



中华医学会核医学分会
技术与继续教育学组

中华医学会核医学分会第十一届委员会
技术与继续教育学组
系列专家讲座

肺通气/灌注显像
在肺栓塞诊断中的应用

陈亮

浙江大学医学院附属邵逸夫医院核医学科

2018年



- ◆ 工程师
- ◆ 长期从事核医学临床操作和信息化开发维护工作，擅长核素显像操作、核医学相关信息系统开发、仪器质控及维护。作为课题主要参与者参加厅局级及省部级课题3项。曾获得浙江大学多媒体课件开发二等奖一项

肺栓塞(pulmonary embolism ,PE)

是指内源性或外源性栓子堵塞肺动脉引起肺循环障碍的临床和病理生理综合征。其中肺血栓栓塞症占80%以上。

肺血栓栓塞症(pulmonary thromboembolism,PTE)

来自静脉系统或右心的血栓阻塞肺动脉或其分支所致的疾病，以肺循环和呼吸功能障碍为其主要临床和病理生理特征。

肺梗死(pulmonary infarction,PI)

肺栓塞发生后若其支配区的肺组织因血流受阻或中断而发生坏死。

深静脉血栓形成 (Deep venous thrombosis,DVT)

PTE的栓子多来源于此，PTE为DVT的并发症。



- ◆ 西方国家总人群PTE和DVT年发病率分别为0.05%和0.1%。
- ◆ 肺栓塞在心血管病中的发病率仅次于冠心病、高血压，位居第三位。
- ◆ 病死率仅次于肿瘤、心肌梗死，居第三位，其中1/3的病人是由于猝死造成的。

- ◆ 脑卒中病人中深静脉血栓的发生率为30%~60%，其中50%可能出现肺栓塞。髋关节置换术患者中有40%~70%发生深静脉血栓，孕产妇也不少见。
- ◆ DVT或PTE易发因素：40岁以上、肥胖、高血脂、外伤或手术、长期卧床或制动、恶性肿瘤、心梗及心功能不全病人、接受心血管介入治疗后患者、口服避孕药、患有肾病综合征的儿童、血液病患者以及某些遗传因素。

- **急性PE，早期无特异的症状体征和X线征象，早期诊断很困难，临床诊断准确率仅25%-45%，误诊及漏诊率高达80%左右。**
- **急性PE，死亡率高达30%，如及时诊断并治疗，死亡率可降到8%。**
- **临床需求：寻找简易无创的诊断方法，早期诊断，及时进行溶栓治疗，适时结束治疗。**



肺通气/灌注显像 是诊断肺栓塞的常规检查

肺灌注显像：

了解肺动脉血流的分布和肺毛细血管床的受损情况。

肺通气显像：

检查气道的通畅性和肺的局部通气功能。

肺灌注显像

- ◆ ^{99m}Tc -MAA（大颗粒聚合人血清白蛋白）。
- ◆ 静脉注入略大于肺毛细血管直径的放射性颗粒，由于不能通过肺毛细血管床，一过性均匀、暂时、随机地嵌顿于肺毛细血管床。
- ◆ 放射性颗粒在肺部的分布量与肺动脉血流量成正比，核素显像可反映肺血流灌注状况。
- ◆ 阻断很小比例的肺血管，栓塞的毛细血管约占肺毛细血管总数的几十万分之一，偏大的颗粒可能阻塞千分之一毛细血管前动脉。

操作注意事项

MAA颗粒数及^{99m}Tc-MAA剂量：

- MAA颗粒数20万，不超过50万。
- 1 mg白蛋白形成直径为60 ~ 90um的MAA全部注入，阻断0.31%的正常血管。
- 注入的放射性颗粒数：10 ~ 50万(常规:10 ~ 20万)，占全部肺毛细血管的1/1500,不会引起血液动力学改变。
- ^{99m}Tc-MAA颗粒直径：10 ~ 60um，随机嵌顿于肺毛细血管床，生物T_{1/2} 2 ~ 9h，降解为更小的碎片进入体循环，网状内皮细胞吞噬清除。



检查过程中需要注意的问题1：

- 标记后的^{99m}Tc-MAA一般要在4h内使用，否则会降解失效。
- 常规仰卧位注射，使分布均匀。只有在检查有否原发性肺动脉高压时，才使用坐位注射。
- 注射前令患者安静休息，可吸氧10min（减少肺血管痉挛）。
- 准备氧气和急救药品（抗过敏药品）。
- 注射前摇动针筒。

检查过程中需要注意的问题2：

- 注射时见回血立即缓慢注药，不要回抽血液，否则会在针筒内产生凝块，以免人为因素造成局灶性放射性增高的热区。
- 缓慢注射过程密切观察患者，如有不良反应，应立即停止给药，并采取必要的措施。
- 凝块可在肝素封闭中形成并出现在静脉注射部位，所以只有在绝对需要时才用肝素。
- 特殊需要时可行“弹丸”注射，要慎重。肺血管床破坏严重的患者，如慢性肺心病病人绝对不可“弹丸”注射。
- 注射后要求病人呼吸5~6次，以增加肺部血流。

