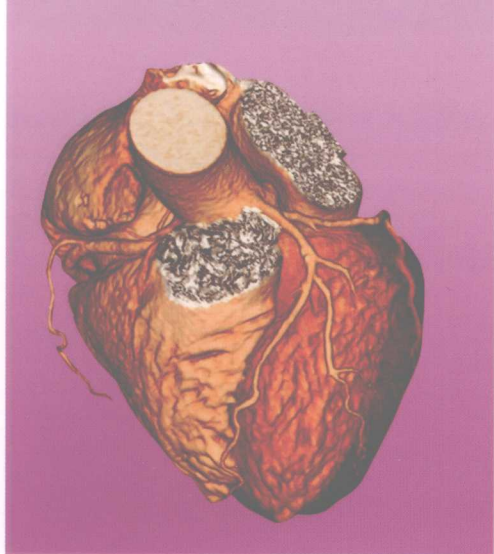
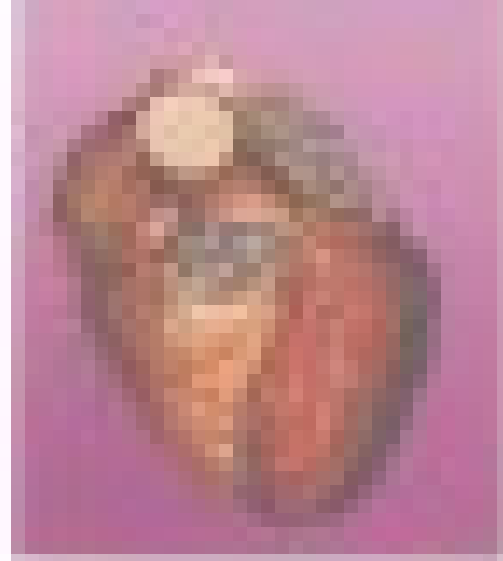




心血管病影像学诊断 临床关键技术

主编 刘乃丰

 科学技术文献出版社



心血管病影像学诊断 临床关键技术

主编 刘伟

人民卫生出版社

心血管病影像学诊断 临床关键技术

主 编 刘乃丰

副主编 黄 钢 滕皋军 马根山 李东野

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北 京

图书在版编目(CIP)数据

心血管病影像学诊断临床关键技术/刘乃丰主编. -北京:科学技术文献出版社, 2009. 7

ISBN 978-7-5023-6374-1

I. 心… II. 刘… III. 心脏血管疾病-影像诊断 IV. R540.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 089602 号

出 版 者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038
图书编务部电话 (010)58882938,58882087(传真)
图书发行部电话 (010)58882866(传真)
邮 购 部 电 话 (010)58882873
网 址 <http://www.stdph.com>
E-mail:stdph@istic.ac.cn
策 划 编 辑 李 洁 王亚琪
责 任 编 辑 李 洁
责 任 校 对 唐 炜
责 任 出 版 王杰馨
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 北京时尚印佳彩色印刷有限公司
版 (印) 次 2009 年 7 月第 1 版第 1 次印刷
开 本 787×1092 16 开
字 数 500 千
印 张 21.75
印 数 1~3000 册
定 价 138.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

编委会

主 编 刘乃丰

副 主 编 黄 钢 滕皋军 马根山 李东野

编 著 者 (按汉语拼音排列)

储成凤	陈 忠	邓 钢	丁建东	杜明华
戴启明	范国锋	冯 毅	郭万华	黄 钢
靳激扬	贾 鹏	蒋益波	李殿富	李东野
李建华	刘建军	刘圣华	马根山	祁春梅
任利群	沈成兴	童嘉毅	王 诚	吴 旻
魏松宇	王 勇	徐通达	杨 明	杨小庆
赵登玲	智 宏	张 辉	周建明	张晓黎
钟 英				

