



心内科疾病 临床诊治学

主 编 李俊民 张天维 关思虞
陈 慧 员小利 赵文霞

XINNEIKE JIBING
LINCHUANG ZHENZHIXUE

黑龙江科学技术出版社

责任编辑：李欣育

装帧设计：**雅卓图书**TM

心内科疾病临床诊治学

XINNEIKE JIBING LINCHUANG ZHENZHIXUE

ISBN 978-7-5388-9751-7



9 787538 897517 >

定价：88.00元



心内科疾病 临床诊治学

主 编 李俊民 张天维 关思虞
陈 慧 员小利 赵文霞

XINNEIKE JIBING
LINCHUANG ZHENZHIXUE

黑龙江科学技术出版社

此为试读, 需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

图书在版编目(CIP)数据

心内科疾病临床诊治学 / 李俊民等主编. --哈尔滨:
黑龙江科学技术出版社, 2018.2
ISBN 978-7-5388-9751-7

I. ①心… II. ①李… III. ①心脏血管疾病—诊疗
IV. ①R54

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第115013号

心内科疾病临床诊治学

XINNEIKE JIBING LINCHUANG ZHENZHIXUE

主 编 李俊民 张天维 关思虞 陈 慧 员小利 赵文霞
副 主 编 杨 闯 杨晓艳 周 青
责任编辑 李欣育
装帧设计 雅卓图书
出 版 黑龙江科学技术出版社
地址: 哈尔滨市南岗区公安街70-2号 邮编: 150001
电话: (0451) 53642106 传真: (0451) 53642143
网址: www.lkebs.cn www.lkpub.cn
发 行 全国新华书店
印 刷 济南大地图文快印有限公司
开 本 880 mm × 1 230 mm 1/16
印 张 13
字 数 400 千字
版 次 2018年2月第1版
印 次 2018年2月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5388-9751-7
定 价 88.00元

【版权所有, 请勿翻印、转载】

前 言

医学科学发展迅速，随着新理论、新观念、新技术、新方法不断地涌现，心脏病学亦乘势而上。循证医学理念的提出和推广，使诊治疾病、判断预后从以经验为基础转变为以证据为基础，制定出各种规范化的诊治指南，提高了诊治效果。新的诊疗技术和方法的问世，继续提高心血管病的诊疗水平，特别是介入性诊治技术的崛起，逐步成为诊治心血管疾病的常用方法。

本书是编者结合自身专业特长及多年丰富的临床经验，并参考了大量相关文献撰写的，着重介绍了心内科常用检查和治疗技术以及高血压、心绞痛、心肌梗死等常见疾病的诊治；紧密结合临床实践及现代心血管病学进展，资料新颖，科学实用。

在编写过程中，虽力求做到写作方式和文笔风格的一致，但由于参编人数较多，加上编者经验和精力有限，因此难免有一些疏漏，特别是现代医学发展迅速，科学技术日新月异，本书阐述的某些观点、理论可能需要修改，望广大读者提出宝贵意见和建议。

编 者
2018年2月

目 录

第一章 心脏检查	1
第一节 超声心动图负荷试验	1
第二节 心肌放射性核素检查	7
第三节 心电图运动负荷试验	20
第四节 心血管系统 MRI 和 CT 检查	31
第五节 血管内皮功能无创检测	39
第六节 存活心肌检测与评价	42
第二章 心内科常用监护技术	46
第一节 血流动力学监护	46
第二节 心阻抗血流图无创伤性监测血流动力学技术	51
第三节 心音图监护技术	61
第三章 心血管疾病的非药物治疗	68
第一节 心脏电复律	68
第二节 阵发性室上性心律失常的导管射频消融治疗	73
第三节 心房扑动的导管射频消融治疗	83
第四节 心房颤动的导管消融治疗	89
第五节 室性心律失常的导管消融治疗	106
第六节 其他消融技术	122
第四章 高血压	129
第一节 原发性高血压	129
第二节 高血压危象	142
第三节 难治性高血压	143
第四节 继发性高血压	144
第五章 心绞痛	149
第一节 病理生理基础	149
第二节 临床表现	152
第三节 鉴别诊断	153
第四节 临床分型	154
第五节 治疗	160
第六章 心肌梗死	165
第一节 定义和分类	165
第二节 病理机制	166
第三节 病理生理	168
第四节 临床表现	170

心内科疾病临床诊治学

第五节 实验室检查·····	172
第六节 辅助检查·····	174
第七节 诊断和鉴别诊断·····	175
第八节 并发症·····	176
第九节 治疗·····	178
参考文献·····	202

第一章

心脏检查

第一节 超声心动图负荷试验

超声心动图负荷试验 (stress echocardiography, SE) 是通过增加心脏负荷, 诱发心肌缺血, 产生超声心动图可检测到的室壁运动异常, 用于临床冠心病的诊断、筛选治疗方案、评估疗效和判断预后。

冠状动脉具有很强的代偿能力, 以满足心肌对氧需求量的增加, 表现为应激时冠状动脉扩张及血流速度的增快, 使冠状动脉血流量明显增加, 冠状动脉血流量的最大增加值可达静息状态时的 4~5 倍, 这种代偿能力称为冠状动脉血流储备。在冠状动脉粥样硬化情况下, 当病变血管直径狭窄率达到一定程度 (大于 60%) 时, 虽然在静息状态下心肌的血氧供求尚能维持平衡而无节段性室壁运动异常 (regional wall motion abnormality, RWMA), 但此时冠状动脉血流储备已开始下降, 应激时冠状动脉血流量不能相应地增加或增加能力受限, 故可出现 RWMA。

