



北京协和医院
PEKING UNION MEDICAL COLLEGE HOSPITAL

从IMRT到VMAT升级体验

庞廷田

2014-08-3

www.pumch.cn

北京协和医院的设备



6台加速器

Trilogy



北京协和医院
PEKING UNION MEDICAL COLLEGE HOSPITAL

2007年安装，同年5月份开始治疗病人

2009年11月份升级，开展 Rapidarc 调强技术

升级内容：

硬件：无需升级（更换机架旋转链条）

软件：

治疗网络 Varis → Aria8

计划系统

EclipseV7.6 → EclipseV8.6

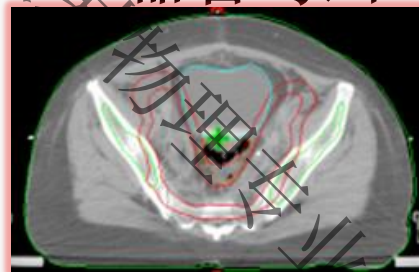


IMRT流程 VS VAMT流程

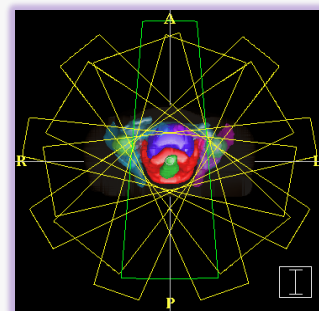
CT模拟定位



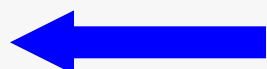
靶区、危及
器官勾画



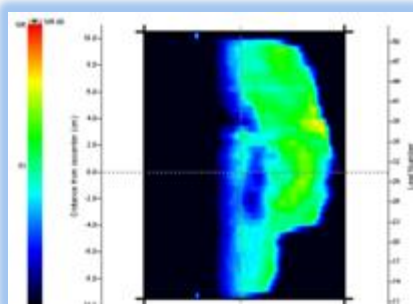
计划设计



模拟机位置
验证



计划验证



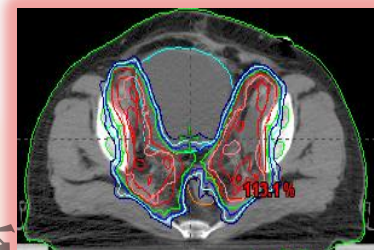
加速器位置
验证



计划执行



计划评估



体验一经验、教训



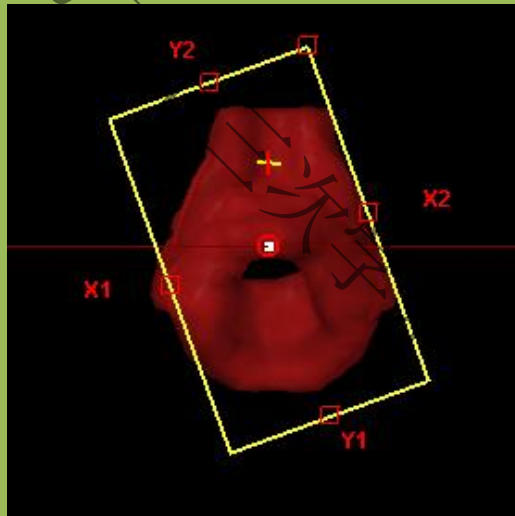
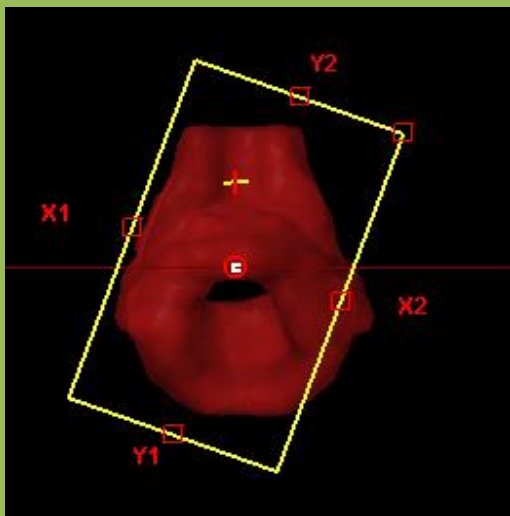
北京协和医院
PEKING UNION MEDICAL COLLEGE HOSPITAL

每一个新技术应用于临床之前，都要进行必要阶段的探索和测试，Rapidarc技术也不例外

应用初期，效果不理想，在优化步骤掌握不当；

NT0是否足够？是否有必要引进剂量限制环？

对于大靶区，是否需要固定射野尺寸？



体验一经验、教训

对于小靶区，是否需要使用MU objective function以及何时使用

☒ Use MU Objective

Strength:

50

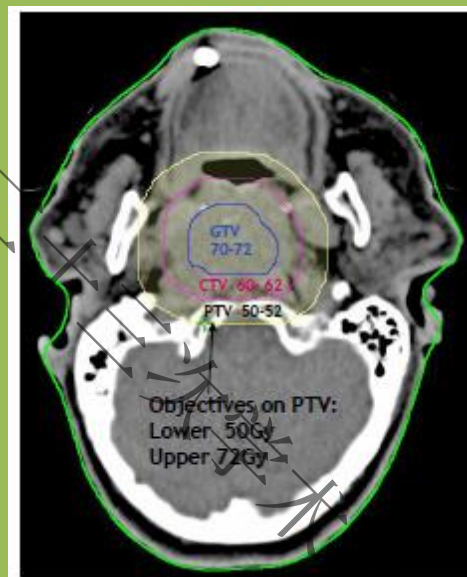
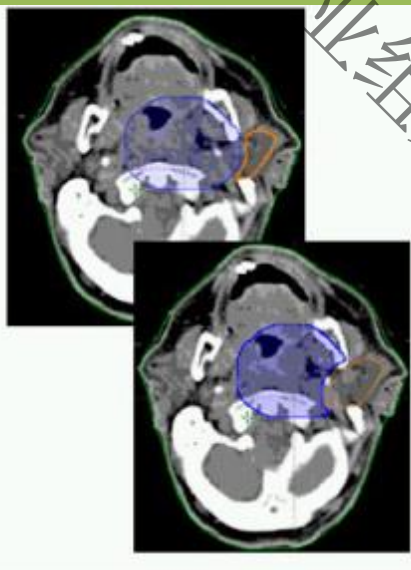
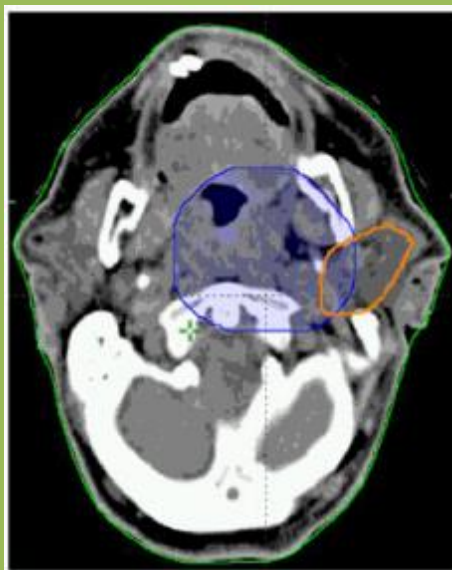
Min MU:

500

Max MU:

2000

多靶区处方量以及靶区与危及器官重叠区域如何定义……



建议，应用初期同时制作一个IMRT计划进行对比，一般情况下，VMAT计划质量优于IMRT计划或者两者相当

体验—宫颈癌计划设计为例



北京协和医院
PEKING UNION MEDICAL COLLEGE HOSPITAL

剂量限制环：

IMRT: R1、R2、R3

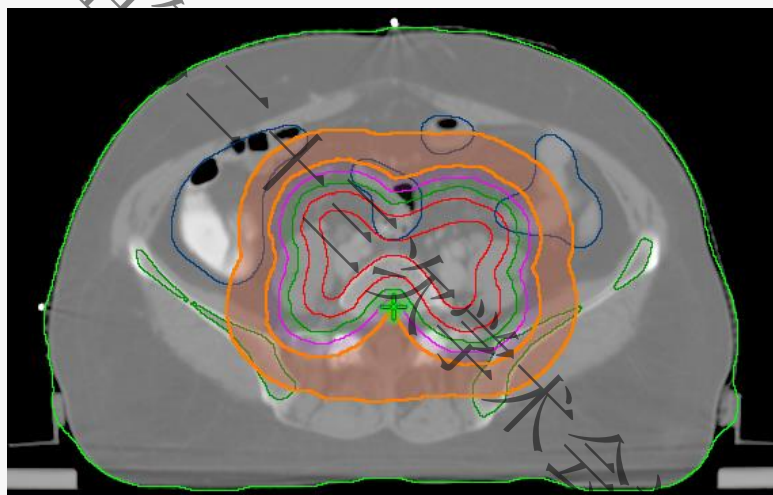
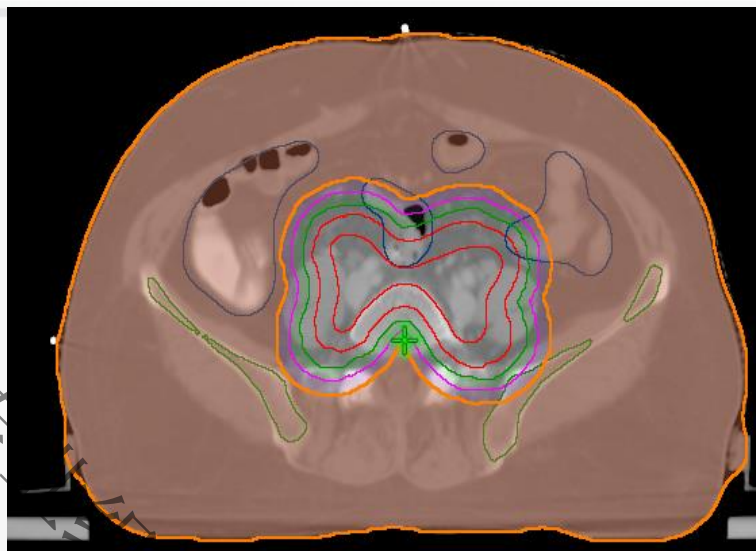
内缘距PTV边缘为0.5cm、
1cm、1.5cm

外缘均扩至body边缘

VMAT: R1、R2、R3

内缘距PTV边缘为0.5cm、
1cm、1.5cm

外缘均扩至距PTV边缘3cm
(精确定义, 缩短优化时间)



