

广泛使用放射性示踪剂标记胶体,但放射性胶体在淋巴结内的摄取和停留时间的问题仍然不明。吞噬胶体功能的改变表明淋巴结中的细胞发生变化,迄今,唯一的显著差别是肿瘤产物经过局部引流区域淋巴结的滤过。实验动物的研究表明,如在引流区域内存在种植的肿瘤,胶体吞噬作用可受抑制。作者注意到乳癌患者有类似的发现。虽然许多实验结果支持癌患者局部淋巴结中的免疫活性概念,但病人对癌反应的显著差异使任何片面解释无价值。事实上,淋巴结与肿瘤之间的免疫关系是复杂的,作者使用放射性示踪剂抗体淋巴闪烁扫描的结果增强了这种印象。

在50名患有各种癌的病人中,42次检查使用 ^{131}I 标记抗CEA抗体,8例使用 ^{131}I 标记正常IgG(山羊)。这些病人癌的部位在乙状结肠、直肠、乳腺、生殖泌尿道、胃肠、肺和外阴。淋巴结有转移癌的病例,显象图显示放射性标记抗体的摄取。虽然放射性标记示踪剂出现在局部淋巴结与肿瘤或与已切除肿瘤部位有密切关系,但在乳、胃肠道癌患者,虽无转移癌证据,仍可观察到淋巴结摄取抗体。其中2例,在原发癌切除部位探查到一个复发灶,淋巴结在复发灶的引流通道范围内。外阴癌时,虽无转移癌证据,但许多淋巴结(癌同侧和对侧)摄取放射性标记抗体。分析这些淋巴结表明淋巴结内的肿瘤抗原水平升高,说明了放射性标记抗体在淋巴结内积聚。

观察表明,由放射性标记抗体淋巴闪烁扫描获得的资料可以应用于癌患者的诊断、制订治疗计划以及观察疗效。

Order等已首先应用 ^{131}I 标记抗输铁蛋白及CEA抗体治疗肿瘤。7名黑色素瘤病人中,Larson等注射12次治疗剂量的 ^{131}I 标记抗黑色素瘤(单克隆)断片(34~197mCi)。辐射的副作用轻微,然而多次注射放射性核素后观察到3例特异性免疫病例。根据剂量估算,使用的肿瘤剂量为1040rad/100mCi ^{131}I 。本文报道时,7例病人已有6例死亡。

作者用 ^{131}I 标记抗肿瘤特异性抗体治疗12名病人。1名接受5次剂量,3次来自同一批山羊多克隆抗体,未见副作用。虽然作者不能达到完全闭合肿瘤的目的,但2名病人的肿瘤却延缓生长。在此初步研究阶段,确定放射性标记抗体在癌治疗中起什么作用尚有困难。

放射性核素标记肿瘤相关抗体用于癌的诊断和治疗仍在扩大和评价之中,预期抗体的类型需改进,放射性核素标记物发出的能量需更加适应通常的显像设备。

应用标记抗体诊断和治疗肿瘤还有许多问题尚待解决,但有证据表明,此方法是可靠的。虽然任务是艰巨的,必需采取RAID的前瞻性随机试验。作者相信用这种方法治疗癌症患者最终必将证明是有效益的。

(金稚奎节译 马材芳校 张金谷审)

国际心脏病学会联盟/世界卫生组织特别小组 关于核心心脏病学报告

Elliot Rapaport et al: Circulation 70(4):A768, 1984(英文)

近十年来,核心心脏病学得到了迅速发展,已经从过去的研究体系发展成为一门临床上广泛应用的学科。随着这个领域的发展,很有必要在国际范围内使其统一和标准化。为此,由国际心脏病学会联盟和世界卫生组织发起的特

别小组,讨论了核心心脏病学的工作报告,并取得了一致的意见。

报告分为六部分:1.核心心脏病学术语;2.核心心脏病的临床应用;3.质量控制;4.核心心脏病的正常值;5.专业人员的培训;6.核

心脏病学检查的放射性核素用量。

一、心脏病学学术语

(一)放射性核素心血管造影(RNA)

