



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

肾动态显像及临床应用

Kidney dynamic imaging and its clinical application

专家姓名：黄谋清

专家单位：江西省赣州市人民医院



- 副主任医师
- 江西省赣州市人民医院核医学科主任
- 中华医学会核医学分会技术与继续教育学组委员
- 江西省医学会核医学分会常务委员
- 赣州市医学会常务理事
- 赣州市医学会核医学分会主任委员
- 江西省抗癌协会放射性粒子微创治疗委员会常务委员
- 江西省整合医学会核医学分会常务委员
- 赣南医学院兼职副教授



肾动态显像

- 一、原理
- 二、适应症
- 三、显像剂
- 四、显像方法
- 五、正常显像
- 六、肾图
- 七、临床应用

原理

- 经静脉“弹丸”式注入经肾小球滤过或肾小管摄取、分泌而不被重吸收的放射性药物，用SPECT或 γ -照相机连续动态采集，可以观察到显影剂通过腹主动脉、肾动脉、肾实质和尿路的动态过程。
- 经计算机影像处理后，可获得肾血流灌注图像、功能动态图像以及绘出双肾的时间-放射性曲线。

适应症

1. 了解双肾位置、大小、形态、血供及功能；
2. 筛查肾血管性高血压；
3. 诊断和鉴别诊断尿路梗阻；
4. 肾移植供体的肾功能评价，受体移植肾的监测；
5. 肾内占位性病变的良、恶性鉴别诊断；
6. 鉴别诊断腹部肿物与肾脏的关系；
7. 探测创伤性尿漏。

显像剂

肾小球滤过型：

^{99m}Tc -喷替酸 (^{99m}Tc -DTPA)。成人剂量为185 ~ 370MBq (5 ~ 10mCi) ，儿童剂量为7.4MBq/kg (0.2mCi/kg) 。

• 肾小管分泌型：

- ^{99m}Tc -巯基乙酰基三甘氨酸 (^{99m}Tc -MAG3) 和 ^{99m}Tc -双半胱氨酸 (^{99m}Tc -EC)。成人剂量为185 ~ 370MBq (5 ~ 10mCi) ，儿童剂量为3.7MBq/kg (0.1mCi/kg) 。

•

检查方法

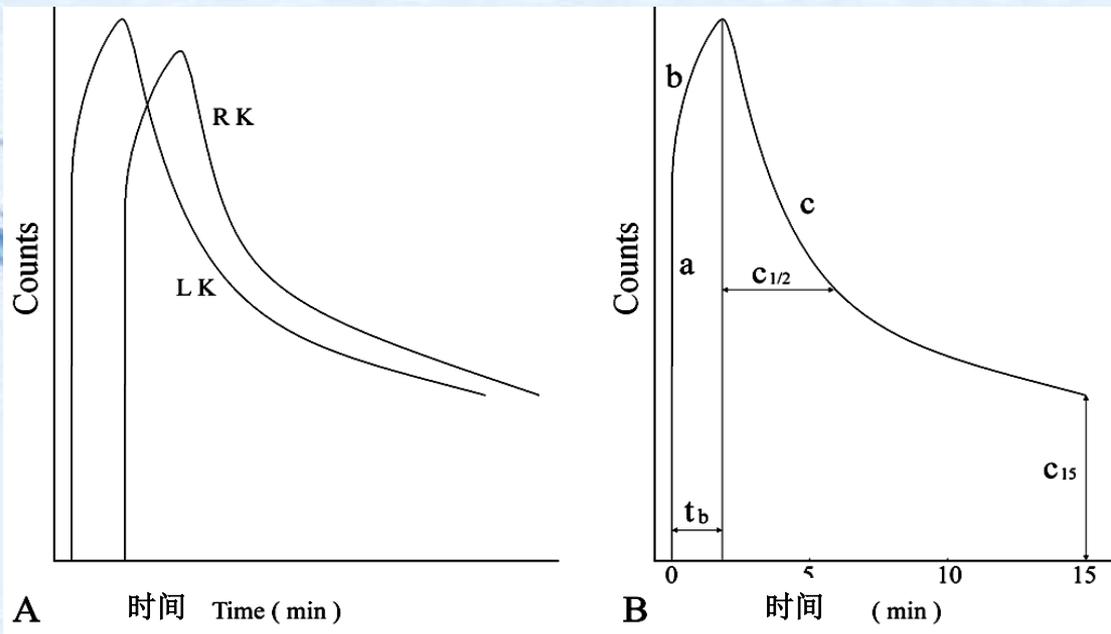
1. **病人准备** 正常饮食，检查前30min饮水300~500ml，临检查前排尿。
2. **操作方法** 调整仪器的探测条件，受检者坐位或者仰卧位，探头紧贴背部两肾中心体壁，肘静脉以“弹丸”式推注显像剂，同时开机采集系列图像并经计算机处理，获得有关肾血流灌注、肾功能动态及尿路排泄的图像与相关参数。

