

陆欧伦 武晋鸿 郑道声 邬亦贤 编著

超声心动图学基础

超声心动图学基础

陆欧伦 武晋鸿 郑道声 鄂亦贤 编著

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书是临床超声心动图和心脏病理相结合的基础读物。全书分总论和各论两部分,总论以心脏正常结构功能为基础阐明了超声心动图的常规探查方法与正常图形的发生原理。在心功能与其它综合性检查章中,介绍了超声声学造影、超声心动图、心电图以及人造瓣膜等。各论叙述了病理情况下的探查方法、图形发生的病理形态和功能基础。此外,还编入了先天性心脏病的特殊探查方法。

全书共6章58节,插图400多幅,其中大部分资料为作者多年工作的积累。本书的特点是着重以图解方式来说明心脏结构功能、超声探查方法和超声图形三者的相互关系,文字简洁,便于初学者理解和记忆,可供超声工作者和有关临床医师参考。

责任编辑 丁 震

2078/11

超声心动图学基础

陆欧伦 武晋鸿 郑道声 邬亦贤 编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海新华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 16.25 字数 385,000

1985年11月第1版 1985年11月第1次印刷

印数 1—9,400

统一书号: 14119·1784 定价: 3.35元

前 言

超声心动图(Echocardiography)是应用超声回波的原理来检测心脏结构与功能的一种新型的、非入侵性的心脏探查方法。1954年 Edler 与 Hertz 首先应用超声显示器(Ultrasoundoscope)探测心脏。1961年与1962年以来,上海第一医学院与武汉医学院相继将超声心动图应用于临床。二十多年来的临床实践与实验研究,证明超声心动图对心脏的正常状态与病理变化的观察都有它独特的优点。目前超声心动图已广泛应用于瓣膜疾病、心肌病、心脏肿瘤、心包积液与先天性心脏病等的临床检查与研究。但是超声心动图还是一种较为年青的技术,不论在操作方法方面,或是临床诊断方面都还存在一些尚待改进的问题。近年来由于超声心动图与心脏基础理论的联合研究以及仪器的不断改进,如相控阵多探头电子扫描超声仪与扇形切面显像仪等新技术,能实时记录心脏各部位的结构与功能变化,这对于心脏正常结构与功能的研究,对于心脏疾病的病理变化的研究都提供了更为有利的条件。

编者 1980.12.

目 录

前言

第一章 概述	1
一、超声心动图仪工作原理	1
二、心脏结构与功能概述	2
三、心脏在胸前壁的投影	3
四、心脏在胸腔中的方位	4
五、心脏在胸前壁的透声窗	6
六、探查方法	7
七、测量与分析方法	9
第二章 心脏超声解剖学	12
八、主动脉	13
九、二尖瓣组合结构	28
十、肺动脉干	37
十一、三尖瓣结构	42
十二、房间隔	45
十三、室间隔	49
十四、左室后壁	53
十五、冠状血管	57
第三章 心脏的超声切面	60
十六、胸前区长轴切面	60
十七、胸前区横切面	65
十八、胸前区房室联合切面	67
十九、右室流出道长轴切面	68
二十、剑突下区长轴切面	70
二十一、胸骨上凹长轴切面	72
第四章 心功能及其它综合检查	74
二十二、心功能测定	74
二十三、超声声学造影法	81
二十四、超声心音图	86
二十五、心律失常	91
二十六、人造瓣膜	97
第五章 常见心脏病	101
二十七、风湿性心瓣膜病	101
二十八、二尖瓣脱垂	109
二十九、冠状动脉硬化性心脏病	113

275599-3.35元-86/6

三十、高血压性心脏病	117
三十一、心肌病	119
三十二、细菌性心内膜炎	127
三十三、慢性肺心病	131
三十四、心包积液	136
三十五、心脏粘液瘤	141
第六章 先天性心脏病	145
三十六、概述	145
三十七、心脏的胚胎发生	145
三十八、先天性心脏病的探查方法	154
三十九、房间隔缺损	161
四十、肺静脉异位连接	165
四十一、室间隔缺损	169
四十二、房室共同通道	171
四十三、动脉导管未闭	177
四十四、主动脉窦动脉瘤	179
四十五、先天性二尖瓣狭窄	182
四十六、二尖瓣瓣上隔膜型狭窄	184
四十七、三心房	187
四十八、主动脉口狭窄	191
四十九、三尖瓣下移畸形	197
五十、法乐四联征(附艾森曼格征)	200
五十一、右心发育不全综合征	205
五十二、左心发育不全综合征	209
五十三、大动脉易位	213
五十四、右室双流出道(附左室双流出道)	227
五十五、共同主肺动脉干	231
五十六、单心室	234
五十七、双腔心	238
五十八、心脏异位	240
附录一 超声心动图综合图解	247
附录二 超声心动图时相图解	248
附录三 体表面积算图	248
附录四 斜率计算法	249
参考文献	250

