

## · 综述与编译 ·

## 心肌 SPECT 进展

中国医学科学院阜外医院 何作祥综述 刘秀杰审校

**摘要:** 继  $^{201}\text{Tl}$  之后,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 已被广泛用于心肌断层显像, 一些新的心肌显像剂也不断地进入临床研究, 心肌 SPECT 已不只是被用于诊断冠心病, 它在冬眠心肌的检测, 冠状动脉再血管化的应用也已得到临床公认。定量心肌灌注 SPECT 是将来方法学上的重点研究方向, 心肌代谢、神经受体估价、合理选择冠状动脉再血管化的适应症、疗效判断是今后 3~5 年内心肌 SPECT 的临床应用发展方向。

近年来, 单光子发射型计算机断层 (SPECT) 的临床应用范围已越来越广泛, 尤以在心血管病应用的发展最迅速。新的放射性药物、显像装置、图像重建和定量分析方法和显像方法的应用, 促进了 SPECT 在心血管疾病, 特别是在冠状动脉病变的检测、心肌活力的估价等方面的应用。本文将介绍近年来心肌 SPECT 的进展。

## 1 新的 SPECT 显像剂

## 1.1 心肌灌注/活力显像剂

$^{201}\text{Tl}$ : 它是钾离子类似物, 能被有血流灌注、存活的心肌细胞摄取, 它在心肌的初始分布与局部血流量成正比。

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI:  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 与  $^{201}\text{Tl}$  的一个重要不同点, 就是它无明显再分布, 在静脉注射后的相当一段时间内,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 在心肌的分布保持相对稳定, 因而在运动试验后 5~6h 内的显像都可以反映运动高峰、静脉注射  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 时的心肌血流分布状态。  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 心肌显像有两个重要优点: ①可以进行首次通过显像, 估价局部室壁运动, 测定左、右心室射血分数; ②可以获得高质量的门电路心肌平面或 SPECT 显像。

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Teboroxime: 它是唯一应用于临床的 BATO 类化合物, 其特征是, 心肌

摄取高、心肌洗脱快。心肌显像要求在静脉注射 Teboroxime 后 15min 内完成, 应用常规显像装置进行断层显像是比较困难的。  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Teboroxime 显像可能主要适用于介入治疗前、后心肌显像。

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Tetrofosmin: 静脉注射后,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Tetrofosmin 迅速从血液中洗脱, 被心肌、骨骼肌、肝、脾和肾脏摄取, 其摄取量与血流成正比。运动试验显像可在静脉注射  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Tetrofosmin 后 5min 进行; 静态显像对大多数患者可在静脉注射  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Tetrofosmin 后 30min 进行, 而小部分患者必须等 45 分钟<sup>[1]</sup>。运动试验、静态  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Tetrofosmin 心肌显像可在同一天间隔 4.5~5h 完成。

## 1.2 心肌代谢显像剂

放射性碘标记的一些游离脂肪酸已被应用于估价心肌代谢, 如 15-[对-( $^{123}\text{I}$ )碘苯]-十五(烷)酸 (IPPA)<sup>[2]</sup>。

## 1.3 神经受体显像剂

$^{123}\text{I}$ -间碘苄胍 (MIBG) 被用来估价心脏神经受体分布。

## 2 显像装置、图像重建

近年来, 多探头  $\gamma$  相机型 SPECT 显像装置被研制成功并已商品化, 与单探头 SPECT 显像相比, 多探头 SPECT 显像增

加了探测的灵敏度,从而提高了图像的信/噪比以及定量分析的准确性和可靠性,并且可以缩短检查时间,患者在检查过程中移动的几率减少。

由于运算时间的缩短,迭代(Iterative)法可能用于临床。一些研究表明,与滤波反投影重建相比,迭代法重建断层图像的质量明显提高。多探头 SPECT 的应用,可以同步采集发射性、透射性的射线,可能对  $\gamma$  射线的衰减进行准确的校正。

一些定量分析方法在不同的实验室被应用,目前,应用最多的是极坐标靶心图(Bull's Eye)显示。最近, Garcia 等<sup>(3)</sup>对此作了详细的综述。

### 3 显像方法

#### 3.1 $^{201}\text{Tl}$ 心肌 SPECT

运动试验、3~4h“再分布”显像可以准确地检测冠状动脉病变,但是,许多研究发现,它明显低估缺血但存活的心肌范围。近年来,一些新的显像方法被应用于估价心肌活力(表1)。