RNA需要从外周静脉注射放射性示踪剂,且在检查期间,这种示踪剂不溢出血管壁,并需要闪烁照相机或探测器和用于资料采集及数据处理的计算机。RNA是安全的,且在各种介入期间(运动、药物)可以重复进行,给予的放射性核素并不影响所测定的血液动力学。这种方法可以用来评价局部心室功能,测定心脏整体功能的各项指标,左、右心室射血分数(EF)、心内分流的定量、瓣膜返流、心室容积和舒张期充盈率。

1. 首次通过法 RNA(FPRNA): FPRNA是在静脉注射放射性核素后,立即测定放射性核素通过中心循环的全过程,可以显示心脏和大血管的影象,定量测定左、右心室功能的血液动力学参数,确定有无心内分流,并进行定量测定。FPRNA的变异就是“门电路 FPRNA”,可以在普通的 γ 照相机上进行。

2. 平衡法 RNA(ERNA): 通过应用一种可以区别心脏排空和充盈顺序的生物信号同步地采集闪烁数据,显示心动周期中不同时的平衡心血池影象。为了保证资料的有效性,必须满足下列要求:在资料采集期间,心脏功能必须相对稳定,放射性核素应保持相对恒定的浓度。相对于闪烁照相机,病人胸部的位罝应当是固定的,资料的采集时间应当足够长,以提供足够的计数值和空间分辨力。

ERNA可以测定心脏的形态和相对大小,定量测定整体和局部心室功能和瓣膜返流。

3. 非显象RNA(NIRNA): 它是平衡法的改良,它应用了特殊准直的、高灵敏度的、相对较小且容易移动的核探头和微型计算机。可以快速测定左心室收缩和舒张功能的各项指标,但不能提供心室图象和局部功能分析。

(二)心肌闪烁显象(Myocardial Scintigraphy)

心肌闪烁显象是以血流灌注和组织坏死损

害程度为基础的,可用来评价心肌缺血和/或心肌梗塞。

1. 心肌灌注显象: 它可以提供与局部心肌灌注、心肌细胞活力有关的解剖形态资料。近年来,应用 ^{201}Tl 作为放射性示踪剂,对比运动试验或药物负荷时获得的显象与静息显象或2~4小时后延迟再分布的显象,可以评价可逆性灌注减少区,它是心肌一过性缺血的特征,定量测定局部放射性核素的洗脱动力学,可以提供更多的心肌血管床灌注异常的资料,心肌灌注显象可以在静息状态单独进行,用来评价急性与陈旧性心肌梗塞。

2. 亲梗塞的心肌闪烁显象: 在 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -PYP心肌梗塞的显象中,急性心肌坏死区域的放射性增高,最佳显象时间是在心肌梗塞发作后48~72小时。新近的研究包括应用放射性核素标记的纯化抗肌凝蛋白抗体来确定心肌坏死。

3. 放射性核素心肌血流的测定: 应用惰性气体洗脱法可以测定心肌的局部或整体血流,它需要经冠状动脉注射示踪剂,应用闪烁照相机或闪烁探头从体外进行探测。

(三)生物学基础上的闪烁显象

这个领域尚处于实验阶段,有关这方面的研究非常活跃,根据示踪剂的生物特性进行心肌显象,如:心肌代谢的研究、受体显象以及血栓栓塞显象的研究。

(四)发射型计算机断层显象(ECT)

ECT可以从不同的深度和角度显示心脏不同平面的放射性,预期它们将为心肌结构、功能和代谢的复杂性提供重要的解剖和生理资料。

1. 单光子ECT(SPECT): 这种方法有两种途径:①纵向断层,应用多针孔(如7孔)准直器的单探头,可以从有限的几个角度观察心脏,根据平面上平行于准直器的器官的不同深度,多个显象之间的不同,可以重建断层图象,它的临床应用受到一定限制;②横向断层,可以从心脏的各个角度获得多个图象,然后,通过计算机处理,重建影象。通常,需

要一个闪烁照相机和可旋转探头围绕病人旋转,资料的采集至少要 180° 角。

2. 正电子ECT (PECT): 它可以从断层和定量的角度测定示踪剂的组织浓度,通过三维图象重建技术显示放射性的分布。空间分辨力与深度无关,整体组织的吸收与放射源的位置无关。

