

体部立体定向放疗技术

中国医学科学院
肿瘤医院放疗科
戴建荣

重要文献(1)



Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys., Vol. 60, No. 4, pp. 1026-1032, 2004
Copyright © 2004 American Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ASTRO) and American College of Radiology (ACR)
Printed in the USA. All rights reserved
0360-3016/04/\$-see front matter

doi:10.1016/j.ijrobp.2004.07.701

ASTRO REPORT

AMERICAN SOCIETY FOR THERAPEUTIC RADIOLOGY AND ONCOLOGY*
AND AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY PRACTICE GUIDELINE FOR
THE PERFORMANCE OF STEREOTACTIC BODY RADIATION THERAPY

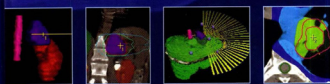
LOUIS POTTERS, M.D.,* MICHAEL STEINBERG, M.D.,† CHRISTOPHER ROSE, M.D.,‡
ROBERT TIMMERMAN, M.D.,§ SAMUEL RYU, M.D.,¶ JAMES M. HEVEZI, PH.D.,|| JAMES WELSH, M.D.,#
MINESH MEHTA, M.D.,# DAVID A. LARSON, M.D.,** AND NORA A. JANJAN, M.D.††

中国医学科学院肿瘤医院

重要文献(2)

STEREOTACTIC BODY RADIATION THERAPY

Brian D. Kavanagh
Robert D. Timmerman
EDITORS



© 2007 WILLIAMS & WILKINS

重要文献(3)

REVIEW ARTICLE

Stereotactic Body Radiation Therapy A Comprehensive Review

Brian K. Chung, MD, and Robert D. Timmerman, MD

American Journal of Clinical Oncology • Volume 30, Number 6, December 2007

637

中国医学科学院肿瘤医院

报告内容

- 定义
- 发展历程
- 临床运用过程
- 质量保证

中国医学科学院肿瘤医院

体部立向放疗的定义

- 体部立体定向放疗技术 (Stereotactic Body Radiotherapy, SBRT) 是指采用单次或数个分次的方式大剂量、短疗程精确治疗体部 (小) 靶区的技术
- SBRT 又称颅外立体定向放疗技术, 是颅内立体定向放疗技术的延伸
- 图像引导是确保治疗位置精确的主要技术手段, 立体定向框架仅起辅助作用

中国医学科学院肿瘤医院

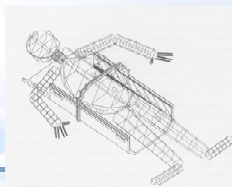
报告内容

- 定义
- 发展历程
- 临床运用过程
- 质量保证

中国医学科学院肿瘤医院

SBRT发展历程(1)

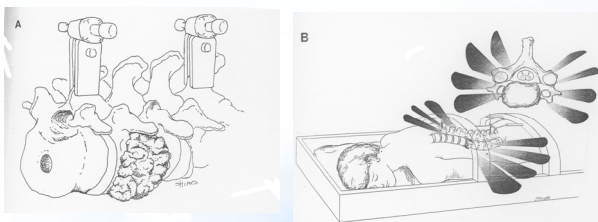
- Lax等1991年开始SBRT治疗肝癌和肺癌，每次治疗前一个小时内用CT验证位置，
- 1994年研发了第一个适合体部解剖特点的框架
- 测量得到横断面的位置误差是5mm，头脚方向是10 mm



Lax et al. Acta Oncol 1994

SBRT发展历程(2)

- Hamilton等1995报道了第一个专用于椎体肿瘤治疗的SBRT系统，采用刚性固定、框架定位的方式



Hamilton et al. Neurosurgery 1998

SBRT发展历程(3)

- 胡逸民等1995年将预埋标记重定位的技术应用到SBRT

第一步：
预埋金标记



SBRT发展历程(3)

