

1. 精确固定和体位重复技术 (前提)
2. 立体定位和图像融合技术 (准确)
3. 高剂量区和靶区形状一致 (适形)
4. 多野非共面精确照射技术 (立体)
5. 3D-TPS制订放疗计划 (基础)
6. 靶区边缘剂量梯度锐减 (刀)
7. 高精度的治疗器 (保障)

CT模拟

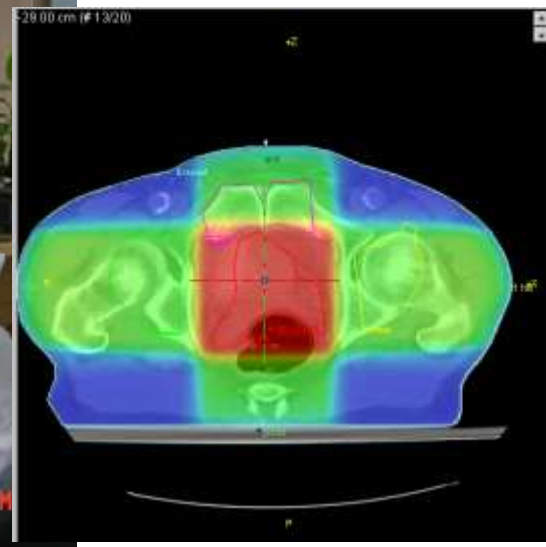
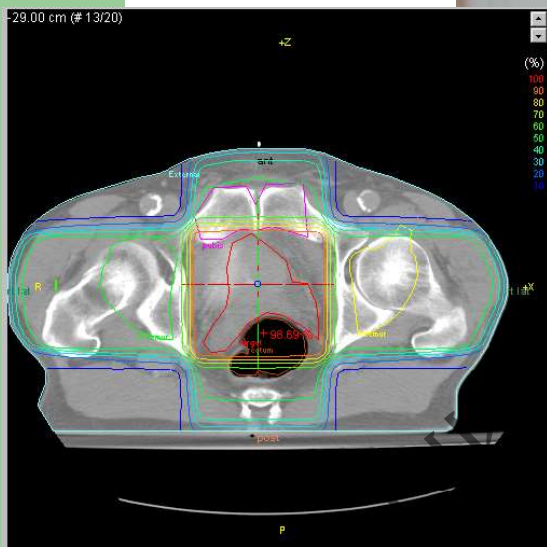
- 大孔径或常规CT
- 平面定位床
- 模拟机工作站
- 激光定位系统





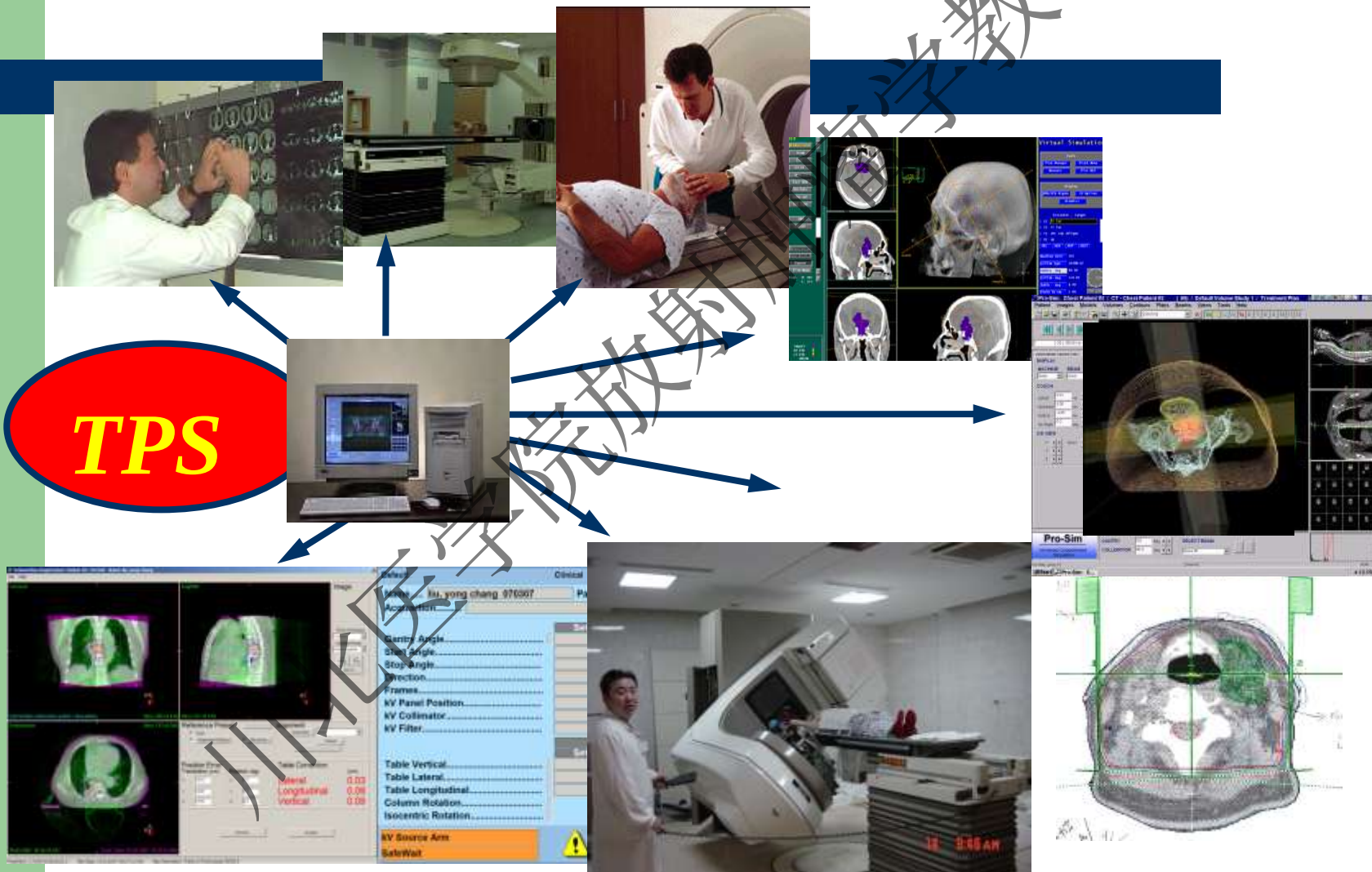
确定叶片位置

治疗计划系统是治疗过程的心脏



三维放射治疗实施

TPS



固定和体位重复技术

Immobilization & Reproducibility

1. 激光灯 (Laser)
2. 固定器 (Fixation Modalities)
 - (1) 头部：头部固定器和面膜
 - (2) 体部：固定膜、负压袋定位箱
3. 呼吸控制：
4. 红外自动跟踪系统

Active Breathing Coordinator (ABC)