二、核心脏病学的临床应用

(一)冠心病(CHD)

1. 诊断: ^{201}Tl 心肌闪烁显象和/或RNA的静息显象和运动试验的主要应用是评价可疑冠心病病人,将运动试验与放射性核素检查结合起来,可以提供令人满意的资料。就诊断来说,在检查前,如果临床许可的话,建议停用 β -阻滞剂,钙拮抗剂和硝酸盐。

近来的研究表明,阳性或阴性检查结果的预测价值取决于疾病的发病率。运动试验放射性核素显象对那些冠心病的可能性为30~60%的人群,它的价值最大。

非典型心绞痛患者冠心病的可能性只有大约50%,运动试验 ^{201}Tl 心肌闪烁显象和RNA在确定这类人群有无冠心病方面很有帮助。

2. 心室功能异常的评价: 在有充血性心力衰竭症状和体征的患者,测定静息状态下的左右心室功能,能够提供对临床有帮助的资料,RNA可以确定室壁运动不同步的部位和程度,以检出左心室室壁瘤的存在及确定室壁瘤的可切除范围。RNA可以鉴别左、右心室功能,收缩、舒张功能的异常。

3. 急性心肌梗塞的诊断: 亲梗塞的 $^{99\text{m}}\text{Tc-PYP}$ 和静息 ^{201}Tl 闪烁显象可以用来协助诊断急性心肌梗塞。然而,由于血清酶的测定和心电图检查简便易行,减少了对放射性核素检查的需要。

到目前为止,无创性诊断右心室梗塞仍受到限制,静息状态下的FPRNA和ERNA,可以定性地评价右心室的室壁运动,提供整体功能的定量资料。

4. 急性心肌梗塞的心功能分级: 近来的

研究表明,根据左心室功能异常的范围,可以将急性心肌梗塞分为近期和远期危险两种。RNA、灌注闪烁显象和亲梗塞的闪烁显象可以用来估价重新灌注对整体和局部左室EF、心肌灌注和心肌活力的影响。

5. 预后: 运动试验RNA和 ^{201}Tl 心肌灌注显象有助于确定高危险组的患者。

6. 冠心病的处理: 在主、冠状动脉搭桥术或冠状动脉成形术后复发的胸痛患者,运动试验 ^{201}Tl 闪烁显象可以判断心肌缺血的季节,有助于解释症状发生的基础。

无创性和系统地评价心肌灌注和心肌收缩功能,可以客观地评价抗心绞痛、抗心律失常和正性肌力作用药物对心血管疾病患者的疗效,也可以准确地评价非心脏药物对心脏的影响。

(二)瓣膜病

1. 诊断: 静息ERNA可以提供有关二尖瓣、主动脉瓣返流的定性资料。然而,定量测定是比较困难的,特别是在左心室功能异常的情况下。

2. 处理: 一些研究支持左心室功能在决定瓣膜病患者的结局方面的作用,静息状态下的RNA可以测定左室功能,也能提供左室容积有关的资料。另外,还可以估计右心室功能异常的程度。系统地测定左室功能,有助于准确地确定瓣膜置换术的时机。

(三)先天性心脏病

静息FPRNA可以定量测定左向右的分流,本法的要点主要是对肺通过时相进行数学分析。因此,必须十分小心,获得合适的“弹丸”式注射,另外,临床上导致首次通过延迟的疾病,包括瓣膜病、肺部疾病和充血性心力衰竭,也应当加以排除。

右向左分流的定量也可以进行,但目前尚存在一些问题。

关于远期处理,放射性核素可用于修补术后评价左、右心室功能,静息/运动试验RNA对于确定先天性心脏病术后心功能的储备很有价值。

(四)慢性阻塞性肺部疾病(COPD)

RNA能够测定左、右心室功能,对COPD患者的处理是很有价值的。通过测定右心功能,可以准确地评价各种治疗的效果,特别是将测定右室EF和肺动脉压结合起来,可以选择恰当的方法来治疗继发性肺动脉高压。