治疗床

体验—宫颈癌计划设计为例

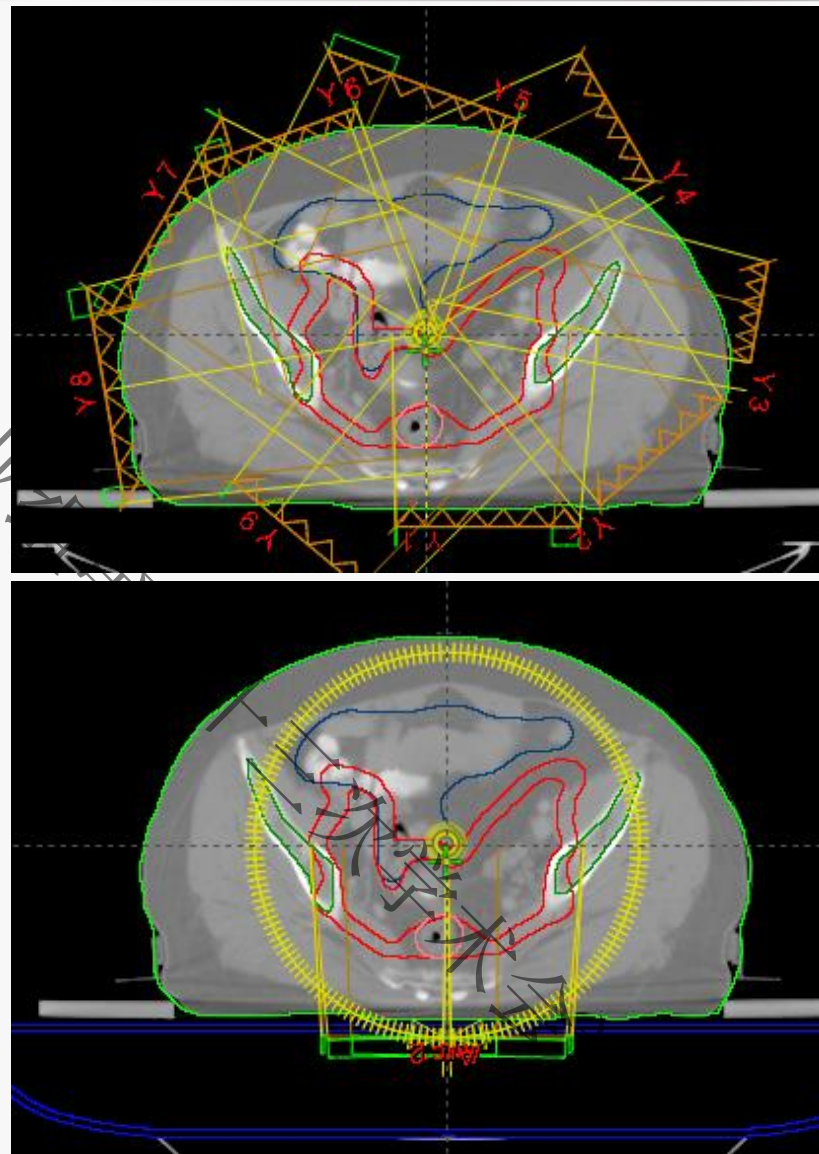


北京协和医院
PEKING UNION MEDICAL COLLEGE HOSPITAL

射野设计：

IMRT：7野或9野均分

VMAT：增加2个全弧射野（分别为CW、CCW两个旋转方向，准直器 $\pm 10^\circ$ ）



体验—宫颈癌计划设计为例

☒ Use Normal Tissue Objective Priority: 150 Define Settings...

☒ Bladder	Volume [cc]:	302	Points:	174597	Resolution [mm]:	1.50
	Upper Volume [%]:	0.0	Dose [cGy]:	3600.0	Priority:	60
	Upper Volume [%]:	40.0		3200.0	Priority:	60
☒ BODY	Volume [cc]:	22027	Points:	171026	Resolution [mm]:	7.00
	Upper Volume [%]:	0.0	Dose [cGy]:	3600.0	Priority:	1000
☒ PCTV	Volume [cc]:	1542	Points:	143943	Resolution [mm]:	3.00
	Upper Volume [%]:	0.0	Dose [cGy]:	3600.0	Priority:	0
	Upper Volume [%]:	0.0		3888.0	Priority:	80
	Lower Volume [%]:	100.0	Dose [cGy]:	3780.0	Priority:	120
☒ R2	Volume [cc]:	12518	Points:	103694	Resolution [mm]:	7.00
	Upper Volume [%]:	0.0	Dose [cGy]:	2880.0	Priority:	60
☒ R3	Volume [cc]:	11955	Points:	102970	Resolution [mm]:	7.00
	Upper Volume [%]:	0.0	Dose [cGy]:	2520.0	Priority:	60
☒ R4	Volume [cc]:	11291	Points:	102472	Resolution [mm]:	7.00
	Upper Volume [%]:	0.0	Dose [cGy]:	2160.0	Priority:	60
☒ Rectum	Volume [cc]:	53	Points:	52687	Resolution [mm]:	1.50
	Upper Volume [%]:	0.0	Dose [cGy]:	3600.0	Priority:	60
	Upper Volume [%]:	40.0		3200.0	Priority:	60
☒ Small Intestine	Volume [cc]:	1284	Points:	171170	Resolution [mm]:	3.00
	Upper Volume [%]:	0.0	Dose [cGy]:	3600.0	Priority:	100
	Upper Volume [%]:	40.0		2400.0	Priority:	60
☒ Spinal Cord	Volume [cc]:	34	Points:	180715	Resolution [mm]:	0.80

优化过程:

VMAT: 基于DV objective进行优化, 目标函数设置与IMRT相同, Priority 设置不同, 优化过程分5步进行, 每一步都需要进行干预 (Priority)



优化过程:

IMRT: 基于DV Objective 进行优化, 优化过程人为干预的步骤较少

☒ Use Normal Tissue Objective Priority: 150 Define Settings...