正常显像

- **灌注相** 腹主动脉上段显影后2s左右，双肾影隐约可见，4-6s后出现明显肾影，双肾影形态完整，放射性分布基本均匀。两侧肾影出现的时间差 $< 2s$ ，峰值差 $< 20\%$ 。
- **功能相** 静脉注射显像剂后第1min双肾已显影，2~4min时双肾影最浓，影像完整清晰，放射性分布均匀，为肾实质影像。3~5min后，可见肾盏、肾盂内放射性逐渐浓聚。随着肾盂放射性浓聚，肾皮质影像逐渐减淡，随后膀胱影像逐渐明显，至20~25min肾影基本消退，大部分显像剂集中在膀胱内，输尿管通常不显影或隐约可见。

肾图

正常肾图



a段：即示踪剂出现段。其高度在一定程度上反映肾动脉的血流灌注量，又称为血管段。

b段：示踪剂聚集段。此段曲线的上升斜率和高度反映肾小管上皮细胞从血液中摄取显像剂的速度和数量，主要与肾有效血浆流量和肾小管分泌功能有关。

c段：示踪剂排泄段。反映肾排出显像剂的速度和数量，主要与尿路通畅程度和尿流量有关。

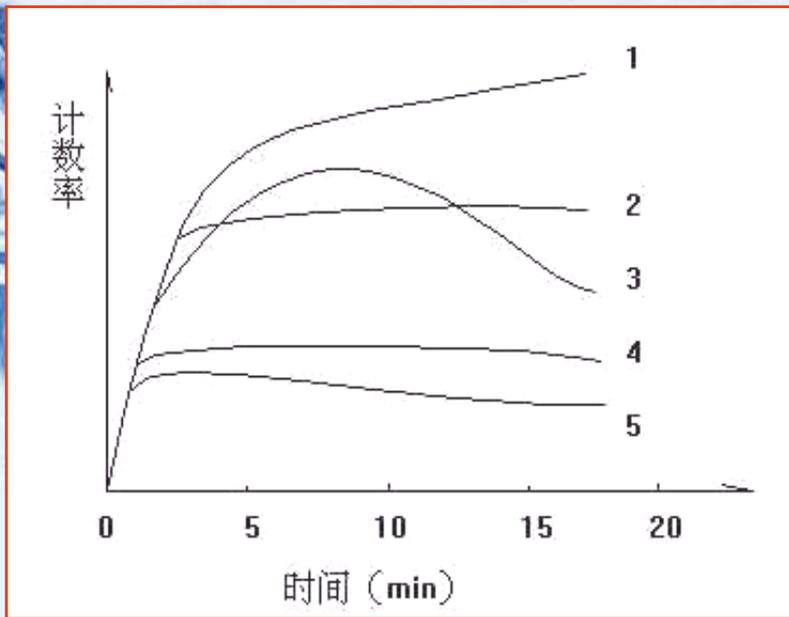
肾图

肾图定量分析

指标	计算方法	参考正常值	目的
肾指数 (RI)	$\{[(b-a)^2 + (b-c_{15})^2]/b^2\} \times 100\%$	> 45%	评价尿路通畅时的肾功能
半排时间 ($c_{1/2}$)	从高峰下降到峰值一半的时间	< 8分钟	评价尿路通畅时的肾功能
15分钟残留率	$(c_{15}/b) \times 100\%$	< 50%	评价尿路通畅时的肾功能
分浓缩率	$[(b-a)/a \cdot t_b] \times 100\%$	> 6%	评价尿路不畅时的肾功能
肾指数差	$[RI_{右} - RI_{左} /RI] \times 100\%$	< 25%	观察左、右两侧肾功能之差
峰时差	$ tb_{右} - tb_{左} $	< 1分钟	观察左、右两侧肾功能之差
峰值差	$[b_{右} - b_{左} /b] \times 100\%$	< 30%	观察左、右两侧肾功能之差

