

全脑全脊髓VMAT计划的初步探讨

天津医大总医院 放疗科

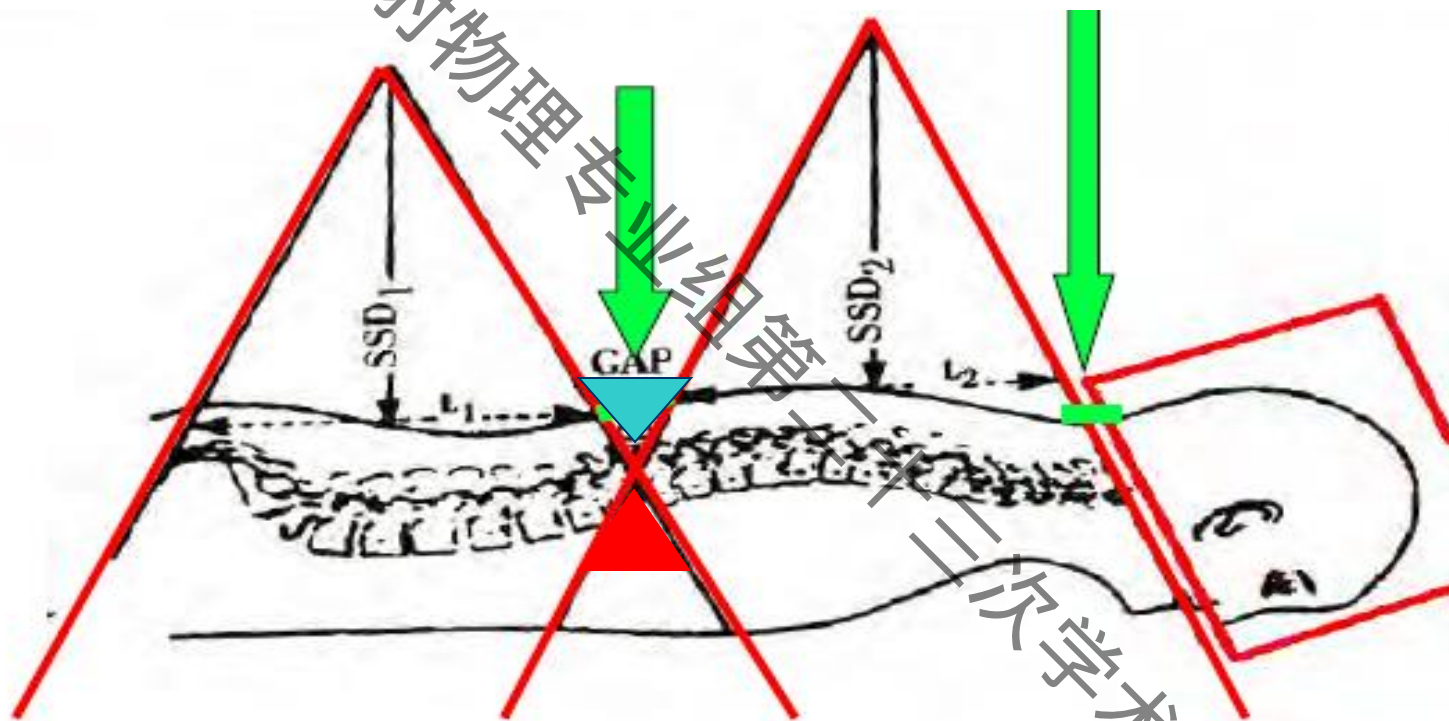
王克强

指导老师：徐晓教授

全脑全脊髓照射的适应症

- 髓母细胞瘤
- 生殖细胞瘤
- 原发性中枢神经系统恶性淋巴瘤

传统方法



天津肿瘤放疗物理专业组第十二次学术会议

目标

- 探讨VMAT计划是否可以消除剂量冷热点。
- 是否可以提高靶区剂量均匀性和适形度。
- 是否可以降低危及器官的受量，减轻副反应。

材料和方法

- 病人仰卧，用 Philips Brilliance CT Big Bore 扫描，5mm层厚。
- 三个等中心点在一条直线上
- 利用Pinnacle9.2设计治疗计划，6MV X线
- 勾画CTVbrain和CTVspine
- $PTV_{brain} = CTV_{brain} + 3mm$
 $PTV_{spine} = CTV_{spine} + 5mm$

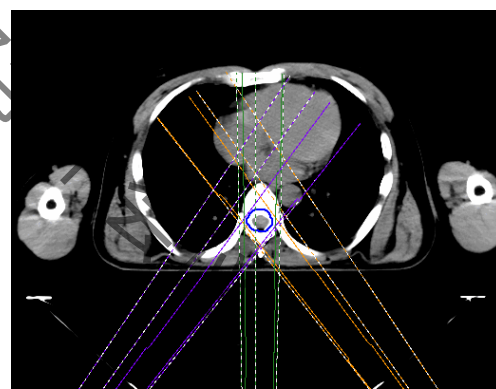
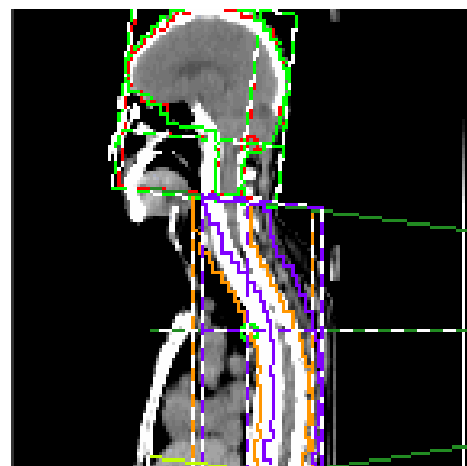
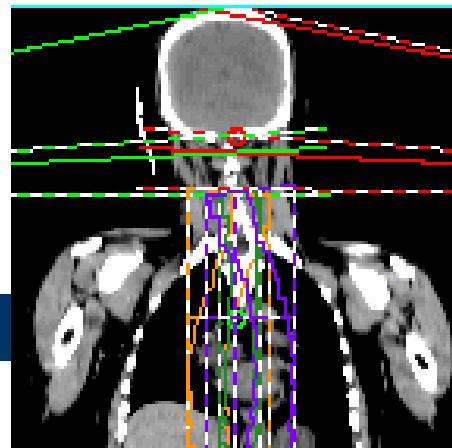