第一章 概述

一、超声心动图仪工作原理

超声心动图仪系使用光点扫描法,使超声束在人体传播时依其回声信号的强弱,在示波屏上显示出亮度不同的光点,各个回声光点依其与体表距离的远近,顺序排列在示波屏上。由于心脏的跳动,显示各心脏界面的光点在示波屏上呈上下跳动状态,并使整列光点自左向右作连续扫描,随心动周期的变化,心脏各界面的光点被展开成各种形态的曲线。此种随着心动周期的时相变化而活动的曲线即为超声心动图波形。

超声心动图仪系由同步信号发生器、高频脉冲振荡器、深度扫描器、接收放大器、慢扫描发生器与示波器等六个单元组成。超声心动图仪中的同步信号发生器产生的讯号,同时激动高频脉冲振荡器与深度扫描器(图 1-1),前者通过超声换能器(探头)中的压电晶体片,将高频电能转换成高频超声。超声心动仪使用的超声频率常在 2.25 兆赫至 2.5 兆赫之间(图 1-2)。超声束以平均 1540 米/秒的速度,在人体的软组织内传播。超声通过心脏的不同界面时所产生的各种回波,由探头中的吸声固定片吸收,并输入接收放大器,作用于示波管,在荧光屏上形成纵行的时基扫描线,代表心脏不同界面间的距离与深度。慢扫描电路使荧光屏上的光点呈水平方向移动,反映扫描的时间,以显示心脏活动的周期性变化。超声心动图仪示波屏的横轴(X轴)代表时间,纵轴(Y轴)代表深度(距离)。通常深度比例为 1:2,即示波屏上 1 厘米相当于人体组织 2 厘米。对体胖者有时可调节至 1:3。常用的时间比例为示波屏上 1 格相当于 0.5 秒,对心率快者可以调节扫描速度,使曲线展阔以便分析。

一般超声心动图仪上均配有心电图与心音图装置,有的超声心动图仪还加上心尖搏动图或颈动脉搏动波装置以辅助对超声心动图波形的分析。在新型的超声心动图仪上则附有图象储存或(与)录象装置。

近年来,迅速发展的 B 型超声切面显象技术,以每秒钟十几次至一百次以上的快速成象,实时显示心脏的两维空间结构,既可以反映接近解剖切面的真实图象,又能实时反映心

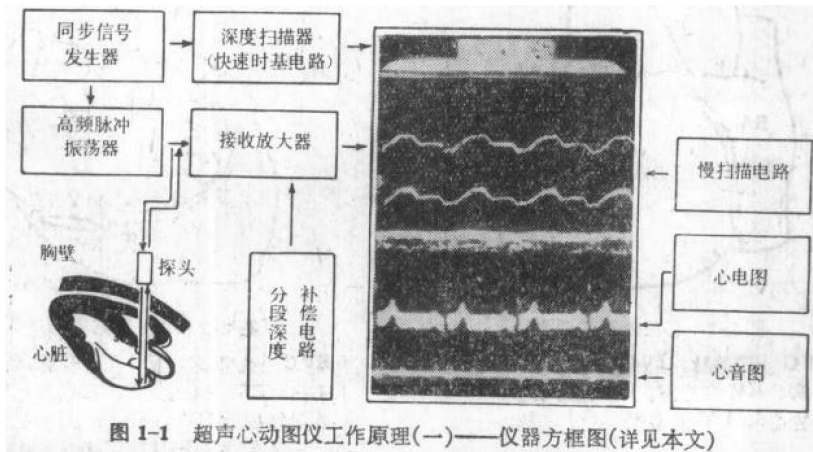


图 1-1 超声心动图仪工作原理(一)——仪器方框图(详见本文)

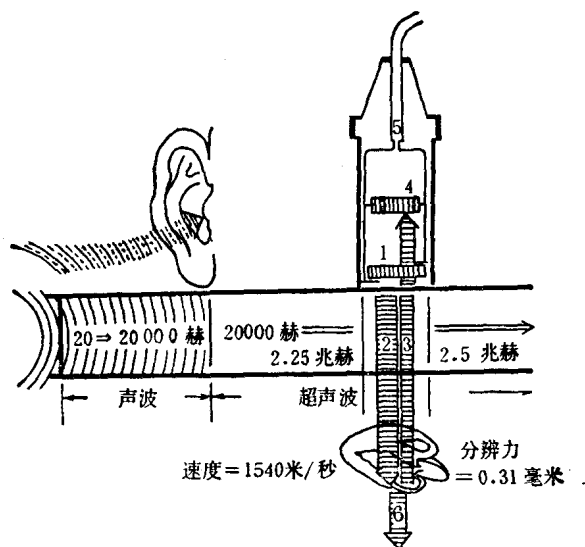


图 1-2 超声心动图仪工作原理(二)——探头结构(详见本文)