一、运动负荷试验

最常用的运动方式有运动平板、直立位踏车或仰卧位踏车。运动负荷试验对诊断冠心病是一种理想的无创性方法, 操作简单, 安全性高于药物负荷试验, 是唯一能够显示患者自然状况的试验。随着运动量的逐级递增, 机体代谢增加, 心率增快, 血压升高, 心率与血压乘积增高, 心肌耗氧量增加, 有冠状动脉狭窄的心肌发生或加重心肌缺血。但由于运动时超声检查困难, 往往要在高峰运动后马上进行超声检查, 存在时间延迟, 影响观察的准确性。并且运动后呼吸急促、心率增快, 影响高质量二维图像的获取。

(一) 平板运动试验

【方法】让患者在能够自动调节坡度和转速的平板上行走, 按预先设计的运动方案, 在一定的时间内逐渐提高平板坡度和速度。根据患者心功能状况行标准的平板运动试验, 运动应持续至患者心率达到年龄预计极量心率的 85% 以上。仅在运动前和运动后即刻描记超声心动图。

1. Bruce 方案 根据年龄计算最大心率的 Bruce 方案适合我国人群 (表 1-1)。对年龄较大的患者则采用修订的 Bruce 方案 (表 1-2)。

表 1-1 Bruce 平板运动试验的分级标准

级别	时间 (min)	速度 (mile/min)	坡度 (°)
1	3	1.7	10
2	3	2.5	12
3	3	3.4	14
4	3	4.2	16
5	3	5.0	18
6	3	5.0	20
7	3	6.0	20

表 1-2 修订的 Bruce 分级标准

级别	时间 (min)	速度 (mile/min)	坡度 (°)
1	3	1.7	0
2	3	1.7	5
3	3	1.7	10
4	3	2.5	12
5	3	3.4	14
6	3	4.2	16
7	3	5.0	18

2. 极量心率预计标准 平板运动试验的极量心率预计标准根据年龄计算。次极量运动试验相当于极量心率的 85% (表 1-3)。

表 1-3 根据年龄预计靶心率

年龄 (岁)	极量心率 (min^{-1})	次级量心率 (min^{-1})
25	200	170
30	194	165
35	188	160
40	182	155
45	175	150
50	171	145
55	165	140
60	159	135
65	153	130

3. 心电图监测 不同于常规心电图运动负荷试验, 该试验中胸前导联 $V_3 \sim V_5$ 电极应避开超声窗, 即将 $V_3 \sim V_5$ 导联位置调低 1 个肋间。运动前描记卧位及立位 (或踏车坐位) 12 导联心电图, 运动中每 3min 记录 1 次, 持续心电监护, 达到运动终点后立即平卧, 描记运动后 0min、2min、4min、6min 的全导联心电图。

4. 血压监测 常规监测肱动脉血压, 最好采用电子血压计, 方便快捷。运动前测量卧位及立位 (或坐位) 血压, 运动开始后每 3min 复测一次, 运动终止后 0min、2min、4min、6min 分别测血压。

5. 超声心动图检查 所有患者运动前快速采集完整的基础超声心动图图像。静息图像应包括胸骨旁长轴、短轴切面和心尖二腔心、四腔心切面。在患者结束运动躺到检查床上时, 尽快采集峰运动后图像 (左侧卧位)。图像采集切面与基础状态相同。运动前及运动后即刻 (3min 内) 平卧位或左侧卧位采集超声心动图图像。卧位踏车试验均测量左侧卧位, 每 3min 测量 1 次。

6. 运动终点 出现下列情况之一即达到运动终点。

- (1) 心率达到次极量标准 ($195 - \text{年龄}$)。
- (2) 出现典型心绞痛发作。
- (3) 出现新的室壁运动异常或原有室壁运动异常加重。
- (4) 心电图上 ST 段水平型或下斜型压低大于等于 0.2mV。
- (5) 出现严重的室性心律失常。
- (6) 收缩压升高至大于 220mmHg 或下降大于等于 20mmHg (2.66kPa), 舒张压下降大于等于 15mmHg (2.00kPa)。
- (7) 出现头晕、面色苍白、步态不稳或下肢无力不能继续运动。

(二) 踏车运动试验

让受试者在特制的自行车功量计上 (卧位式踏车或坐位式踏车) 以等量递增负荷进行踏车。起始

负荷量为 25~30W，每隔 2~3min（每级）递增 25~30W，共 8 级。踏车速度保持在 35~100r/min，最理想的速度为 60r/min。

该试验允许检查者在运动前、运动中和运动后连续监测超声心动图 [基本方法同“(一) 平板运动试验”]。

二、药物负荷试验

无法运动或不便于运动的患者可使用药物负荷试验。

常用拟交感神经药物或血管扩张药：①拟交感神经药物：通过激活 β_1 、 β_2 、 α_1 等肾上腺素能受体，增加心肌收缩力（变力性），增快心率（变时性）和升高血压，从而产生负荷。以多巴酚丁胺应用最为广泛。低剂量多巴酚丁胺 [小于 $10\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$] 可有效地增加心肌收缩力，而对心率、血压的影响较小，对冬眠、顿抑的心肌可起到暂时性“唤醒”作用；大剂量 [大于 $20\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$] 时可明显增加心肌收缩力，增快心率，同时使血压轻度升高，从而增加心肌耗氧量，诱发心肌缺血。②血管扩张药物：静脉滴注双嘧达莫或腺苷可引起心肌灌注异常，血液从狭窄冠状动脉所供应心肌分流至其他部位，引起“冠状动脉窃血”现象。腺苷的半衰期较短，不良反应较少，但作用持续时间短，超声不易发现，敏感性低于双嘧达莫。

