

# 原发性肝癌个体化内靶区 制定策略的研究

巩贯忠 尹勇 卢洁 刘同海 陈进琥

山东省肿瘤医院物理室

# 背景

随着高效率剂量传输技术（**3D-CRT**、**IMRT**、**IMAT**）发展，放射治疗在实现肿瘤靶区良好剂量分布的同时，对靶区精确定位提出严格的要求。

肝脏作为一个位置受呼吸运动影响较大的器官，其肿瘤内靶区的精确定位是一项具有挑战性的工作，不同学者为此做了很多的探讨、研究。我们的团队在研究**4D-CT**进行原发性肝癌内靶区制定的基础上，就**ABC**辅助下**3D-CT**进行原发性肝癌个体化内靶区制定的进行了相关研究。

# 原发性肝癌CT模拟定位技术

1.自由呼吸状态下的3D-CT技术

2.ABC辅助呼吸的3D-CT技术

3.4D-CT技术

# 内靶区的制定

## 1. 3D-CT<sub>FB</sub>勾画GTV加一个传统外放形成内靶区

扫描开始时的随机性

3D-CT<sub>FB</sub>扫描具有随机性：扫描过程的随机性

扫描结束时的随机性

部分靶区的重复扫描

随机性的结果：

部分靶区的漏扫

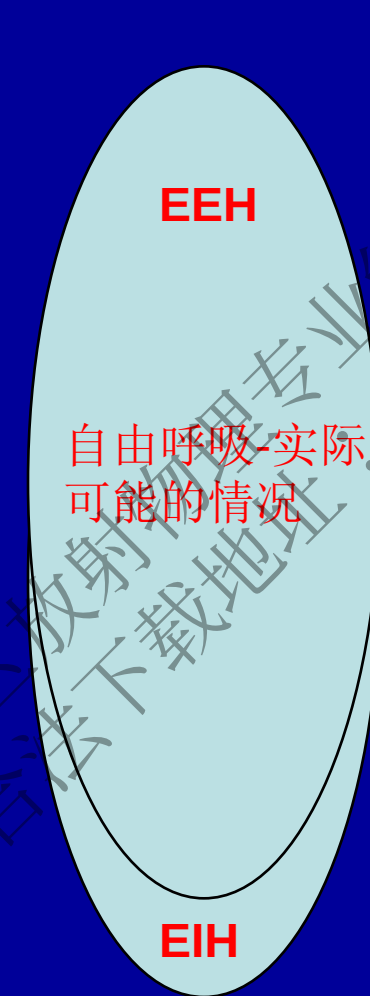
# CT模拟定位

CT扫描开始



CT扫描结束

CT扫描开始



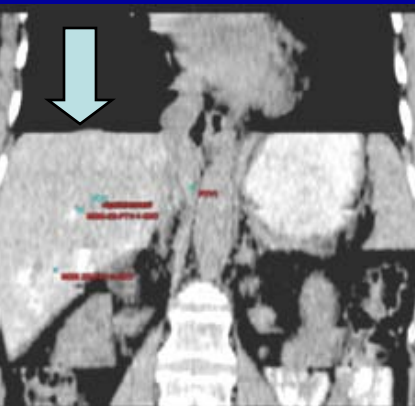
CT扫描结束

CT扫描开始

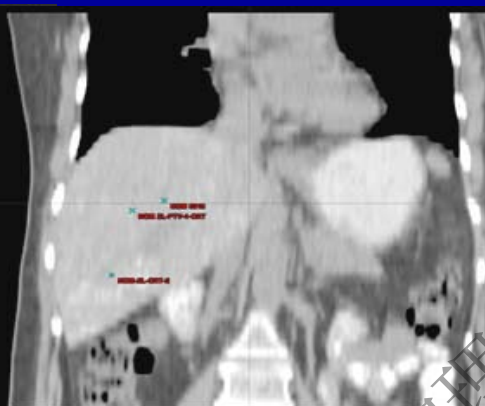


CT扫描结束

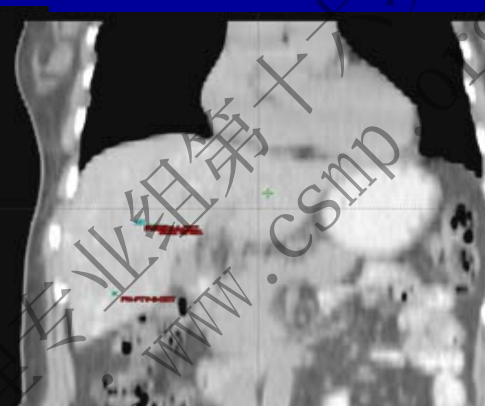
# 3D-CT<sub>FB</sub>给我们带来了什么??



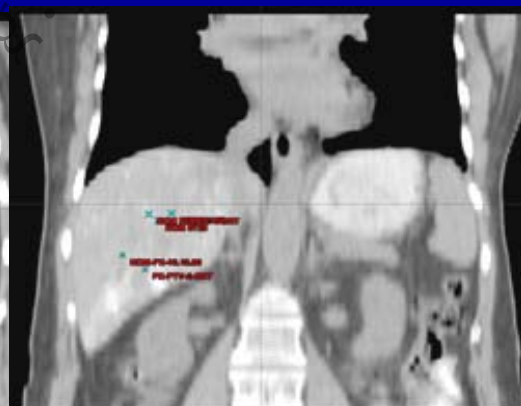
自由呼吸轴位扫描



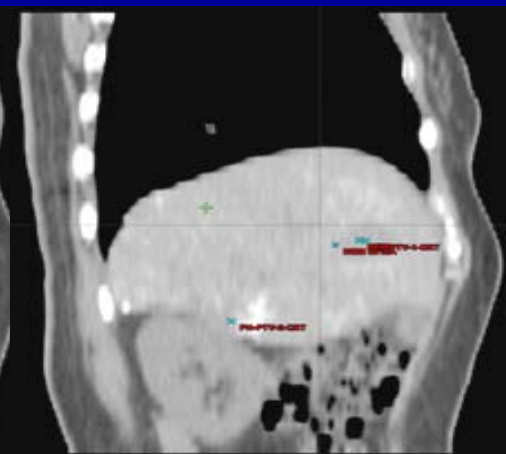
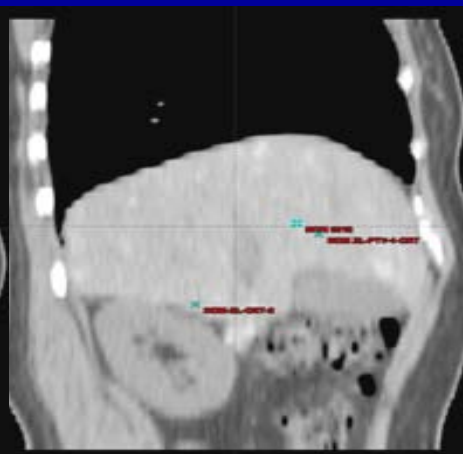
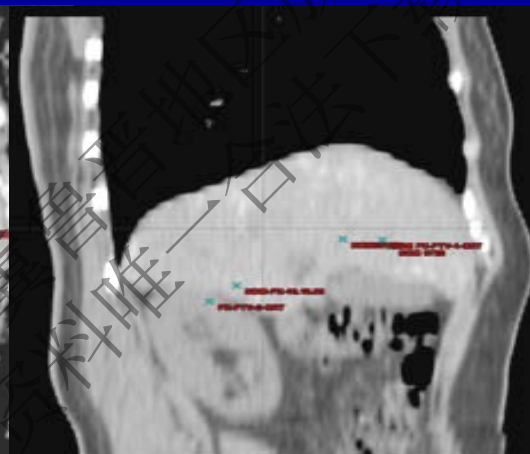
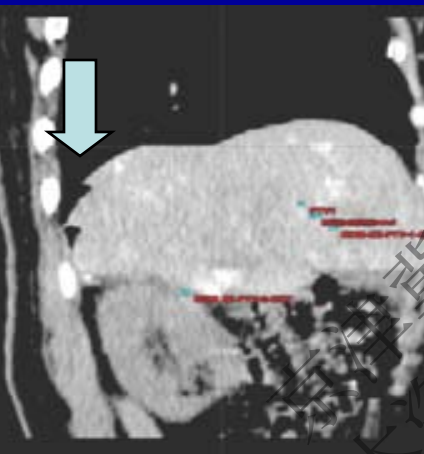
自由呼吸螺旋扫描



