

IGRT中常用CT的影像质量分析

王运来

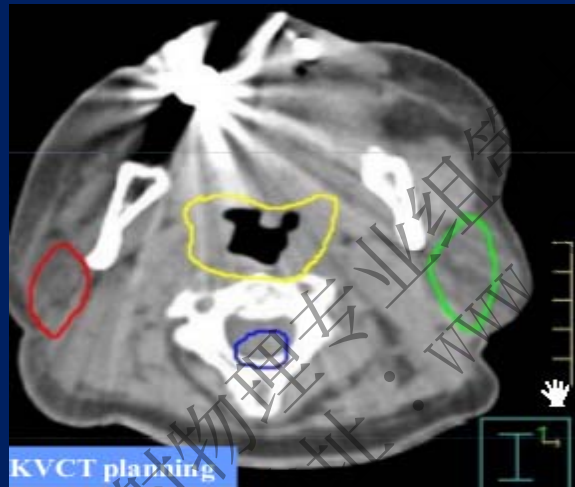
解放军总医院放疗科

1. CT在IGRT中的作用及其对影像质量的特殊要求

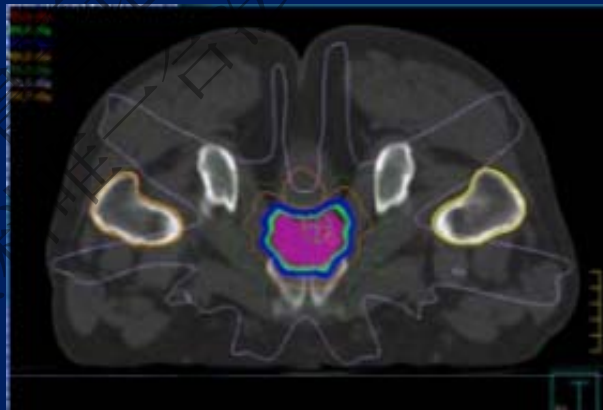
- 靶区和重要器官的勾画：**分辨率+几何准确性**

- 摆位误差修正

- 疗效评估



- 治疗计划中吸收剂量计算：**CT值+几何准确性**



体表轮廓完整

2. IGRT中常用的CT设备

- kV 螺旋CT
- kV 锥形束CT
- MV 螺旋CT



三种CT设备的参数

CT扫描设备	Philips Brilliance™	Elekta XVI	Hi-ART II
射线	90~140kV	60~150kV	3.5MV
探测器型号	GOS稀土陶瓷	非晶硅探测器面板	高压充氙气体探测器
焦点到等中心的距离	64.5cm	100cm	85cm
最大FOV	60cm	52.4cm	40cm
常规扫描层厚(mm)	2, 3, 5	最小为像素大小	2, 4, 6
常用像素矩阵	512×512	1024×1024	512×512
扫描方式	螺旋扫描	锥形束	螺旋扫描
图像重建算法	FBP滤波反投影重建	FDK改进滤波反投影重建	最大似然迭代重建