肾图

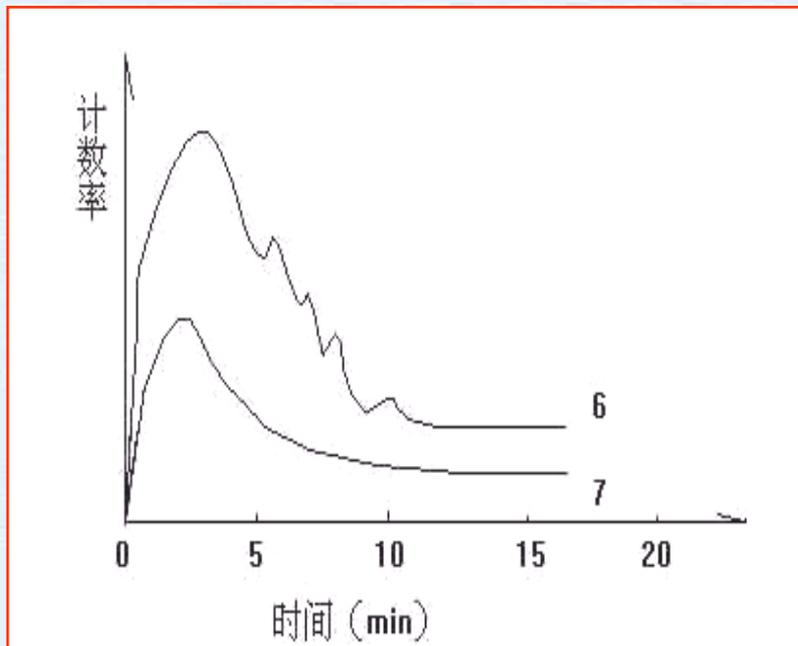
异常肾图类型



- 1、急剧上升行：多见于急性肾性肾衰竭和继发于下尿路梗阻所致的上尿路引流障碍。
- 2、高水平延长线型：多见于上尿路不全梗阻和肾盂积水并伴有肾功能损害者。
- 3、抛物线型：主要见于脱水、肾缺血、肾功能损害和上尿路引流不畅伴轻、中度肾盂积水。
- 4、低水平延长线型：常见于肾功能严重损害，慢性上尿路严重梗阻，以及急性肾前性肾衰竭；偶见于急性上尿路梗阻，当梗阻原因解除后肾图可很快恢复正常。
- 5、低水平递降型：可见于肾无功能、肾功能极差、先天性肾缺如、肾摘除或对位落空等。