学术秘书 沈成兴

编务秘书 王 乐

主编简介

刘乃丰博士,内科学教授,心内科主任医师,博士生导师。南京医科大学博士研究生毕业,曾在德国 Ulm 大学医学院留学并获医学博士学位。现为中国微循环学会副理事长、江苏省医学会微循环分会主任委员、心血管病分会副主任委员,《中国新药与临床杂志》、《中国动脉硬化杂志》、《中国微循环》和《中国临床药学杂志》编委。

研究方向:动脉粥样硬化及糖尿病血管并发症的发生机制与防治;心血管影像学;医学信息学。现任东南大学心血管病研究所所长,已培养博士、硕士研究生 40 多人。主持国家自然科学基金资助项目 4 项和省部级科研项目近 20 项,发表论文 100 余篇,获省部级科技进步奖 4 项。主编《临床医嘱手册》等著作 4 部。

前 言

心血管疾病正日益成为人类健康的巨大威胁,用于临床诊断治疗的新技术、新方法也在快速发展。早期的胸部透视、心电图检查都发挥了非常重要的作用。目前以基因组学和蛋白质组学为基础的心血管分子细胞学和各种生物标志物的研究,可能为阐明发病机理和个性化治疗打下基础。以临床流行病学为基础的危险因素干预和循证医学使心血管病的人群预防和临床决策更为科学有效。以超声、血管造影、多层 CT、核素显像与磁共振成像为代表的影像学技术,正向着功能成像和分子成像的方向快速发展。精确检测心血管病结构和功能改变是临床诊断和治疗决策准确有效的重要保证,合理应用先进影像技术是医生的重要临床技能。因此,我们感觉到编写一本综合各种影像学技术,讨论如何选用适宜技术并合理应用于心血管病诊断流程的参考手册,对心内科与影像科医生非常有帮助。

本书以心血管影像学诊断技术和临床应用为主线,上篇简要介绍常用影像学技术的基本理论、技术原理、检查方法和临床应用,下篇介绍常见心血管疾病的疾病概况、影像学表现和诊断流程。本书的创新之处是在诊断流程中结合循证医学和临床指南,客观分析各种影像技术的优缺点,指导临床合理选用适宜的影像学检查,帮助医师最大限度地获取客观准确的诊断信息。第二个特点是参编者都是心内科和影像科的临床医师,故强调紧密结合临床,简明扼要,层次分明,参考方便。本书尝试为心血管疾病诊断治疗提供一个合理应用影像学技术的整体解决方案和参考手册,期待得到广大读者的指正。

刘乃丰

2009 年春于南京

目 录

上篇 基本原理与技术

第 1 章 心脏超声技术	(3)
第一节 超声诊断的物理基础和技术原理	(3)
第二节 M 型超声心动图	(6)
第三节 二维超声心动图	(12)
第四节 多普勒超声心动图	(17)
第五节 经食道超声心动图	(20)
第六节 超声心动图负荷试验	(26)
第七节 超声新技术	(31)
第八节 介入性血管内超声技术	(35)
第九节 实时三维超声心动图	(41)
第十节 超声心动图展望	(47)
第 2 章 心血管核医学	(53)
第一节 核素心肌显影的基本原理和技术	(53)
第二节 负荷心肌显像的基本原理	(58)
第三节 心肌灌注显像	(63)
第四节 PET 在评价心肌灌注中的作用	(71)
第五节 存活心肌的检测	(76)
第六节 心肌梗死显像	(80)
第七节 心血池造影	(81)
第八节 门控心肌显像	(86)
第九节 脂肪酸显像	(87)
第十节 核医学展望	(89)
第 3 章 X 线检查	(92)
第一节 基本原理和方法	(92)
第二节 心血管 X 线平片检查	(95)
第三节 心脏造影	(98)
第四节 心血管 CT 成像	(108)
第五节 动脉粥样硬化斑块成像	(116)
第六节 X 线检查展望	(124)
第 4 章 MRI 检查	(127)
第一节 基本原理	(127)