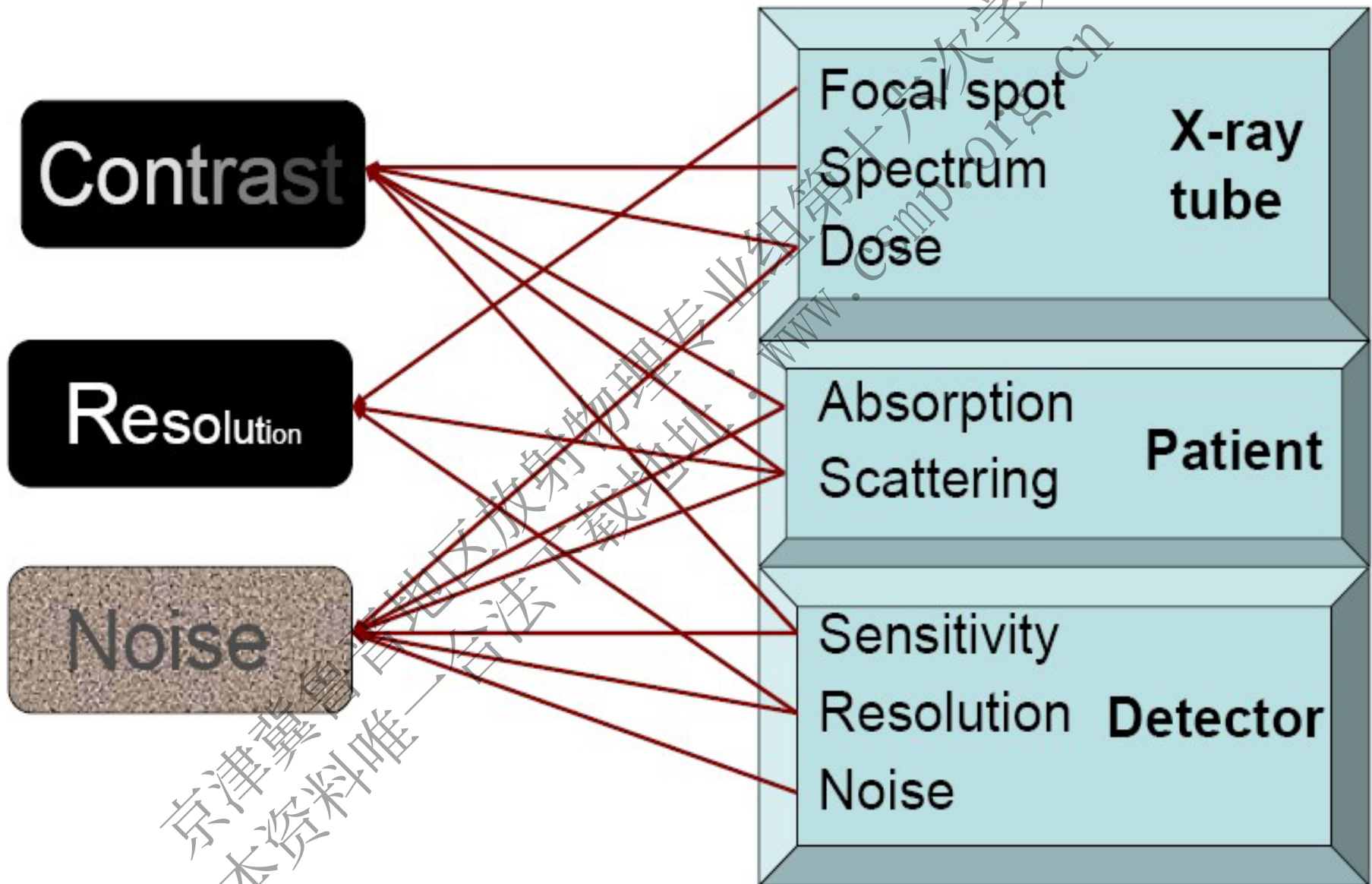
3. CT影像质量的主要指标

- CT值均匀性和线性
- 空间分辨率
- 低对比度分辨率
- 几何准确性
- 辐射剂量

影像质量的影响因素

- 机械设计：射线质、准直器和探测器
- 视窗（FOV）大小
- 重建算法
- 被扫描物体的物理特性：材料、几何形状、均匀性、在视窗中的位置和运动状态
- 噪声

Image quality dependencies



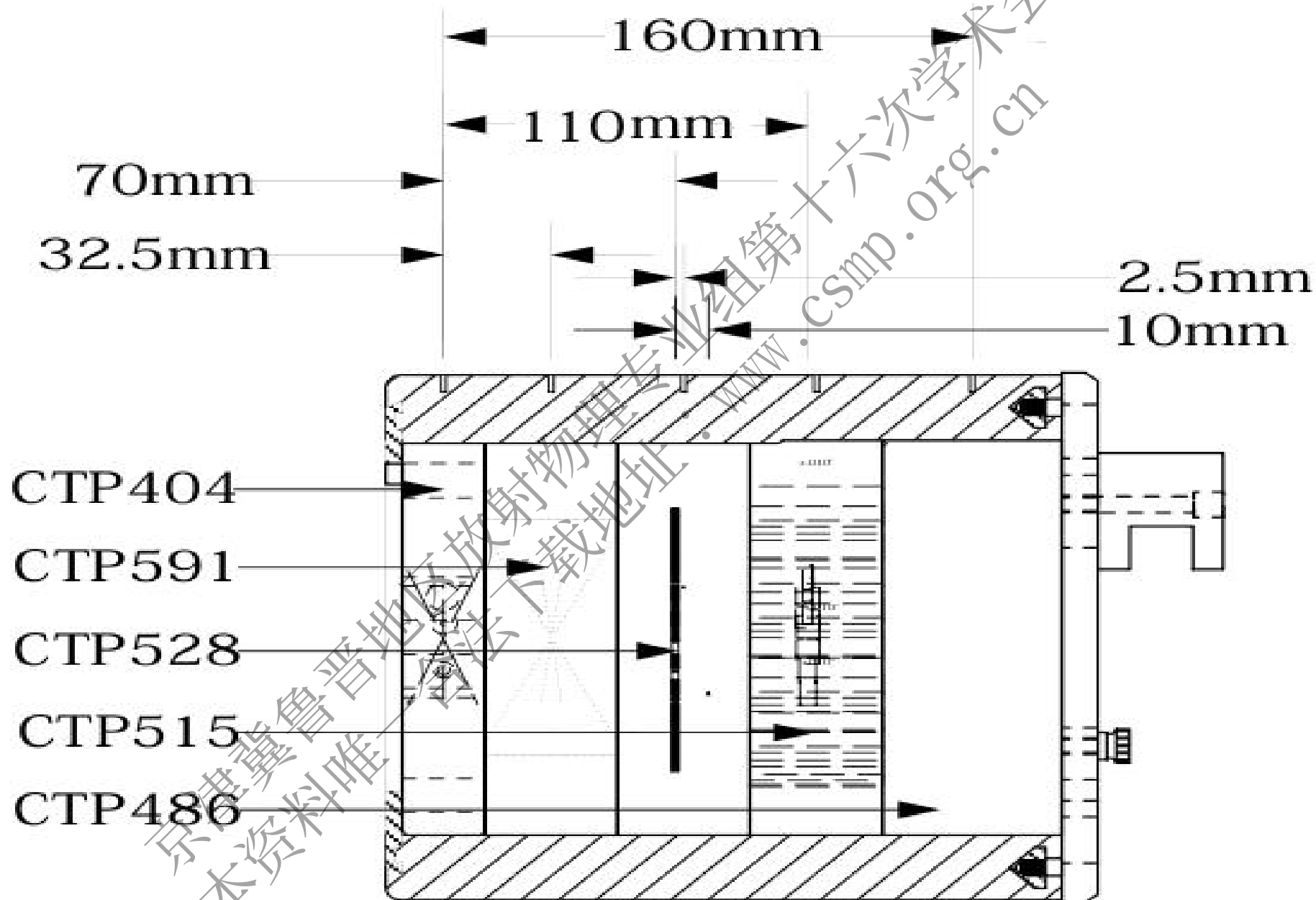
测量装置



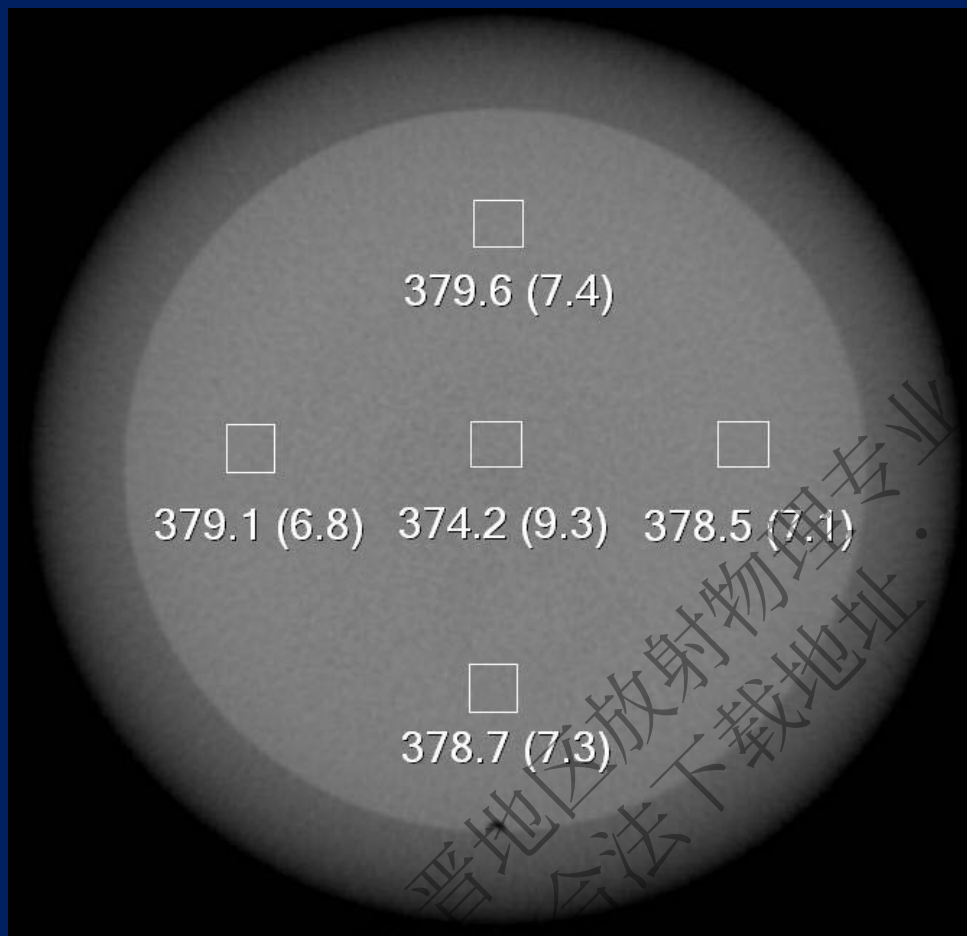