肺通气显像

- ◆ 吸入密闭系统中的放射性惰性气体或气溶胶，随气流分布于全肺。
- ◆ 肺内各局部放射性气体浓度与局部通气量成正比。
- ◆ 估价肺的局部通气功能、气道通畅及肺泡气体交换功能状况。
 - 放射性惰性气体：
 ^{133}Xe 、 $^{81\text{m}}\text{kr}$ 、 ^{135}Xe 、 ^{15}O 、 ^{13}N
 - 放射性气溶胶：
 $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$
锝气体 (Technegas)

^{99m}Tc -DTPA气溶胶肺通气显像

- ◆ 使用方便，价格便宜，以往我国常用。
- ◆ 常用超声雾化法、喷气雾化法，后者常用，要求吸入的雾粒 $0.1 \sim 0.5\mu\text{m}$ 。
- ◆ 生物 $T_{1/2}$ ：4-8h
- ◆ 在灌注显像后进行的病人应比在灌注显像前进行的病人所给剂量大。
- ◆ 放射性显像剂应符合放化纯度要求。
- ◆ 放射性活度：总量不低于 110 MBq （ 3mCi ），常规 $740 \sim 1480 \text{ MBq}$ （ $20 \sim 40\text{mCi}$ ）。
- ◆ 体积：不大于 4ml ，常规 $2 \sim 4\text{ml}$ 。
- ◆ 吸入时间： $5 \sim 8\text{min}$ 。



铊气体肺通气显像 (Technegas)

- ◆ ^{99m}Tc 标记的超微碳颗粒放射性气溶胶显像。
- ◆ 铊气体发生器生产的铊粉雾，颗粒大小均匀（5毫微米），具有与放射性气体相同的末梢气管渗透力。
- ◆ 中央气道沉积少，外周肺组织显像较好，20min内其放射性分布基本没有变化，在图像质量和给药方便上优于 ^{133}Xe 及常规气雾剂，与 ^{81m}Kr 比较，具有容易获得的优点。
- ◆ 诊断肺栓塞，应先用铊气体发生器作通气检查。



钨气体发生器 (Technegas)

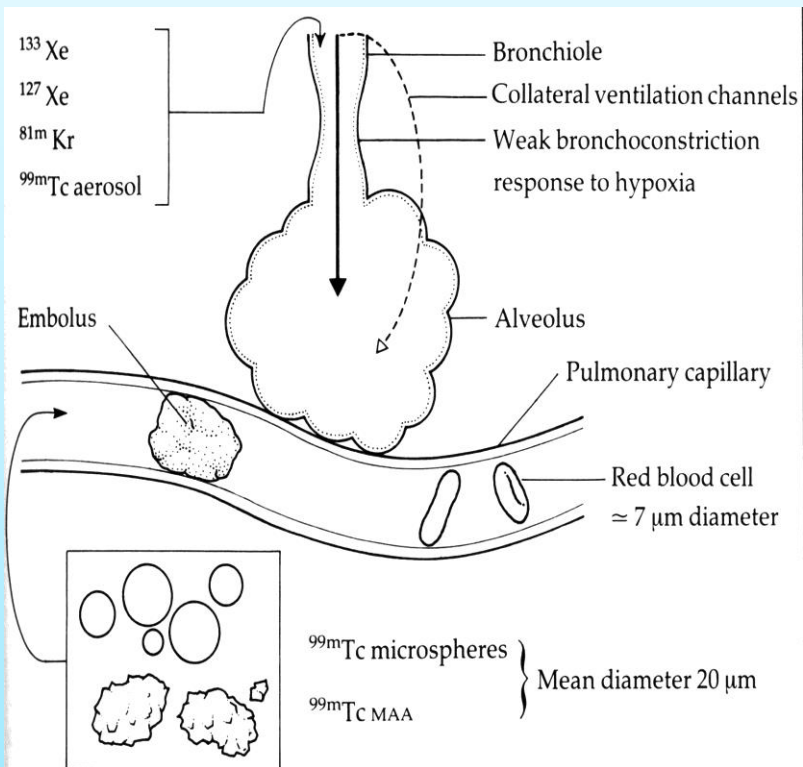
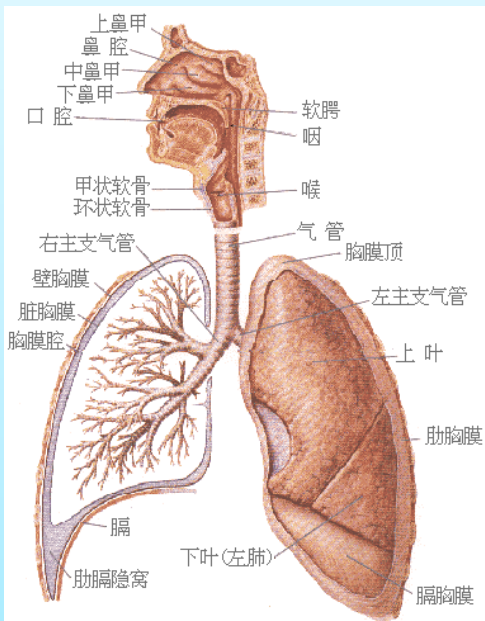