- 胡逸民等1995年将预埋标记重定位的技术应用到SBRT

第二步：
CT模拟定位

第三步：
计划设计

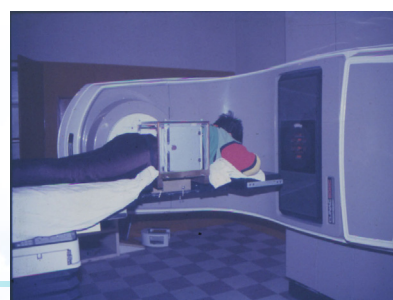


SBRT发展历程(3)

- 胡逸民等1995年将预埋标记重定位的技术应用到SBRT

第四步：
正侧位像重定位

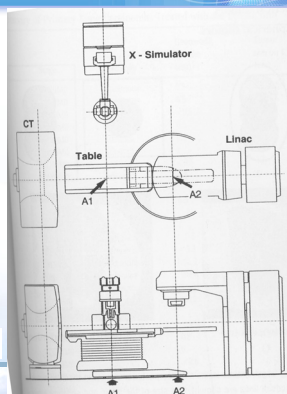
第五步：
校位后治疗



SBRT发展历程(4)

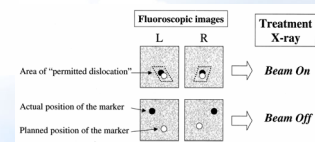
Uematsu等报道了第一个CT、模拟机图像引导的的加速器治疗系统开展肺部肿瘤治疗的情况

Uematsu et al. Cancer 1998



SBRT发展历程(5)

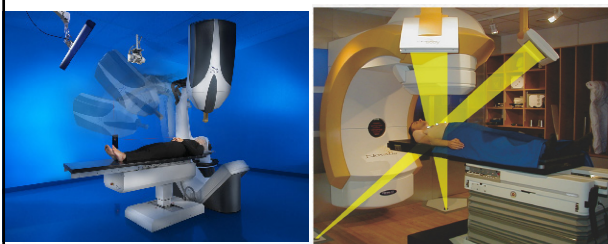
- Shirato等1999年报道了第一个X射线实时监测的的加速器治疗系统开展呼吸门控治疗的情况
- 以0.03s为周期监测植入患者体内的金标记



Shirato et al. Lancet 1999, IJROBP 2000

SBRT发展历程(6)

- 自2000年开始可开展SBRT技术的商业系统陆续上市



- 理想的SBRT治疗机应具有的特征: 图像引导、窄叶片MLC、高剂量率、等中心精度高

报告内容

- 定义
- 发展历程
- 临床运用过程
- 质量保证

中国医学科学院肿瘤医院

基本过程

- 包括模拟定位、计划设计和治疗实施三个主要步骤
- SBRT的剂量学特点决定了SBRT应用的每一个步骤都应该尽可能精确
 - 分次剂量大
 - 靶区内部剂量高
 - 靶区周边剂量跌落快

中国医学科学院肿瘤医院

模拟定位: 体位固定

- 分次剂量大, 治疗时间长, 要求摆位辅助装置固定效果好



模拟定位: 定位扫描

- 考虑到靶区小、可能非共面布野的特点，点应采用薄层、大范围扫描
- 由于胸腹部肿瘤大多受呼吸运动影响，应考虑呼吸相关扫描技术
 - 采用4D CT技术采集呼吸周期各个时相的3D CT图像
 - 在无4D CT时可采用在呼气末屏气、吸气末屏气和正常呼吸三种状态扫描或慢速扫描

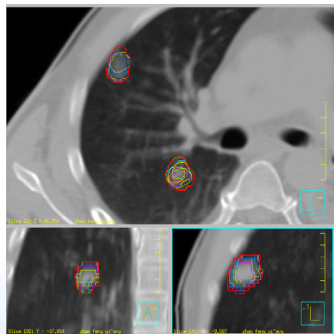
中国医学科学院肿瘤医院

4D CT扫描



计划设计: 靶区定义

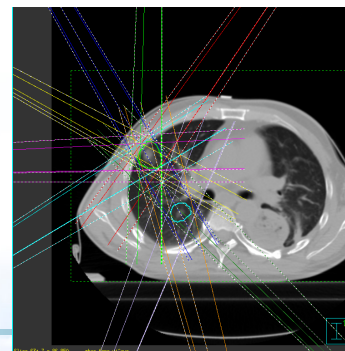
- 在4D CT的各个时相上定义GTV，合成得到iGTV
- 对孤立形病灶，可在MaxIP 3D图像上画GTV
- 考虑亚临床灶和摆位误差，外扩生成CTV和PTV