肾图

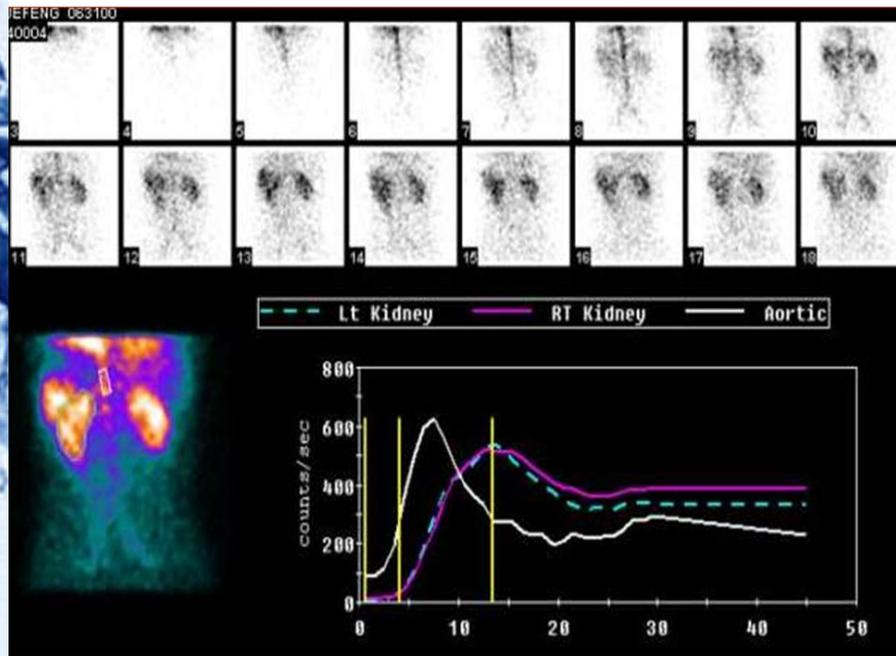
异常肾图类型



6、阶梯状下降型：多见于尿反流和因疼痛、精神紧张、尿路感染、少尿或卧位等所引起的上尿路不稳定性痉挛，此型重复性差。

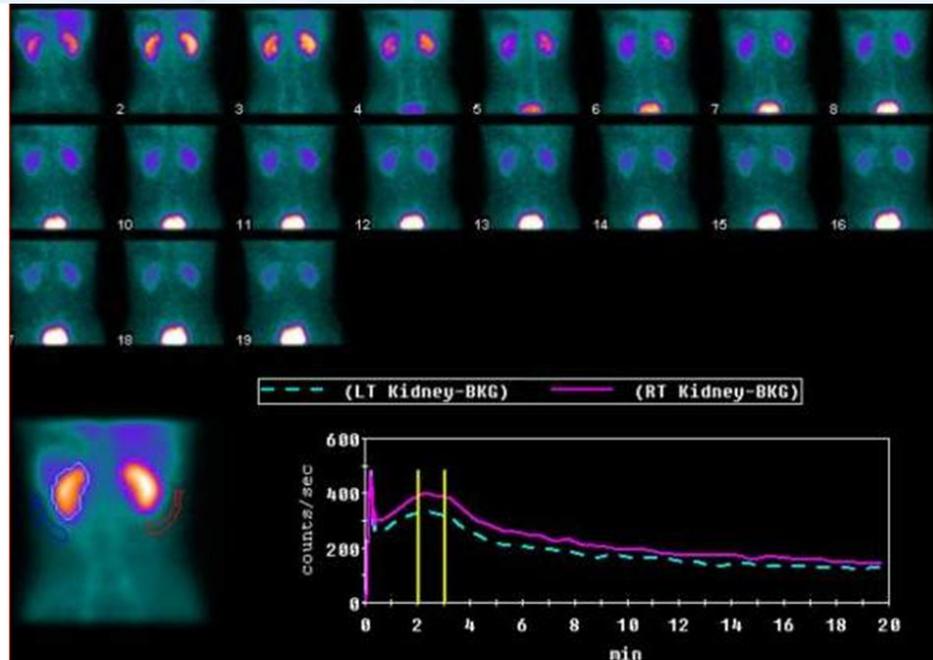
7、小肾图：多见于单侧肾动脉狭窄，也可见于游走肾坐位采集者和先天性小肾。

临床应用：正常肾动态显像



腹主动脉上段显影后2~4s，双肾开始显影并逐渐清晰。双肾大小正常、形态完整、放射性分布均匀对称。

双肾血流灌注曲线：峰时差小于1~2s、峰值差小于20%。



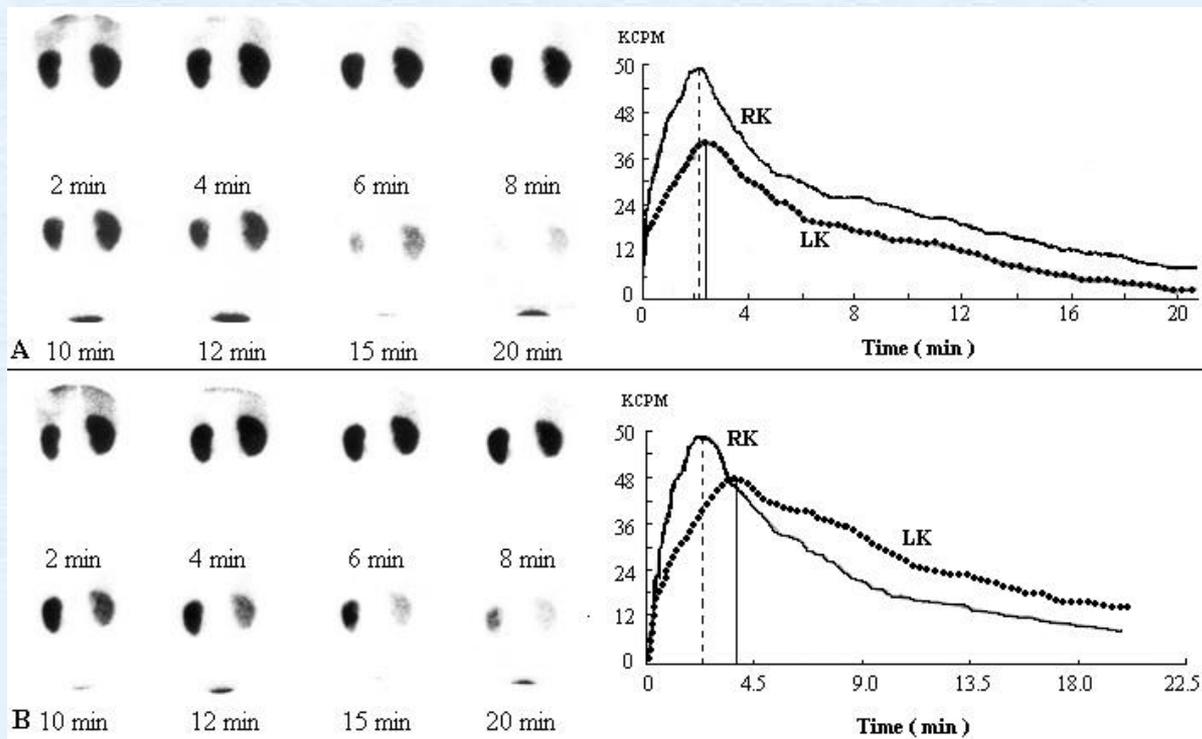
静脉注射示踪剂后1分钟双肾显影，并逐渐增强。2~4分钟肾实质内显像剂分布达到高峰，两侧肾脏影像最清楚，显像剂分布均匀且对称。随后肾皮质影像开始减弱，膀胱逐渐显影、增浓。20~25分钟双肾影基本消退。