☒ Bladder	Volume [cc]:	302	Points:	34006	Resolution [mm]:	2.00
	Upper Volume [%]:	40.0	Dose [cGy]:	3200.0	Priority:	130
	Upper Volume [%]:	0.0		3600.0	Priority:	120
☒ BODY	Volume [cc]:	22027	Points:	27193	Resolution [mm]:	9.00
☒ PCTV	Volume [cc]:	1542	Points:	51396	Resolution [mm]:	3.00
	Upper Volume [%]:	0.0	Dose [cGy]:	3600.0	Priority:	0
	Upper Volume [%]:	0.0		3888.0	Priority:	400
	Lower Volume [%]:	100.0	Dose [cGy]:	3780.0	Priority:	250
☒ R2	Volume [cc]:	3617	Points:	35726	Resolution [mm]:	4.50
	Upper Volume [%]:	0.0	Dose [cGy]:	2880.0	Priority:	120
☒ R3	Volume [cc]:	3037	Points:	42711	Resolution [mm]:	4.00
	Upper Volume [%]:	0.0	Dose [cGy]:	2520.0	Priority:	120
☒ R4	Volume [cc]:	2348	Points:	49279	Resolution [mm]:	3.50
	Upper Volume [%]:	0.0	Dose [cGy]:	2160.0	Priority:	120
☒ Rectum	Volume [cc]:	53	Points:	27396	Resolution [mm]:	1.20
	Upper Volume [%]:	40.0	Dose [cGy]:	3200.0	Priority:	130
	Upper Volume [%]:	0.0		3600.0	Priority:	120
☒ Small Intestine	Volume [cc]:	1284	Points:	42800	Resolution [mm]:	3.00
	Upper Volume [%]:	40.0	Dose [cGy]:	2400.0	Priority:	130
	Upper Volume [%]:	0.0		3600.0	Priority:	120
☒ Spinal Cord	Volume [cc]:	34	Points:	30399	Resolution [mm]:	1.00
	Upper Volume [%]:	0.0	Dose [cGy]:	2200.0	Priority:	120

体验—宫颈癌计划设计为例



北京协和医院
PEKING UNION MEDICAL COLLEGE HOSPITAL

优化过程及剂量计算:

IMRT: 基于DVO (Dose Volume Objectives) 进行优化, 首先得到optimized fluence, 再通过LMC (leaf motion calculation) 得到Actual fluence, 整个过程中不考虑治疗床的衰减

VMAT: 基于DVO进行优化, 每一步通过MRDC (Multi-Resolution Dose Calculation) 进行粗算, 整个优化过程结束后用AAA算法进行, 最后直接得到机器治疗参数 (control point), 实际剂量和优化剂量间误差减小至2%以内, 计算过程中考虑治疗床的衰减

Control point: MLC position

Gantry speed

MU weight

体验—宫颈癌计划设计为例



北京协和医院
PEKING UNION MEDICAL COLLEGE HOSPITAL

优化时间：

IMRT：一般为20-30min

VMAT：一般为60-120min（更高版本速度有很大提升）

治疗床

体验—宫颈癌计划设计为例



北京协和医院
PEKING UNION MEDICAL COLLEGE HOSPITAL

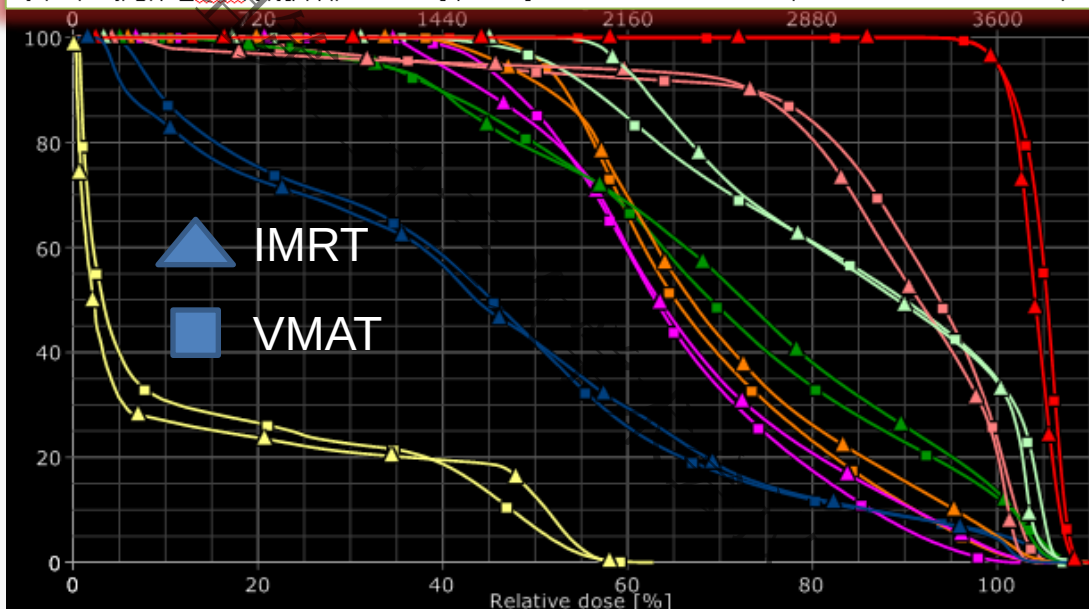
计划评估：

与IMRT计划相比，靶区剂量并无明显变化，危及器官受量有所减少；机器跳数减少50-60%，结论宫颈癌患者采用VIMAT技术可获得等同于或优FF-IMRT计划的剂量分布，机器数量明显降低，提高了治疗效率