RNA的另一个作用就是测定左、右心室功能不全对患者经常表现的呼吸困难的相对影响。

(五)原发性心肌病

一些患者,临床上表现为左或右心功能不全,很难确定它的病因。疑为心肌病的患者,测定左、右心室容积和EF,可以提供有诊断价值的资料。从治疗的角度来看,静息/运动试验RNA可以对治疗效果给予一个客观地评价。

在疑为肥厚性心肌病的患者,放射性核素可以提供一些参考性资料,如左室收缩过强和室间隔肥厚,还可以提供心室舒张功能的资料。

RNA的新近应用,是评价药物诱发的心功能不全。RNA可以监测左室EF,早期发现临床前心功能不全。

三、质量控制

质量控制包括放射性核素、仪器和采集的数据。质量控制应当结合显象的分析和处理,以及检查的解释和发报告。

(一)放射性核素

一般来说,无论ERNA还是FPRNA,都需要放射性核素 ^{99m}Tc 。必须强调,不纯度应该 $\leq 5\%$,否则,非心脏的本底就相当明显,特别是在应用焦磷酸和其它亲梗塞的磷酸化合物的闪烁显象。在每次应用之前,都应当测定它的标记效率。

制备 ^{99m}Tc -高锝酸盐标记自身红细胞,有体内和体外两种标记方法。注射未标记的亚锡焦磷酸时应当特别注意,因为这种化合物不稳定,容易受进入试管中的空气或右旋糖苷的氧化,新配制的亚锡焦磷酸应当在大约一小时用

完,而且应当放置在冰箱中。应用改良的体内标记法,亚锡焦磷酸和 ^{99m}Tc -高锝酸盐应当直接注入病人静脉内。采用体内标记,焦磷酸盐和 ^{99m}Tc -高锝酸盐不能经由同一管道输入,因为它们能粘附于管壁。

最近,一些新的短半衰期的示踪剂开始试用于FPRNA,如: ^{178}Ta , $T_{1/2}=9.3\text{min}$; $^{191\text{m}}\text{Ir}$, $T_{1/2}=4.9\text{sec}$; $^{195\text{m}}\text{Au}$, $T_{1/2}=30.5\text{sec}$ 。它们是由发生器生产的。这种发生器的主要限制是母体核素的脱落,它可引起较大的辐射损伤,因为脱落的量是可变的。在应用于每个病人之前,应当经标准的剂量仪校正。另外,在应用之前应该用洗脱液反复淋洗,将柱子上未吸附的母体核素洗脱下来。

(二)心肌灌注显象

^{201}Tl 的注射,除保证无菌外,并不需要特殊的质量控制。运动试验时,如临床许可,在给予示踪剂后,应当鼓励病人继续运动30~45秒,显象应当在10分钟后开始。

对于代谢和受体的闪烁显象需要特殊的质量控制。

(三)设备

就闪烁照相机来说,质量控制应包括探头的均匀性、空间分辨力、能量分辨力、计数率的线性、心电图门电路触发器。平面视野的均匀性最大与最小值的差别应 $\leq 10\%$,应用单晶体 γ 照相机和通用平行孔准直器,其铅栅的分辨力不应小于4 mm,特别是FPRNA时,应特别注意计数的线性和“死时间”的测定。

有一些专用的计算机和微计算机系统可供使用,技术上的困难,包括 γ 照相机与计算机的联结、计算机/ γ 照相机通路的计数效能。供操作系统和临床应用的软件应该写成文件供使用。如进行动态显象,需要适当的时间分辨力,在一般临床应用中,静态时每帧采集时间为30~50毫秒,运动试验时则为20~30毫秒。

对SPECT来说,应当通过适当的质量控制,避免下列问题:(1)均匀性误差;(2)旋转中心的不准确性;(3)非校正的平面视野资料;(4)探头不平行于旋转轴。

应用于心血管检查的闪烁照相机包括常规单晶体照相机、数字式单晶体照相机和计算机化的多晶体照相机。前两种比较适用于ERNA和心肌闪烁显象,后两种适用于FPRNA。应当指出,常规单晶体Anger相机不是FPRNA的理想相机,不过,做门电路FPRNA还是可以的。计算机化的单探头可用于NIRNA,但它不能提供显象。应当特别注意,遵循标准化的操作常规和确定心室和本底的“感兴趣区”的计算方法。