临床应用：单侧肾血管性高血压的筛选

- 肾动态显像是单侧肾血管性高血压常用的筛选方法。凡高血压患者，肾动态显像表现一侧肾动脉灌注不良，肾实质影像小且淡、显影和消退延缓，提示有单侧肾血管性高血压的可能。
- 巯甲丙脯酸试验可以进一步提高单侧肾血管性高血压检出的灵敏度和特异性。

肾血管性高血压定量诊断标准

- 巯甲丙脯酸介入试验（MAG3和OIH显像）肾皮质肾图中，20 min/高峰比值变化 ≥ 0.15 或肾皮质通过时间(PTT)明显延长。
- 示踪剂排泄到肾盂的时间延长2 min以上。
- 高峰摄取时间（TTP）至少增加2min或40%。
- DTPA显像，最重要的标准在于ACEI介入后相对肾功能或绝对单肾功能的改变。相对肾功能减少10%以上，PTT和TTP延长。

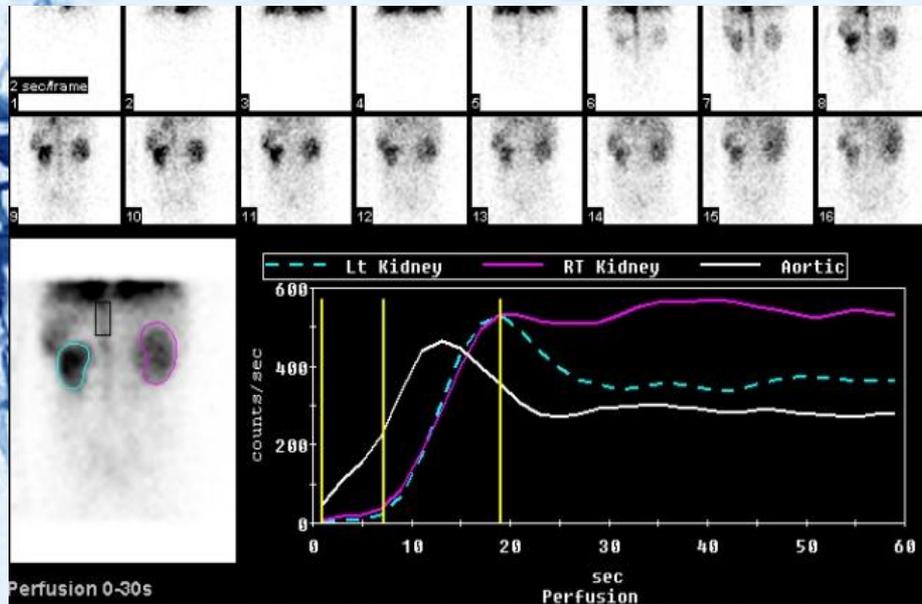


左肾血管性高血压:基础肾显像 (A) 与ACEI介入试验 (B)

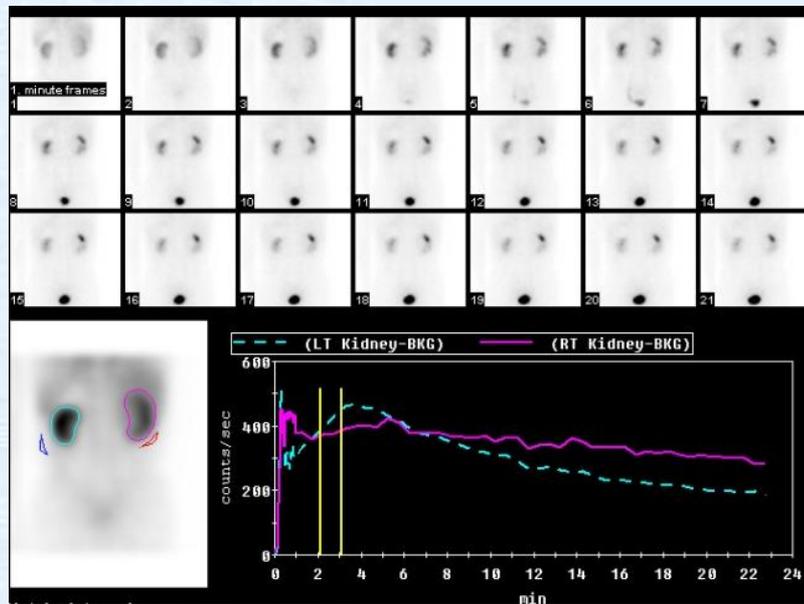
临床应用：肾内占位性病变的鉴别诊断

- 肾实质影像呈局限性、放射性缺损或稀疏，可提示占位性病变、破坏性或缺血性病变。
- 良性病变如囊肿、脓肿，动态像及血流灌注像均呈放射性缺损或稀疏。
- 恶性肿瘤，特别是血流丰富的肿瘤，功能相显示放射性缺损，而灌注相显示放射性浓聚增强。