计划要求

- 处方剂量 36Gy, 20次。
- 至少95%的PTV受到至少34.2Gy($95\% \times 36\text{Gy}$)的剂量。
- 尽量降低危及器官 (OAR) 的剂量, 包括晶体、肺、心脏、肝、肾等。

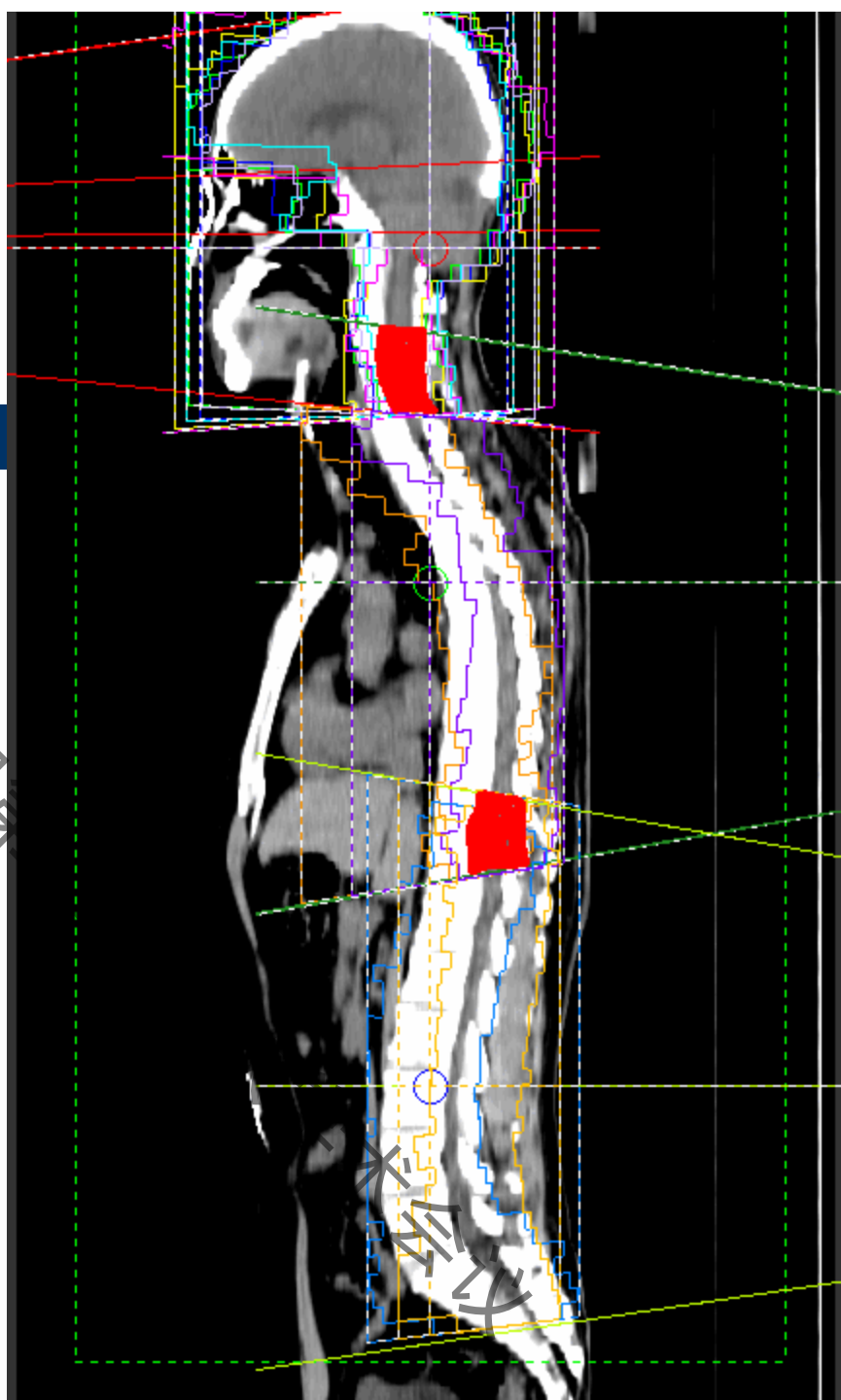
3DCRT

- 头部采用对穿野，通过调节床角和小机头角度，实现头部和上段脊髓的射野衔接。
- 两段脊髓野的机架角分别是 145° ， 180° 和 215°