锡气体发生器 (Technegas)

铊气体发生器操作

- ◆ ^{99m}Tc 剂量、体积；
- ◆ 坩埚、加药方式；
- ◆ 吸气管的空白训练；
- ◆ 仪器操作注意点；
- ◆ 患者吸气过程注意点；
- ◆ 防止氙气泄漏操作流程。

将高比度的 ^{99m}Tc 淋洗液（10 mCi/0.1ml）置于坩埚（石墨碳棒）内，在充满氙气的密闭装置内通电加热致 2500°C 时得到 ^{99m}Tc -铊气体，患者通过连接管吸入2~3次。



肺通气/灌注显像 (V/Q)

是功能-解剖融合精准影像

肺灌注显像(Q)：反映肺的血流灌注状况，灌注减低部位、范围以及缺血程度。

肺通气显像(V)：反映局部通气功能，损害的部位与程度。

功能-解剖融合影像：V/Q 功能图像对应，观察血流与通气的匹配情况。V/Q 功能图像对应解剖图，确定病变的解剖位置。

肺灌注 / 通气显像常规静态显像体位



中华医学会核医学分会
技术与继续教育学组

前后位 (ANT)

右侧位 (RL)

右后斜位 (RPO)

右前斜位 (RAO)

后前位 (POST)

左侧位 (LL)

左后斜位 (LPO)

左前斜位 (LAO)



ANT



POST



LAO



RPO



LLA



RLA



LPO



RAO

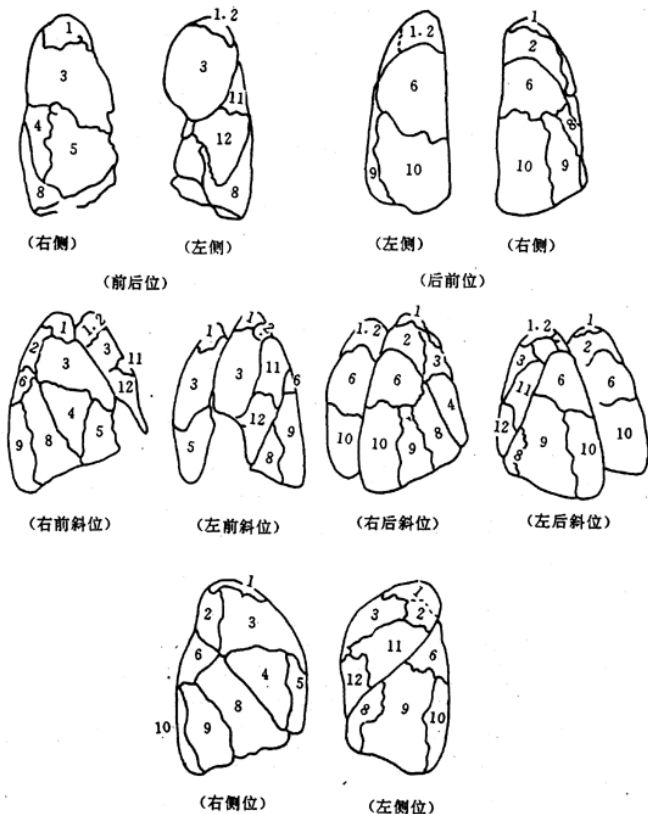
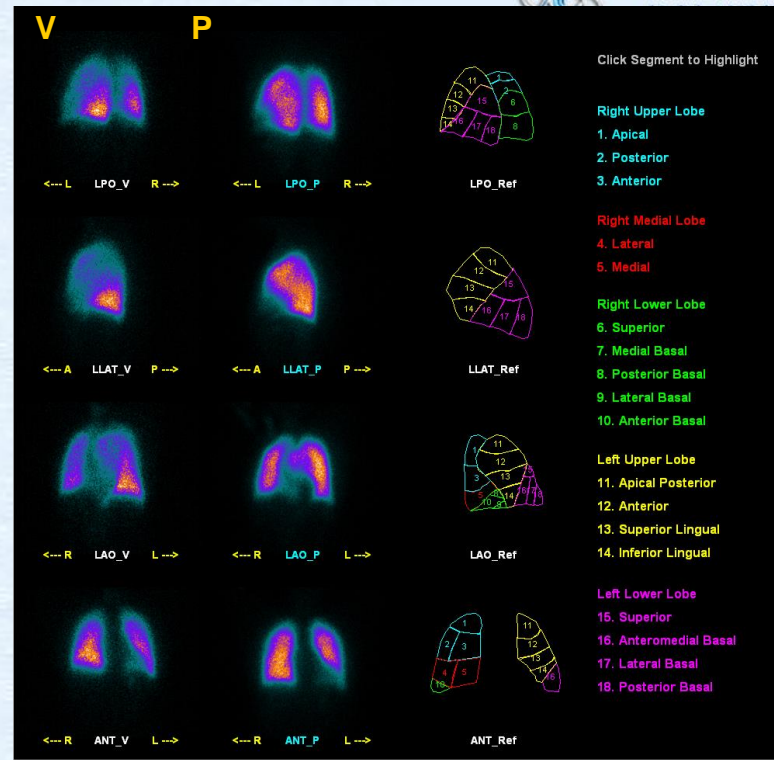
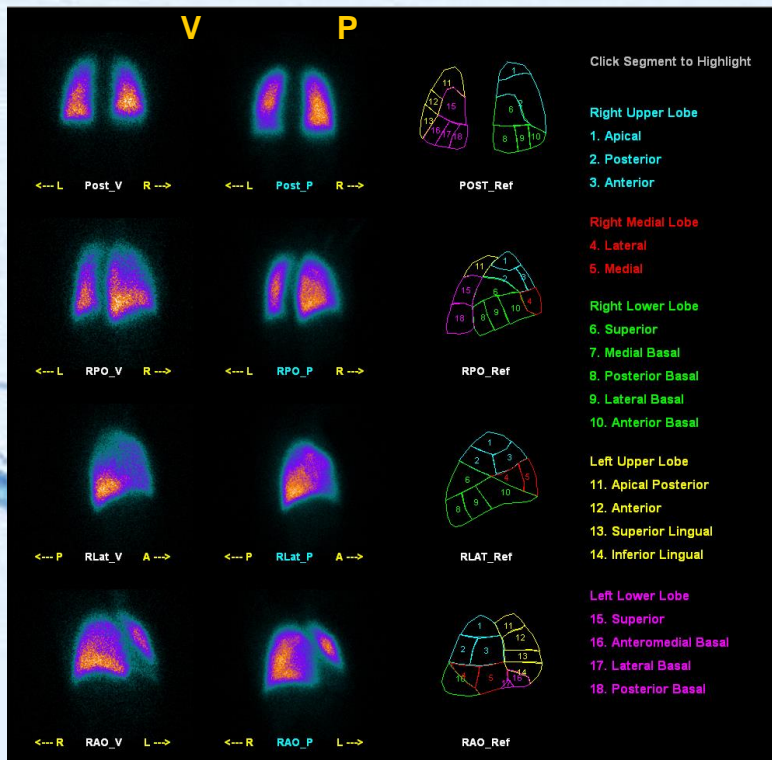