第二节	心肌结构 MRI	(137)
第三节	MRI 在检测心功能中的应用	(138)
第四节	MRI 心肌灌注成像和多巴酚丁胺负荷试验	(141)
第五节	大血管和冠状动脉的 MRI 显像	(142)
第六节	磁共振波谱	(146)
第七节	MRI 检查展望	(148)

下篇 临 床 应 用

第 5 章	缺血性心脏病	(155)
第一节	慢性稳定性心绞痛	(155)
第二节	急性冠状动脉综合征	(162)
第三节	评价冠心病介入性治疗	(173)
第四节	检测存活心肌	(182)
第 6 章	瓣膜病	(192)
第一节	二尖瓣病变	(192)
第二节	主动脉瓣病变	(204)
第三节	三尖瓣和肺动脉瓣病变	(213)
第四节	人工瓣膜	(219)
第五节	感染性心内膜炎	(224)
第 7 章	心肌病	(230)
第一节	扩张型心肌病	(230)
第二节	肥厚型心肌病	(235)
第三节	限制性心肌病	(242)
第四节	心律失常性右心室心肌病	(245)
第 8 章	心包疾病	(248)
第一节	心包积液	(248)
第二节	缩窄性心包炎	(251)
第 9 章	先天性心脏病	(255)
第一节	紫绀性和非紫绀性心脏病	(255)
第二节	姑息和矫正治疗后的先天性心脏病	(276)
第 10 章	肺血管疾病	(283)
第一节	肺动脉栓塞	(283)
第二节	肺心病	(291)
第 11 章	主动脉和外周血管病变	(300)
第一节	动脉瘤	(300)
第二节	主动脉夹层撕裂	(309)
第三节	周围血管疾病	(317)
第 12 章	心血管肿瘤	(330)

上 篇

基本原理与技术

心脏超声技术

超声心动图(Echocardiography)是利用超声原理诊断心血管疾病的一种技术,自 1954 年瑞典学者 Edler 首先把超声心动图用于临床以来,随着超声诊断技术的不断进步,目前已经成为无创诊断心血管疾病的重要手段,越来越得到临床的重视。它一般包括 M 型超声、二维超声、频谱多普勒和彩色多普勒等项技术。

第一节 超声诊断的物理基础和技术原理

一、超声波的物理特性

1. 基本概念

声波是一种机械波,是因物质在平衡位置附近往复机械振动,且在弹性介质中传播所形成的。发射声波的物体谓之声源,正常人耳的听觉范围为 1.6 万~2.0 万 Hz,超过人耳听阈最高限(2 万 Hz)的声波称为超声波,而低于 20Hz 的声波称为次声波。一般诊断用超声波频率为 1~10MHz,而最常用的为 2~10MHz。

超声波在弹性介质中是以纵波形式传播,依靠介质内粒子产生的压缩和稀疏的交替变化传播能量。超声波的主要物理特性包括声速(c)、波长(λ)、频率(f)及周期(T)等,其中 $\lambda = c/f = c \times T$, $T = 1/f$ 。声波与介质的特性即弹性与密度有关。

在同一介质或组织内,波长和频率成反比。理论上讲,波长的一半是声波纵向分辨率的极限。在不同介质中超声波的传播速度有差异,一般固体>液体>气体。例如:头颅骨中的声速为 3360m/s,人体软组织中平均声速为 1540m/s,空气中的声速为 332m/s。

2. 声波的方向性

超声波的方向性与声源(探头晶片)的直径和频率有关,取决于声源的直径与波长的比值。声源直径大于波长,才具有一定方向传播的特性。声源的频率越高,波长越短,束射性或方向性就越强。近声源处的声束,呈直径与声源相似的圆柱状,称为近场。在近场内,超声束平行,反射最强,失真度小。在近场的远方,声束扩散成一圆锥形,称为远场区,其扩散角(θ)的大小与波长(λ)及声源直径(D)有关,即 $\sin\theta = 1.2\lambda/D$ 。扩散角愈小,方向性就愈好。如采用多种方法进行聚焦,即可获得更窄的声束,减少失真度。