中国医学科学院肿瘤医院

计划设计: 射野布置

- 在4D CT的呼吸平均图像上设计计划
- 使用多个照射野或者多个弧段聚焦照射
- 使用非共面照射野时注意避免机架碰到患者或治疗床
- 多个靶区治疗时，优先考虑能同时照到多个靶区的方向



计划设计: 射野适形

- 当只有单个靶区，且直径<3cm时，宜使用圆锥形准直器
- 当多个靶区，或单个靶区直径>3cm时，宜使用窄叶片的MLC
- 随着IMRT普及，MLC使用率上升，圆锥形准直器将逐步被淘汰

中国医学科学院肿瘤医院

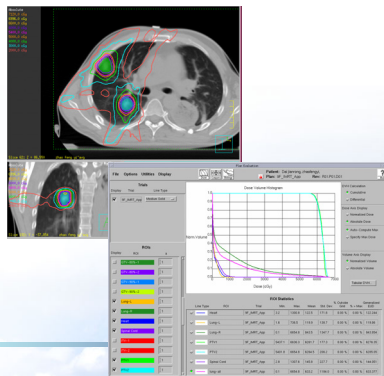
计划设计: 逆向计划设计

- 当SBRT采用IMRT技术实施时，通常采用逆向方式确定照射子野序列/叶片运动轨迹
- 优化参数设定方法与普通IMRT基本相同，不同点包括
 - 对控制适形度的指标要求更严，不仅高剂量线要适形，中等剂量线也希望适形
 - 对控制均匀度的指标可适当放松。随处方剂量方式的不同，靶区剂量变化范围大

中国医学科学院肿瘤医院

计划设计: 剂量分布评价

- 危及器官保护
- 靶区处方剂量
- 适形度
- 均匀度
- 计划实施效率



正常组织耐受剂量

TABLE 1. RTOG 0236 Protocol

Organ	Volume	Dose (Gy)
Spinal cord	Any point	18 (6 Gy per fraction)
Esophagus	Any point	27 (9 Gy per fraction)
Ipsilateral brachial plexus	Any point	24 (8 Gy per fraction)
Heart	Any point	30 (10 Gy per fraction)
Trachea and ipsilateral bronchus	Any point	30 (10 Gy per fraction)

These tolerance values have not been validated with long-term follow-up. The maximum dose limits above are based on radiobiologic conversion models and reported clinical experience using large doses per fraction. Although the risks of symptomatic pneumonitis are not well defined with SBRT, it appears that a V13 $\leq 10\%$ and mean lung dose $\leq 7-8$ Gy should result in acceptable toxicity.

中国医学科学院肿瘤医院

正常组织耐受剂量

TABLE 2.

Serial Organ	Volume (mL)	No. of Fractions	Dose (per fraction) (Gy)	Maximum Point Dose (per fraction) (Gy)
Spinal cord	<8	3	16.5 (5.5 Gy)	18 (6 Gy)
Spinal cord	<8	5	20 (4 Gy)	22 (4.4 Gy)
Stomach	<10	3	15 (5 Gy)	24 (8 Gy)
Stomach	<10	5	18.3 (3.65 Gy)	27.5 (5.5 Gy)
Esophagus	<10	3	16.2 (5.4 Gy)	27 (9 Gy)
Esophagus	<10	5	19.5 (3.9 Gy)	29 (5.8 Gy)
Duodenum	<5	3	15 (5 Gy)	24 (8 Gy)
Duodenum	<5	5	18.3 (3.65 Gy)	27.5 (5.5 Gy)
Jejunum/ileum	<10	3	16.2 (5.4 Gy)	27 (9 Gy)
Jejunum/ileum	<10	5	19.5 (3.9 Gy)	29 (5.8 Gy)
Parallel Organ	Critical Volume	No. of Fractions	Critical Volume Dose Maximum (Gy)	Endpoint
Liver	700	3	17.1 (5.7 Gy)	Basic liver function
Liver	700	5	21 (4.2 Gy)	Basic liver function
Total kidney	200	3	8.4 (2.8 Gy)	Basic renal function
Total kidney	200	5	9.5 (1.9 Gy)	Basic renal function
Ipsilateral kidney	130	3	12.3 (4.1 Gy)	Avoid nephritis
Ipsilateral kidney	130	5	14.5 (2.9 Gy)	Avoid nephritis