(四)资料采集的质量控制

对于FPRNA,通过评价上腔静脉感兴趣区的曲线,可以证实“弹丸”是否完整,ERNA可以评价整体平衡的心血池。为了全面分析局部室壁运动,静态显象至少应该取3个体位,更多倾向于4个不同的体位,前后位、45°左前斜位(使左右心室分得最清楚)、左侧位及30°左后斜。左前斜位应该选择为将左右心室分隔最佳的位置。此外,如可能的话,可以应用10°尾角(探头指向脚端),使左心室感兴趣区内心房的影象最小。另一种选择感兴趣区用30°倾斜孔准直器,也能达到同样的分离。

ERNA的分析应该从它的相对位置、大小、舒缩的同步化和对称性几个方面,评价每一个心腔。

局部室壁运动通常应该通过电影显示,以评价心室的节段功能。最多采用的系统是将左心室分为11个解剖节段,每一节段以五种灰度分级。

关于心肌灌注显象,前后位和标准化的斜位显象应当加以肯定,每次检查都应当估计肺摄取、横膈下摄取和软组织的影响。为了完全显示左室下壁及后壁,应当采用70°左前斜和左侧位;间隔显影最清楚的体位是左前斜位。就测定示踪剂的洗脱来说,显象的暂时采集与早期和延迟显象的图象重建以及它们的采集都应精确在同一斜度,这是最基本的。为了使本底扣除获得合适的感兴趣区,心脏应当置于视野的中央。

关于心肌梗塞的闪烁显象,应当确定骨骼肌

的正常摄取。为了减少假阳性,必须估计血池的残留放射性(大静脉)、肋骨骨折、肋软骨钙化和心内膜的钙化。

四、核心脏病学中正常值的确定

(一)左心室射血分数(LVEF):

根据24个中心的1,200例检查,静息LVEF平均值为62.3%,标准差为 $\pm 6.1\%$;正常值的下限确定为50%(40~60%),重复测定检查者之间差异较小(平均值 $\pm 2.2\%$,标准差 $\pm 1.4\% \rightarrow \pm 5.0\%$, $n=558$),重复测定结果组内差异也较小(标准差 $\pm 1.0\% \rightarrow \pm 3.0\%$,平均值 $\pm 2.3\%$, $n=548$),重复测定LVEF的变化也是很小的(15分钟~14天,平均值 $\pm 3.6\%$,标准差 $\pm 1.6\% \sim \pm 10.0\%$, $n=164$),所有重复性研究的平均相关系数 $r=0.95(0.77 \sim 0.99)$ 。

经导管证实的正常人的LVEF($62.2 \pm 9.4\%$, $n=368$)与疾病的可能性很低的正常志愿者的LVEF($60.6 \pm 6\%$, $n=352$),两者之间在统计学上无显著性差异,而且,不同年龄和性别组的静息LVEF之间以及FPRNA和ERNA测得的LVEF之间也没有显著性差异。

一般认为,运动期间LVEF至少应高于静息LVEF 5%(绝对值),才属于正常范围。475例受检者运动期间,LVEF变化的平均值为 $+8.0\%(3 \sim 12\%)$ 。男性与女性相比,男性的LVEF增加更明显($P<0.01$);正常志愿者比经冠状动脉造影证实的“正常人”增加明显($P<0.01$);年青人比老年人增加明显($P<0.001$)。运动试验的负荷应以症状限制或在没有药物干预的情况下,患者的心率达到最大预置心率的85%为标准,这是获得准确的正常结果所必需的。根据这些调查,运动试验LVEF至少应增加5%,考虑为正常。

(二)右心室射血分数(RVEF)