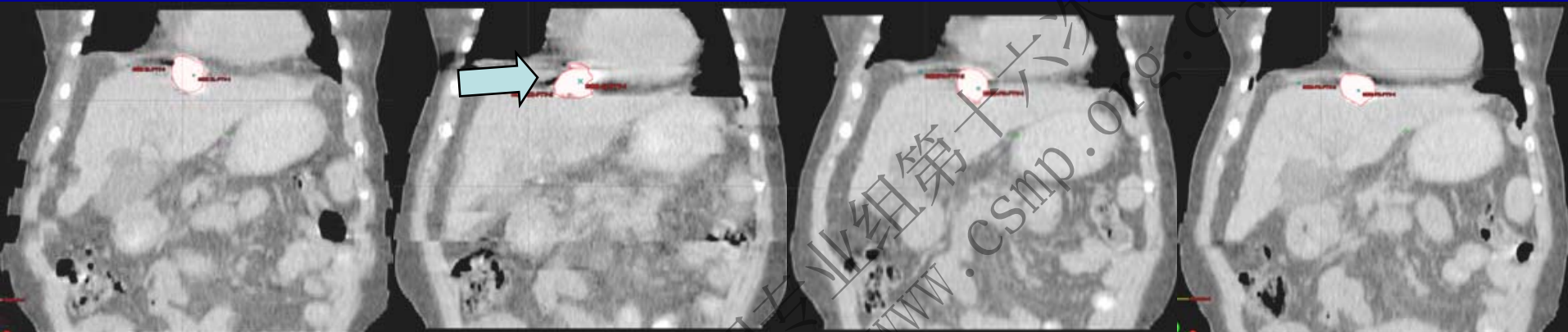
平静呼气末



平静吸气末



# 3D-CT<sub>FB</sub>给我们带来了什么??

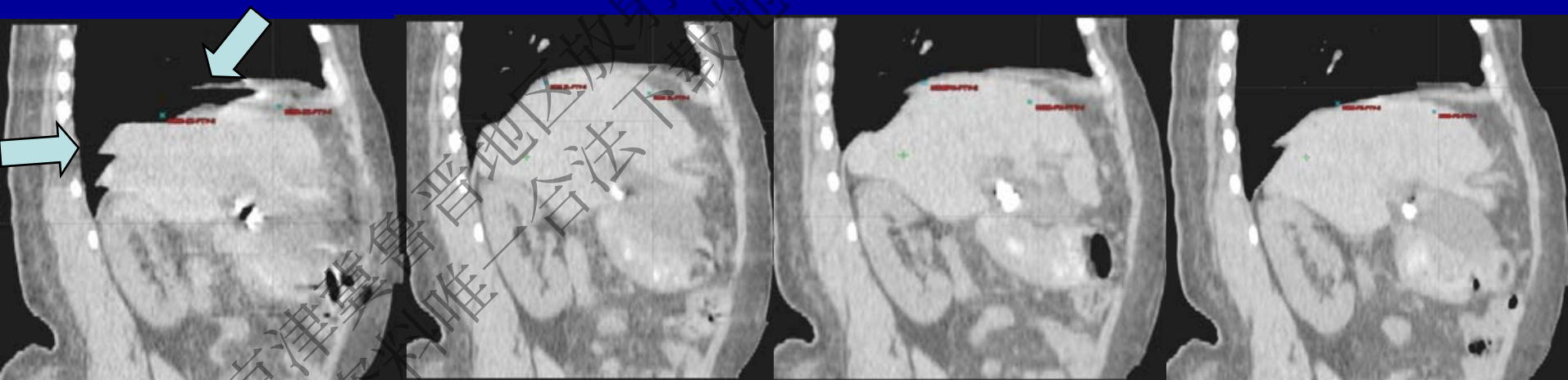


自由呼吸轴位扫描

自由呼吸螺旋扫描

平静呼气末

平静吸气末



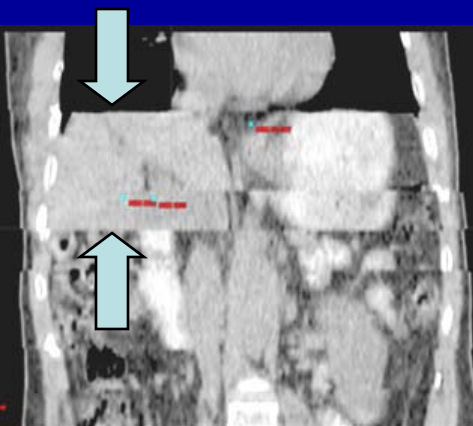
自由呼吸轴位扫描

自由呼吸螺旋扫描

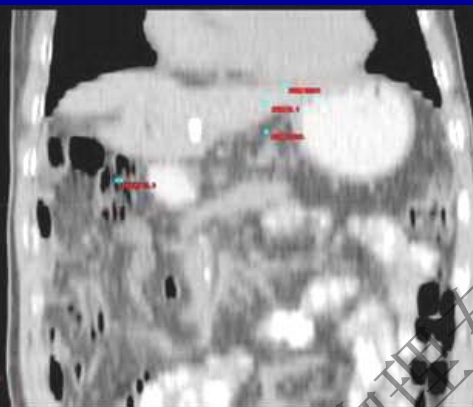
平静呼气末

平静吸气末

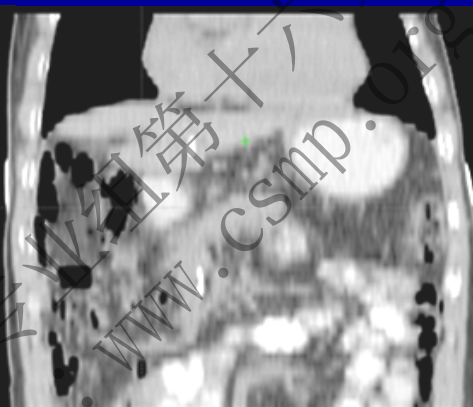
# 3D-CT<sub>FB</sub>给我们带来了什么??