Catphan600

2004/06/14

Catphan 600



3.1 CT值均匀性和噪声



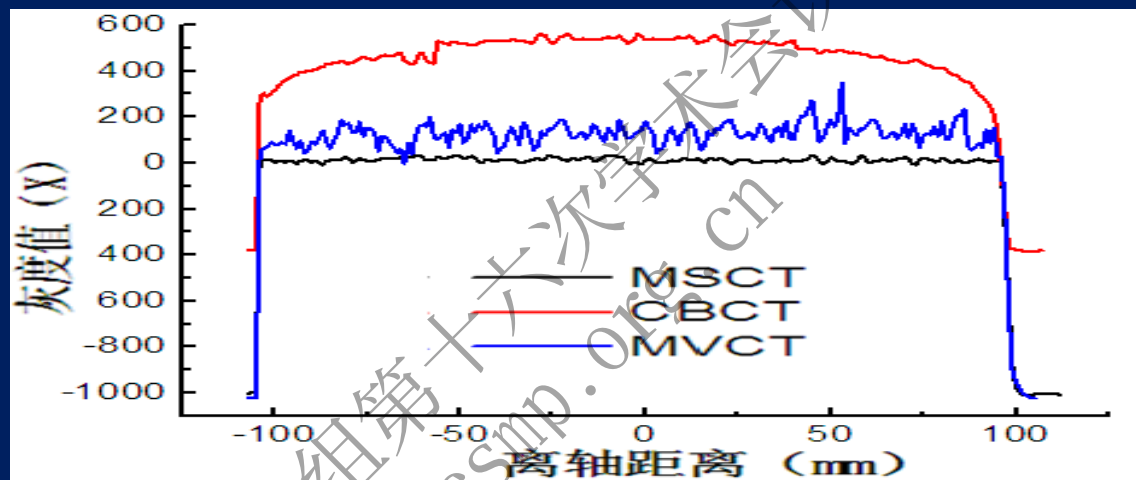
标准<2%

MSCT: 1.1%

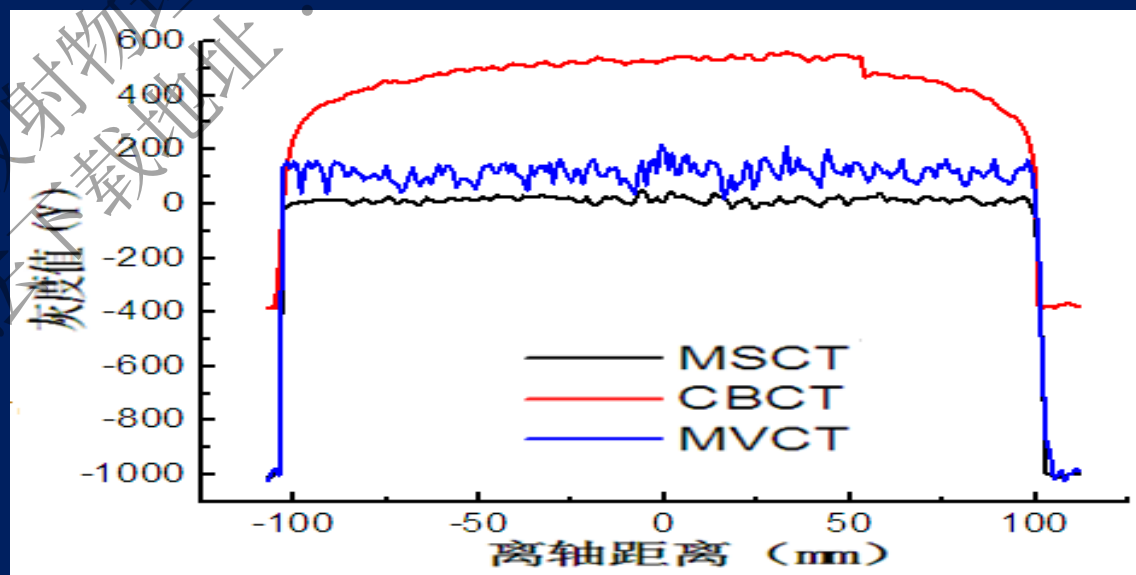
CBCT: 1.4%

MVCT: 39.8%

$$\text{Uniformity} = \frac{PV_{\text{mean}}(\text{high}) - PV_{\text{mean}}(\text{low})}{PV_{\text{mean}}(\text{high})} \times 100\%$$