由于药物负荷的无创性、非运动依赖性及克服了运动方式制约下获取图像的难度，扩展了负荷超声心动图的临床应用范围。但各类药物均有不同程度不良反应，需要心内科医师的参与。多巴酚丁胺负荷试验敏感性高于血管扩张药物，可用于存活心肌的检出，而后者无此功能。

（一）低剂量多巴酚丁胺负荷试验

1. 原理 低剂量的多巴酚丁胺 [小于 $10\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$] 可有效地增加心肌收缩力，而对心率、血压的影响较小。对冬眠、顿抑的心肌，多巴酚丁胺可起到暂时性“唤醒”。

2. 适应证 如下所述：

- (1) 对心肌梗死患者判断是否有存活心肌。
- (2) 评估、预测心肌血管重建术后的效果。
- (3) 鉴别缺血性心肌病与扩张型心肌病。

3. 禁忌证 如下所述：

- (1) 不稳定型心绞痛。
- (2) 血流动力学不稳定，尤其是正接受儿茶酚胺类药物治疗者。
- (3) 严重室性心律失常、心房颤动、预激综合征并阵发性室上性心动过速。
- (4) 有附壁血栓及其他心内占位病变。
- (5) 假性室壁瘤。
- (6) 血压过高：SBP \geq 160mmHg (21.28kPa) 和 (或) DBP \geq 110mmHg (14.63kPa)。
- (7) 对多巴酚丁胺不能耐受者。

4. 试验方法 如下所述：

- (1) 患者取左侧卧位或平卧位。
- (2) 建立静脉输液通路。
- (3) 连接心电、血压监护，在给药前（基线）、每一个剂量下和停药后（恢复期）均须记录心电图、血压及症状。

(4) 记录基线二维超声心动图图像。

(5) 静脉输注多巴酚丁胺，起始剂量： $2.5\mu\text{g}$ ，后依次按 $5.0\mu\text{g}$ 、 $7.5\mu\text{g}$ 、 $10\mu\text{g}$ 给药。

(6) 在每一剂量开始 3min 后记录超声心动图，每一剂量的持续时间控制在 5~10min。停药后 6min 记录恢复期超声心动图。

5. 终止试验指征 如下所述：

- (1) 节段性室壁运动异常得到改善。

- (2) 出现新的节段性室壁运动异常。
- (3) 达到最大剂量。
- (4) 心电图 ST 段较基线下降超过 0.1mV。
- (5) 出现心绞痛。
- (6) 出现严重心律失常。
- (7) SBP > 160mmHg (21.28kPa) 或 DBP > 110mmHg (14.63kPa), SBP < 90mmHg (11.97kPa)。
- (8) 出现其他不能耐受的症状。
- (9) 心率达到 (195 - 年龄) 次/min, 或心率增快超过基线 50% (部分患者对多巴酚丁胺较敏感, 即使在低剂量下, 也可能出现类似在高剂量下的反应)。

6. 判断标准 如下所述:

- (1) 阴性: 完成试验, 室壁运动异常的节段无任何改善, 即无存活心肌。
- (2) 阳性: 试验过程中出现下列情况之一者, 表明室壁运动异常的节段有存活心肌。
 - a. 试验中先出现节段性室壁运动异常改善大于等于 1 级, 随试验进行, 原室壁运动改善的节段再度恶化, 即“双向反应”。

- b. 节段性室壁运动异常改善大于等于 1 级。

7. 注意事项 如下所述:

- (1) 静息状态无室壁运动异常者, 不须行本项检查。
- (2) 注意报告中有无超声心动图图像不清晰或无法显示某些切面图像的说明。
- (3) 检查时需备有氧气、除颤器、抢救药物等。
- (4) 对危重患者或急性心肌梗死小于 1 周者, 建议尽可能在 CCU/ICU 床旁进行。
- (5) 应使用微量注射泵或输液泵精确输注药物。
- (6) 左心室的节段划分推荐使用 16 段分段法。
- (7) 节段性室壁运动异常按其严重程度划分为 5 级: 正常、低动力、无动力、反常运动、室壁瘤。
- (8) 必要时低剂量多巴酚丁胺负荷超声心动图试验可与高剂量多巴酚丁胺负荷超声心动图试验一起进行, 即首先完成低剂量负荷试验, 随后继续进行高剂量负荷试验。

