

重庆医学院 编著



临床二维超声心动图

0.4

01

重庆出版社

09401

临床二维超声心动图

主编 李德旺 陈运贞 马才驷
编者 姜均本 黄 蓊 王志刚 林晓光 司徒琳
陈家香 赵万蓉 李增高 丁淑贞 祝益珍
审阅 林 琦

重 庆 出 版 社

一九八四年·重庆

责任编辑：谢 先

封面设计：符宗荣

临床二维超声心动图

重 庆 出 版 社 出 版 (重庆李子坝正街102号)

新 华 书 店 重 庆 发 行 所 发 行

重 庆 新 华 印 刷 厂 印 刷

*

开本787×1092 1/16 印张9.125 插页2 字数132千

1984年10月第一版

1984年10月第一次印刷

科技新书目：87—248

印数1—11,300

书号：14114·15

定价：2.30元

序 言

超声心动图作为无创性心脏诊断技术，在五十年代初问世以来，三十年内得到了长足的发展。M型超声心动图机现已成为我国每一个医院必须的设备，大大改善了心脏病的诊断水平，对某些先天性心脏病已可代替心导管检查。

事物是一分为二的，科学总是在前进。二维超声心动图是在M型基础上发展起来的另一型超声心动图，它运用(超)声束，按顺序、有规律地扫查(描)心脏各个断层(或切面)，使其回声在荧光屏上显示出心脏结构的方位及其动态改变，更清晰地展示了心尖、右室、房间隔及肺动脉等结构，克服了M型的局限性，增大了诊断的范围，提高了诊断的准确性。

本书作者在日常诊疗工作中使用国产FJ—784型机械扇形超声切面显像仪数年，将其所得经验汇集成书。由于工作之便，本人得于出版前先通读一遍，有以下几点体会：

本书除了介绍二维超声心动图的基本工作原理、心脏二维超声断层解剖图形及具体操作方法、步骤外，能结合临床病史、体检、X线及心电图检查资料，对常见心脏病及某些少见心脏病作了分章介绍，均能引用自己亲身诊治的病案，对每一个或经手术，或经随访(尸检)证实的示范病例，先提出示意图，再对每一幅二维超声图像进行分析、讲解、得出结论。不论对初学者或已有相当经验的超声心动图工作者都有裨益。

本书的另一特点是作者人数较多，每位作者都是颇有经验的临床心血管病科医师，根据个人专长，广泛阅读国内、外文献，深入浅出，精简扼要的作了介绍。

二维超声心动图是门发展很快的学科，希望作者和出版者，能在今后的一定时间内，增加新内容，有计划地定期再版。

第三军医大学 教授 李言让

1984年6月20日

序 言

随着电子技术的飞跃发展，医学界诊断领域也面目一新，尤其国产超声仪器不断的改进和国外超声仪器的引进，在超声诊断领域上更发挥了巨大作用。

当前广大超声工作者非常渴望需要一本特别实用的超声诊断书籍，作为自己的良师益友，不断地提高超声诊断技术水平。

我认为重庆医学院李德旺等主编的《临床二维超声心动图》，乃是广大超声工作者所期望的好书，因为它已具备了如下几点，特向广大读者加以推荐。

1. 该书是根据作者的专长来确定所执笔的内容，因此论述内容具有专长特点。并加入了新内容和新观点，尤其将临床经验实例也编入在内。

2. 书中详细描述了心脏二维超声断层解剖方面内容，这更是独到之处，阅后会给我们打下有利的超声诊断基础。

3. 书中不仅对心脏扇形作了详细描述，并对M型也作了一定程度介绍，这对扇形与M型相互结合来诊断疾病，提供了有利的资料。

4. 该书所采用之图片绝大部分是以国产超声仪器拍照下来的，虽然个别图片不够理想，但对我们增加信心，促使中国超声事业的发展更有现实意义。

中国超声医学研究会 常务理事

中国超声医学杂志 副主编 编辑室主任

戚兆清

1984年7月29日

前 言

超声心动图是一门新型、无创、无害性检查心脏的技术，可以在活体上直接观测心脏各部肌肉的厚薄、活动度、心腔大小、瓣膜活动状态及部分心功能测定。

目前超声心动图已广泛用于诊断心瓣病、心肌病、心腔肿瘤、先天性心脏病等。特别是近几年来超声心动图声学造影在某些有分流、返流性心血管疾病的诊断上，已取得了可喜成果。在某些领域将取代心血管造影或心导管检查。