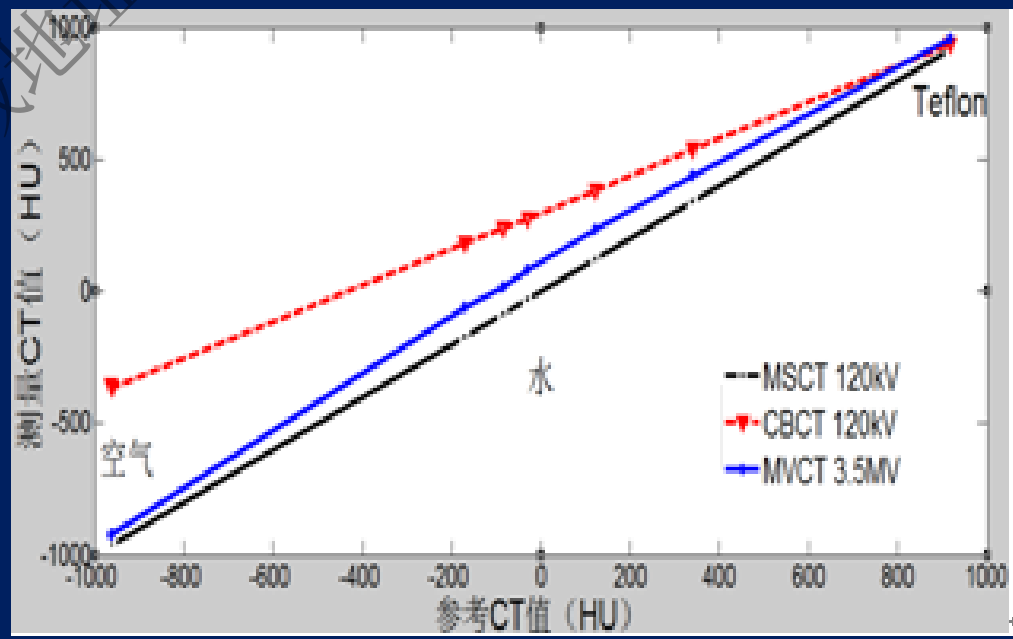
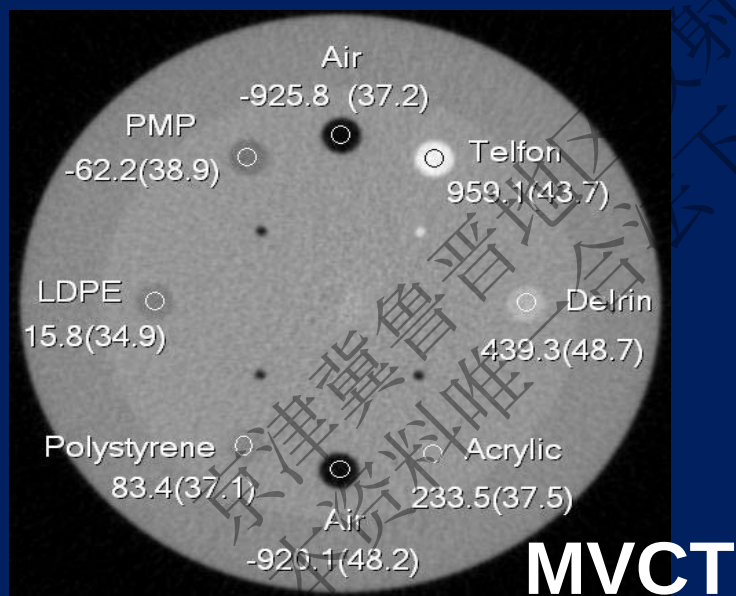
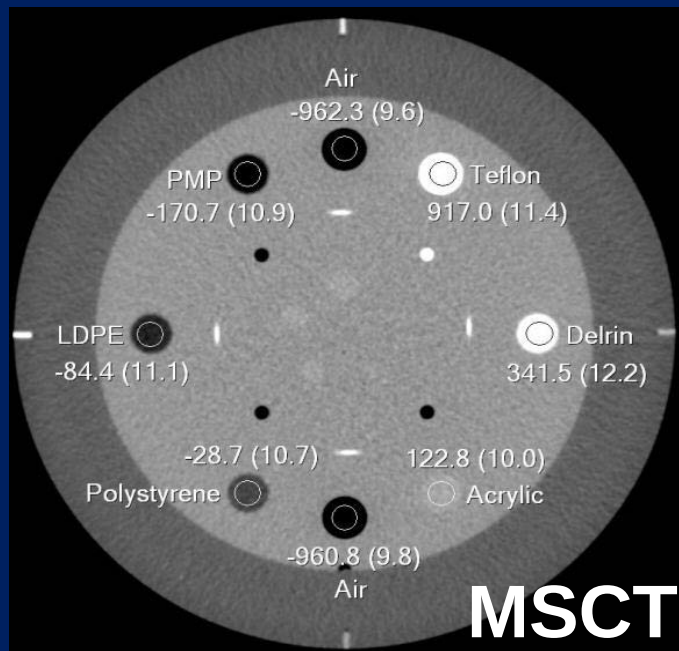