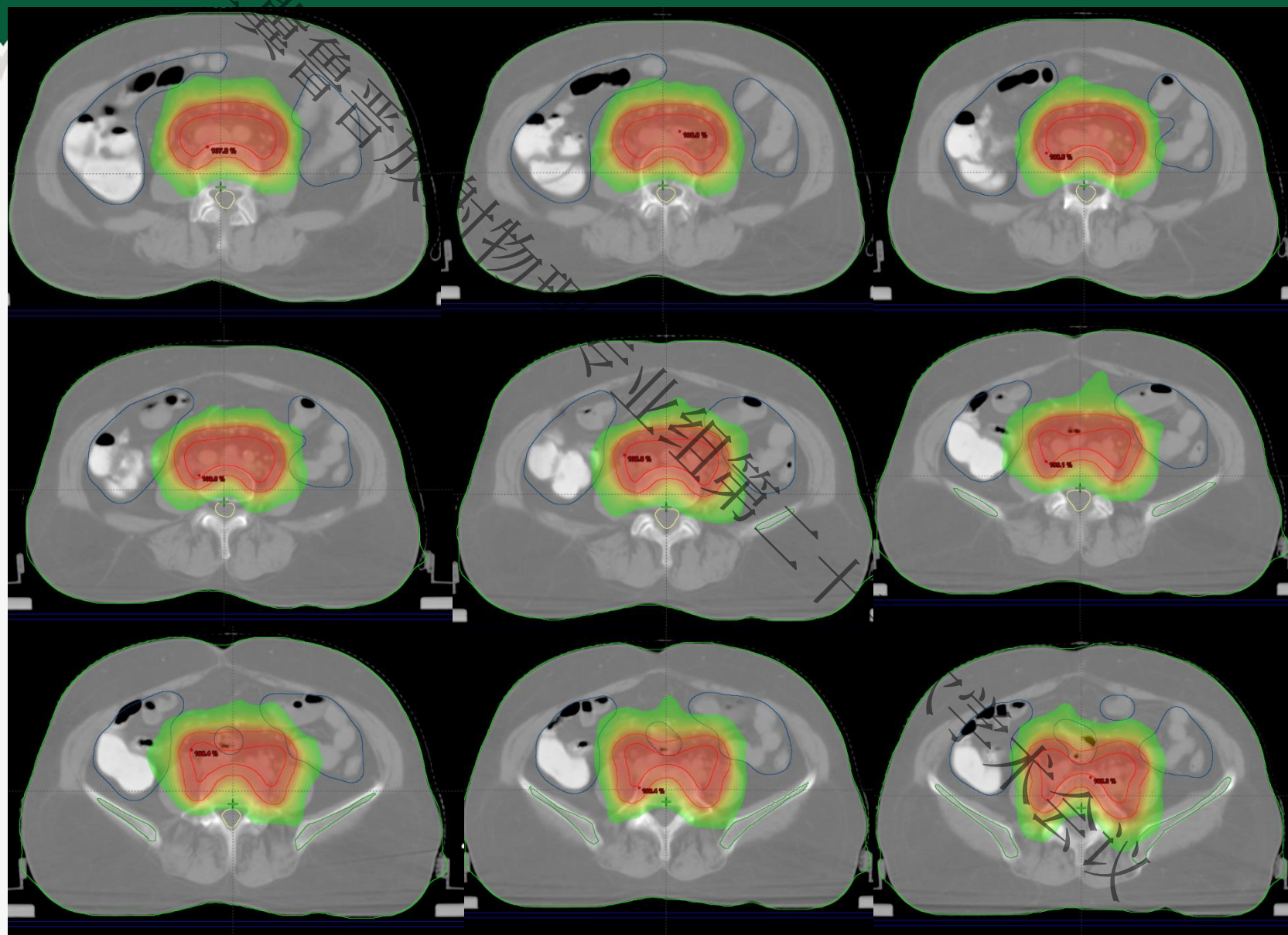
宫颈癌术后盆腔容积调强弧形治疗与固定野调强放疗计划的剂量学研究

杨波 庞廷田 孙显松 胡克 邱杰 张福泉

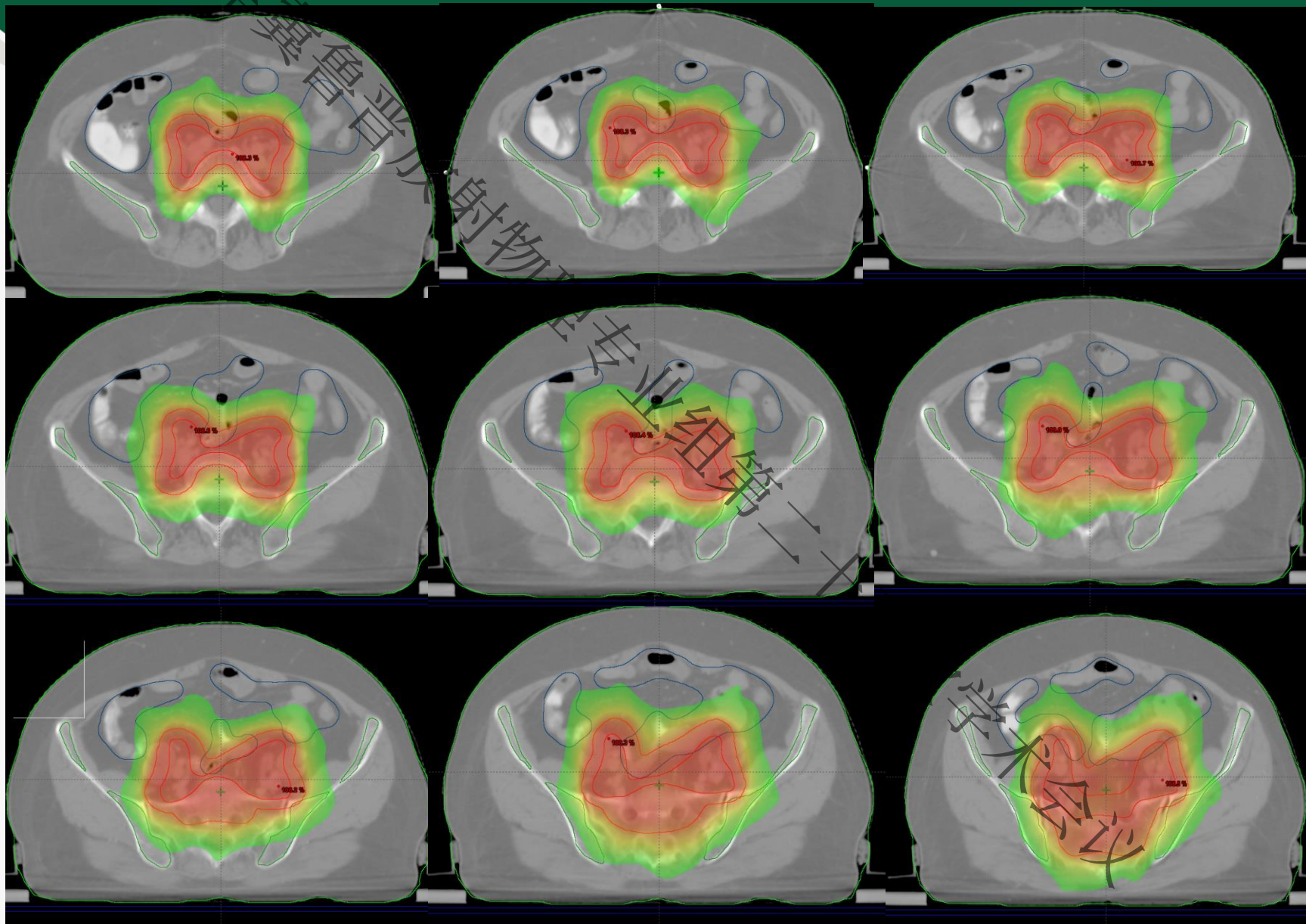
【摘要】目的 研究宫颈癌术后患者应用固定野调强放疗(FF-IMRT)和容积调强弧形治疗(VIMAT)计划剂量学差异。**方法** 选择13例宫颈癌术后调强放疗患者CT模拟定位并勾画靶区及危及器官，对同一CT图像设计FF-IMRT计划和VIMAT计划，评估计划靶体积(PTV)及危及器官的剂量学参数。两种计划参数比较用配对t检验。**结果** 与FF-IMRT计划相比，VIMAT计划PTV的95%覆盖度增加($t=9.84$, $P=0.000$)、110%覆盖度降低($t=-3.72$, $P=0.003$)、最大剂量(D_{max})降低($t=-3.51$, $P=0.005$)、适形指数变差($t=5.93$, $P=0.000$)，但PTV的105%覆盖度、平均剂量(D_{mean})、不均匀指数均相似($t=-0.02$ 、 -0.60 、 1.13 , $P=0.842$ 、 0.560 、 0.283)；膀胱的 V_{50} 降低约10%($t=-4.987$, $P=0.000$)、 D_{mean} 降低1.4Gy($t=-3.651$, $P=0.004$)、 D_{max} 降低1.5Gy($t=-18.026$, $P=0.000$)，直肠V40降低约10%($t=-2.994$, $P=0.012$)、 D_{mean} 降低0.6Gy($t=-2.976$, $P=0.013$)、 D_{max} 降低0.8Gy($t=-4.046$, $P=0.002$)，小肠的V40降低最多(10%)($t=-4.736$, $P=0.001$)、 D_{max} 降低0.8Gy($t=-9.452$, $P=0.000$)，骨髓V50降低最多(16%)($t=-4.039$, $P=0.002$)、 D_{mean} 降低1.9Gy($t=-16.211$, $P=0.000$)，左、右股骨头D5和马尾神经 D_{max} 分别降低1.6、2.7Gy和1.5Gy($t=-2.89$ 、 -6.22 、 -4.80 , $P=0.015$ 、 0.000 、 0.001)；