表1  $^{201}\text{Tl}$ ,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 心肌显像  
估价心肌存活显像方法

$^{201}\text{Tl}$
负荷试验-4小时再分布
负荷试验-24小时延迟再分布
负荷试验-4小时再注射一再分布
负荷试验-1小时再注射一再分布
负荷试验-硝酸酯/再注射一再分布
静态一再分布
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI
负荷试验-静态
负荷试验-硝酸酯/静态
静态-硝酸酯

(1)再注射(Reinjection)显像: 负荷试验

后 3~4 h, 再注射  $^{201}\text{Tl}(1\text{mCi})$ , 20min 后进行显像, 这种显像被称为“再注射”显像<sup>(4, 5)</sup>。也可在负荷试验显像后立即注射  $^{201}\text{Tl}(1\text{mCi})$ 。

(2)硝酸酯/再注射显像: 运动试验“即刻”显像后, 口服 20mg 亚硝酸异山梨醇, 3~4h 后再注射  $^{201}\text{Tl}(1\text{mCi})$ , 20min 后进行第二次显像(硝酸酯/再注射显像)<sup>(6)</sup>。后来, 有作者报道, 再注射  $^{201}\text{Tl}$  前, 给予其它硝酸酯类药物, 如舌下含服硝酸甘油。

(3)静态-再分布显像: 静脉注射  $^{201}\text{Tl}$  后 10 分钟行静态显像, 3~4h 后行“再分布”显像。

#### 3.2 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 心肌 SPECT

(1)负荷试验、静态显像: 一般先行负荷试验显像, 48~72h 后行静态显像; 亦可在一天内进行: 先行运动试验(静态)显像, 给予较小剂量  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI(7mCi), 负荷试验(静态)显像后, 给予较大剂量  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI(25mCi)行静态(负荷试验)显像。

(2)硝酸酯  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 显像: 在静脉滴注硝酸酯高峰时, 静脉注射  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI, 1.5~2h 后进行心肌显像<sup>(7, 8)</sup>。

(3)同步心室功能、心肌灌注显像: 在负荷试验、静态注射  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 的同时, 进行首次通过显像, 估价心室室壁运动和测定左、右心室射血分数。1~1.5 h 之后, 进行心肌断层显像, 估价心肌血流灌注。

(4)门控心肌平面、断层显像: 与平衡法核素心血管造影相似, 采集心动周期不同同时相的平面、断层图像, 一般每个心动周期采集 4~16 帧, 可以同时估价心肌血流灌注、室壁运动和收缩期心肌壁增厚。

#### 3.3 药物负荷试验

运动试验强度对于获得最佳的运动试验心肌 SPECT 显像效果是至关重要的, 大约

20%~30%可疑或确诊冠心病(CAD)患者不能完成极限量运动试验,各种体力活动能

力有限,使很多其他患者不能进行运动试验。对这些患者,药物负荷试验是一种符合

表2 三种药物负荷试验的对比

	潘生丁	腺苷	多巴酚丁胺
机理	血管扩张	血管扩张	正性肌力作用
血流/心肌影响	冠状动脉血流	冠状动脉血流	心肌耗氧量
静脉常用剂量	0.146mg/(kg·min)	140μg/(kg·min)	40μg/(kg·min)
	4min	6min	(最大剂量)
血浆有效半减期	10h	<10s	120s
禁忌症	不稳定心绞痛	II <sup>0</sup> 、III <sup>0</sup> 房室传导阻滞	肥厚型心肌病
	近期心肌梗塞	病态窦房结综合征	严重高血压
	低血压	低血压、支气管痉挛、哮喘	
		不稳定型心绞痛	
		近期心肌梗塞	
副作用	常见,持续时间长	常见,轻微,一过性	少见,轻微,一过性
拮抗药物	氨茶碱	氨茶碱	β阻滞剂

逻辑的选择(表2)。

(1) 潘生丁试验:以 0.146mg/(kg·min)速度静脉给予潘生丁 4min,于第 8min 静脉注射 <sup>201</sup>Tl 或其它显像剂。

(2) 腺苷试验:以 0.14mg/(kg·min)速度静脉给予腺苷 6min,于第 3min 静脉注射显像剂。

(3) 多巴酚丁胺试验:与潘生丁、腺苷相比,多巴酚丁胺的心脏作用更接近生理过程,而且它在血浆的有效半减期仅为 120s,很适合于药物负荷试验<sup>(9)</sup>。多巴酚丁胺已成为第三种药物负荷试验药物,实验方法为:以 5μg/(kg·min)速度开始静脉滴注多巴酚丁胺,每 3min 递增 5μg/(kg·min),最大剂量为 40μg/(kg·min)。