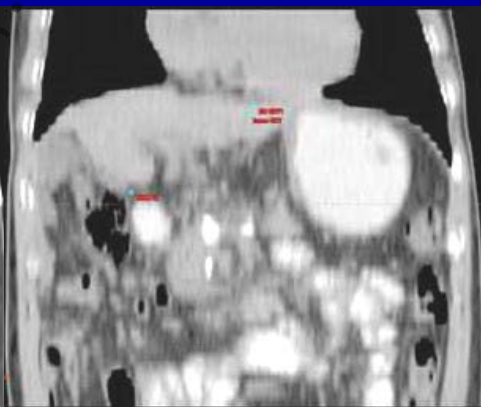
自由呼吸轴位扫描



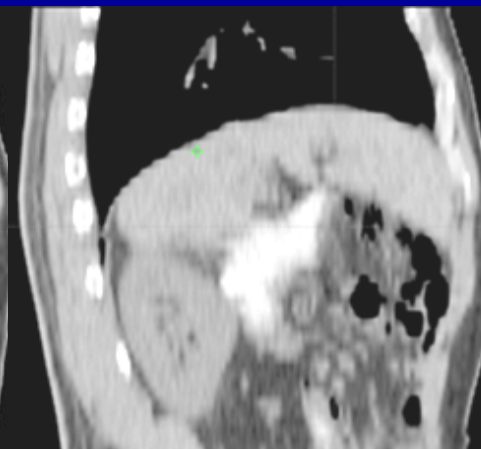
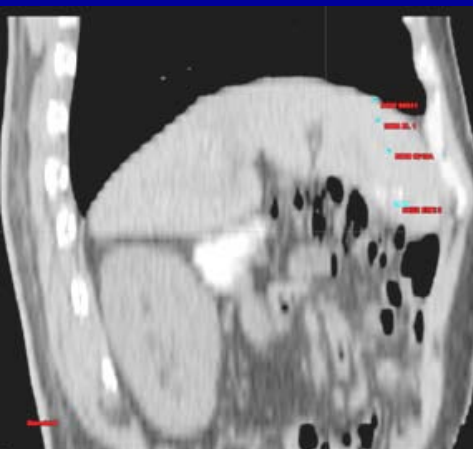
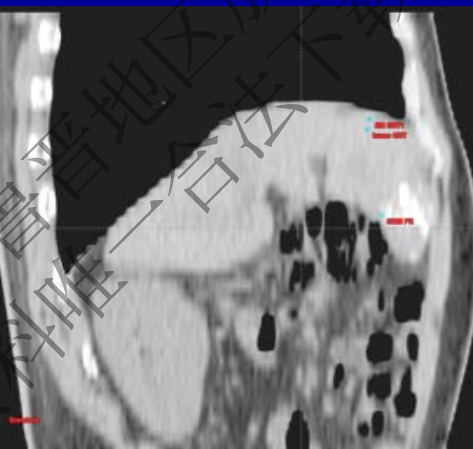
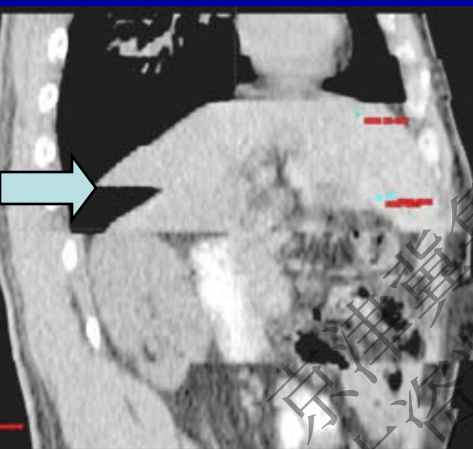
自由呼吸螺旋扫描



平静呼气末



平静吸气末

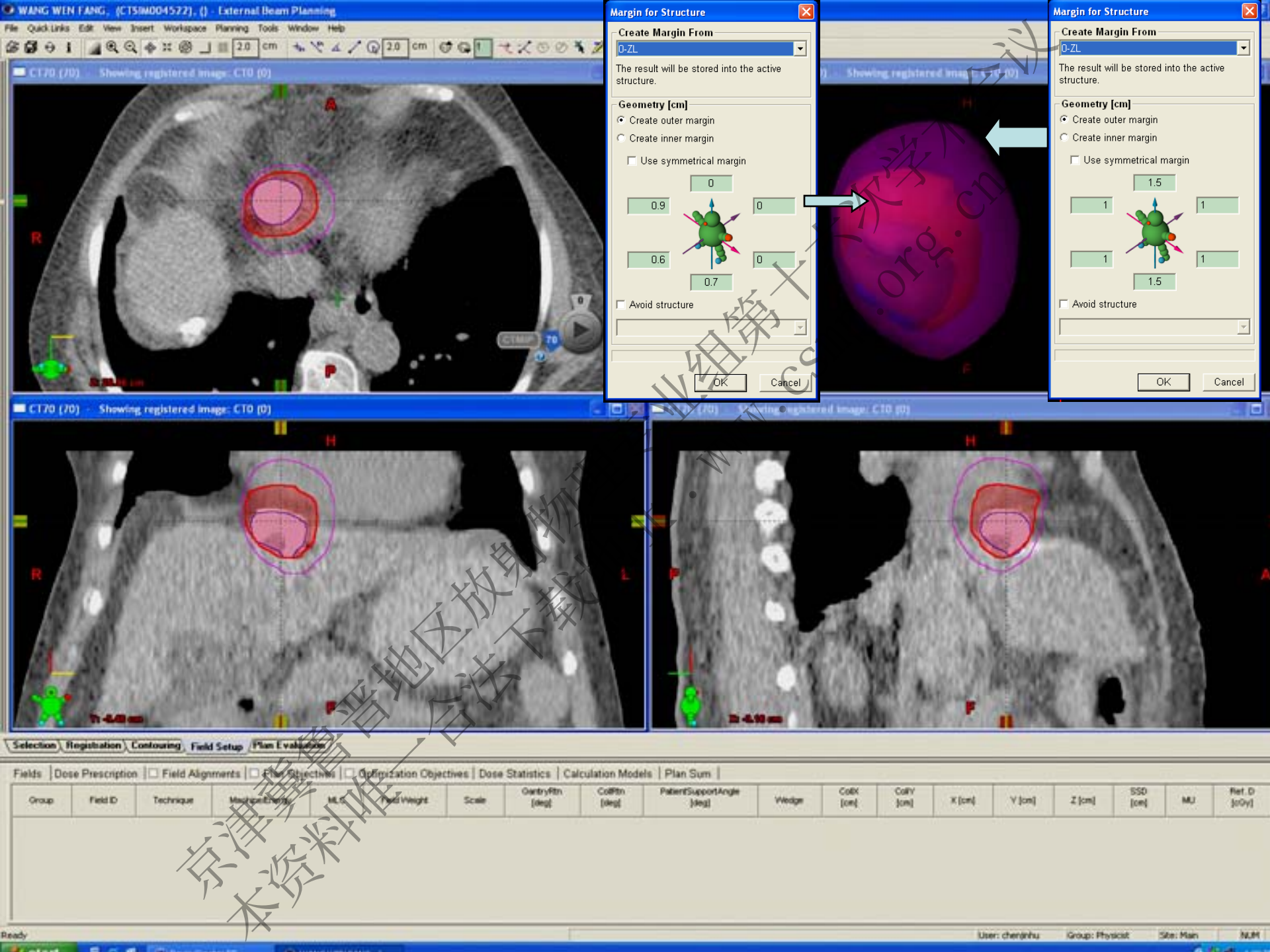


# 3D-CT<sub>FB</sub>进行HCC模拟定位存在的问题

定位是否准确？

群体化的Margin是否安全合理？

个体化内靶区的制定是否需要？



# 内靶区制定

1. 3D-CT<sub>FB</sub>勾画的GTV加一个传统外放形成内靶区
2. 基于4D-CT技术进行内靶区的制定
3. 基于ABC辅助下3D-CT进行内靶区的制定