图 9-1 肺段分布的解剖图解

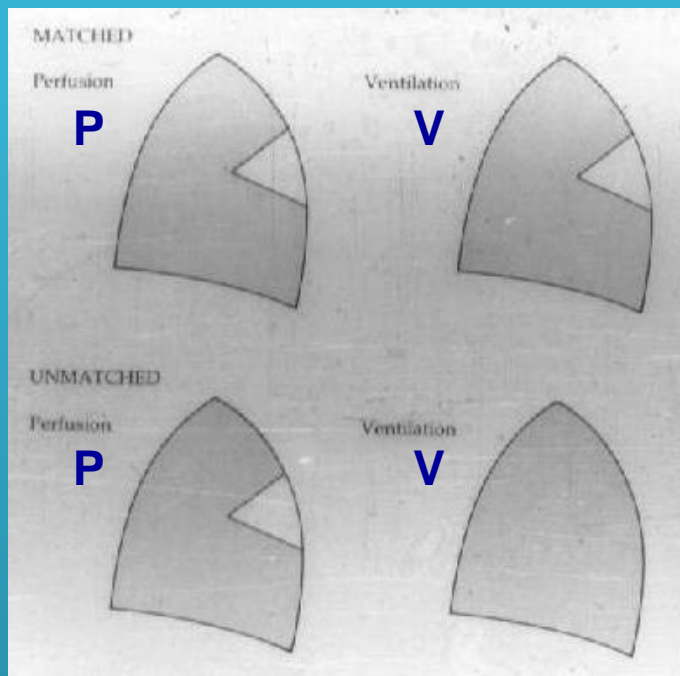
1. 尖段; 2. 后段; 3. 前段; 4. 外段; 5. 内段; 6. 背段; 7. 内基底段;
8. 前基底段; 9. 外基底段; 10. 后基底段; 11. 上舌段; 12. 下舌段