水平方向

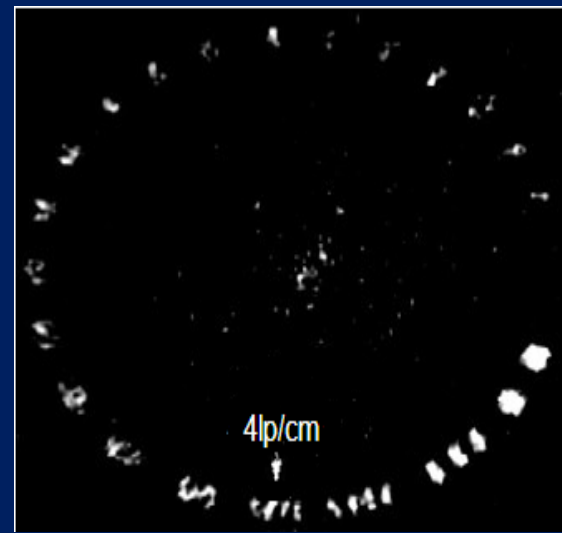
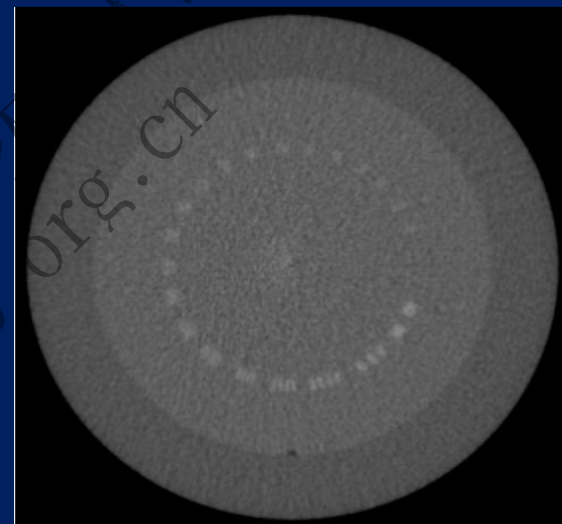
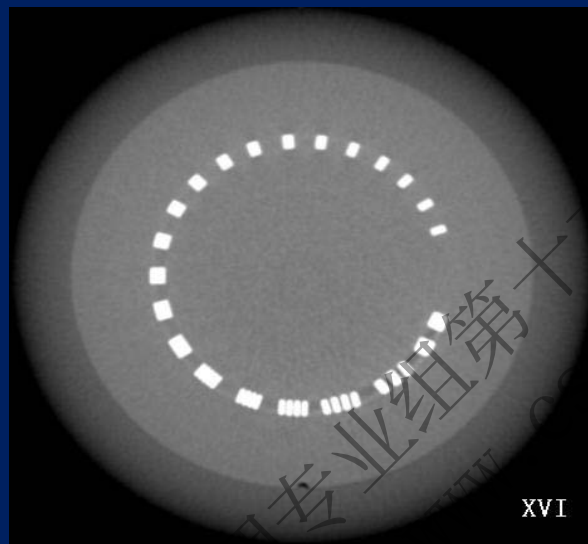
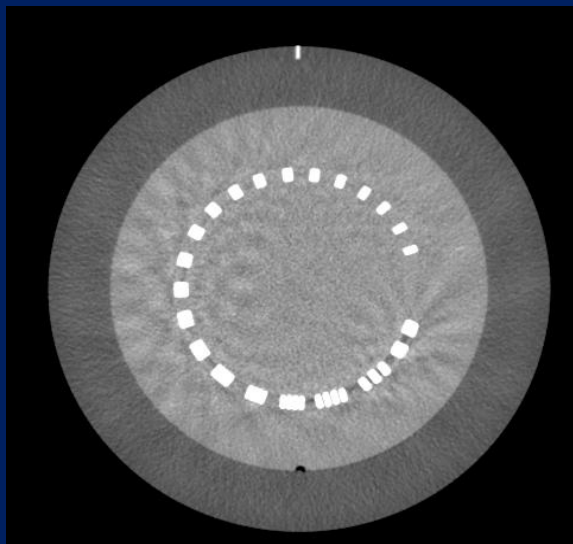


