

# 心血管疾病的 适用诊断技术

---



世界卫生组织 编

技术报告丛书 772

---



人民卫生出版社

本报告为国际专家组的集体观点，并不代表世界  
卫生组织的决定或规定的政策

# 心血管疾病的 适用诊断技术

---

世界卫生组织 编

刘梓荣 王绍军 译

技术报告丛书 772

---

人民卫生出版社



世界卫生组织委托中华人民共和国  
卫生部由人民卫生出版社出版本书中文版

ISBN 92 4 120772 8

© 世界卫生组织 1988

根据《世界版权公约》第二号协议书规定，世界卫生组织出版物享有版权保护。要获得世界卫生组织出版物的部分或全部复制或翻译的权利，应向设在瑞士日内瓦的世界卫生组织出版办公室提出申请。世界卫生组织欢迎这样的申请。

本书中所用的名称和资料，特别是涉及任何国家、领土、城市或地区或其当局的合法地位，或涉及国境线或边界线的划分的内容，均不代表世界卫生组织秘书处的任何观点。

文中如提到一些公司或一些工厂的产品，并不意味着比其他未提及的同类公司或产品优先得到世界卫生组织的承认或推荐。除了错误和遗漏外，所有专利产品名称的字头均大写，以示区别。

### 心血管疾病的适用诊断技术

刘梓荣 王绍军 译

人民卫生出版社出版  
(北京市崇文区天坛西里10号)

人民卫生出版社印刷厂印刷  
新华书店北京发行所发行

850×1168毫米 32 开本 1 $\frac{1}{4}$ 印张 31千字

1990年8月第1版 1990年8月第1版第1次印刷

印数：00,001—3,100

ISBN 7-117-01425-3/R·1426 定价：0.97元

# 世界卫生组织心血管疾病 适用诊断技术专家委员会

日内瓦 1987年11月23~30日

## 成员

- Professor M.L. Bhatia, Head, Department of Cardiology and Chief, Cardiothoracic Centre, All-India Institute of Medical Sciences, New Delhi, India (副主席)
- Professor H. Chen, Director, Shanghai Institute of Cardiovascular Diseases, Shanghai Medical University, Shanghai, China
- Dr P.L. Frommer, Deputy Director, National Heart, Lung, and Blood Institute, National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA (报告起草人)
- Professor K.H. Günther, Humboldt University, Hospital Charité, Berlin, German Democratic Republic
- Professor A.C. Ikeme, Department of Medicine and Radiology, Faculty of Medical Sciences, University of Jos, Jos, Nigeria
- Dr H. Kambara, Associate Professor, Department of Internal Medicine, Kyoto University Hospital, Kyoto, Japan
- Professor H.E. Kulbertus, Head, Department of Cardiology, Sart-Tilman University Hospital, University of Liège, Liège, Belgium (主席)
- Professor R. Mulcahy, Department of Preventive Cardiology, St Vincent's Hospital, Dublin, Ireland
- Professor M. A. Najeeb, Executive Director, National Institute of Cardiovascular Diseases, Karachi, Pakistan
- Dr L.I. Rilantono, Head, Department of Cardiology, Medical Faculty, University of Indonesia, National Cardiac Centre "Harapan Kita", Jakarta, Indonesia
- Professor I.K. Shkhvatsabaya, Myasnikov Institute of Cardiology, USSR Cardiology Research Centre, Moscow, USSR
- Dr J. Soni, Director, Ignacio-Chavez National Institute of Cardiology, Mexico, DF, Mexico
- Professor K. Thairu, Director, Health Programme, Commonwealth Secretariat, London, England
- Professor M.S. Valiathan, Director, Sree Chitra Tirunal Institute for Medical Sciences and Technology, Trivandrum, India.

## 其他组织代表

### 国际医学科学组织理事会

Dr Z. Bankowski, Executive Secretary, c/o World Health Organization, Geneva, Switzerland\*

### 国际护士理事会

Mrs H. Morrow, Nurse Consultant, ICN, Geneva, Switzerland

---

\* 未出席会议

**国际心脏病学学会和联合会**

**Professor W. Rutishauser, Head, Cardiology Centre, University Cantonal  
Hospital, Geneva, Switzerland (also Temporary Adviser to WHO)**

**秘书处**

**Dr S. Böthig, Chief, Cardiovascular Diseases, WHO, Geneva, Switzerland  
(秘书)**

**Professor J. Linhart, Department of Medicine II, Institute for Clinical and  
Experimental Medicine, Prague, Czechoslovakia (临时顾问)**

