



川北医学院

North Sichuan Medical University

核医学

游金辉 教授 硕士生导师

Tel: 0817-2262227

医学影像学系核医学教研室



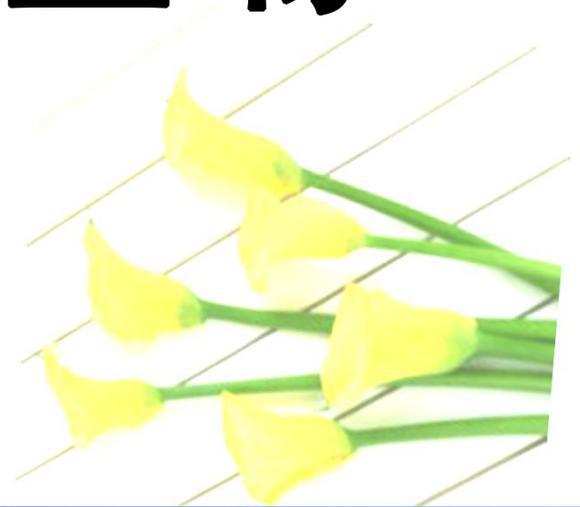


川北医学院

North Sichuan Medical University



肿瘤显像



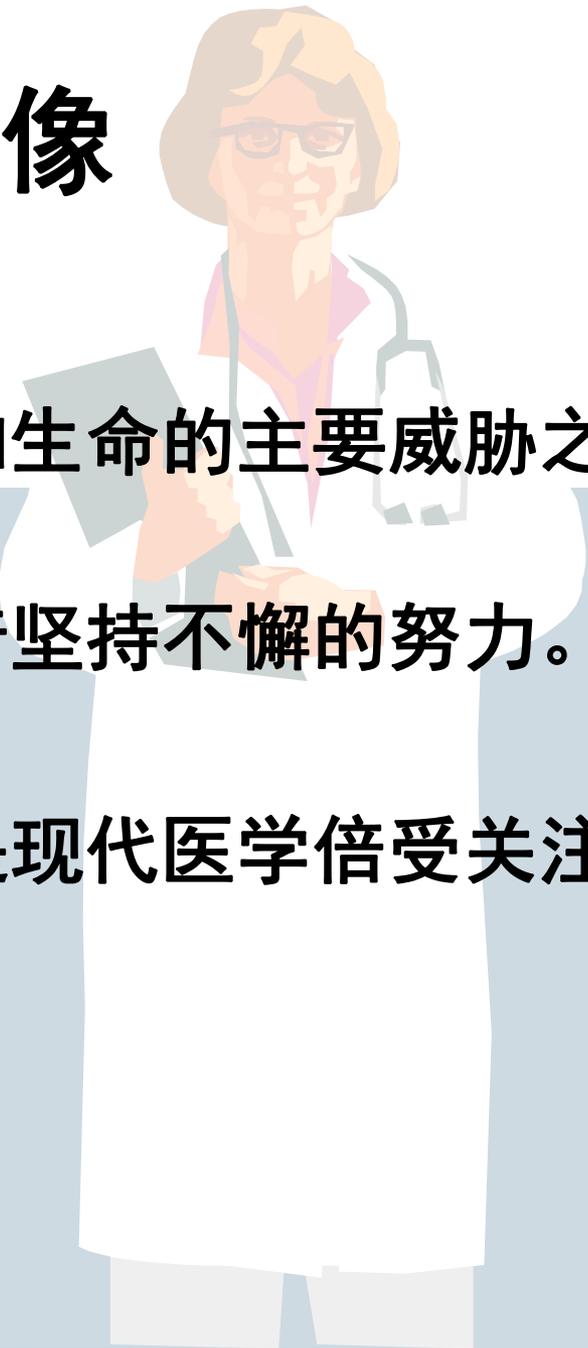


川北医学院

North Sichuan Medical University

肿瘤显像

- 恶性肿瘤已成为人类健康和生命的主要威胁之一，
医学家们为攻克癌症进行着坚持不懈的努力。
- 肿瘤学的基础与临床研究是现代医学倍受关注的
焦点。



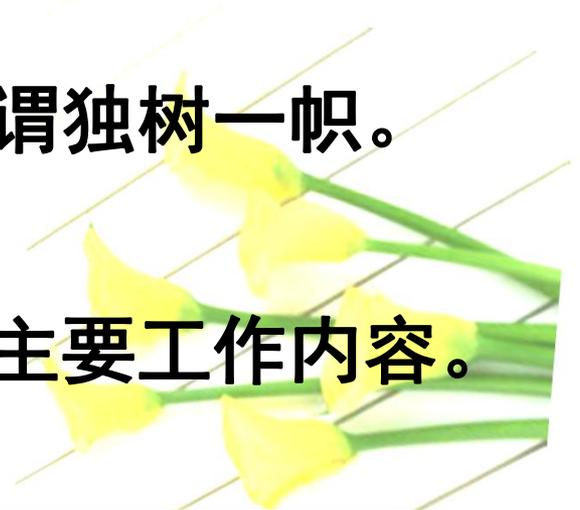


川北医学院

North Sichuan Medical University

肿瘤显像

- 核医学显像技术由于其示踪策略系针对肿瘤组织细胞的血流、代谢、增殖、分化及受体等生物环节，在肿瘤学的研究和临床应用中可谓独树一帜。
- 肿瘤显像也构成了临床核医学的主要工作内容。





川北医学院

North Sichuan Medical University

肿瘤显像

- 以PET为例，目前世界上作PET检查的病例中，与肿瘤有关的检查占85%。
- 核医学显像在肿瘤学的应用范围还在日趋扩大。





川北医学院

North Sichuan Medical University

肿瘤显像

- 肿瘤代谢显像
- 非特异性肿瘤阳性显像
- 肿瘤受体显像





川北医学院

North Sichuan Medical University

肿瘤代谢显像

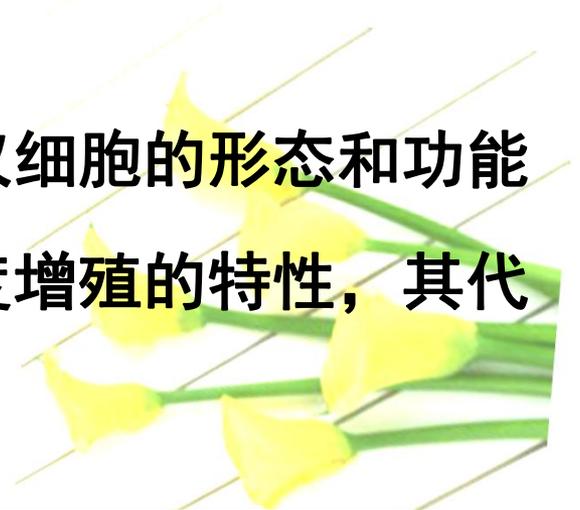




一、原理

- 肿瘤细胞的代谢特点

- 肿瘤是机体在各种致瘤因素作用下，发生细胞基因突变或基因表达调控异常，导致局部组织细胞失控性增生和分化障碍而形成的新生物。
- 正常细胞转变成肿瘤细胞后，不仅细胞的形态和功能发生明显改变，而且为维持无限度增殖的特性，其代谢也出现明显改变。





一、原理

- 肿瘤细胞的代谢特点

—糖代谢

- 大多数**正常组织细胞**在有氧时通过糖的**有氧分解**获取能量，只有在缺氧时才进行**无氧糖酵解**。





一、原理

• 肿瘤细胞的代谢特点

– 糖代谢

- **肿瘤组织**则即使在氧供应充分的条件下也主要是以**无氧糖酵解**获取能量
 - **癌细胞线粒体的功能障碍**
 - 或者与肿瘤细胞的**酶谱变化**，特别是与三个**糖酵解关键酶**（**己糖激酶、磷酸果糖激酶和丙酮酸激酶**）活性增加和同功酶谱的改变
 - **糖异生关键酶**活性降低有关





川北医学院

North Sichuan Medical University

一、原理

- 肿瘤细胞的代谢特点

- 糖代谢

- 糖酵解的许多**中间产物**被瘤细胞利用合成蛋白质、核酸及脂类，从而为瘤细胞本身的生长和增生提供了**必需的物质基础**。



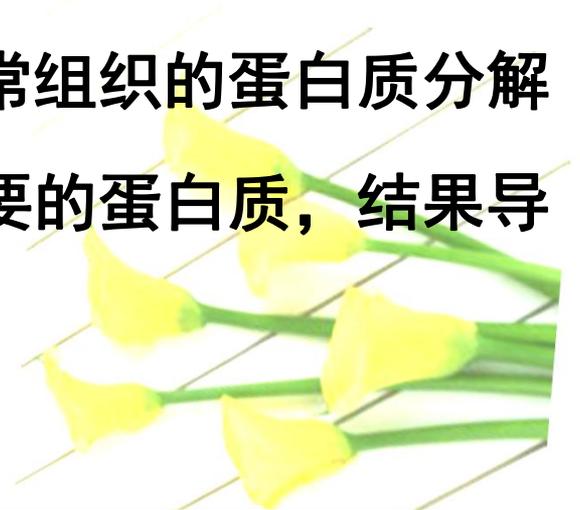


一、原理

- 肿瘤细胞的代谢特点

- 蛋白质代谢

- 肿瘤细胞的蛋白质合成及分解皆增强，但**合成代谢超过分解代谢**，甚至可夺取正常组织的蛋白质分解产物，合成肿瘤本身生长所需要的蛋白质，结果导致机体严重消耗的**恶病质**状态。





一、原理

• 肿瘤细胞的代谢特点

— 核酸代谢

- 肿瘤细胞合成DNA和RNA的能力增强，而分解作用明显降低；
- DNA与细胞的分裂和繁殖有关，RNA与细胞的蛋白质合成及生长有关；
- 核酸代谢增强为肿瘤迅速生长提供物质基础。



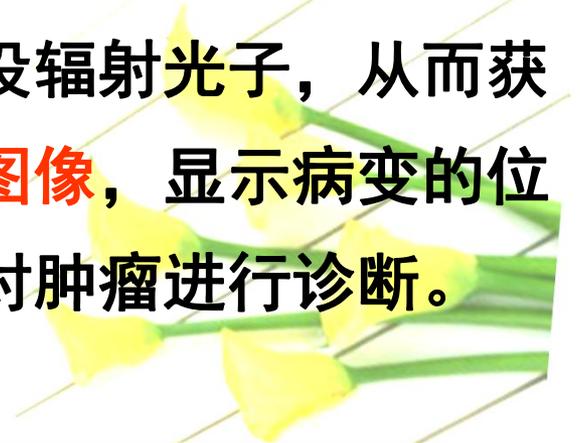


一、原理

- **PET/CT**

- **PET**

- **Positron Emission computed Tomography**
 - **PET显像是采用一系列成对的互成 180° 排列并与符合线路相连的探测器来探测湮没辐射光子，从而获得机体**正电子核素的断层分布图像**，显示病变的位置、形态、大小和代谢功能，对肿瘤进行诊断。**





一、原理

- **PET/CT**

- **PET/CT**

- **PET（功能代谢显像）、CT（解剖结构显像）图像同机融合，优势互补，一次成像即可获得PET图像、相应部位的CT图像及PET与CT的融合图像；**
 - **病灶准确定位、定性，其诊断性能及临床实用价值更高；**
 - **其临床应用价值明显高于单独的PET和CT。**







川北医学院

North Sichuan Medical University





一、原理

• 肿瘤代谢显像

- 利用肿瘤细胞与周围正常组织的代谢**差异**
- 采用正电子发射体标记的葡萄糖、氨基酸、胆碱、胸腺嘧啶等药物为**示踪剂**
- 经PET或PET/CT**显像**
- 显示机体及肿瘤组织细胞的**代谢状况**
- 为临床提供更多的生理和病理方面的**诊断信息**，因此，称之为**分子显像或生物化学显像**。



一、原理

- 利用各类不同的显像剂或显像剂药物，PET可灵敏而准确地显示**肿瘤的灌注、代谢、蛋白质合成、DNA复制、受体分布、乏氧及凋亡状态等生物学行为**。
- PET及PET/CT的应用使核医学迈入**分子核医学**的时代。





二、显像剂

- 肿瘤显像剂有很多
 - ^{18}F -FDG (^{18}F -氟脱氧葡萄糖)
 - ^{11}C -胆碱 (^{11}C -choline)
 - ^{11}C -醋酸盐 (^{11}C -acetate)
 - ^{11}C -蛋氨酸 (^{11}C -MET)
 - ^{18}F -酪氨酸 (^{18}F -FET)
 - 许多新的显像剂药物在不断的开发研究之中





二、显像剂

- ^{18}F -FDG无疑是目前临床和研究应用最广泛，最成熟的肿瘤代谢显像剂，它被誉为“世纪分子”。





^{18}F -FDG肿瘤显像原理!!!

- ^{18}F -氟脱氧葡萄糖 (^{18}F -2-fluoro-D-deoxy-glucose, ^{18}F -FDG) 为葡萄糖代谢示踪剂。
- ^{18}F -FDG和葡萄糖的分子结构相似，在体内的生物学行为与葡萄糖相似。
- 在注入体内后， ^{18}F -FDG通过与葡萄糖相同的摄取转运过程进入细胞内。



^{18}F -FDG肿瘤显像原理

- ^{18}F -FDG进入细胞后与葡萄糖同样在己糖激酶（hexokinase）的作用下被磷酸化形成6-磷酸- ^{18}F FDG（6-P- ^{18}F FDG），但不能被进一步代谢，而滞留堆积在细胞内。
- 细胞对 ^{18}F -FDG的摄取量与其葡萄糖代谢率成正比，故体内葡萄糖代谢率越高的器官、组织，摄取聚集 ^{18}F -FDG越多。



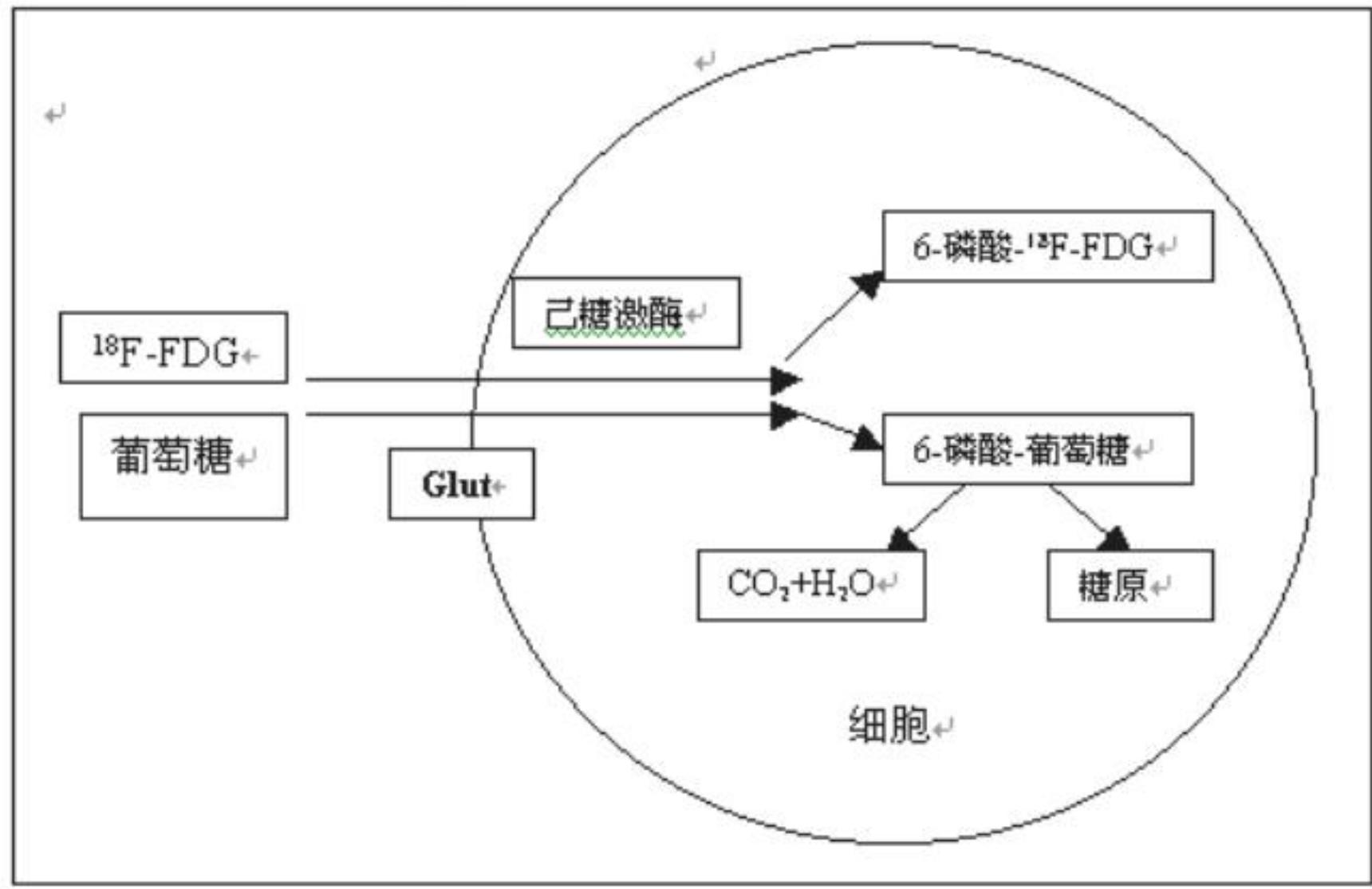
^{18}F -FDG肿瘤显像原理

- 恶性肿瘤细胞的**代谢特点**之一是高葡萄糖代谢，故能聚集更多的 ^{18}F -FDG。
- **可能机制：**
 - 肿瘤细胞膜上葡萄糖转运蛋白（glucose transporter, Glut）表达增加，如Glut-1, Glut-2, Glut-3等；
 - 肿瘤细胞内己糖激酶活性增高；
 - 葡萄糖-6-磷酸酶活性低（该酶可使6-P- ^{18}F FDG去磷酸化而释出细胞外）等。



川北医学院

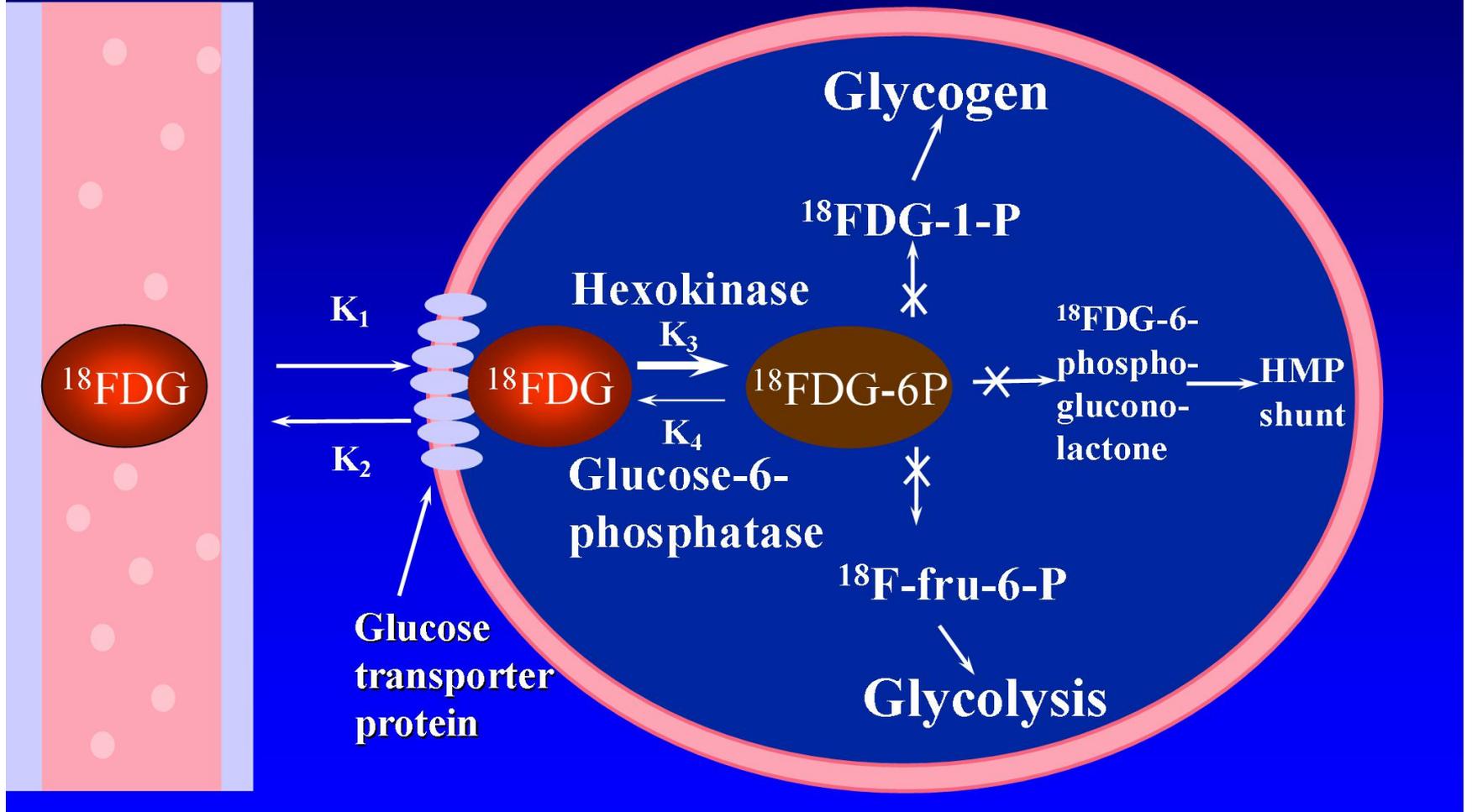
North Sichuan Medical University





Vascular

Tumor Cell





三、显像方法

- 显像剂的选择

- 最常用的显像剂是 ^{18}F -FDG

- 临床主要用于恶性肿瘤的诊断、鉴别诊断、临床分期、疗效评价、监测复发及转移等。





三、显像方法

- 显像剂的选择

- 其他显像剂可根据不同的组织脏器、不同的病变、不同的观察目的进行选择，以弥补 ^{18}F -FDG的不足，如脑胶质瘤显像可选择 ^{11}C -MET，高分化肝细胞癌可选择 ^{11}C -乙酸盐及 ^{18}F -胆碱等。





Fig.10-3 Whole-body bone ^{18}F -NaF PET study of patient with nasopharyngeal carcinoma and bone metastasis

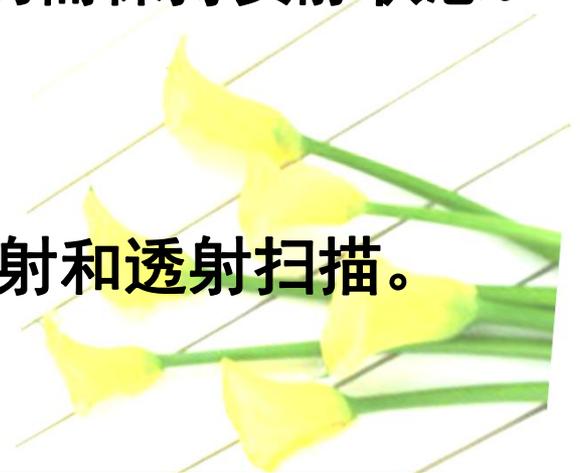




三、显像方法

一般采用全身断层显像，简述如下

1. 病人准备：检查前禁食4~6h，血糖过高者需控制血糖。
2. 注射显像剂：安静状态下注射 ^{18}F -FDG 370 MBq（10 mCi）左右，注药后至检查前病人仍需保持安静状态。
3. 显像前排空尿液。
4. 图像采集：50~60min后进行全身发射和透射扫描。
5. 断层图像重建





三、显像方法

一般采用全身断层显像，简述如下

4. 图像分析

- ◆ 视觉阅片：病灶区显像剂明显高于周围正常组织。
- ◆ 定量分析：较常用的定量指标为标准摄取值（standardized uptake value, SUV）。





川北医学院

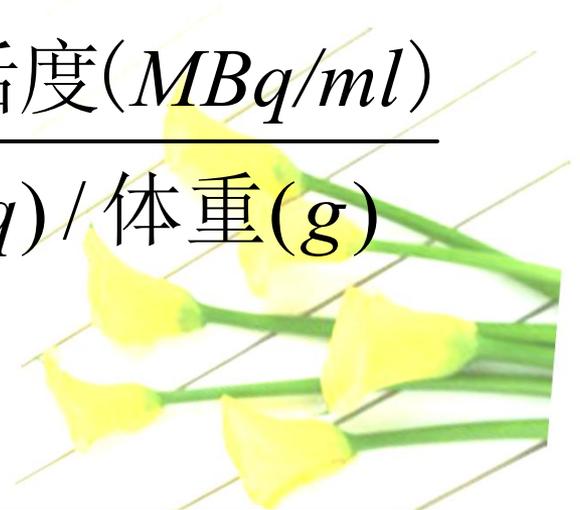
North Sichuan Medical University

三、显像方法

一般采用全身断层显像，简述如下

■ 标准摄取值 (SUV) 计算公式如下

$$\text{SUV} = \frac{\text{单位体积组织放射性活度}(MBq/ml)}{\text{注入放射性活度}(MBq) / \text{体重}(g)}$$





四、适应证

- 肿瘤的良、恶性鉴别
- 肿瘤残余和治疗后纤维组织形成或坏死的鉴别
- 寻找原发灶
- 评价疗效
- 指导临床活检
- 监测复发及转移
- 指导放疗计划





五、影像分析

- 正常图像

- ^{18}F -FDG是葡萄糖的类似物，引入机体后

在体内的分布与葡萄糖在体内的分布基

本一致。

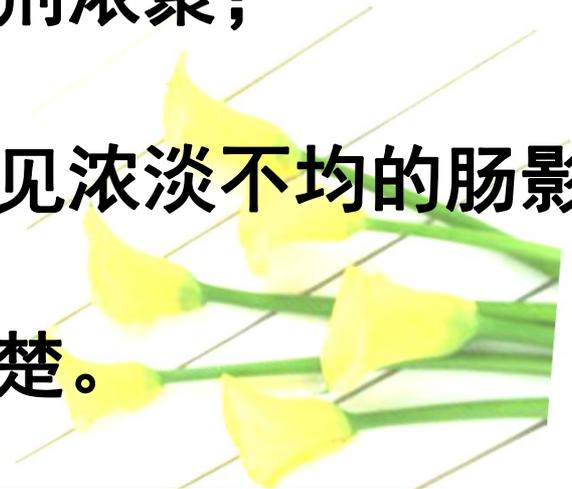




五、影像分析

- 正常图像

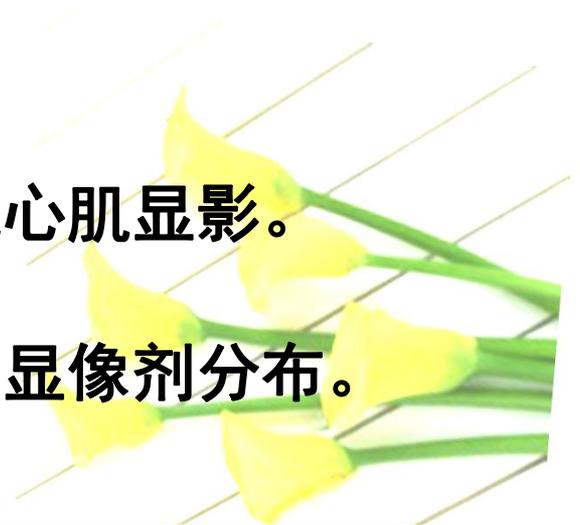
- ^{18}F -FDG主要通过泌尿系排泄，因此，双肾、双侧输尿管及膀胱出现明显的显像剂浓聚；
- 胃可出现生理性浓聚，腹部可见浓淡不均的肠影；
- 全身其他部位轮廓及层次较清楚。





五、影像分析

- 正常人**禁食状态下**
 - 脑部显像剂聚集明显，肝脾可见显影，肾及膀胱因显像剂的排泄而显影。
 - 心肌多数人不显影，少数可见心肌显影。
 - 肌肉和肠道可能有程度不等的显像剂分布。





川北医学院

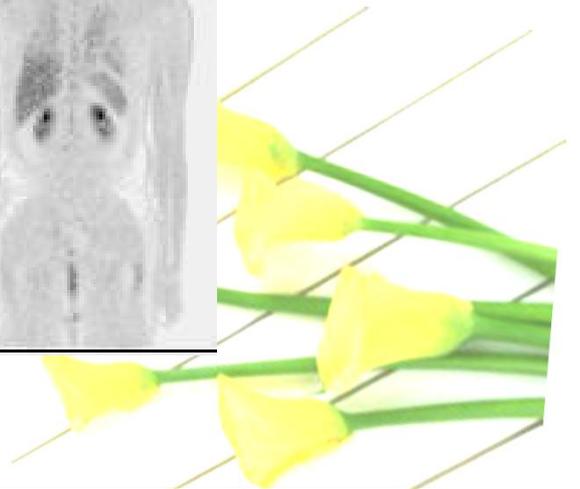
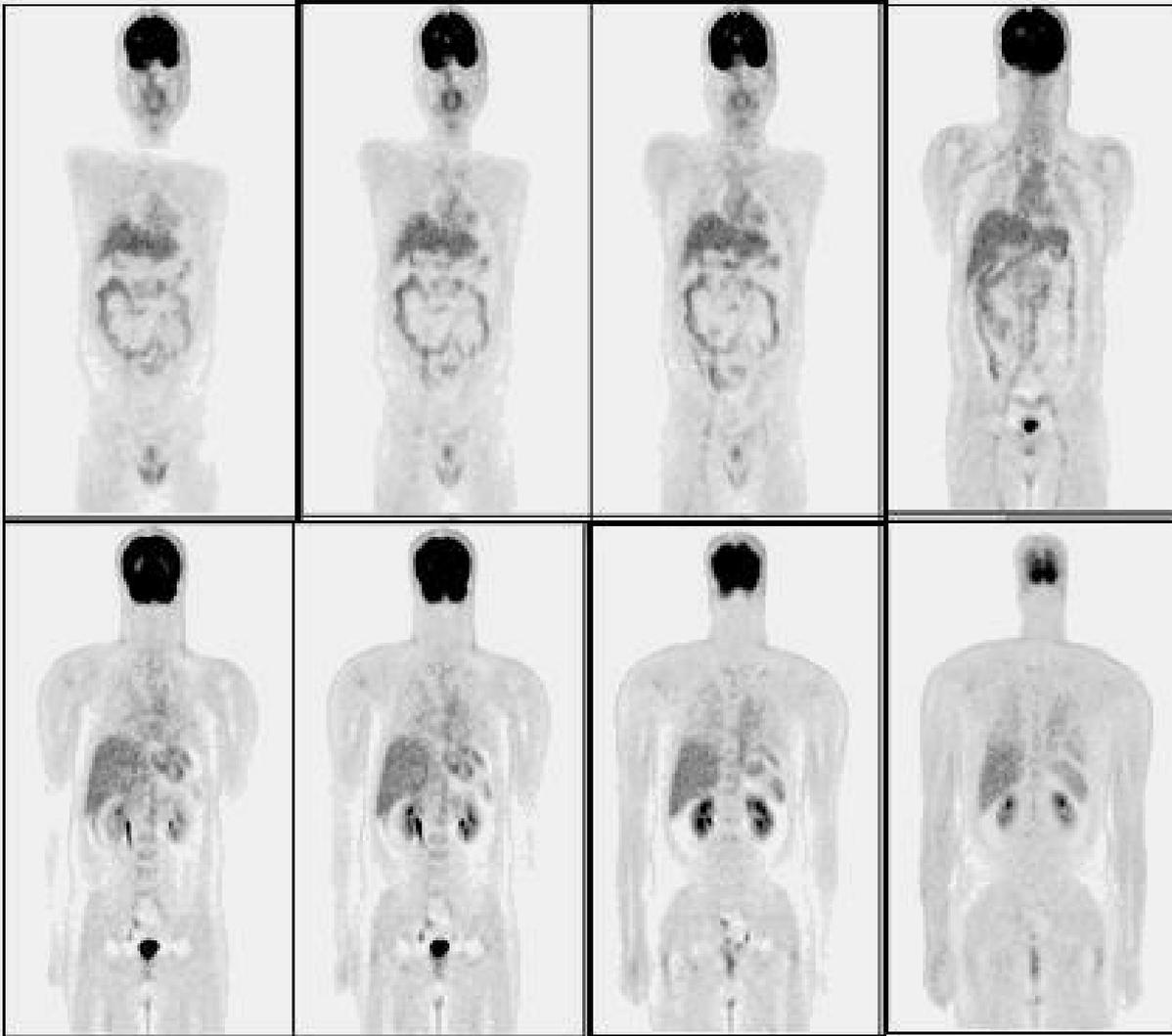
North Sichuan Medical University