垂直方向

3.2 CT值线性



3.3 空间分辨率

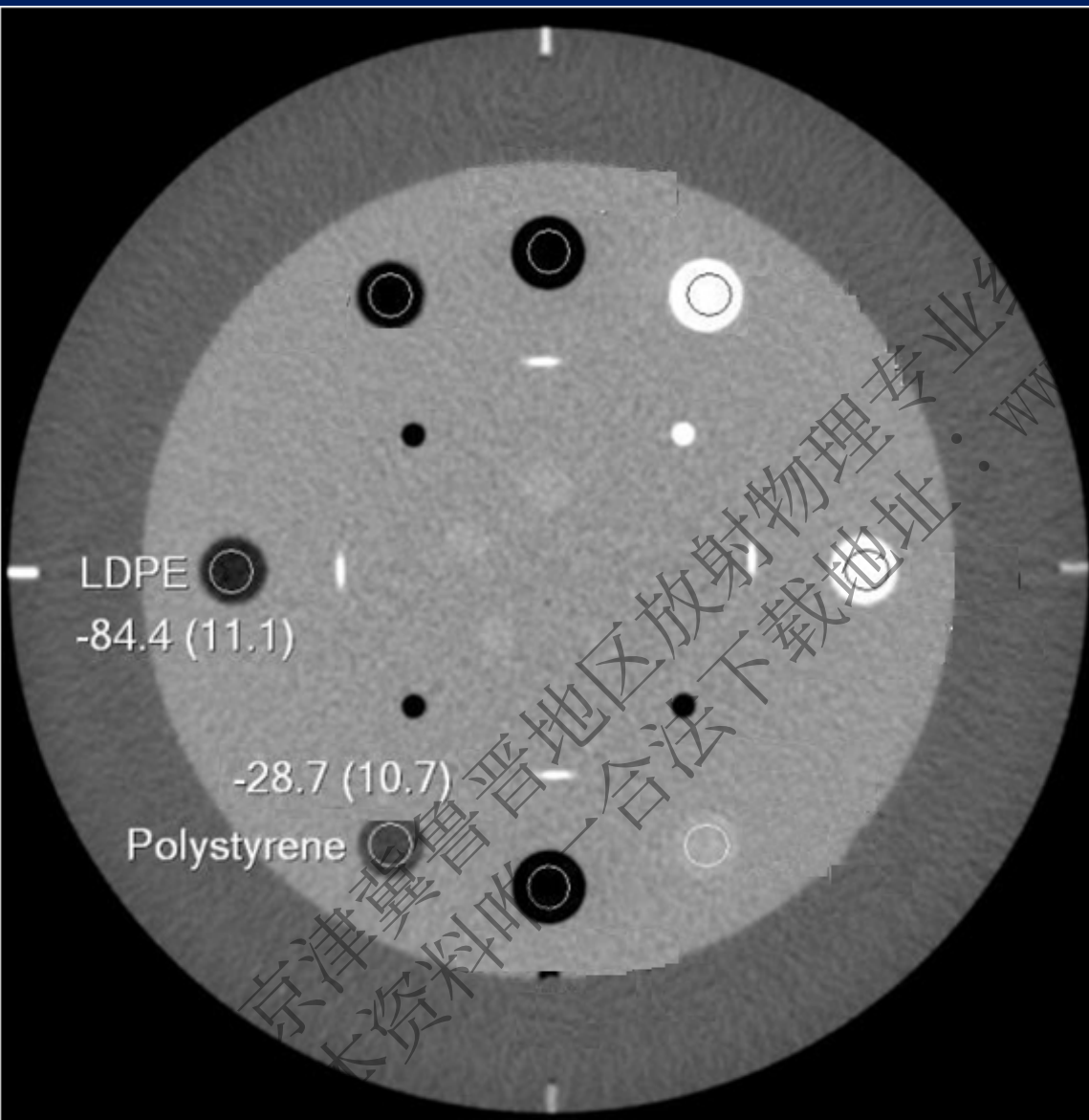


MSCT

CBCT

MVCT

3.4 低对比度分辨率



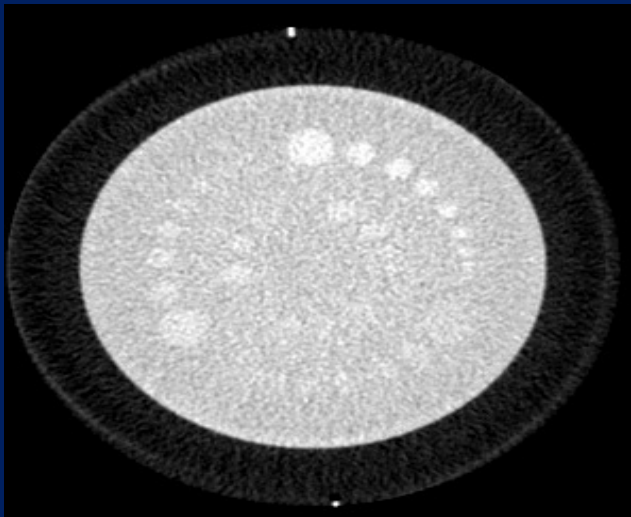
$$\left\{ \frac{(\text{Mean}_{\text{polystyrene}} - \text{Mean}_{\text{LDPE}})}{\left[\frac{(\text{SD}_{\text{polystyrene}} + \text{SD}_{\text{LDPE}})}{2} \right]} \right\} 5.5$$