# 目 录

1. 概述	1
2. 综合的考虑	1
3. 特异性的心血管疾病的诊断和评价技术	3
3.1 临床病史	3
3.2 体格检查	4
3.3 心电图记录及其有关技术	5
3.4 胸部X线摄片与透视	6
3.5 心音图与心机图	6
3.6 超声心动图	7
3.7 运动试验	8
3.8 核心脏病学	9
3.9 心导管术和血管造影术	11
3.10 其他影像技术	13
3.11 心脏内电生理试验	15
3.12 心内膜心肌活检	15
3.13 外周血管检测技术	16
3.14 动态和家庭血压监测	18
3.15 实验室检查	18
4. 特殊问题	20
4.1 儿科心脏病学的主要特点	20
4.2 发展中国家的主要问题	21
4.3 诊断技术与传统医学	22
4.4 人群普查	22
5. 不同层次保健单位诊断设施的使用情况	23
6. 结论和建议	29
致谢	31
参考文献	32

# 心血管疾病的适用诊断技术

## 世界卫生组织专家委员会报告

### 1. 概 述

1987年11月23日至30日，在日内瓦召开心血管疾病的适用诊断技术专家委员会。世界卫生组织助理总干事陆如山博士代表总干事主持此次会议。他说世界卫生组织心血管疾病专题组的中心任务就是预防和控制心血管疾病，其中的一个特殊项目就是监测适用于心血管疾病的诊断技术的进步和发展。近年来已经从心脏病的诊断和治疗技术上获益，有必要在不同层次的保健组织中明确它的适用性，为此应有个权威性的报告。召开本次专家委员会来评价处理心血管疾病中各种诊断技术的适应证，局限性，价值及效果。在发展中国家和发达的国家均需要，特别是针对初级保健组织。

### 2. 综合的考虑

适用保健技术的含义是指所用的检查方法、程序、技术及仪器设备必须有科学价值，适合于当地使用，并为使用者和病人接受。而且是该地区或国家经济能力所能承受的，且能使他们掌握维修和保养的技术。

适用诊断技术的含义是在同样的标准下，该技术和方法能够满足于对疾病的诊断和评价的需要。诊断技术的适用性决定于下列三种情况：(1) 在理想的条件下具有的特点和价值，(2) 使用它应有特殊的目的和实际可能的条件，(3) 如何动用基金来支付它的价钱以及有无经济来源。

对某项诊断技术的适用与否不可能有共同的想法，在计算“适用”的价值时需要将合理的因素考虑在内。多数的诊断技术合乎

一般的原則就可以了，但对每个具体的保健组织或系统则要根据自身的诸多因素来考虑。

诊断技术具有下列用途：

- 对急性或慢性疾病的诊断、处理和评价；
- 确诊无症状的疾病和评估其危害程度；
- 人群普查；
- 对致残的评价；
- 就有关疾病和保健方面对医生及其他保健人员进行培训；
- 科研。