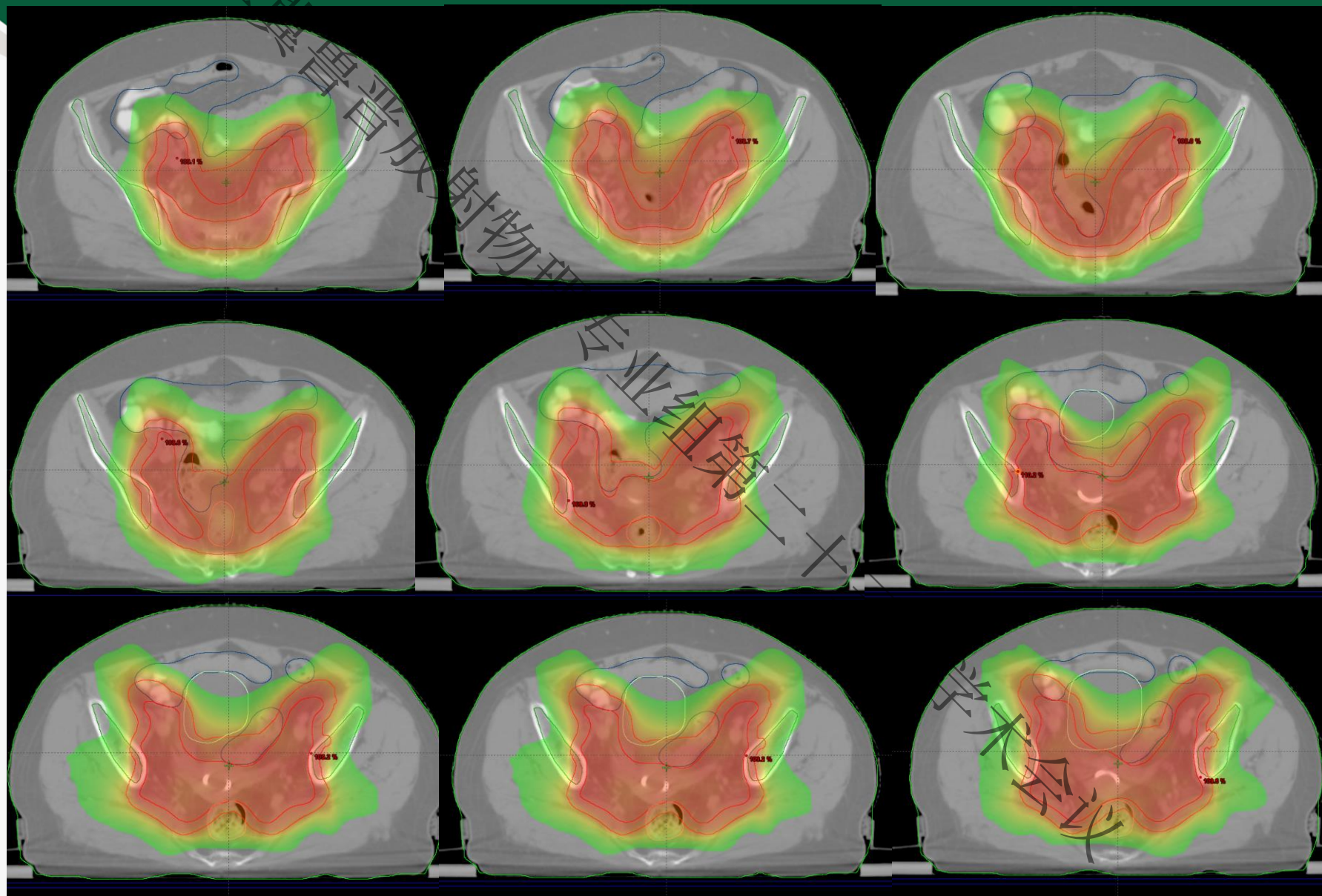
体验—宫颈癌计划设计为例



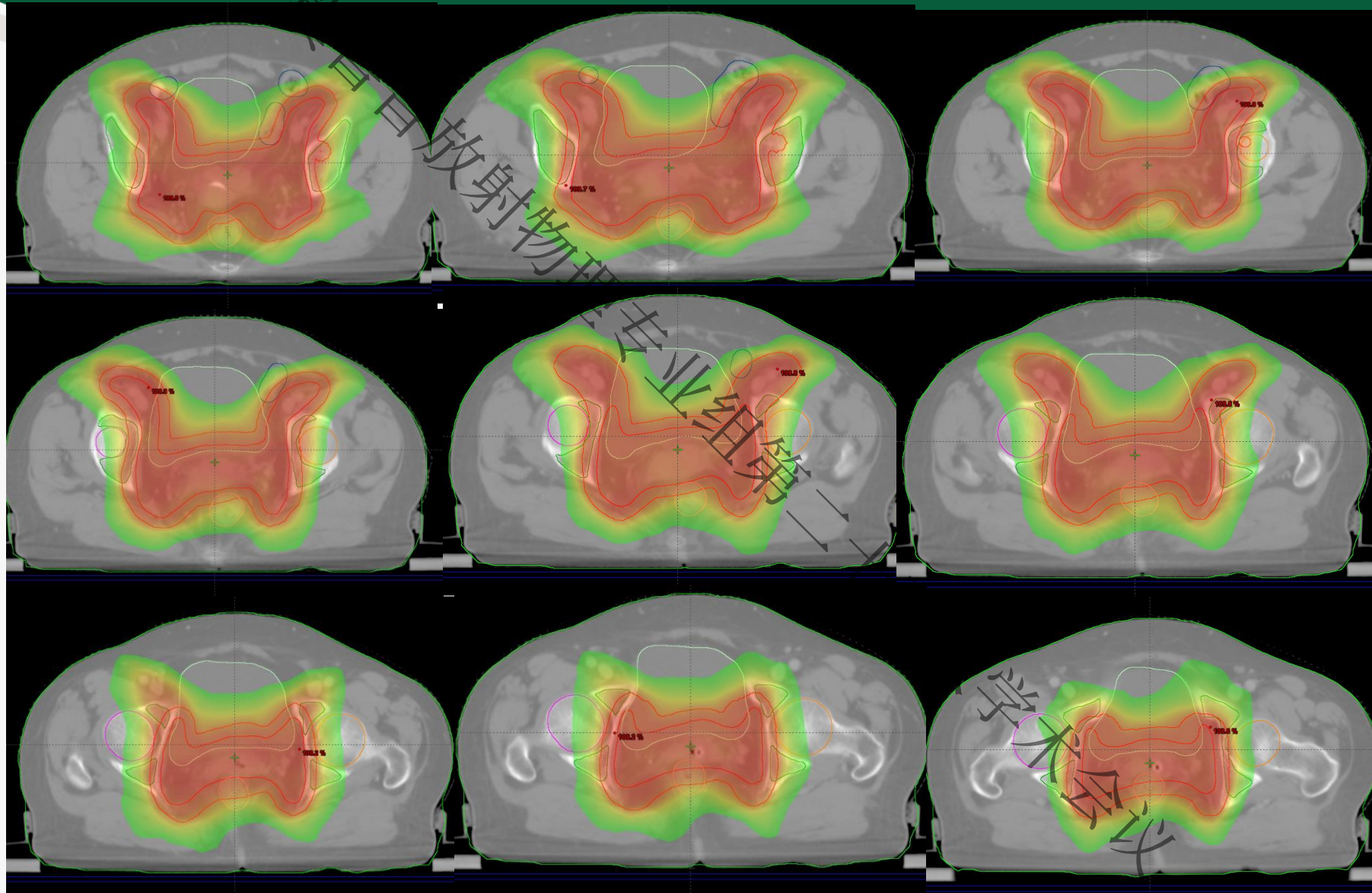
体验—宫颈癌计划设计为例



体验—宫颈癌计划设计为例



体验—宫颈癌计划设计为例



体验—宫颈癌计划设计为例

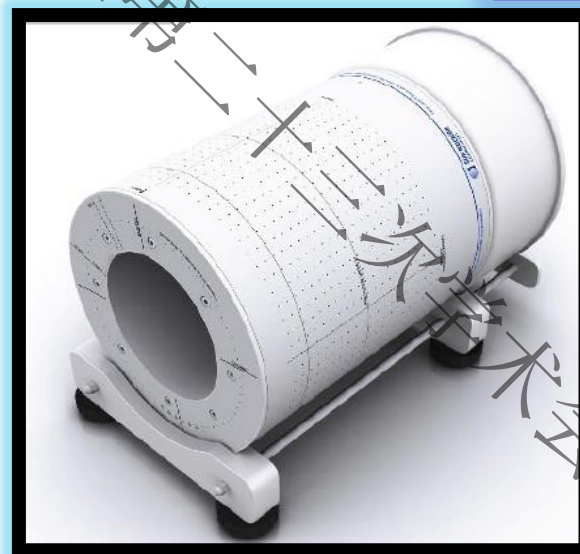
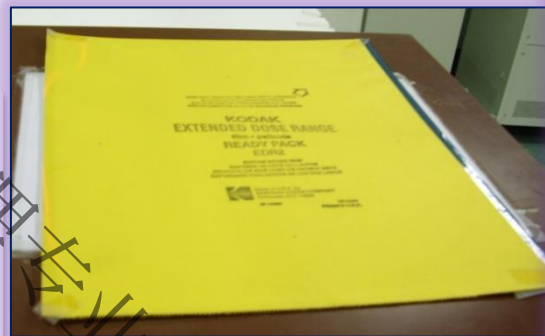


北京协和医院
PEKING UNION MEDICAL COLLEGE HOSPITAL

计划验证:

IMRT: 点剂量+面剂量验证

VMAT: 点剂量+三维剂量验证



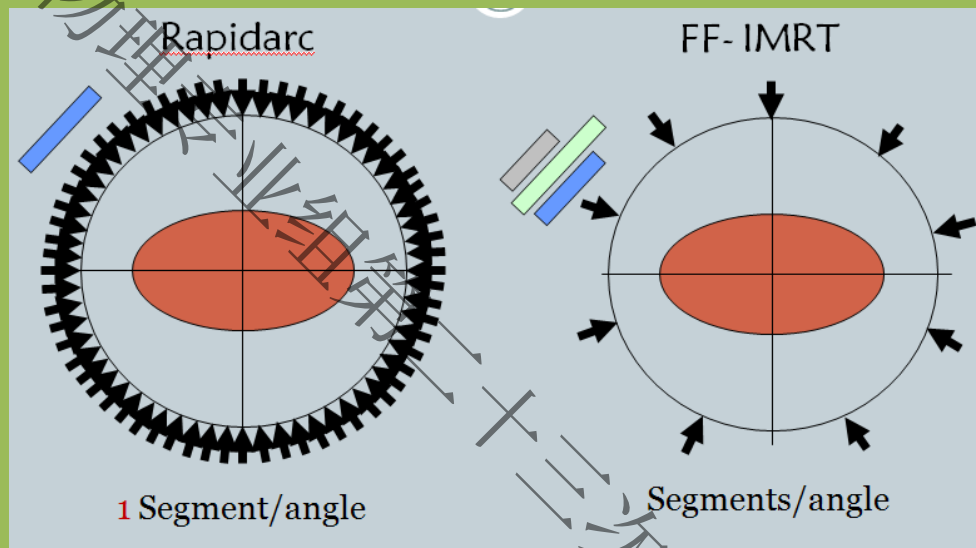
体验一计划执行

计划执行:

治疗效率大大提高

IMRT: 12-15min/人次

VMAT: 3-5min/人次



开机人员负荷减轻:

每个VMAT患者只需进行两次beam on 操作

总结



北京协和医院
PEKING UNION MEDICAL COLLEGE HOSPITAL

“缺点”很少！

物理师工作量大大增加（计划制作、验证、设备质控）

优点很多：

首先，最大受益者为病人

缩短治疗时间

提高了治疗舒适度

减少了治疗过程中位置移动

提高生物效应

减少了二次致癌几率？（MU减少60%）



总结



北京协和医院
PEKING UNION MEDICAL COLLEGE HOSPITAL

优点：

其次，医院受益

治疗患者数量增加，医院在临床业务增加的同时财政创收提高

再次，科室和工作人员受益

简化了治疗操作，优化了治疗流程

患者数量增加，科室和个人创收增加，临床和科研水平也同步提高





谢谢！

欢迎到协和
参观指导！