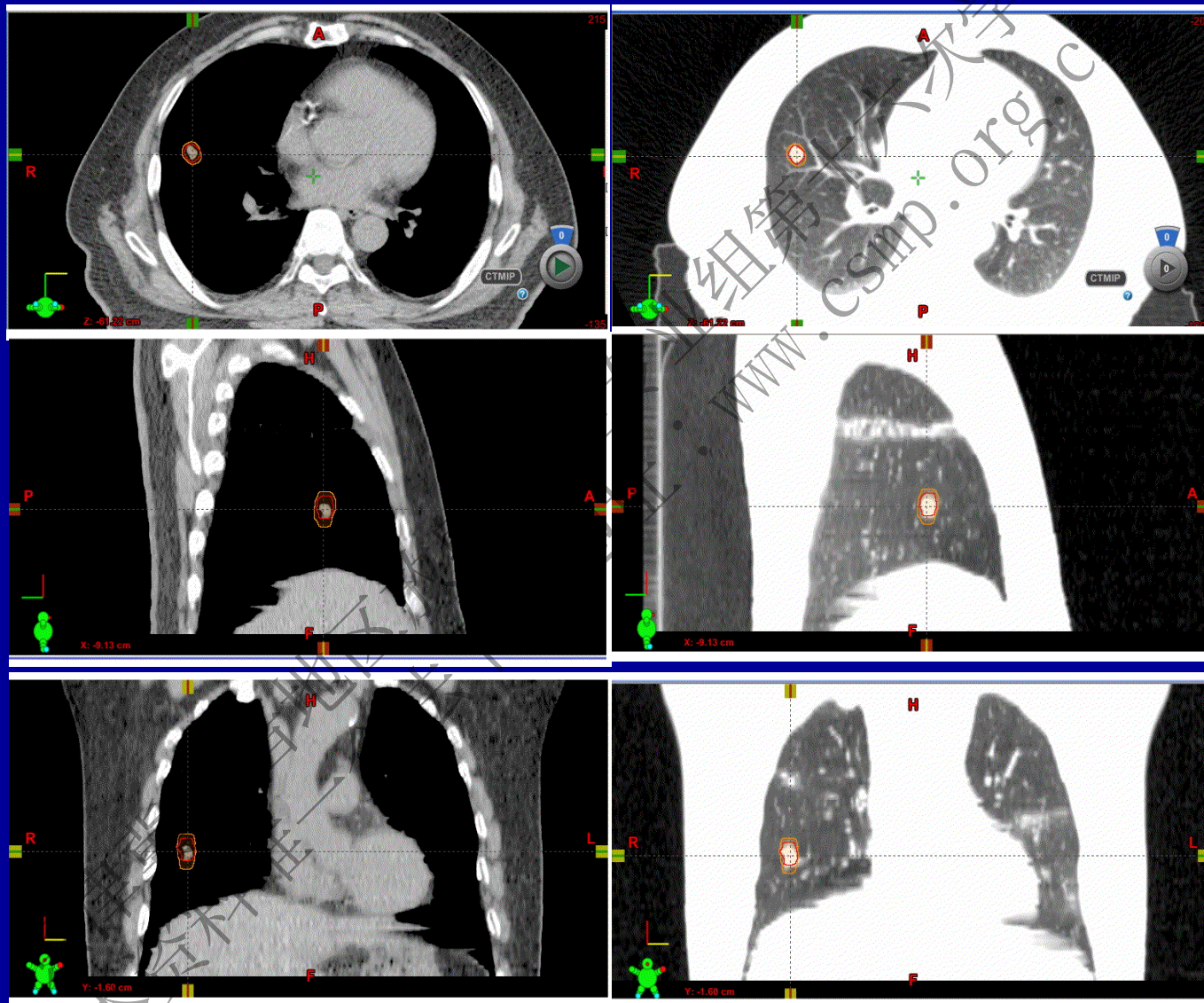
# 4D-CT技术制定个体化内靶区

当前4D-CT技术已应用于肺癌、胰腺癌、肝癌等肿瘤内靶区和个体化外放的研究：

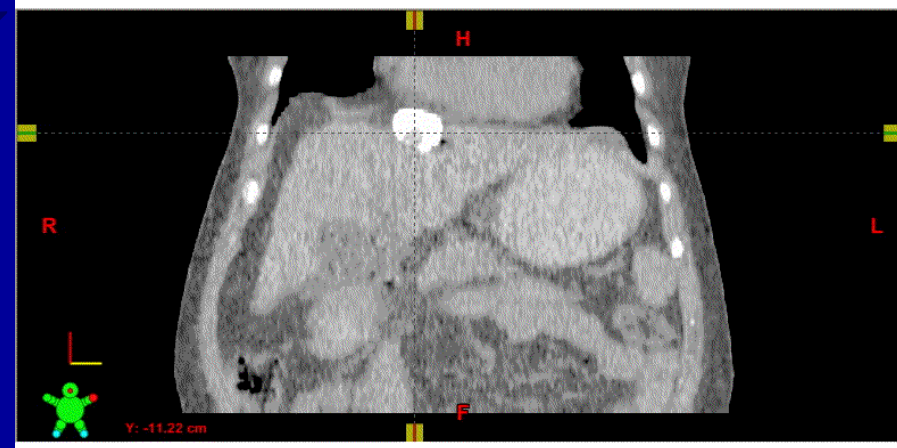
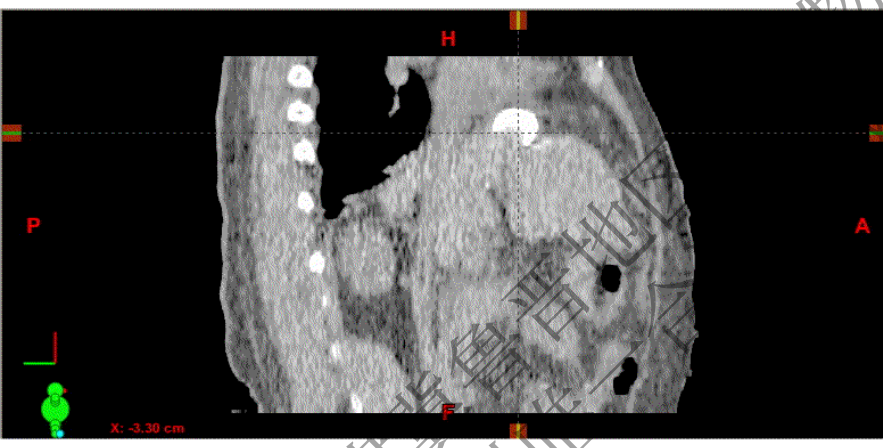
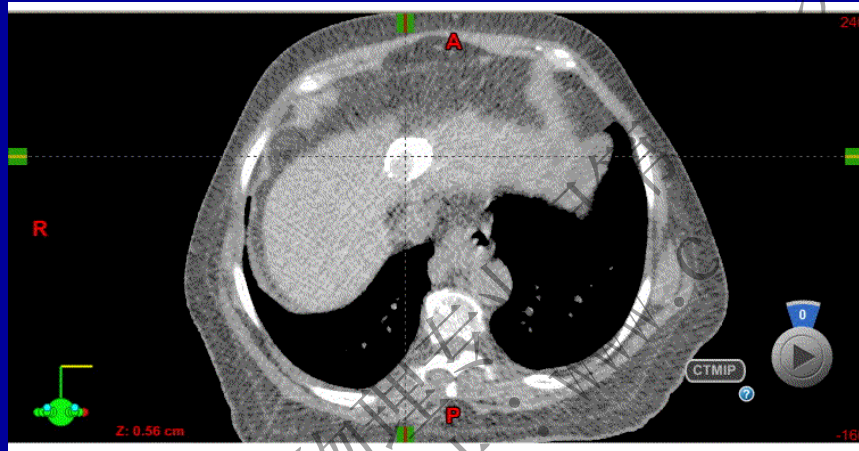
研究： Holger H等应用4D-CT技术对肺癌进行内靶区和个体化外放的研究表明，4D-CT 术可以避免肿瘤靶区脱靶，减少靶区体积和平均肺受量(可下降17%)。