Broncho-pulmonary segments



正常肺通气/灌注显像

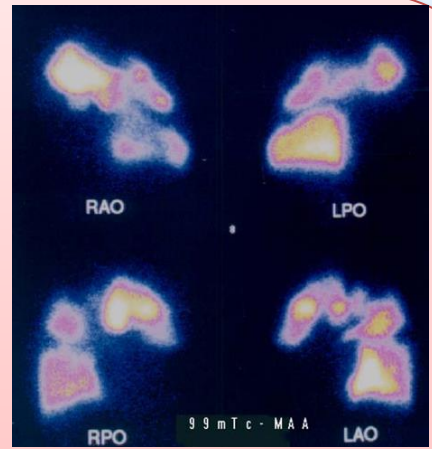
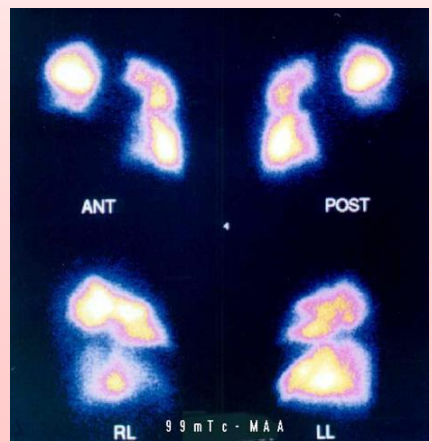
V/Q显像示意图



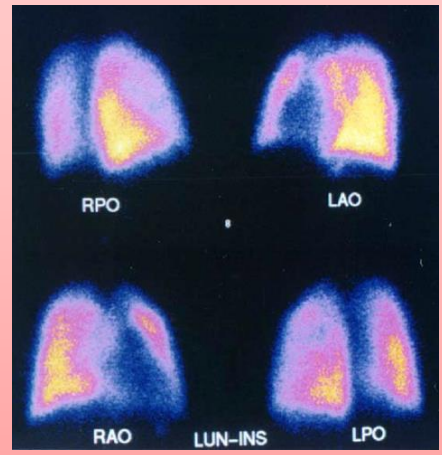
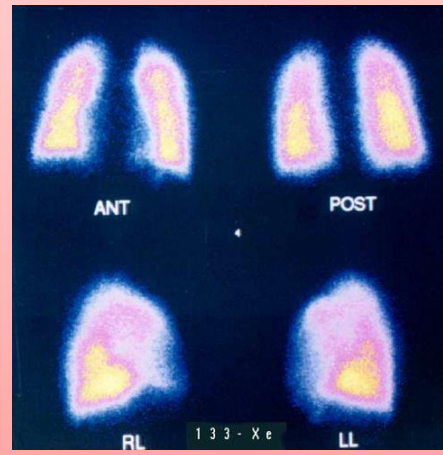
不匹配 (Mismatch) : 肺栓塞 (PE)

匹配 (Matched) : 慢性阻塞性病变 (COPD) 及其它

急性
多发性
肺梗塞

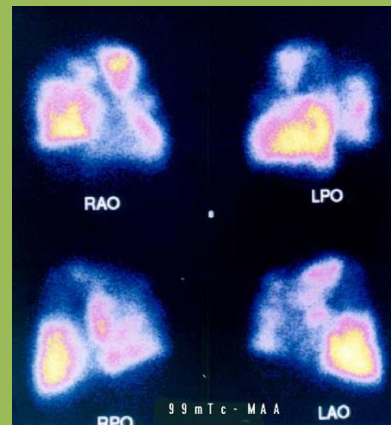
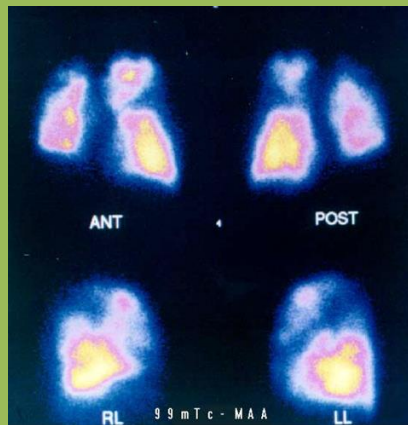


肺灌注显像

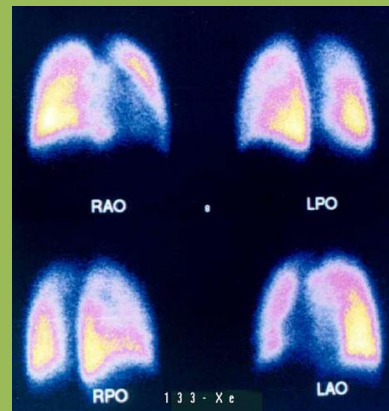
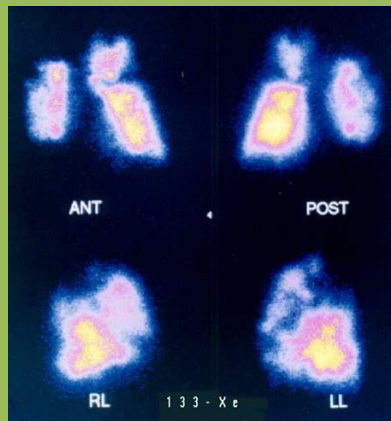