脏跳动时的瞬间变化,对心脏结构与功能的研究提供了新的方法。

二、心脏结构与功能概述

心脏是血液循环系统的动力中心。凭借其节律性的收缩与舒张活动,将动脉血液送达全身,使全身的静脉血流汇入心脏。

与身体的其他脏器一样,心脏的形态结构与活动功能是一个统一的整体。正常的心脏功能有赖于完整的心脏结构,而心脏功能的改变往往影响心脏的形态结构。因此研究心脏结构必须联系心脏功能,而研究心脏功能也不能脱离心脏结构。超声心动图仪的应用对心脏检查提供了一种非入侵性方法,超声心动图仪能将心脏的结构与功能作为一个整体来加以研究,从而客观地在无外加刺激的情况下获得较完整的心脏功能与形态相结合的资料。

心脏的一般结构:心脏是一个有腔的肌性器官(图 2-1、2-2、2-3)分左心房(LA)、右心

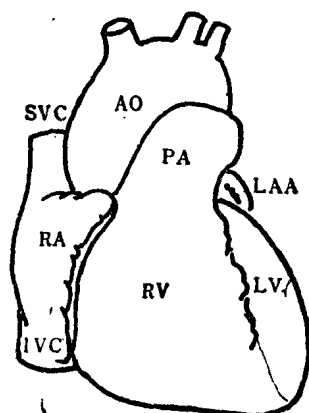


图 2-1 心脏外形前面观

SVC 上腔静脉, IVC 下腔静脉, RA 右心房, RV 右心室, PA 肺动脉, LAA 左心耳, LV 左心室, AO 主动脉。

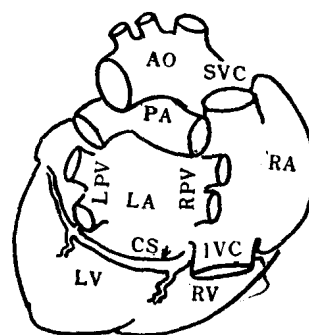


图 2-2 心脏外形后面观

SVC 上腔静脉, IVC 下腔静脉, RA 右心房, RV 右心室, PA 肺动脉, LPV 左肺静脉, RPV 右肺静脉, LA 左心房, LV 左心室, CS 冠状静脉窦。

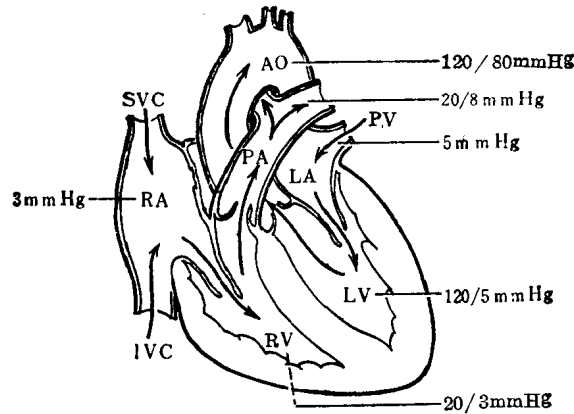


图 2-3 心脏内部结构与功能

SVC上腔静脉, IVC下腔静脉, RA 右心房, RV 右心室, PA 肺动脉,
PV 肺静脉, LA 左心房, LV 左心室, AO 主动脉。

房(RA)与左心室(LV)、右心室(RV)。左右心房之间有房间隔(IAS), 左右心室之间有室间隔(IVS)。心房与心室之间有房室孔相通, 右侧房室孔上有三尖瓣(TV)附着, 左侧房室孔上有二尖瓣(MV)附着。右心室与肺动脉(PA)之间有肺动脉瓣(PV)附着, 左心室与主动脉(AO)之间有主动脉瓣(AV)附着。

心脏的生理功能: 心脏是血液循环系统的动力中心。在神经系统与心脏传导系统的支配下, 心脏发生节律地收缩与舒张活动, 造成心脏的房、室与大血管间出现压力差阶, 从而推动着血液作周而复始地循环(图 2-3)。

全身的静脉血液通过上腔静脉(SVC)与下腔静脉(IVC)进入右心房(RA), 在舒张期右心室(RV)的压力为 3mmHg, 低于右心房, 右心房中的血液即通过三尖瓣(TV)瓣口进入右心室。右心室(RV)收缩时, 右心室内压力大于右心房压力($>3\text{mmHg}$)时三尖瓣关闭, 当压力超过 8mmHg 时肺动脉瓣(PV)开放, 右心室(RV)开始排气。肺动脉的未氧合血液在肺微血管中经过气体交换后成为氧合血, 再通过肺静脉(PV)回入左心房(LA)。在左心室舒张期, 左室内压力低于左房(LA)内压力($<5\text{mmHg}$), 左心房内血液通过二尖瓣(MV)瓣口进入左心室。左心室收缩时, 左心室内压力大于左房压力($>5\text{mmHg}$)时, 先引起二尖瓣即关闭, 待压力超过 80~90 mmHg 时主动脉瓣开放, 左心室开始排气, 将血液送往全身。如此周而复始地循环, 以供应全身组织的营养与新鲜氧气。