Giovanni M等对胰腺癌4D-CT分析得到类似结果。习勉等对HCC内靶区和剂量学进行研究认为4D-CT技术可以减少靶区体积，较好地保护正常组织。

# 4D-CT制定个体化内靶区



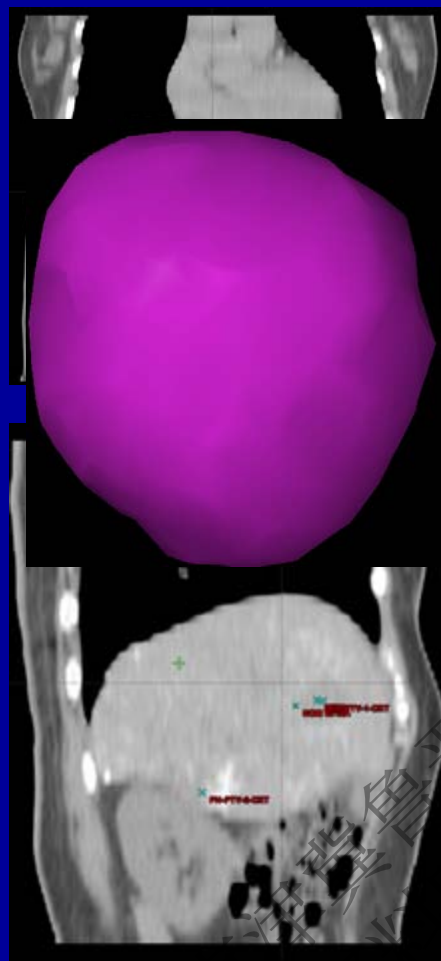
# 4D-CT制定个体化内靶区



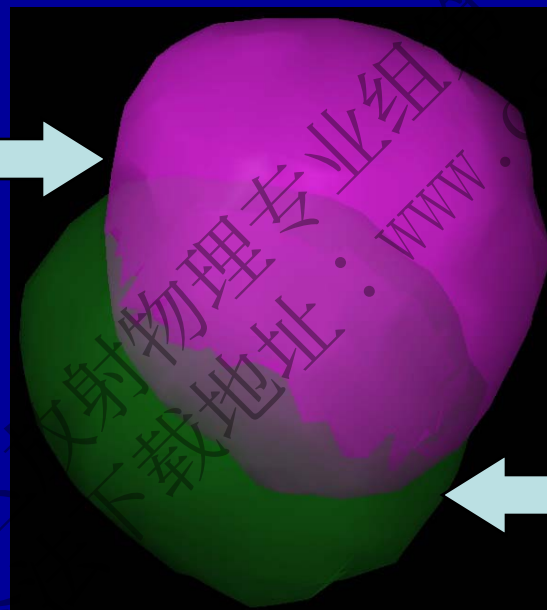
# 内靶区制定

1. 3D-CT<sub>FB</sub>勾画的GTV加一个传统外放形成内靶区
2. 基于4D-CT技术进行内靶区的制定
3. 基于ABC辅助下3D-CT进行内靶区的制定