立体定向治疗系统的主要结构

(1) 立体定向系统（头部）

A，基础环

B，扫描定位框架

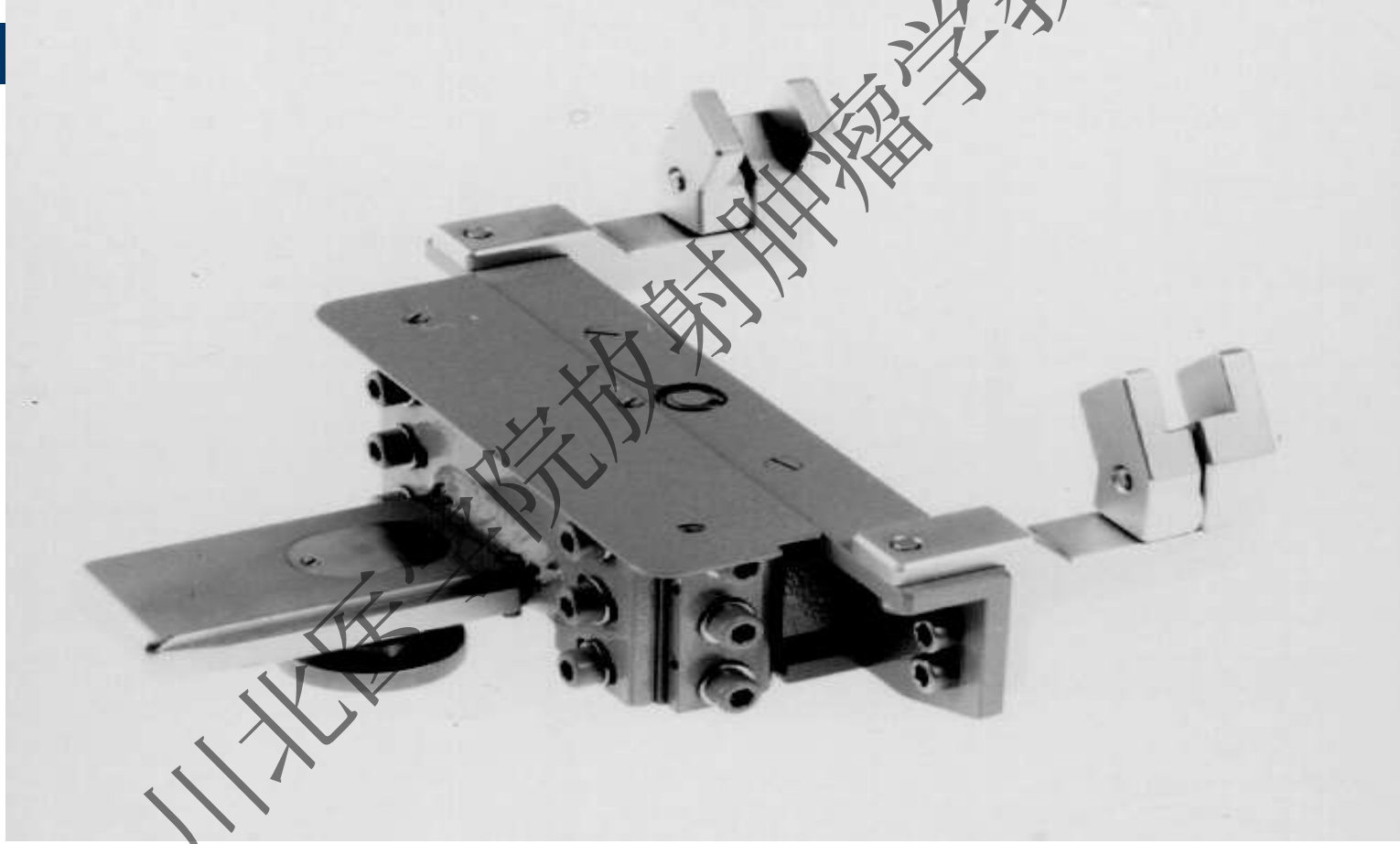
C，面罩

D，治疗摆位框架

E，加速器治疗床适配器



川北医学院附属医院

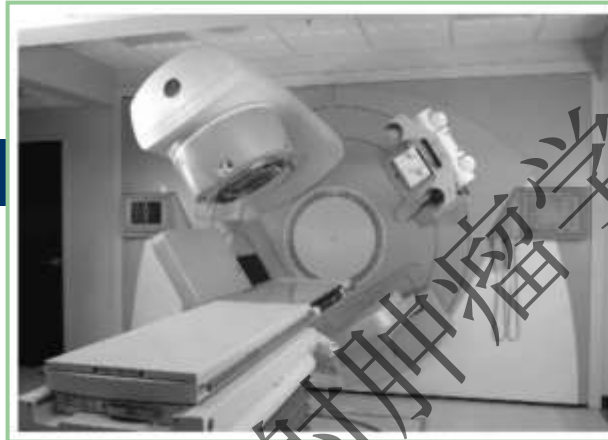


- (2) 治疗准直器
- (3) 治疗计划系统
- (4) 用于立体定向放射治疗的直线加速器

Siemens



Elekta



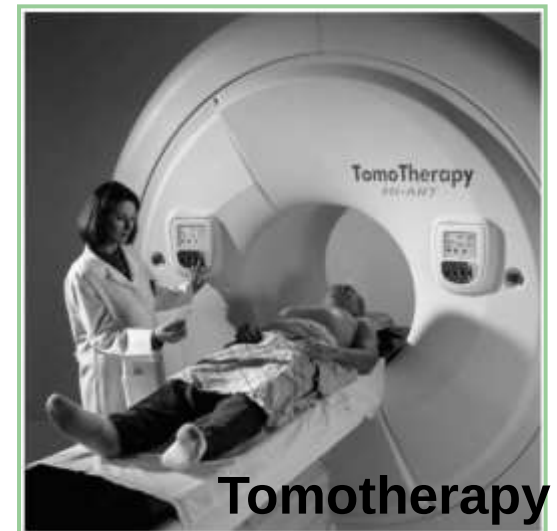
Varian



Accuray



BrainLab

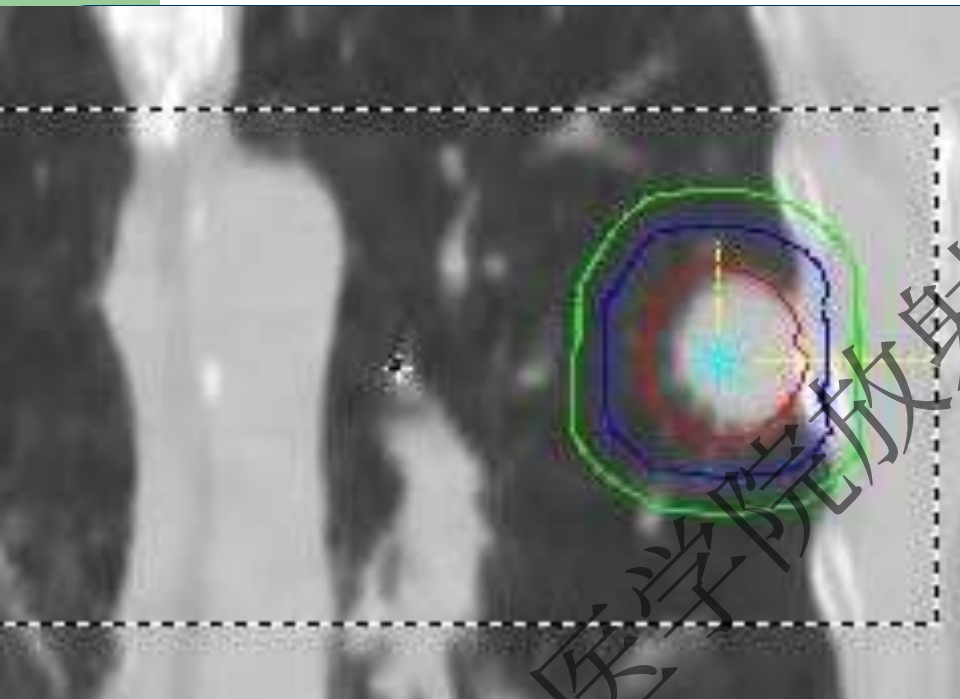


Tomotherapy

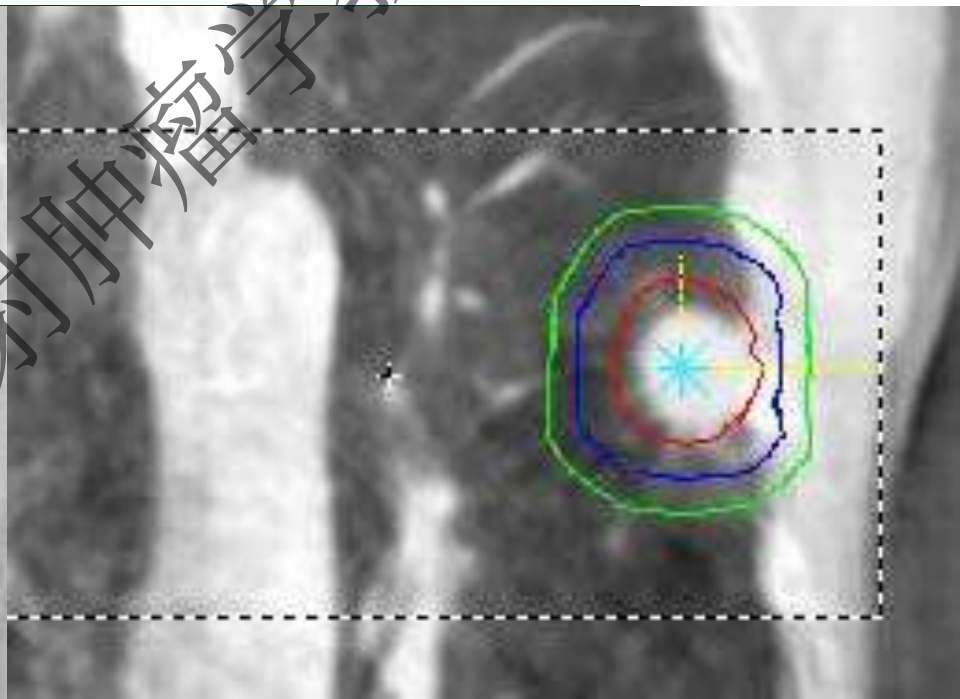
立体定向适形治疗的实施步骤

- 准备
- 固定
- 扫描
- 制定计划
- 加速器的准备与等中心的验证
- 实施立体定向治疗

肺部肿瘤图像引导SBRT技术



计划CT影像



CBCT影像

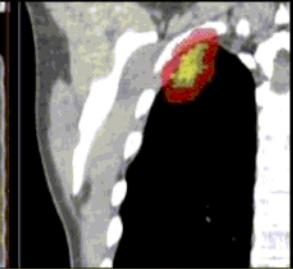
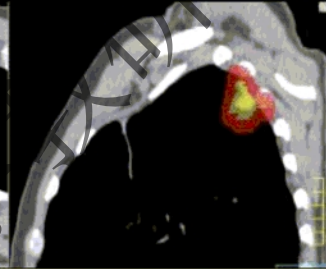
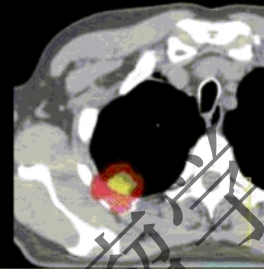
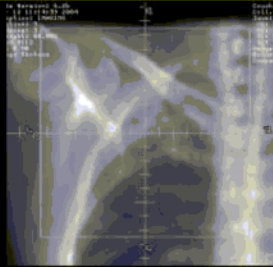
Lung SRT – Cone-beam CT Guidance



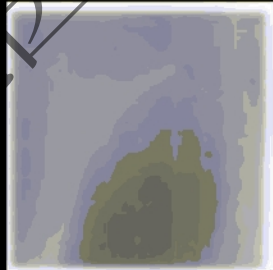
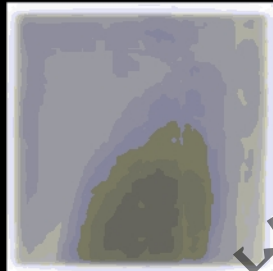
Princess Margaret Hospital, Toronto, Canada

Princess Margaret Hospital
University Health Network

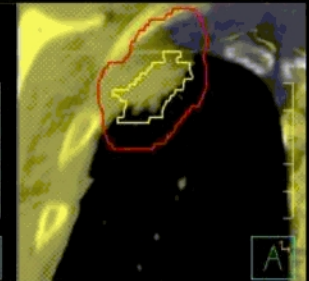
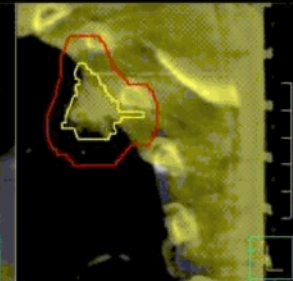
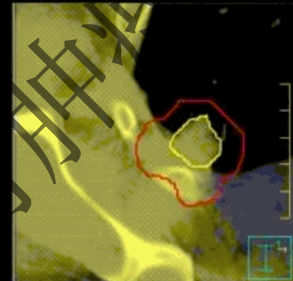
Reference



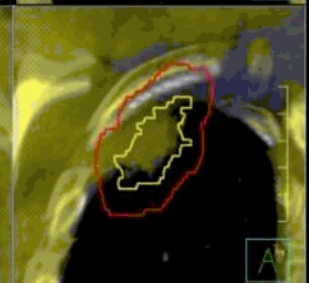
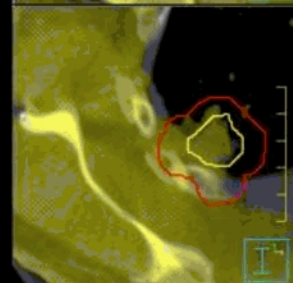
Guidance
(3 Fx)



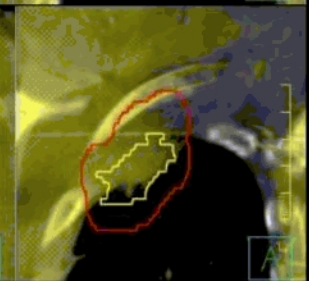
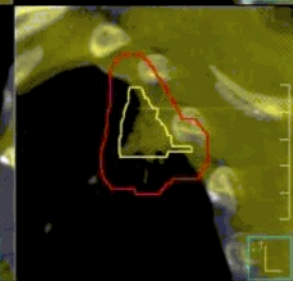
1.



2.



3.