8. 结果分析 目前, 较多采用美国超声心动图协会指定的 16 节段模型 (图 1-1) 评价节段性室壁运动。16 节段划分法是用左心室的 3 个长轴切面及 3 个短轴切面将左心室分为基底段及中段各 6 节段, 心尖段分为 4 节段。3 个短轴切面分别为左心室短轴二尖瓣口水平、乳头肌水平及心尖水平。3 个长轴切面为左心室长轴切面、心尖四腔心切面和心尖二腔心切面。但该方法的应用基于许多假设, 如左前降支总是供应整个心尖部, 后壁总是由左回旋支供血等。一般而言, 有显著狭窄的冠状动脉数目与超声发现的缺血心肌节段的数目直接相关。超声上判断室壁向心运动异常多以目测与幅度测量相结合, 进行定性与半定量诊断。分析如下:

(1) 收缩期室壁增厚 (心内膜运动): 即收缩期局部心肌心内膜与心外膜的间距, 正常值大于 5mm; 减弱小于 5mm; 无运动小于 2mm。



图 1-1 典型的报告 16 心肌节段模型的“牛眼”模式图

(2) 收缩期室壁增厚率 (TH, %): 即室间隔或左心室后壁收缩末期厚度减去舒张末期厚度再除以舒张末期厚度, 乘以 100%。正常值大于 30%; 减弱小于 30%; 收缩期增厚率消失为无运动。

(3) 室壁运动记分法: 室壁运动评分标准分为 4 级 (表 1-4)。

表 1-4 室壁运动评分标准

分级	评分标准	分值
1	室壁运动正常, 室壁增厚与室壁过度运动, 心内膜运动大于等于 5mm, 收缩期室壁增厚率 >30%	1
2	室壁运动减弱, 心内膜运动 <5mm, 收缩期增厚率下降	2
3	室壁无运动, 心内膜运动及收缩期增厚率消失	3
4	室壁反常运动, 即矛盾运动: 收缩期心内膜面背离室腔, 室壁变薄	4

9. 保健提示 如下所述:

(1) 超声心动图负荷试验具有简便、快捷、安全、准确、客观、可重复性好等优点。在临床上广泛用于评价心肌活力, 对怀疑或已知冠心病、心肌梗死后、冠脉介入治疗术后、心脏瓣膜置换术后、心脏移植后、非心脏手术后患者的预后判断价值, 对主动脉瓣狭窄、二尖瓣反流、二尖瓣狭窄、肥厚型心肌病等非缺血性心脏病的心功能也有评估价值。此外对于评价按需型起搏器的功能、药物治疗效果也有指导意义。但是需要提及的是, 对检查结果的判定存在很大的主观性, 容易受操作者的经验技术水平、仪器设备性能、图像质量等因素的影响。

(2) 不论选择何种超声心动图负荷试验, 在检查前都应该严格掌握适应证、禁忌证及适用人群。检查前向患者及其家属交代检查方法及可能出现的并发症, 取得其理解和配合, 并签署知情同意书。所有超声心动图负荷试验均需要血流动力学监测设备、心肺复苏药物、除颤仪。试验前禁食 4h。根据所选择试验的不同, 停用可减慢心率的药物, 尤其是 β 受体阻滞药, 或硝酸酯类药物, 或茶碱类药物, 咖啡、茶、可乐等饮品至少停用 2~3d, 除非试验目的是为了评估这些药物用于预防运动诱发的心肌缺血的效应。

(3) 严格保证负荷试验前、中、后探测部位或取样部位的一致性, 良好的可比性是正确诊断的保证。

(4) 超声心动图负荷试验的观察指标可根据需要进行调整。

(5) 对检查过程中可能出现的不良反应需要提前告知患者: 运动负荷试验过程中, 如出现头晕、恶心、体力不支、步态不稳等不适, 应及时提出并中断试验, 平卧位休息, 监测血压、心率, 糖尿病患者还要警惕检查过程中可能出现的低血糖反应; 多巴酚丁胺超声心动图负荷试验中, 可出现头痛、面部发胀、心悸、恶心、心前区不适、心律失常, 相关症状一般停药后数分钟很快消失, 无须特殊处理, 症状严重时及时向检查医师报告; 双嘧达莫负荷试验中, 可有头胀痛、面红、心慌、胸闷、气短、心前区不适、心律失常及心电图缺血性改变, 同样应及时向医师报告。

(6) 检查结束后, 嘱患者卧床休息数小时。如行药物负荷试验, 要多饮水促进药物排泄。

(二) 大剂量多巴酚丁胺负荷试验

1. 原理 大剂量 [大于 $20\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$] 的多巴酚丁胺可明显增加心肌收缩力, 增快心率, 同时使血压轻度升高, 从而增加心肌耗氧量, 诱发心肌缺血。其增加心肌耗氧量的程度与剂量呈正相关。逐步增加多巴酚丁胺的剂量所产生的心脏负荷效应, 与逐步增加运动量所产生的负荷效应极为相似。

2. 适应证 如下所述:

- (1) 冠心病的辅助诊断。
- (2) 心肌血管重建术后再狭窄的辅助诊断。
- (3) 对冠心病患者进行危险分层。
- (4) 评估冠心病患者的活动耐力, 或对非心脏手术、有创性检查的耐受力。

3. 禁忌证 如下所述:

- (1) 不稳定型心绞痛, 急性心肌梗死。

- (2) 未纠正的心功能不全。
- (3) 梗阻性肥厚型心肌病。
- (4) 严重室性心律失常、心房颤动、预激综合征并阵发性室上性心动过速。
- (5) 附壁血栓及其他心内占位病变。
- (6) 假性室壁瘤。

(7) 血压过高：SBP 大于等于 160mmHg (21.28kPa) 和 (或) DBP 大于等于 110mmHg (14.63kPa)。

- (8) 对多巴酚丁胺不能耐受。

4. 试验方法 如下所述：

- (1) 患者取左侧卧位或平卧位。
- (2) 建立静脉输液通路。

(3) 连接标准 12 导联心电图、血压监护，在给药前 (基线)、每一个剂量下和停药后 (恢复期) 均须记录 12 导联心电图、血压及症状。

- (4) 记录基线二维超声心动图图像。

(5) 静脉输注多巴酚丁胺，起始剂量： $5\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ ，此后依次增至 $10\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ 、 $20\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ 、 $30\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ 、 $40\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ 给药。

(6) 在每一剂量开始 3min 后记录超声心动图，每一剂量的持续时间控制在 5~10min。停药后 6min 记录恢复期超声心动图。

5. 终止试验指征 如下所述：

- (1) 出现节段性室壁运动异常。
- (2) 出现新的节段性室壁运动异常。
- (3) 达到最大剂量。
- (4) 心率达到 $(195 - \text{年龄})$ 次/min。
- (5) 心电图 ST 段较基线下降超过 0.1mV。
- (6) 出现心绞痛。
- (7) 出现严重心律失常。
- (8) $\text{SBP} > 160\text{mmHg}$ (21.28kPa) 或 $\text{DBP} > 110\text{mmHg}$ (14.63kPa)， $\text{SBP} < 90\text{mmHg}$ (11.97kPa)。
- (9) 出现其他不能耐受的症状。

6. 判断标准 如下所述：

- (1) 阴性：完成试验，无新的节段性室壁运动异常出现。

(2) 阳性：试验过程中出现新的节段性室壁运动异常，或原有的节段性室壁运动异常进一步恶化大于等于 1 级。

7. 注意事项 如下所述：

- (1) 注意报告中有无超声心动图图像不清晰或无法显示某些切面图像的说明。
- (2) 检查前应停用 β 受体阻滞药、硝酸盐 2~3d。
- (3) 检查时需备有氧气、除颤器、抢救药物等。
- (4) 应使用微量注射泵或输液泵精确输注药物。
- (5) 左心室的节段划分推荐使用 16 段分段法。
- (6) 节段性室壁运动异常按其严重程度划分为：低动力、无动力、反常运动、室壁瘤。

(7) 如果单用多巴酚丁胺无效，可联合使用阿托品以达到目标心率 (大于 85% 极量心率)，每分钟滴注阿托品 0.25~0.50mg，同时给予多巴酚丁胺 $40\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ ，并持续滴注至试验终点或阿托品总量达 2.0mg。如果患者心率已达到 85% 极量心率但无其他终点事件时，最好能按照试验方案完成试验。

8. 结果分析 同“大剂量多巴酚丁胺负荷试验”。

9. 保健提示 同“大剂量多巴酚丁胺负荷试验”。

(三) 双嘧达莫负荷试验

1. 原理 双嘧达莫可引起冠状动脉血流的再分布,使狭窄的冠状动脉血流量降低,即产生“窃血”现象,诱发心肌缺血。

2. 适应证 同“大剂量多巴酚丁胺负荷试验”。

3. 禁忌证 基本同“大剂量多巴酚丁胺负荷试验”。此外,长期服用黄嘌呤类药物且不能停药者、氨茶碱过敏或不能耐受者亦不适合该检查。

4. 试验方法 如下所述:

(1) 一般取左侧卧位或平卧位。

(2) 建立静脉输液通路。

(3) 连接标准 12 导联心电图、血压监护,在给药前(基线)、给药过程中和停药后(恢复期)均须记录 12 导联心电图、血压、症状。

(4) 记录基线二维超声心动图图像。

(5) 双嘧达莫给药方案:首选低剂量方案按双嘧达莫 0.56mg/kg 静脉注射,注射 4min 观察 4min,记录超声心动图。如小剂量方案试验为阴性,但临床高度怀疑冠心病者,可酌情继续进行大剂量方案。追加静脉注射双嘧达莫 0.28mg/kg 持续 2min(总量 0.84mg/kg),再观察 4min。无论是否出现节段性室壁运动异常均静脉注射氨茶碱 250mg,结束试验。

(6) 停药后 10min 记录恢复期超声心动图。

5. 判断标准 同“大剂量多巴酚丁胺负荷试验”。

6. 注意事项 如下所述:

(1) 双嘧达莫负荷超声心动图试验操作简便,但其敏感性低于高剂量多巴酚丁胺负荷超声心动图试验,且耐受性较差,近年来多被多巴酚丁胺试验替代。

(2) 检查前 2~3d 应停止饮用咖啡、茶、可乐等富含黄嘌呤的饮料。

(3) 氨茶碱为双嘧达莫拮抗药,为试验的必备用药。

7. 结果分析 同“大剂量多巴酚丁胺负荷试验”。

8. 保健提示 同“大剂量多巴酚丁胺负荷试验”。

三、心房调搏负荷试验

经静脉或食管心房调搏可产生负荷刺激。但该方法的耐受性较差,引起的心率与血压乘积增加值小于其他方法,目前很少使用。

(李俊民)