本报告着重对前四个方面进行探讨。

从医生角度来说对于个别病例要有兴趣，并在下列因素的基础上找到适用的诊断技术：

(1) 可以提供补充性资料（并可避免使用其他的替代性诊断技术）；

(2) 在确诊，估计疾病的严重性，制订或修改治疗方案，建议改变生活方式，对工作能力的鉴定，健康保险以及预计它的使用价值等方面均可以提供资料；

(3) 在使用中检验结果具有准确性和重复性；

(4) 在使用中检验结果具有敏感性和特异性；

(5) 提供具有使用价值的资料，如从临床表现来看治疗是否合适和有效；

(6) 在诊断操作中可能出现的危险性；

(7) 由于报告的错误和误解而产生的可能后果；

(8) 给病人及其家庭带来的负担，包括可能的经济负担。

从保健医疗单位或系统角度来说应该考虑以下有关的附加因素：

(9) 需要应用此项诊断技术的频次，它受某种疾病的发生率和检出率影响或者受到什么样疾病才需要应用此项技术的影响；

(10) 此项技术实际应用的次数及可信性；

(11) 从事此项技术的专业人员，他们要能解释检查结果；



(12) 必要的维修人员；

(13) 仪器对野蛮装卸、对环境（如湿度、室温、错误操作和电源电压不稳）的耐受程度和可能发生的故障。

(14) 本单位或当地技术人员能否提供维修服务；

(15) 仪器的备件是否容易和迅速的得到，其价格多少，有无厂家的服务和保修期限。

(16) 供应和处理消耗品的能力；

(17) 与此项技术有关的其他服务项目及其工作效率；

(18) 除心血管疾病的诊断外有无其他用处；

(19) 开始购置设备及使用此项技术的经费以及更新时的经费；

(20) 预料此项技术报废的速度；

(21) 需要的经费移作他用即机遇价值。

对一项诊断技术，首先要考虑它的是价值和价值效益。至于设备的价钱、供应、专业和技术服务，以及维修保养等，在不同情况下有很大的差异。

在计算价值效益时，实用价值也很重要。某项诊断技术可以达到某些目的，从单一指标来看也许是有效益的，但从全面的适用性来说则应考虑上列的诸多指标。

具有临床意义的资料能否得到，能否据之来扩充其适用能力，报告的可信性如何，在实际应用中它的成功率如何，以及其价值和机遇价值如何，是决定该技术的重要因素。各种因素相关的重要性有所不同，因此各项诊断技术因之而异。

一项特殊诊断技术是否适用，一方面要根据提出建立的是哪一级保健组织（初级、中级还是高级），另一方面要看保健组织的全面安排和发展它的经济来源如何来决定。

### 3. 特异性的心血管疾病的诊断和评价技术

#### 3.1 临床病史

详尽的临床病史是诊断与评价心血管疾病最重要的资料之

一。汇集病史的工作需要有经过训练的，有知识和实践的专业人员来完成。病史的复杂性与完整性取决于工作的目的（疾病的鉴别，决定是否转诊，确诊或制订治疗措施）和保健工作的水平。

诊断心血管疾病，必须依靠病史和体检。病史能提示疾病的性质与严重程度，通过研究病史人们能观察到病人心理、家庭、环境、社会因素在疾病的发生或发展中所起的作用，还能提供病人的某些非心血管疾病及与之有关的症状资料；以及提供有关预后后的信息。更重要的是它能作为选择诊治手段的基础资料。

象所有其他诊断手段一样，病史记载有其局限性。有些症状可能很主观，因为对其叙述和评价是由病人本人来决定的，因而很难进行定量估计。其他系统疾病也可引起与心血管疾病相同的症状，因而其特异性是可变的。更有甚者，严重的心血管疾病可以没有症状，而中等程度疾病或完全无病者症状可以很明显。

不能过分强调病史的重要性。病史汇编有时价值不大，它可以应用在各级保健医疗单位和各类保健工作中。

根据病人的文化程度设计统一的调查表，用以识别常见症状，即使不是医生也能胜任，并可对某些病例进行病情分级。尤其适用于边远地区由非医生进行的病历记录。

### 3.2 体格检查

体检的基本技术是望、触、叩、听。它们彼此之间，以及与病史之间互相补充。心脏和血管的听诊在下列疾病的诊断中尤为重要，如心脏瓣膜病、先天性心脏病和心肌疾病、末梢动脉疾病、全身性和/或肺动脉高血压、心包炎、以及某些心律失常。

在各类和各级医疗单位，应该对所有的病人进行体检，包括量血压。无论是成人还是婴幼儿，都必须记录其身高和体重，以估计生长率和整体发育情况。在判断是否需要另外的诊断手段、建立或改变治疗方案时，完整的体检资料非常必要。

体检有价值效益。有些操作（如测量心率、血压、身高和体重，甚至筛选某些异常体征）可由非医生来进行。虽然需要听诊器和血压计，但花钱不多，除血压计需定期校正之外，一般不需

要仪器维修费。

### 3.3 心电图记录及其有关技术

心肌活动产生电压的变化,可在体表以时间为依据用描图的方式记录下来,即为心电图(ECG)。它是鉴别诊断心律失常和传导障碍最理想的工具,在诊断和估计心肌梗塞和心肌缺血综合征时也是必不可少的。它还可用于诊断下列疾病,如心室和心房的肥厚、心脏多种解剖异常、心包炎、全身疾病对心脏的影响、药物对心脏的作用、电解质紊乱以及起搏器的监测。另外,ECG能提供诊断和预后信息。其敏感性与特异性因不同病种而异。

标准的心电图有12个导联,分别是I, II, III, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3, V4, V5, V6导,由单波道或多波道仪器记录。

心电图机一般不贵(每波道1000美元)并且比较耐用。消耗品如心电图纸和导电糊都相对不贵。电极、电极皮带、接病人的导线有时需要更换。必须备有合适的电源(外接电源或一次性或再充电电池),另外,需要维修人员定期维修。