#### 4 临床应用

##### 4.1 诊断冠心病

文献报道,运动试验 <sup>201</sup>Tl 心肌 SPECT

定性分析检测 CAD 的灵敏度和特异性分别为 94%和 77%;定量分析检测 CAD 的灵敏度、特异性均为 90%左右(表3)。几乎所有(99%)心肌梗塞患者均有 SPECT 显像异常,即使无心肌梗塞的患者,<sup>201</sup>Tl 心肌 SPECT 检测 CAD 的灵敏度也相当高(平均 85%)。

Tamaki 等在 1984 年报道 <sup>201</sup>Tl 心肌 SPECT 定性分析的特异性为 91%<sup>(10)</sup>, De Pasquale 等在 1988 年报道为 68%<sup>(11)</sup>。<sup>201</sup>Tl 心肌 SPECT 定量分析也相似;尽管文献报道的灵敏度在 1984 年、1990 年分别为 98%, 94%, 但特异性却从 91%降低至 47%(表3)。这可能主要与病例选择的偏向性有关(表4),因为往往只是 <sup>201</sup>Tl 心肌显像异常的病例才做冠状动脉造影,这样一来,<sup>201</sup>Tl 心肌 SPECT 的真正的特异性就不知道了。从 143 例冠心病可能性低的患者的正常率为 82%<sup>(12)</sup>来看,SPECT 诊断

CAD 的特异性可能较平面显像低, 原因是因为 SPECT 是一种技术复杂性较高的检查, 在数据采集和处理过程中, 一些因素可能影响它的准确性。

表 3. 运动试验 <sup>201</sup>Tl SPECT 诊断冠心病的灵敏度、特异性

作者	灵敏度	特异性
定性分析		
Tamaki(1984)	93%(76 / 82)	91%(20 / 22)
Cerqueira(1987)	84%(16 / 19)	93%(13 / 14)
De Pasquale(1988)	97%(173 / 179)	68%(21 / 31)
Fintel(1989)	92%(88 / 96)	-
Iskandrian(1989)	82%	62%
Mahmarian(1990)	87%	76%
定量分析		
Tamaki(1984)	98%(80 / 82)	91%(20 / 22)
Garcia(1985)	89%(25 / 82)	92%(20 / 22)
Maddahi(1986)	82%(23 / 28)	84%(22 / 26)
Palmer(1988)	81%(22 / 27)	100%(27 / 27)
De Pasquale(1988)	95%(170 / 179)	74%(23 / 31)
Maddahi(1989)	96%(88 / 92)	56%(10 / 18)
Van Train(1990)	94%(289 / 307)	47%(30 / 64)
Mahmarian(1990)	87%	87%

表 4 <sup>201</sup>Tl SPECT 判断冠状动脉造影正常和临床正常的特异性

作者	冠状动脉造影正常	病变可能性低(<5%)
Iskandrian(1989)	62%(36 / 58)	93%(122 / 131)
Maddahi (1989)	56%(10 / 18)	86%(24 / 28)
Van Train(1990)	47%(30 / 64)	82%(94 / 115)

一些研究结果表明, <sup>99m</sup>Tc-MIBI 心肌 SPECT 显像检测冠状动脉狭窄有很高的灵敏度和特异性(表 5)。Kiat 等<sup>[13]</sup>对比了 <sup>99m</sup>Tc-MIBI 和 <sup>201</sup>Tl 平面、SPECT 显像, 发现两种显像剂的灵敏度、特异性、正常率无明显区别, 与平面显像相比, <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT 显像的灵敏度增加。1992 年, 我院<sup>[14]</sup>报道了 115 例患者 <sup>99m</sup>Tc-MIBI 心肌 SPECT 显像与冠状动脉造影对比的结果, 其中冠状动脉造影正常 33 例, 冠状动脉造影证实为 CAD(>50% 直径狭窄的)82 例, <sup>99m</sup>Tc-MIBI 心肌