第二节 心肌放射性核素检查

1926 年,美国波士顿的内科医师 Blumgard 等首先在循环系统的研究中应用天然放射性核素氩测定动静脉血管床之间的“循环时间”,开创了人体循环系统示踪研究的先河。1973 年,Zeret 等应用⁴³K(⁴³钾)显像时发现运动可诱发心肌缺血,这是世界上首次报道的运动负荷心肌显像;²⁰¹Tl(²⁰¹铊)作为⁴³K 的类似物于 1974 年成功地应用于临床,至今仍广泛使用,随着新的放射性药物、心肌灌注显像剂、亲心肌梗死灶显像剂的研制成功和计算机化相机、SPECT 等显像仪器的出现,使显像的速度得以提高、质量得以改善,并实现了对心血管系统的动态检查。20 世纪 80 年代以后,^{99m}Tc(^{99m}锝)标记化合物成为心肌灌注显像的主要药物;此外发射正电子的药物进行心肌 PET 代谢、血流显像也应用于临床,成为临床心血管病诊断及研究的重要手段。

一、心肌灌注显像

(一) 原理

利用正常或有功能的心肌细胞能选择性摄取某些碱性离子或放射性核素标记化合物，在静脉注射放射性核素显像剂后，显像剂通过冠状动脉到达有血流供应的心肌，被心肌细胞摄取后停留在心肌细胞内，再应用 γ 照相机或SPECT进行心肌平面或断层显像，可用来显示正常或有功能的心肌影像，而缺血心肌影像变淡（稀疏），坏死心肌或坏死后瘢痕组织不显影（缺损），从而达到评价心肌血供和诊断心肌疾病的目的。

(二) 显像剂

1. ^{201}Tl 心肌细胞对 ^{201}Tl 的摄取和清除速度与心肌的血流量成正比。 ^{201}Tl 出入心肌细胞的过程与 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶泵有关；心肌对 ^{201}Tl 的摄取也是有活性的心肌细胞存在完整细胞膜的标志。 ^{201}Tl 心肌显像的独特之处是可以通过一次静脉注射显像剂后同时获得负荷和静息心肌血流灌注影像。正常部位 ^{201}Tl 清除快于冠状动脉狭窄部位，可表现为心肌缺血部位的放射性填充现象，同时， ^{201}Tl 在心肌的这种分布，也代表钾池的分布，可反映心肌的活性。

2. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 标记化合物 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 标记的甲氧异丁基异腈（ $^{99\text{m}}\text{Tc} - \text{MIBI}$ ）是使用最为广泛的心肌灌注显像剂，其心肌分布类似于 ^{201}Tl ，通过被动弥散进入心肌细胞线粒体。在注射显像剂后的常规显像时间内，与心肌细胞结合牢固，没有明显的再分布现象。因此，如要对静息和负荷时的心肌血流灌注都进行评价，需进行两次药物注射后分别显像。此外， $^{99\text{m}}\text{Tc} - \text{Tetrofosmin}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc} - \text{N} - \text{NOET}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc} - \text{Tebroxime}$ 等显像剂也可用于心肌灌注显像。

3. 正电子显像剂 用于血流灌注PET显像的放射性药物中，常用的正电子显像剂有 ^{86}Rb （ ^{86}Rb ） $^{13}\text{N} - \text{NH}_3$ 和 $^{15}\text{O} - \text{H}_2\text{O}$ 。

心脏具有很强的代偿功能，即使冠状动脉存在明显狭窄，由于冠状动脉自身的调节作用，仍能使静息状态的冠状动脉血流保持正常，因此，对于诊断冠心病，单纯的静态心肌显像是不合适的，心肌显像应与运动试验或药物负荷试验相结合。负荷试验选择的原则是，凡是能进行运动试验的患者，应该首先考虑运动试验，对于不能达到适当的运动量、不能或不适合运动试验的患者，应该进行药物负荷试验，在选择药物负荷试验方法时，一般先考虑双嘧达莫（双嘧达莫）或腺苷，然后考虑多巴酚丁胺等。

(三) 适应证

- (1) 冠心病的诊断。
- (2) 冠状动脉病变范围和程度的评估。
- (3) 心肌活力的估测。
- (4) 冠状动脉血管重建适应证的筛选及术后疗效的评估。
- (5) 急性心肌缺血的诊断和溶栓治疗的疗效评估。
- (6) 冠心病预后评估或危险性分级。
- (7) 心肌病的鉴别诊断。

(四) 方法

1. 静息显像 检查前3~4h禁食，静脉注射 ^{201}Tl 74MBq（2mCi）后10min，采用相机进行平面显像或用SPECT进行断层显像，有明显心肌灌注异常时，应加做4h延迟显像，若采用 $^{99\text{m}}\text{Tc} - \text{MIBI}$ ，则于静脉注射740~925MBq（20~25mCi）后60min，嘱患者进食500ml牛奶，以促进肝脏放射性核素的清除，1.0~1.5h后进行心肌平面及断层显像。

2. 负荷试验显像 为了获得理想的显像结果，患者应在负荷试验前3~4h开始禁食，应尽可能地停用所有可能影响患者的心率或心肌血流灌注的药物，至少在24h前停用普萘洛尔，至少4h前停用长效硝酸酯类、硝酸甘油、 β 受体阻滞药等。