EPID

Cone beam CT



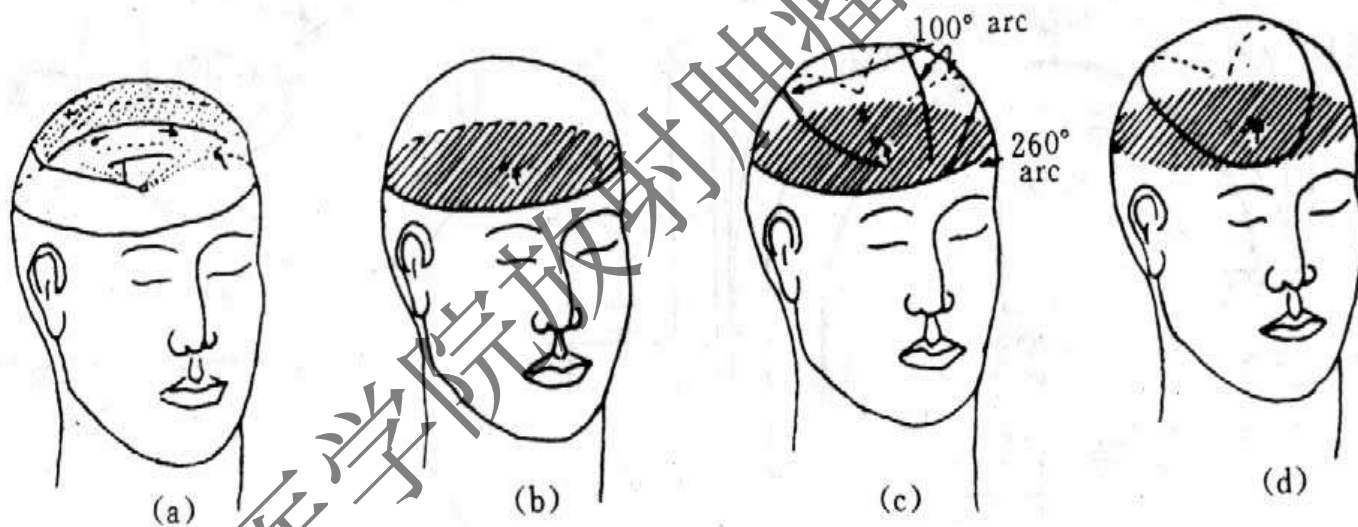
ELEKTA
SYNERGY™
RESEARCH
GROUP

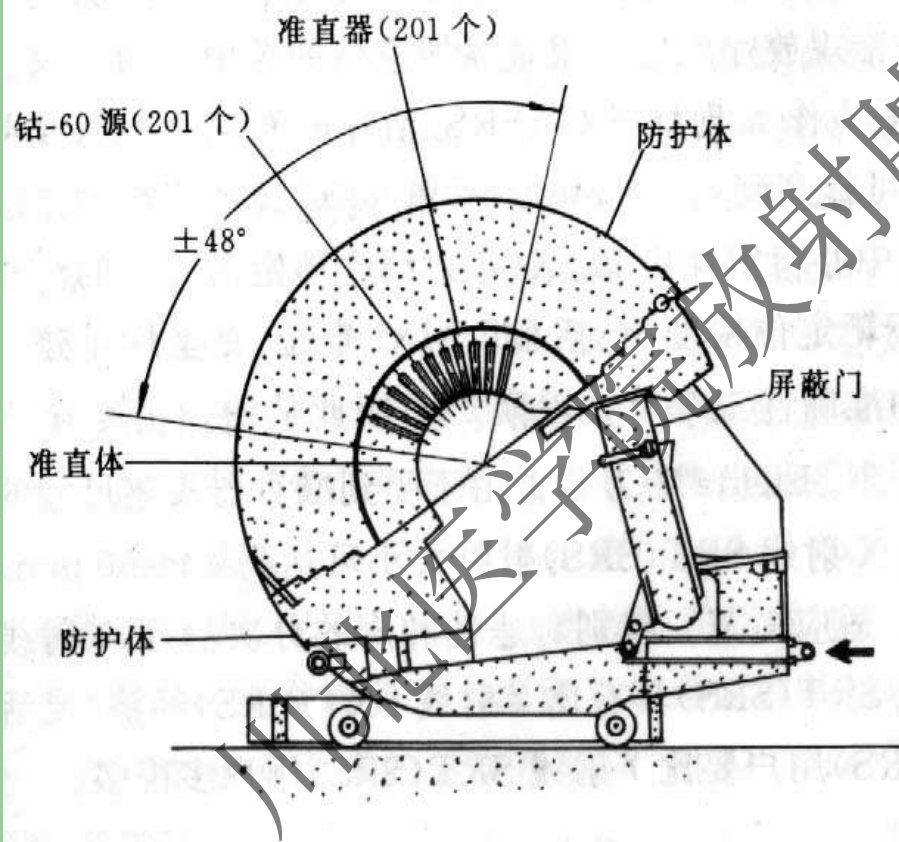
* Under Research Protocol

利用多叶准直器实施调强治疗

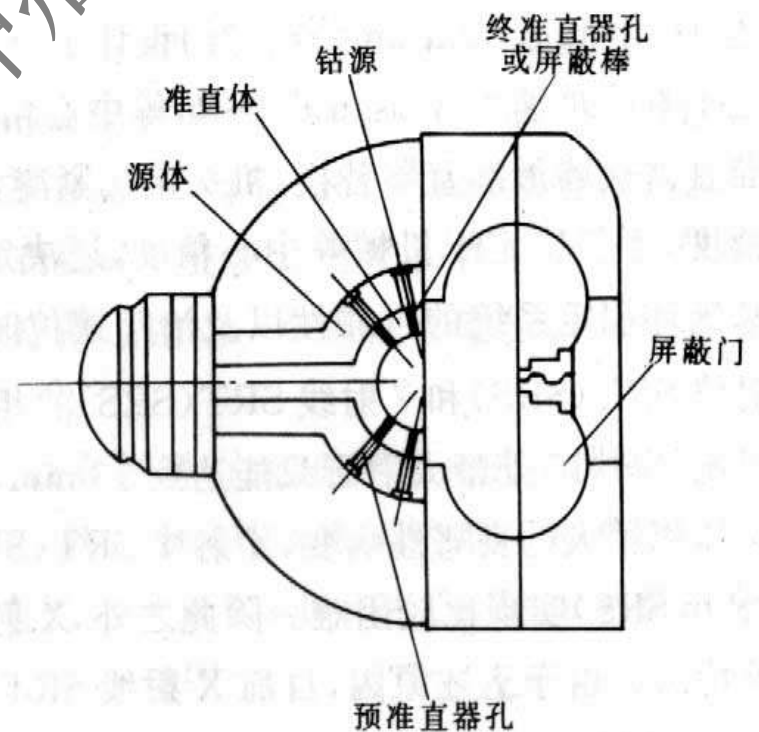


立体定向治疗的实现方式





(a) Elekta γ -刀装置

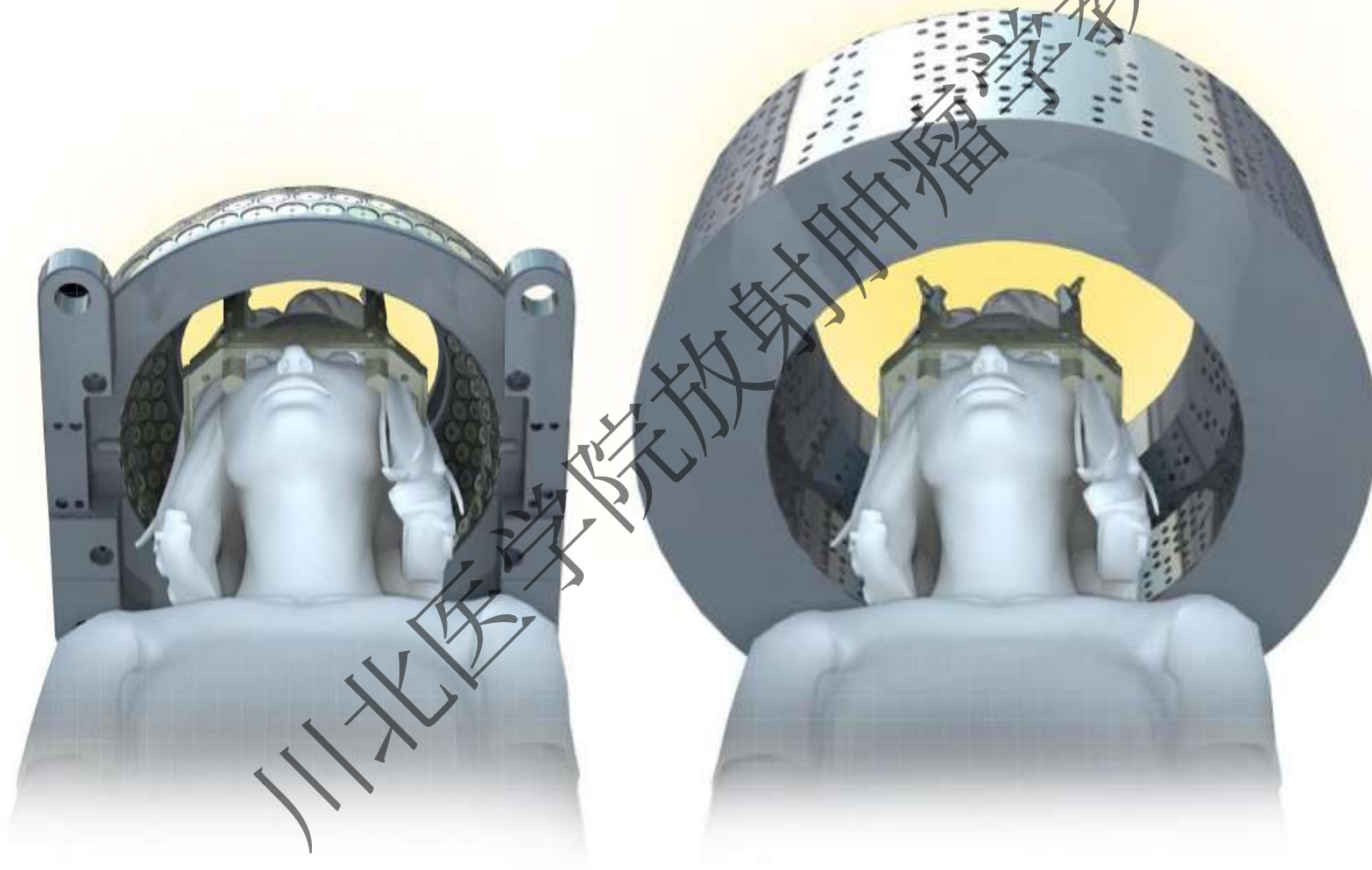


(b) OUR γ -刀装置

Leksell Gamma Knife®

Leksell Gamma Knife C

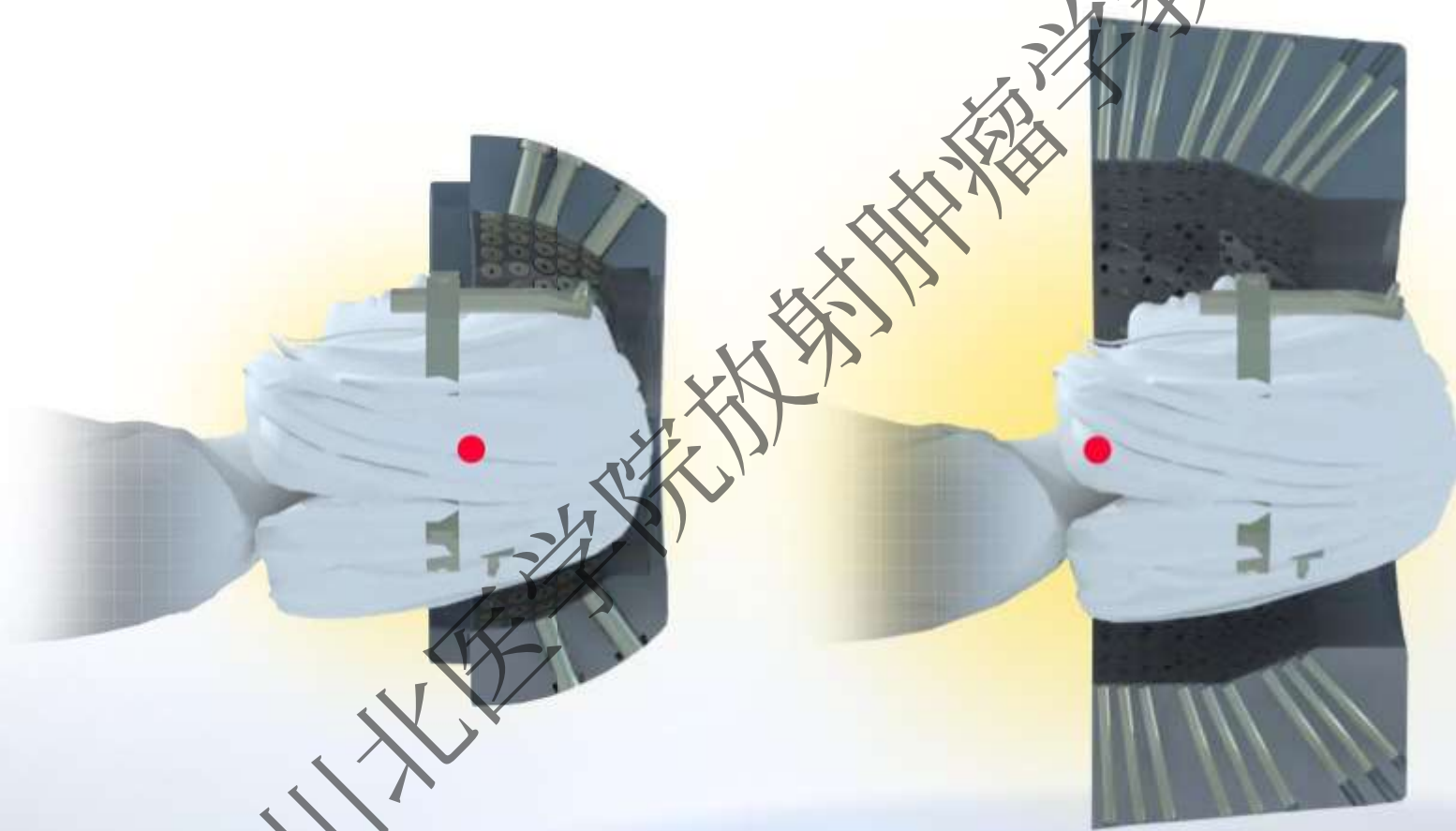
Leksell Gamma Knife PERFECTION