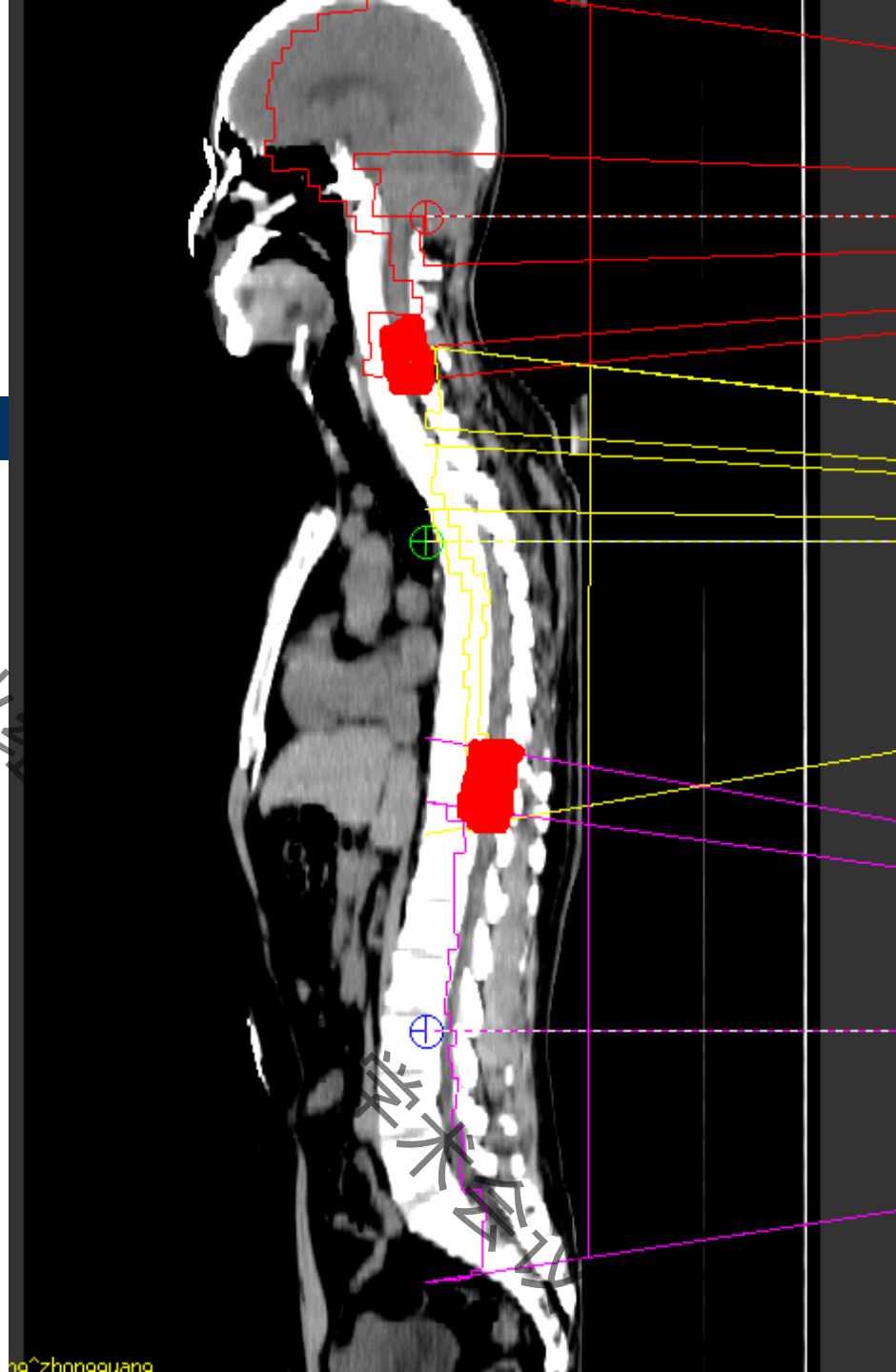
IMRT

- 头部采用7野调强，机架角分别为 0° ， 65° ， 100° ， 123° ， 230° ， 257° 和 215° 。
- 两段脊髓野采用三野调强，机架角分别是 145° ， 180° 和 215° 。
- 射野交叠区为5cm。



VMAT

- 头部采用 50° — 180° 和 181° — 310° 两个弧。
- 两段脊髓野分别采用 120° — 180° 和 181° — 240° 两个弧。
- 射野交叠区为5cm。