表 5 运动试验 <sup>99m</sup>Tc-MIBI 心肌显像诊断冠心病的准确性

作者	灵敏度	特异性
平面显像		
Wackers(1989)	89%(32 / 36)	100%(2 / 2)
Kiat(1989)	73%(11 / 15)	75%(3 / 4)
SPECT		
Kiat(1989)	93%(14 / 15)	75%(3 / 4)
Kahn(1989)	95%(36 / 38)	
Iskandrian(1989)	82%(23 / 28)	100%(11 / 11)
Liu (1992)	96%(79 / 82)	88%(29 / 33)

SPECT 显像诊断 CAD 总的灵敏度和特异性分别为 96% 和 88%，对无心肌梗塞的冠心病患者，其灵敏度为 88%。

文献报道，<sup>99m</sup>Tc-Tcboroxime 和 <sup>201</sup>Tl 心肌 SPECT 显像检测 CAD 的节段符合率为 73%~80%，病例符合率为 88%~100%。Fleming 等<sup>〔15〕</sup>报道，Tcboroxime 心肌 SPECT 与定量冠状动脉造影显像的符合率为 76%，与 <sup>201</sup>Tl 心肌 SPECT 显像的符合率为 73%。

一些研究表明，潘生丁、腺苷负荷试验 <sup>201</sup>Tl 心肌 SPECT 显像，与运动试验 SPECT 有相似的灵敏度和特异性。文献报道，静脉给予潘生丁的 <sup>201</sup>Tl 心肌 SPECT 检测 CAD 的灵敏度、特异性与运动试验 SPECT 是相似的，综合资料显示，灵敏度 85%，特异性为 91%<sup>〔16〕</sup>。五组早期研究报告，215 例患者的运动试验和潘生丁 <sup>201</sup>Tl 心肌显像所见是可比的，两者的灵敏度均为 79%，运动试验显像的特异性为 92%，潘生丁负荷试验显像的特异性为 95%<sup>〔17〕</sup>。

腺苷负荷试验有相似的灵敏度和特异性(表 6)。1991 年，Pennell 等<sup>〔18〕</sup>报道了多巴酚丁胺[最大剂量 20μg/(kg·min)] <sup>201</sup>Tl 心肌 SPECT 显像。几个中心的研究报道，多巴酚丁胺心肌 SPECT 检测冠状动脉狭窄的灵敏度为 76%~97%，特异性为 67%~90% (表 7)，我们也发现，多巴酚丁胺 <sup>99m</sup>Tc-MIBI 心肌 SPECT 显像诊断 CAD 有较高的灵敏度，而且安全、可靠。这三种药物负荷试验，特别是多巴酚丁胺负荷试验，明显地扩大了心肌灌注显像的临床应用<sup>〔9〕</sup>。

表 6 腺苷负荷试验 <sup>201</sup>Tl 心肌 SPECT 诊断 CAD 的准确性

作者	例数	灵敏度(%)	特异性(%)
Verani(1990)	89	83	81
Coyne(1991)	100	83	75
Iskandrian(1991)	339	90	90
Gupta(1992)	144	83	82
Allman(1992)	76	85	38
Marwick(1993)	97	86	71
O'keefe(1993)	42	97	67

表 7 多巴酚丁胺心肌 SPECT 显像检测冠状动脉狭窄的准确性

作者	显像剂	病例	灵敏度	特异性
Hays(1993)	<sup>201</sup> Tl	67	87%(49/57)	90%(9/10)
Forster(1993)	MIBI	21	83%(10/12)	89%(8/9)
Gunalp(1993)	MIBI	27	94%(17/18)	88%(8/9)
Marwick(1993)	MIBI	97	80%(47/59)	74%(28/38)
Marwick(1993)	MIBI	217	78%(108/142)	67%(50/75)

#### 4.2 检测病变冠状血管

<sup>201</sup>Tl 心肌 SPECT 定性分析检测病变血管支数的总灵敏度和特异性分别为 80% 和 79%；检测 LAD, LCX, RCA 病变的灵敏度分别为 75%, 54%, 88%；特异性分别为 85%, 97%, 84%。定量分析的总灵敏度和特异性分别为 80% 和 79%。与平面显像相比，SPECT 增强了检测 LCX 病变的灵敏度和特异性，这可能与 SPECT 增强了缺损对比度和消除了心肌节段的重叠有