MSCT: 1.0%

CBCT: 1.2%

MVCT: 2.9%

CTP 515



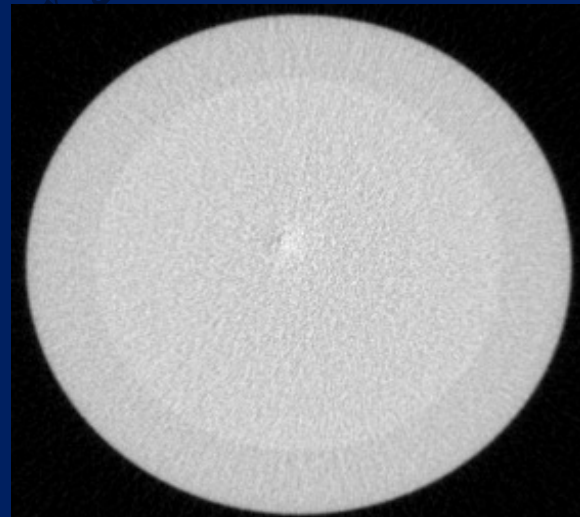
MSCT

1% 3mm



CBCT

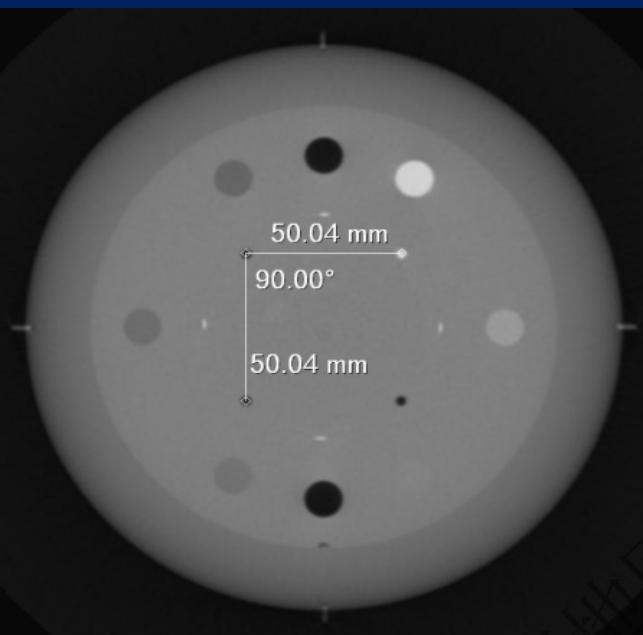
轻微分辨



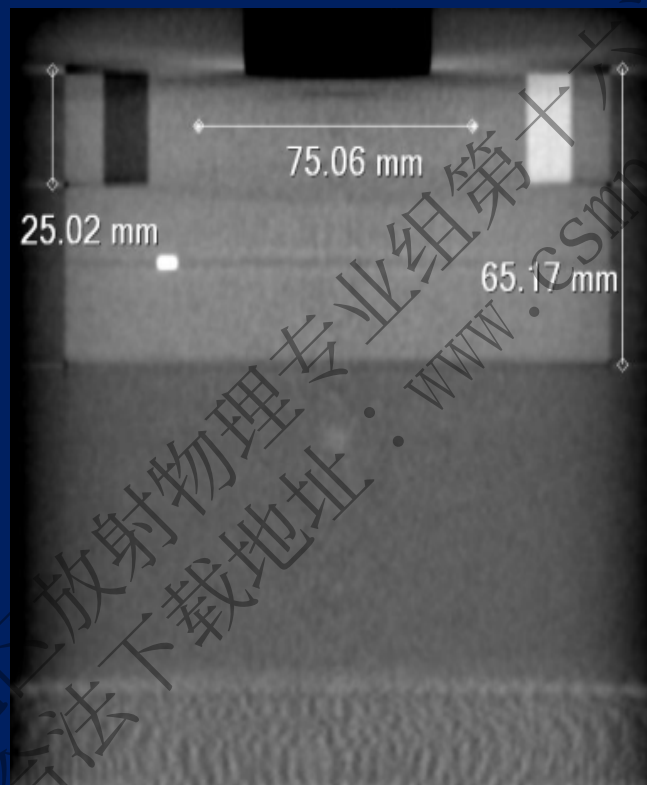
MVCT

不能分辨

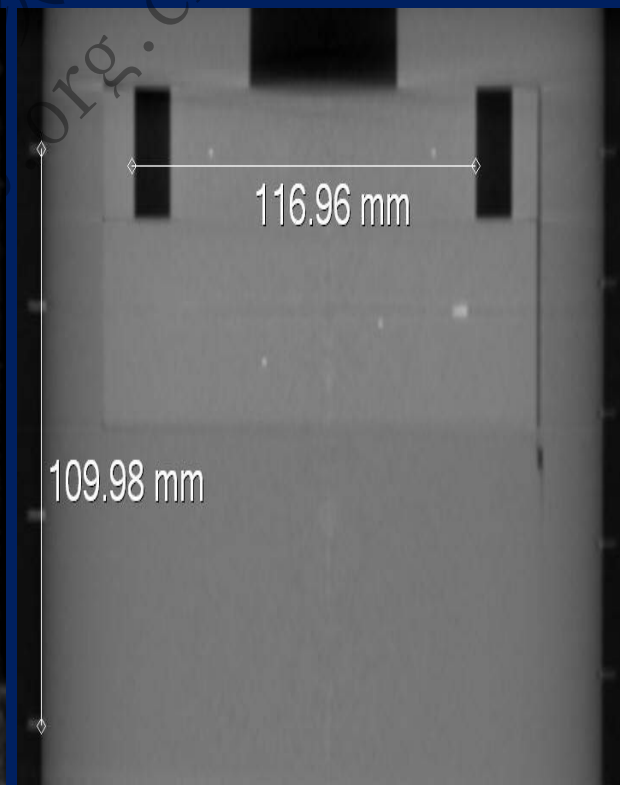
3.5 几何准确性



横断面

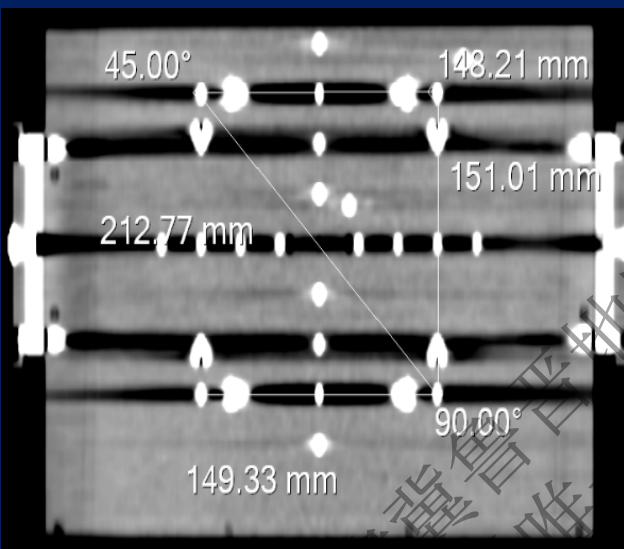
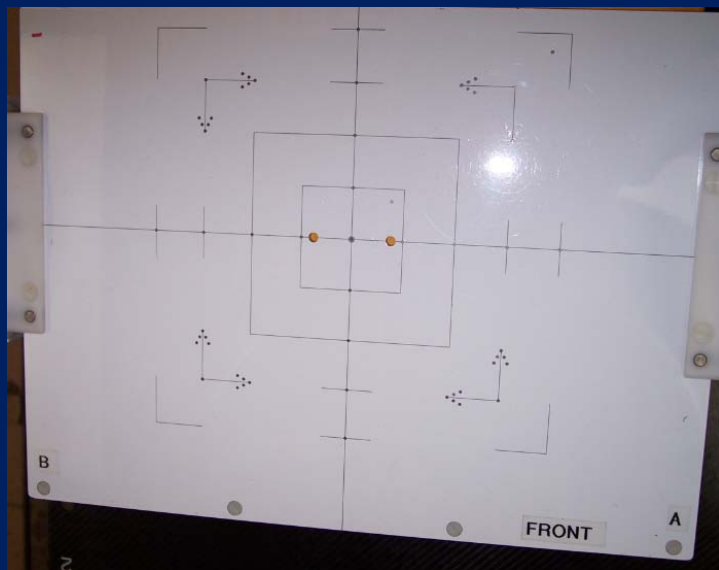