结果

Absolute

4200.0 cGy

3960.0 cGy

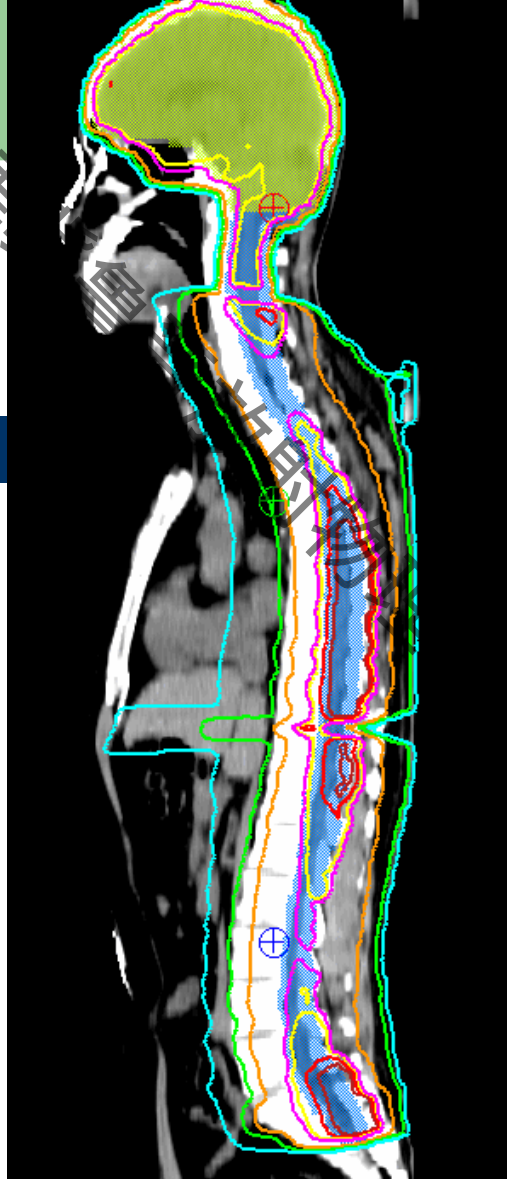
3600.0 cGy

3420.0 cGy

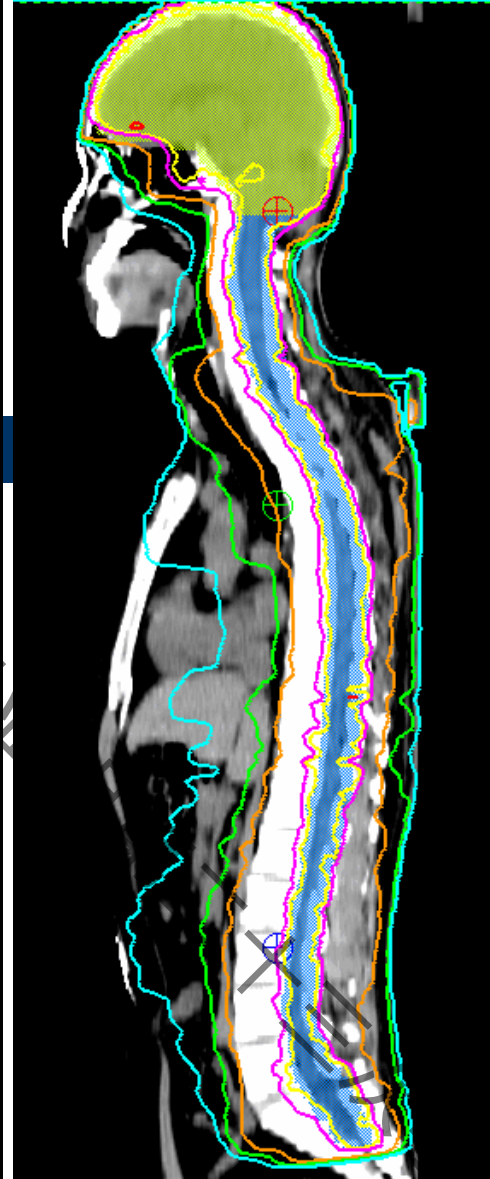
1800.0 cGy

1080.0 cGy

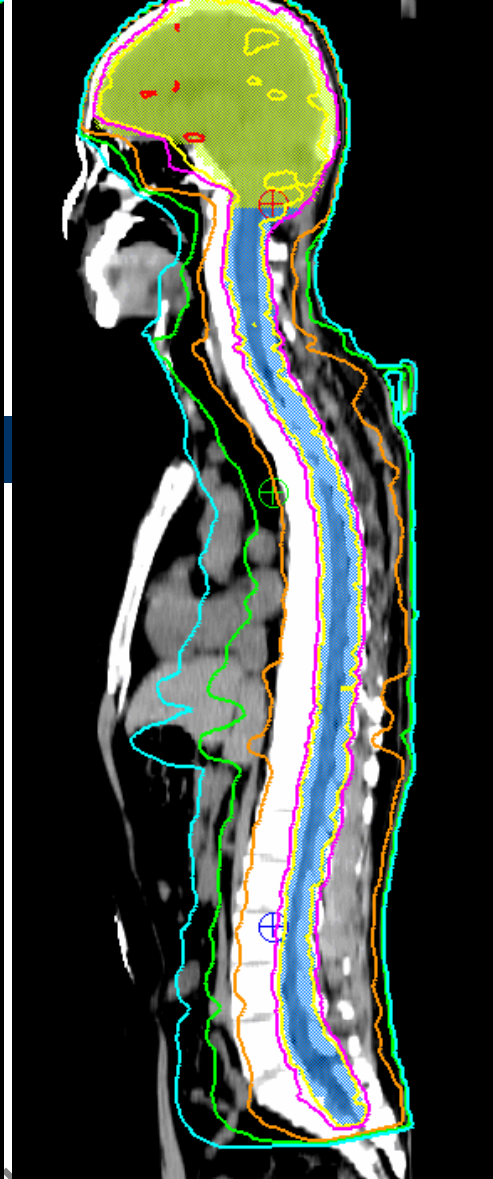
720.0 cGy



3DCRT



IMRT

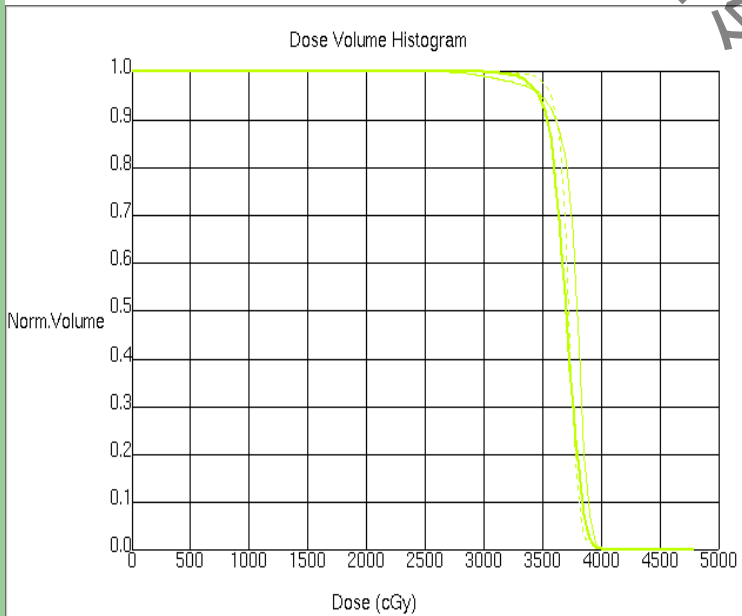


VMAT

北京清华协和放疗物理专业组第三十次学术年会

DVH

PTVbrain

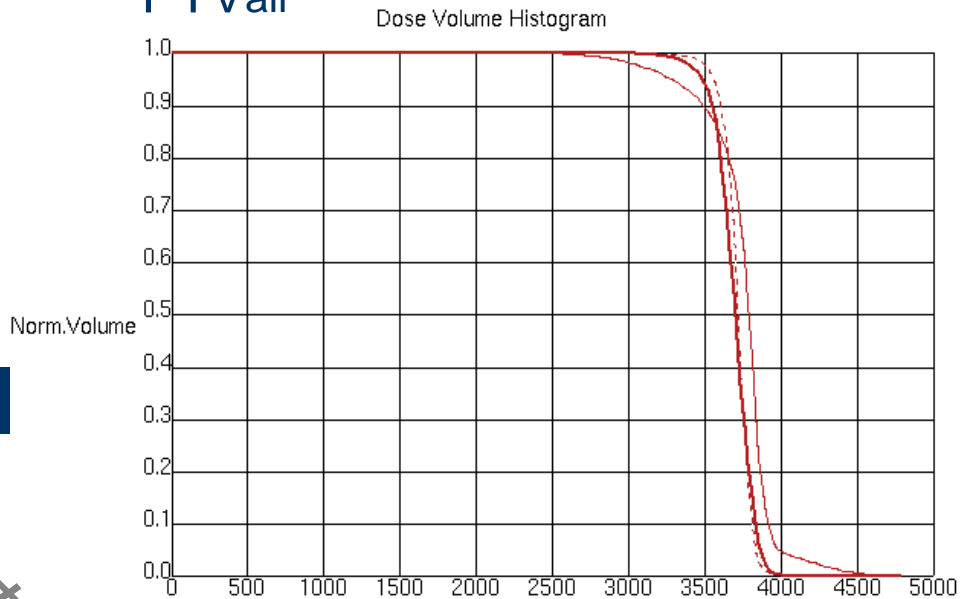


3DCRT: 细实线