(1) 运动试验：活动平板通常采用 Bruce 方案或改良的 Bruce 方案；踏车试验，一般从 25W 开始，每 2~3min 递增 25W。活动平板或踏车运动试验时，应要求患者完成所能到达的最大负荷量。在达到最大负荷量时，静脉注射²⁰¹Tl 74~110MBq (2~3mCi)、^{99m}Tc - MIBI 或^{99m}Tc - Tetrofosmin，再鼓励患者运动 30~60s。

(2) 双嘧达莫试验：双嘧达莫具有强有力的血管扩张作用，是间接通过增加内源性腺苷而发生作用的。足量的双嘧达莫可使正常冠状动脉的血流量增加 4~5 倍，而病变的冠状动脉则不可能相应地扩张，其灵敏度和特异性与运动试验相似。禁忌证有不稳定型心绞痛、急性心肌梗死 (48h 内)、低血压 [收缩压小于 90mmHg (11.97kPa)]、支气管哮喘等。检查前 48h 内停用茶碱类药物，忌用含咖啡类饮料。静脉缓慢注射双嘧达莫 0.14mg/(kg·min)，持续 4min。然后静脉注射²⁰¹Tl 74MBq (2mCi) 或^{99m}Tc - MIBI 740~925MBq (20~25mCi)。注射过程中，同时记录血压、心率，并记录心电图。双嘧达莫注射过程中或注射后，少数病例可出现心绞痛，可静脉注射氨茶碱 (氨茶碱 250~500mg 加于 10ml 生理盐水中)，以加速症状的缓解。

(3) 腺苷试验：基本原理与双嘧达莫试验相似，所不同的是，它通过外源性腺苷而发生作用。禁忌证与双嘧达莫试验相似。由于其有降低窦房结的自律性与房室结的传导速度的作用，对窦房结或房室结病变的患者要慎用。检查前 24h，停用双嘧达莫及茶碱类药物，忌用咖啡。静脉匀速滴注腺苷 0.14mg/(kg·min)，持续 6min。于静脉滴注腺苷 3min 末时，静脉注射²⁰¹Tl 74~110MBq (2~3mCi) 或^{99m}Tc - MI - BI 740~925MBq (20~25mCi)。滴注腺苷过程中，若出现持续而明显的胸痛，可减缓或停止滴注腺苷，一般 1~2min 后，症状可自行缓解。

(4) 多巴酚丁胺试验：多巴酚丁胺作用于心肌的 β_1 受体，使心率加快，收缩压升高，心肌收缩力增强，心肌氧耗量增加，其作用与运动试验相似。禁忌证有：不稳定型心绞痛、明显高血压 [大于等于 180/100mmHg (23.94/13.30kPa)]、严重心律失常。检查前 48h 内停用 β 受体阻滞药。静脉滴注多巴酚丁胺，开始时按 5 μ g/(kg·min) 进行滴注，以后逐级增加用量 [每级增加 5 μ g/(kg·min)]。每级持续滴注 3min，最大可达 40 μ g/(kg·min)。终止试验指标同心电图运动试验。待达到终止指标时，静脉注射²⁰¹Tl 74MBq (2mCi) 或^{99m}Tc - MIBI 740~925MBq (20~25mCi)，并继续滴注多巴酚丁胺 1min。

(五) 数据采集

1. 平面显像 静脉注射显像剂²⁰¹Tl 74~111MBq (2~3mCi) 后 10min 或^{99m}Tc - MIBI 740MBq (20mCi) 后 60min 进行显像。应用低能通用 (或高分辨) 平行孔准直器的探头分别行前位、左前斜 (LAO) 45°和左侧位显像。

2. 单光子断层显像 (SPECT) 静脉注射显像剂后，应用 SPECT 进行旋转采集显像，探头从右前斜 (RAO) 45°开始，至左后斜 (IPO) 45°，顺时针旋转 180°，采集 32 帧图像，根据计数率高低，每帧采集 20~30s，采集结束后将影像数据输入电子计算机，应用心脏专用断层图像处理软件进行分析。

3. 门控心肌断层显像 静脉注射显像剂后，应用门控装置进行门控心肌显像，由心电图 R 波触发门电路采集心动周期中不同时间间隔的信息，并重建为心肌收缩期与舒张期的断层图像，较非门控心肌灌注显像在 1 次检查可获得更多临床信息，除了解负荷、静息状态下的心肌血流灌注与代谢外，还包括左心室整体与局部功能，并可通过舒张末期和收缩末期的影像计算心室功能参数。

心肌灌注显像长期以来受到特异性不高的困扰，其中最重要的原因是组织衰减对心肌显像图的影响，如女性患者乳房衰减对前壁的影响、横膈对下后壁的影响等，采用门控心肌灌注显像等可进行鉴别，可以明确区分心肌缺血、梗死与组织衰减的影响，提高诊断准确性。

(六) 图像分析

1. 正常影像 如下所述：

(1) 平面影像：在静息状态下，一般仅左心室心肌显影，呈马蹄形，心房及右心室心肌较薄，血流量相对较低，故显影不清。心腔和心底部位的心肌内显像剂分布较低，心尖部心肌稍薄，分布略稀