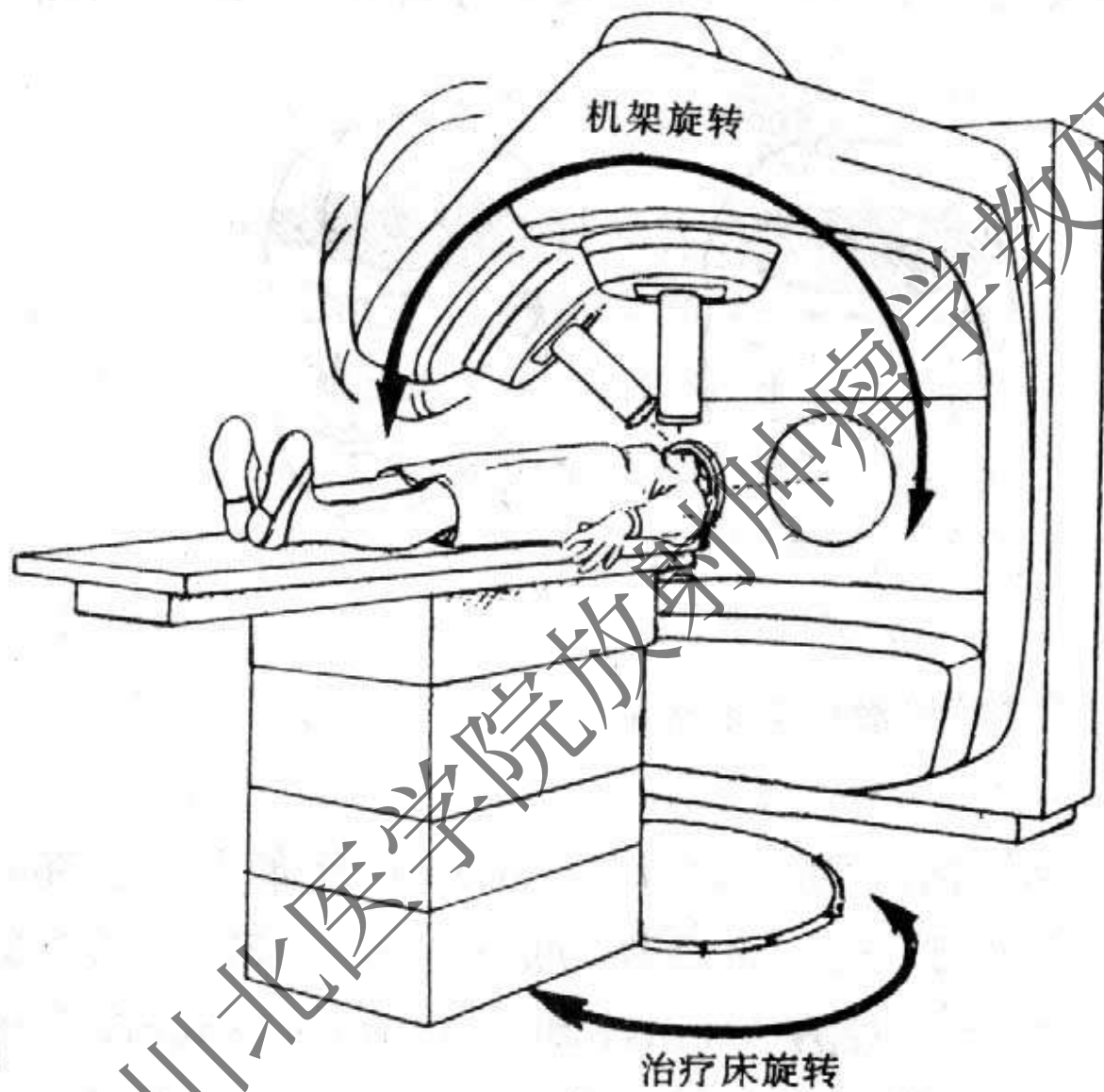


Leksell Gamma Knife[®]

Leksell Gamma Knife C

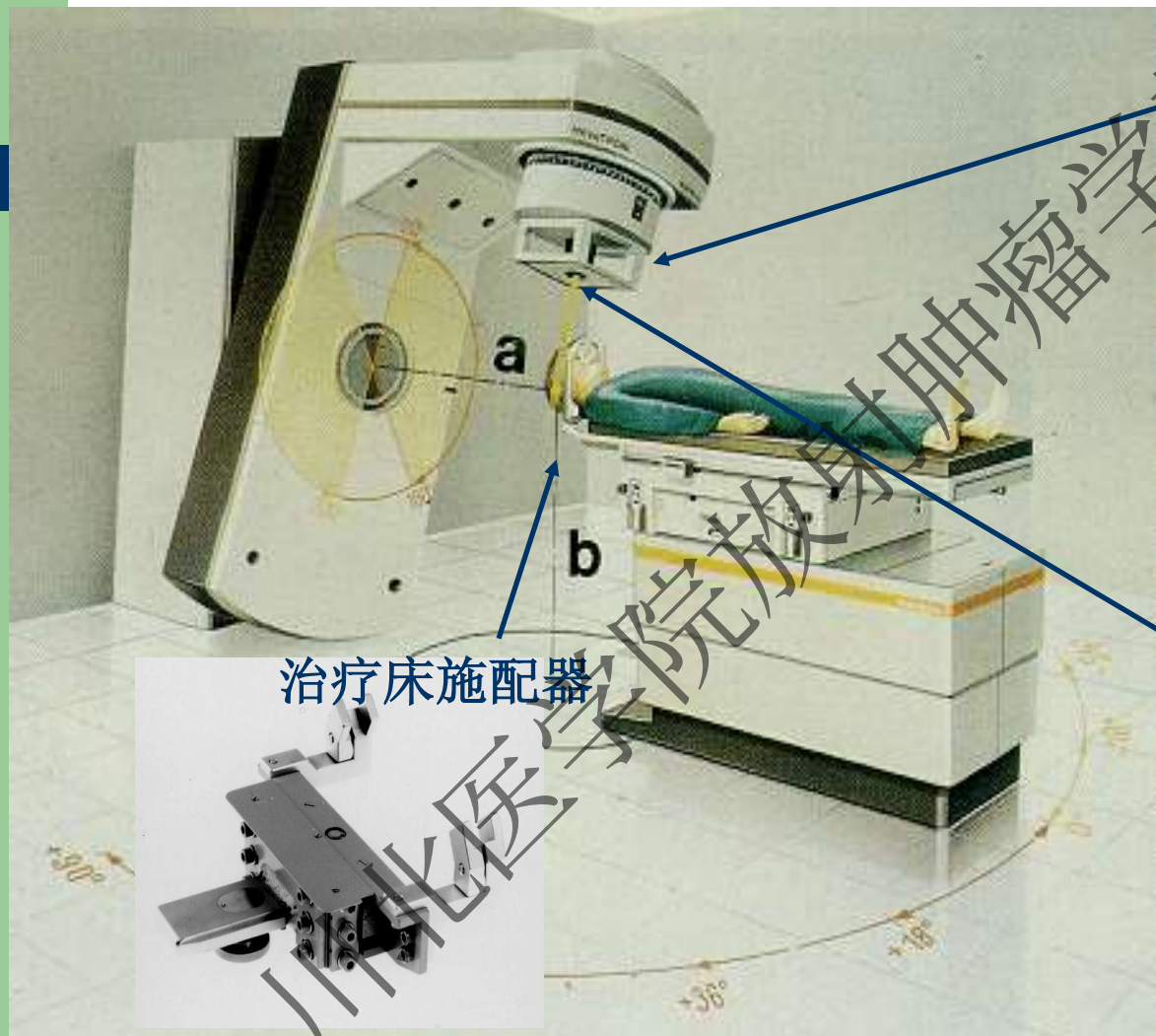
Leksell Gamma Knife PERFEXION





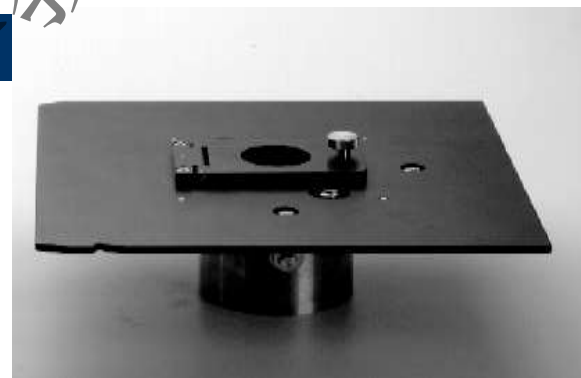
(a)

加速器立体定向治疗系统



治疗床施配器

准直器托架



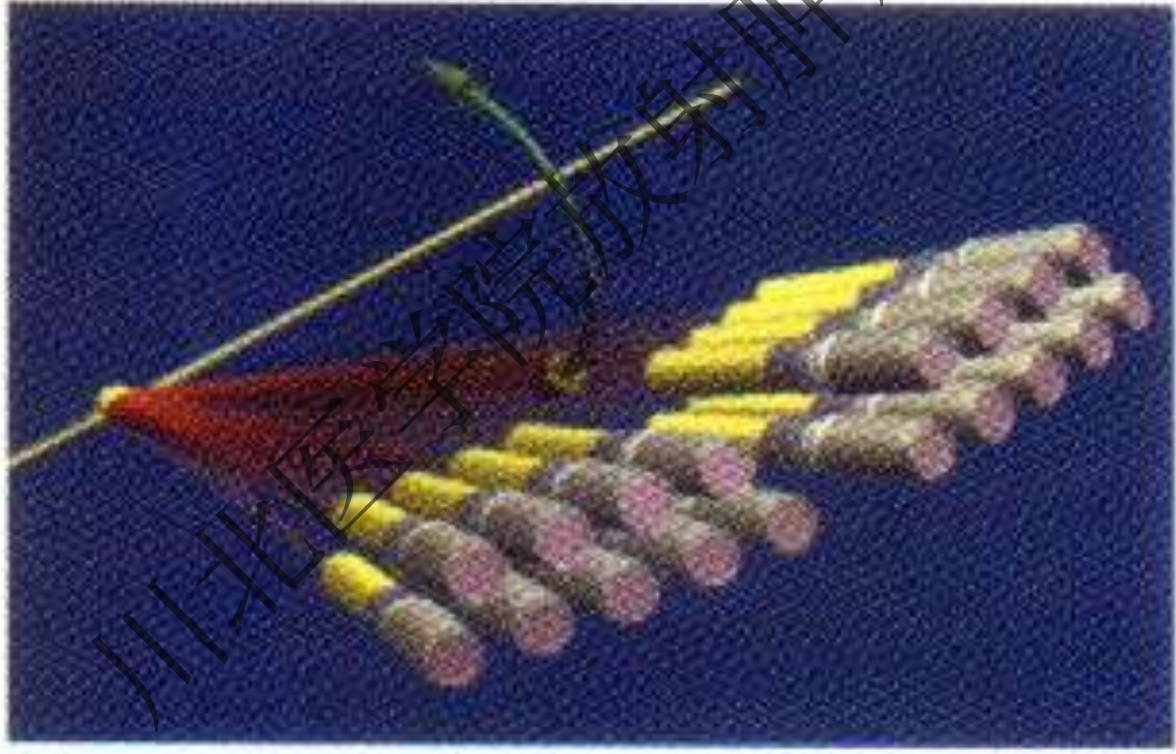
准直器



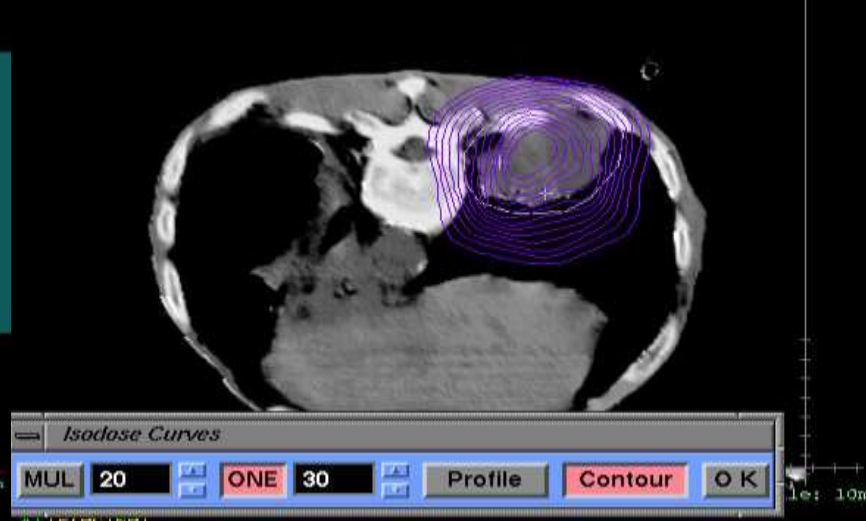
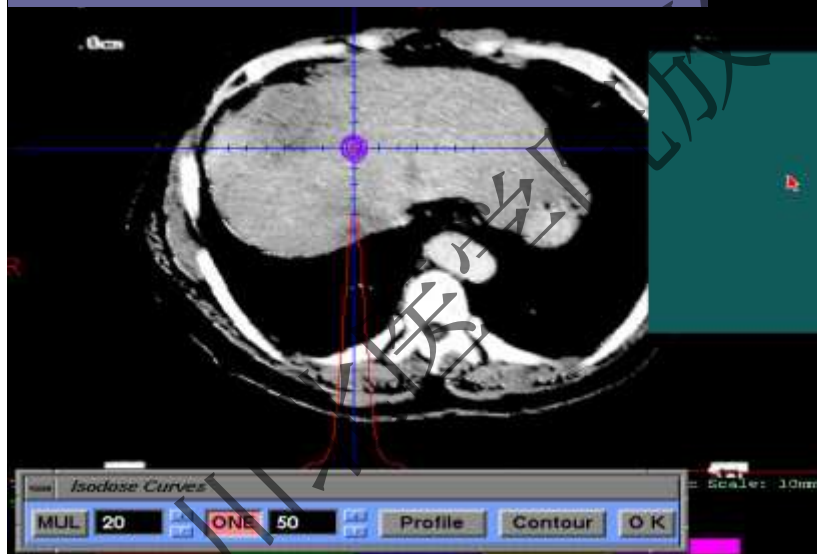
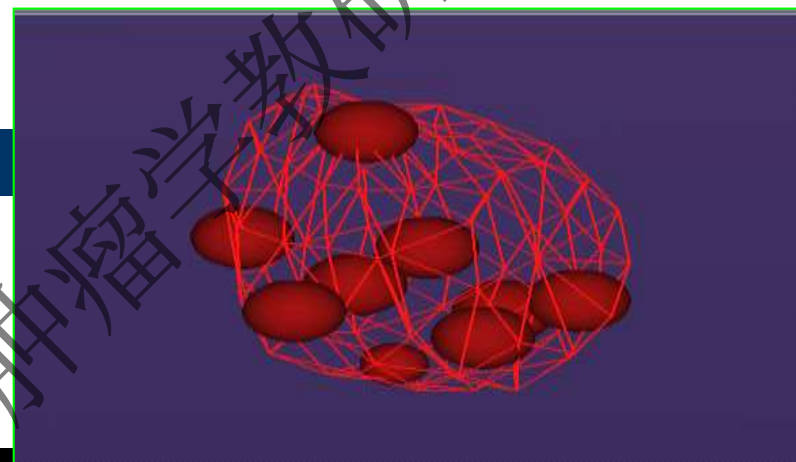
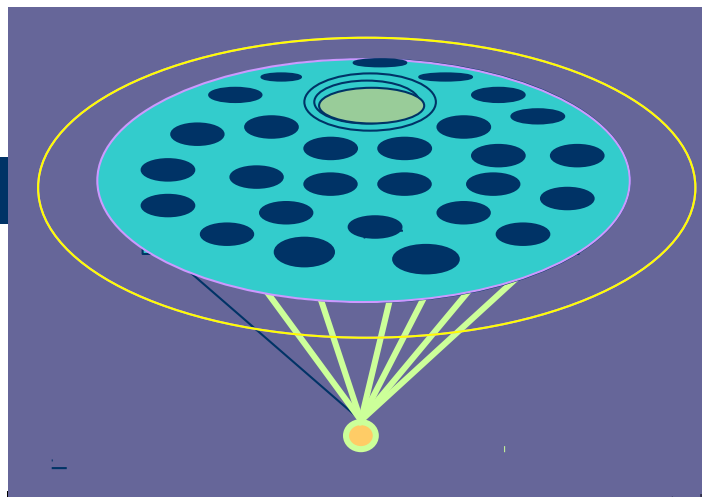
超伽治疗系统