3. 反射、折射和散射

介质的密度(ρ)与声速(c)的乘积即为声特性阻抗(Z),简称声阻抗。密度的单位为 g/cm^3 。声速的单位为 m/s 或 $\text{mm}/\mu\text{s}$ 。声阻抗的单位为 $\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ 。超声波在均匀一致的介质中传播时,无声阻抗差存在,不产生反射;如两个介质的声阻抗差大于 0.1%,即产生声学界面,入射超声波产生反射,部分声能穿过界面进入第二种介质,称为透射。当入射角与界面成角入射时,即产生折射(入射角=折射角)。当入射超声波遇到不规则的小界面或界面小于波长时,就发生声波向各个方向的不规则反射、折射或绕射,统称为散射。人体中的散射源主要是血液中的红细胞和脏器组织微细结构。心血管多普勒超声检查即是利用红细胞对超声波的散射特性。

反射的强弱取决于声阻抗的大小和入射波的强度,声阻抗差和入射声强越大,反射回声越强。超声波从空气向任何一介质传播时,声阻抗差最大,反射系数等于 1,即产生“全反射”,故在应用超声波检测肺部及空腔脏器病变时,受到一定的限制。

4. 吸收、衰减特性

超声波在介质中传播时,由于介质的黏滞性和导热性等影响,使声能耗损,即为吸收。其声振幅和声强逐渐减小,谓之衰减,声能衰减与传播距离的平方成反比,与介质的衰减系数和频率成正比。在同一介质中,频率越高,衰减越大。在软组织中,衰减 = 频率(MHz) $\times$ 传播距离(cm)。声能衰减则反射减弱,因而影响深部组织结构的超声探测。

5. 分辨力与穿透力

分辨力是指能分辨出两个界面最短距离的能力。

(1)轴向分辨力:是指沿声束轴线方向的分辨力,它影响靶标在深浅方向的精细度。通常用 3.0~3.5MHz 探头检查时,轴向分辨力约为 1mm。

(2)横向分辨力:是指与声束轴线垂直平面上,在探头短轴方向的分辨力,也称厚度分辨力。超声探头具有一定厚度。超声切面图像是一个较厚的断面信息的叠加图像,横向分辨力越好,图像上反映组织的切面情况越真实。

6. 多普勒效应

入射超声遇到活动的小界面或大界面后,散射或反射回声的频率发生改变,谓之多普勒效应。界面活动朝向探头,回声频率升高,呈正频移;反之,回声频率减低,呈负频移。频移的大小与活动的速度成正比。应用多普勒效应的原理可了解心血管内血流动力学和组织的活动状况,定量估测血流速度、压力阶差和组织的活动等变化。彩色多普勒血流显像(CDFI)则是在二维频谱多普勒显像的基础上,以实时彩色编码显示血流的方法,能形象直观地显示血流的方

向和相对速度。

二、超声诊断仪的类型

按照超声显示方式不同,超声诊断仪大致可分为以下几种类型。

1. A 型(Amplitude mode)

A 型为幅度调制型。单条声束在传播途径中遇到各个界面产生一系列的散射和反射回声,在示波屏的时间轴上以振幅高低表达。示波屏的 X 轴自左至右代表时间的先后,人体软组织的浅深;而 Y 轴自基线上代表回声振幅的高低,回声强则振幅高,回声弱则振幅低,无回声反射则为一平段。目前已不用于临床诊断。