疏，心肌其他各壁显像剂分布均匀。不同体位可以显示左心室心肌的不同节段，前位显示前侧壁、心尖和下壁；LAO 45°显示间壁、下壁、心尖和后侧壁；左侧位显示前壁、心尖、下壁和后壁

(2) 断层影像：心肌的断层影像依切面视角分为短轴、水平长轴和垂直长轴，其长轴和短轴影像形态各不相同。短轴断层影像是垂直于心脏纵轴、从心尖向心底排列的依次断层图像，第1帧为心尖，最后一帧为心底，影像呈环状，短轴断层影像能较完整地显示左心室各壁及心尖的血流灌注情况。心肌的长轴断层影像分为水平长轴和垂直长轴，水平长轴断层显示为倒立马蹄形影像，是平行于心脏长轴、由膈面向上排列的断层影像，能较好地显示间壁、侧壁和心尖；垂直长轴断层影像显示为横位马蹄形，是与心脏长轴垂直、由室间隔向左心室侧壁排列的依次断层影像，可显示前壁、下壁、后壁和心尖，各断面影像。除心尖区和左心室基底部显像剂分布略稀疏外，其余各壁分布均匀，边缘整齐。

(3) 负荷显像：正常情况下，运动或药物负荷后的心肌显像与静息影像两者基本相同，放射性分布均匀。

2. 异常影像 如下所述：

(1) 可逆性缺损 (reversible defects)：在负荷显像时，心肌断层影像可有显像剂分布缺损，而静息显像或延迟显像出现原缺损区显像剂有分布或有填充。其中，²⁰¹Tl 心肌显像随时间的改善称为再分布 (redistribution)，常提示心肌有可逆性缺血 (reversible ischemia)

(2) 部分可逆性缺损：心肌负荷显像呈现显像剂分布缺损，而再分布或静息显像时，心肌原缺损区显像剂摄取有增加，但仍低于正常水平，或缺损区明显缩小，提示存在部分心肌的可逆性缺血。

(3) 固定缺损 (fixed defects)：负荷显像、静息或²⁰¹Tl 延迟显像都存在显像剂分布缺损而没有变化。这一表现通常提示心肌梗死或瘢痕组织。但是，在某些用²⁰¹Tl 显像 2~4h 延迟影像有固定缺损的患者，²⁰¹Tl 的 24h 再分布图像或休息时再注射显像剂后，其病灶区心肌摄取有改善，提示心肌仍然存活。

(4) 反向再分布 (reverse redistribution)：表现为负荷显像时呈正常分布，而静息或²⁰¹Tl 延迟显像时为显像剂分布稀疏或缺损；或表现为负荷心肌显像出现显像剂分布稀疏缺损，但在静息或²⁰¹Tl 延迟显像时其稀疏缺损更严重。这种情况常见于严重的冠状动脉狭窄、稳定型冠心病以及 AMI 接受了溶栓治疗或 PTCA 治疗的患者以及个别的正常人。机制尚不清楚，可能是因为在坏死后，瘢痕组织和存活心肌细胞混合在同一灌注区，负荷显像初期有过剩的显像剂摄取，而初期聚集的显像剂随后又迅速从瘢痕组织中清除。应用¹⁸F-FDCPET 心肌代谢显像以及²⁰¹Tl 再次注射法心肌显像等证实，多数反向再分布的区域为存活心肌，但需注意排除由于显像剂用量过低所导致的静息或延迟显像的分布缺损。

(5) 花斑样分布：心肌灌注显像表现为在心肌节段内的放射性分布呈降低区与正常分布区相间分布，或散在广泛的心肌放射性分布稀疏，与冠状动脉分支供血区无明显相关。此种改变常见于心肌炎及心肌病时。

(6) ²⁰¹Tl 肺摄取：在²⁰¹Tl 负荷显像中出现肺摄取增高，提示并发有左心室功能不全或运动诱发肺水肿。这种征象常常与多条冠状动脉分支病变的存在、大面积心肌梗死及心力衰竭等有关。²⁰¹Tl 肺摄取常以肺/心比值表示。

(7) 左心室腔暂时性扩大：心肌灌注显像表现为左心室腔扩大，以负荷显像时明显，其发生机制目前认为是左心室心内膜下心肌弥漫性血流灌注减低，从而因缺血引起左心室短暂性收缩功能障碍。左心室心内膜下的心肌血流灌注主要发生在左心室舒张期。运动负荷时，心率加快，左心室舒张期缩短，病变冠状动脉的自身调节作用已接近最大限度，其所供应的内层心肌血流灌注不能相应增加反而减少；而心外膜下心肌受收缩期心肌穿壁压力影响较小，还可受到一定程度的心内膜下血管的反流灌注，表现为左心室壁各层血流量的不均匀性，即心外膜心肌“窃血”现象。

(七) 定量评价

1. 缺血程度分级 通过简单肉眼法进行半定量分析。

(1) 根据显像剂分布缺损区大小的不同，将缺损分为大、中、小缺损，如果在 1 个以上断层面上出现大于两个心肌节段的较大范围缺损则为大的缺损；在 1 个以上断层面上出现 1 个心肌节段的缺损为中度缺损；而小缺损是指小于 1 个心肌节段的缺损。