超伽治疗系统



旋转式多源聚焦伽马刀剂量分布



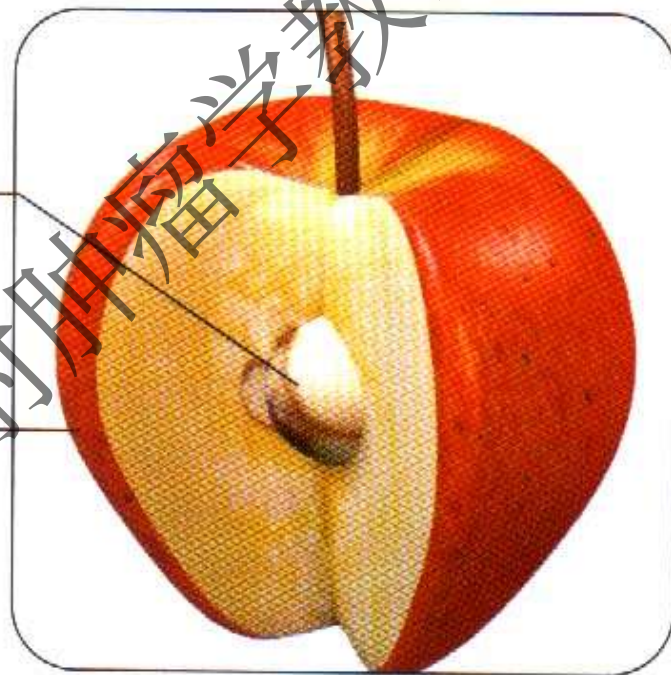
夏廷毅

陀螺刀



MAX: 肿瘤靶区毁损剂量最大化

MIN: 正常组织接受剂量最小化





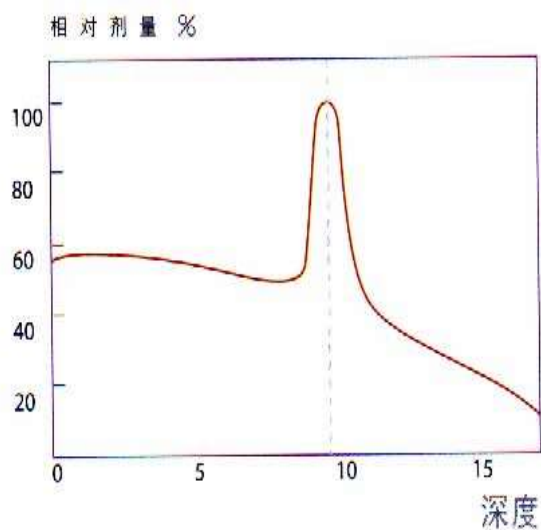
一次聚焦示意图



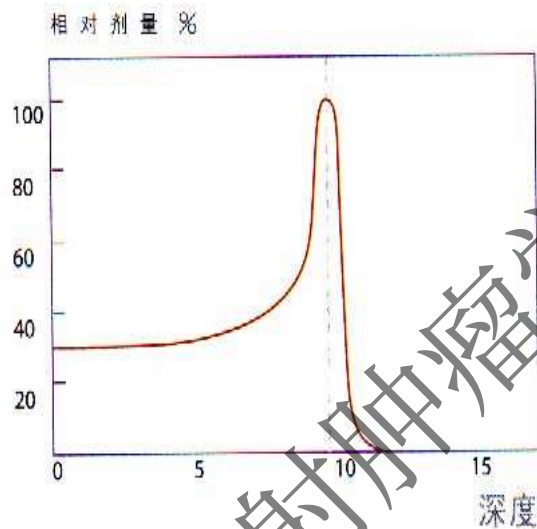
二次聚焦示意图



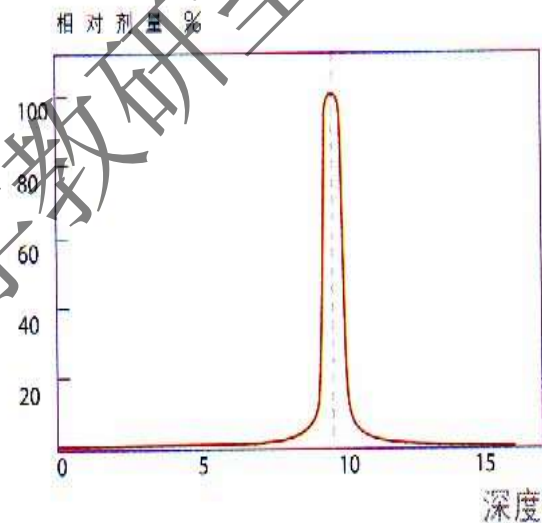
三次聚焦示意图



直线加速器从五个入射方向照射所形成的剂量场和剂量分布曲线。



质子射线从五个入射方向照射所形成的剂量场和剂量分布曲线。



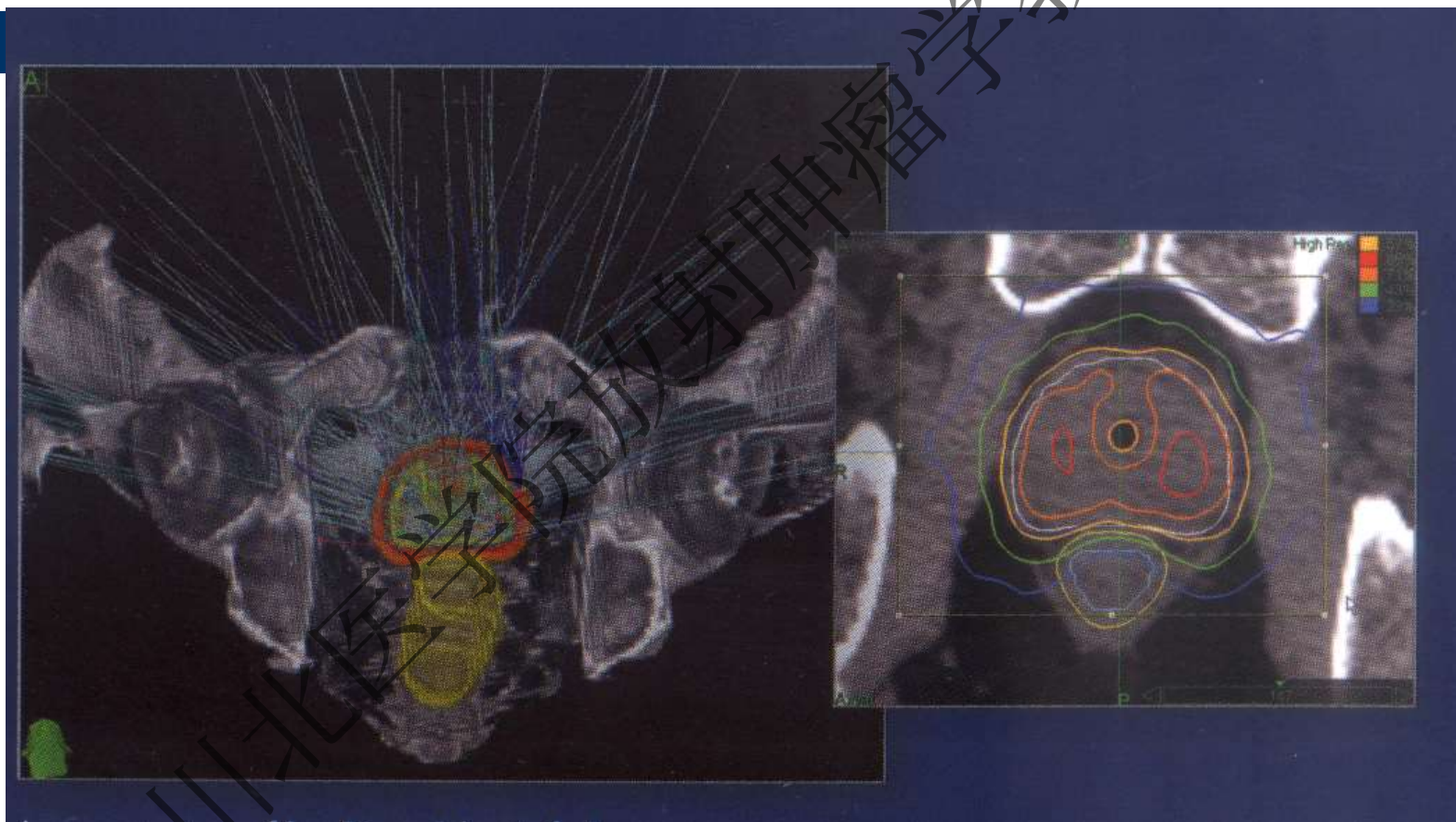
陀螺刀的三次聚焦所形成的剂量场和剂量分布曲线。

CyberKnife System

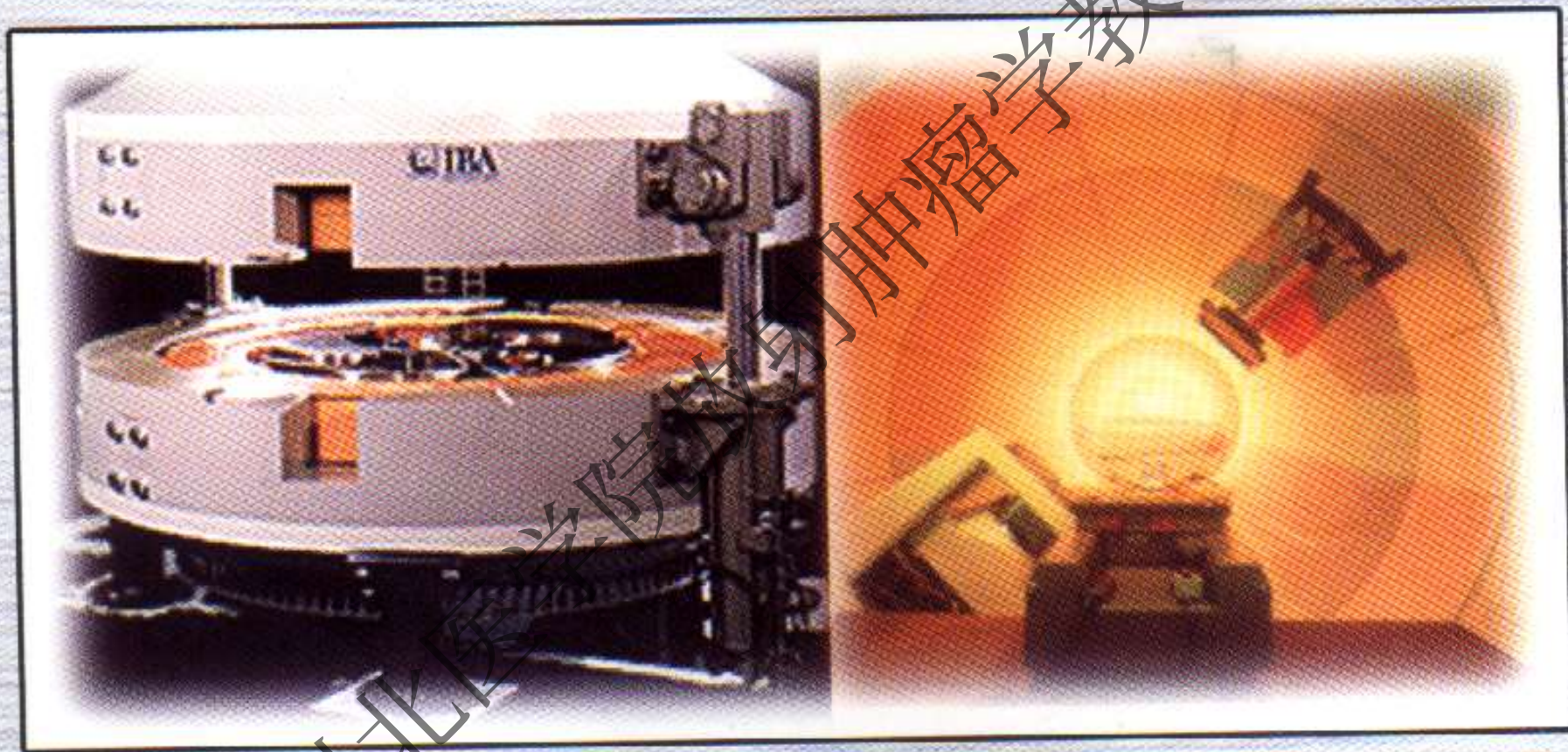


Optional equipment shown. Accuray reserves the right to update or change these specifications without notice.