三、心脏在胸前壁的投影

上界: 相当于右第三肋软骨上缘, 胸骨旁 1 厘米处(右上点)与左第二肋软骨下缘距胸骨旁 1.2 厘米处(左上点)的连线(图 3)。

下界: 相当于右第 6 胸肋关节处(右下点)与左第 5 肋间胸骨中线左侧 7~9 厘米处(左下点)的连线。

右界: 相当于右上点与右下点的连线。

左界: 相当于左上点与左下点向左呈弧形的连线。

肺动脉瓣瓣环: 投影于左第 3 胸肋关节处。

主动脉瓣瓣环：投影于胸骨中线左侧第三肋间隙处。

二尖瓣瓣环：投影于左侧第 4 胸肋关节处。

三尖瓣瓣环：投影于胸骨中线第 4 肋间隙内。

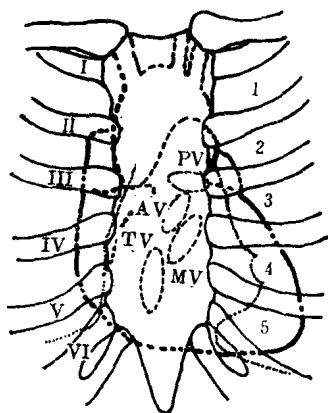


图 3 心脏在胸前壁的投影
I-VI 肋骨, 1-5 肋间隙, TV 三尖瓣, PV 肺动脉瓣, MV 二尖瓣, AV 主动脉瓣。

四、心脏在胸腔中的方位

了解心脏在胸腔中的方位有利于对探查部位的选择, 有利于对心内结构间相互关系的探查。

(一) 心脏在胸腔中的位置

心脏位于胸腔之中, 两肺之间, 纵隔之内, 外裹心包膜, 略呈圆锥状 (图 4-1)。心尖相当于圆锥的尖端, 指向左、前、下方, 心底部相当于圆锥的底部, 朝向右、后、上方。心脏的 2/3 位于胸骨中线的左侧, 心脏的 1/3 位于胸骨中线的右侧。故胸前探查时, 常在胸骨的左缘与左锁骨中线之间进行。

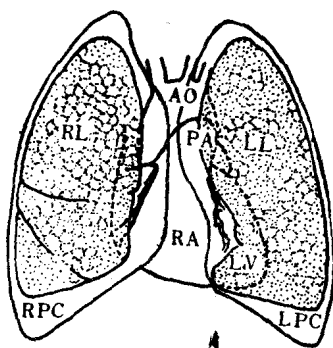


图 4-1 心脏与邻近脏器的解剖关系
AO 主动脉, PA 肺动脉, RV 右心室, LV 左心室, LL 左肺, LPC 左侧胸腔, RL 右肺, RPC 右侧胸腔。