# 基于ABC辅助下3D-CT进行内靶区制定



平静呼气末



平静吸气末

# 研究目的

通过比较4D-CT和ABC辅助下3D-CT两种模拟定位技术，探讨基于ABC辅助下3D-CT进行HCC个体化内靶区制定的可行性。

# 方法与材料

病例选择：

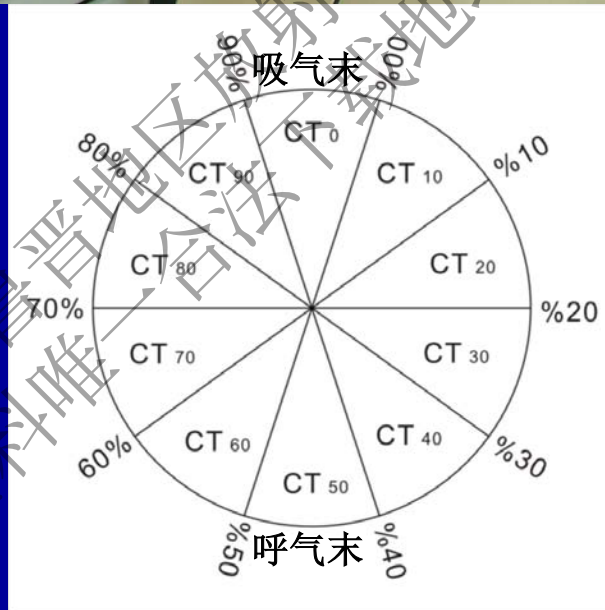
选取**TACE**术后原发性肝癌患者**15**例。

材料与设备：

Elekta ABC装置

Philips 大孔径CT模拟定位机

Varian RPM系统以及EclipseV8.65计划系统

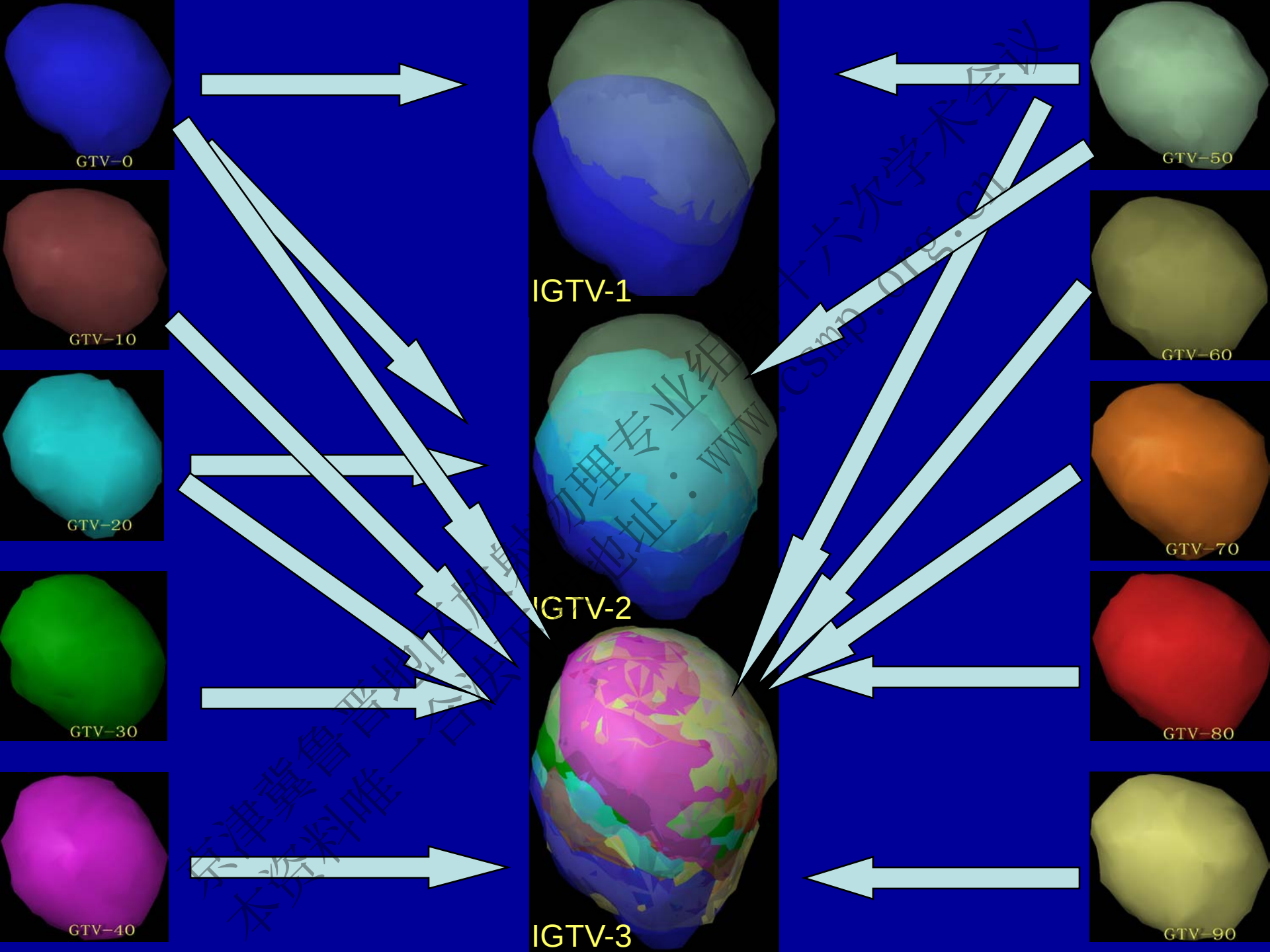


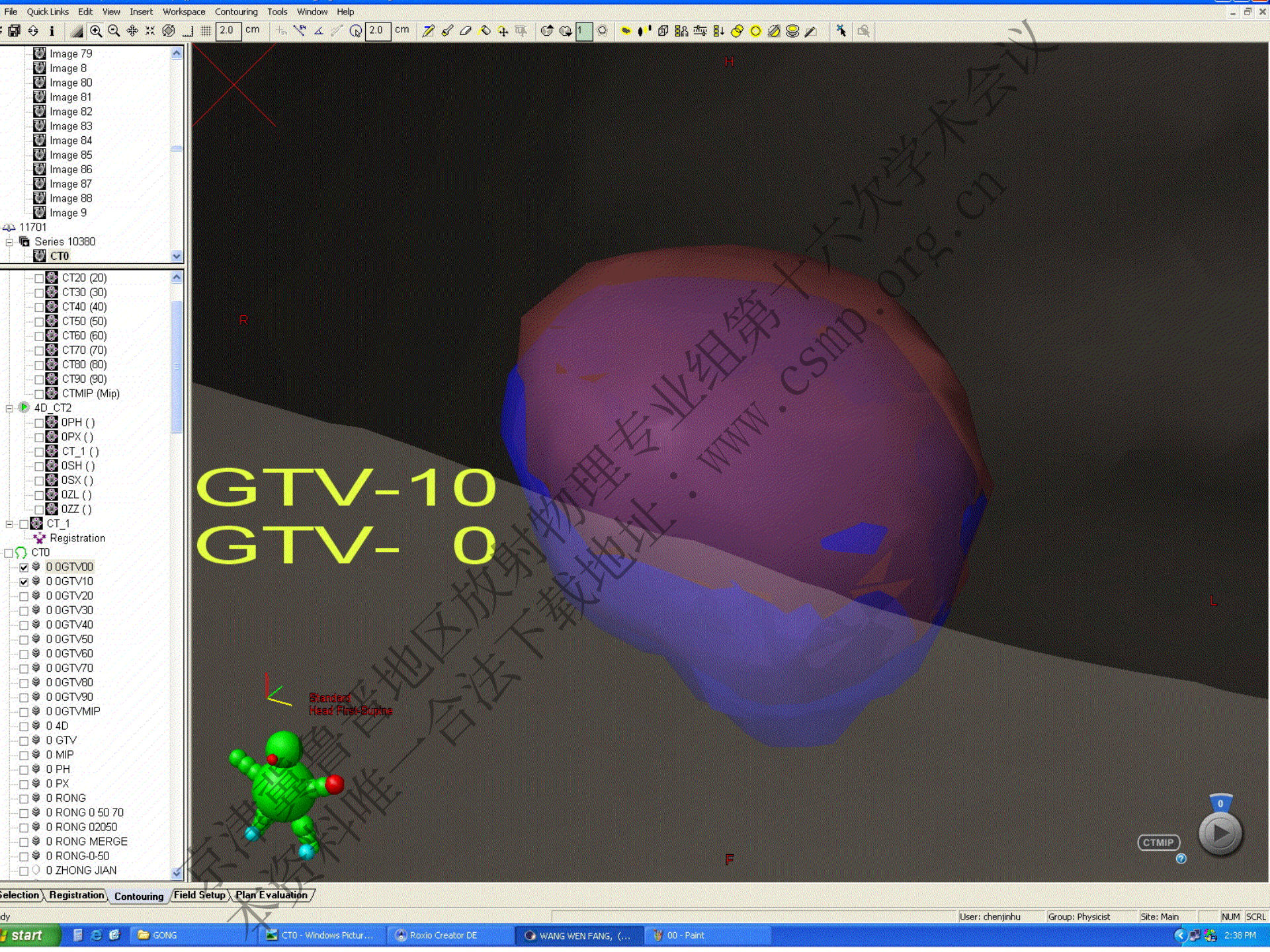
4D-CT图像分割示意图

# 方法与材料

靶区勾画:

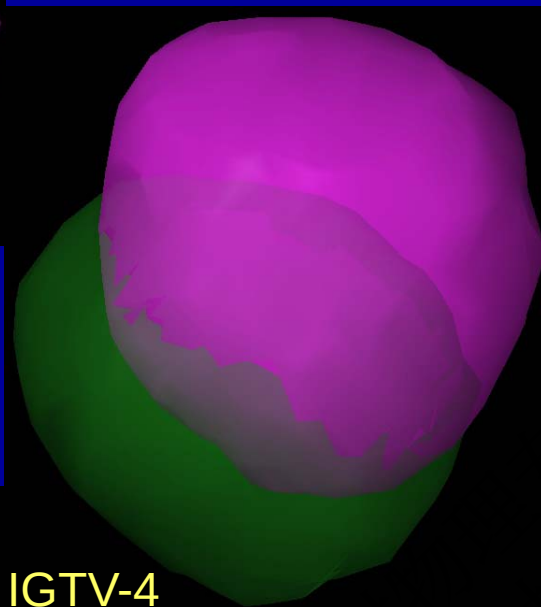
靶区勾画由影像科医生、介入科医生、放疗科医生共同决定靶区范围，在相同窗宽窗位下，分别在 $CT_0$ 、 $CT_{10} \cdots CT_{90}$ 、 $CT_{MIP}$ 、 $3D-CT_{FB}$ 、 $3D-CT_{EIH}$ 、 $3D-CT_{EEH}$ 勾画大体肿瘤靶区分别命名为 $GTV_0$ 、 $GTV_{10} \cdots GTV_{90}$ 、 $GTV_{MIP}$ 、 $GTV_{FB}$ 、 $GTV_{EIH}$ 、 $GTV_{EEH}$ ，将 $GTV_0$ 、 $GTV_{50}$ 融合为 $IGTV_1$ ，将 $GTV_0$ 、 $GTV_{20}$ 和 $GTV_{50}$ 融合为 $IGTV_2$ ，后分别将 $GTV_0$ 、 $GTV_{10} \cdots GTV_{90}$ 融合为 $IGTV_3$ ，将 $GTV_{EIH}$ 与 $GTV_{EEH}$ 融合为 $IGTV_4$ 。