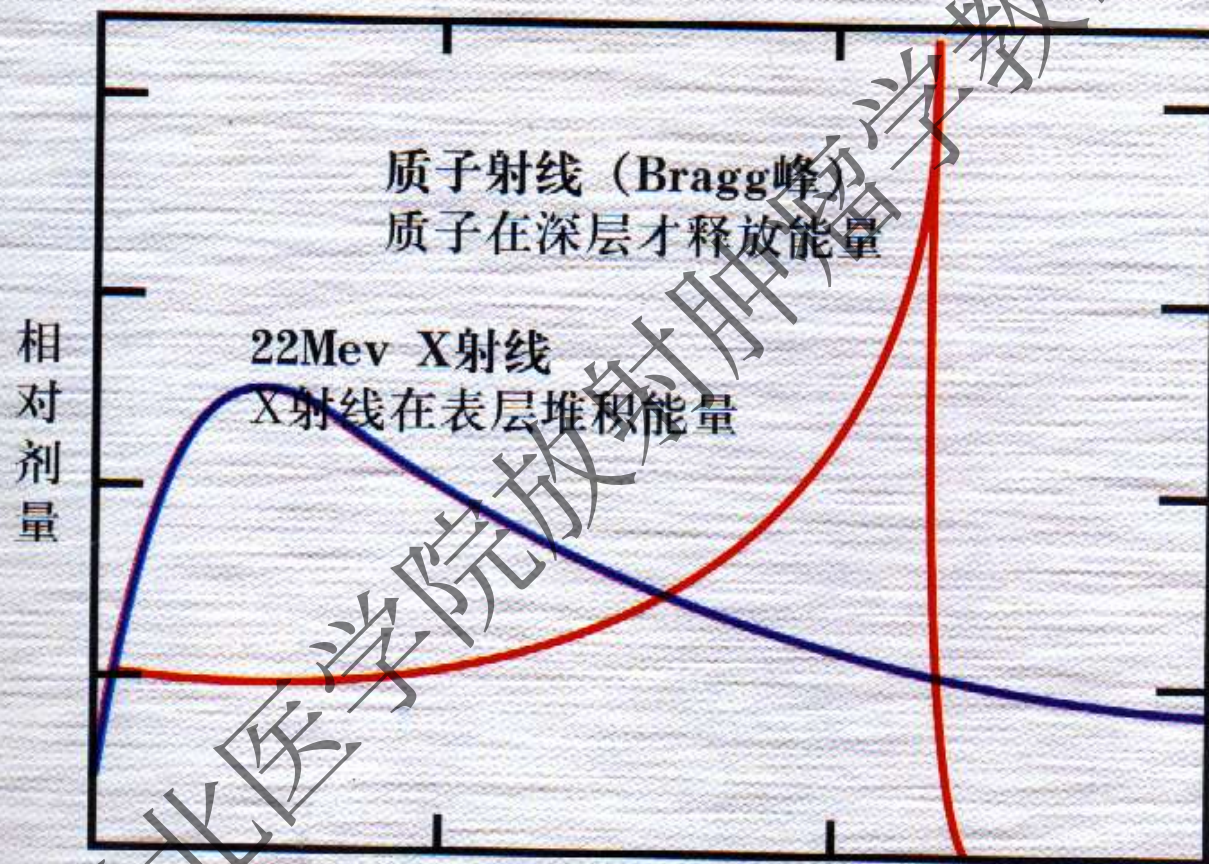
Prostate Radiosurgery



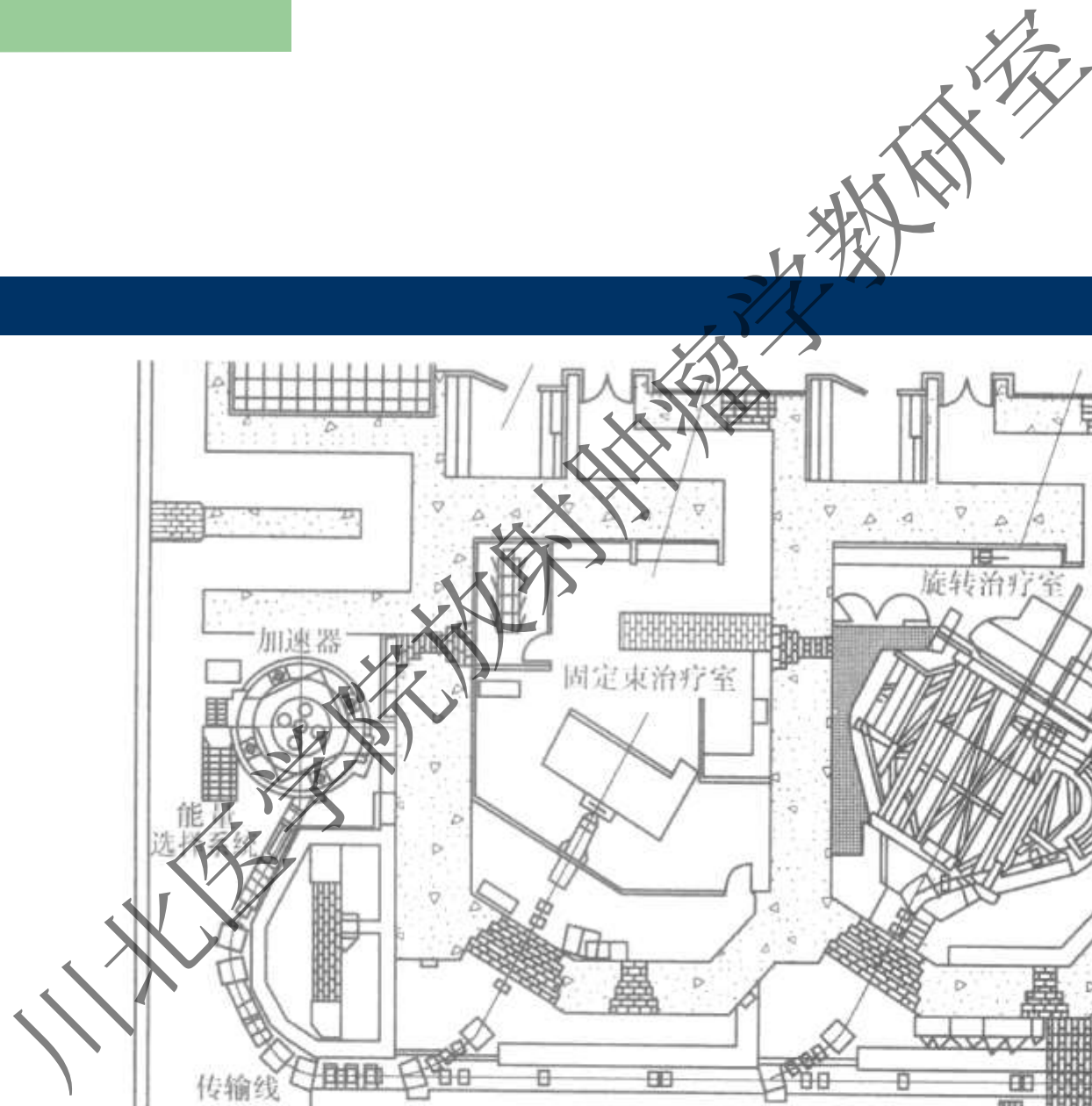
质子、重粒子治疗技术简介



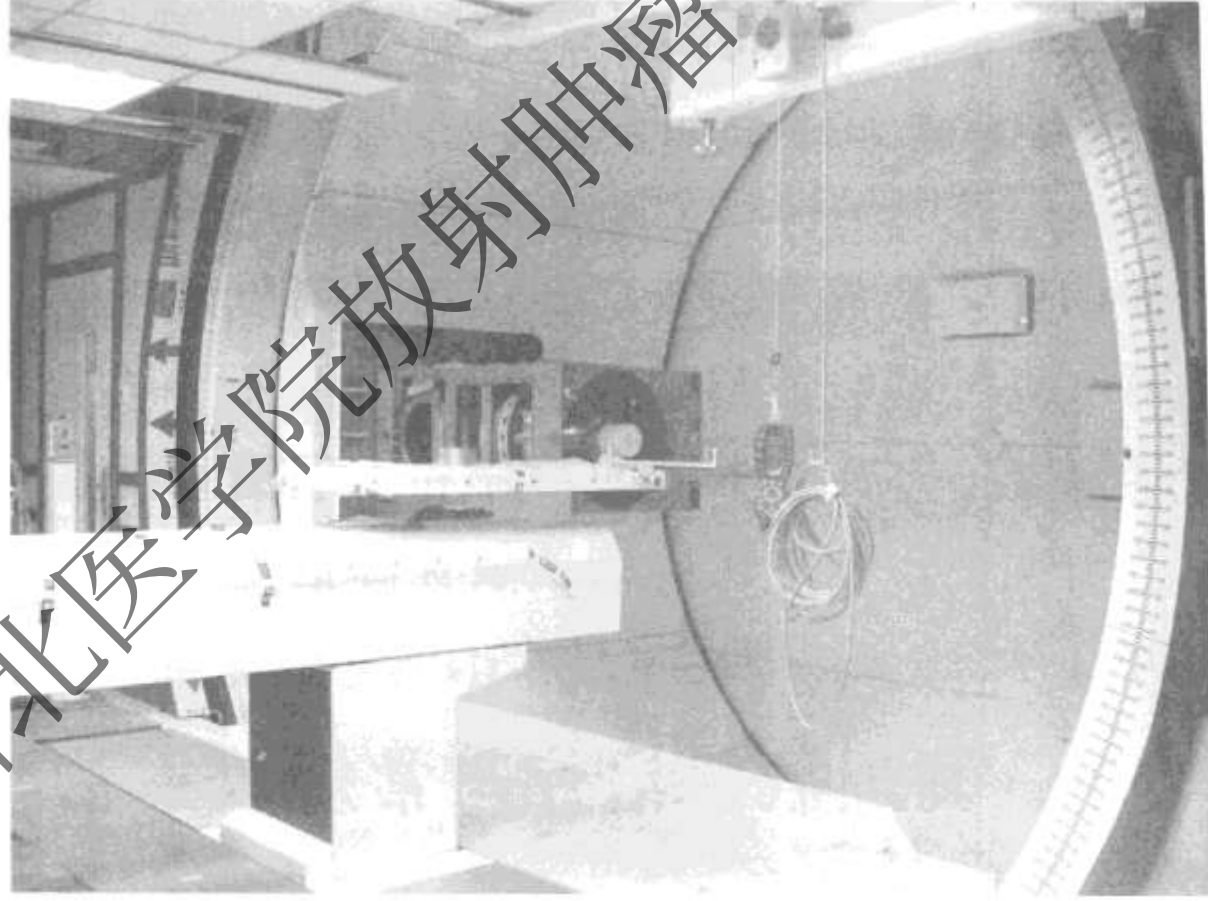
庞大、复杂、精密的质子回旋加速器和旋转治疗机架

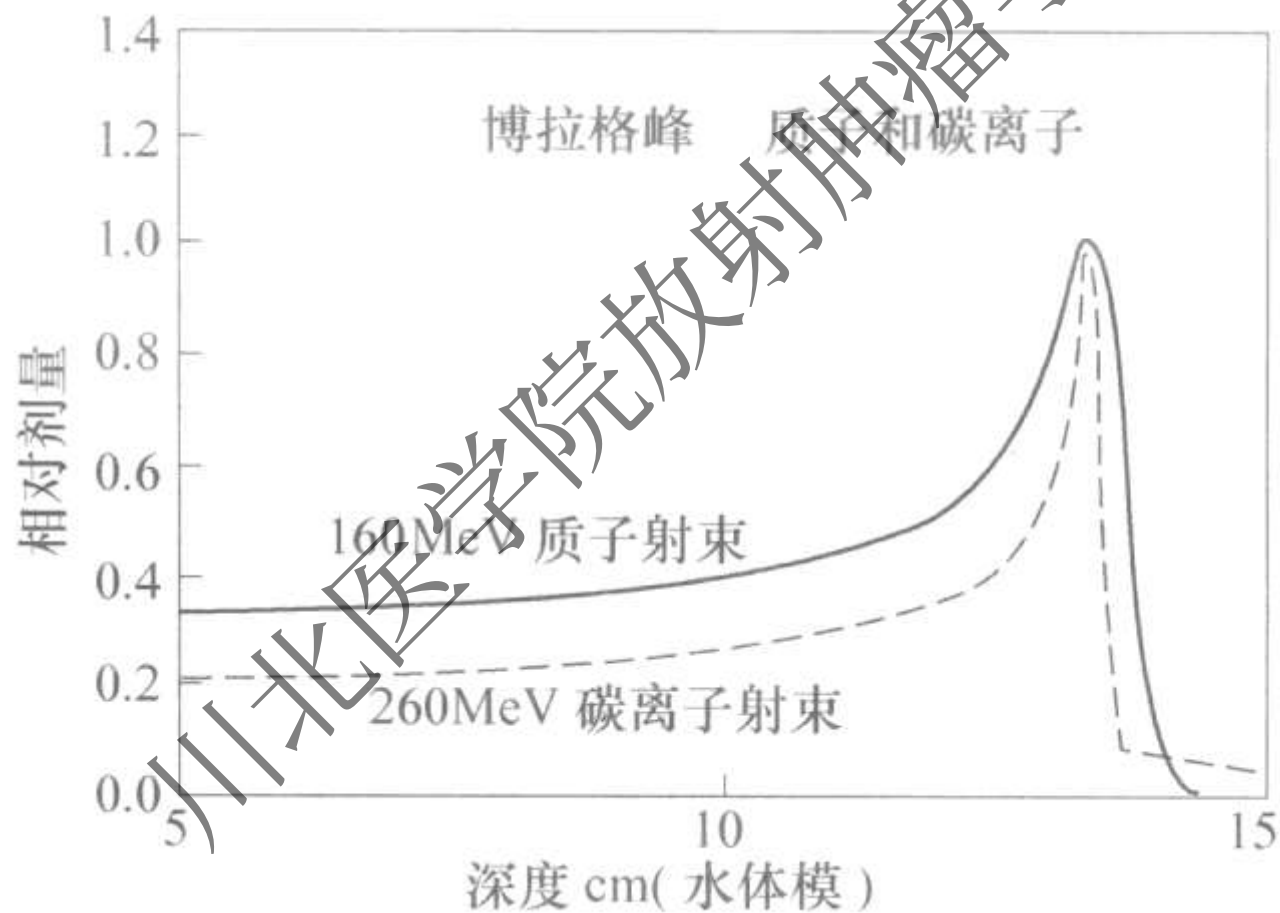


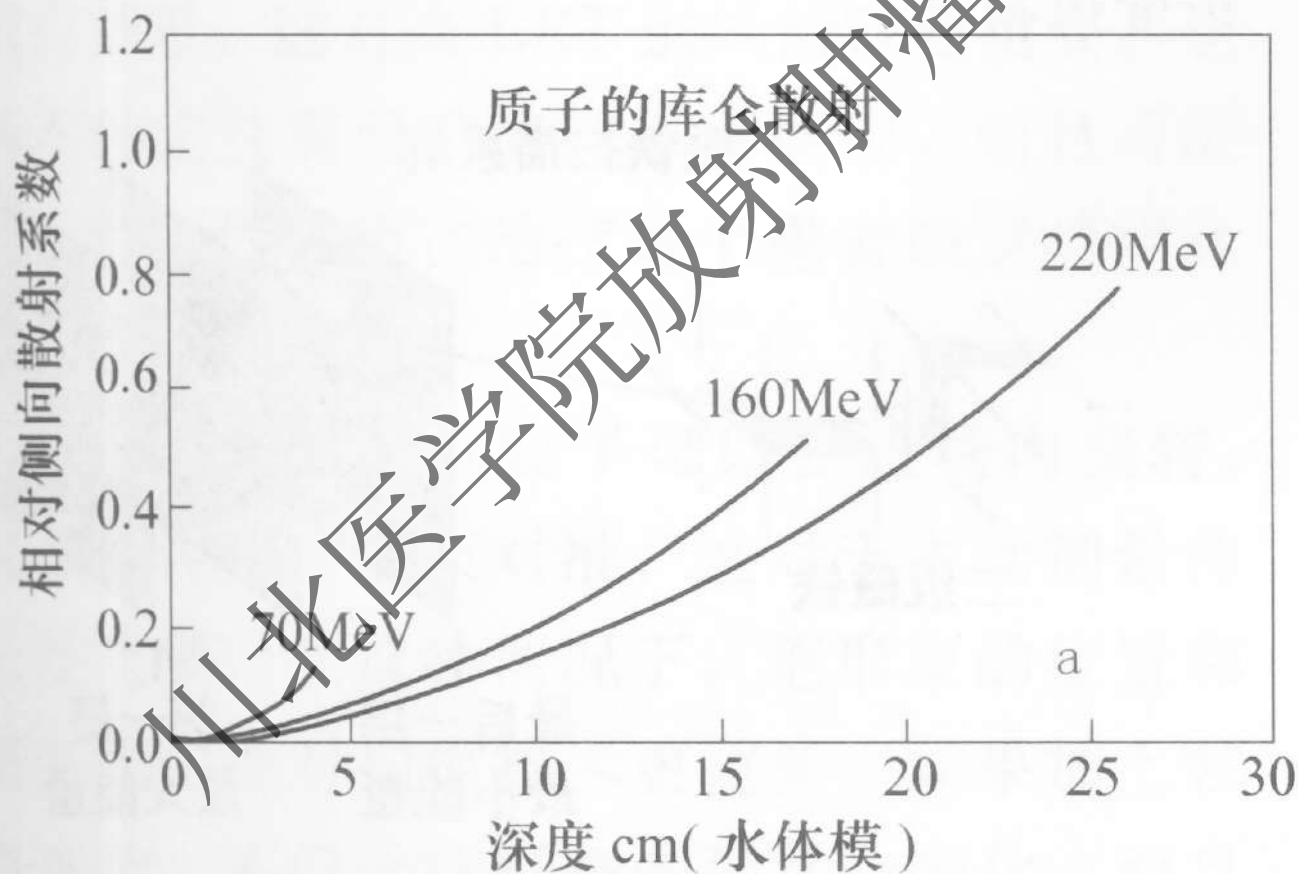
质子射束与高能 X 线深度剂量曲线比较



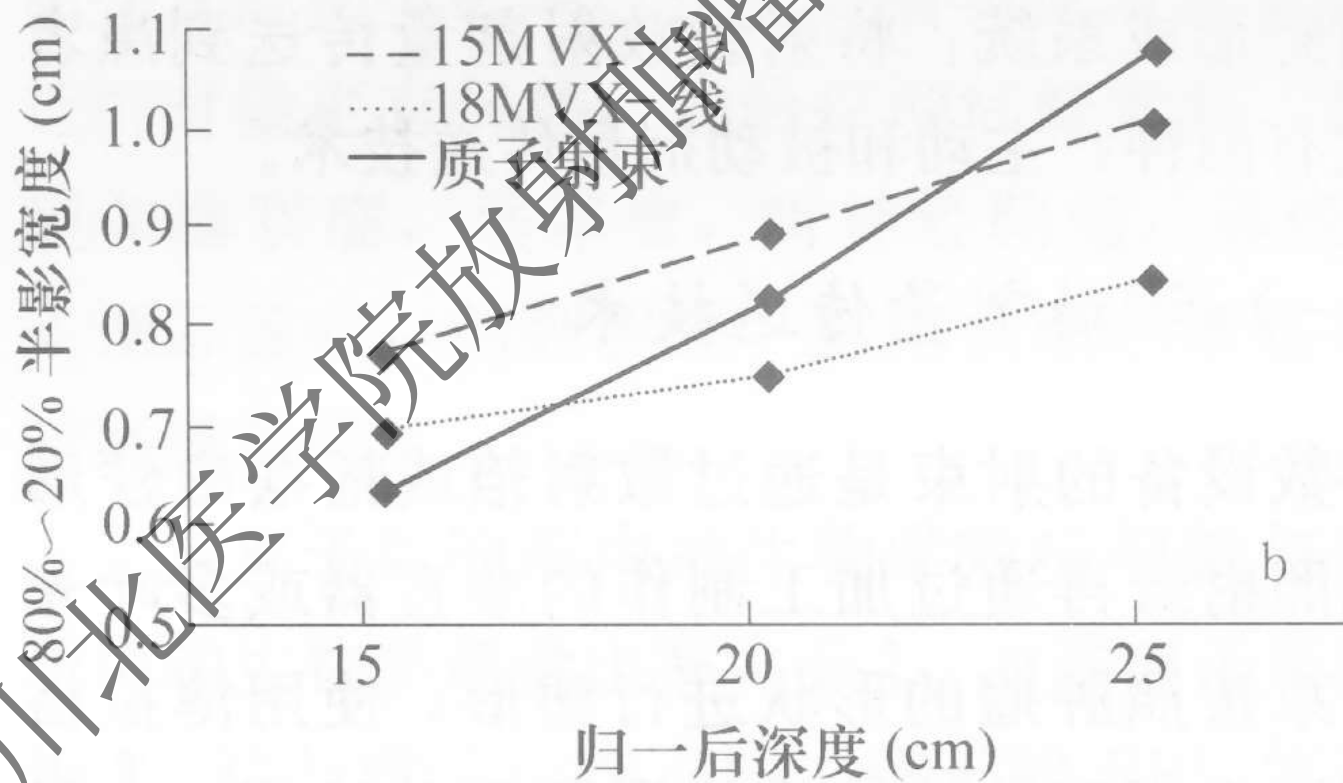