右肾占位患者肾动态显像



右肾占位患者血流灌注显示右肾显影时间正常，右肾影像欠清晰；右肾血流灌注曲线正常。



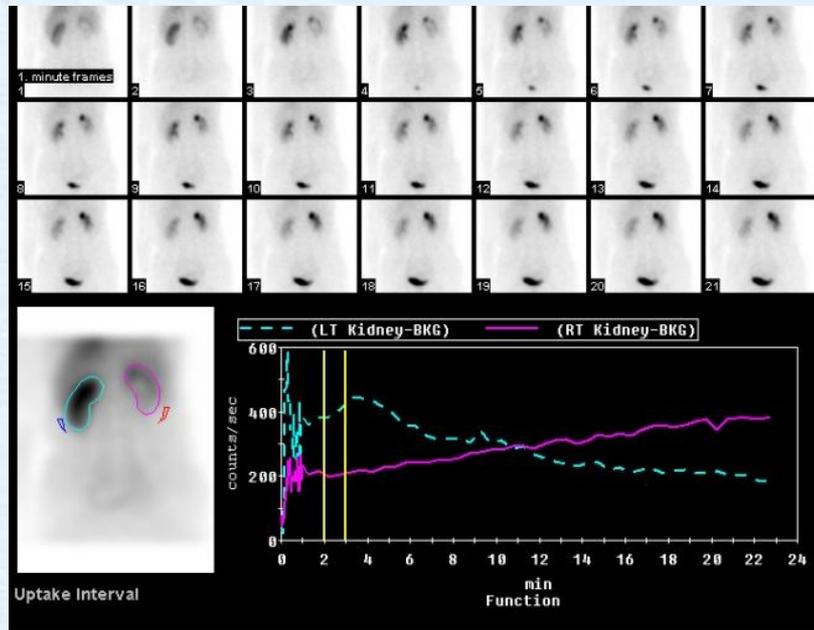
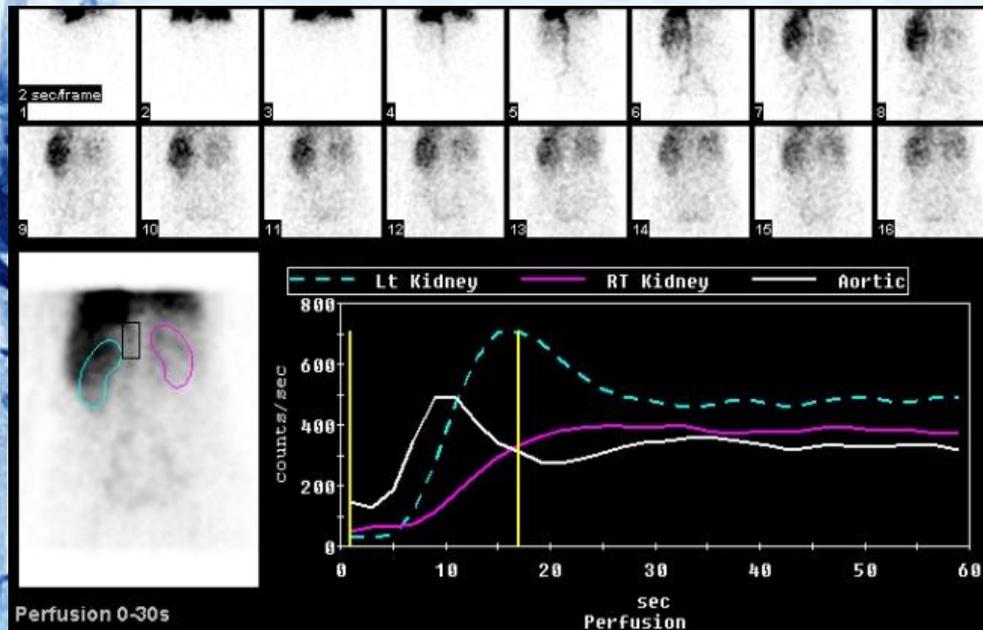
右肾占位患者静脉注射示踪剂后右肾形态欠规整、可见放射性缺损区，右肾上极可见放射性逐渐填充并滞留。