关。

一些研究对比了 <sup>99m</sup>Tc-MIBI <sup>201</sup>Tl 心肌平面 SPECT 显像，发现它们检测病变血管支数的总灵敏度和特异性是相似的(表 8)。Taillefer 等<sup>〔19〕</sup>发现，对于检测大于 70% 狭窄的病变血管支数，<sup>99m</sup>Tc-MIBI 和 <sup>201</sup>Tl 平面显像无明显区别。Kahn 等<sup>〔20〕</sup>报道，对于病变血管支数的检测，<sup>99m</sup>Tc-MIBI 的灵敏度(79%)明显高于 <sup>201</sup>Tl 的灵敏度(66%)，增加的灵敏度主要

在轻度狭窄(50%~75%)的血管：<sup>99m</sup>Tc-MIBI 检出 65%，而 <sup>201</sup>Tl 只检出 35% (P<0.005)。我们曾报道一组 115 例患者的 <sup>99m</sup>Tc-MIBI 心肌 SPECT 显像，<sup>99m</sup>Tc-MIBI 心肌 SPECT 对于病变血管支数检测的灵敏度为：LAD86%，LCX 69%，RCA 86%<sup>〔14〕</sup>。应当指出，心肌显像检测

多支血管病变的病变血管支数的灵敏度，低于检测单支血管病变的病变血管支数的灵敏度。

Hays 等<sup>〔21〕</sup>报道，多巴酚丁胺 <sup>201</sup>Tl 心肌 SPECT 显像检测病变血管的总灵敏度为 68%(63/92)，特异性为 86%(114/132)，检测 LAD，LCX，RCA 病变

表 8 <sup>99m</sup>Tc-MIBI 和 <sup>201</sup>Tl 心肌显像诊断冠心病的对比

作者	灵敏度		特异性		正常率	
	<sup>99m</sup> Tc-MIBI	<sup>201</sup> Tl	<sup>99m</sup> Tc-MIBI	<sup>201</sup> Tl	<sup>99m</sup> Tc-MIBI	<sup>201</sup> Tl
平面显像						
Wackers(1989)	89%(32/36)	97%(35/36)	100%(2/2)	100%(2/2)	-	
Kiat(1989)	73%(11/15)	73%(11/15)	74%(3/4)	50%(2/4)	94%(16/17)	88%(15/17)
SPECT						
Kiat(1989)	93%(14/15)	80%(12/15)	75%(3/4)	75%(3/4)	100%(17/17)	77%(13/17)
Kahn(1989)	95%(36/38)	84%(32/38)			72%(28/39)	69%(27/39)
Iskandrian (1989)	82%(23/28)	82%(23/28)	100%(11/11)	82%(9/11)		

的灵敏度分别为 56%，87%，54%。

### 4.3 估价心肌活力

关于放射性核素显像估价心肌活力，详见最近作者的专题综述<sup>〔22〕</sup>。尽管理论上 <sup>201</sup>Tl 灌注显像和 PET 代谢显像对于估价心肌活力是相似的，但是，一些对比研究显示 FDG PET 显像明显优于常规“再分布”和延迟“再分布”<sup>201</sup>Tl 心肌显像。近年来，一些改良的显像方法被应用于估价心肌活力(表 1)，与常规“再分布”显像相比，再注射 <sup>201</sup>Tl 显像明显增强了估价心肌活力的灵敏度，但是，它仍然低估灌注减低的节段的心肌活力。1993 年，我们报道亚硝酸异山梨醇增强再注射 <sup>201</sup>Tl 心肌 SPECT 显像估价心肌活力的灵敏度<sup>〔6〕</sup>。继后，一些作者对硝酸酯类其它药物 <sup>201</sup>Tl 心肌显像估价心肌活力进行了研究，报道了类似的结果。

运动试验，静态 <sup>99m</sup>Tc-MIBI 心肌显像对于心肌活力估价的价值是有限的，与静态显像相比，硝酸酯 <sup>99m</sup>Tc-MIBI 心肌显像增

强了检测心肌活力的灵敏度<sup>〔7, 8, 23〕</sup>，但有待于进一步的研究来证实。

尽管 PET 灌注、代谢显像是估价心肌活力最可靠的无创性方法，特别是对于心肌梗塞、心室功能严重受损的患者，但由于 PET 代谢显像的费用昂贵，而且技术相对复杂，还不可能作为常规临床方法。<sup>201</sup>Tl 再注射心肌显像是比较可靠的，相对 PET 来说，方法简便、费用便宜，是目前临床上估价心肌活力的比较实用的方法。硝酸酯增强了再注射 <sup>201</sup>Tl 心肌显像检测心肌活力的灵敏度。