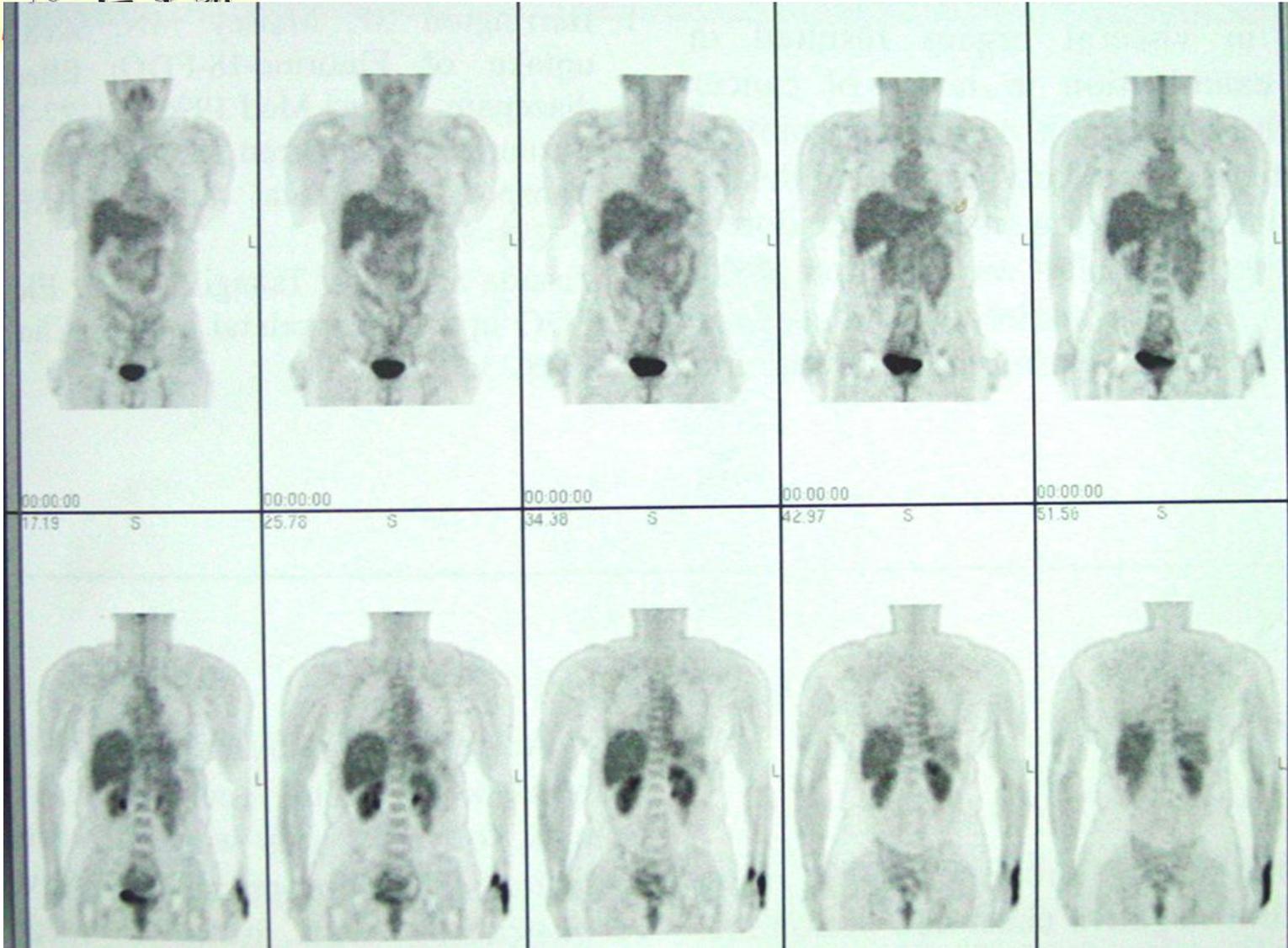




川北医学院

North Sic







川北医学院

North Sichuan Medical University

五、影像分析

• 异常图像

– 显像剂分布异常浓聚（高代谢灶）或稀疏缺损（低代谢灶）

• 高代谢灶：显像剂分布高于周围正常组织

• 低代谢灶：显像剂分布低于周围正常组织

– 可出现：病灶的显像剂分布与周围正常组织相等





六、临床评价

1. 肺癌

(1) 肺部结节鉴别诊断

- 多中心研究结果， ^{18}F -FDG PET对肺癌诊断的敏感性96%，特异性90%，准确性92%。
- 肺部孤立结节性病变（solitary pulmonary nodule, SPN）常见，而且其良、恶性鉴别常感困难。





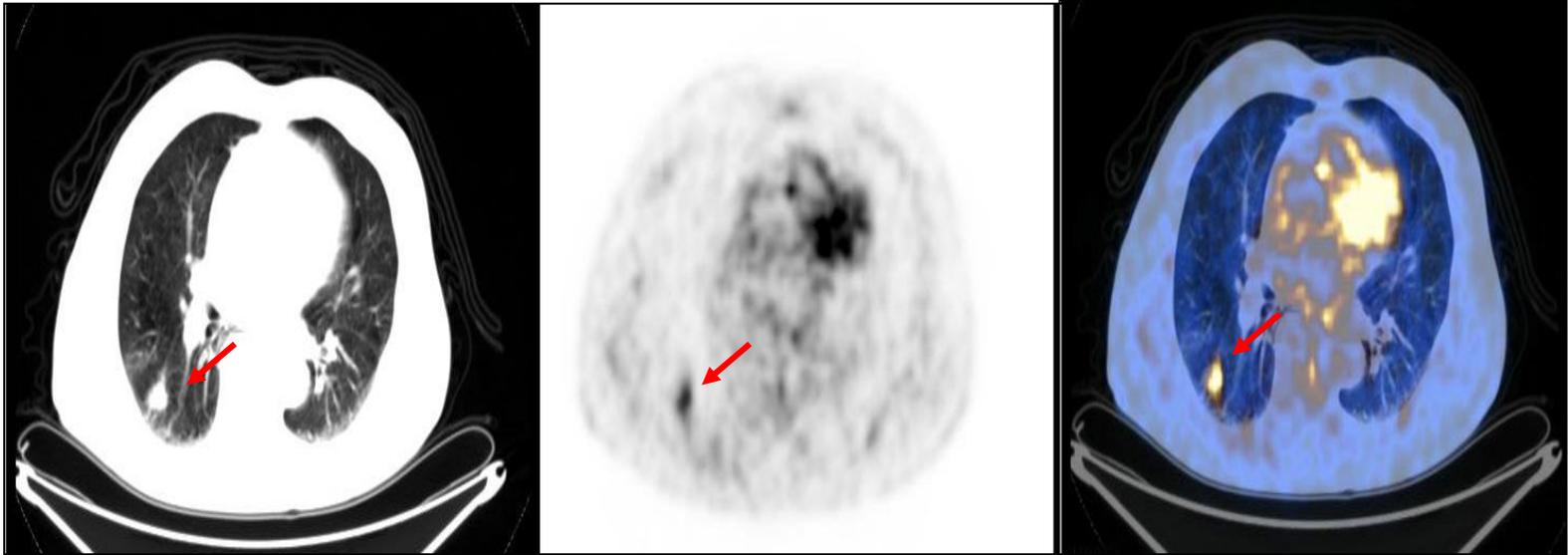
六、临床评价

1. 肺癌

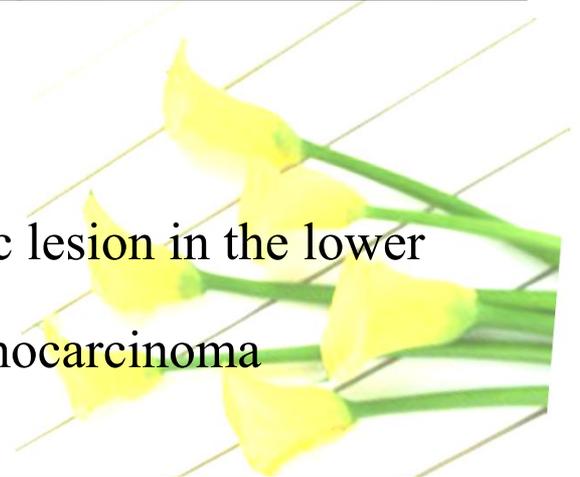
(1) 肺部结节鉴别诊断

- ^{18}F -FDG PET对SPN的鉴别价值已被认可，其敏感性96%，特异性75%~96%不等。
- 大约85%~90%的SPN可经 ^{18}F -FDG PET作出正确诊断，可以避免约20%~40%不必要的开胸手术。





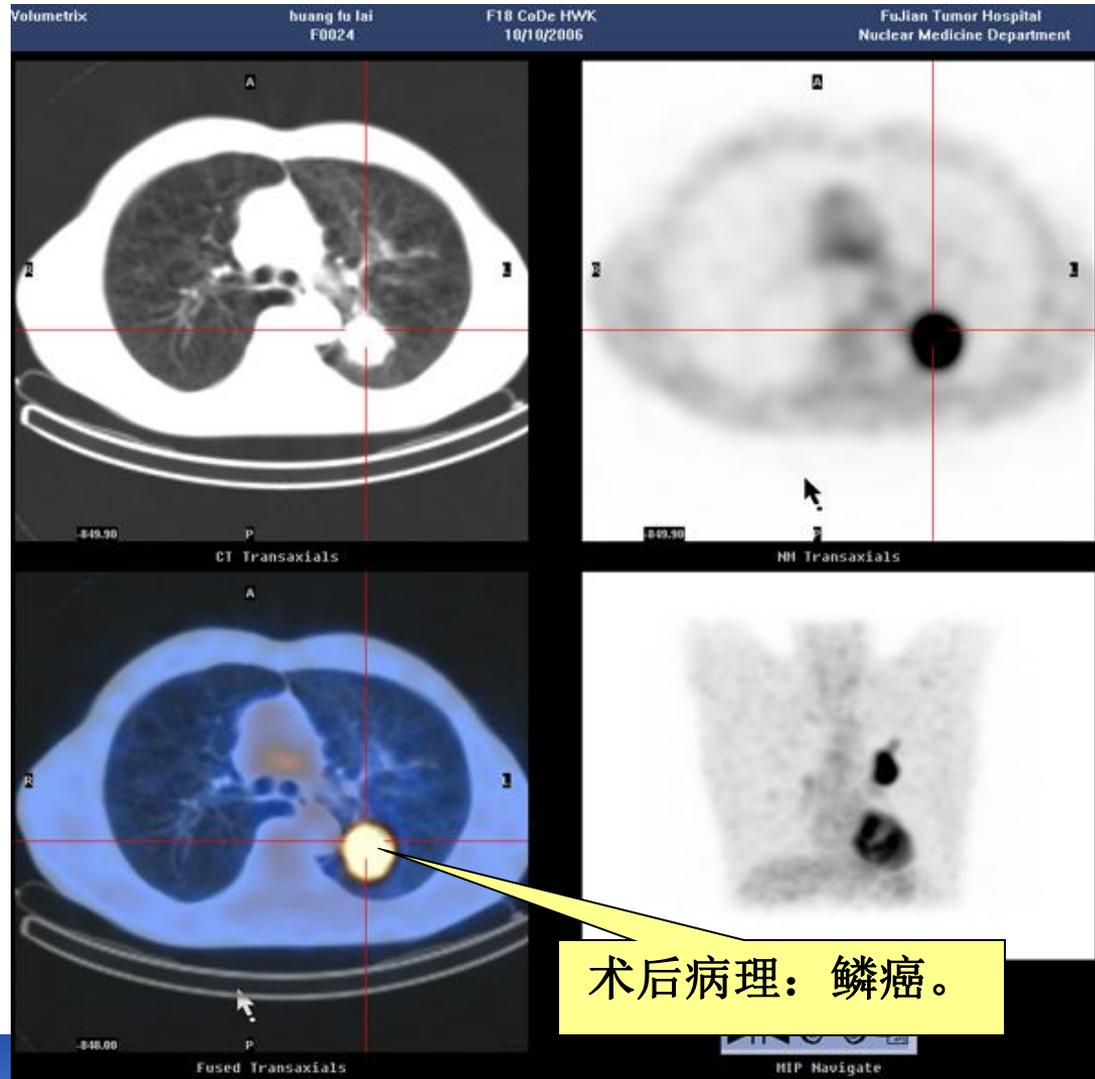
^{18}F -FDG PET/CT scan shows a hyper metabolic lesion in the lower lobe of right lung, which is consistent with adenocarcinoma





肺部肿块良恶性鉴别1

- 患者男性，61岁。
- 主诉：咳嗽、咳痰，痰中带血2周。
- 胸片：左肺占位性病变
- 纤支镜：鳞状上皮伴轻-中度不典型增生。
- **FDG显像：**左肺下叶背段肿块，高代谢。考虑肺癌。



术后病理：鳞癌。



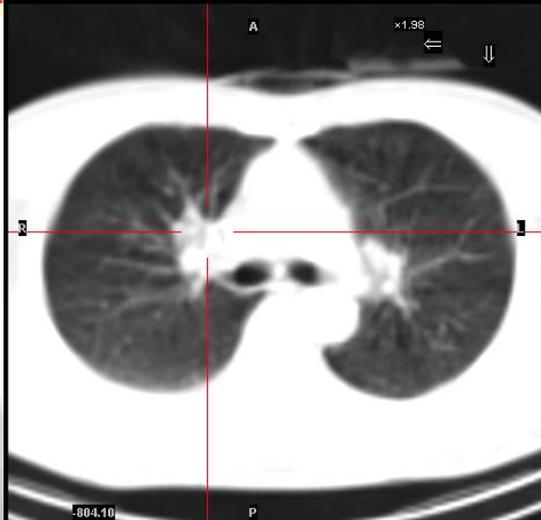
六、临床评价

1. 肺癌

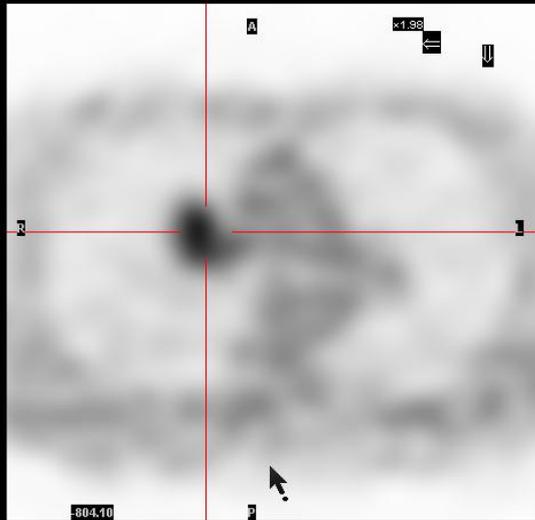
(2) 转移灶探查和肿瘤分期

- CT诊断NSCLC纵隔淋巴结转移敏感性58%~67%，特异性70%~80%。PET则较CT更为准确，敏感性为83%~92%，特异性94%~100%。
- 同时探测胸外、远处软组织和骨骼的肺癌转移灶，其准确性达96%。

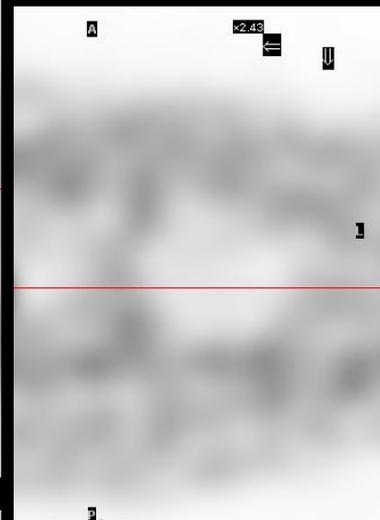




CT Transaxials



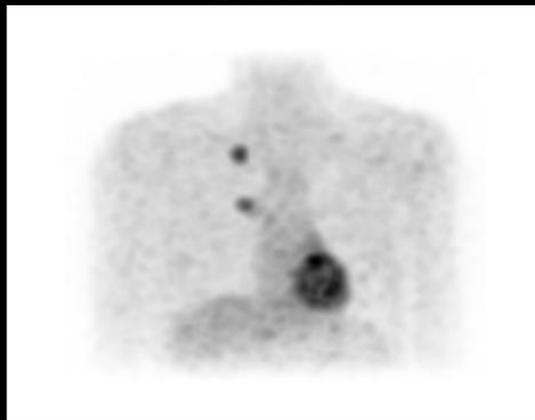
NM Transaxials



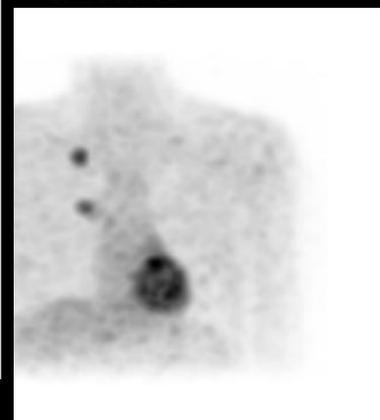
NM Transaxials



Fused Transaxials



MIP Navigate



MIP Navigate



Fused Transaxials





标本名称

临床诊断 右肺占位

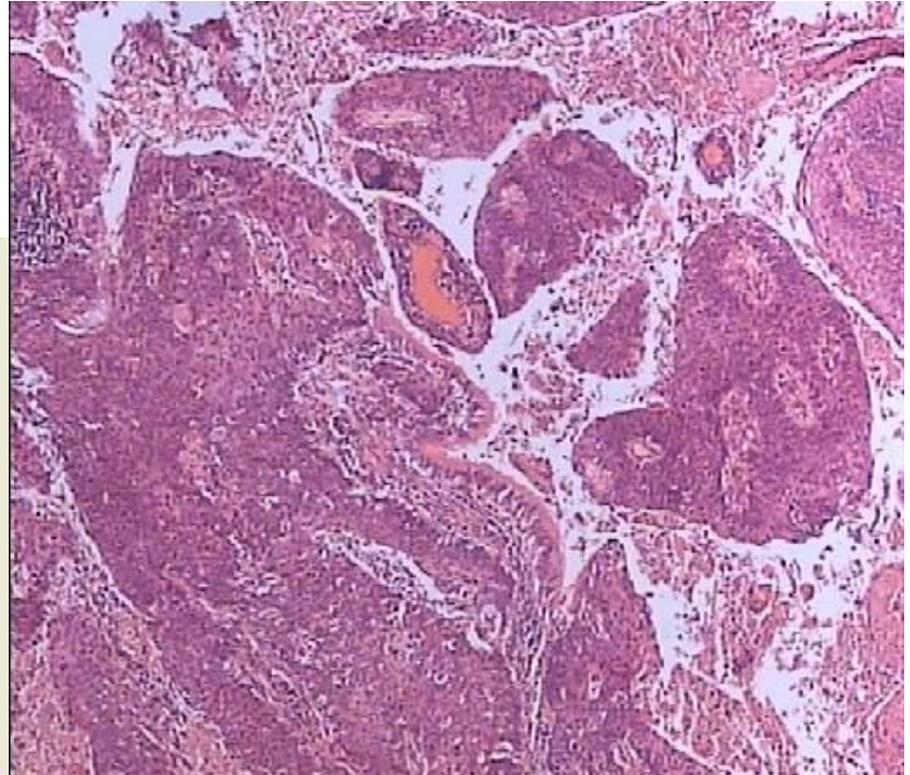
肉眼所见

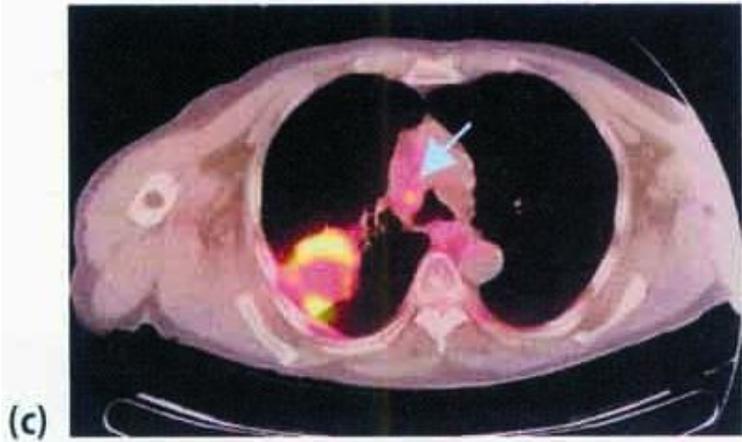
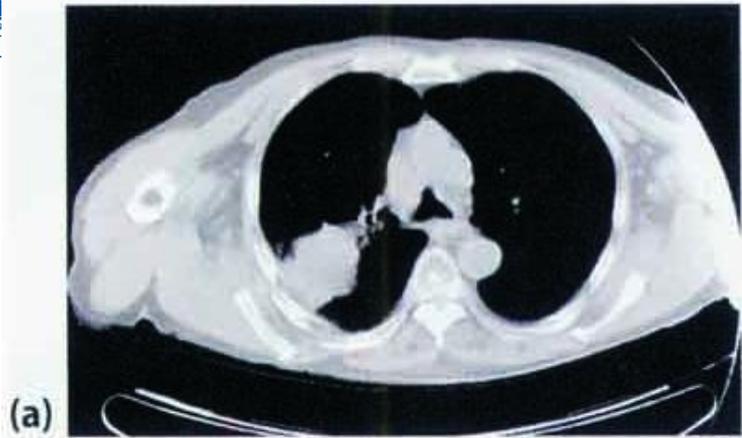
镜下所见

病理诊断 右肺上叶切除标本:

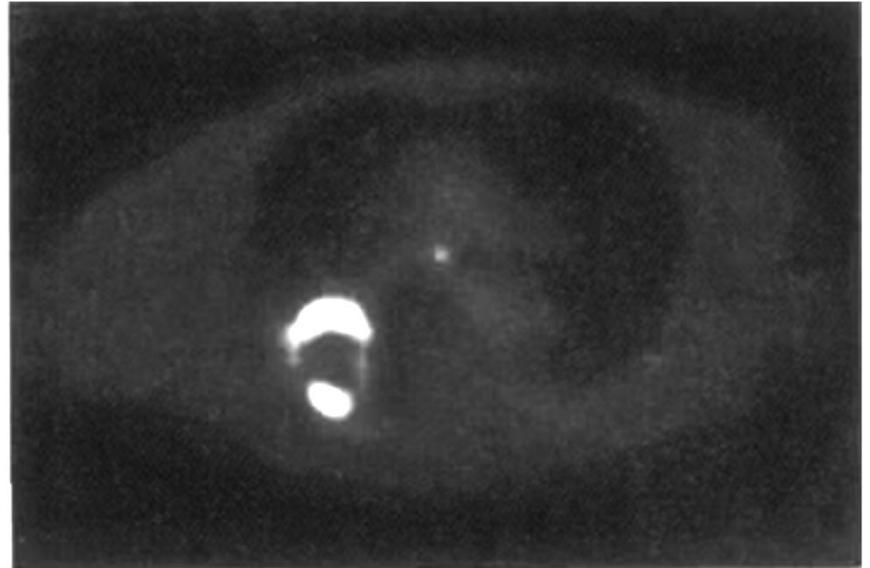
(右肺上叶) 双原发癌: 1. 中央型中分化鳞癌 (肿物大小4x3cm), 侵犯支气管软骨。2. 周围型中分化鳞癌 (肿物大小3.5x2.5cm), 未侵犯肺膜。标本支气管切端未见癌累及。肺门LN3个, “1组” LN3个, “2组” LN3个, “4组” LN4个, “7组” LN3个, “10组” LN2个

特殊检查





(b)



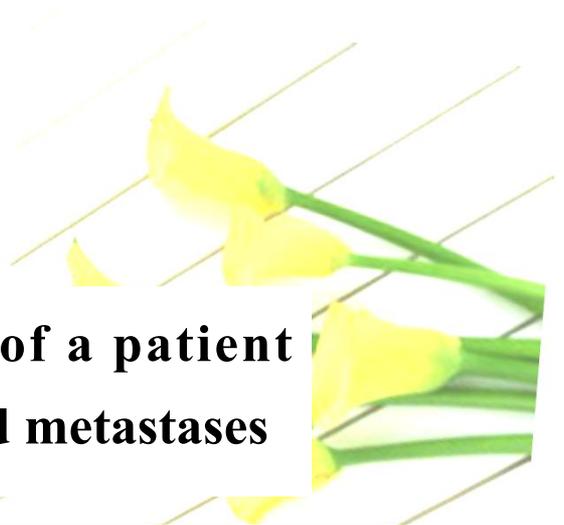
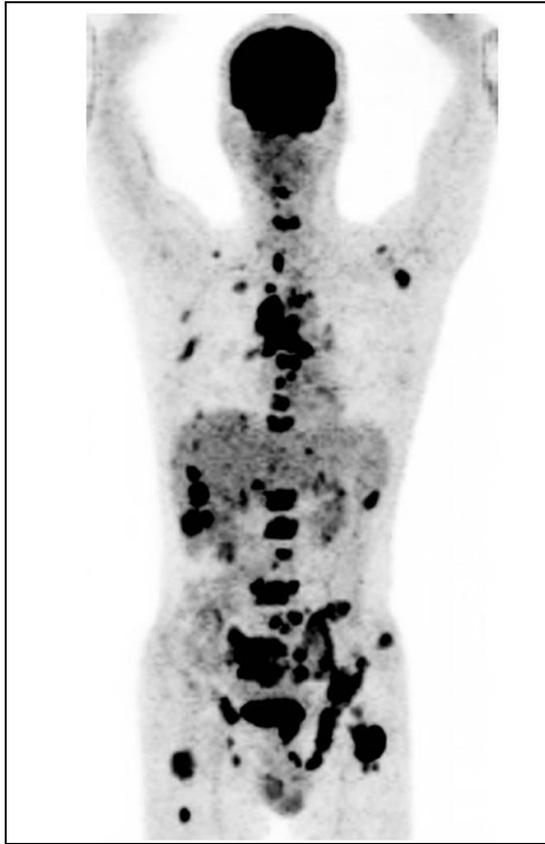
男性，78岁，左肺鳞癌。(a): CT显示等密度病灶。(b): PET显示病灶呈边缘高代谢及中心坏死。(c): CT与PET融合图像，肺门淋巴结转移被PET显示(箭头所示)。





川北医学院

North Sichuan Medical University

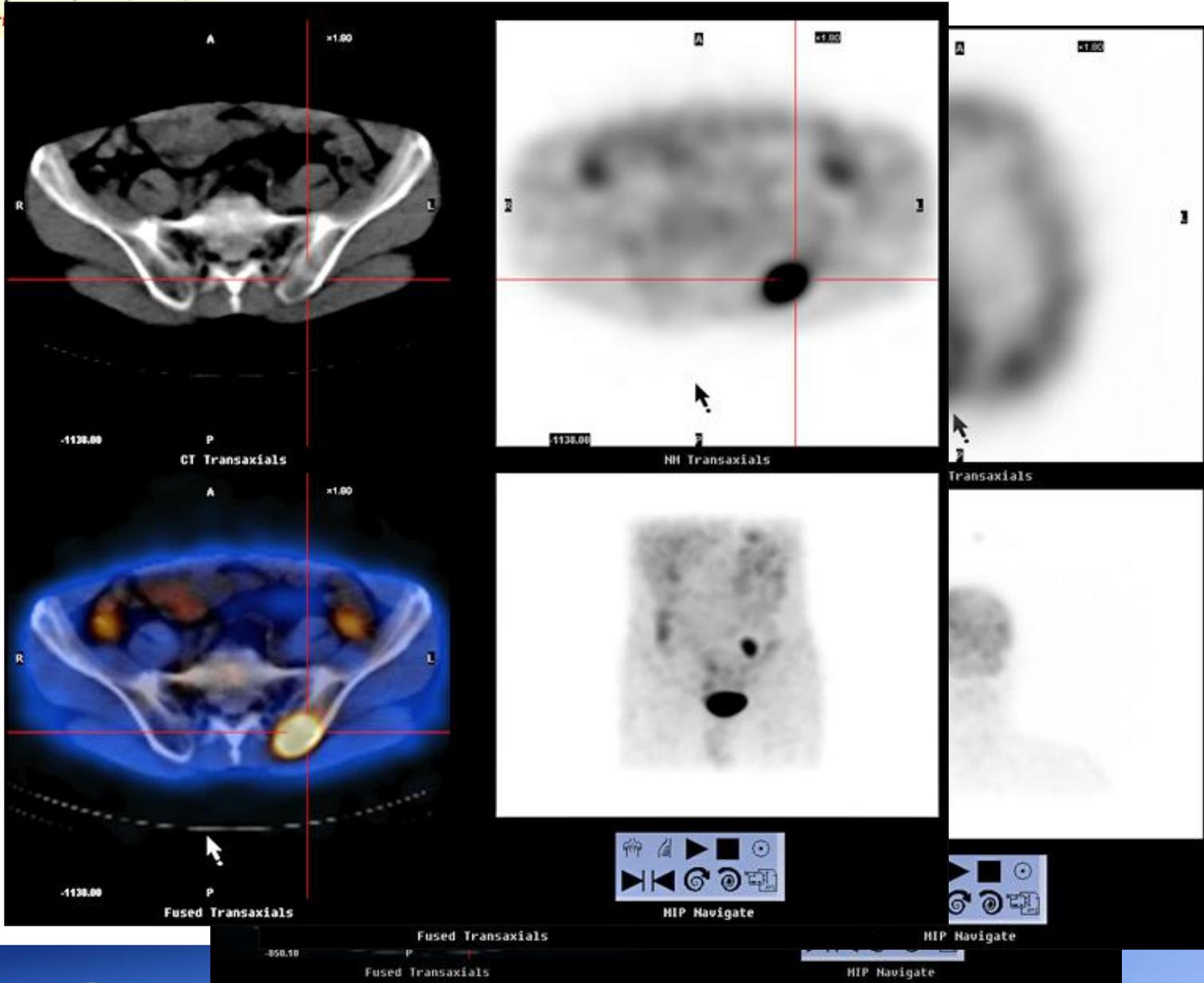


^{18}F -FDG PET/CT MIP image of a patient with lung cancer with widespread metastases