根据几个实验室的372例检查结果,RVEF平均值为 $52.3\% \pm 6.2\%$,正常下限为40%(35~45%),重复测定的检查者之间和检查

者组内的差异略高于LVEF的测定(分别为 $\pm 3.8\%$ 和 $\pm 3.5\%$, $n=155$)。经导管证实的正常人和正常志愿者的RVEF之间无显著性差异($51.0\pm 5.5\%$, $n=81$; $40.0\pm 5.0\%$, $n=64$); FPRNA和ERNA之间无显著差异。大多数实验室报告,正常情况下,运动试验RVEF应至少高于静息RVEF 5%(绝对值)。另外,用电影显示可以通过显象来评价右心室的功能。

(三)局部左室功能或室壁运动

在所有调查的实验室,都是采用电影显示来进行评价的,在一半以上的实验室,进行了局部射血分数的测定。

(四)左心室容积

这些资料通常是通过计算获得的,1/3的实验室是采用几何或非几何学方法来进行测定的,正常值的差异很大,就舒张末期容积(EDV),从64~190ml变化很大,关于这个参数尚未达成一致的意見。

(五)返流分数

返流分数的测定,只有8个中心常规进行。左向右每搏计数的比率为 $1.1\pm 0.17(0.9\sim 1.5)$ 。至于左向右的分流,正常和异常的界限为1.2:1(Q_p/Q_s =肺循环血流量/体循环血流量)。然而,在有明显心功能不全的情况下,这些值是不可靠的。

(六)舒张功能

最常用的参数是高峰充盈率(PFR)。通常认为,正常的 $PFR\geq 2.5EDV/sec$ 。

(七) ^{201}Tl 心肌灌注显象

关于 ^{201}Tl 心肌灌注显象就症状限制而终止运动试验后立即获得的显象、静息显象(延迟2~4小时)及显象解释的标准方案,其基本看法是一致的。所谓正常,为没有任何可观察到的灌注缺损。许多实验室进行了灌注缺损和洗脱动力学的定量分析。动态测定可通过几个方法进行。如果运动量合适的话(达到最大预置心率的85%),在正常灌注区应该有 ^{201}Tl 放射性“净降低”,“再灌注”的缺损区在运动后2~4小时延迟显象,相对放射性部分或完

全正常;“持续性”灌注缺损表现为无明显变化的局部放射性缺损。异常的洗脱减慢,尽管显象没有明显的放射性缺损,也表明存在局部缺血。

(八) ^{99m}Tc -PYP心肌闪烁显象

通常以心肌不摄取放射性核素为正常。

五、专业人员的培训要求

核心脏病学是一门注重技术的学科。从事临床核心脏病学工作的医生要掌握放射物理和仪器、放射生物学、同位素操作的知识,这需要通过放射学、核医学或心脏病专家的培训。掌握检查的适应症,从事介入性研究和采集数据的解释,需要掌握心血管生理、病理生理、心脏的正常和异常解剖和有关诊断和预后的标准。

六、核心脏病学的放射性核素用量

当前,没有特异的可利用的指标能够精确地确定可以给予病人用作诊断性核心脏病学检查的最大允许放射性或剂量。不过,可供采用的标准是:只要能保证获得可靠的诊断资料,所给予的放射性核素的剂量应尽可能地低。

委员会试图通过直接给全世界从事核心脏病学工作较多的75个实验室发函,来征集核心脏病学有关的放射性剂量的资料,共收到40个实验室的回复。现将使用剂量的分布总结如下:

1. ^{201}Tl (运动试验/再分布)
 $< 2 mCi$ (10%); $2 mCi$ (83%)
 $2\sim 3 mCi$ (7%)
2. ^{201}Tl (静态,分别检查)
 $< 2 mCi$ (28%); $2 mCi$ (72%)
3. ^{99m}Tc -PYP
 $< 10 mCi$ (6%); $10\sim 15 mCi$ (58%)
 $15\sim 25 mCi$ (36%)
4. ^{99m}Tc , FPRNA
 $10\sim 20 mCi$ (72%); $20\sim 30 mCi$ (28%)
5. ^{99m}Tc , ERNA
(1)静态: $< 20 mCi$ (78%); $20\sim 30$

mCi (22%)

(2) 运动试验: <20mCi(52%); 20~30 mCi (48%)