### 4.4 冠状动脉再血管化后心肌灌注、代谢和功能的估价

作为一种无创性检查，心肌 SPECT 显像越来越多地被应用于冠状动脉再血管化(冠状动脉旁路移植术、经皮冠状动脉成形术等)。有关心肌 SPECT 显像在冠状动脉旁路移植中的应用，作者最近将有专题综述(待发表)。

在临床上, 冠状动脉再血管化后早期, 心肌显像可以检测: ①被救活的(Salvaged)心肌的量; ②因并发症所致的心肌损伤; ③早期再狭窄; ④预测冠状动脉再狭窄。放射性核素显像随诊检查可以: ①检测再狭窄; ②检测新的冠状动脉病变。

SPECT 定量分析对于客观地估价 PTCA 后的局部心肌灌注改善特别有用。Depuey 等<sup>(24)</sup>对一组 158 例患者在 PTCA 前和成功的 PTCA 后 1~2 天进行了 <sup>201</sup>Tl 心肌 SPECT, 应用极坐标靶心图进行分析发现, PTCA 前, 93% 的患者 <sup>201</sup>Tl SPECT 异常; PTCA 后, 76% 的患者心肌灌注改善。但是, 冠状动脉狭窄程度变化与 <sup>201</sup>Tl 灌注缺损计分改善的相关性较差( $r=0.41$ )。

冠状动脉再血管化后早期, 心肌血流灌注通常恢复正常, 但是有时是缓慢的, 所以, 在冠状动脉血管化后一个月左右进行灌注显像, 可较准确地估价冠状动脉再血管化的效果。

在一部分患者, 冠状动脉造影显示 PTCA 是成功的, 但是 PTCA 后的运动试验心肌显像显示心肌灌注异常, 这些患者的被扩张冠状动脉常发生再狭窄。Wijn<sup>(25)</sup>对 89 例经 PTCA 的患者进行了 <sup>201</sup>Tl 心肌显像, 发现可逆性的 <sup>201</sup>Tl 缺损对于预测冠状动脉再狭窄的阳性预见值为 83%, 运动试验 ECG 则没有价值。Breisblatt 等<sup>(26)</sup>对 121 例经成功的 PTCA 患者进行了 <sup>201</sup>Tl 心肌显像, PTCA 术后 4~6 周无症状的 104 例患者中的 26 例(25%), 经扩张的冠状动脉供血区的心肌灌注异常。在这 26 例患者中, 85% 在术后 6 个月发生再狭窄, 相反, 在 PTCA 后 4~6 周心肌显像正常的患者, 症状复发或冠状动脉再狭窄发生率很低。

尽管大多数研究发现 PTCA 后的 4~6 周 <sup>201</sup>Tl 心肌显像可以预测冠状动脉再狭

窄, Stuckey 等<sup>(22)</sup>对 68 例患者的研究表明, PTCA 后  $2.2 \pm 1.2$  周的平面心肌显像对冠状动脉再狭窄预测的灵敏度只有 39%, 但有较高的特异性(91%)。Cloninger 等报道的灵敏度为 44%, 特异性为 67%。

Ritchie 等<sup>(28)</sup>报道, 在 CABG 后有运动试验诱发灌注异常的患者, 搭桥血管的 54% 是通畅的; 无运动试验诱发灌注异常患者, 搭桥血管的 87% 是通畅的。Greenberg 等<sup>(29)</sup>发现, <sup>201</sup>Tl 显像检测搭桥阻塞, 桥狭窄或桥移植水平搭桥自身冠状动脉狭窄的灵敏度为 77%。Pfisterer 等<sup>(30)</sup>报道, 连续 <sup>201</sup>Tl 显像检测桥阻塞的灵敏度为 80%。Hirzel 等<sup>(31)</sup>发现, 无症状和运动试验 ECG 正常的患者, 40% 有运动试验诱发的灌注缺损, 说明再血管化不完全; 胸痛症状仍然存在、运动试验 ECG 异常患者; 53% 术后 <sup>201</sup>Tl 灌注改善, 随诊检查无新的灌注缺损患者, 90% 所有的桥都是通畅的。