Normal



检查所见:

采用 GE InfiniaVC Hawkeye SPECT 仪, 空腹 4 小时, 血糖: 4.5mmol/L。静脉注射 ^{18}F -FDG, 平静休息 45 分钟后行全身 SPECT 显像及 CT 扫描, SPECT 图像行衰减校正及迭代法重建, SPECT、CT 及融合图像呈多层面、多幅显示。

脑实质内于左侧额叶见一稍高密度影, 边缘模糊, 大小约 3.5cm×2.5cm, CT 值约 27Hu, SPECT 未见明显摄取。周围见明显水肿带, 大脑中线向右侧偏移, 邻近脑室、脑沟稍变窄。鼻咽部结构对称, 两侧未见软组织肿块影, 双侧咽隐窝存在, 双侧咽旁间隙及咽旁肌群清晰。颅底骨质未见明显异常破坏。颈部结构对称, 未见肿大淋巴结, 相应部位未见放射性异常浓聚。

胸廓对称, 左肺下叶背段见一软组织肿块影, 密度不均匀, 大小约 5.8cm×5.2cm, CT 值约 50Hu, 内见空洞形成, SPECT 像呈放射性异常浓聚。左肺门及隆突下见肿大淋巴结影, SPECT 呈放射性异常浓聚。胸腔及心包未见积液浓聚, 腋窝及锁骨上未见肿大淋巴结, 相应部位未见放射性异常浓聚。

肝脏轮廓光整, 肝实质内未见明显异常密度影, 胰腺及脾脏形态、大小正常, 其内未见异常密度影, 两侧肾脏轮廓光整, 形态大小正常, 实质内未见明显异常密度影, 双侧肾盂、肾盏结构及肾周围间隙清晰, 双侧肾上腺未见明显增大。腹腔内未见肿大淋巴结; 腹膜后区未见肿大淋巴结。相应部位未见放射性异常浓聚。

前列腺无明显增生, 其内未见明显异常密度影, 双侧精囊腺形态、大小、密度未见明显异常, 骶前直肠窝未见明显异常, 盆腔内未见明显肿大淋巴结。相应部位未见放射性异常浓聚。

左髌骨局部骨质破坏, 呈放射性异常浓聚。

诊断意见:

左肺下叶背段 Ca 伴左肺门、纵隔淋巴结、脑、骨转移。

临床: 肺腺鳞癌
T2N3M1

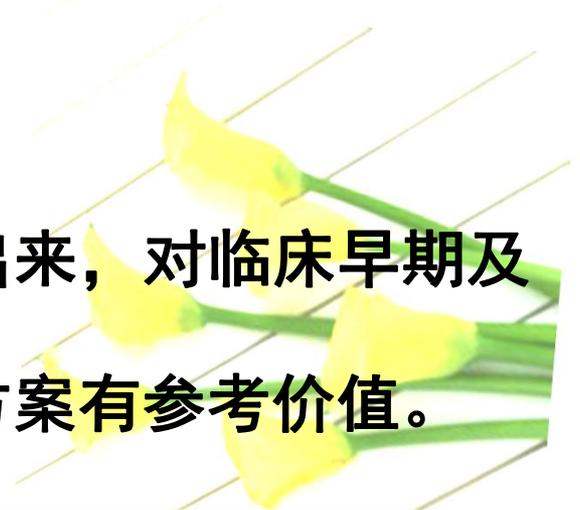


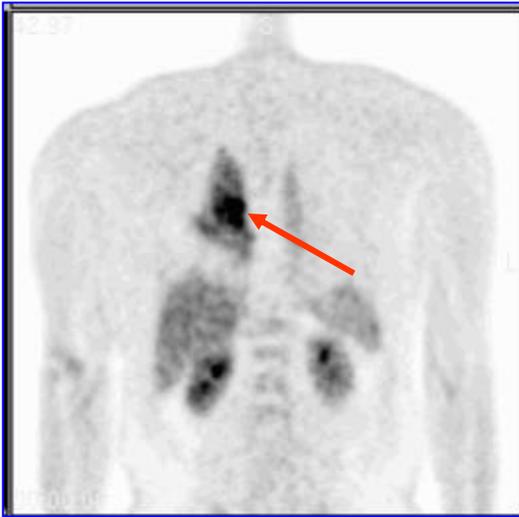
六、临床评价

1. 肺癌

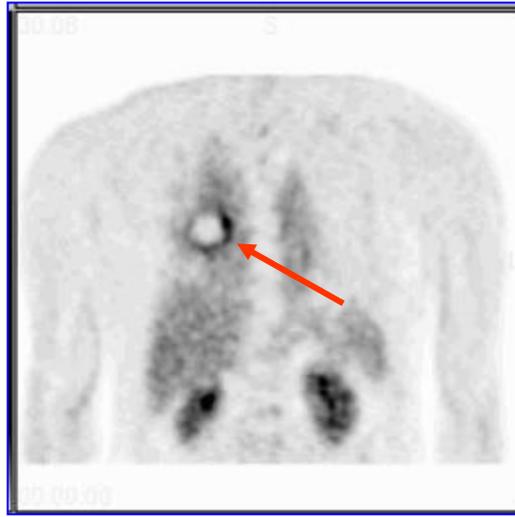
(3) 疗效监测

- 病灶摄取FDG动态减少表示治疗有效，摄取不变或升高说明无效或恶化
- 其变化在治疗后3~14天便可表现出来，对临床早期及时判断疗效反应，及时调整治疗方案有参考价值。

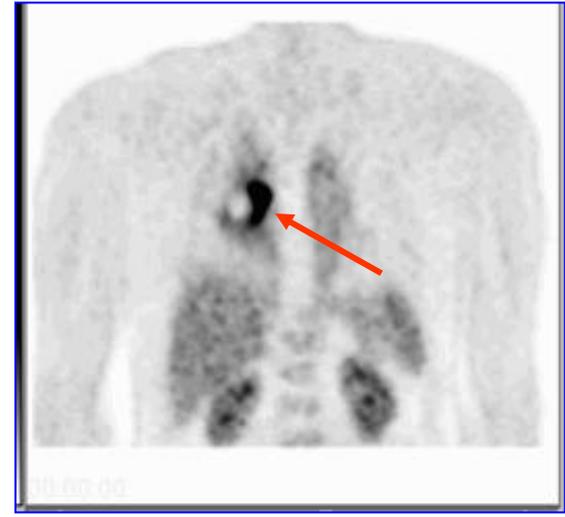




A. pretherapy



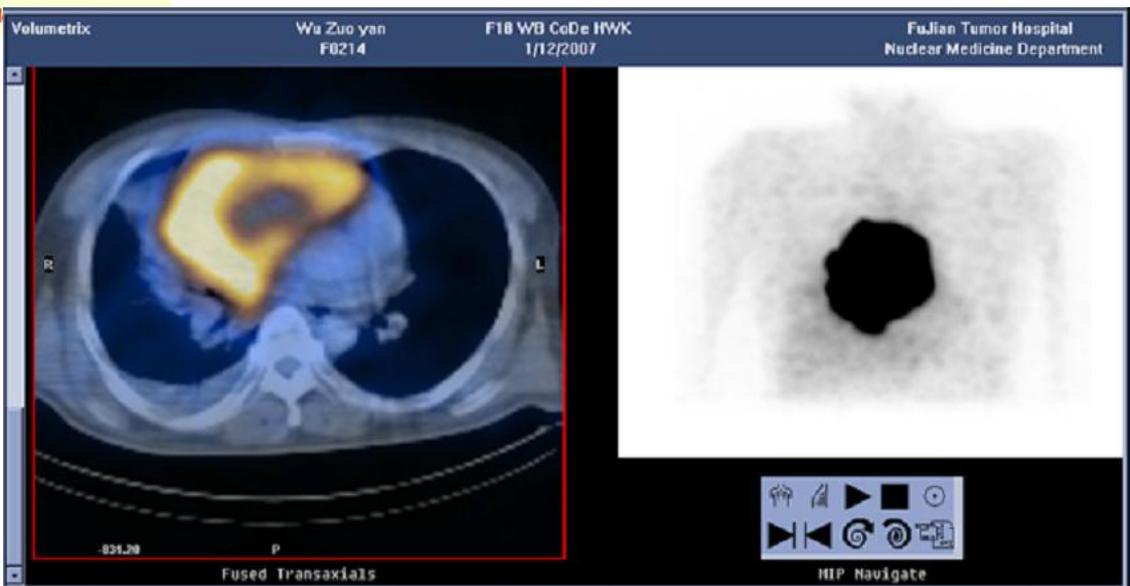
B. 2 weeks after therapy



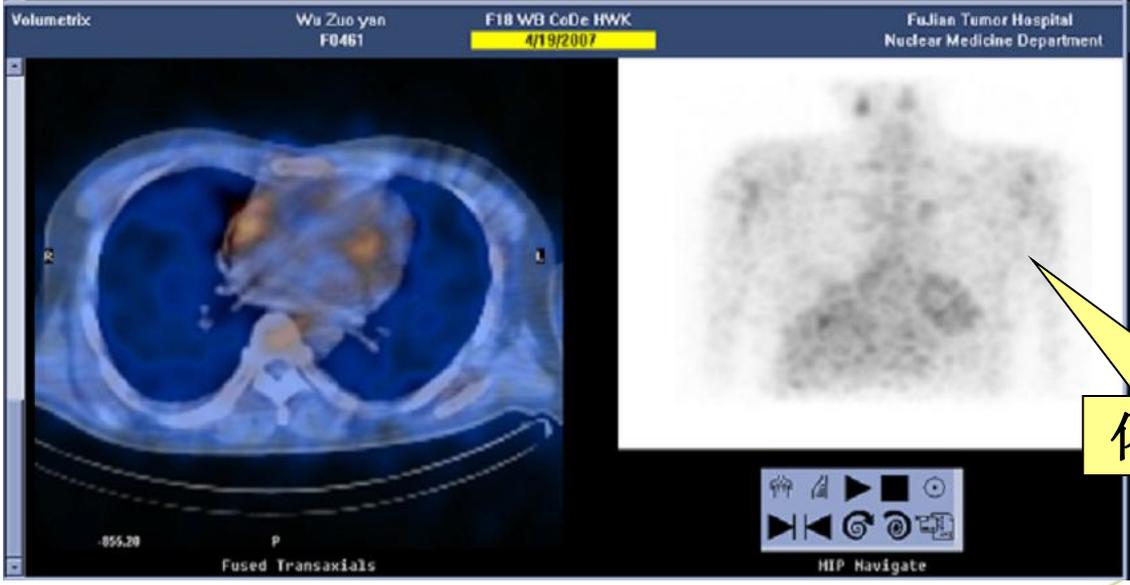
C. 10 weeks after therapy

responses to RF therapy of lung cancer





化疗前显像



化疗后显像



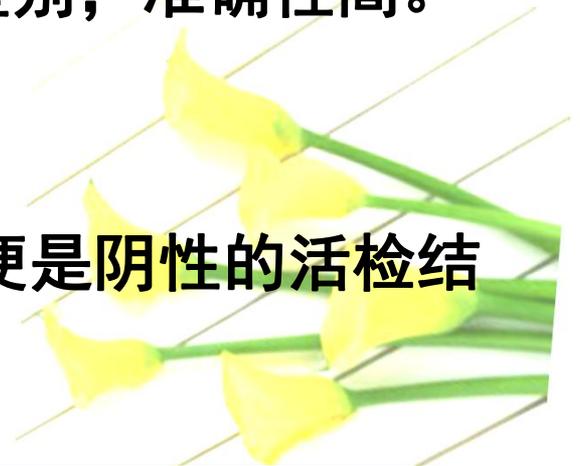


六、临床评价

1. 肺癌

(4) 鉴别复发

- ^{18}F -FDG PET可有效地对肺癌在手术或放疗后局部残留、肿瘤复发或纤维瘢痕进行鉴别，准确性高。
- 在这方面CT和MRI则常较困难。
- 组织学活检时由于采样误差，即便是阴性的活检结果亦不能完全排除残余或复发灶。

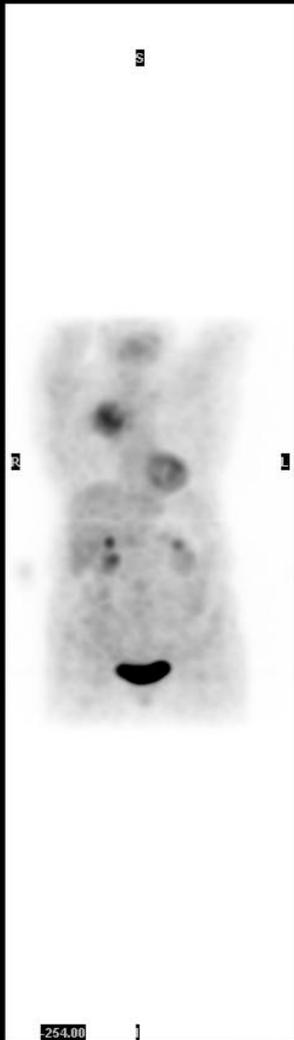
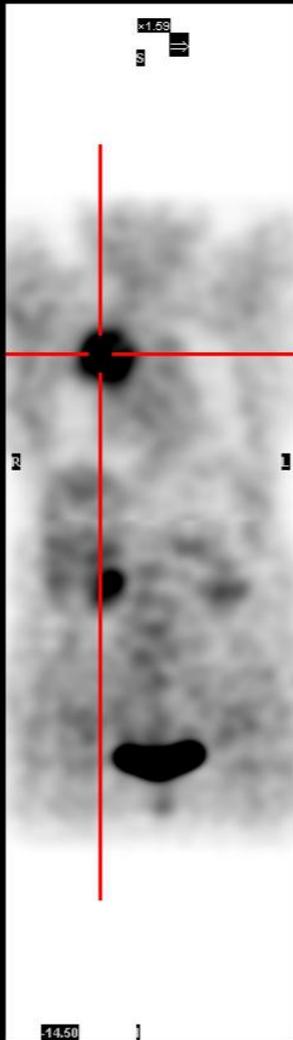




川北医学院

North Sichuan

姓名: 杨玉
性别: 女
年龄: 61岁
检查日期: 2014-03-01



Idx:
Tilt:
Algar: -14.50
Sec: -14.50
M: 1.00
mA:
kV:
Thk: 0.0
Loc: 0.0

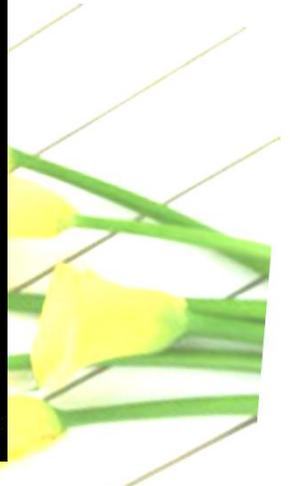
CT Coronals

NM Coronals

Fused Coronals

Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College

255
127
127
127
SCREEN CAPTURE





六、临床评价

2. 结肠癌

- 结肠癌在临床作出诊断时，仅3.5%病灶局限无转移；40%有局部淋巴结转移，25%有远处转移。
- 无转移者手术后5年生存率90%，而后两者手术后5年生存率分别降为60%和6%。术后5年复发率达25~30%

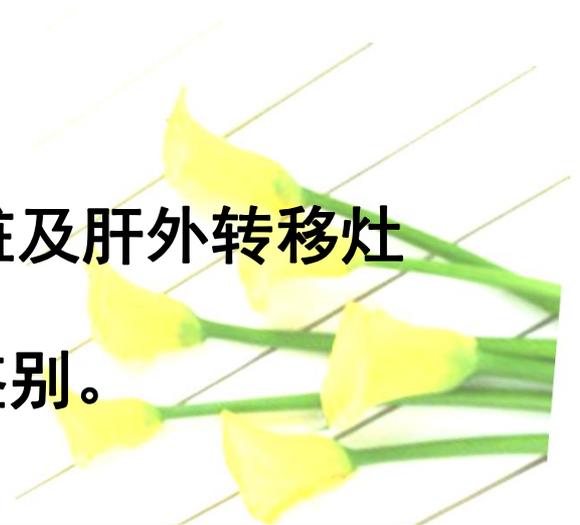




六、临床评价

2. 结肠癌

- 对于结肠癌的原发病灶探查， ^{18}F -FDG PET的敏感性高而特异性不佳。
- ^{18}F -FDG PET的优势在于对肝脏及肝外转移灶的探测以及肿瘤复发与瘢痕的鉴别。



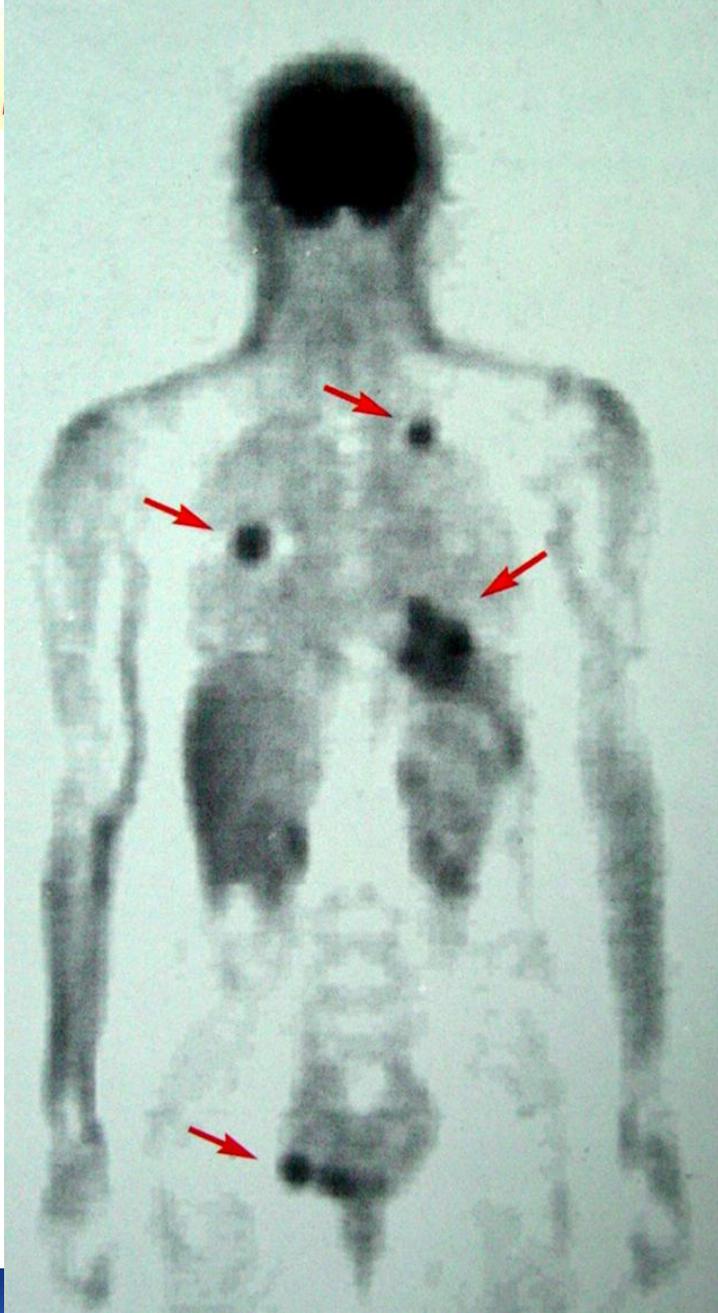


六、临床评价

2. 结肠癌

- 对比研究提示， ^{18}F -FDG 探测结肠癌肝转移的准确性为92%，而常规CT为78%，CT门脉造影术为80%。
- 肝外转移PET检出率为92%，CT为71%。





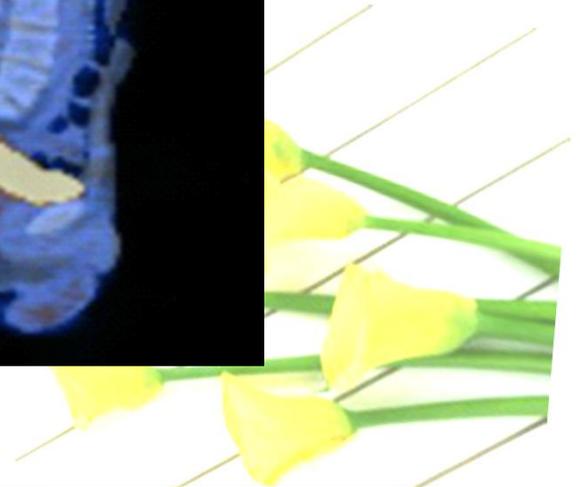
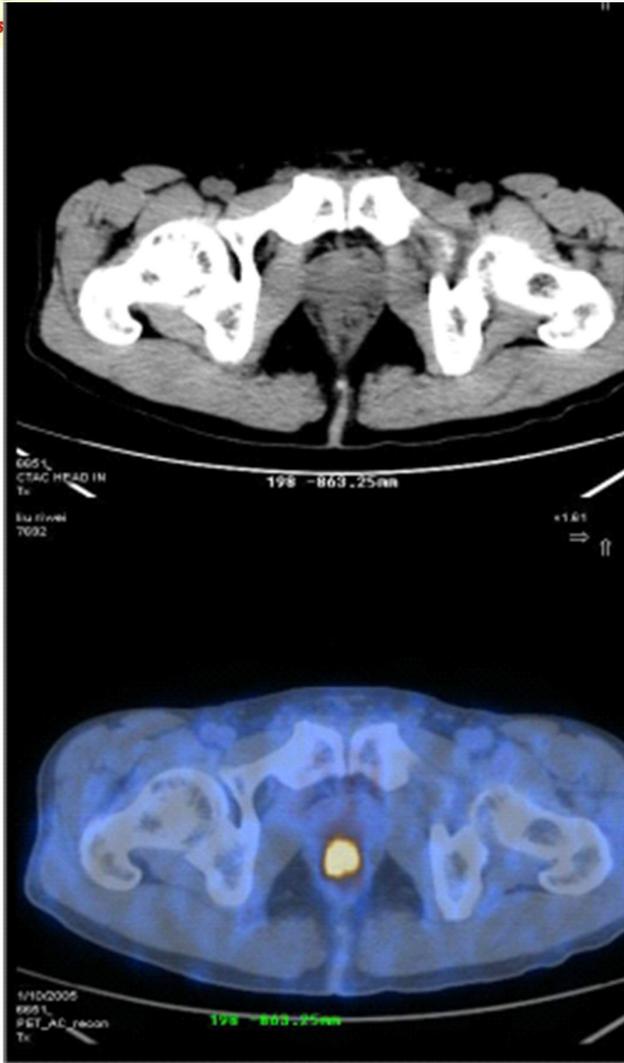
女性患者，60岁，结肠癌
术后6个月发现血清CEA水
平升高，腹部CT扫描阴性，
PET检查发现原位复发及
远处多个转移灶。





川北医学院

North Sichuan Medical University





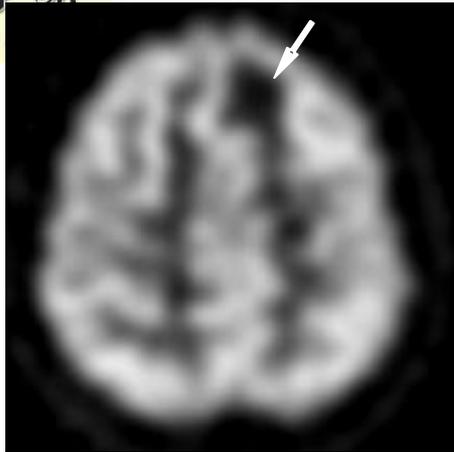
六、临床评价

3. 脑肿瘤

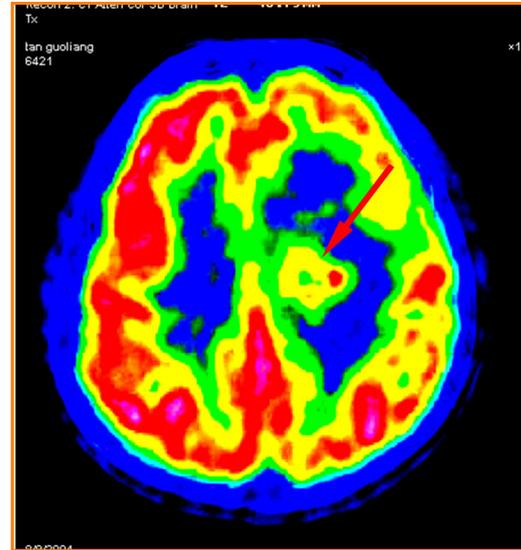
(1) 脑肿瘤恶性程度判断

- FDG在胶质瘤病灶的聚集量与其恶性程度分级正相关
- PET定性和定量分析（SUV、局部葡萄糖代谢率等）结果，判断胶质瘤恶性程度的准确性为75%~96%

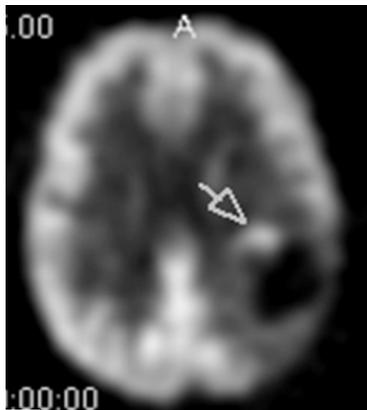




^{18}F -FDG PET image shows hypometabolic lesion at the left frontal lobe, consistent with glioma grade I

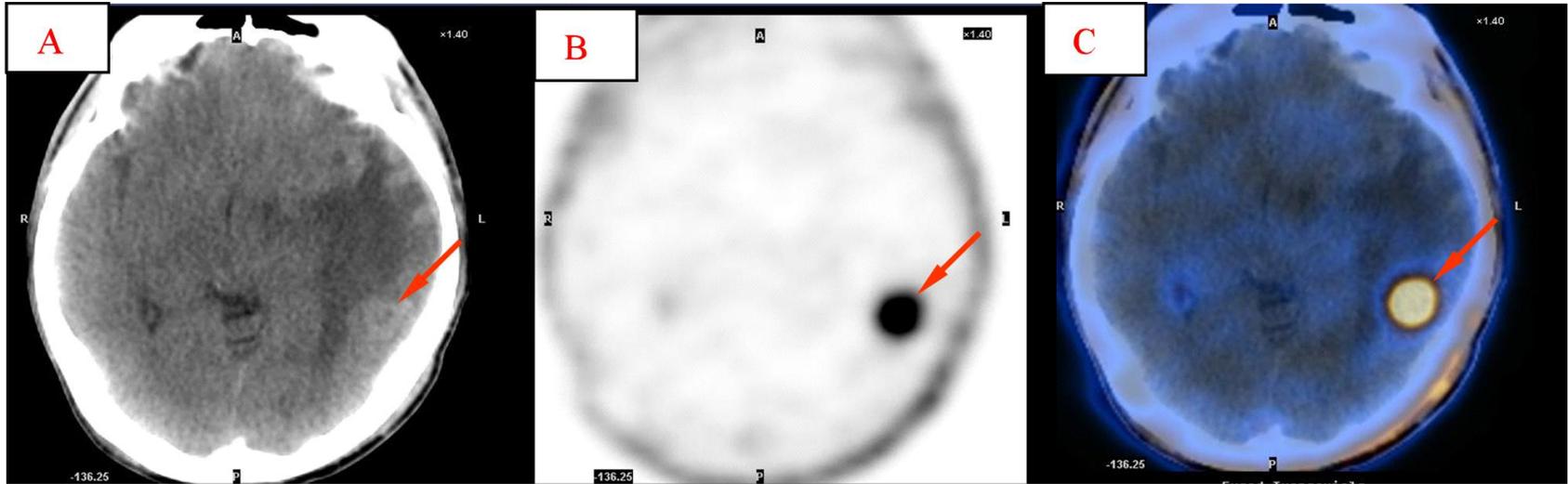


^{18}F -FDG PET/CT fused image shows hypermetabolic lesion at corona radiate of the left frontal lobe, consistent with glioma grade II - III.

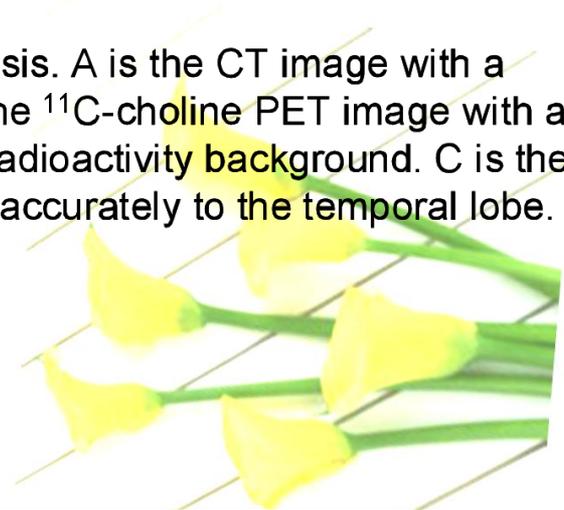


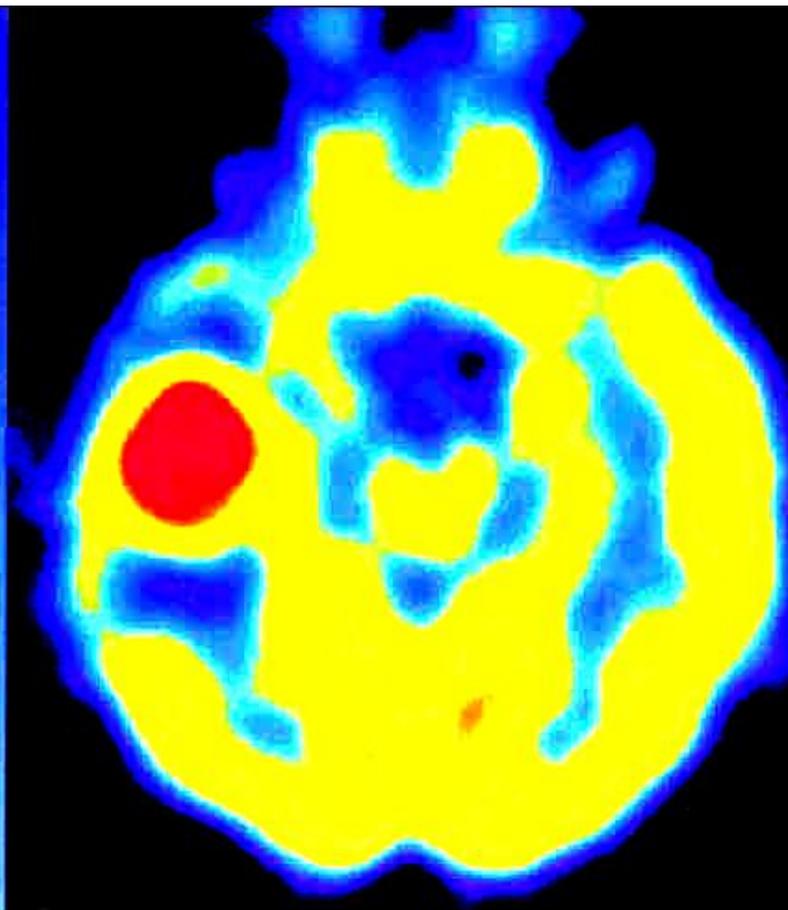
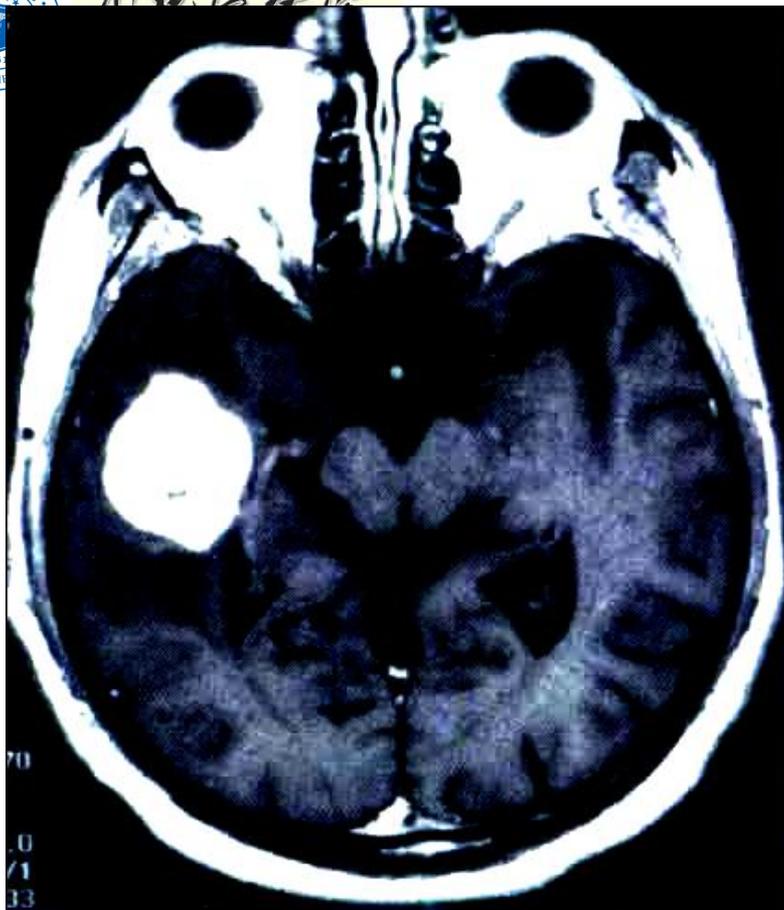
^{18}F -FDG PET image shows focal hypermetabolic lesion at the left parietal lobe, consistent with glioblastoma.