肺通气显像

慢性阻塞性肺部疾病



肺灌注显像



肺通气显像



肺灌注显像的适应症

- ◆ 肺动脉血栓栓塞症的诊断与疗效判断，结合肺通气显像及下肢深静脉核素造影可明显提高诊断的准确性。
- ◆ 原因不明的肺动脉高压或右心负荷增加。
- ◆ 先天性心脏病合并肺动脉高压以及先天性肺血管病变患者，了解肺血管床受损程度及定量分析，药物与手术疗效的判断，手术适应证的选择。
- ◆ 全身性疾病（胶原病、大动脉炎等）可疑累及肺血管者。
- ◆ 慢性阻塞性肺部疾病(COPD)患者，了解其肺血管受损程度与疗效判断。
- ◆ 肺部肿瘤、肺结核、支气管扩张等患者，观察其病变对肺血流影响的程度与范围，为选择治疗方法提供适应证以及对疗效的判断。
- ◆ 先天性心脏病右向左分流量及左向右分流合并肺动脉高压的定量分析。

肺灌注显像的禁忌症

- ◆ 严重肺动脉高压及肺血管床极度受损者禁用，肺叶切除者慎用。
- ◆ 有明确过敏史或过敏体质者禁用。
- ◆ 有右到左分流者慎用。



肺通气显像的适应症

- ◆ 了解呼吸道的通畅情况及各种肺疾病的通气功能变化，诊断气道阻塞性疾病。
- ◆ 评估药物或手术治疗前后的局部通气功能，观察疗效和指导治疗。
- ◆ 与肺灌注显像配合鉴别诊断肺栓塞和COPD。
- ◆ 监测病人肺呼吸功能及对治疗的反应。



肺动脉血栓栓塞症（PTE）的诊断标准

- ◆ 1990年美国开展了多中心的肺栓塞前瞻性调查研究，系统分析了V/Q显像对于肺栓塞诊断的临床意义。
- ◆ 1993年又进行了修订，被广泛接受，该研究结果将V/Q显像的肺栓塞诊断分为：
 - 高度可能性
 - 中度可能性
 - 低度可能性
 - 正常

高度可能性

- ◆ 大于或等于2个肺段的灌注缺损（较大），肺通气显像与X胸片均未见异常
- ◆ 大于或等于2个亚肺段（中等）和1个肺段（较大）的灌注缺损，肺通气显像与X胸片均未见异常
- ◆ 大于或等于4个亚肺（中等）段灌注缺损，肺通气显像与X胸片均无明显异常

中度可能性

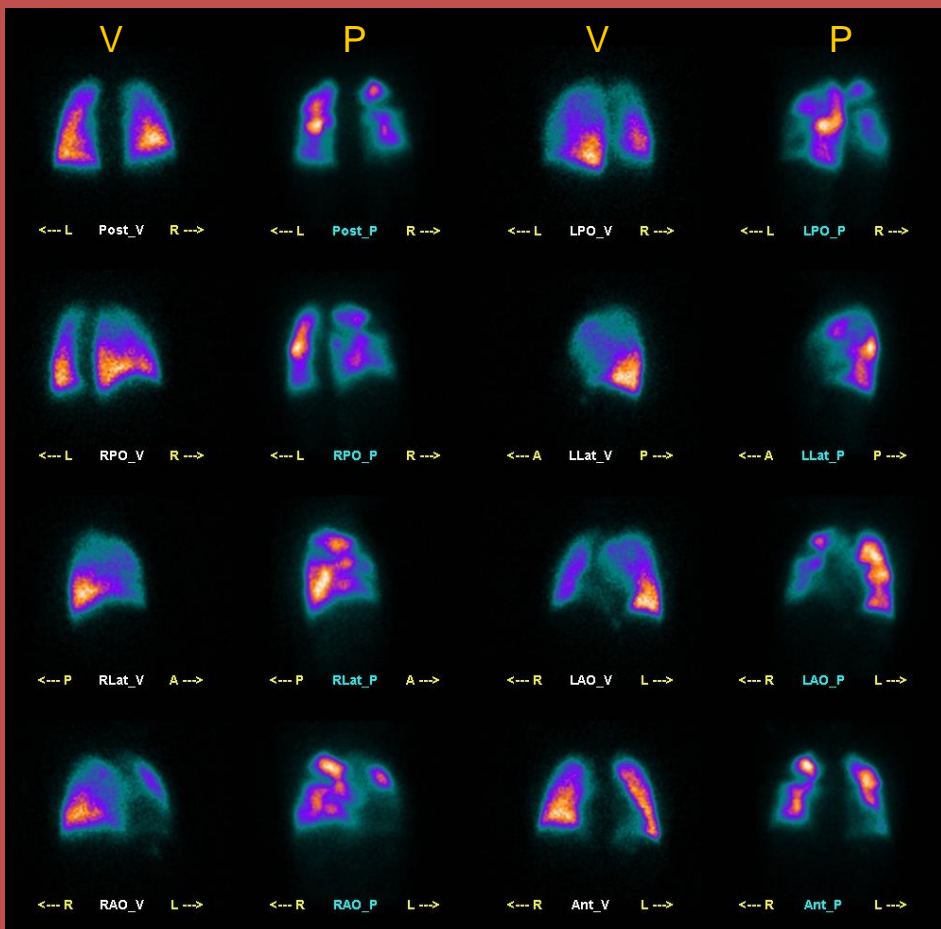
- ◆ 1个亚肺段与通气显像不匹配的肺灌注缺损
- ◆ 肺灌注显像缺损区与X线胸片病变范围不相等