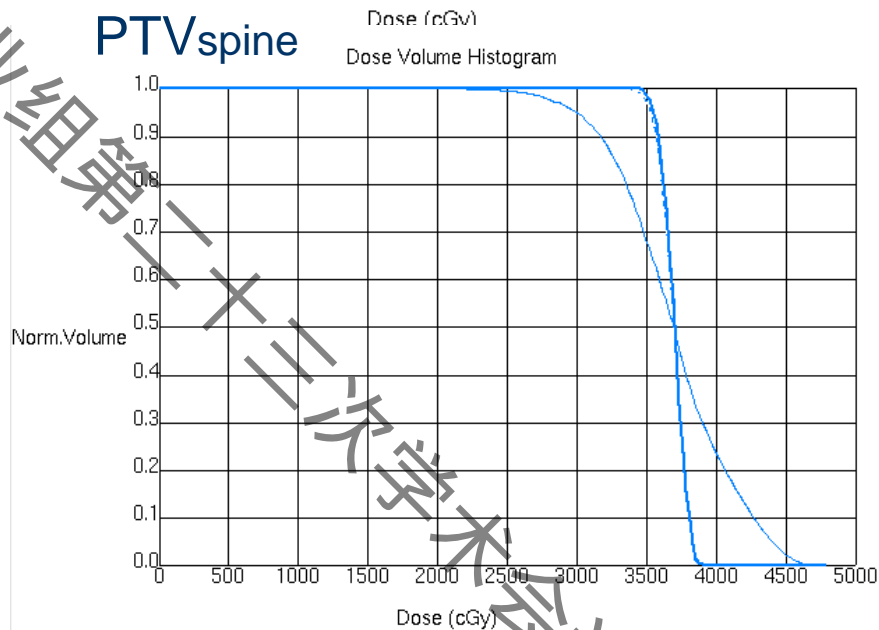
IMRT: 虚线

VMAT: 粗实线

PTVall

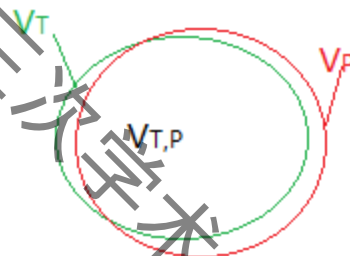


PTVspine



计划评估参数

- 适形度指数 $CI = V_{T,P} * V_{T,P} / (V_T * V_P)$
- 均匀性指数 $HI = (D_{2\%} - D_{98\%}) / D_{50\%}$ 或 $(D_{max} - D_{98\%}) / D_{50\%}$
- D_{max} $D_{2\%} = D_{near-max}$ $D_{98\%} = D_{near-min}$
- V_T : 靶区体积
- V_P : 95%的等剂量面包绕的体积。
- $V_{T,P}$: 95%的等剂量面包绕的靶区体积。