^{11}C -choline PET/CT imaging of intracranial metastasis. A is the CT image with a lesion at the left temporal lobe and surrounding edema. B is the ^{11}C -choline PET image with a focal intense uptake at the region of the lesion and very low radioactivity background. C is the PET/CT fused image with the hypermetabolic lesion locating accurately to the temporal lobe.

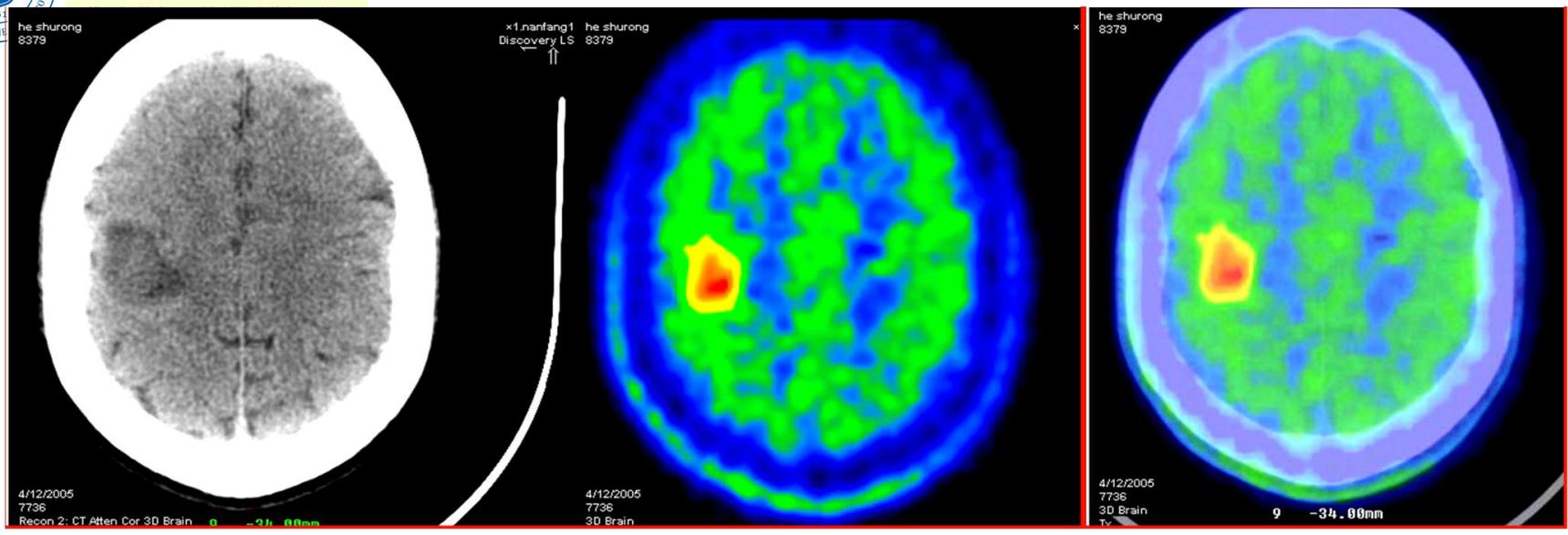




A: 右颞叶脑胶质瘤III级MR T1加权图象

B: PET 图象显示病灶





^{11}C -MET PET/CT images show a hypermetabolic lesion at the right parietal-frontal region, consistent with glioma grade I



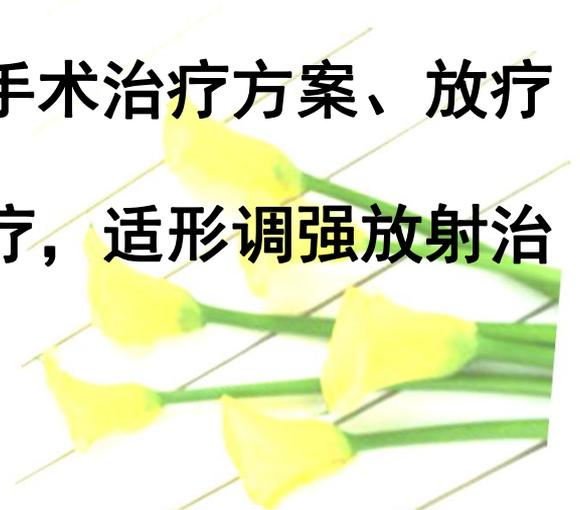


六、临床评价

3. 脑肿瘤

(2) 确定肿瘤侵犯范围

- PET能更客观地描述肿瘤侵犯范围，还可描述病灶内部的局部活力状态，从而对手术治疗方案、放疗方案，尤其是立体定向放射治疗，适形调强放射治疗提供重要参考依据。





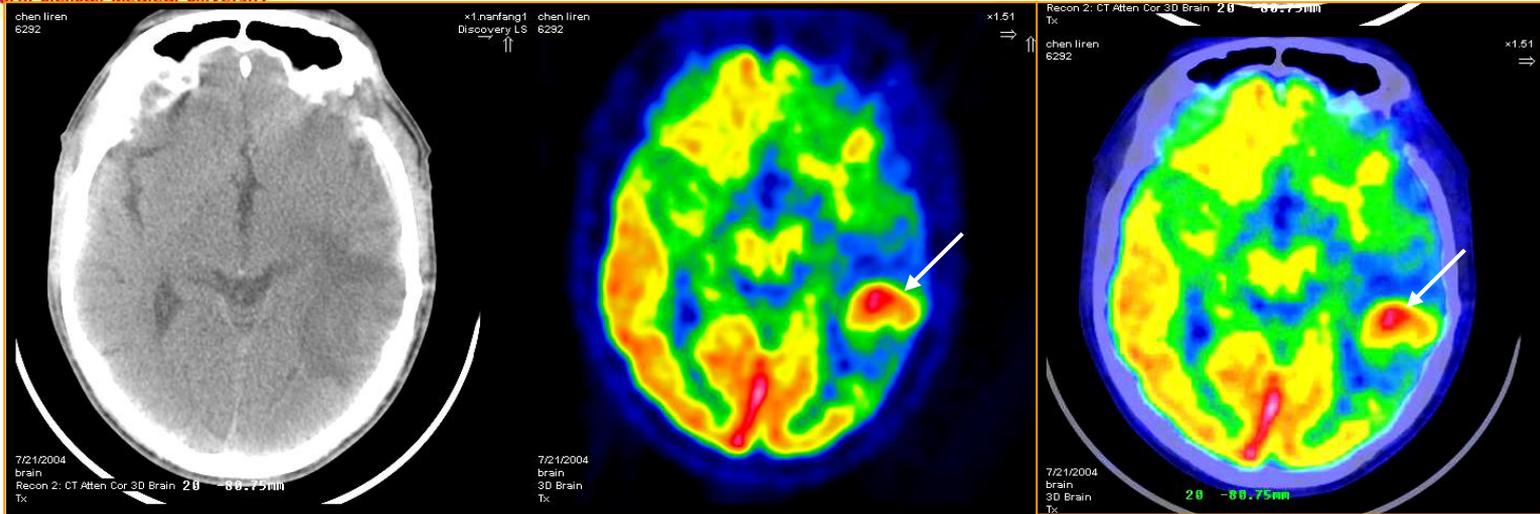
六、临床评价

3. 脑肿瘤

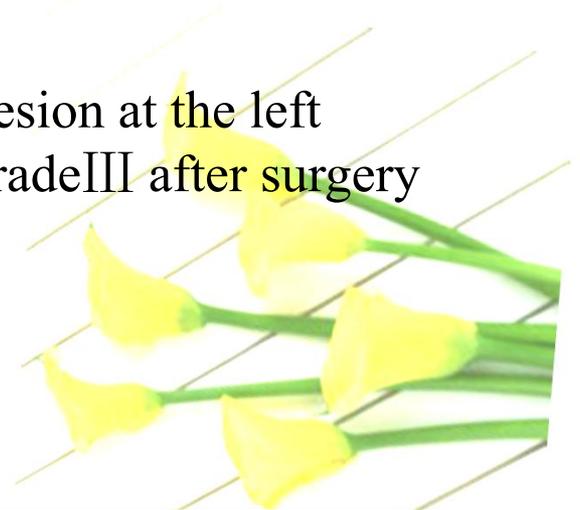
(3) 鉴别肿瘤复发与纤维瘢痕

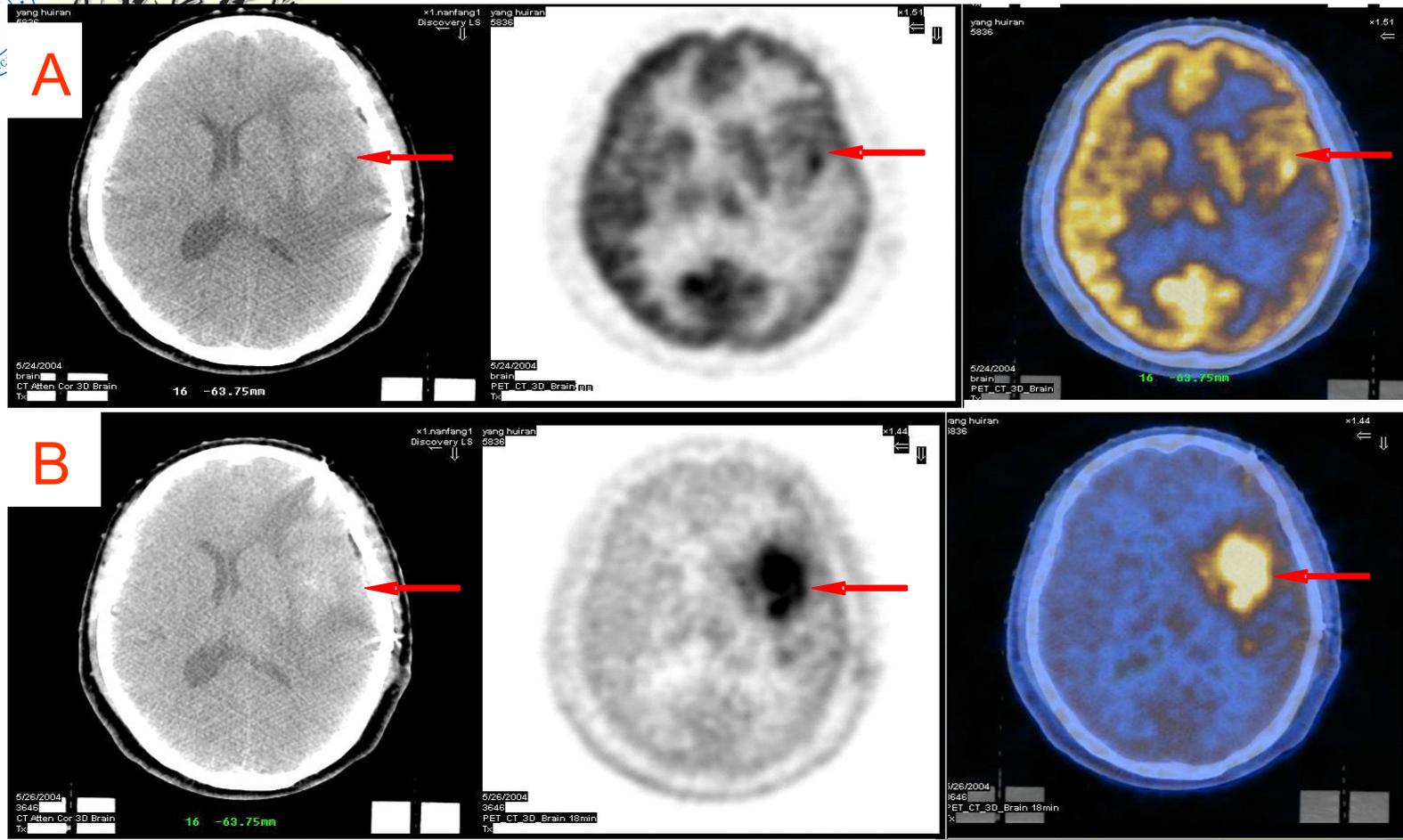
- 在鉴别肿瘤的辐射坏死（radionecrosis）和肿瘤复发，或鉴别术后早期组织反应与肿瘤残余灶，鉴别纤维瘢痕和肿瘤复发等方面，PET优于CT和MR。
- 复发灶呈FDG高摄取，而瘢痕坏死组织则呈低摄取





^{18}F -FDG PET/CT images show a hypermetabolic lesion at the left temporal lobe, consistent with recurrent glioma grade III after surgery





PET/CT images show hypermetabolic lesion at the left insular lobe, consistent with recurrent glioma grade III after surgery. A row: ^{18}F -FDG PET/CT images; B row: ^{11}C -MET PET/CT images, The ^{11}C -MET uptake of the lesion is more intensive than the ^{18}F -FDG uptake





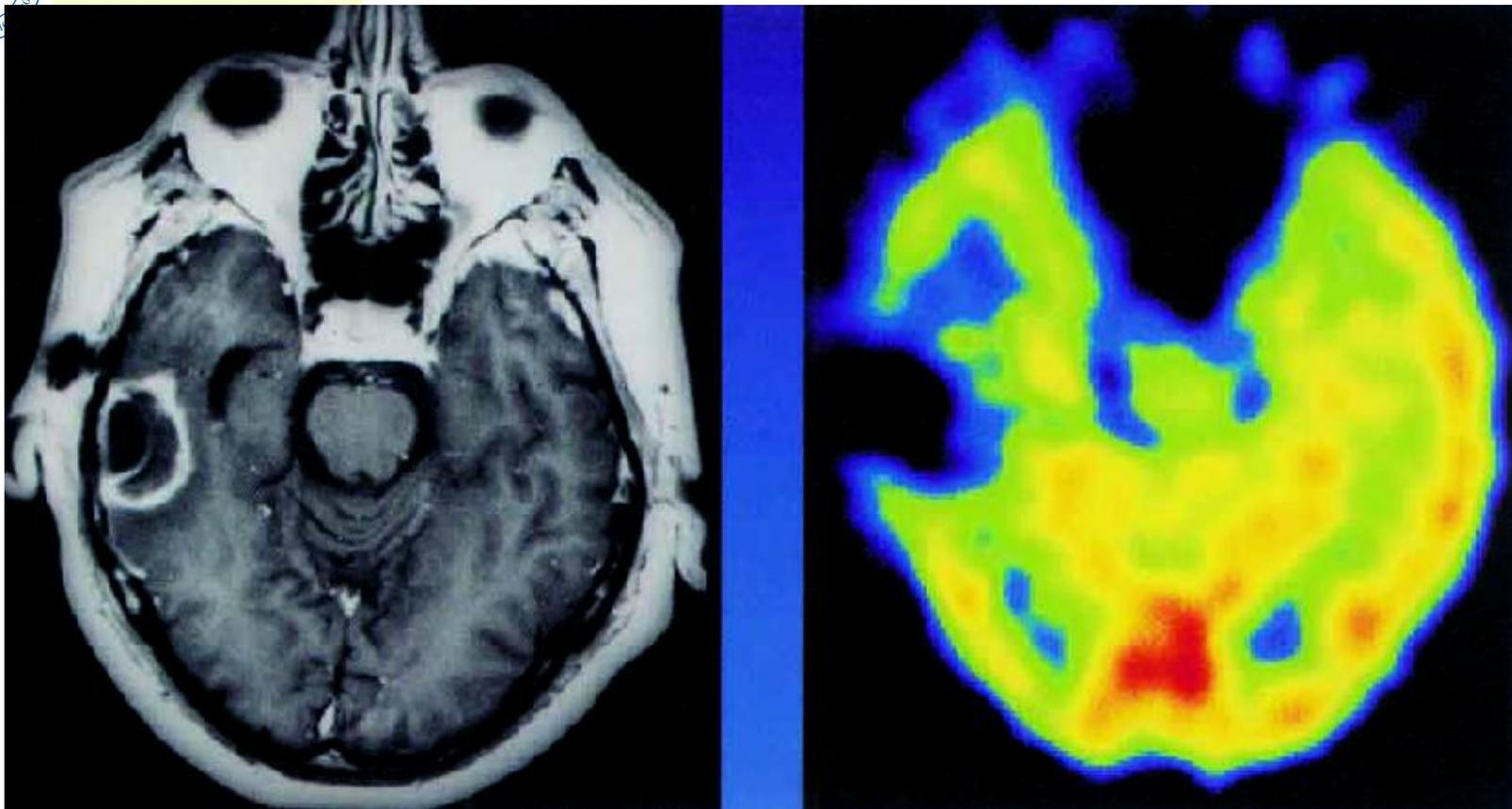
六、临床评价

3. 脑肿瘤

(4) 疗效评价

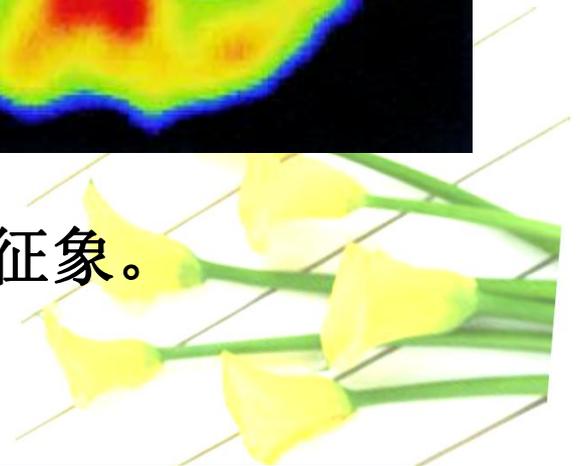
- 对于非手术治疗的脑肿瘤患者，应用PET可及早地对病灶区示踪剂摄取水平进行动态比较，对治疗反应进行评价，从而帮助临床及时了解疗效反应，调整治疗方案。





A: MR T1加权图象，病灶边缘呈增强征象。

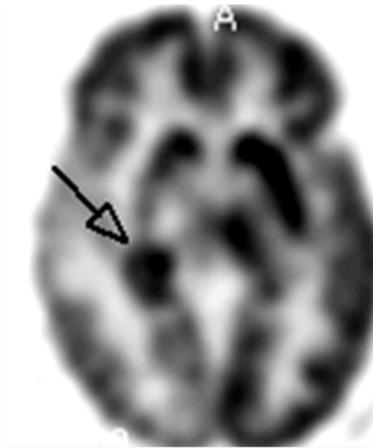
B: PET 图象显示病灶无FDG摄取



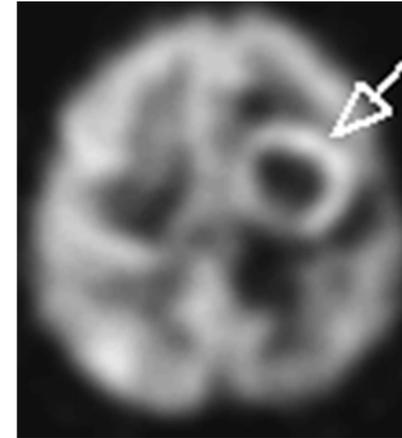


川北医学院

North Sichuan Medical University



^{18}F -FDG PET image shows hypermetabolic lesion at the rear to the right thalamus, consistent with intracranial metastasis. The FDG uptake of the lesion was more intensive than the gray matter.



^{18}F -FDG PET image shows a large rim of hypermetabolic lesion at left frontal lobe, consistent with intracranial metastase. The FDG uptake of the lesion is more intensive than the gray matter.

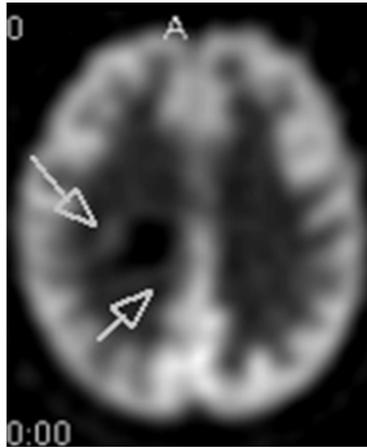
metastasis



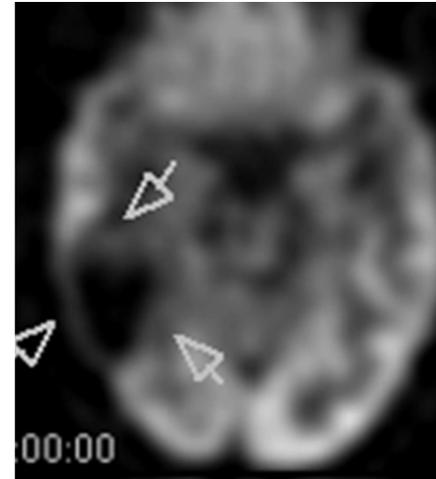


川北医学院

North Sichuan Medical University

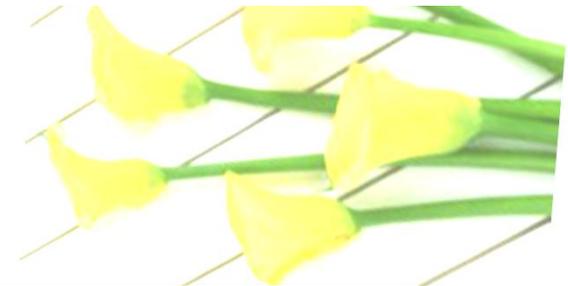


^{18}F -FDG PET image shows a ring-shape hypermetabolic lesion at corona radiate of the right frontal lobe, consistent with intracranial metastasis. The intensity of FDG uptake was between the gray matter and the white matter.



^{18}F -FDG PET image shows a hypometabolic lesion at right temporal lobe, consistent with intracranial metastasis. The FDG uptake of the lesion was lower than the gray matter.

metastasis

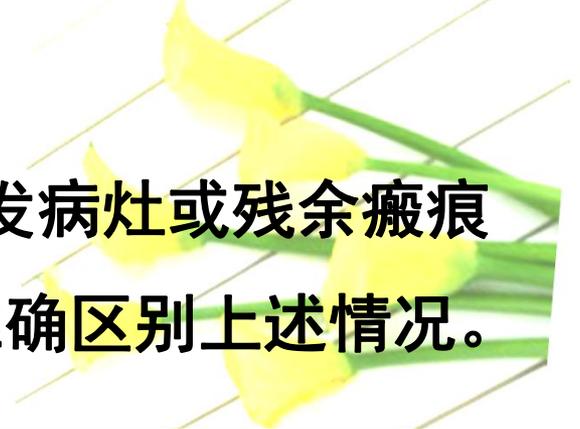


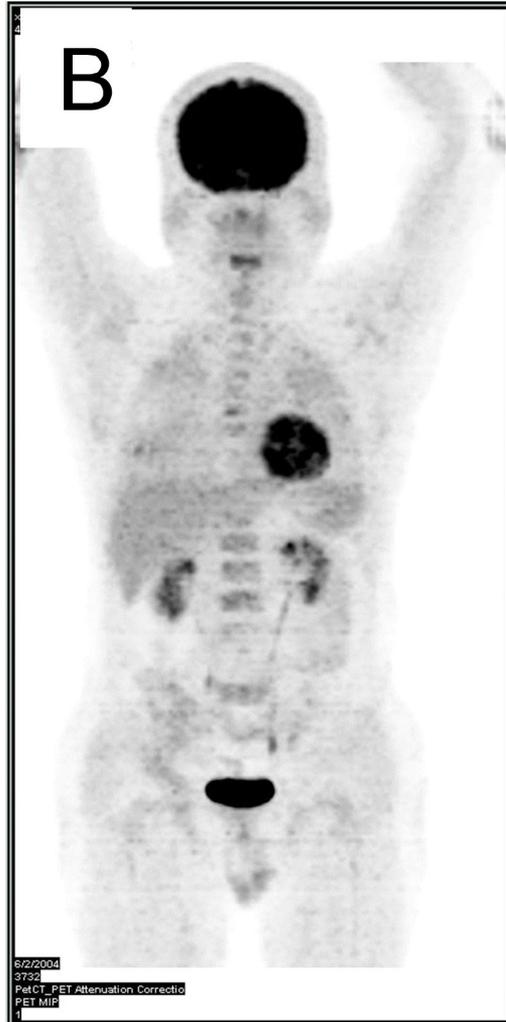


六、临床评价

4. 淋巴瘤

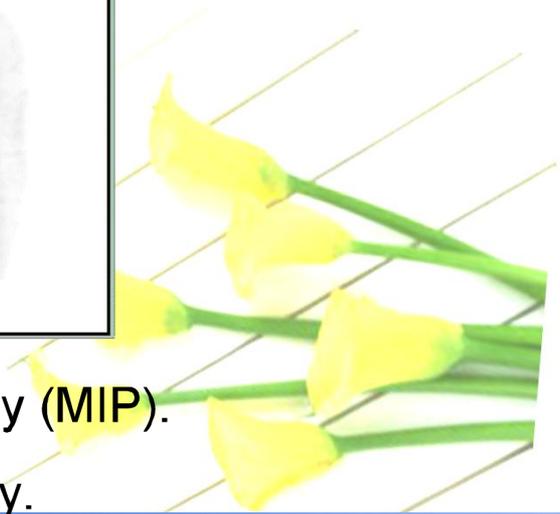
- ^{18}F -FDG PET主要用于HD和NHL分期和疗效监测。
- 在未经治疗病例，对病变淋巴结探测能力，CT与PET相当，但PET可通过全身断层图像同时全面显示病灶分布情况。
- CT对于治疗后的有活性病灶、复发病灶或残余瘢痕难以鉴别，而 ^{18}F -FDG PET则可准确区别上述情况。

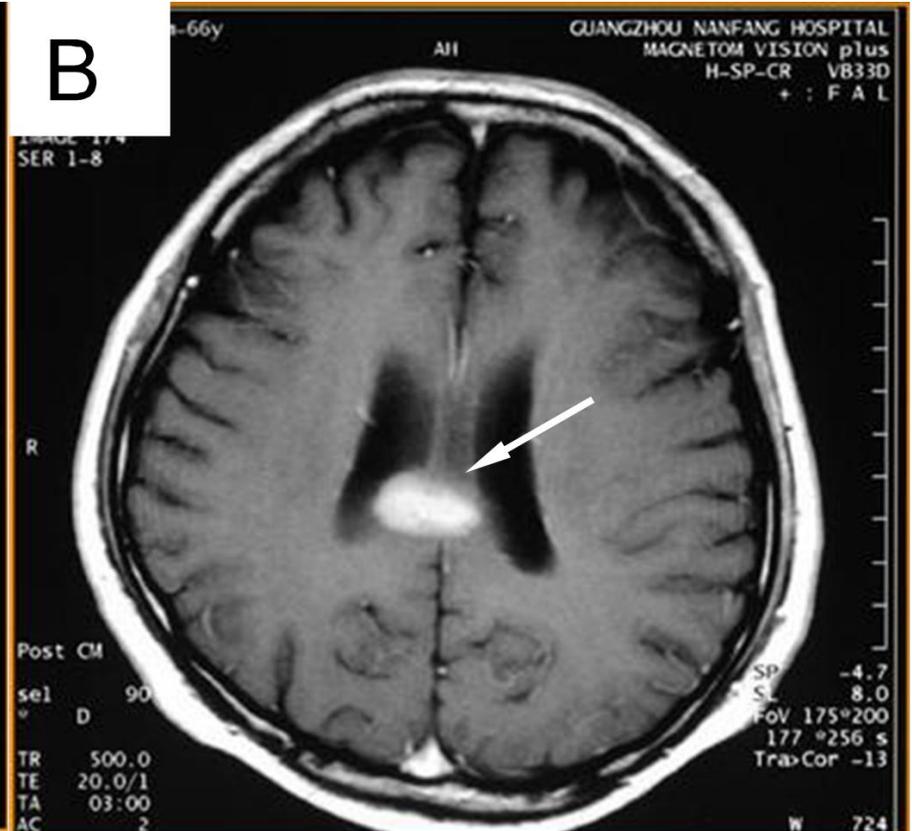
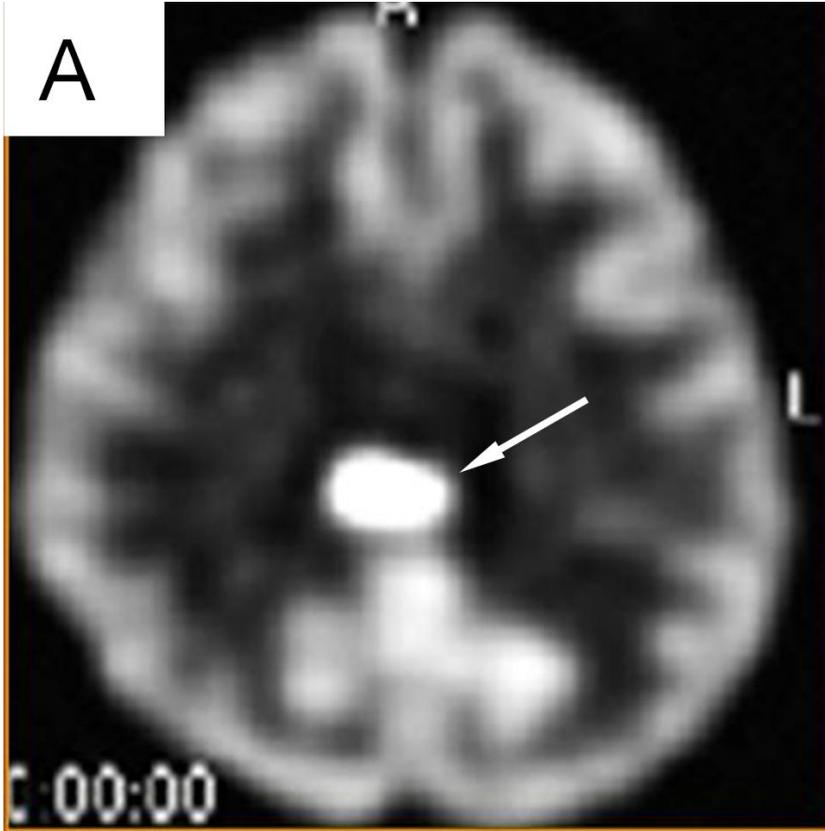




lymphoma ^{18}F -FDG PET/CT study (MIP).