低度可能性

- ◆ 肺灌注显像呈非节段性缺损，其它显像基本匹配
- ◆ 肺灌注显像只有1个孤立的小缺损区，其它显像不匹配

临床应用评价

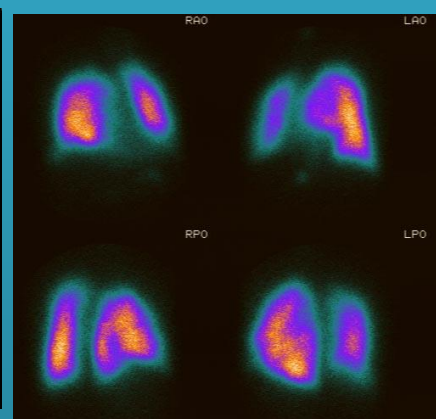
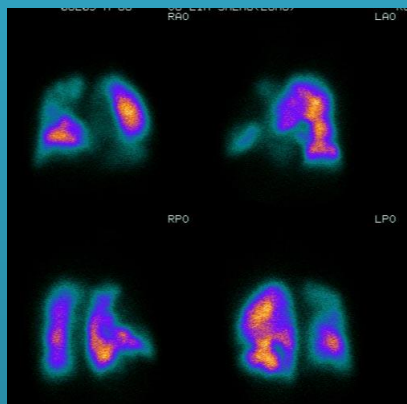
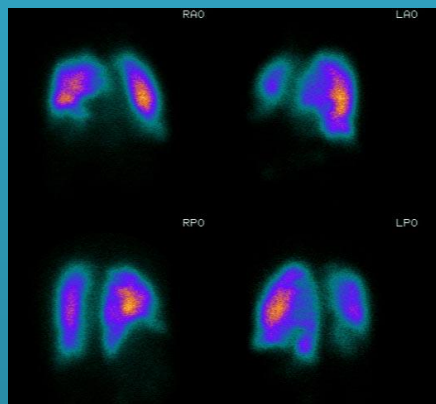
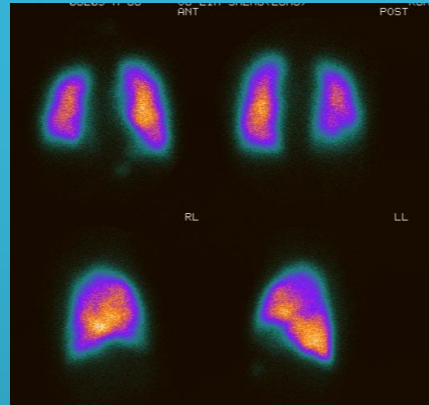
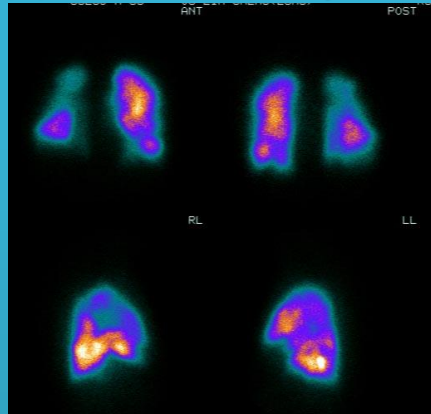
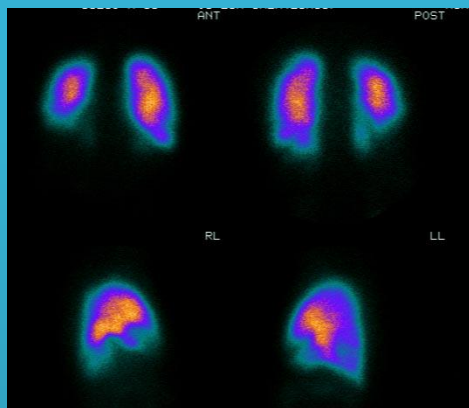
- ◆ 高度可能性：诊断PTE的准确率 > 90%
- ◆ 中度可能性：诊断PTE的准确率30%~60%
- ◆ 低度可能性：约有4%发生PTE的可能性