2. M 型(time-motion mode)

M 型为时间-运动型或活动显示型。在 B 型扫描中加入慢扫描锯齿波,将反射光点转换成曲线,其纵坐标(Y 轴)代表距离,光点间隔 10nm,显示所探测组织结构的深浅;横坐标(X 轴)为扫描时间的先后,两光点间隔 0.5s。曲线向上示界面前移,曲线向下示界面后移。因此 M 型是获得“距离-时间”曲线。此诊断仪主要用于探测心脏,称为 M 型超声心动图(M-mode echocardiography;UCG,M-Echo)。目前其常与二维超声心动图合并应用,M 型可丰富和完善扇形扫描的图像诊断。在二维实时显像的同时,调节 M 型取样线,可对相应的心脏或瓣膜结构作出细致的分析。

3. B 型(Brightness mode)

B 型为辉度调制型。单条声束在传播途径中遇到各个界面产生的一系列散射和反射回声,在示波屏时间轴(Y 轴)上以光点的辉度(灰度)表达。各界面的回声振幅(或强度)的辉度表示,回声强光点亮,回声弱光点暗。声束顺序扫切脏器时,每一条声束的光点群按次分布,构成一幅切面声像图。

适于临床应用的 B 型超声诊断仪是实时(帧频大于 24f/s)及灰阶(grey scale,灰阶数大于 64)或彩阶(color scale)仪。根据探头的扫描方式,又可分为线扫(linear scan)、扇扫(sector scan)、凸弧扫(concave scan)及圆周扫(radial scan)等。心脏扫描多采用扇扫。

4. D 型(Doppler mode)

D 型为差频显示波型,单条声束在传播途径中遇到各个活动界面产生差频回声,在 X 轴的慢扫描基线上沿 Y 轴代表其差频的大小。基线上方显示正值差频;基线下方显示负值差频。振幅高低表示差频的大小;曲线谱宽代表取样线段经管腔所获取的多种流速范围,各点的辉度代表不同流速间统计分布。

(1)频谱多普勒:频谱多普勒又可分为连续波与脉冲波多普勒两种方式。前者对声束线上所有的血管内血流均可获得回声,可测得最大流速,但无距离分辨力,不能区分浅、深血管中流速;适用于对血流进行定位分析,显示方法简单,图像质量好,操作容易,临床应用广泛,但脉冲波多普勒仪的最大显示频率受脉冲重复频率的限制,在检测高速血流时容易出现混叠(aliasing),难以应用于高速血流的定量分析。后者采用距离选通,可获取人体心血管内所需点的血流回声信号,从而实现定点检测的目的,能测量高速,可进行血流动力学的定量分析,包括测算

各心腔压力、排心血量、瓣口狭窄面积等,显示方法简单,图像质量好,操作容易,临床应用也非常广泛。

(2)彩色多普勒血流显像:彩色多普勒血流显像(Color Doppler Flow Imaging, CDFI)是采用自相关技术以迅速获得一个较大腔室或管道中的全部差频回声信息,然后以彩色编码显示。分别以红-黄色和蓝-绿色谱代表两种血流方向并以彩色信号的亮度或色调的浓、淡(色阶级)表示血流的快、慢。目前均统一为红迎蓝离,即红色代表朝向探头方向的血流,蓝色代表背离探头方向的血流。通常以红色代表低流速,流速愈高色愈黄,最高流速色亮;以蓝色代表另一反方向的低流速,流速愈高愈绿,最高流速色白。湍流时,由于彩色多普勒采样内众多红细胞的运动速度、方向各不相同,即血流分散,则表现为五彩镶嵌的图像。

三、人体组织声学类型

由于人体各组织的密度与声速不同,存在声阻抗差,超声波在其传播过程中,产生强弱不等的反射,大致可分为四种类型。

1. 无回声型(无反射型)

血液、尿液、胆汁、囊肿液或浆膜腔液等液性物质,以及组织基本均匀一致的实质性组织如肉瘤,因无明显声阻抗差存在,超声波通过时无界面反射,在 B 型超声诊断仪上则为无回声区。

2. 低回声型(少反射型)

心、肝、肾等实质性脏器的组织较均匀一致,回声较少,在 B 型超声诊断仪上则显示为均匀细小的中等强度光点。

3. 强回声型(多反射型)