A: pre-chemotherapy; B: after chemotherapy.



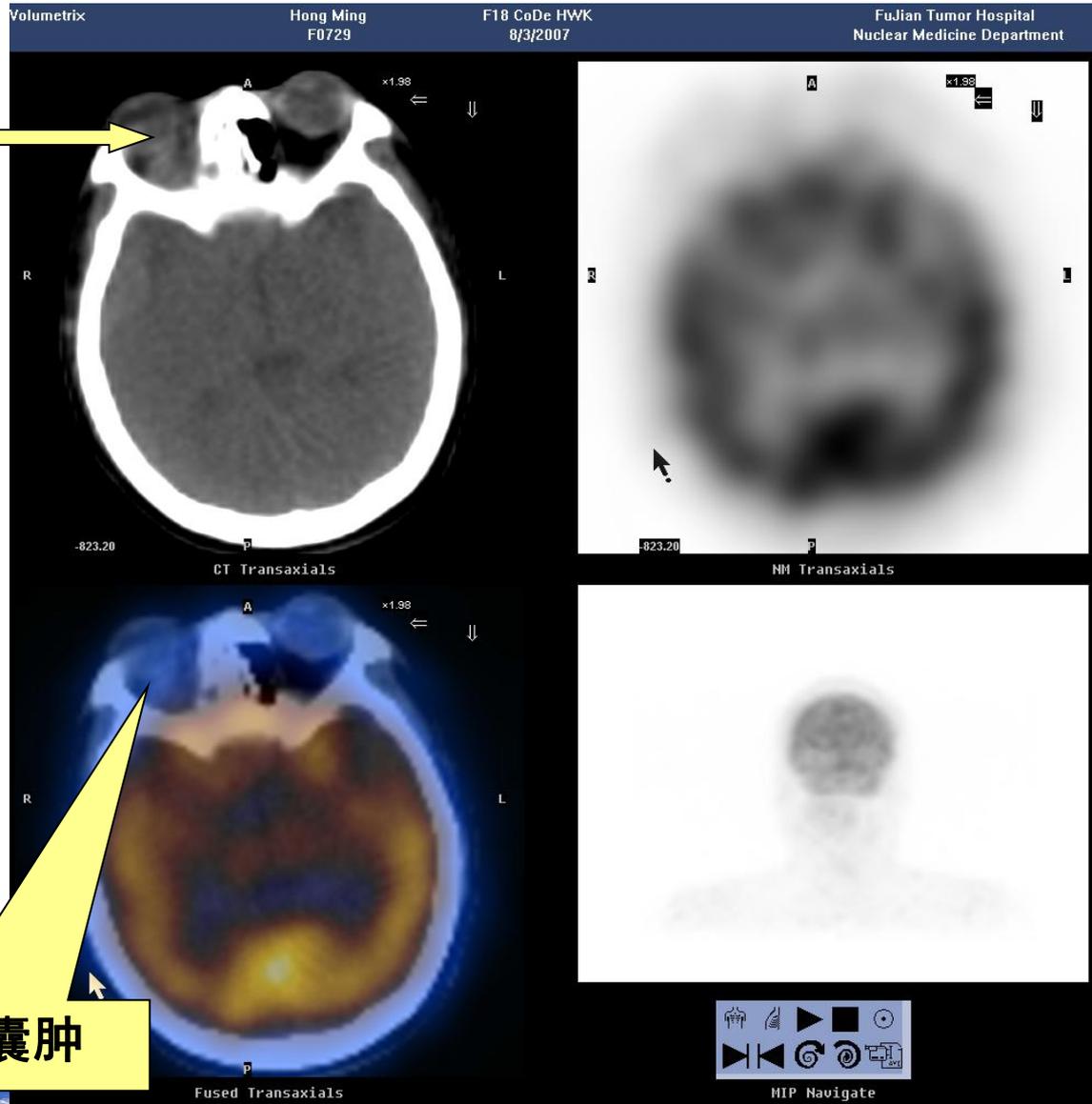


A: ^{18}F -FDG PET/CT image show hypermetabolic lesion at the corpus callosum, consistent with intracranial lymphoma. left image: B: MRI is shown.



男，33岁，
右鼻腔T/NK
恶性淋巴瘤
化疗及放疗
后5年，近1
个月右眼胀
痛，外院CT
提示右球后
占位。

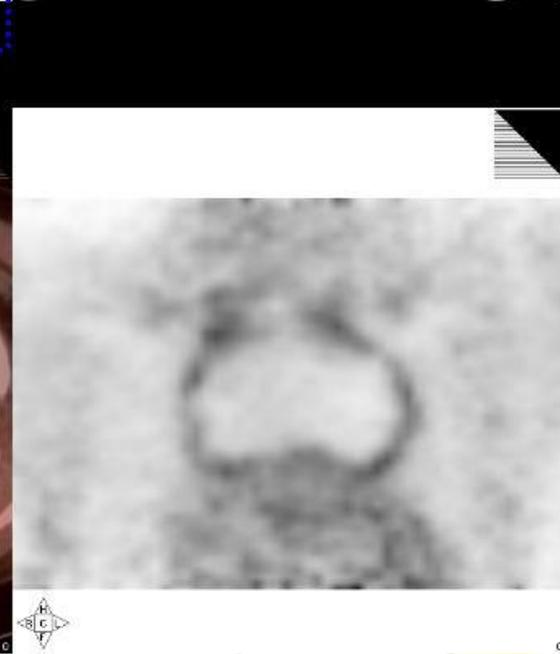
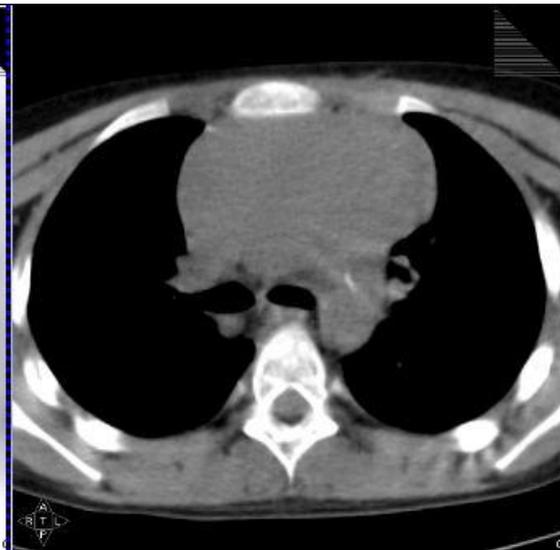
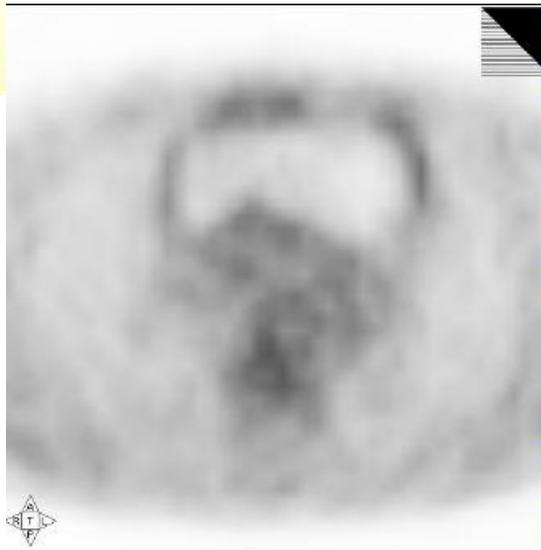
术后病理：囊肿





川北医学院

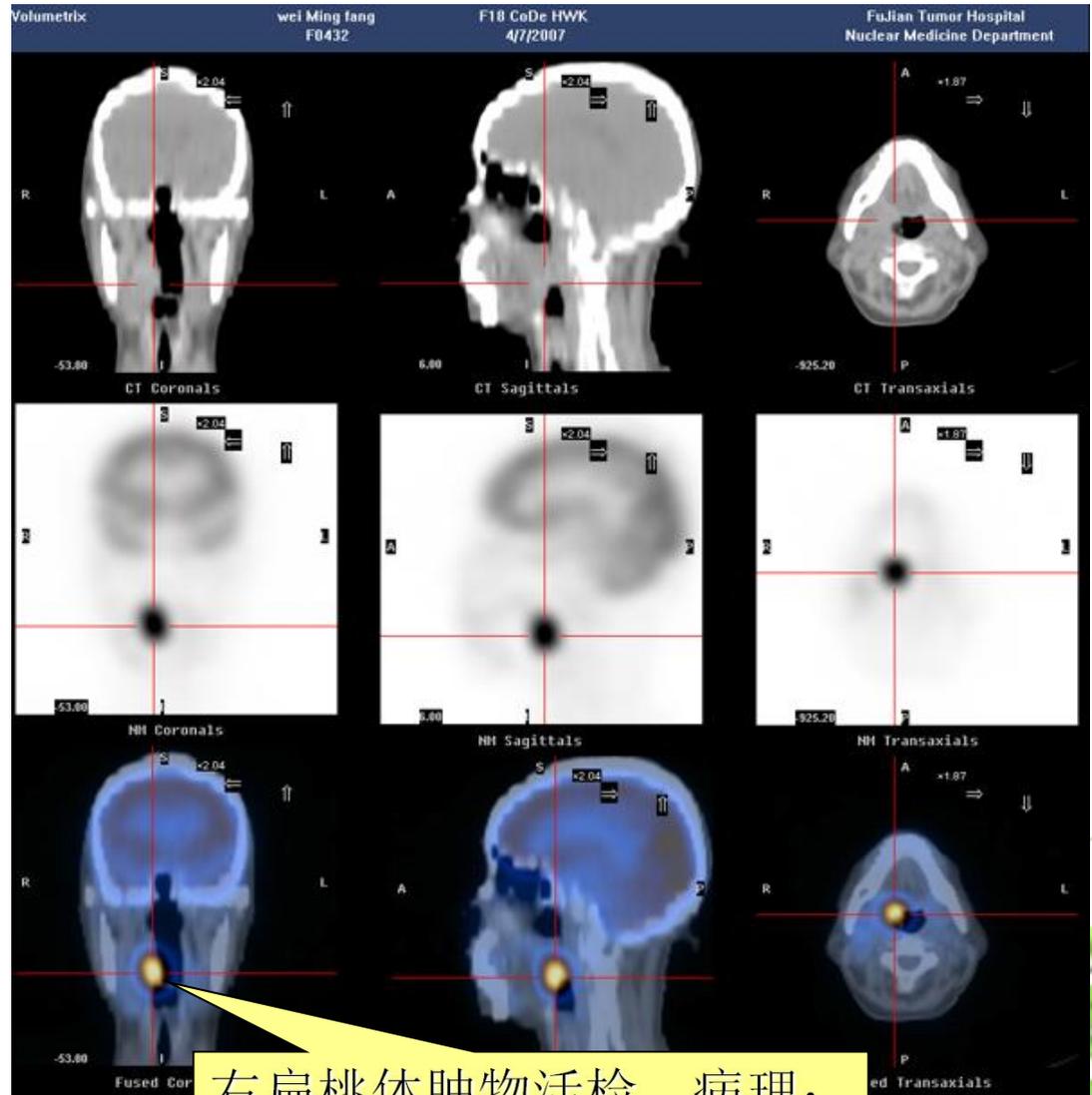
North Sichuan Medical University



T-cell lymphoma



- 患者，女性，60岁。
- 主诉：咽部不适半年余。
- FDG：右扁桃体窝结节，高代谢，考虑恶性病变。



右扁桃体肿物活检，病理：
恶性非霍奇金淋巴瘤。



六、临床评价

5. 乳腺癌

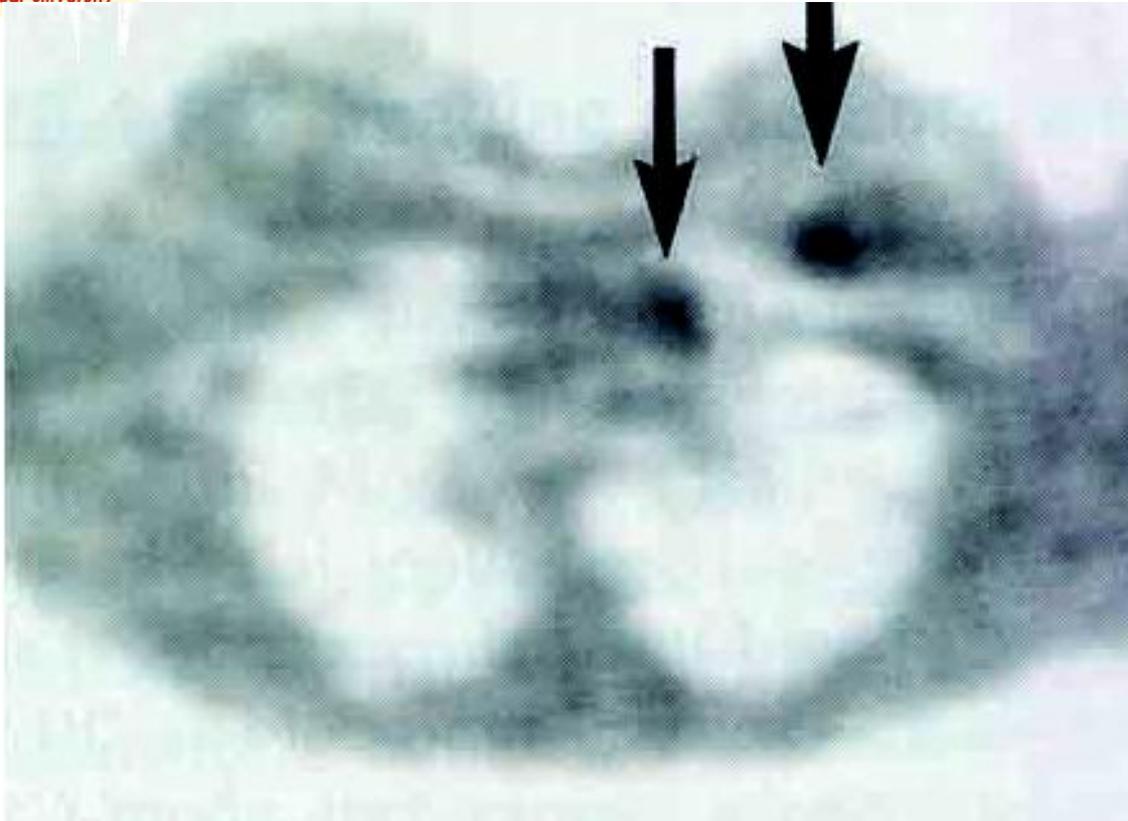
- ^{18}F -FDG PET对原发性乳腺癌具有较好的诊断价值，敏感性为82%~100%，特异性为68%~100%，其诊断效能不受乳腺组织密度影响。
- PET对腋窝淋巴结转移探测的准确性较高，敏感性为79%~100%，特异性为66%~100%。





川北医学院

North Sichuan Medical University



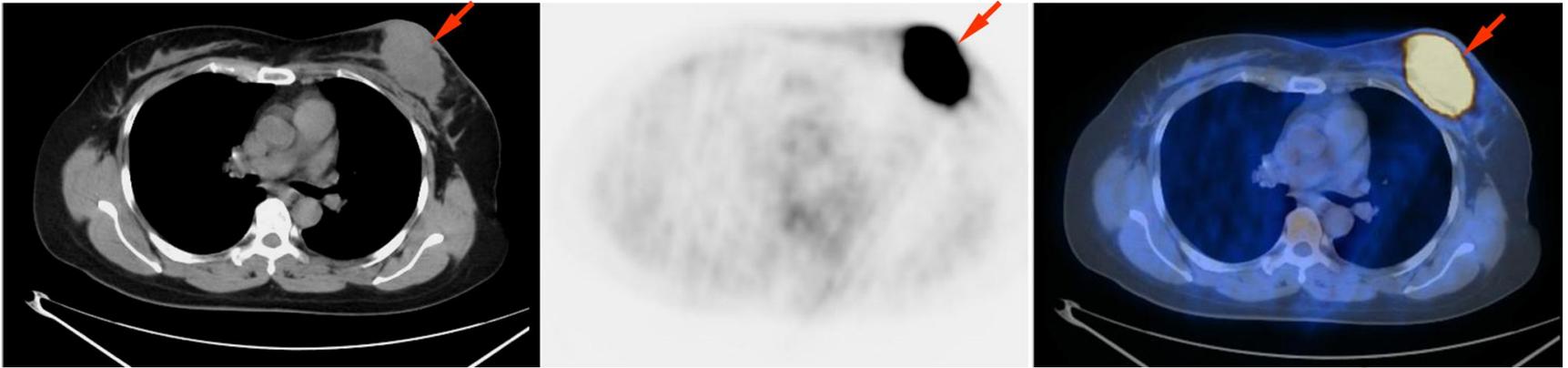
女，47岁，左侧乳腺腺癌，直径1.5cm，PET同时显示一淋巴结转移



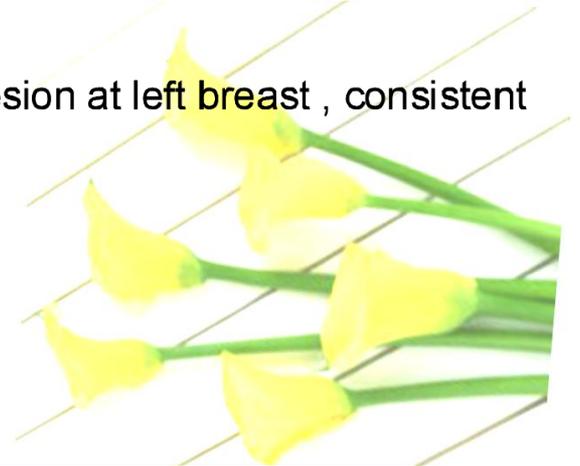


川北医学院

North Sichuan Medical University



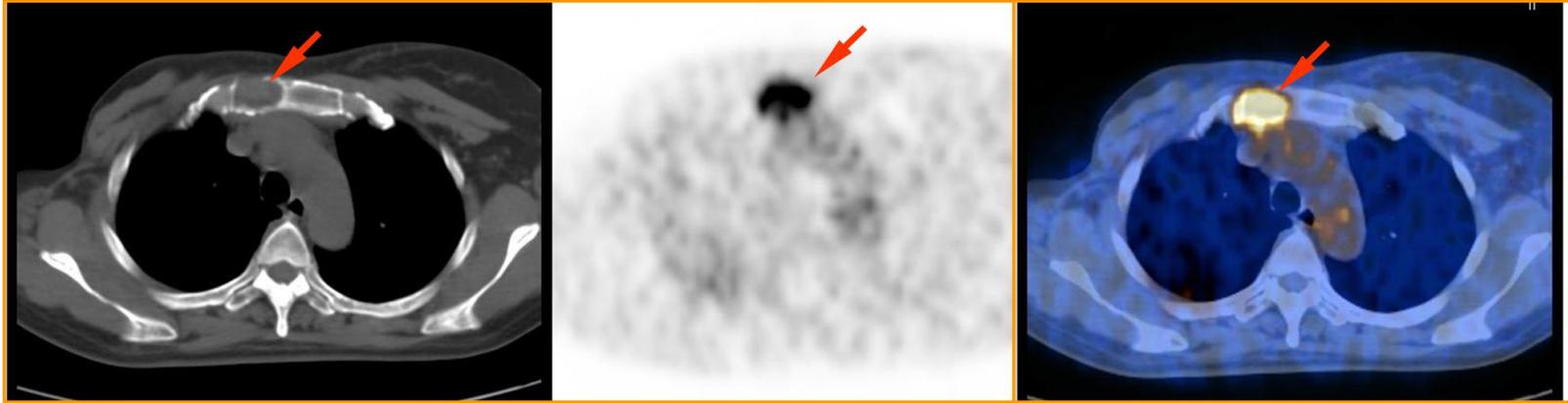
^{18}F -FDG PET/CT images show a hypermetabolic lesion at left breast , consistent with breast cancer



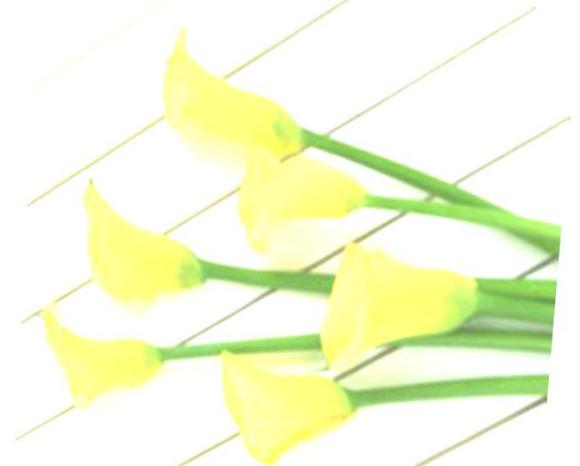


川北医学院

North Sichuan Medical University

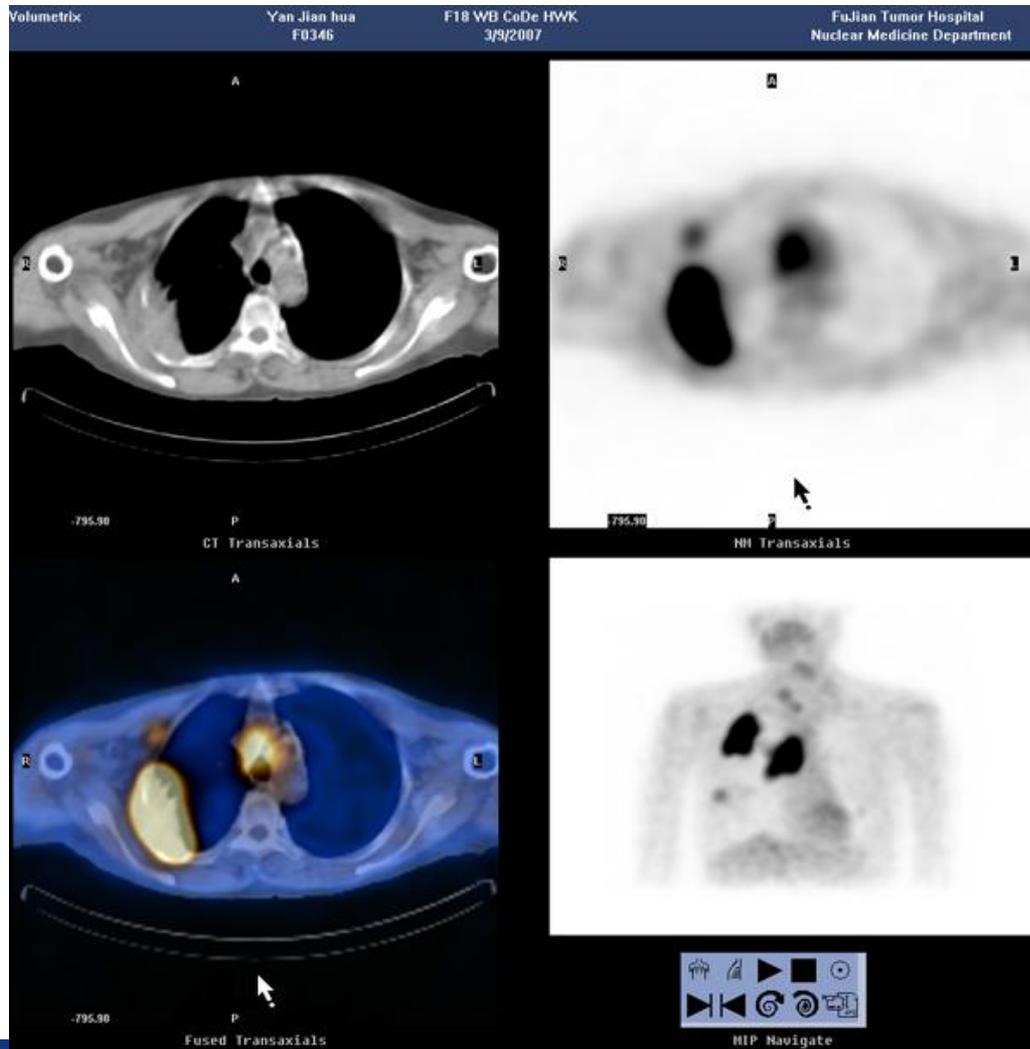


^{18}F -FES PET/CT images show a intensive uptake lesion at sternum consistent with breast cancer bone metastasis.

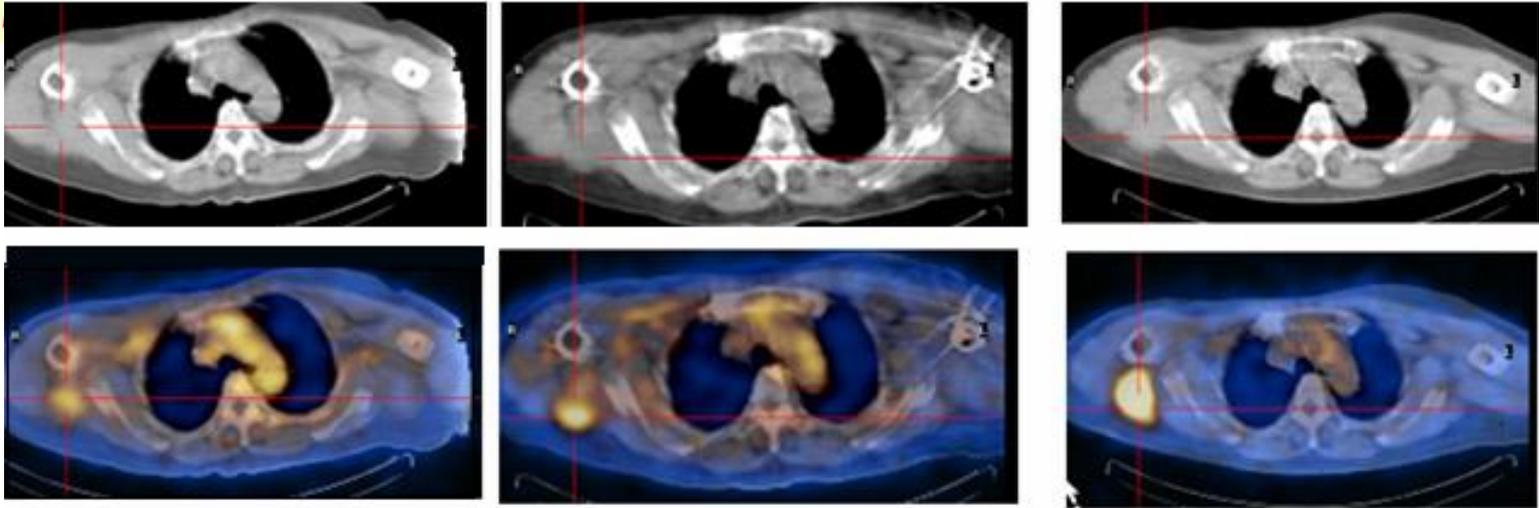




右乳腺癌化疗后再分期



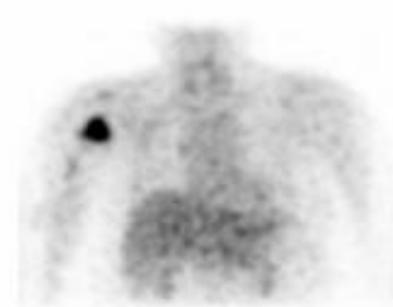
- 患者女，67岁。
- 1999年发现右乳花生米大肿物，未就诊。
- 2005.6.右乳肿物穿刺：腺癌。予以化疗。
- 2007.3.9行FDG断层显像：右乳腺区占位高代谢，纵隔内、右腋窝淋巴结、右胸膜及骨转移。



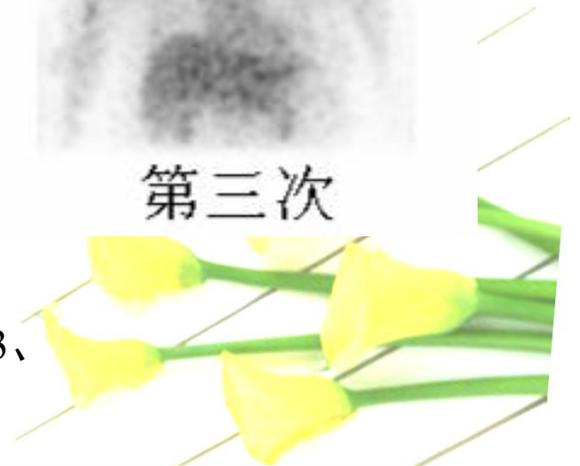
第一次



第二次



第三次



乳腺浸润型导管癌术后右侧三角肌与冈下肌肌间转移。2006.11.23、
2007.1.27、 2007.4.17共行三次FDG断层显像。显示病情进展。



川北医学院

North Sichuan Medical University

六、临床评价

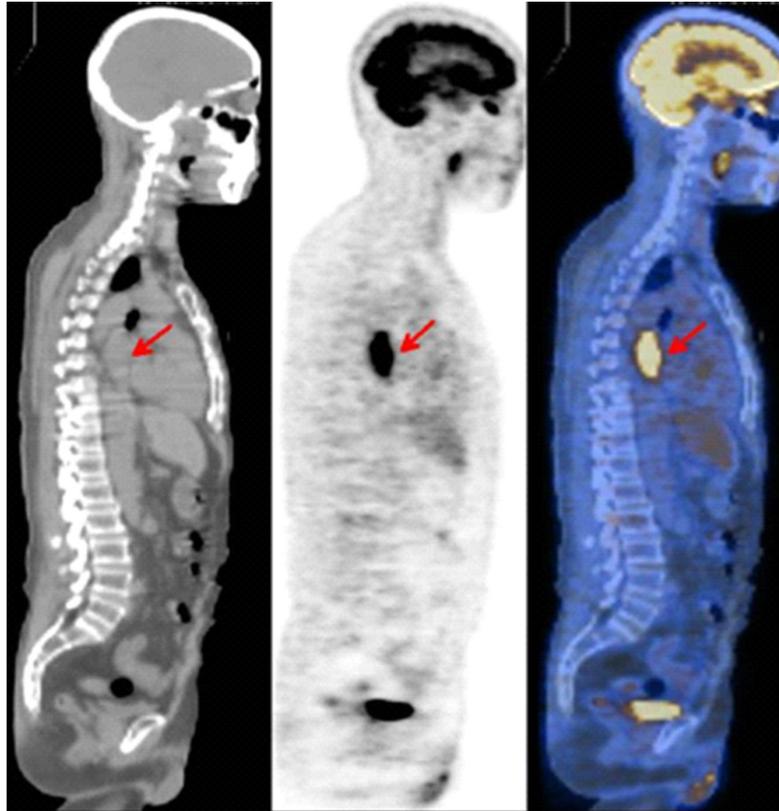
6. 其他应用



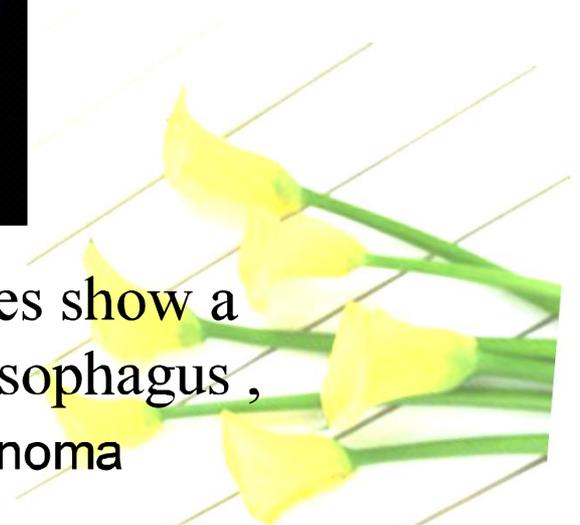


川北医学院

North Sichuan Medical University



^{18}F -FDG PET/CT images show a hypermetabolic lesion at middle esophagus, consistent with squamous cell carcinoma