心电图可由受过训练的技术员、护士和其他医务人员去做,分析心电图则需受过特殊训练的专业人员承担,一般应由医生分析。现已有心电图计算机自动分析系统,其准确度不一,使用任何系统的仪器均应予以验证。一般来讲,正常结果是可信的,但发现异常结果常需由医生来核定或复查。仪器必须是经过大量描图检验工作后的,这样的系统才是合适的。

有些病例,用电话或无线电通讯传送心电图与临床资料是有用的。例如,急救医生在流动急救单位中获取的监测资料,心电图专家在遥远的地方对心电图进行会诊的资料。还有遥测起搏器功能和监测病人在接受运动康复治疗情况的资料。

心向量图是在完整的心动周期中,在二个或三个平面上记录心肌瞬间心脏电动力的大小和平均方向。向量概念对心电图教学与理解是有帮助的,但它不会比心电图提供更多的信息。仪器昂贵,需专门知识来解释记录结果。

动态心电图监测仪可连续监测心电信息,一般为24小时。该

仪器可记录下全部信息以便以后重放，也可仅记录异常情况。

该设备可用于下列情况：可疑心律失常的诊断，评价抗心律失常药物的疗效，鉴定临床上的“无症状”性心肌缺血。此仪器对监测心脏节律是够用的，但对记录频率较低的反映心肌缺血可信性的ST段及T波的异常即显不足。对全部自动化记录系统的敏感性必须加以验证。

动态心电图监测仪的价格昂贵（大约为40,000美元，包括较为昂贵的重放及分析系统）。一些新的系统（事件记录/实时分析设备）可能较便宜。消耗品包括供记录器用的电池和一次性电极。接病人的电缆需经常更换，病人携带的记录器价值2500美元，极易损坏甚至丢失。该设备需由受过特殊训练的技术员或护士和医务人员使用，并由他们提供最佳的报告。

### 3.4 胸部X线摄片与透视

标准的胸片可显示心脏的大小、心脏腔室的扩张情况、其他心血管影像的异常、心包和其他心脏结构的钙化情况、肺野与肋骨骨架的异常。该设备使用简单，且易获得满意的效果。在处理心血管病时，世界卫生组织基本放射系统的X线机就能满足摄胸片的要求。然而，胸片的解释要有足够的专门知识。必须配有常设的稳定的供电设备，亦可用充电电池设备代替。

胸部透视，具有增强影像的效果，可选择地用于特殊目的，如：辨认心瓣膜、冠状动脉及心包的钙化，估计修复瓣膜的功能，确认肺门舞蹈征和起搏（和其它）导管的插入情况。

### 3.5 心音图与心机图

心机图是在体外通过描图方式记录由心脏产生的低频搏动；心音图则是记录人耳可听范围内的声音信号，如心音和杂音。虽然此项技术可提供许多心脏功能方面的指标，包括其功能正常和功能异常及其严重程度度的指标，但作为临床诊疗手段它已被其它技术尤其是超声心动图所代替。这项技术还在医生的教学当中应用，但它们的应用和解释都需要专门知识。它们在心血管疾病的诊

断、评价和处理方面已失去重要作用。

### 3.6 超声心动图

超声心动图（或心脏超声波检查）是引导超声波束穿过胸壁，然后探测和分析其回声波。超声波是由转换器产生，一般其频率范围为 2.5 ~ 7 MHz（低频用于高大的人，高频用于瘦小的人）。发出的超声波被心脏内或其周围的组织结构折射、吸收或反射，然后被同一个转换器探测到。用阴极射线管观察并记录返回的声音信号，一次成像在胶片上，热敏或光敏纸上，或电视录像机上，从而显示心脏壁，心脏内部结构和相邻组织的位置和运动影像，由计算机在影像上直接测量数据和分析。

运动的物体可以改变它所反射出的声音的频率，多普勒超声心动图仪利用这个特点来辨认血流情况并分析其特征。

M型超声心动图，只能显示超声波束探测过的狭窄线区；随时间显示沿此轴线物体结构的运动情况。该技术提供下列结构的平面数据：心腔、心壁、瓣膜的结构和功能，心腔内结构，心包间隙。它不能显示心脏的某些切面，故其应用受到限制。