川北医学院放射肿瘤学教研室

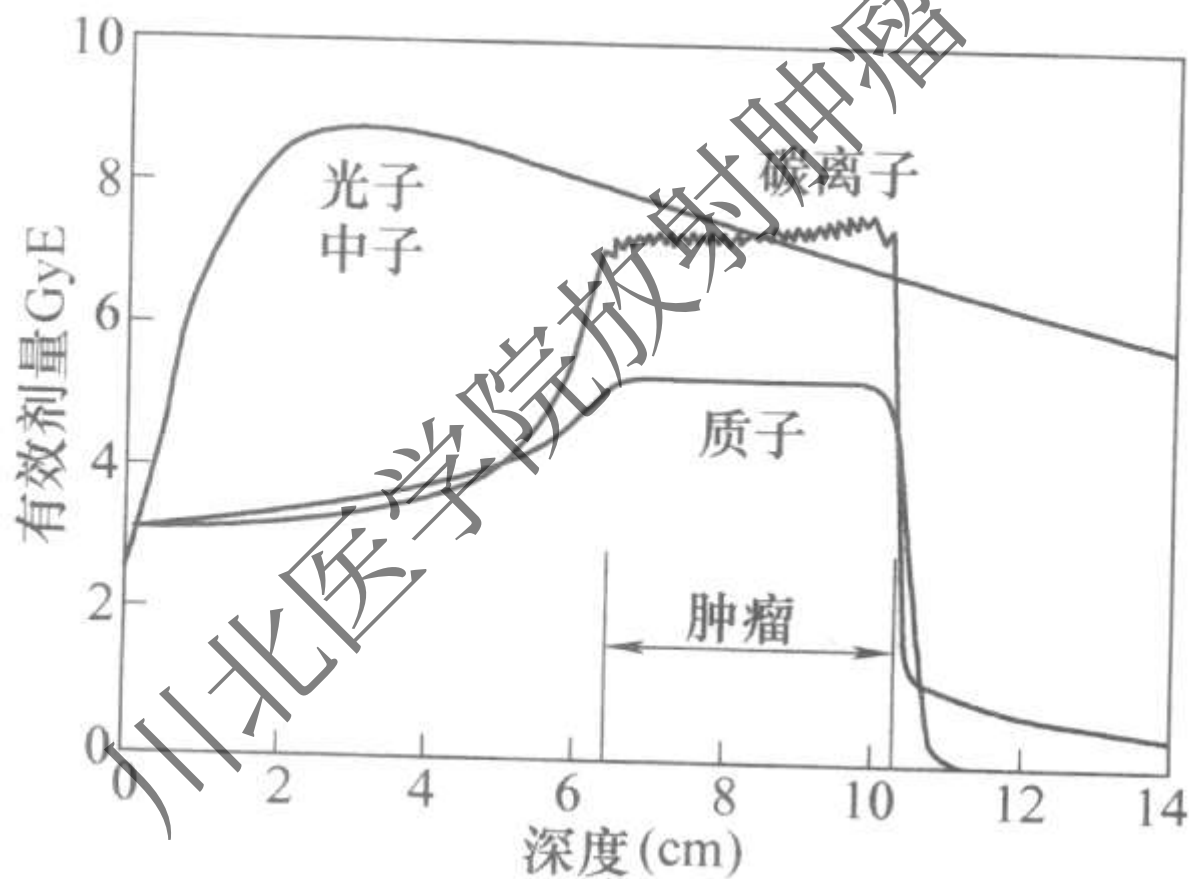






川北医学院放射肿瘤学教研室



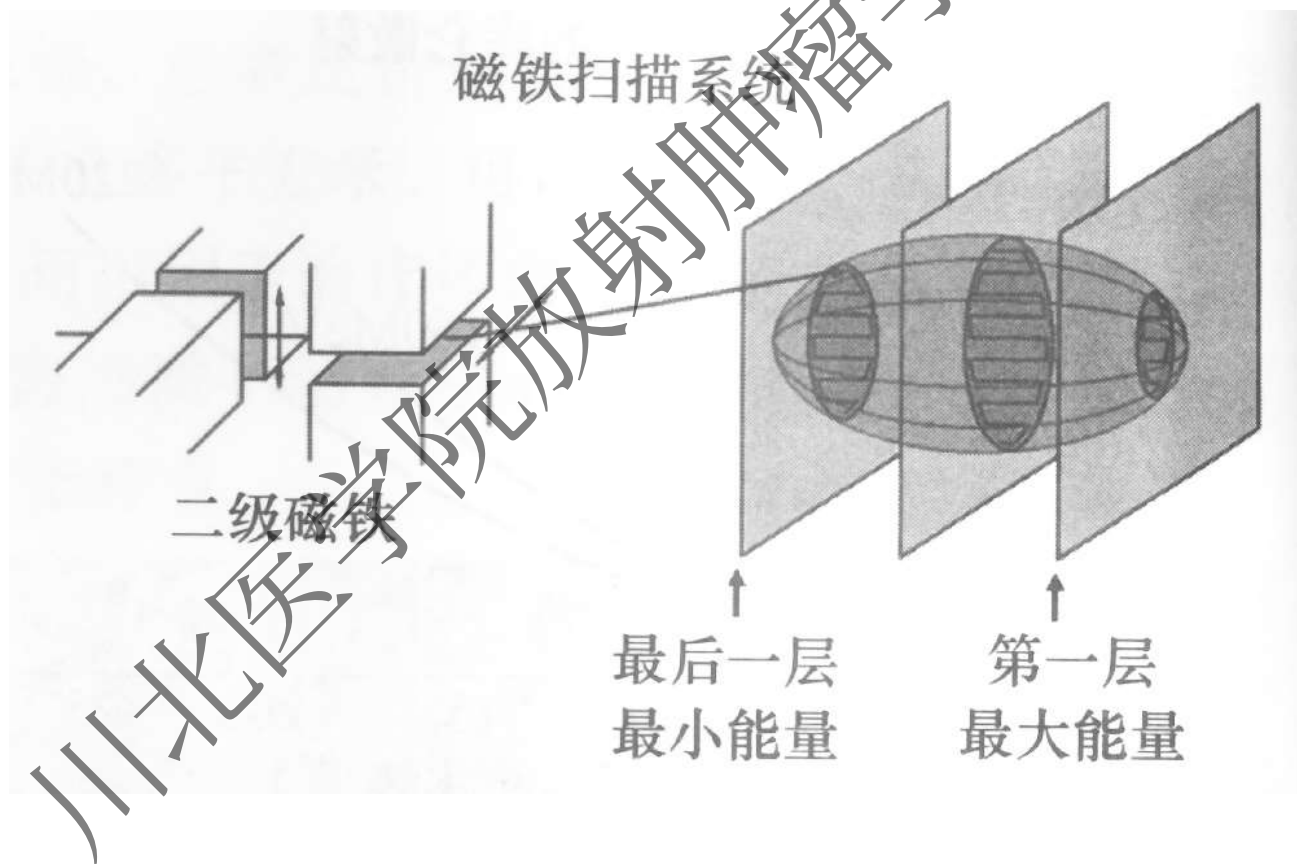


布喇格峰（Bragg峰）：

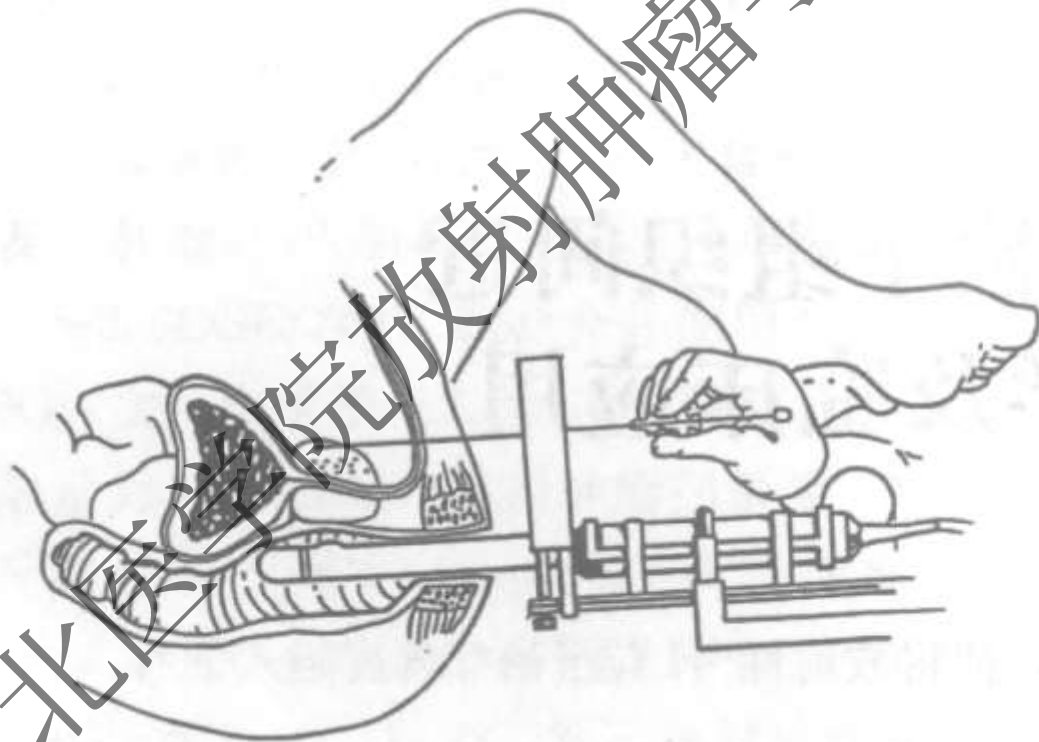
粒子束射入介质时，在介质表面，能量损失较慢，随着深度增加，粒子运动速度逐渐减低，粒子能量损失率突然增加，形成电离吸收峰，即布喇格峰。然后当粒子最后静止时，能量损失率急剧降为零

重粒子在放射治疗中优点

- ①以质子为代表在组织内形成布喇格峰型百分深度剂量分布，以物理方式改善了靶区与正常组织间的剂量比例。