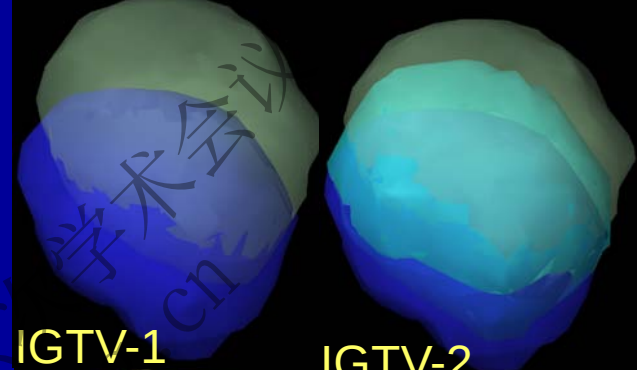
GTV-EEH



IGTV-4

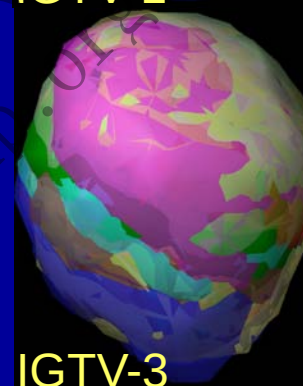


GTV-EIH



IGTV-1

IGTV-2



IGTV-3



GTV-MIP



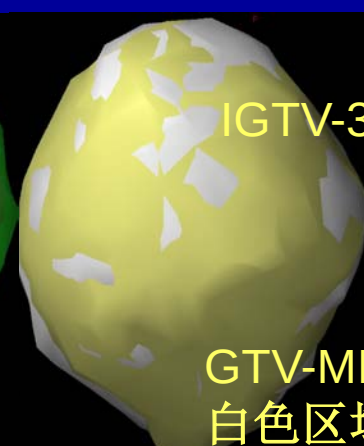
IGTV-1

IGTV-2



IGTV-3

IGTV-4绿色区域



IGTV-3

GTV-MIP白色区域

# 结果:

1. 15例患者均配合良好，顺利完成模拟定位CT扫描。
2. 依据4D-CT和3D-CT所测量的膈肌移动度平均值分别为1.39cm、1.39cm标准差分别为0.4179、0.3700，两者之间的差异无统计学意义。  
( $t=-0.022$ ,  $P=0.983$ )
3.  $GTV_0$ 、 $GTV_{20}$ 、 $GTV_{50}$ 、 $GTV_{FB}$ 、 $GTV_{EIH}$ 、 $GTV_{EEH}$ 中 $GTV_{FB}$ 的体积最大且个体间的差异较大，其余五者之间的体积大小和个体间差异都基本相当，六个GTV体积间的差异差异没有统计学意义  
( $F=0.005$ ,  $P=1.000$ )

# 各GTV体积统计

| 序号       | GTV <sub>0</sub> | GTV <sub>20</sub> | GTV <sub>50</sub> | GTV <sub>FB</sub> | GTV <sub>EIH</sub> | GTV <sub>EEH</sub> |
|----------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 01       | 33.93            | 30.17             | 33.81             | 28.34             | 34.57              | 34.49              |
| 02       | 10.65            | 11.69             | 12.02             | 16.25             | 12.70              | 14.33              |
| 03       | 155.53           | 133.78            | 153.70            | 164.43            | 152.89             | 150.06             |
| 04       | 64.22            | 56.40             | 60.85             | 72.50             | 60.63              | 56.73              |
| 05       | 4.20             | 4.13              | 4.03              | 3.77              | 5.86               | 4.02               |
| 06       | 6.78             | 7.57              | 7.73              | 13.05             | 6.50               | 7.91               |
| 07       | 12.30            | 11.82             | 9.36              | 8.72              | 11.24              | 9.08               |
| 08       | 86.02            | 84.79             | 90.43             | 87.16             | 87.16              | 94.50              |
| 09       | 371.94           | 375.92            | 365.38            | 404.69            | 369.04             | 361.47             |
| 10       | 65.33            | 65.06             | 59.15             | 59.78             | 59.17              | 61.07              |
| 11       | 18.47            | 17.88             | 18.68             | 19.60             | 14.87              | 16.20              |
| 12       | 3.12             | 4.01              | 2.82              | 3.31              | 2.74               | 3.02               |
| 13       | 6.92             | 7.09              | 6.26              | 4.04              | 5.84               | 5.56               |
| 14       | 2.02             | 2.82              | 2.31              | 2.10              | 2.83               | 2.68               |
| 15       | 4.56             | 6.48              | 6.23              | 7.37              | 7.33               | 7.36               |
| 均数<br>±S | 56.4±97.3        | 54.6±96.6         | 55.5±95.7         | 59.7±105.4        | 55.6±96.3          | 55.2±94.6          |

# 结果:

4.  $IGTV_1$ 、 $IGTV_2$ 、 $IGTV_3$ 、 $IGTV_4$ 、 $GTV_{MIP}$  体积比较中， $IGTV_3$  体积最大， $GTV_{MIP}$  的体积最小， $IGTV_2$  与  $IGTV_4$  的体积相仿略大于  $IGTV_1$ ，五者体积间的差异没有统计学意义。

( $F=0.021$ ,  $P=1.000$ )

5.  $IGTV_1$ 、 $IGTV_2$ 、 $IGTV_3$ 、 $IGTV_4$ 、 $GTV_{MIP}$  等中心点的在 x、y、z 轴方向间的差异没有统计学意义。

(F 分别为: 0.481、0.038、0.020, P 分别为: 0.750、0.997、0.999)

# 结论:

- 1.应用4D-CT进行HCC内靶区制定,  $GTV_0$ 、 $GTV_{50}$ 二者融合而成的内靶区可以在保证靶区准确的基础上减少工作量和勾画误差;  $GTV_{MIP}$ 不适合进行HCC内靶区的制定。
- 2.应用ABC辅助3D-CT进行HCC内靶区的制定可以达到与4D-CT相媲美的效果, 且在实际操作中易于实现, 对设备需求较低。