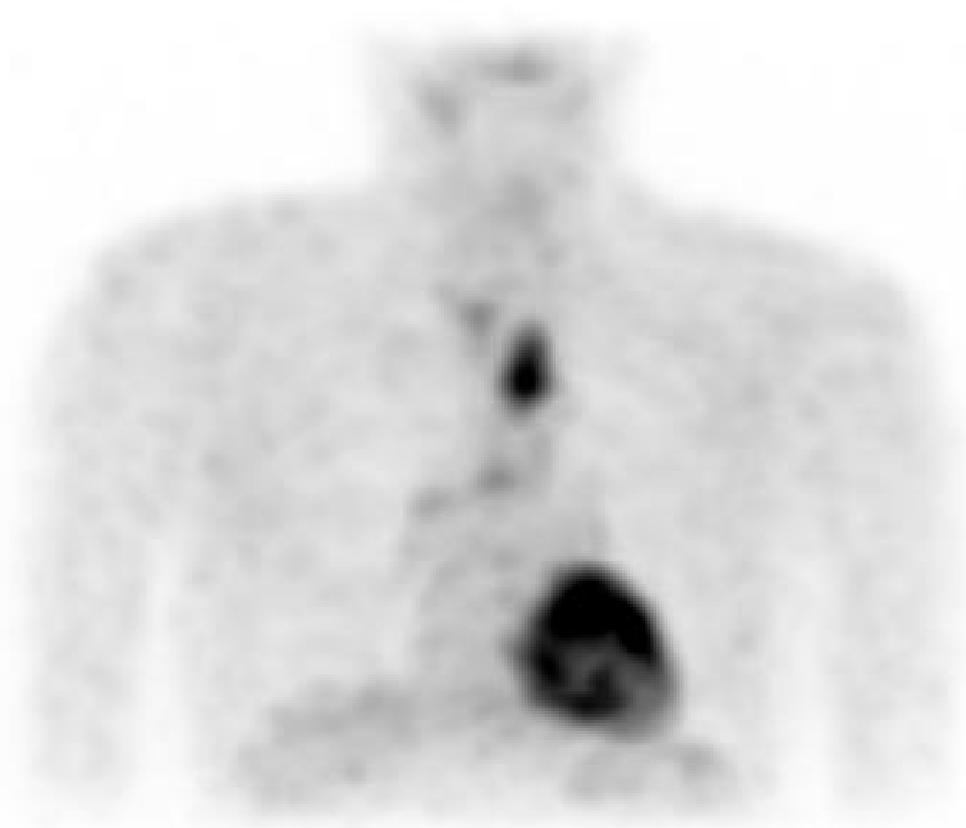


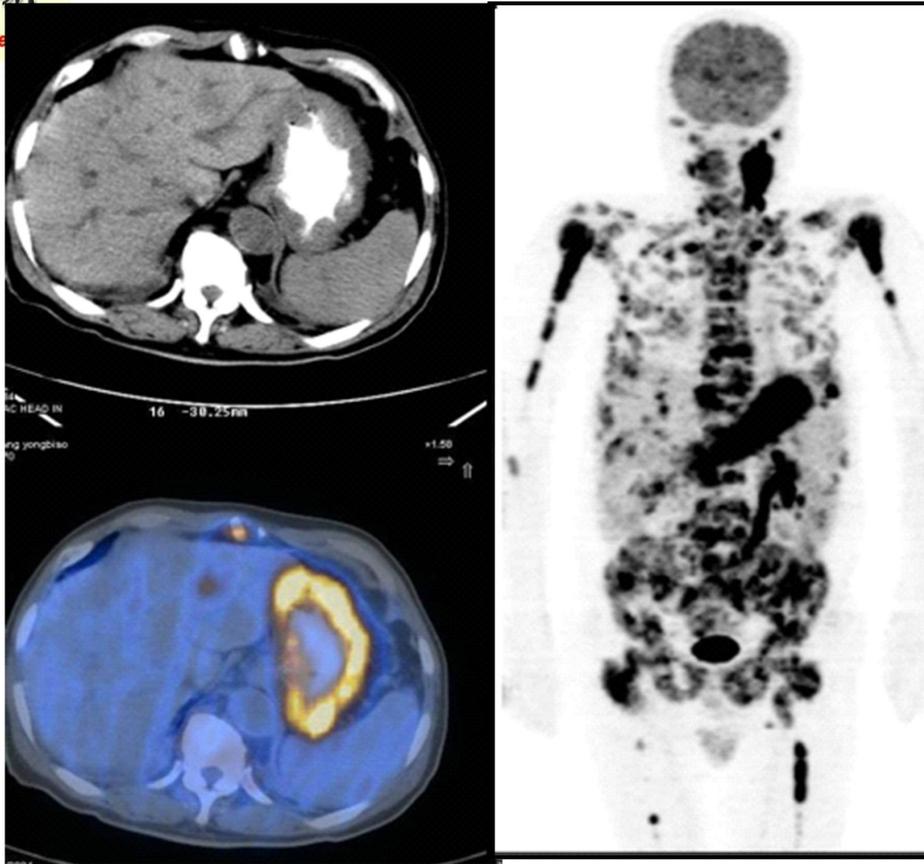


食管癌的临床分期

- 患者男性，47岁。
- 主诉：吞咽不畅20余天。
- FDG显像：食管上段高代谢灶，纵隔右肺门多发淋巴结肿大高代谢，考虑食管癌纵隔内及右肺门多发淋巴结转移。
- 术前诊断分期加深，手术清扫范围加大。

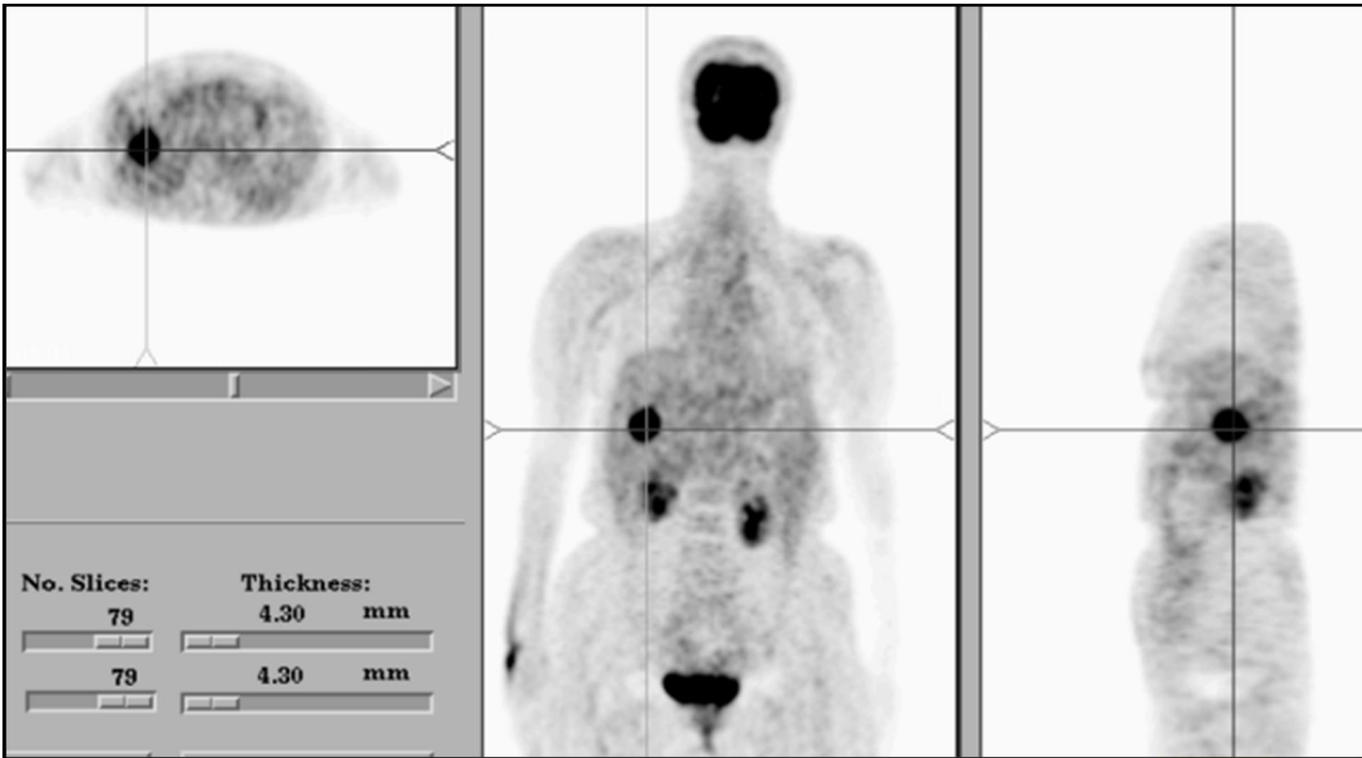
- 术后病理：食管溃疡型低分化鳞癌，多个转移淋巴结。





^{18}F -FDG PET /CT study of patient with carcinoma of stomach and widespread metastasis.





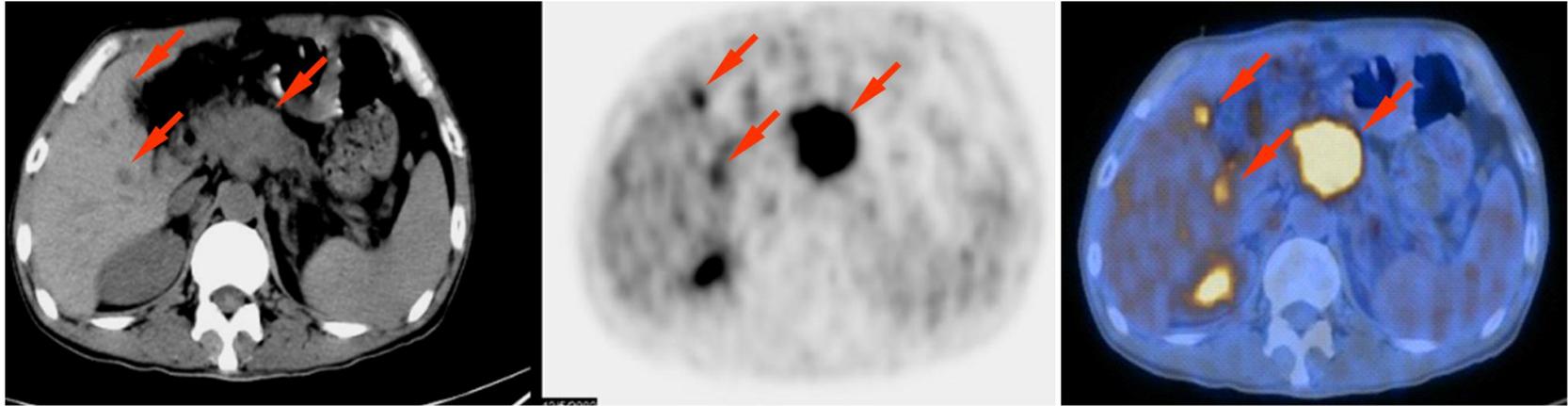
^{18}F -FDG PET images show a hypermetabolic lesion at right hepatic lobe , consistent with poorly differentiation primary liver cancer



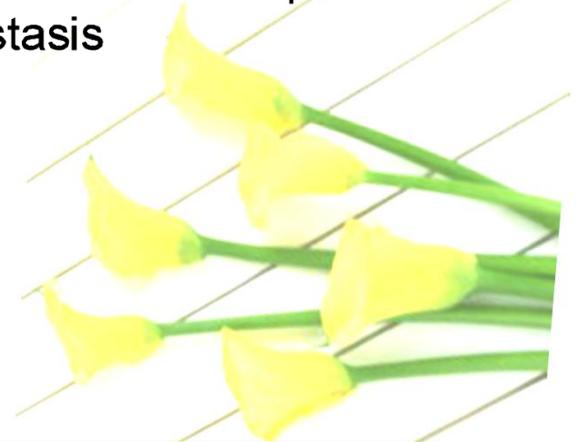


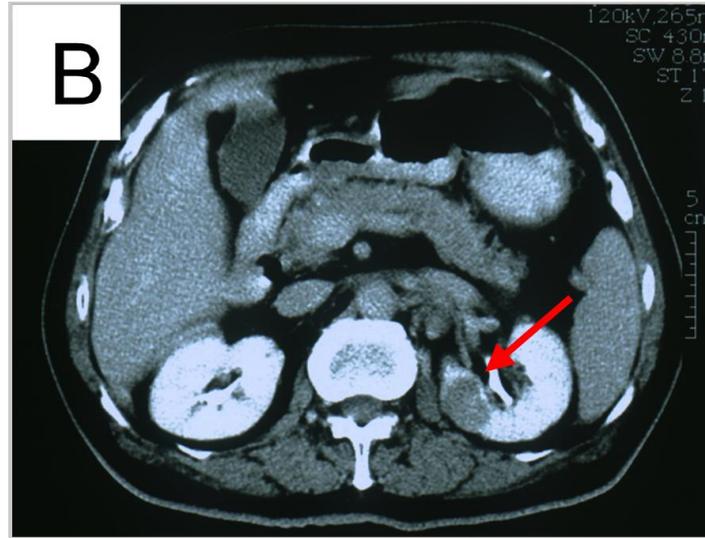
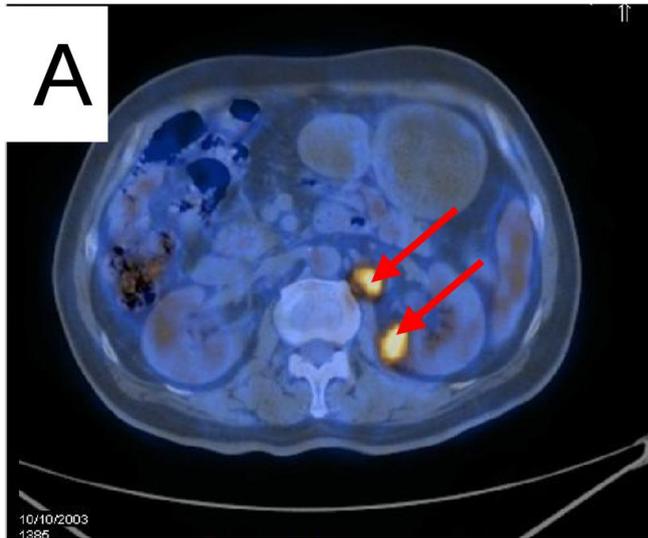
川北医学院

North Sichuan Medical University

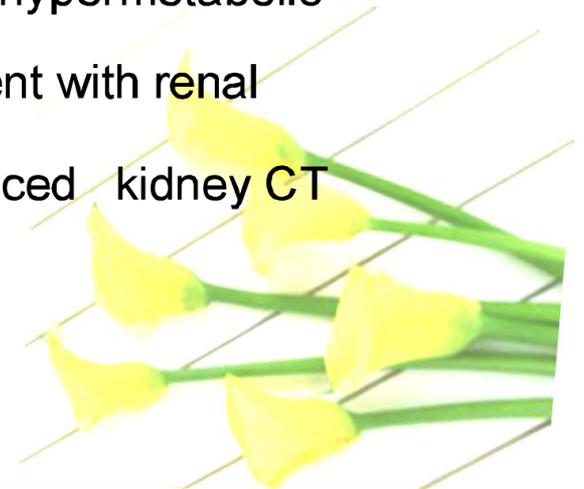


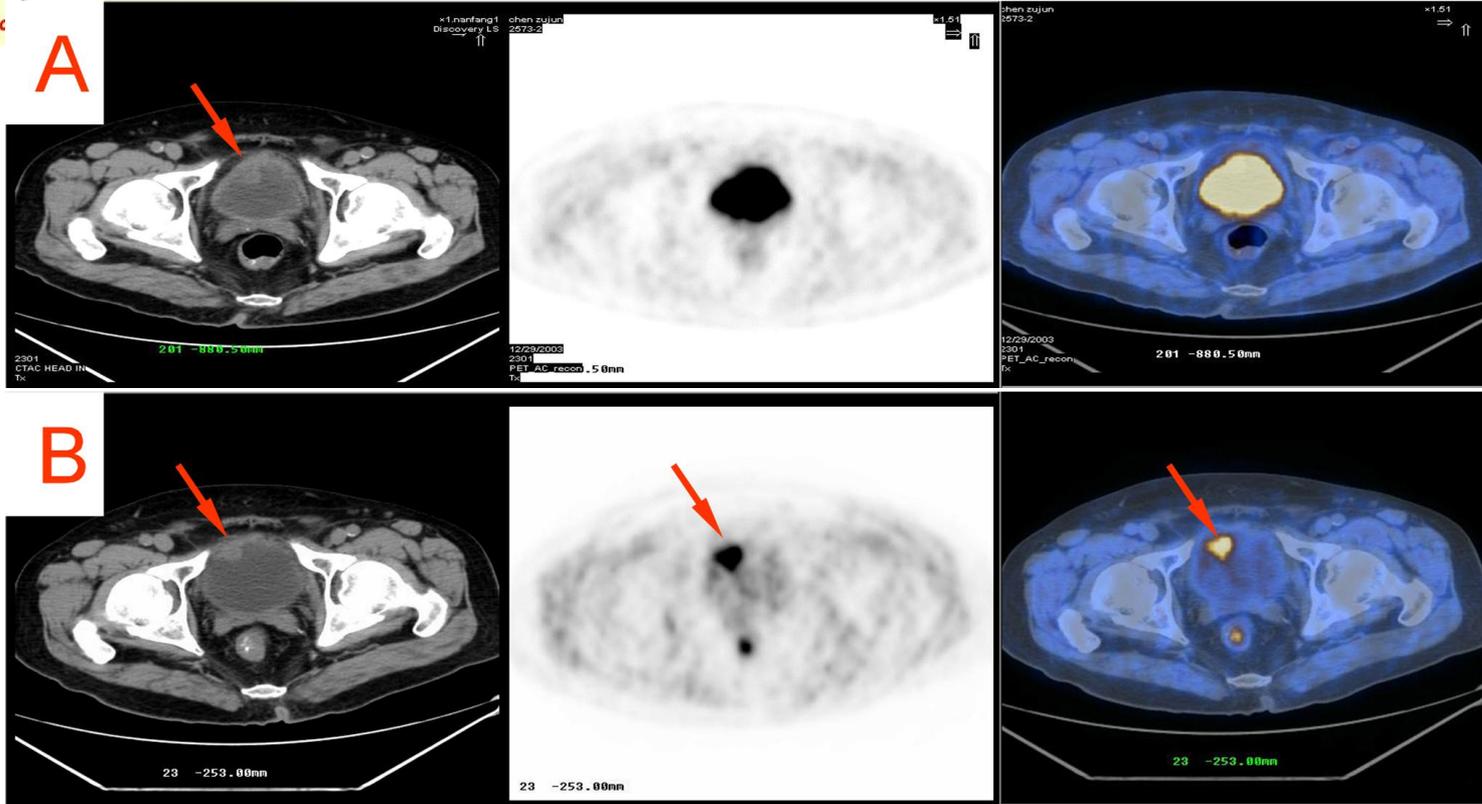
^{18}F -FDG PET/CT images show hypermetabolic lesions at pancreas and liver, consistent with pancreatic and hepatic metastasis



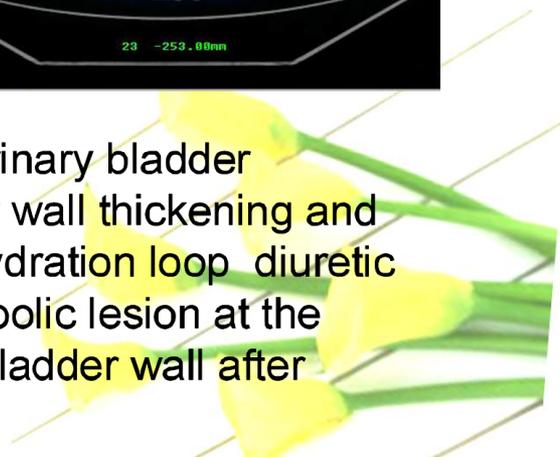


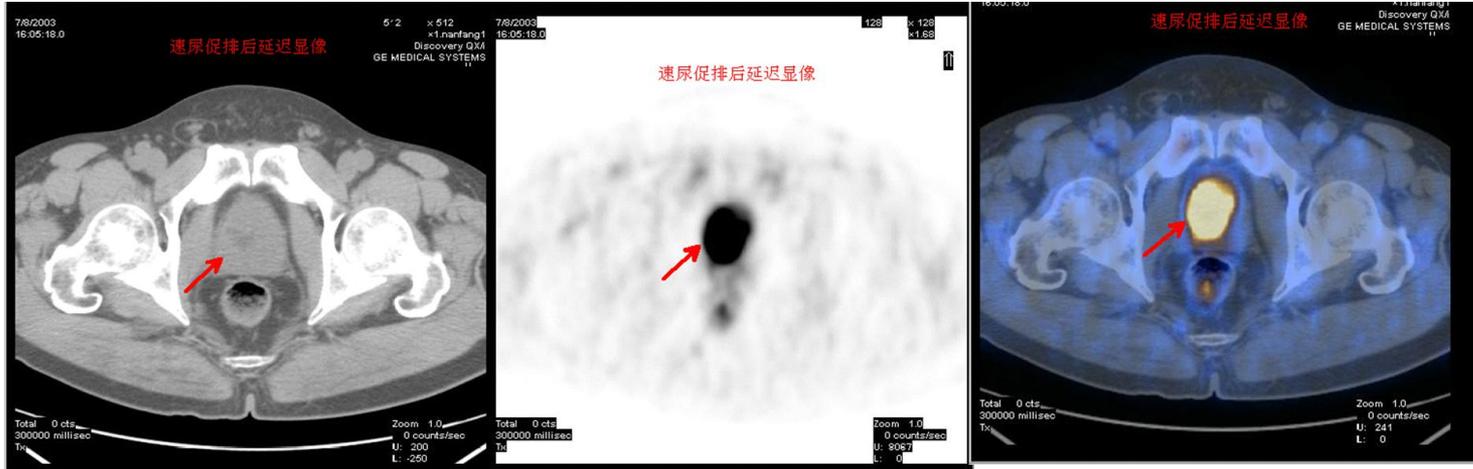
A: ^{18}F -FDG PET/CT fused image shows hypermetabolic image at left kidney and retroperitoneum, consistent with renal carcinoma and lymph node metastasis; B is enhanced kidney CT image.





^{18}F -FDG PET/CT images of patient with urinary bladder carcinoma. A row: CT image shows anterior bladder wall thickening and the lesion can not be finding in PET image before hydration loop diuretic intervention; B row: PET image shows a hypermetabolic lesion at the same site with CT image thickening of the anterior bladder wall after hydration loop diuretic intervention.





^{18}F -FDG PET/CT images show a hypermetabolic lesions at prostate after hydration loop diuretic intervention, consistent with carcinoma of prostate

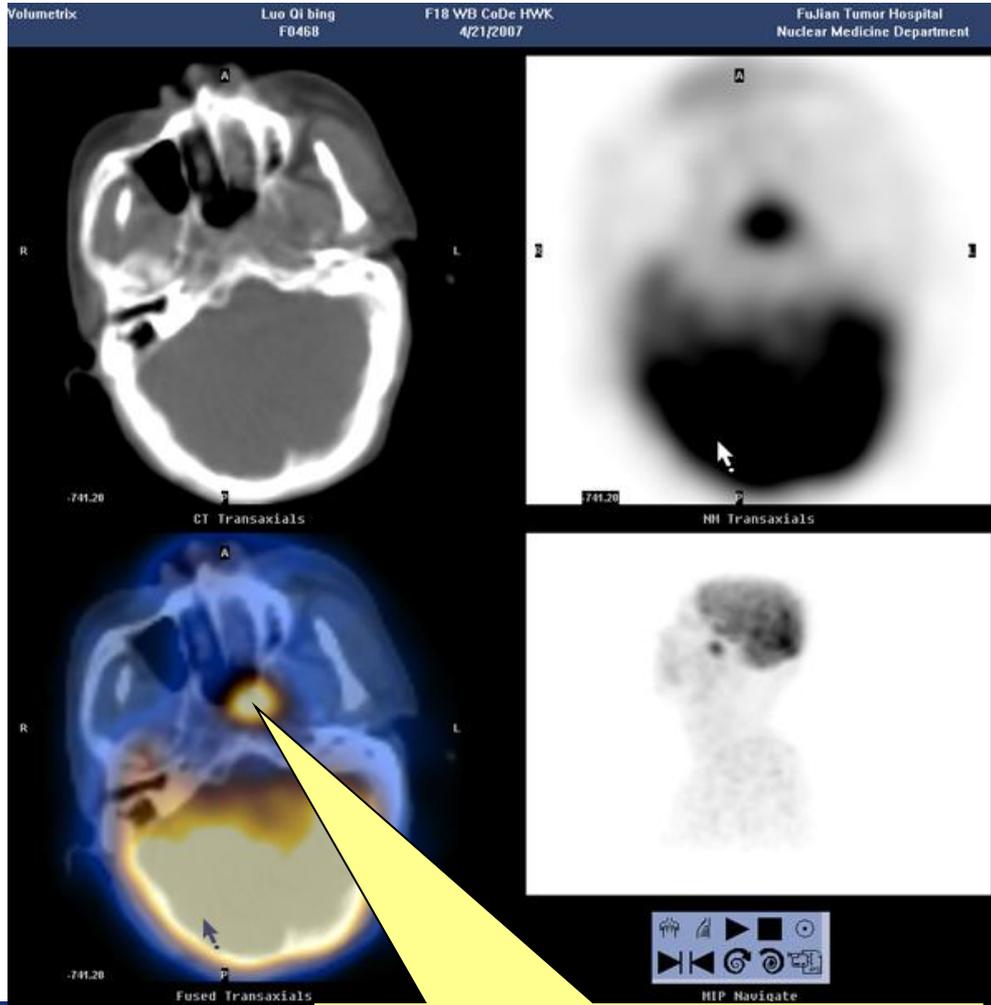




川北医学院

North Sichuan Medical University

鼻咽肿块定性



- 患者男性，52岁。
- 主诉：“左鼻塞、左耳听力下降1月余”为主诉于2007.4.12入院。
- 临床诊断：鼻咽占位，性质待查。
- FDG显像：左侧鼻咽部粘膜增厚，高代谢，考虑鼻咽癌。

鼻咽镜活检：鼻咽鳞癌。



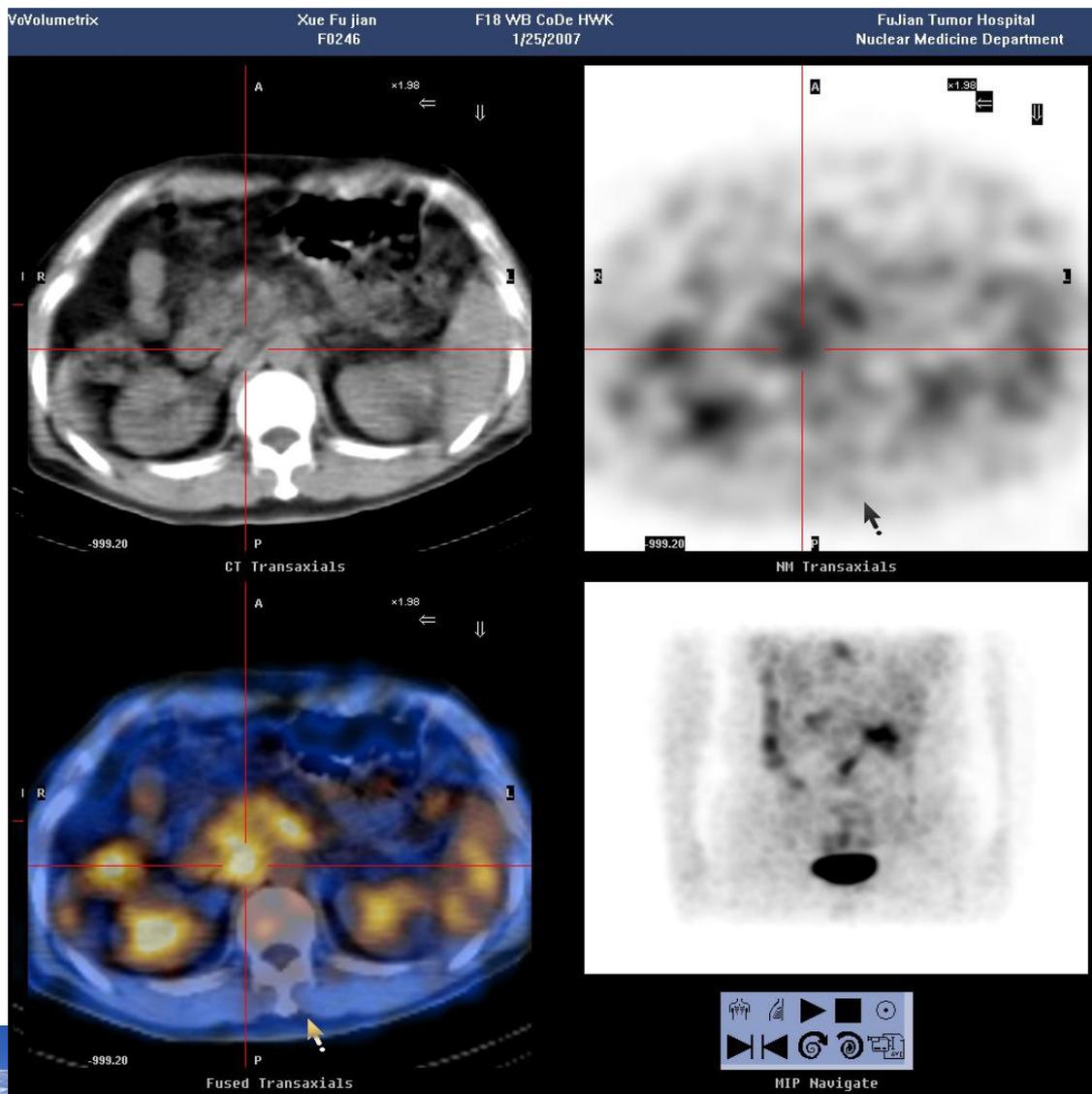
川北医学院

North Sichuan Medical University

胰腺占位定性

- 患者，男，59岁。
- 主诉：反复中腹胀痛伴黄疸8月余。
- CT：胰头区占位伴腹膜后肿大淋巴结。
- FDG显像：胰头钩突区占位，高代谢，考虑恶性肿瘤可能性大。下腔静脉与右侧膈肌脚间小结节，高代谢，考虑腹膜后淋巴结转移。