在二维超声心动图中，超声波沿扇形平面扫描，故其回声能连续显示横断面影像。可用于研究瓣膜的结构和功能、瓣膜下结构、全部和局部心室功能、射血分数、室壁厚度形态，室壁瘤形成、先天畸形、心腔内团块、心包疾病、主动脉瘤和其他结构。多普勒脉冲信号和二维超声心动图结合，可研究血流模式，包括测量异常流向，分流和心输出量。通过彩色增强可以更清晰地辨认血流模式。连续多普勒结合二维超声心动图，能使研究由于血流而形成的瓣膜压力梯度和观察瓣膜区的可能性增加。

根据超声心动图的数据，一些患先天性或瓣膜性疾病的病人可不作导管检查而直接手术。然而，近来用超声心动图估计冠状血管系统情况仍不够理想。

利用食道内探头可以检查如心房的附件及能更好地检查主动脉剥离病变，但只有少数临床医生能掌握此技术。

增强的彩色多普勒信号对解释超声心动图的结果虽有很大帮

助，但亦非必不可少的。

计算机处理信号在检测心腔面积、心壁厚度和射血分数方面很有用处，但这些数据也可人工计算。在实验的基础上，计算机分析也可试用于确定组织的特性。

“超声对比显像”——示踪剂可用生理盐水、吲哚花青苷(indocyanine)或病人自己的血液作为标记物，注入血循环中行多普勒检查，以显示一定的血流形态和分流情况。

在许多单位，超声心动图由受过特殊训练的技术员在医生的指导下操作，其结果由医生分析。

M型超声心动图仪相对不贵，大约价值为4000~8000美元。二维超声心动图仪较贵，价值约为2万~14万美元。仪器的复杂程度和探头的数目决定价格；最少需要二个探头，一个用于小儿，一个用于成人。

### 3.7 运动试验

在心血管病诊疗过程中，运动试验已成为一种必需的、无创伤性的、可进行诊断和预后判断的评价手段。

踏车功率计和活动平板作为常规的运动项目，目前已广泛应用。对于不适合使用这两个项目的特殊病人可使用上肢运动功率计，但它所完成的运动负荷量较低。

在运动试验中最好连续监测12个心电图导联，最少也要监测三个导联，并定时记录血压。在操作中应常规观察或测量下列参数：症状（胸疼，不适，疲劳，头晕，跛行等），心率，血压，ST段变化，心律失常和运动负荷量。

运动试验用在心血管病的诊断、预后及治疗方面，但主要用于冠心病病人。它能帮助确定有无心肌缺血存在，估计缺血的严重程度和部位，并据此决定是否需要进行冠状动脉造影或干预性治疗。

运动试验还可用于：

——正处于康复和接受锻炼治疗中的病人，确定今后合适的运动量，监测病情变化并提供人身保险的资料。

——检测左心室功能。

——评价治疗效果。

——测定由运动引起的心律失常和传导障碍。

——对特殊职业和特殊环境中的人检出易患冠状动脉疾病的高危病人。

然而，对于冠状动脉疾病患病率较低的人群，运动试验不能作为一种常规的筛选方法。

运动试验是一种无创伤性的和十分安全的试验，在任何实验室中，其结果均具有一致性和可重复性。对患冠心病危险性较高的人群，其敏感性和特异性较高。在中年妇女中其特异性较低，如可产生假阳性结果。在患冠心病危险性较低的人群中，其特异性也较低。下列情况可使运动试验敏感性下降：能动性较低的病人，非心脏原因限制运动负荷量如肺部疾患的病人，受过矫形术者或神经科病人；静息时心电图不正常者如左束支传导阻滞，左心室肥厚的人；用过某种药物者如洋地黄、 $\beta$ 受体阻滞剂和巴比妥类。

下列情况禁忌做运动试验：严重的充血性心力衰竭，有持续胸疼的不稳定性心绞痛，危及生命的心律失常，严重的主动脉瓣狭窄，有症状或严重的心脏传导阻滞。

由于多种原因，所采用的下列应激方法检测心脏都很不理想。如：心房起搏，握力试验，冷压试验和潘生丁试验。

做运动试验使用的设备相对不贵。活动平板或踏车功率计，包括计算机记录系统，价值3万~4万美元；其中一半以上花在计算机系统上，它虽有用但并非必不可少。其他费用包括完整的复苏设备（大约6 000美元）以及一次性消耗品费用（每次试验大约15美元）。做该试验时必须配有一名训练有素的技术员，并要求试验时有一名医生在场。