组织结构杂乱的实质性肿块或两种组织交界处的声阻抗差极大时,则产生极强的光点或团块状回声,如组织钙化和结石等。

4. 含气型(全反射型)

在软组织与含气组织器官(肺、肠等)交界处,界面声阻抗极大,超声通过时声能几乎全部被反射,不能进入第二介质。声波在此界面与探头交界面之间往返振荡,形成多次反射或杂乱的强回声。

在 B 型超声的图像上,病灶的回声强度与周围组织的回声强度相等或近似者,称为等回声。

(丁建东 张晓黎)

第二节 M 型超声心动图

M 型超声心动图由瑞典学者 Edler 于 1954 年提出。尽管与二维超声心动图相比较,M 型超声心动图不能直观显示心血管结构及其空间位置关系,但 M 型超声心动图具有以下优

势:时相分辨力极高,能区分心脏结构活动时相的微小差异;M型超声心动图的曲线,其X轴与Y轴分别代表时间和距离,故由曲线的活动轨迹及其斜率能准确了解室壁与瓣膜的动态和速度;实时计测心腔容量;测量声学造影剂流线的速度;显示瓣叶高速颤动;可与心电图、心音图及心内压曲线同步显示,在探讨心音产生机制方面有重要作用;探测血液反流与分流等。

因此,M型超声心动图在许多方面仍不可能完全被二维及其他超声技术所替代,仍有深入研究发掘的潜在功能,将M型与二维等其他超声检查技术有机结合,取长补短,可为临床诊断治疗提供更确切、可靠、完整的资料。

一、检查部位

1. 胸骨旁位

可检查大部分心脏大血管的结构和功能,是临床超声心动图最常用的检查部位。

2. 心尖位

心尖位为仅次于胸骨旁的常用超声检查部位。

3. 其他体位

胸骨上切迹位、剑突下位等,曾有人采用食管内小探头做M型检查,但没有显示出明显的优越性而未得到广泛应用。

二、检查方法

M型超声检查时,受检者取卧位或左侧卧位,局部涂以耦合剂,使超声探头与胸壁紧密接触,以防声能衰减。通常置探头于胸骨左缘第3至第4肋间。首先检查二尖瓣曲线,再以此为出发点,自心尖部向主动脉根部作弧形扫描,通常将探及的心腔各部分分为以下六个区(图1-2-1~图1-2-5)。

1区(心尖波群):在胸骨左缘第4肋间探及,从前向后所代表的解剖结构分别为胸壁、右心室前壁、右心室腔、室间隔、左心室腔和腱索、左心室后壁。

2a区(心室波群):在胸骨左缘第3~4肋间探测时,声束偏向内上方,可探及胸壁后的右心室前壁、右心室腔、室间隔、左心室腔、二尖瓣腱索及左心室后壁(图1-2-2)。

2b区(二尖瓣波群):在胸骨左缘第3~4肋间探测时,声束稍向心尖,可探及胸壁后的右心室前壁、右心室腔、室间隔、左心室腔、二尖瓣前后叶及左心室后壁(图1-2-3)。