● 死亡诊断：胰头癌腹膜后淋巴结转移肝、双肺转移进展，多器官衰竭死亡。





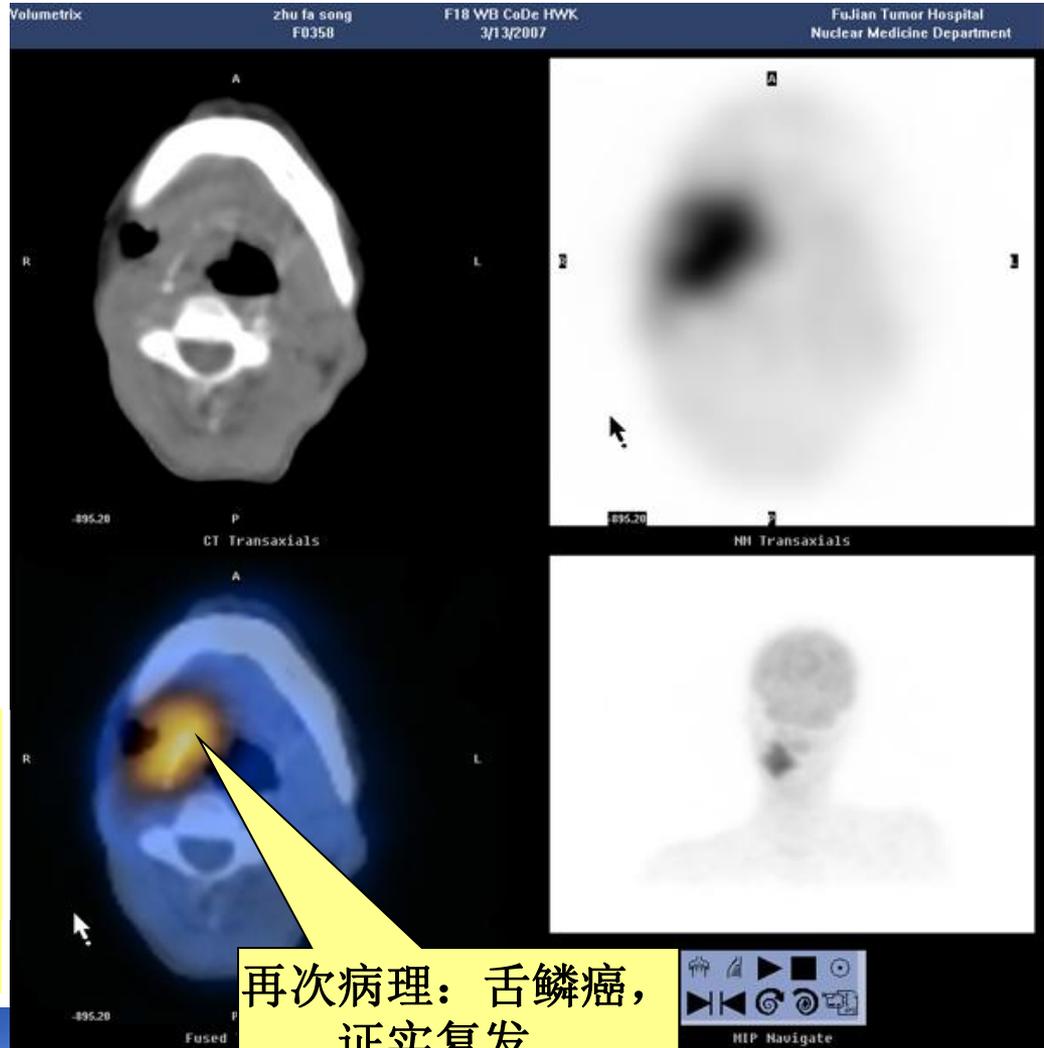
川北医学院

North Sichuan Medical University

舌癌多程治疗后

- 患者，男性，49岁。
- 确诊舌鳞癌10月，多程治疗后6月。
- FDG显像：右侧舌根部及右侧椎前不规则软组织密度影，高代谢，考虑肿瘤复发，肿瘤细胞有较高活性。

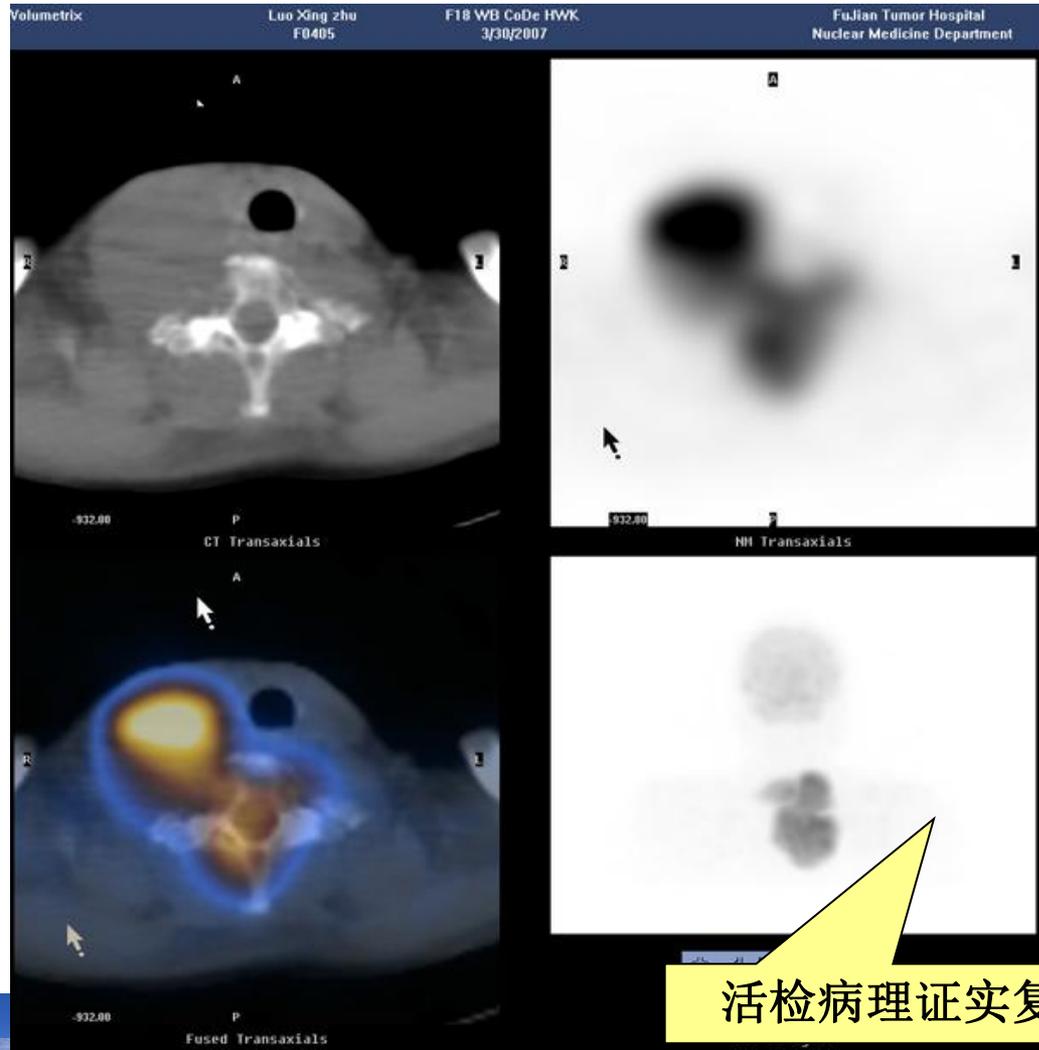
● 临床诊断：右舌鳞癌辅助化疗后术后复发。治疗方案：姑息性放化疗。





颈椎浆细胞瘤术后放化疗后

- 患者男性，55岁。颈椎浆细胞瘤术后放化疗后。
- FDG显像：
 - 1、右颈部至右锁骨区、纵隔占位，高代谢，提示肿瘤复发。
 - 2、多个椎体及多根后肋骨质破坏，高代谢，考虑肿瘤浸润。

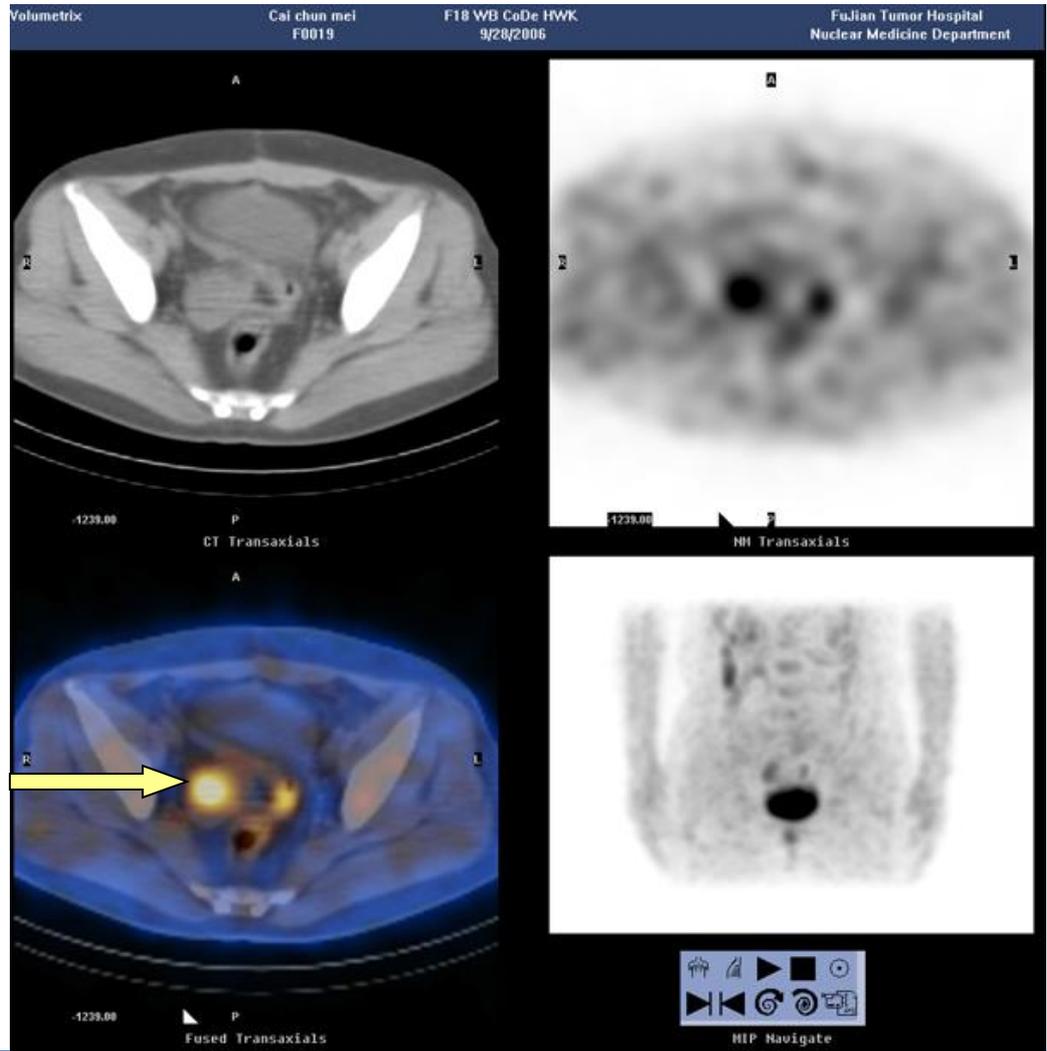




卵巢肿瘤复发

- 患者女性，37岁。
- 2005.1.18因“右卵巢交界性囊腺癌”行手术治疗。
- CA125：32.54U/ml↑
- FDG示：右卵巢交界性囊腺癌术后化疗后，现右侧盆腔区占位，肿块内部呈高代谢，倾向考虑肿瘤复发。

● 临床按复发定方案治疗。

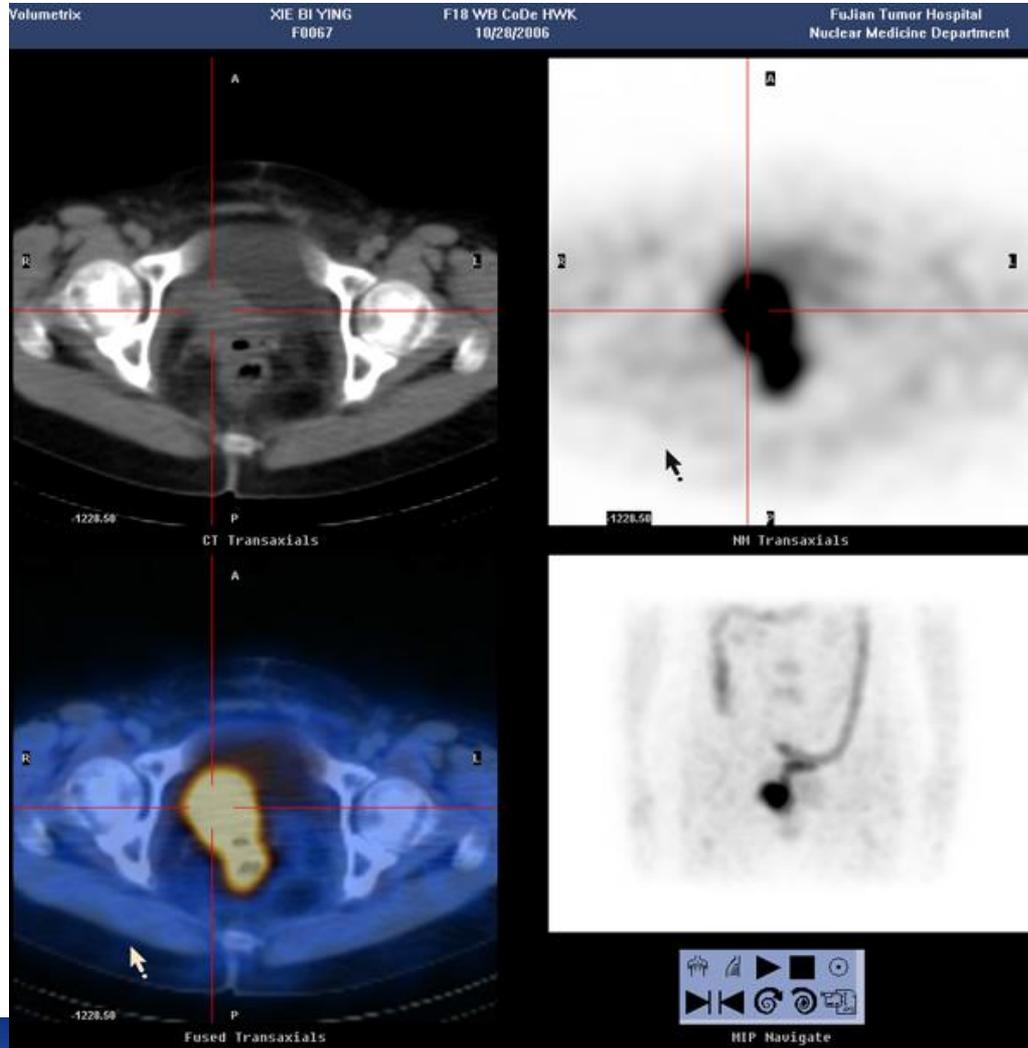




川北医学院

North Sichuan Medical University

宫颈癌复发

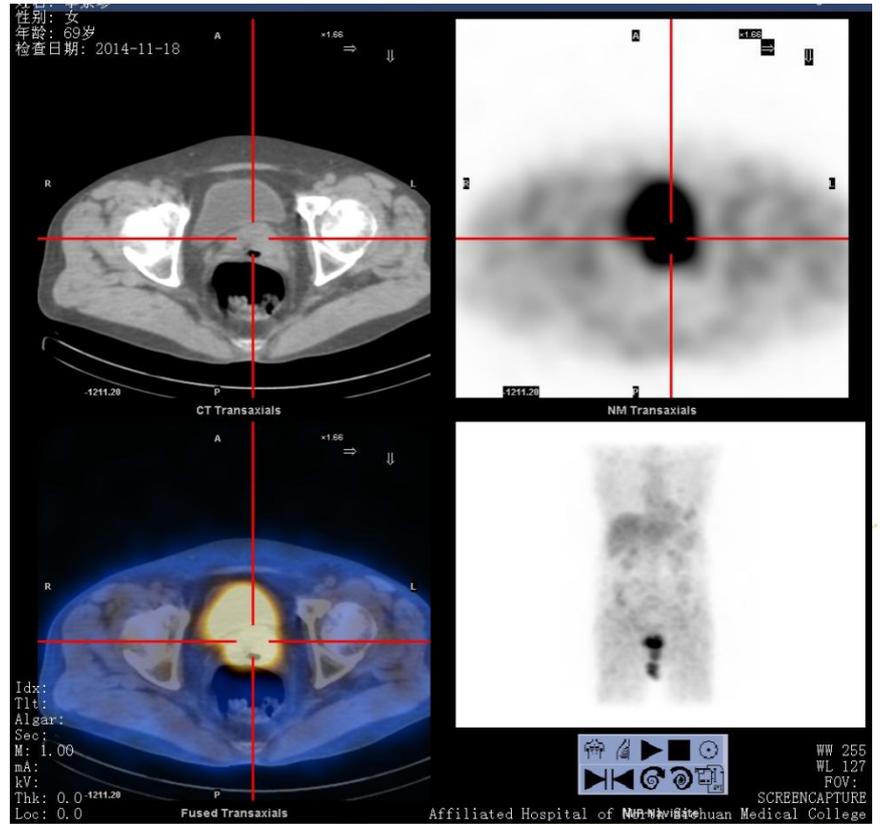
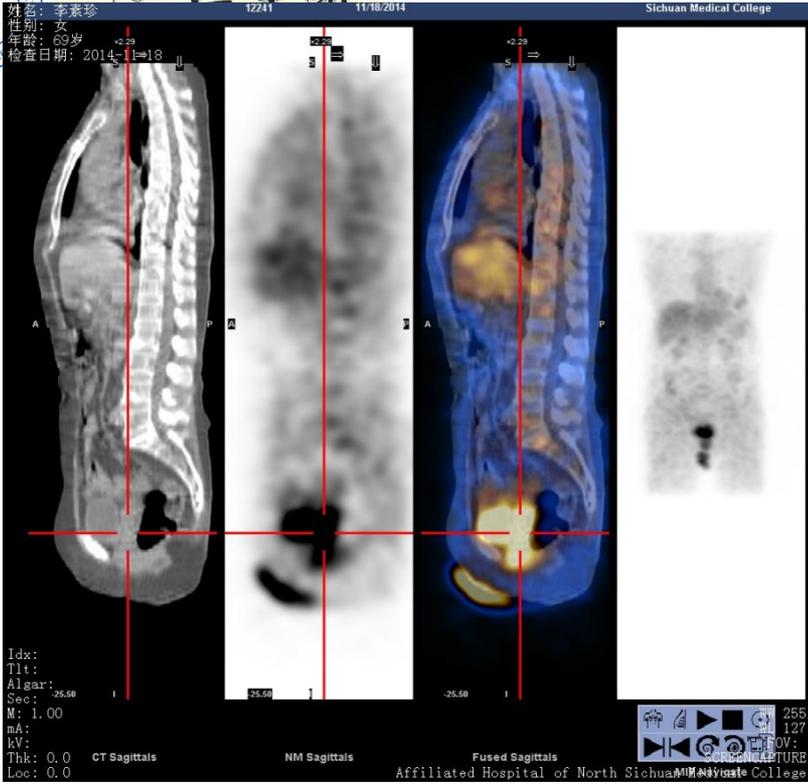


- 患者女性，51岁。
- 2005 .06.03因宫颈中等分化鳞癌行手术治疗，后予以放化疗。
- 显像前B超发现盆腔占位1月余。
- FDG：宫颈癌术后，膀胱后肿块，高代谢，考虑术后残端复发。

● 临床按照复发制定放疗方案。

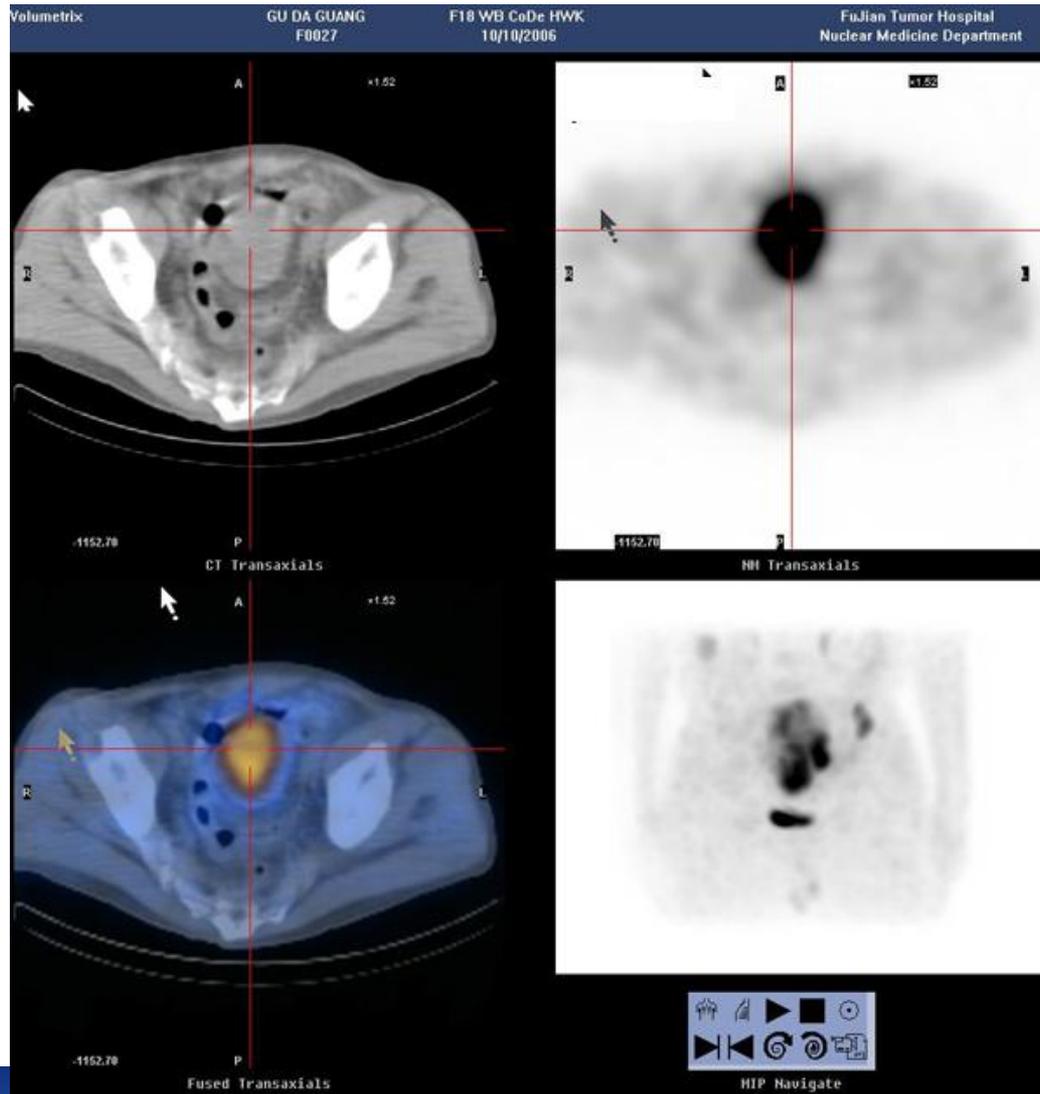


川北医学院



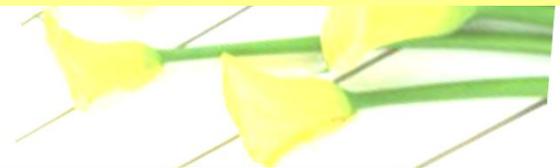


原发灶寻找



- 男，65岁。诉右上腹闷痛不适20天。
- B超左下腹实性占位。
- CT：肝多发转移。
- 肠镜报告：结肠息肉。
- CEA：2.3ng/L，AFP：2.0ug/L。
- 未予特殊治疗。
- FDG显像：中下腹团块状高代谢灶，相应部位CT见小肠管壁明显不规则增厚，最厚约5.2cm，呈不规则团块影，局部管腔稍扩张，未见明显液平面。诊断意见：倾向小肠恶性肿瘤。

- 腹腔探查术：回肠末段见一肿物，肿物大小14cm×10cm。
- 病理：小肠恶性间质瘤。





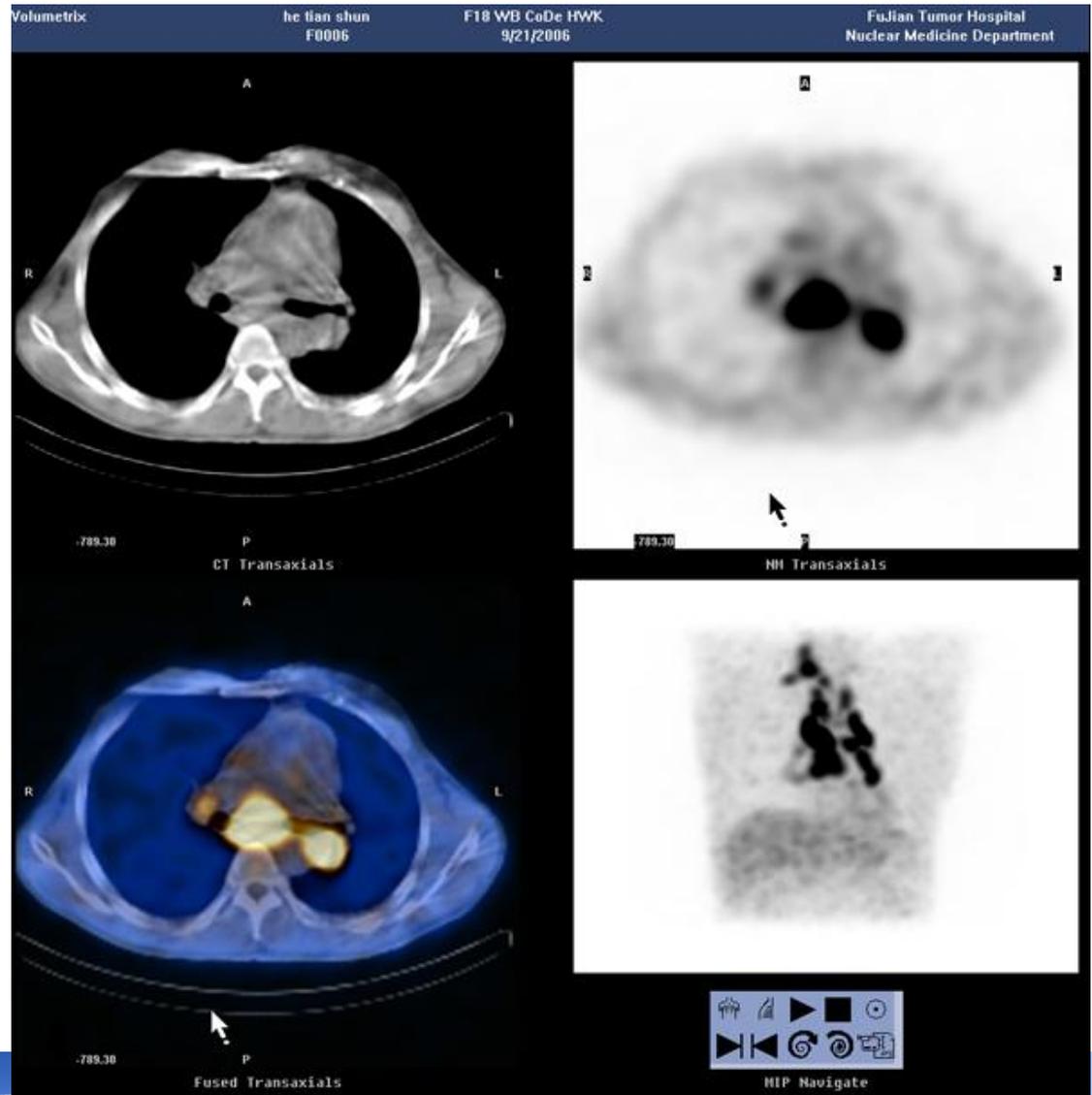
原发灶寻找

- 患者男性，45岁。
- 4月前无意中发现右锁骨上肿物，在当地医院予头孢他定抗炎治疗后肿物无明显缩小。无发热、盗汗、咳嗽、咳痰。
- 右锁骨上肿块活检病理：转移性低分化癌。
- CA19-9: 213.90U/ml ↑; CEA: 14.08ng/ml ↑; AFP: 1.39ng/ml; NSE: 3.36ng/ml; CA125: 16.83U/ml。

FDG:

- 左下肺门软组织密度结节影，高代谢，考虑小肺癌。
- 右锁骨上窝、高位气管旁、纵隔及右肺门多发肿大淋巴结影，高代谢，考虑恶性肿瘤淋巴结转移。

● 临床按肺门型肺癌予以化疗，化疗后患者好转。





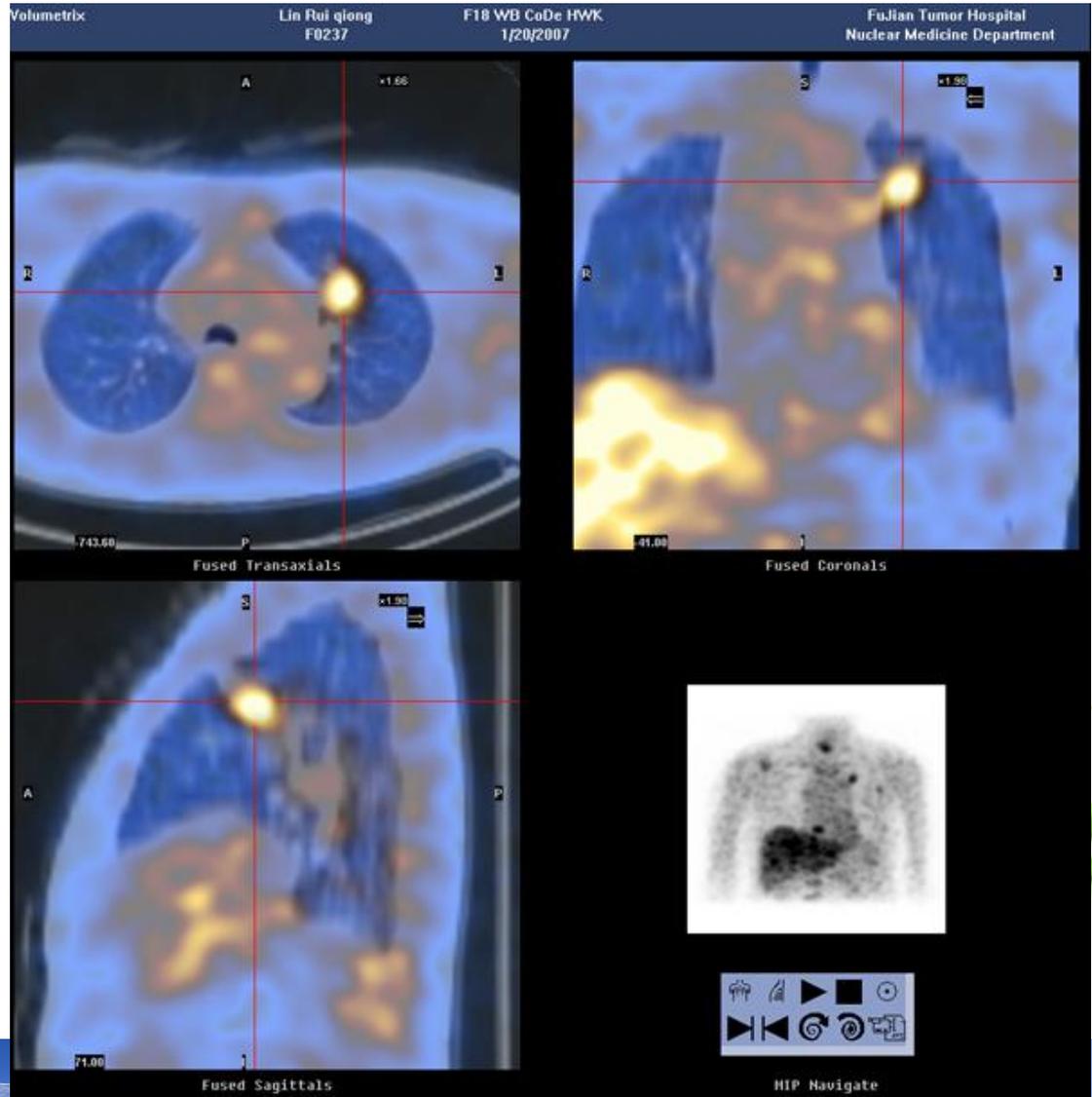
川北医学院

North Sichuan Medical University

原发灶寻找

- 患者女性，54岁。
- 主诉：反复左髌部疼痛5个月，加重1个月。
- FDG：左肺上叶尖后段结节，高代谢，考虑左肺癌。

- CT引导下穿刺
病理：（左肺）
腺癌。

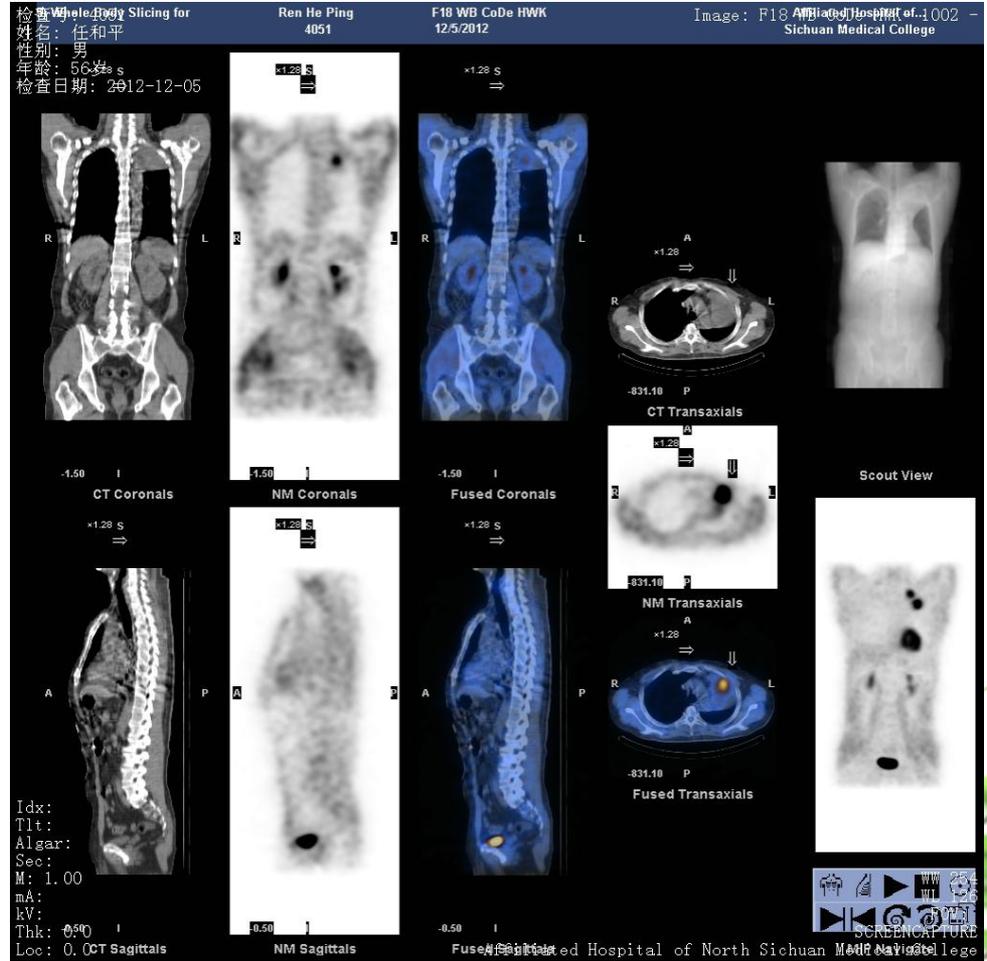
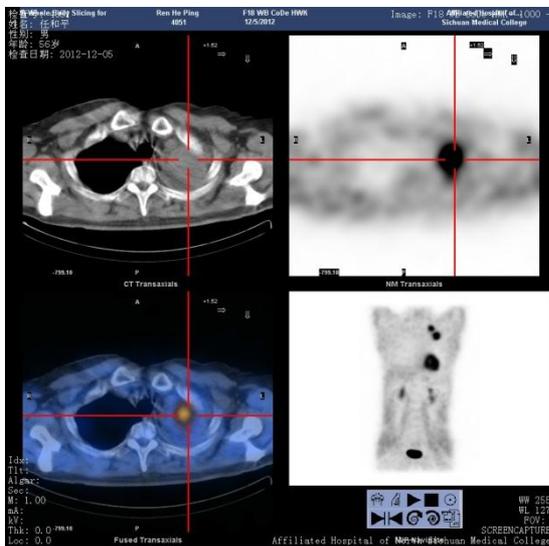
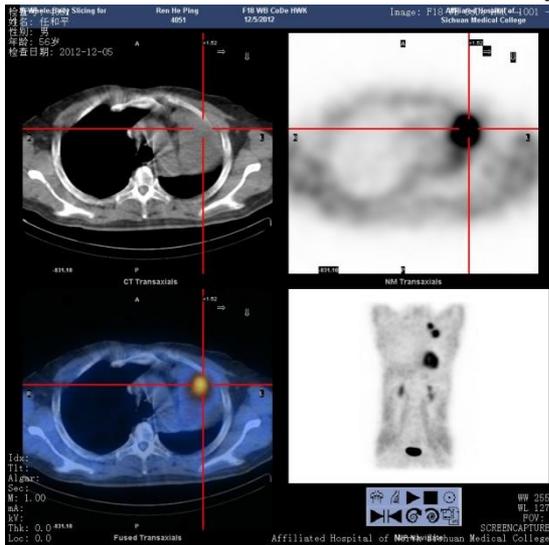




川北医学院

North Sichuan Medical University

原发灶寻找





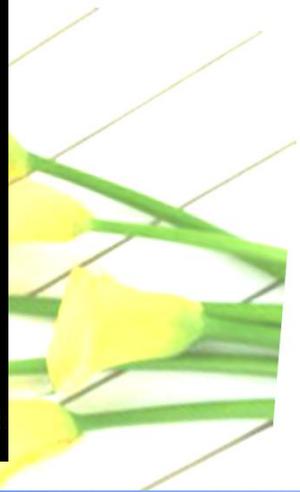
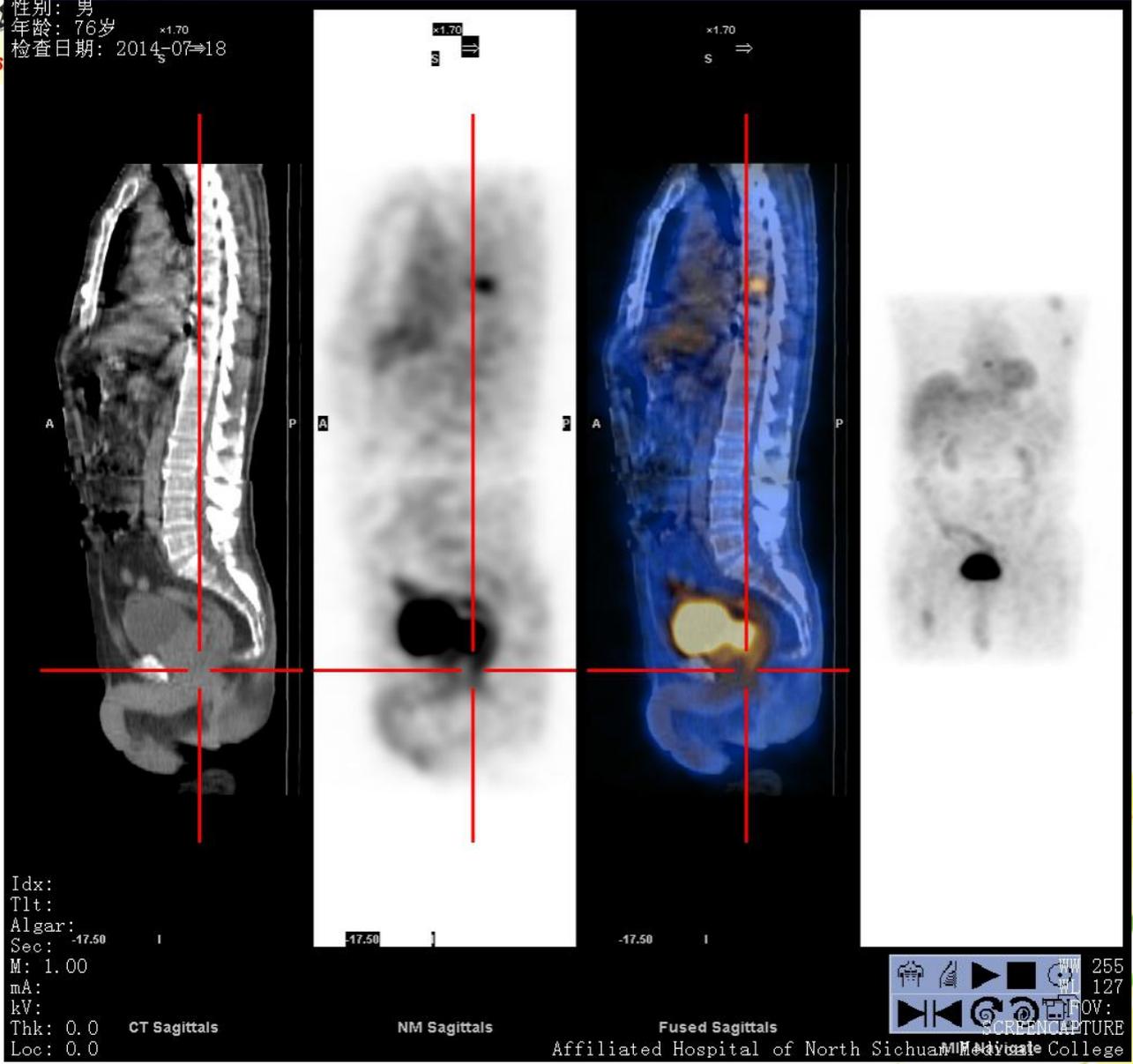
六、临床评价

肿瘤类型	PET (%)			CT (%)		
	敏感性	特异性	准确性	敏感性	特异性	准确性
头颈部肿瘤	90	94	93	82	85	85
黑色素瘤转移灶	80~92	79	81~100	60	86	
胰腺癌	71~100	64~100	85~93	65	62	65
卵巢癌	83~93	80~92	82	67~87	43~53	72
骨与软组织肉瘤	82~97	66~93				
食管癌	88	93	91			
膀胱癌	80~100	63~100				
睾丸肿瘤	50~100	85~100				





性别: 男
 年龄: 76岁
 检查日期: 2014-07-18





川北医学院

North Sichuan Medical University

非特异性肿瘤阳性显像

非特异性肿瘤阳性显像

- 显像剂能被肿瘤组织高度摄取而产生显像剂浓聚
- 显像结果并不能反映肿瘤的组织学、代谢特点等生物学特征





川北医学院

North Sichuan Medical University

非特异性肿瘤阳性显像

- ^{67}Ga 肿瘤显像
- ^{201}Tl 肿瘤显像
- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI肿瘤显像
- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (V) -DMSA肿瘤显像





^{67}Ga 肿瘤显像

- 显像剂核素 ^{67}Ga 衰变形式是电子俘获，物理半衰期78.1h， γ 射线的主要能峰为93、185、300和394 keV。
- ^{67}Ga 的生物特性类似3价Fe，用作显像剂的化学形式为枸橼酸镓（ $^{67}\text{Ga-citrate}$ ）。





川北医学院

North Sichuan Medical University

^{67}Ga 肿瘤显像

肿瘤组织浓聚 ^{67}Ga 可能与以下因素或机制有关

- 病灶血供增加、血管通透性增高；
- 局部pH值降低引起枸缘酸镓分解；
- ^{67}Ga 与转铁蛋白(transferrin)或乳铁蛋白(lactoferrin)结合，通过肿瘤细胞上相应受体介导进入细胞内。





川北医学院

North Sichuan Medical University

^{67}Ga 肿瘤显像

➤ ^{67}Ga 仅被生长活跃的存活肿瘤细胞摄取，坏

死或纤维化的细胞则不能摄取。

➤ 细胞对其摄取量与肿瘤代谢水平相关。





川北医学院

North Sichuan Medical University

^{67}Ga 肿瘤显像

➤ 临床应用

- ✓ 肿瘤探测
- ✓ 淋巴瘤
- ✓ 肺癌
- ✓ 黑色素瘤
- ✓ 肝癌





川北医学院

North Sichuan Medical University

201Tl肿瘤显像

- 201Tl为正一价阳离子
- 其进入肿瘤细胞与K⁺进入细胞内的机制类似，系通过细胞膜上的Na-K-ATP酶系统转运。





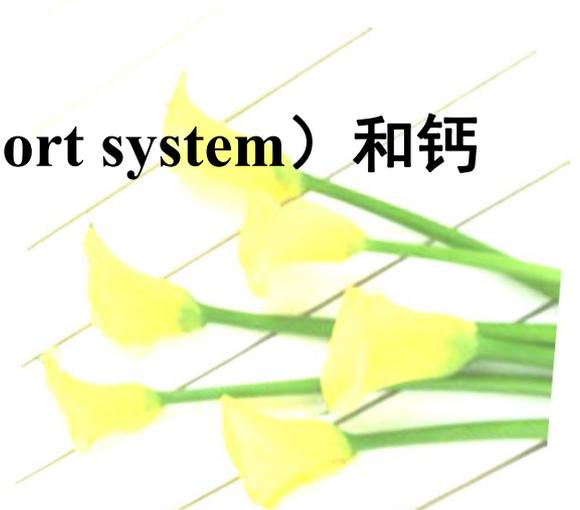
川北医学院

North Sichuan Medical University

201Tl肿瘤显像

肿瘤细胞的摄取，还与以下因素有关

- 局部血流量、肿瘤细胞活力
- 肿瘤类型
- 其它同向转运系统（cotransport system）和钙离子通道系统等





川北医学院

North Sichuan Medical University

^{201}Tl 肿瘤显像

- ^{201}Tl 蓄积于有活力的肿瘤组织，在细胞内主要以游离形式存在于胞浆内
- 坏死组织不摄取 ^{201}Tl





川北医学院

North Sichuan Medical University

201Tl肿瘤显像

- 临床应用

- ✓ 脑肿瘤

- ✓ 乳腺癌

- ✓ 骨肿瘤

- ✓ 其他肿瘤





川北医学院

North Sichuan Medical University

^{99m}Tc -MIBI肿瘤显像

- ^{99m}Tc -MIBI (^{99m}Tc -sestamibi)是脂溶性阳离子化合物，也是一种常用的心肌灌注显像剂。
- 肿瘤细胞摄取机制与其脂溶性和电荷有关





川北医学院

North Sichuan Medical University

^{99m}Tc -MIBI肿瘤显像

- 肿瘤组织的血流灌注、肿瘤细胞的活力以及肿瘤组织类型等均是影响肿瘤细胞聚集 ^{99m}Tc -MIBI的因素。





川北医学院

North Sichuan Medical University

^{99m}Tc -MIBI肿瘤显像

- 临床应用

- 甲状腺癌

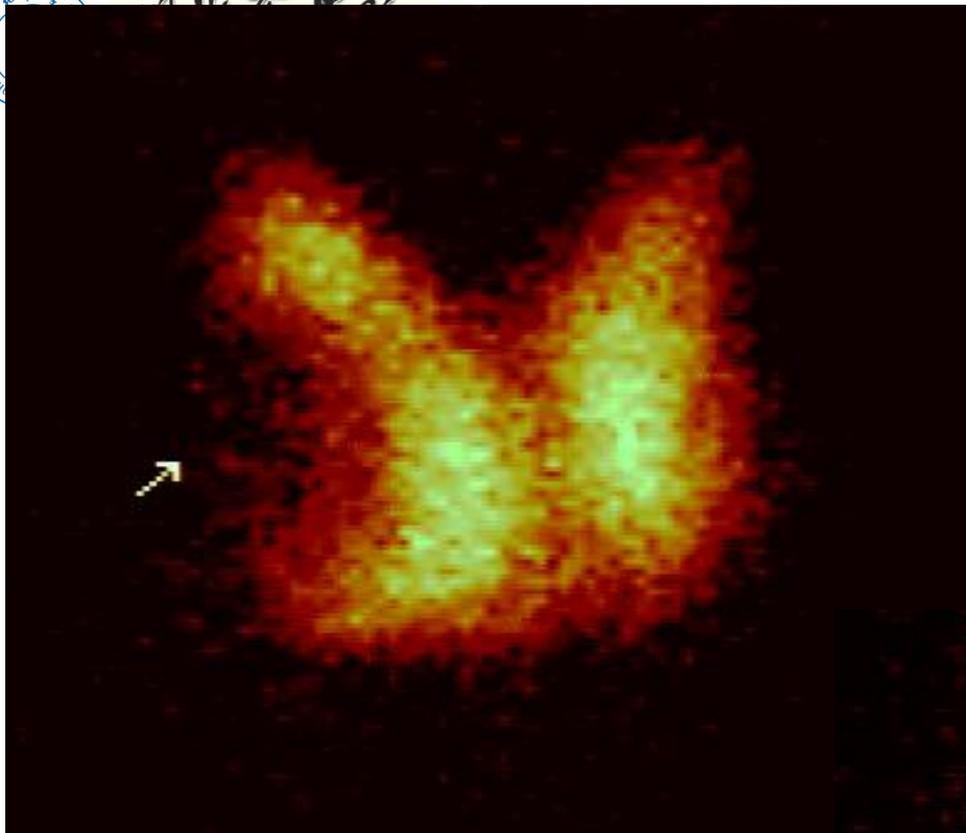
- 乳腺癌

- 肺癌





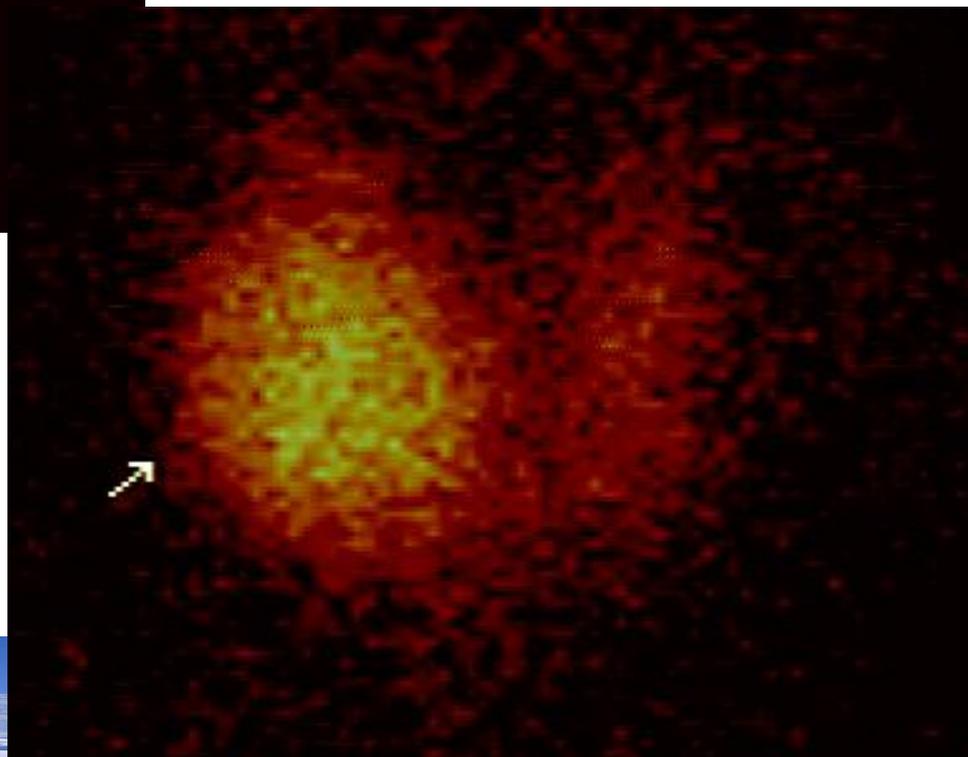
甲状腺癌



Tc99mO4-显像

甲状腺癌

Tc99m-MIBI显像





川北医学院

North Sichuan Medical University

^{99m}Tc (V) -DMSA肿瘤显像

- 二巯基丁二酸（DMSA）是一种肾显像剂。
20世纪80年代初发现 ^{99m}Tc (V) -DMSA可在某些肿瘤中浓聚，其作为亲肿瘤显像剂的应用陆续被报告。
- 该显像剂的亲肿瘤机制尚不明了。





川北医学院

North Sichuan Medical University

^{99m}Tc (V) -DMSA肿瘤显像

- 临床应用

- 甲状腺髓样癌

- 软组织肿瘤





川北医学院

North Sichuan Medical University

肿瘤受体显像





川北医学院

North Sichuan Medical University

肿瘤受体显像

- 显像剂核素标记受体的配体(ligand)或配体类似物(ligand analogue)形成显像剂配体(radioligand)
- 与存在于肿瘤细胞的特异性受体结合，使肿瘤组织浓聚显像剂核素
- SPECT或PET显像，既能对肿瘤进行临床诊断，又可对肿瘤的生物学特性进行研究





川北医学院

North Sichuan Medical University

肿瘤受体显像

- 肿瘤受体显像同时还为“受体介导靶向治

疗肿瘤”寻找靶向载体奠定基础





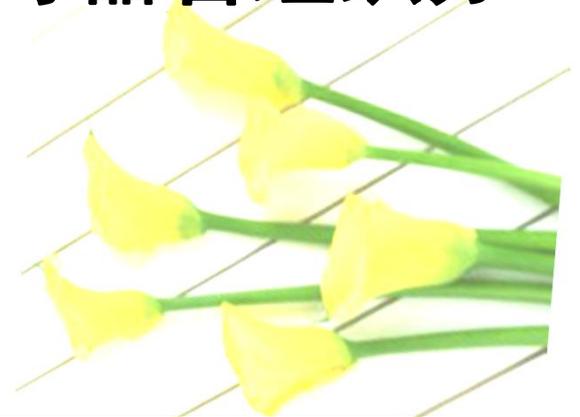
川北医学院

North Sichuan Medical University

肿瘤受体显像

生长抑素受体显像

- 生长抑素（somatostatin, SST）是由下丘脑、垂体、脑干、胃肠道和胰腺等器官组织分泌的一种肽类激素





川北医学院

North Sichuan Medical University

肿瘤受体显像

生长抑素受体显像

- SST生理功能可抑制许多激素的释放，如生长激素(growth hormone)，促甲状腺激素，胰岛素，胰高血糖素(glucagon)，胃泌素(gastrin)，血管活性肠肽(VIP)、5-羟色胺(serotonin)和降钙素(calcitonin)等。
- SST还对许多肿瘤细胞的增殖产生抑制作用。





川北医学院

North Sichuan Medical University

肿瘤受体显像

SST受体分布于生理性靶器官组织、许多肿瘤细胞

- 神经内分泌肿瘤或APUD细胞肿瘤：如垂体腺瘤；
- 具有内分泌功能的胃肠道肿瘤：如类癌(carcinoid)、胃泌素癌、胰岛素瘤、胰高血糖素瘤、血管活性肠肽瘤等。

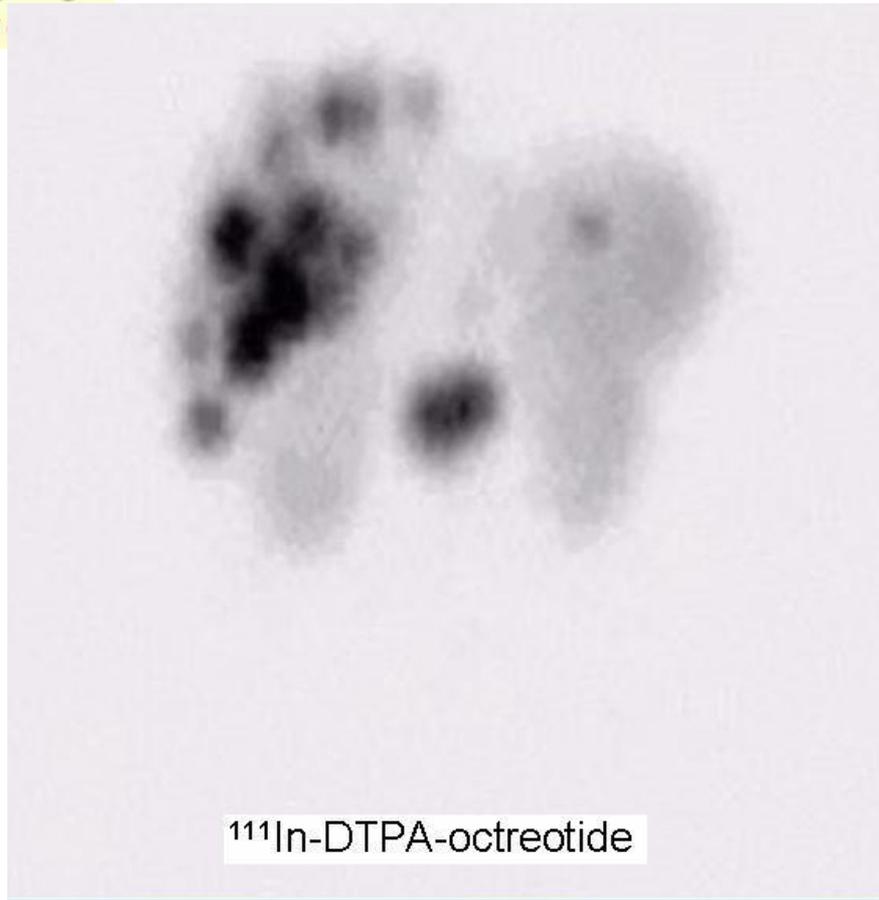
APUD (amine precursor uptake and decarboxylation 胺前体摄取和脱羧)





川北医学院

North Sichuan Medical



^{111}In -octreotide imaging in a patient with gastrinoma. Multiple focal areas of increased radioactivity can be seen in liver and abdomen.





川北医学院

North Sichuan Medical University

肿瘤受体显像

SST受体分布于生理性靶器官组织、许多肿瘤细胞

- **脑肿瘤：如星形细胞瘤（astrocytoma）、脑膜瘤（meningioma）、神经母细胞瘤(neuroblastoma)等**
- **其他肿瘤：如淋巴瘤、乳腺癌、肾癌、黑色素瘤等**





川北医学院

North Sichuan Medical University

肿瘤受体显像

^{111}In -otretotide对各种神经内分泌肿瘤诊断的显像准确性

- 类癌80% (190/237)
- 胰岛素瘤73% (8/11)
- 胃泌素瘤95% (40/42)
- 胰高血糖素瘤73% (8/11)
- 小细胞肺癌100% (2/2)





川北医学院

North Sichuan Medical University

肿瘤受体显像

^{111}In -otretotide对各种神经内分泌肿瘤诊断的显像准确性

- 嗜铬细胞瘤100% (9/9)
- 副神经节瘤 (paraganglioma) 86% (6/7)
- 甲状腺髓样癌54% (12/22)
- 血管活性肠肽瘤86% (6/7)
- 垂体腺瘤80% (24/30)





川北医学院

North Sichuan Medical University

肿瘤受体显像

其他肿瘤受体显像

- 血管活性肠肽（vasoactive intestinal peptide, VIP）受体显像
- ^{99m}Tc -新半乳糖蛋白（galactosyl-neoglycoalbumin, NGA）肝受体显像
- 乳腺癌雌激素受体显像
- 间位碘代苜蓿（MIBG）显像





思考题

1. 肿瘤细胞浓聚 ^{18}F -FDG的机制是什么？
2. 体内可能发生生理性摄取 ^{18}F -FDG的主要部位有哪些？
3. 对肿瘤患者进行分期， ^{18}F -FDG PET显像与CT相比，有何优势？
4. 利用SUV鉴别肿瘤的良好恶性，应注意哪些因素的干扰？
5. 主要的肿瘤受体显像方法有哪些？





川北医学院

North Sichuan Medical University

思考题

6. 女性患者，45岁，发现右乳房包块一个月。体格检查：右乳内上象限近乳头处 $3 \times 3\text{cm}$ 包块，质地中等，无明显疼痛。行 ^{201}Tl 乳腺显像发现：早期相肿块处轻度摄取显像剂，延迟相摄取明显增强。

问题：①印象诊断是什么？②诊断依据。③延迟相采集的意义。





思考题

7. 女性患者，40岁，近一年便次增多。体检发现甲状腺左叶中部结节，约 $1.5 \times 1.5\text{cm}$ 大小，质地中等，无压痛。甲状腺 $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ -显像示：甲状腺显影大致正常，结节部位呈冷结节；继而行 $^{99\text{m}}\text{Tc}(\text{V})$ -DMSA显像，结节处高度摄取显像剂。

问题：①初步诊断及依据。②进一步需要检查的项目是什么？③鉴别要点。？