肺栓塞

男，66岁，肺栓塞

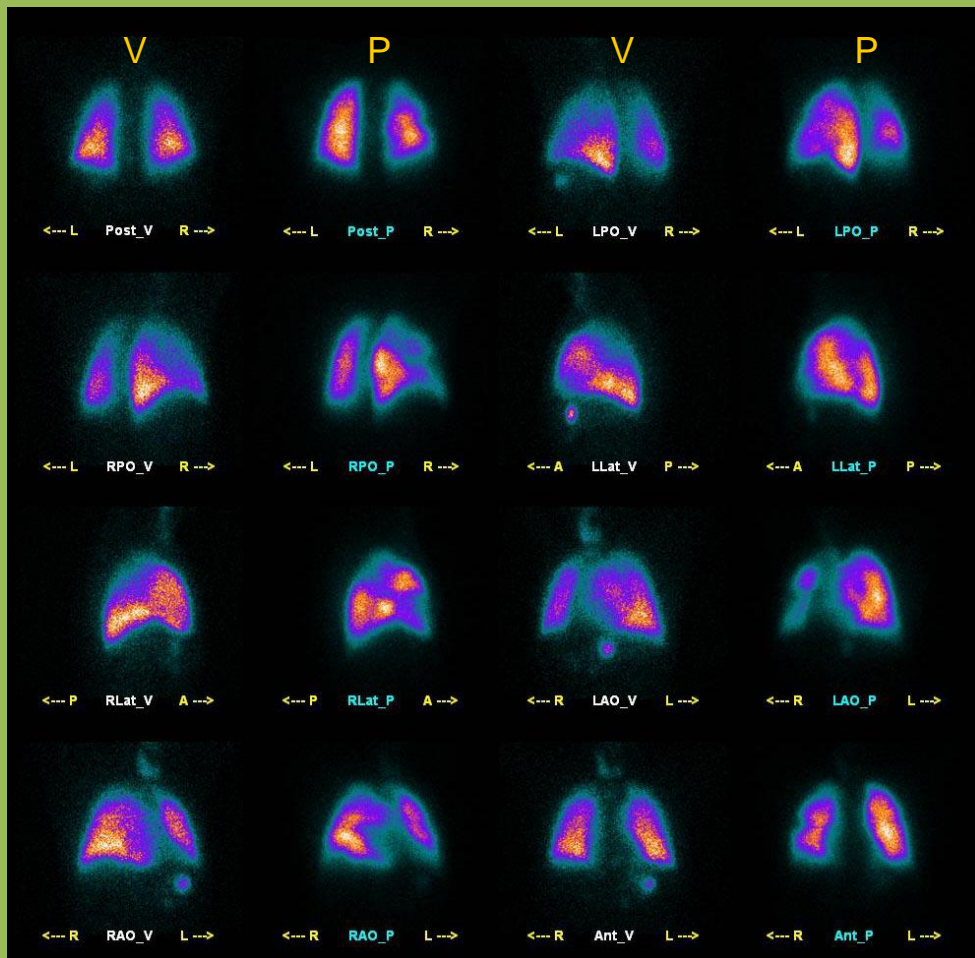
医学会核医学分会
技术与继续教育学组



治疗前

治疗5天后

治疗3个月后



男，58岁。

CTPA：右上肺动脉及右下肺动脉见充盈缺损，肺A血栓形成。

肺V/Q：右肺上叶前段，中叶外段、内段，诊断肺栓塞。

3月后CTA：右上肺动脉及右下肺动脉未见充盈缺损。

肺V/Q显像与CTPA比较

- ◆ 研究表明，肺V/Q显像与CTPA比较，总检出率无明显差异 ($P > 0.05$)；在急性非大面积肺栓塞组肺V/Q显像要明显优于CTPA ($P < 0.001$)，而在急性大面积和次大面积肺栓塞组CTPA比肺V/Q显像更具有优势 ($P < 0.001$)。
- ◆ 由于在急性大面积和次大面积肺栓塞者中，中央型PE占大多数，而在急性非大面积肺栓塞者中，又以周围型PE为主，因此这进一步证实了CTPA对中央型PTE诊断的灵敏度、特异性和符合率均明显高于对周围型PE的诊断；而肺V/Q显像对周围型PE诊断的灵敏度、特异性和符合率均明显高于对中央型PE的诊断。



V/Q 显像是PE诊断的一线影像学检查

- ◆ V/Q显像的阴性预测值较高，为98.5%
- ◆ V/Q显像能够诊断多发亚肺段肺栓塞
- ◆ V/Q显像可以评估肺灌注异常缺损的程度及观察疗效
- ◆ CTA禁用于肾功能不全及碘造影剂过敏的患者；而V/Q显像目前尚未将肾功能衰竭患者列为绝对禁忌
- ◆ CTA对乳腺的辐射剂量较V/Q平面显像要高
- ◆ 肺灌注显像的显影剂主要成分为人血清白蛋白，过敏的发生率约0.0013%，对其过敏者应禁用

中华医学会核医学分会第十一届委员会 技术与继续教育学组成员名单



中华医学会核医学分会
技术与继续教育学组

| | |
|------|--|
| 组 长 | 姚稚明、缪蔚冰 |
| 副组长 | 王茜、范岩、刘纯 |
| 传媒管理 | 林端瑜、余飞 |
| 秘 书 | 李旭、郑山 |
| 委 员 | 陈亮、杨治平、肖茜、李梦春、郑堃、李从心、王闯、程兵、黄斌豪、邓群力、袁梦晖、边艳珠、李忠原、黄占文、张卫方、李凤岐、褚玉、潘建英、程祝忠、梅丽努尔·阿布都热西提、肖欢、耿建华、武兆忠、杨吉琴、农天雷、徐微娜、苏莉、江勇、董萍、黄谋清、马宏星、向阳 |