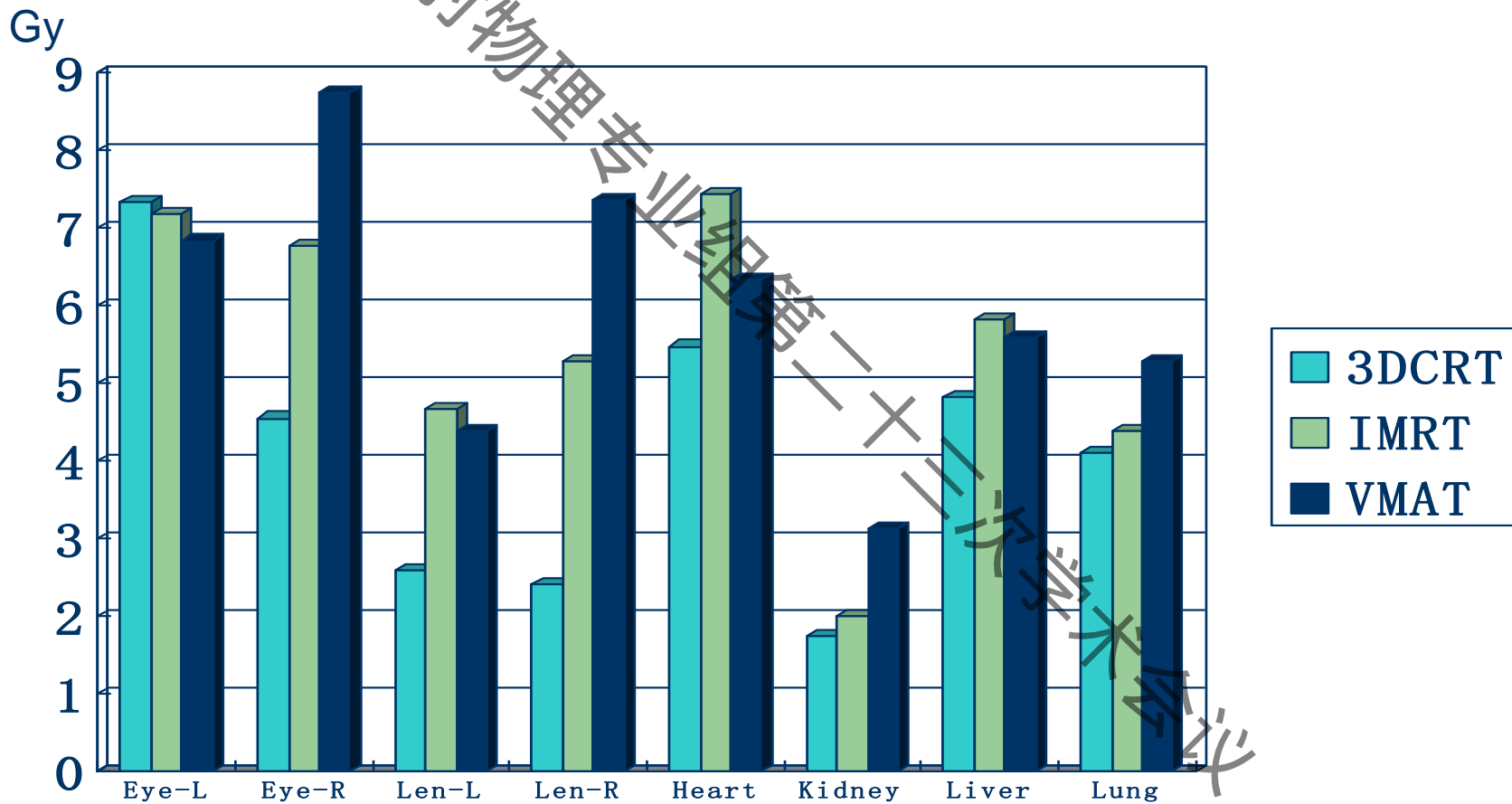
PTVbrain

	3DCRT	IMRT	VMAT
Dnear-max	3945	3868	3910
Dnear-min	3175	3490	3350
Dmean	3758	3714	3687
V95%	0.961	0.988	0.964
V107%	0.227	0.032	0.083
CI	0.859	0.865	0.876
HI	0.203	0.102	0.151

PTVspinal

	3DCRT	IMRT	VMAT
Dmax	4728	3950	3921
Dnear-min	2760	3485	3515
Dmean	3689	3690	3696
V95%	0.746	0.995	0.999
V107%	0.338	0.022	0.017
CI	0.435	0.652	0.713
HI	0.533	0.126	0.11

OARs



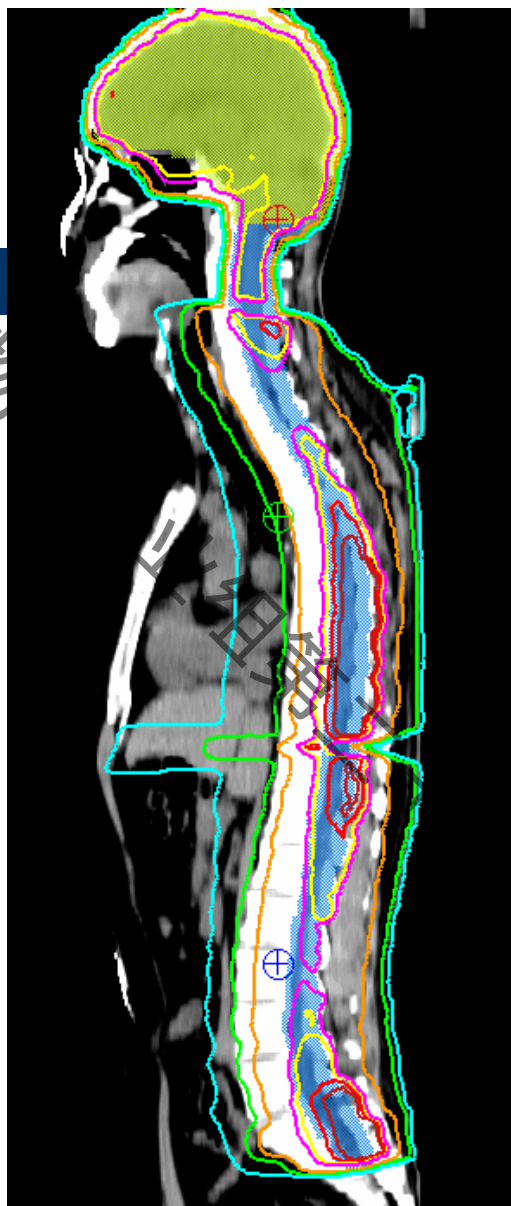
靶区外剂量

	3DCRT	IMRT	VMAT
Lung-V20(%)	0.1	1.88	1
Lung-V10(%)	10.7	8.6	11
Lung-V5(%)	29.6	31.9	37.2
Body	7.03	8.29	8.55
Body-PTV	5.03	6.39	6.68
Body-V5(%)	37.6	44.6	48.1
Non-target Dmax	47.7	40.4	39.3