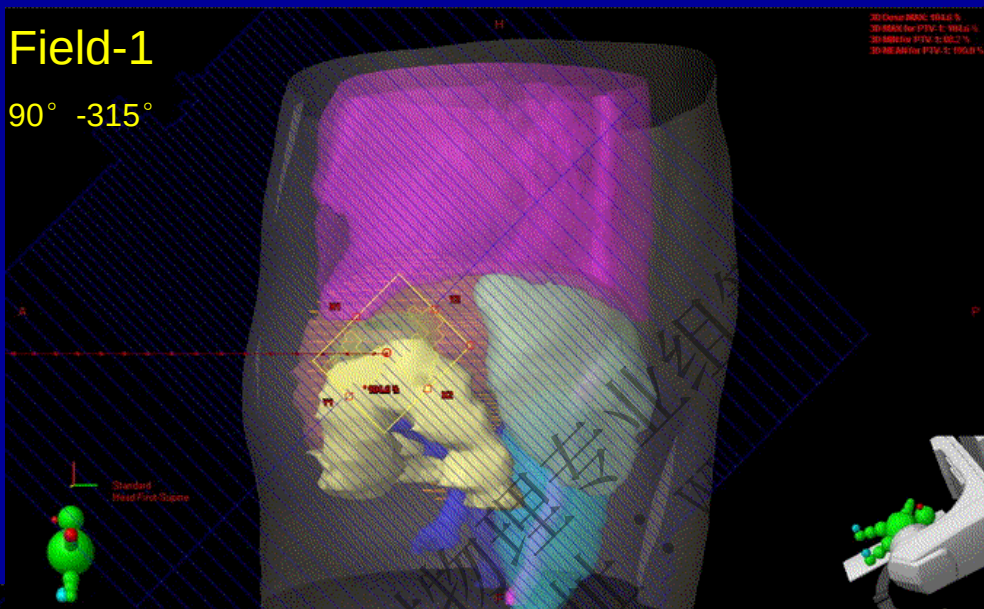
# 展望

我们的团队正在目前研究基础上进一步研究不同条件（传统外放、个体化外放、**ABC**辅助呼吸下）制定的内靶区对**HCC**放射治疗剂量学影响。

# 《ABC辅助下RapidArc进行HCC放射治疗的可行性研究》

Field-1

90° -315°

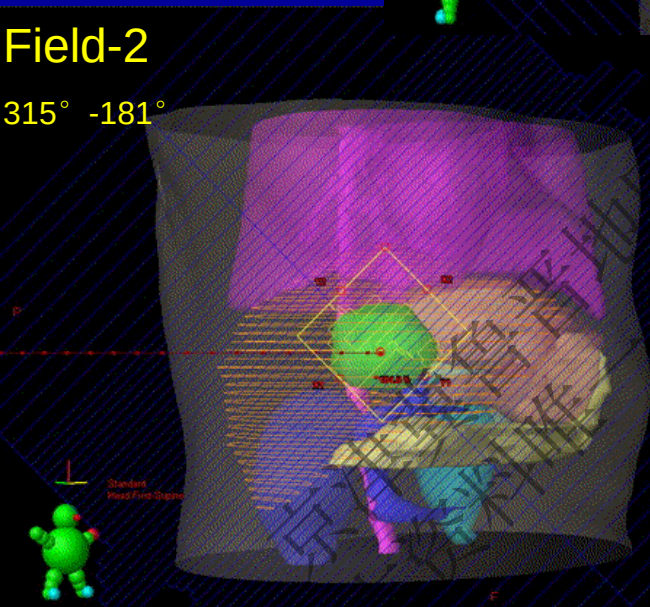


每野照射时间约28.2s

总治疗时间约115S

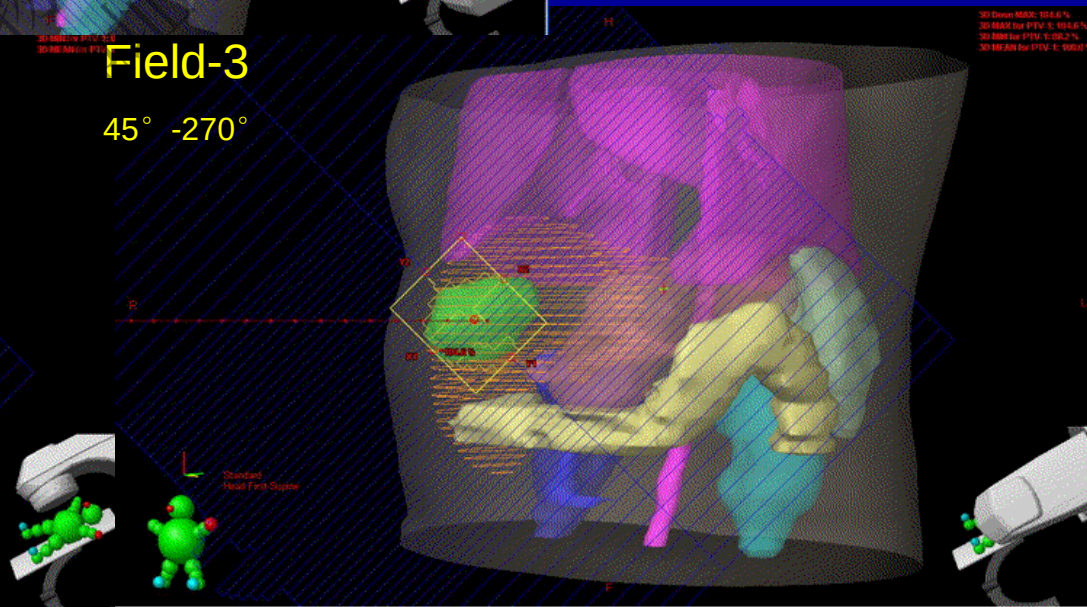
Field-2

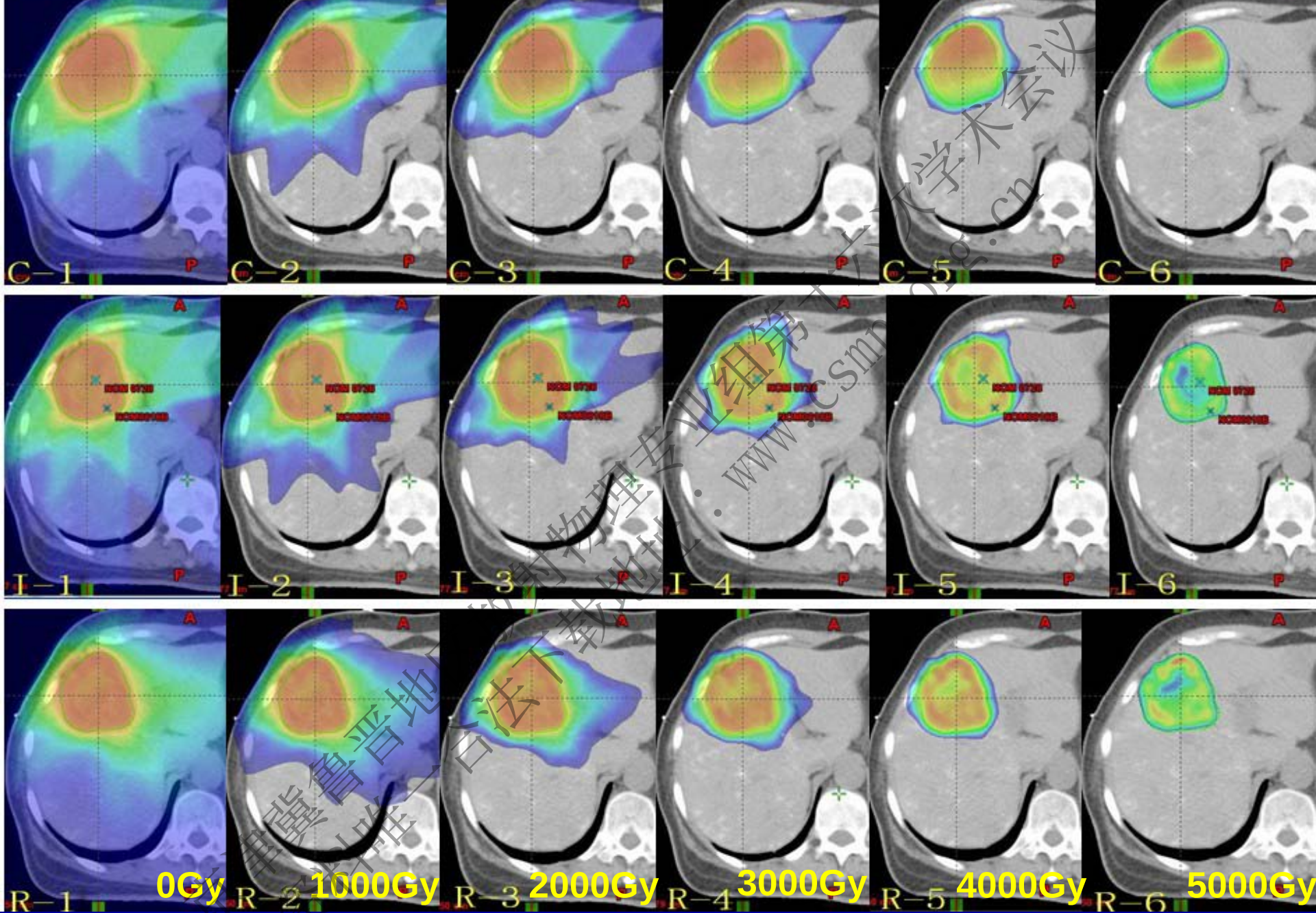
315° -181°



Field-3

45° -270°





C、I、R分别代表CRT、IMRT、 RapidArc计划



谢谢大家！！