(二) 心脏的长轴

是指心尖至心底部中点间的连线。心脏长轴与人体长轴 (躯干正中线) 之间成 45° 左右

的锐角。因此在探查左心室的长轴时,就必须使超声束的移动方向与身体长轴呈相应的角度(图 4-2,4-3)。

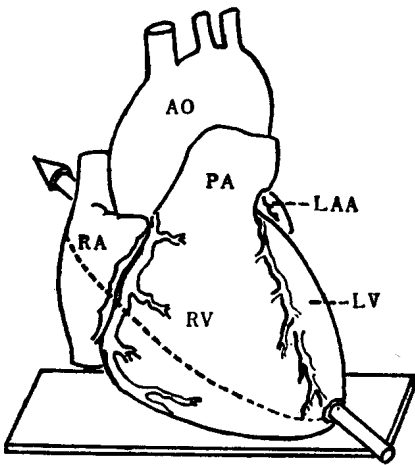


图 4-2 心脏长轴整体观

箭头示心脏长轴方向,即心尖至心底部中点的连线。RA 右心房,RV 右心室,PA 肺动脉,LAA 左心耳,LV 左心室,AO 主动脉。

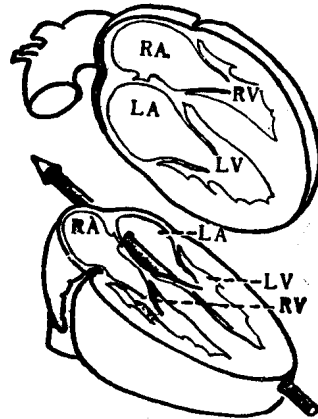


图 4-3 心脏长轴与心内结构的关系

箭头代表心脏长轴通过左心室与左心房的心内途径(注同图 4-2)。

(三) 心脏的短轴

是与心脏长轴呈 90° 角的垂直线。因此将探头与长轴方向呈 90° 角的方位转动时即可获得心脏的横切面(图 4-4,4-5)。

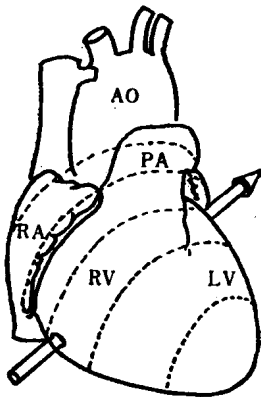


图 4-4 心脏短轴整体观

箭头示心脏短轴方向,即与心脏长轴呈 90° 的垂直线。RA 右心房,RV 右心室,PA 肺动脉,LV 左心室,AO 主动脉。

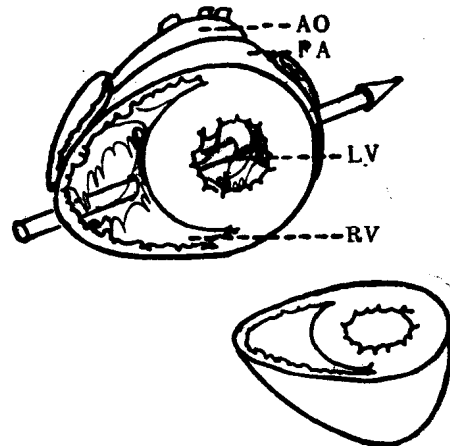


图 4-5 心脏短轴与心内结构的关系

箭头示心脏短轴通过右心室(RV)与左心室(LV)的心内途径。RV 右心室,PA 肺动脉,LV 左心室,AO 主动脉。

(四) 心脏的左右方位

是指躯干水平线上心脏左右位置的关系,如图 4-6,4-7 所示,第三肋间心脏的左右方位自右至左依次为:右心房→室间隔→左室流出道→左心室侧壁。

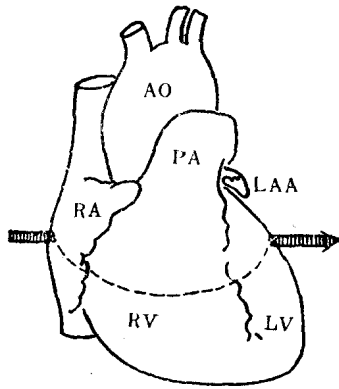


图 4-6 心脏的左右方位整体观

箭头示心脏的左右方位,即相当于躯干横轴的左右方位。AO 主动脉,PA 肺动脉,RA 右心房,RV 右心室,LAA 左心耳,LV 左心室。

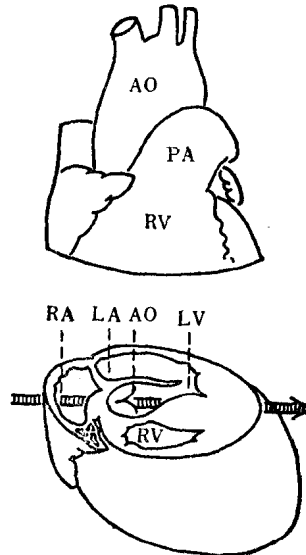


图 4-7 心脏左右方位与心内结构的关系

箭头示心脏左右方位的心内途径。RA 右心房, AO 主动脉, LV 左心室, LA 左心房, RV 右心室, PA 肺动脉。

(五) 心脏的前后位

是指在躯干水面切面(横切面)上心脏的前(胸)后(背)位时,并不是心脏短轴的前后关系,如图 4-7 所示第三肋间水平线上心脏的前后位,自前至后依次为右心室前壁、右心室漏斗部、漏斗部室间隔、左室流出道、左心房。

(六) 心脏的上(头)下(足)方位

是指躯干纵线(长轴)上,心脏上(头)下(足)位置的关系,如(图6-3)所示胸骨左侧旁线上心脏自上(头)而下(足)的关系依次为:主动脉弓→右肺动脉→左心房。

五、心脏在胸前壁的透声窗

透声窗的范围:在婴幼儿胸骨未钙化时,透声窗的右界为胸骨右缘,左界在 4~6 肋间

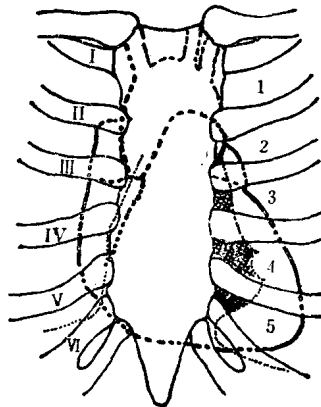


图 5 心脏在胸前壁的透声窗

图中斜格区为心脏在胸前壁的透声窗。I~VI 为相应的肋骨,1~5 为相应的肋间隙。

锁骨中线与胸骨左缘之间。成人的胸骨发生钙化,透声窗的范围相应缩小(图5)。

透声窗大小与呼吸的关系:吸气时肺内充气,肺界扩大,透声窗缩小。呼气时肺界缩小,透声窗扩大。

透声窗大小与病理情况的关系:心脏扩大、心包积液、肺门淋巴结高度肿大、主动脉瘤等病变时,透声窗的左右界均可扩大;而肺气肿时,透声窗缩小。

六、探查方法

准备工作:一般患者宜休息片刻,在安静状态下,取仰卧位,少数患者需取 $15\sim45^\circ$ 的左侧卧位或 $30\sim45^\circ$ 的半卧位。连接好心电图导线,暴露胸前区,放置心音头,涂上超声耦合剂(石蜡油或蓖麻油等)待查。