位移误差的影响—3DCRT

• 假设治疗脊髓上段过程中病人移动3mm

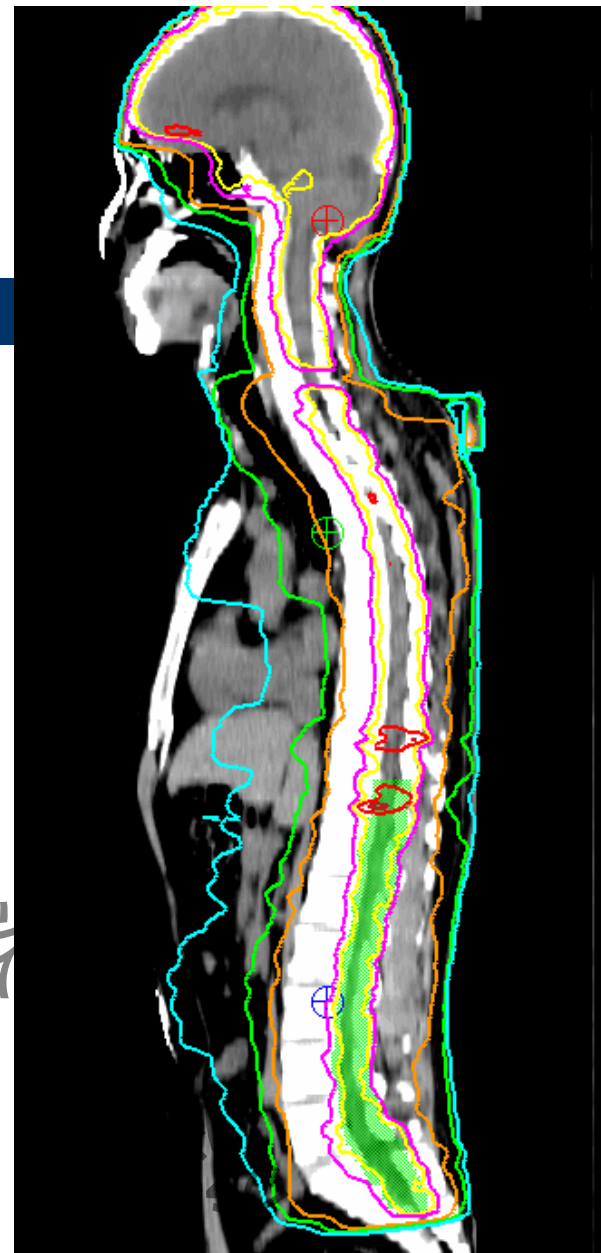
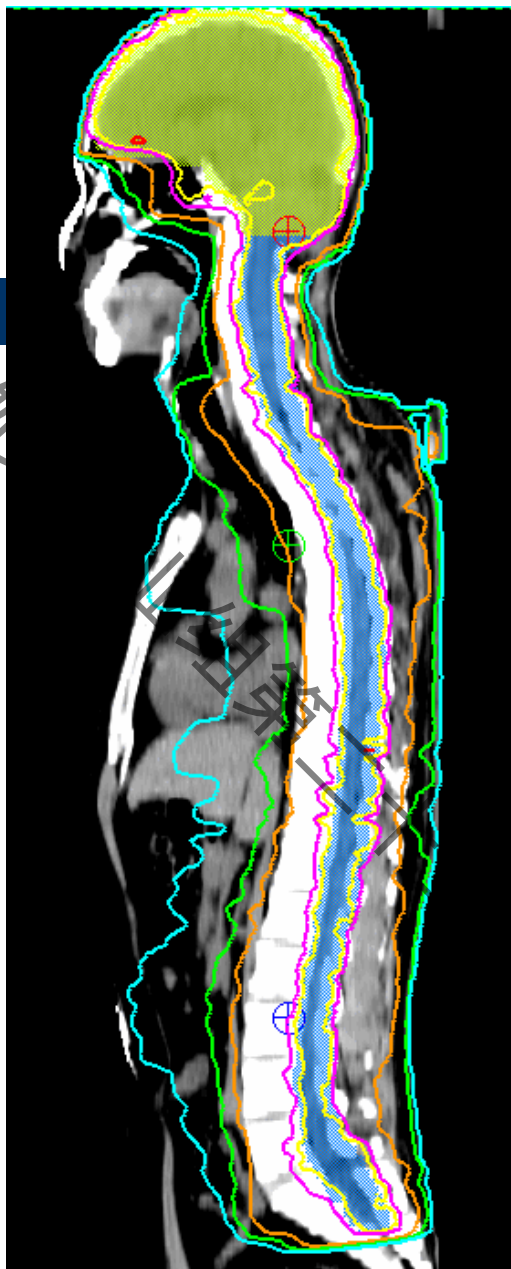
偏差30%