临床应用：尿路梗阻的鉴别诊断

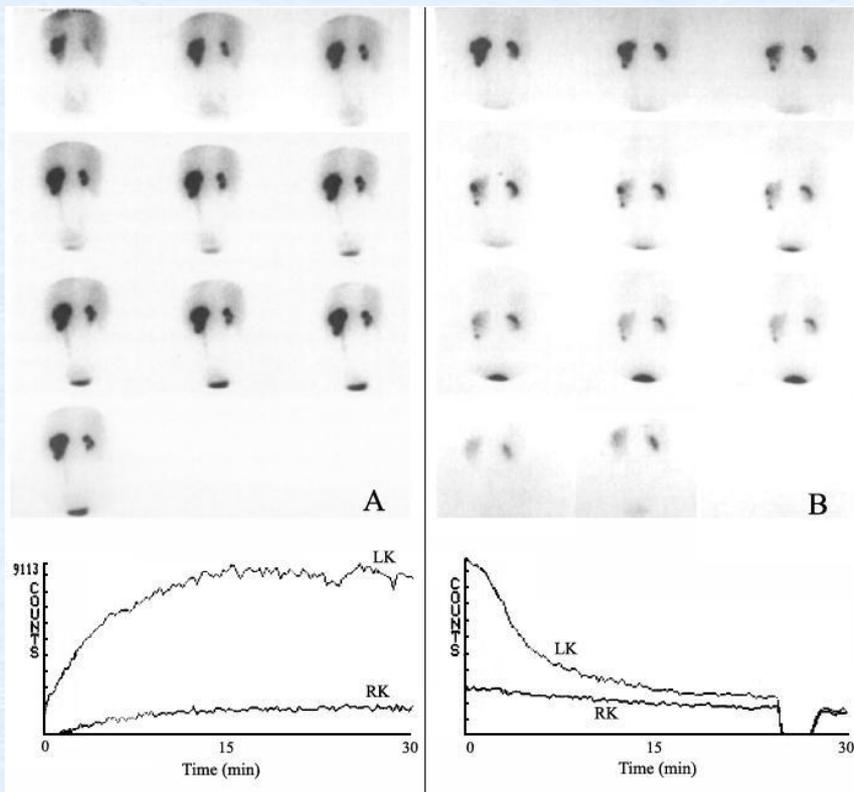
- 上尿路梗阻时肾动态显像中在显像初期积水扩张的区域呈放射性减淡区或缺损区，随时间延长，显像剂逐渐进入并滞留于其内；肾图曲线c段下降明显延缓或曲线持续上升不出现c段。
- 肾动态显像和肾图还可用于治疗后的随访。
- 利尿试验可鉴别非梗阻性上尿路扩张与机械性上尿路梗阻。