- ②以快中子为代表，LET值高，以生物方式改善了肿瘤组织与正常组织的射线效应。
- ③以重离子为代表，他们既具有布喇格峰型剂量分布，又具LET植高，兼备物理和生物的双重优势。



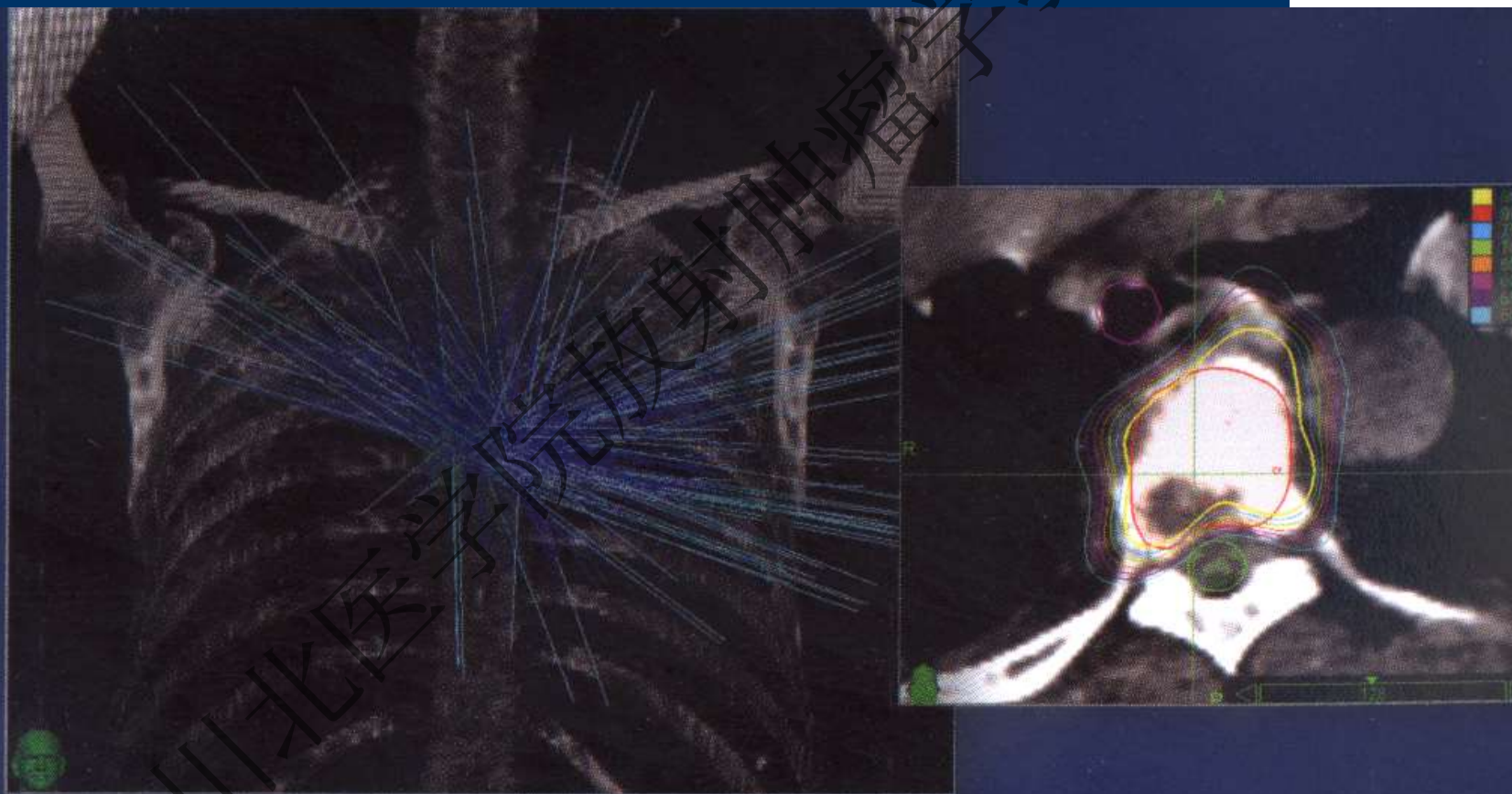
放射性粒子植入治疗



三、IGRT定义

Image Guided Radiotherapy:

它是这样一种技术,在分次治疗摆位时和(或)治疗中采集图像和(或)其他信号,利用这些图像和(或)信号,引导此次治疗和(或)后续分次治疗。



Images courtesy of University of Pittsburgh Medical Center