探查部位:使用超声心动图仪探查心脏的原理是,凡是能使超声束通过心脏的任何体表部位均能作为体表探查方法的探查部位。常用的探查部位有胸前区(1),胸骨上凹区(3)与剑突下区(2)等三个部位(图6-1,6-2,6-3,6-4)。

探查手法:一般先用点移法,即间断式的变换检查部位,找出主动脉或二尖瓣波形,然后选用下述方法进行探查。

(1) 定点原位探查法:即在胸前区的一定部位,调节超声束的方向,待出现典型的波形后,作仔细的观察与摄影记录(图6-1,6-5A、B)。

(2) 定点扫查法,即将探头固定于一定部位,以不同的方向与角度转动探头,将心脏作不同的超声切面(图6-1(1),6-6A、B)。

(3) 滑动式探查法:即在探查时探头不离开皮肤,以滑动方式变换探查部位以确定心脏内部结构之间的相互关系(图6-7)。

(4) 混合探查法:即将上述各法以不同方式联合使用(图6-8A、B)。

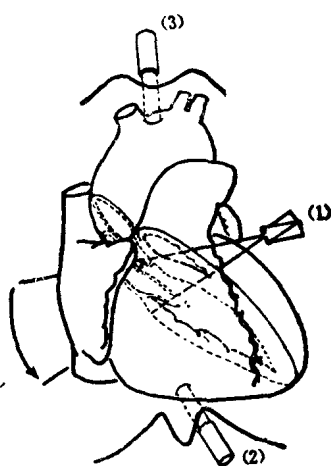


图6-1 常用探查部位示意图

(1) 胸前探查区, (2) 剑突下探查区,
(3) 胸骨上凹探查区。

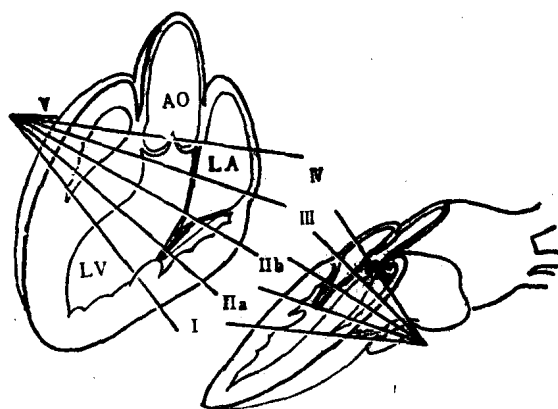


图6-2 胸前探查区的心内结构与超声分区

I区—心尖部左心室(LV), IIa区—腱索区, IIb—二尖瓣前叶(ΔMV)与二尖瓣后叶(PMV)区, III区—二尖瓣前叶区, IV区—二尖瓣后叶区, V区—三尖瓣区, AO 主动脉, LA 左心房。

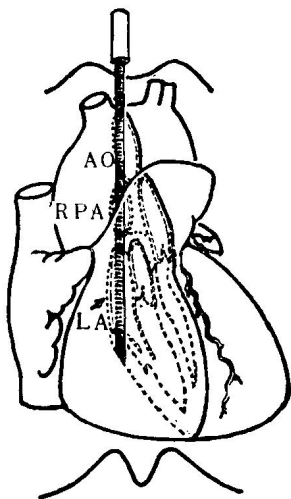


图 6-3 胸骨上凹探查区的心内结构
图示自上而下分别通过主动脉弓(AO),
右肺动脉(RPA)与左心房(LA)。

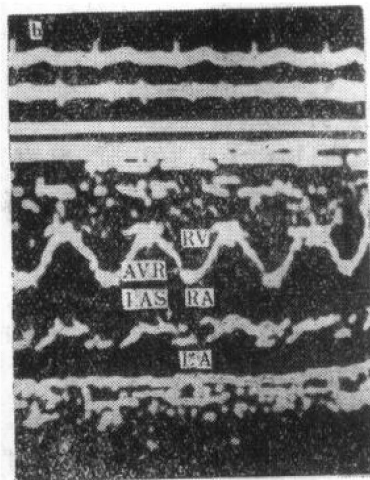
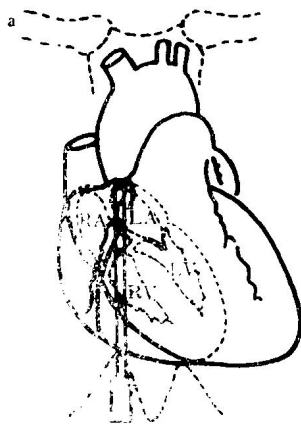


图 6-4 剑突下探查区的心内结构及相应波群
图示超声束分别通过右心室(RV)、右房室环(AVR)、右心房(RA)、房间隔(IAS)与左心房(LA)。a. 解剖示意图, b. 相应波群。