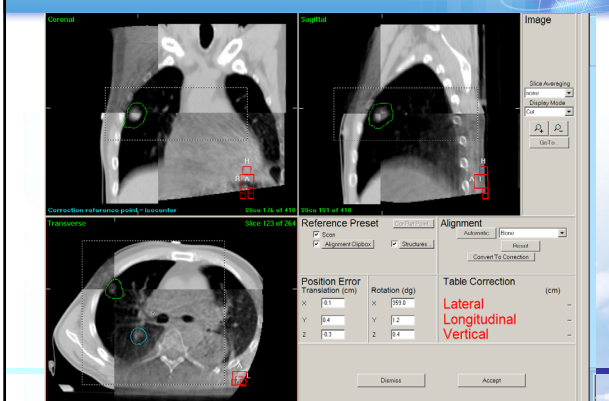
These tolerance values have not been validated with long-term follow-up.

治疗实施

- 每次治疗前应采用图像引导的方式验证治疗摆位
- 由于治疗时间长, 治疗过程应观察患者体位变化, 甚至采用实时监测技术
- 对呼吸运动范围>5mm的肿瘤, 宜考虑屏气、门控和实时跟踪技术

中国医学科学院肿瘤医院

锥形束CT成像验证治疗摆位



报告内容

- 定义
- 发展历程
- 临床运用过程
- 质量保证

中国医学科学院肿瘤医院

质量保证的基础条件

►合格的人员配置和明确的职责

放疗医师

物理师

技师

其它专业人员

►设备配置

CT模拟机(含4D CT功能)

治疗计划系统

图像引导的治疗机

QA工具

中国医学科学院肿瘤医院

开展SBRT QA的基本思路

►SBRT是精确定位、计划和治疗技术的集大成者，其QA内容实际是这些技术QA内容的有机结合

►SBRT是SRS/SRT的一个分支，SRS/SRT QA的通用内容也应作为SBRT QA的内容

►由于SBRT对精确度的高要求，其QA工作要在构成技术QA工作的基础上从控制指标、和执行频度等角度进一步强化

中国医学科学院肿瘤医院

物理QA的内容(1)

►针对设备的QA内容

●由于模拟定位机的相对统一，其QA内容也是相对统一的

●由于治疗机的多样化，计划系统和治疗机的QA内容随机器类型变化

●Winston-Lutz测试

●小野剂量学的QA

中国医学科学院肿瘤医院

物理QA的内容(2)

►针对患者应用过程的QA

●模拟患者应用过程，在仿真模体中埋标记，确定治疗位置精确度

●每个患者疗程开始前验证剂量

●每个患者每次治疗时验证位置

●每次治疗时主管医师要参加验证位置

中国医学科学院肿瘤医院

小 结

►SBRT技术始创于上世纪九十年代，现已发展成为治疗体部肿瘤的重要技术手段

►体部解剖结构的特点决定了SBRT的治疗位置精确度只能靠图像引导技术，而不是立体框架来保证

►SBRT高精度的特点对人员、设备和QA工作提出了严格的要求

中国医学科学院肿瘤医院

致 谢

胡逸民

肖建平

李明辉

张寅

中国医学科学院肿瘤医院