3区(二尖瓣前叶波群):声束几与胸壁垂直,可探及胸壁后的右心室前壁、右心室腔、室间隔、二尖瓣前叶及左心室后壁(图1-2-4)。

4区(心底波群):胸骨左缘第3肋间探测,声束指向右上,自前向后可探及胸壁、右心室流出道、主动脉根部及左心房。典型的主动脉瓣波形为六边形盒子形状(图1-2-5)。

5区(三尖瓣波群):可探及胸壁后的右心室前壁、右心室腔、三尖瓣、右心房和房间隔。

6区(肺动脉瓣波群):可探及胸壁后的右心室前壁、右心室流出道、肺动脉瓣及房肺沟。

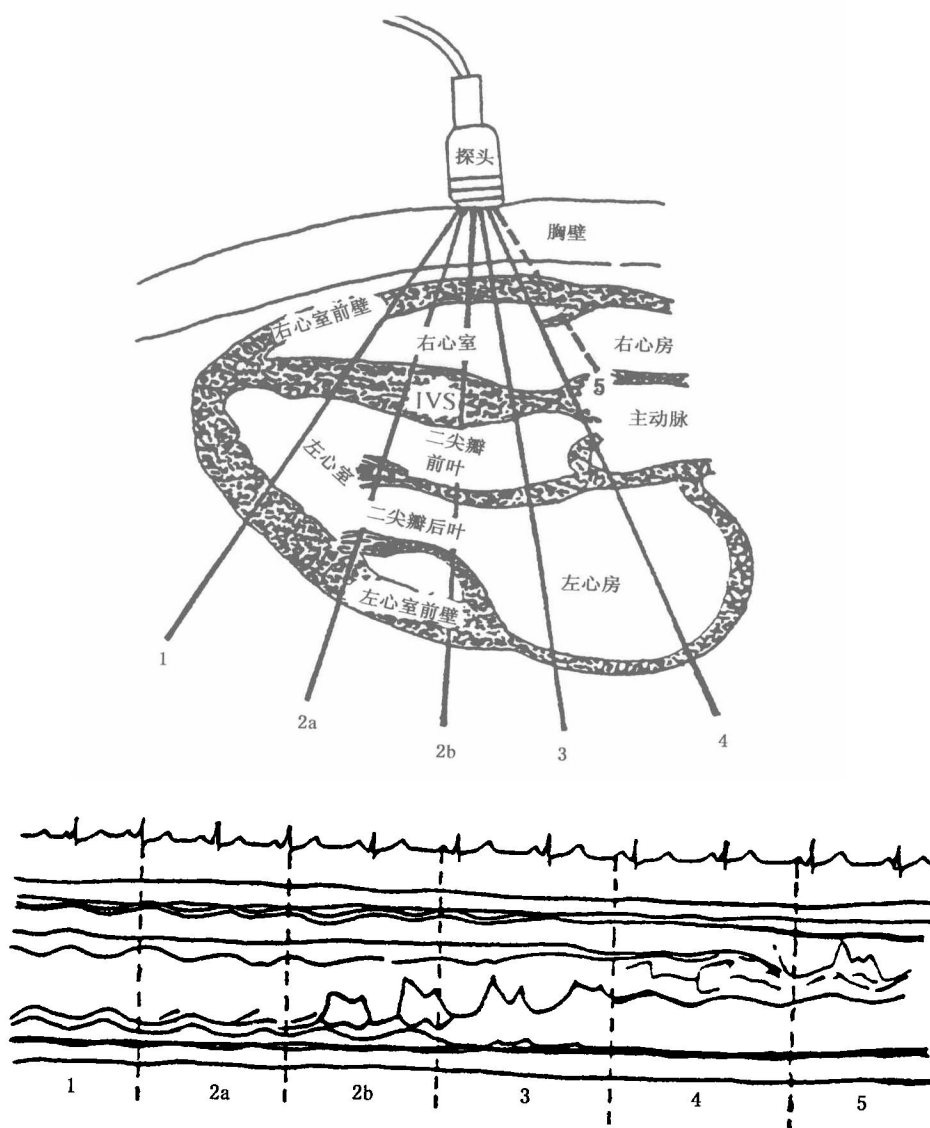


图 1-2-1 M 型超声心动图各区示意图

三、基本图形及其指标测量

1. 二尖瓣

舒张期呈双峰镜向运动的曲线。正常二尖瓣开放幅度(DE 振幅)为 15~30mm,二尖瓣舒张期关闭速度(EF 斜率)为 70~150mm/s,收缩期为斜行向上的一条直线(图 1-2-6)。

2. 主动脉根部及主动脉瓣

主动脉根部呈两条同步活动的曲线,上线代表肺动脉圆锥或肺动脉后壁与主动脉前壁,下