冠状面

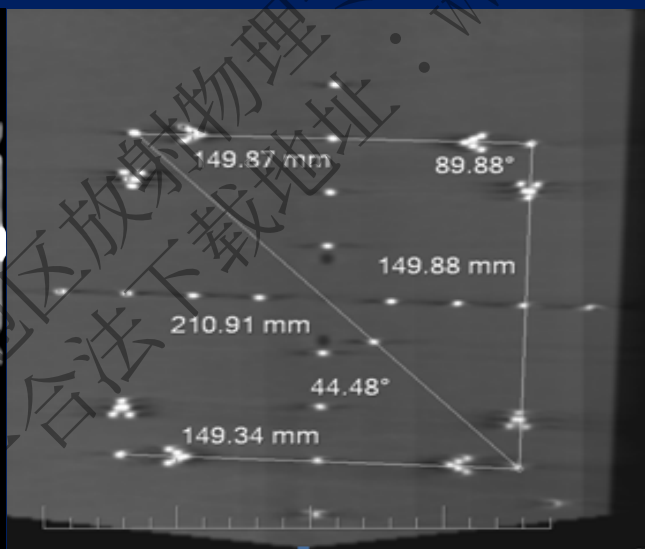


矢状面

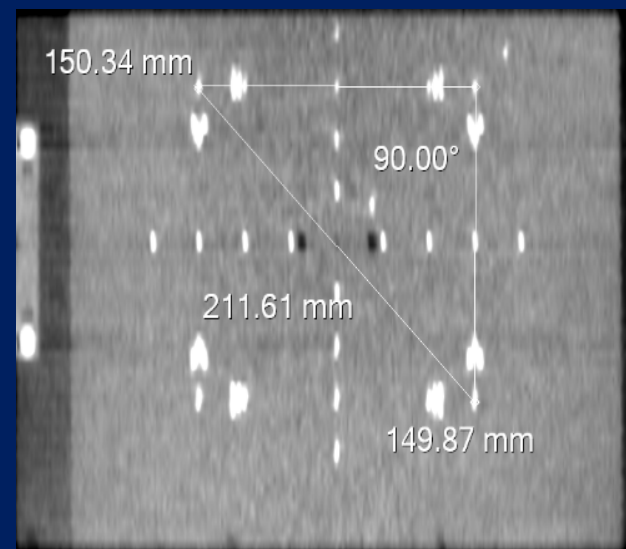
IsoAlign



MSCT

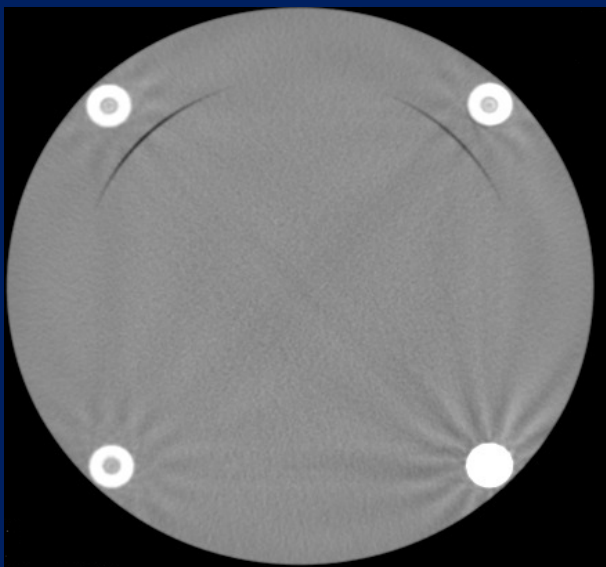


CBCT



MVCT

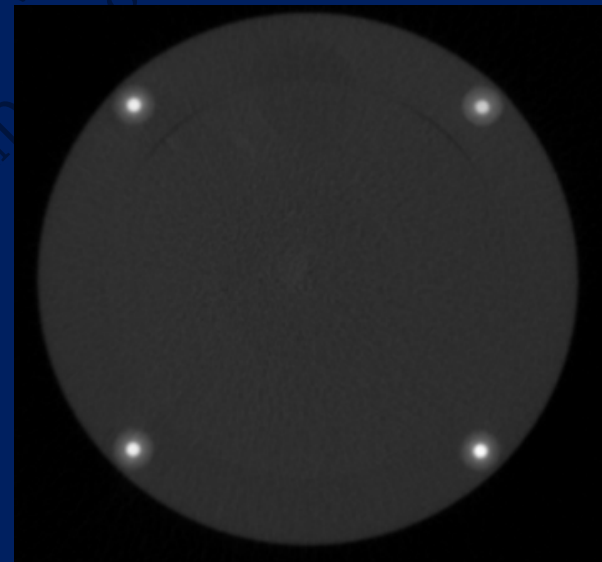
3.6 金属伪影



MSCT



CBCT

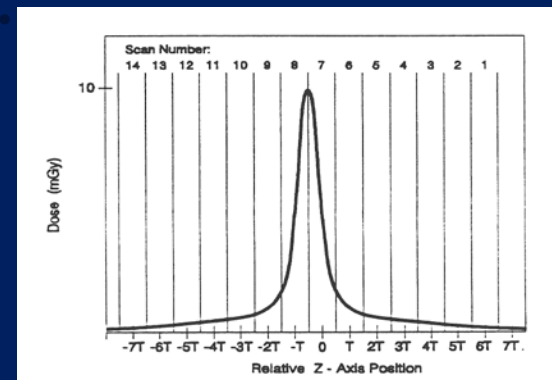


MVCT

3.7 CT扫描过程中患者接受的辐射剂量

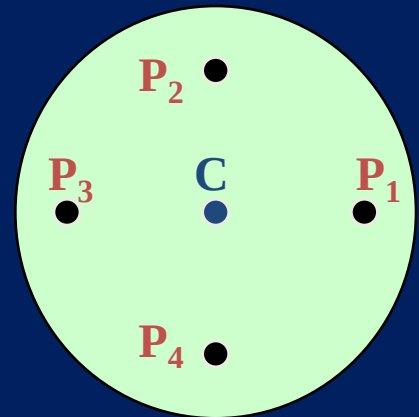
剂量指数是描述CT剂量的主要物理量，定义为：

$$CTDI = \frac{1}{L} \int_{-Z/2}^{Z/2} D(z) dz \text{ [mGy]}$$



加权剂量指数CTDI_w

$$CTDI_w = \frac{1}{3} CTDI_C + \frac{2}{3} CTDI_P$$



PHILIPS

电离室: PTW TM30009 内径7mm,
灵敏体积长度10cm, 3.14cc, 能量响应
 $\leq \pm 3\%$

扫描设备	扫描条件	扫描长度 (cm)	CTDIw (mGy)	DLP (mGy·cm)
Hi-ART	头部, 3.5MV, 层厚4mm	10	10.6	105.5
	体部, 3.5MV, 层厚4mm	10	7.4	73.9
XVI	头部, S20准直器, 100kV, 65mAs	27.7	1.5	41.6
	体部, M20准直器, 120kV, 650mAs	27.7	17.1	473.4
Brilliance	头部, 90kV,200mAs, 层厚3mm, 螺距0.56	15	8.9	133.5
	体部, 120kV,250mAs, 层厚5mm, 螺距0.81	20	5.3	106.2

结 果 比 较

项 目	Brillance		XVI		Hi-ART	
CT 均匀性	1.1%		1.4%		39.8%	
噪声	小		大		较大	
空间分辨率	8 lp/cm		7 lp/cm		4 lp/cm	
低对比度	1.0%		1.2%		2.9%	
几何线性	$\leq 2\text{mm}$ $\leq 0.5^\circ$					
金属伪影	大		大		小	
患者剂量 (mGy)	头部	10.6	头部	1.5	头部	8.9
	体部	7.4	体部	17.1	体部	5.3

4. 结论

- CT的影像质量对IGRT具有重要影响，放射治疗对CT影像质量有特殊要求。
- 每种CT设备各具特色，在IGRT中的作用不同，其影像质量要求不同。
- 定量描述和测量影像质量是发挥设备功能和优化扫描条件的基础，是质量保证与控制的重要内容。
- 提高影像质量、缩短扫描时间是CT设备的重要研究内容。

谢 谢

京津冀鲁晋地区放射物理专业组第十六次学术会议
本资料唯一合法下载地址：www.csmp.org.cn