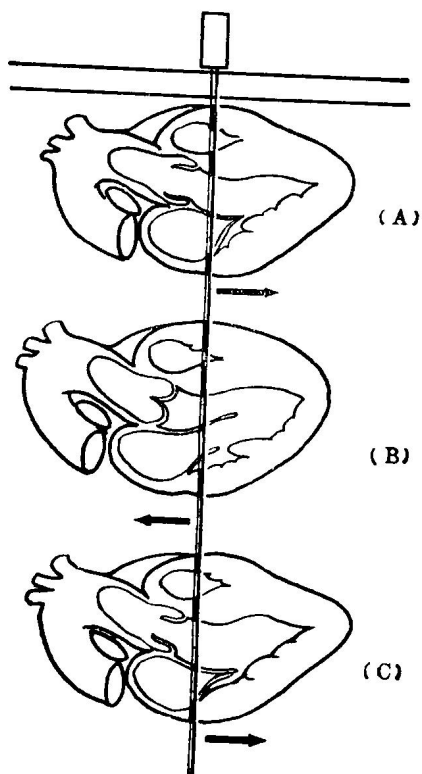


图 6-5A 定点探查法
图示收缩期(A)、(C), 房室环下移, 二尖瓣后叶离开超声束。在舒张期(B), 房室环上移, 二尖瓣后叶进入超声束。

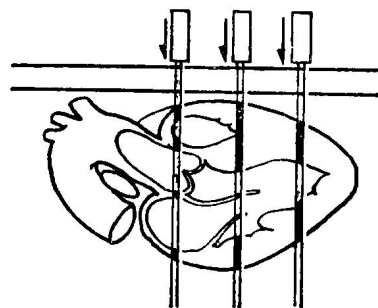


图 6-5B 移动定点探查法
图示移动探头在不同部位上作定点探查。

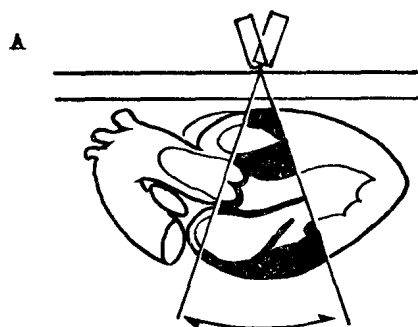


图 6-6A 定点扫查法
图示在一个固定的部位作反复扫查。

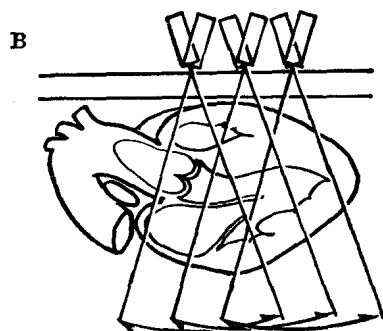


图 6-6B 移动定点扫查法
图示不断移动位置作反复扫查。

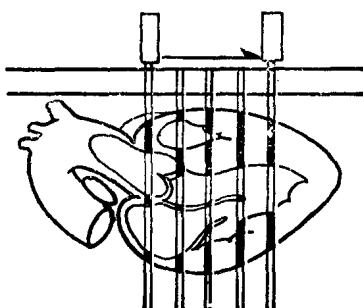


图 6-7 滑动探查法
图示探头不离开皮肤,作滑移动作,在不同部位进行探查。

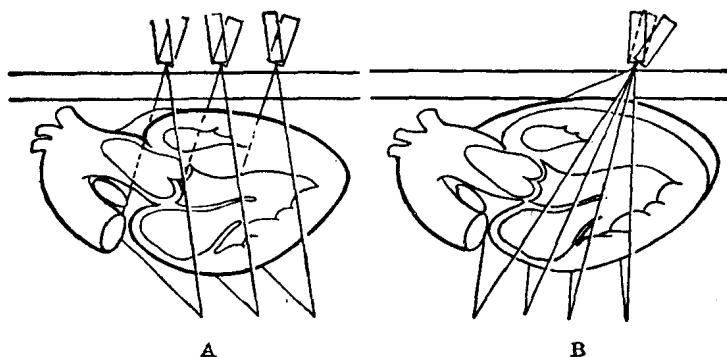


图 6-8 混合探查法
6-8A 移动定点多切面扫查法。
6-8B 定点多切面扫查法。

七、测量与分析方法

对超声心动图波形的测量与分析一般包括：深度、速度与速率三个方面。

(一) 深度

是指心脏结构的各个界面与超声探头的距离。在荧光屏上表现为上下方向(Y轴)所反映的心脏结构的空間关系(图 7-1)。根据Y轴的深度,可分析以下问题。

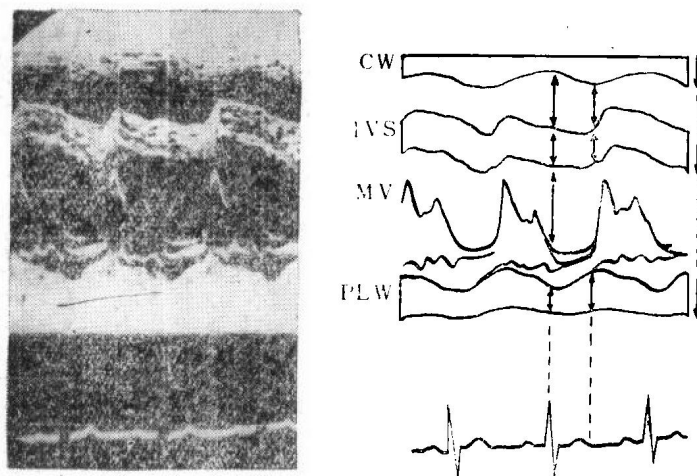


图 7-1 深度(Y轴)的测量方法

示Y轴标尺1方格(10毫米)相当于被测结构20毫米,即1:2。CW胸壁, IVS 室间隔, MV 二尖瓣, PLW 左室后壁。