位移误差的影响—IMRT

偏差

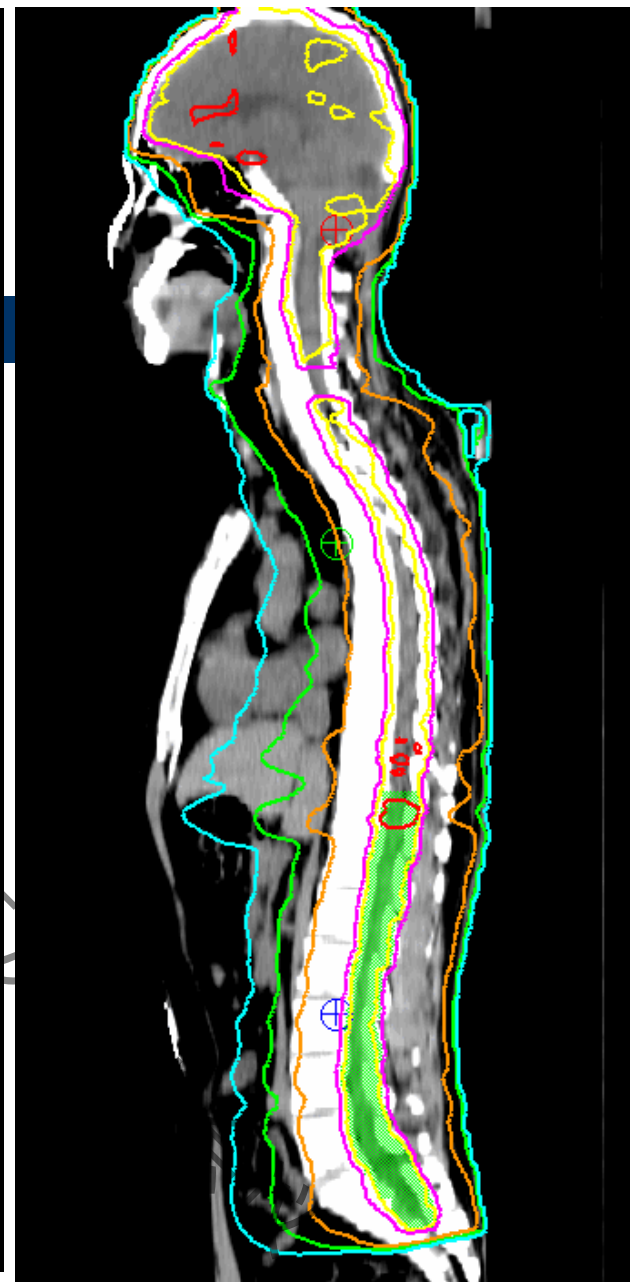
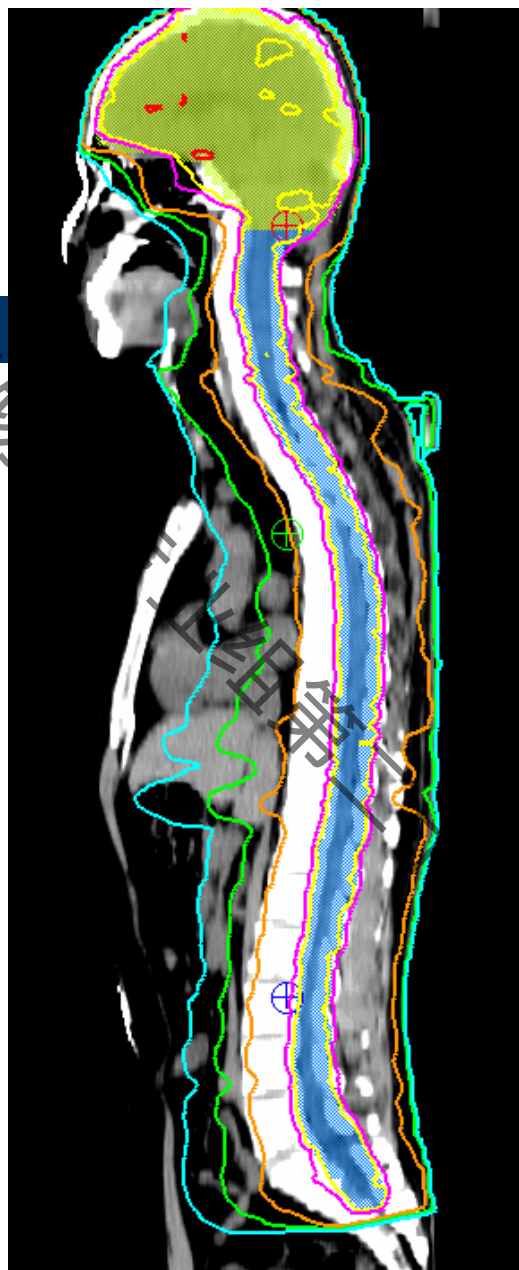
10%



位移误差的影响—VMAT

偏差

8%



效率

- 3DCRT: 670 MU
- IMRT: 1187 MU
- VMAT: 841 MU

总结

- 相较3DCRT，IMRT和VMAT技术可以得到更好的靶区适形度，同时靶区内剂量分布更均匀。
- IMRT和VMAT通过设置不同等中心射野间的交叠区域，可以避免剂量冷热点的出现，治疗过程中即便产生位移偏差，对剂量分布的影响也远小于直接射野衔接方法。
- VMAT虽然可以降低危及器官的最高剂量，但增加了低剂量区的范围。

结论

- 对全脑全脊髓照射，IMRT和VMAT技术都可以实现。
- VMAT较IMRT治疗所需MU较少，提高了效率。
- VMAT较IMRT治疗所需时间短，减少了病人在治疗过程中因移动产生误差的可能。

下一步

- VMAT技术同TOMO的比较
- 质子治疗或许能够更好地保护各器官
- 如何降低位移偏差对剂量分布的影响