CABG 后运动试验 <sup>201</sup>Tl 心肌显像是很有价值的, 它可以判断胸痛是由于缺血, 还是由于搭桥的血管或桥(grafting)本身, 还是由于未经搭桥的血管病变所致。Marwick 等<sup>(32)</sup>对比了潘生丁/握力试验 <sup>82</sup>Rb PET 和 <sup>201</sup>Tl SPECT 检测 CABG 后冠状动脉再狭窄的准确性, 他们研究了 50 例患者, CABG 后平均 6.5 年进行冠状动脉造影, 46 例有复发的或残存的冠状动脉狭窄, 其中, PET 显像检出 43 例(93%), SPECT 检出 35 例(73%,  $P=0.04$ ); 17 例非 Q 波心肌梗塞患者, PET 检出 14 例(82%), SPECT 检出 10 例(59%,  $P=NS$ ); 在 PET 显像显示有负荷试验诱发的心肌灌注缺损的 19 例患者, <sup>201</sup>Tl SPECT 显示可逆性缺损 11 例, 不可逆性缺损 7 例, 无灌注异常 1 例; 33 例患者有搭桥的血管明显狭窄, PET 检出 30 例(91%)、SPECT 检出 24 例(73%,  $P=NS$ ); 4 例无明显冠状动脉再狭

窄的患者,3例PET正常(75%),4例(100%)SPECT正常。这些结果表明, $^{201}\text{Tl}$ 心肌SPECT显像、 $^{82}\text{Rb}$ PET灌注显像都可以检测搭桥的(grafting)和自身的(native)冠状血管病变。

#### 参 考 文 献

- 1 Jain D et al. *J Nucl Med*,1993;1254-1259
- 2 Van der Wall EE et al. *What's New in Cardiac Imaging?*Kluwer Academic Publishres, Netherlands,1992
- 3 Gracia EV et al. *J Nucl Cardiol*,1994;1:83-93
- 4 Rocco T et al. *Am J Cardiol*,1990;66:158-163
- 5 Dilsizian V et al. *N Engl J Med*,1990;323:141-146
- 6 He ZX et al. *J Nucl Med*,1993;34:1472-1477
- 7 Scopinaro F et al. *Eur J Nucl Med*, 1993;20:868 (Abstract)
- 8 Galli M et al. *J Am Coll Cardiol*,1993;21 (Suppl A):221A(Abstract)
- 9 Iskandrian AS et al. *J Nucl Cardiol*,1994;1: 94-111
- 10 Tamaki N et al. *J Am Coll Cardiol*,1984;4: 1213
- 11 De Pasquale EE et al. *Circulation*,1988;77: 316
- 12 Van Train KF et al. *J Nucl Med*,1990;31: 1168-1179
- 13 Kiat H et al. *Am Heart J*,1989;117:1-11
- 14 Liu XJ et al. *Nuci Med Commum*,1992;13: 776-779
- 15 Fleming RM E et al. *J Am Coll Cardiol*, 1991;17:1297-1302
- 16 Beller GA. *JAMA*, 1991;265:633-638
- 17 Leppo JA. *J Nucl Med*, 1989;30:281-287
- 18 Pennel DJ. et al. *J Am Coll Cardiol*,1991;18: 1471-1479
- 19 Taillefer R et al. *Eur J Nucl Med*,1985;15: 280-286
- 20 Kahn J et al. *Circulation*, 1989;79:1282-1293
- 21 Hays JT et al. *J Am Coll Cardiol*,1993;21: 1583-1590
- 22 何作祥 等. 国外医学·放射医学核医学分册, 1993;17(5):214-218
- 23 Liu XJ et al. *Proceedings of the Second international Symposium on coronary Disease and Hyprrrtension. Beiĭng*, 1993;p61
- 24 Depuey EG et al. *J Invasive Cardiol*1988;1: 40-50
- 25 Wijns W et al. *J Am Coll Cardiol*,1985;55: 357-361
- 26 Breisblatt WM et al. *J Am Coll Cardiol*, 1988; 12:1199-1204
- 27 Stuckey TD et al. *Am J Cardiol*, 1989;63:517-521
- 28 Ritchie JL et al. *Circulation*, 1977;56:830-836
- 29 Greenberg BH et al. *Am J Cardiol*,1978;42:167-176
- 30 Pfisterer M et al. *Circulation*, 1982;66:1017-1024
- 31 Hize HD et al. *Br Heart J*,1980;43:426-435
- 32 Marwick TH et al. *Inter J Cardiol*, 1992;35: 33-41