关于非显象的核探头和尚处于实验研究阶段的新的放射性核素用量, 没有足够的资料用作分析。

使用于成人的放射性核素, 同样可用于小

儿, 但放射性核素的用量是根据体重来确定的, 一般来说, ^{201}Tl 的用量为 $30\mu\text{Ci/kg}$, 最小剂量为 $250\mu\text{Ci}$, FPRNA 和 ERNA 的放射性核素的用量为 $200\mu\text{Ci/kg}$, 最小剂量为 $2\sim 3\text{mCi}$ 。

[何作祥节译 刘秀杰校]

泌尿生殖系统的放射性核素显象

Kogan BA et al; Sem in Urol 3(2): 85~98, 1985(英文)

影象技术的进步使人们对核医学在泌尿学科中的价值产生了怀疑, 然而新的放射性同位素、 γ 照相机的出现和动态研究又明确保留了核医学的地位, 尤其在某些肾、肾上腺、膀胱和阴囊疾患的评价中。

肾脏: 与X线照相术相比, 核医学有许多优点, 如放射量低, 不受肠腔气体、骨骼、各种造口和收集装置的影响, 可重复提供可靠、定量的功能资料, 很少出现过敏反应。肾脏的放射性核素可分为(1)肾小球滤过并迅速排出的药物, 如 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -二乙撑三胺五乙酸)以及 ^{51}Cr -EDTA(^{51}Cr -乙二胺四乙酸); (2)肾小管细胞分泌并迅速排出的药物, 如 ^{131}I -碘马尿酸钠; (3)与肾实质结合并很少排出的药物, 如 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -二巯基丁二酸); (4)性能居间的药物, 如 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -GHA($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -葡庚糖酸盐)。

肾功能测定: 菊糖可自由滤过肾小球, 但不被肾小管或集合管细胞吸收或分泌, 因此是测定肾小球滤过率(GFR)的理想物质。对氨马尿酸(PAH)通过肾脏时可从血浆中完全清除, 故其清除率相当于有效肾血浆流量。但由于测定复杂、费时、昂贵, 故其均无临床价值。

某些同位素药物在肾内可准确定量, 如 ^{14}C -菊粉可测定GFR, 但需特殊处理, 故不实用。 ^{51}Cr -EDTA和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA最常用, 二者均以菊粉同样方式排出肾脏。EDTA最稳定, 与菊粉清除率完全相关, 但为准确测定GFR需多次

收集血清和尿标本。DTPA的最大优点是其为最好的肾脏显象剂, 可同时进行清除率和解剖研究。此外不仅用血清和尿标本可测定GFR, 而且单用 γ 照相显象所得闪烁计数作定量分析, 也可获得GFR的近似值, 故可进行分肾功能测定。这对一些泌尿系统疾患具有重要意义。

由于PAH难以用适当同位素标记, 故常用 ^{131}I -碘马尿酸钠测定有效肾血浆流量。其可提供准确测定, 也可用于显象, 进行分肾功能研究。 ^{125}I -碘马尿酸钠显象更好, 并与PAH清除率完全相关。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA的绝对摄取与肾血流量有关, 已成功用于肾血流量测定。

由于放射量小, 可重复安全使用, 故特别适于长期治疗的肾脏病患儿。但在幼儿往往过高估计GFR, 应予注意。

上尿路梗阻: 已经证实利尿性肾图对于区分扩张而无梗阻的上尿路与有明显梗阻而需手术修复的上尿路是非常有帮助的。常规肾图使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA或 ^{131}I -碘马尿酸钠可获得肾脏的同位素影象, ^{131}I -碘马尿酸钠便宜、易得, 但显象质量较差。应用计算机技术可在肾脏或输尿管上选择感兴趣区, 并以时间函数定量表示该区的放射活性。如上尿路正常, 时间活性曲线的形状是确定的; 如上尿路扩张, 分泌及排泄段明显延长。为进一步区别梗阻与非梗阻性扩张, 可给予利尿剂。如无尿路梗阻, 收集系统将充盈, 然后排空, 时间活性曲线显示放射活性迅速下降; 如有尿路梗阻, 收集系统将