1. 心脏与大血管的内径。
2. 心室壁、心房壁、血管壁以及瓣膜的厚度。
3. 心脏各层结构的活动幅度。
4. 心脏各层结构与胸壁的距离。

通常上下两点间的距离代表1厘米(1:1)或2厘米(1:2)。

(二) 速度

是指慢扫描电路使荧光屏上心脏界面的超声光点呈水平方向(X轴)移动的速度(图7-2)。根据X轴上所反映的时速,可分析以下问题。

1. 心率。
2. 心律。

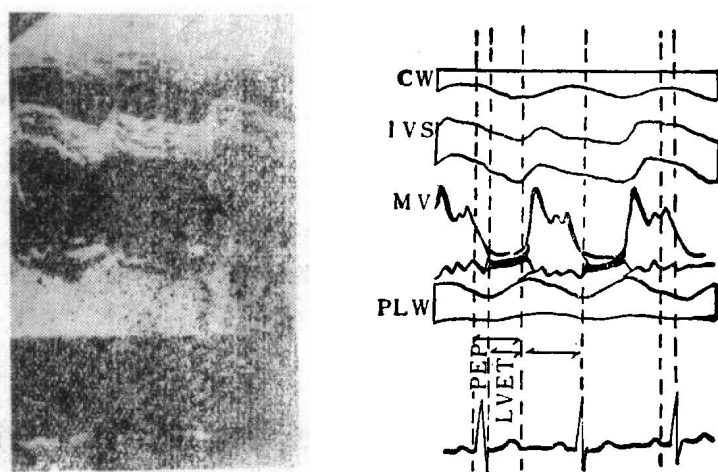


图 7-2 时相的测量方法

示X轴标尺1方格为10毫米,当波形走速每秒25毫米时,1毫米=0.04秒。心电图上Q至左室D点,为收缩期各时相的总和。 $(Q-D)-(C-D)=PEP$ (排血前期)。

3. 时相。即心动周期中心脏各界面活动的时相改变。

代表心脏各界面的光点在X轴上的走速，可根据分析的需要加以调节。一般以每秒走动 25 毫米为宜。亦可采用每秒 10 毫米或每秒 50~100 毫米的走速。

(三) 速率

是指单位时间(秒)内心脏各界面在Y轴上产生的空间改变的程度(图 7-3)。其分析方法如下：

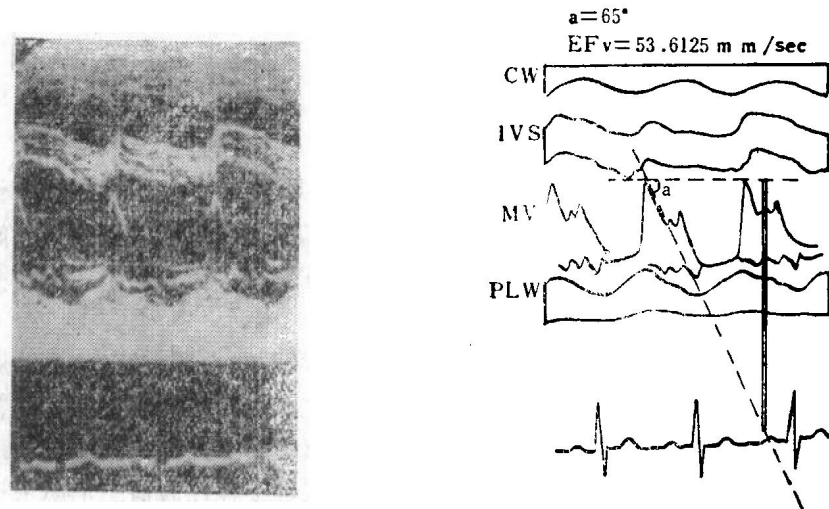


图 7-3 斜率的测量与分析

CW 胸壁, IVS 室间隔, MV 二尖瓣, PLW 左室后壁。

1. 首先测量心脏有关结构在心动周期中的活动波形(斜段)与X轴间相交的角度。
2. 再将测得角度换算(或查表)成角度的系数。
3. 最后将检获的系数与荧光屏上 1 秒钟移动的毫米数相乘,即得某一曲线的斜率。斜率以毫米/秒表示。

斜率的计算公式: 斜率 = 角度系数 × 时距/秒。