右肾结石并积水患者肾动态显像



右肾结石并积水患者血流灌注显示右肾显影延迟，影像欠清晰；右肾血流灌注曲线明显低于左肾血流灌注曲线。

右肾结石并积水患者静脉注射示踪剂后右肾放射性逐渐填充，可见显象剂滞留。



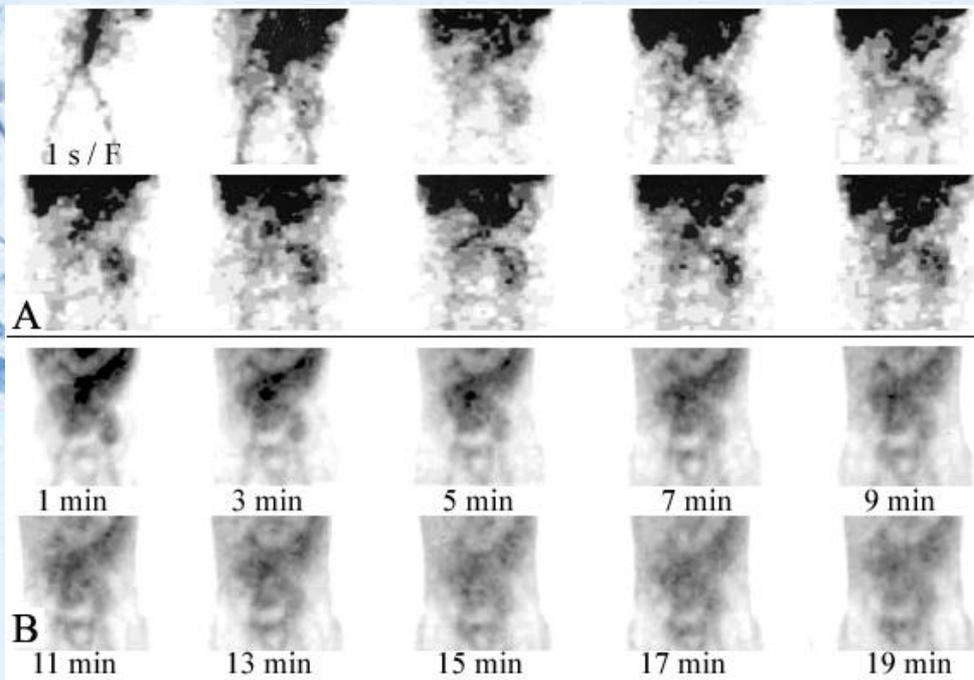
双肾盂非梗阻性扩张^{99mTc}-MAG3显像。

A, 常规显像及TACs ; B, 注射利尿剂后的显像及TACs

临床应用：移植肾的监测

- 肾移植术后急性肾小管坏死（ATN）大多数发生在24h内，肾动态显像示肾动脉灌注仅轻度减少，但肾实质摄取明显低下，表现为典型的肾动脉灌注显像浓于肾实质影像，且膀胱内长期无放射性；
- 急性排异大多发生在术后5天至3个月之内，肾动态显像见肾动脉灌注明显减少，肾摄取显像剂少而慢，清除也延迟，动脉灌注较实质功能受损严重；慢性排异发生在术后几个月至数年，表现为肾动脉灌注及肾实质摄取均减少，肾影缩小且显影延迟。

移植肾的监测



- 急性肾小管坏死 典型影像表现：移植肾灌注影像清楚，肾实质摄取影明显减弱，软组织本底影增高，膀胱持续不显影。

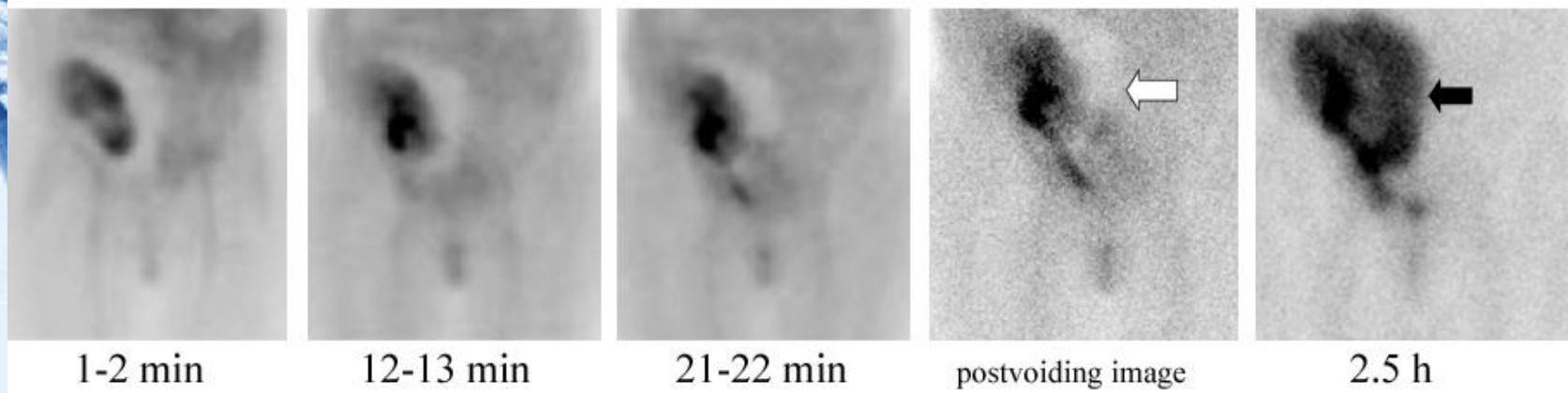
急性肾小管坏死^{99m}Tc-DTPA显像

移植肾的监测

- 肾移植术后肾**动脉**闭塞和肾静脉阻塞，均表现为无动脉灌注。
- 尿漏表现为泌尿系以外出现放射性浓聚。
- 肾移植后如肾图逐渐恢复正常，表明移植成功；移植后肾图呈无功能或严重受损图形，提示肾缺血或坏死；肾图持续上升，而膀胱内放射性很少，可能为上尿路梗阻，也可能为ATN或急性排异，需行肾动态显像进一步鉴别。

移植肾的监测

尿漏 最常见为输尿管 - 膀胱吻合口漏。超声能敏感探测到积液，但不能明确来源。肾显像动态显像的敏感性高、准确性好，表现为泌尿系统外出现形状不规则、边界不清的持续放射性浓聚。



移植肾术后尿外渗^{99m}Tc-MAG3肾显像

泌尿系感染的辅助诊断

- 泌尿系感染患者的肾动态显像和肾图正常，表明感染部位在肾以下或在肾实质内而病损较轻。如肾动态显像、肾图和GFR、ERPF异常，则提示病损已侵犯肾实质。

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
委员	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 武兆忠 杨吉琴 农天雷 徐微娜 苏莉 江勇 董萍 黄谋清 马宏星 耿建华 陈亮 杨治平 肖茜 李梦春 郑堃 李从心 向阳
秘书	李旭 郑山