### 3.8 核心脏病学

无创性铊-201心肌灌注方法已广泛用于对冠状动脉疾病的估计。铊以与钾相同的方式被组织摄取，根据心肌的完整性和局部灌注情况分布在心脏之中。

操作过程包括先给病人安装好静脉通道，然后进行一定负荷

的运动。一旦达到目标水平，立即静注铊-201，继续进行短暂的运动，然后停止。进行一般临床摄像或使用闪烁照相机从第5分钟到第10分钟进行闪烁照相。充盈缺损表明有心肌低灌注区，心肌疤痕或心肌损伤存在。如果观察到充盈缺损，应在3~4小时后重复摄像。若在第二次摄像中仍有充盈缺损，则几乎可以肯定有心肌损伤或疤痕存在。

逐段分析扫描图像可以辨认出狭窄的动脉。若存在多支血管病变，由于扫描仅显示铊相对分布的情况，故仅在最严重的血管狭窄部位才显示充盈缺损。在严重的冠状血管三支病变中，偶尔也出现示踪剂均匀分布的情况。

单纯铊-201平面影像的主要缺陷是要求观察者主观地减去本底的影响，并从一个二维的影像中估计一个三维物体灌注的一致性。新近的仪器已能常规进行计算机辅助定量分析，从而减轻了上述存在的问题并能减少不同观察者之间以及同一观察者各次观察之间的差异。更新的设备配有旋转 $\gamma$ 照相机和信号处理系统，以此产生体层影像。

当病人有不典型胸疼和/或不能确定运动试验中心电图不正常的真正意义时，可用心肌显像来测定是否有心肌缺血。该技术也可用来判定心肌缺血和坏死的部位和范围。

由于显影技术费用昂贵，故该技术仅用于心电图运动试验检测以后仍不能确诊的病例。

配有计算机定量分析的平面影像设备价值10万~18万美元；体层显像设备价值约30万美元。每次试验所用铊-201(55~75MBq或1.5~2.0mCi)约值75~300美元。应由受过特殊训练的人员来使用仪器。目前更优越的心肌示踪剂技术正在开发和评价之中。

亲梗死心肌闪烁照相术，一般用镓-99二价焦磷酸盐为示踪剂，目前使用相对较少。其敏感性与特异性均较低，为临床提供的信息也有限。

放射性核素心血管造影术，将示踪剂滞留于血液之中，用单柱 $\gamma$ 探头可检测整个心脏功能。该技术仍在某些场合下由熟练医



生操作而使用，但其在放射性核素心血管造影中作用不大。

采用  $\gamma$  照相机（用于铊-201 研究，平面型就很适用），能直观地显示心脏各腔室和定量地估计心室功能。静脉注射铊-99 可标记病人的红细胞。如果是一次大剂量注射，可以显示造影剂由一个心腔进入另一个心腔的首次通过的情况——“首次通过放射核素心血管造影”。高浓度示踪剂只能持续几个心搏周期。几分钟后示踪剂即完全混合并均匀地分布于心脏的各个腔室之中。此时需使用“多门路影像技术”，影像信号根据示踪剂在循环周期中停留的时间，可以持续几分钟然后消失，在显像期间这种变化呈周期性出现。

每种技术各有其优点。它们都能定性和定量地评价局部和全部的心室功能，并能鉴别心脏解剖部位异常。当预计心室功能变化较快和需重新估计时，可使用首次通过技术；它也可用于显示多门路显像不能显示的分流。

平面  $\gamma$  照相机价值 10 万~18 万美元，同位素价值 75~150 美元。如果需要，也可用一次剂量同位素同时做首次通过和多门路显像二项试验。

正电子发射体层照相术(PET)是根据在双光子发射方向的对面，正电子可被相应的电路系统探测到的理论设计的。该技术采用一个或多个环状探测器放在发射装置对面，也就是需摄像物体的周围。PET 使用的是半衰期短的示踪剂进行心脏扫描，目前用于研究局部心肌的血流分布和心肌代谢。由于示踪剂半衰期短，所以大多数需使用微型回旋加速器(碳-11, 氮-17, 氟-18等)或铷-82 发生器，要放在 PET 照相机旁。该设备费用为 150 万~280 万美元。所用核素源价钱(微型回旋加速器为 80 万美元，铷-82 发生器为 3.5 万美元)。目前 PET 扫描仅供研究用。

### 3.9 心导管术和血管造影术

借助于心导管术及其与之有关的有创性技术能对不同的疾病状态，提供心血管系统功能情况。可在多种情况下进行(如静息时、运动时，人工起搏时、使用药物时)。在对心脏疾病及其有