本书侧重二维超声心动图，但一维的M型与二维超声各有所长，如能相互配合，相互参照，将使超声心动图诊断的准确性得到更大的提高，为此我们在有关章节还介绍一些必要的M型超声心动图知识。书中阐明每一个疾病，均描述其解剖与病理生理、临床特点、超声特征、病例示范等。对所附图片均配以比较形象、易懂的模式图，供超声工作者、临床医师及医学生工作、学习中参考。

全书共分十八章：分为基本原理、心脏断层解剖、二维超声断层的成象方法、二尖瓣病变、主动脉瓣病变、心肌病、心包病、先天性心脏病、声学造影等等，图200余幅，并有病例示范，其中有较大部分通过手术、尸解、心导管及心血管X线造影证实诊断。

本书各章(节)执笔者均在章(节)末署名。书中所有示意图、模式图除第三章由姜均本医师绘制外，其余均由王志刚医师构思、绘制。书中扇形图片多采用四川省绵阳407电子设备制造厂产FJ—784型扇形切面显象仪所探查的图象，少部分引用国内、外资料。

由于时间仓促，加之我们在这方面经验少，学习不够，因此书中难免有误，祈各位读者批评指正。

编 著 者

1983年8月30日

内 容 提 要

本书是介绍二维超声心动图的专著。

全书包括基本原理、心脏断层解剖、成象方法、声学造影及各类心脏疾病等等共18章，插图200余幅。

书中内容紧密结合临床。特别对各类疾病的解剖、病理生理、临床特点、超声特征作了较详尽的介绍，并附有病例示范，而且多数病例经过手术或心导管等检查所证实。书中二维超声心动图皆配有形象易懂的模式图解以便读者理解。

本书适合医科学生，临床医生和超声心动图工作者学习、参
考用。

目 录

第一章 概 述	1
第二章 超声心动图的基本原理	3
超声波的物理特性	3
超声心动图仪的工作原理和仪器类型	4
第三章 心脏二维超声断层解剖	8
第四章 M型超声心动图的探查方法和正常波形	15
第五章 心脏二维超声断层成象方法和正常图象	21
第六章 二尖瓣病变	29
二尖瓣狭窄	29
二尖瓣关闭不全	31
风湿性二尖瓣关闭不全	31
腱索断裂所致的二尖瓣关闭不全	32
二尖瓣环钙化所致的二尖瓣关闭不全	32
二尖瓣脱垂	33
第七章 主动脉瓣病变	36
主动脉瓣关闭不全和狭窄	36
主动脉窦瘤	38
第八章 感染性心内膜炎	41
第九章 人造心脏瓣膜	43
第十章 心房粘液瘤	46
第十一章 心肌病	48
充血型心肌病	48
肥厚型心肌病	49
第十二章 心包病变	53
心包积液及心包缩窄	53
第十三章 非紫绀类先天性心脏病	56
房间隔缺损	56
室间隔缺损	58
动脉导管未闭	60

肺动脉瓣狭窄·····	61
第十四章 紫绀类先天性心脏病·····	63
法乐氏四联症·····	63
埃勃斯坦畸形(Ebstein畸形)·····	65
永存动脉干·····	67
原发性肺动脉高压·····	69
第十五章 肺原性心脏病·····	71
第十六章 冠状动脉粥样硬化性心脏病·····	74
心肌梗塞·····	75
室壁瘤·····	76
乳头肌功能不全与断裂·····	76
室间隔穿孔·····	77
左室血栓·····	77
第十七章 心内起搏导管·····	79
第十八章 心脏声学造影·····	81
附：常用心脏切面正常值(草案)·····	91

注：封面扇形扫描图象为左房粘液瘤(左室长轴观)

第一章 概 述

超声心动图是五十年代以来发展起来的一种新型的非创伤性诊断技术。1954年Edler与Hertz二氏首创以超声显示器探查心脏,利用超声波的声束穿过心脏各层结构所产生的回声反射在荧光屏上加以显示,藉以了解心脏结构及其动态变化称之为M型或标准超声心动图(M-Mode或Standard ultrasound cardiography)。通过直接显示心脏结构,特别是对二尖瓣形态和动度,室间隔、室壁厚度和动度,房室腔径和腔内肿瘤以及心包积液等的改变,M型超声心动图能为这些既往难以诊断的心脏疾病提供诊断依据。对心功能的评定,药物疗效的判断也有一定的帮助。根据临床应用所积累的丰富经验,已证明M型超声心动图对于各种瓣膜疾病、先天性心脏病、心脏肿瘤、心肌疾病、心包积液等的诊断有独特的价值。然而M型超声心动图仅显示声束所通过一条线上的心壁和瓣膜在心动周期活动中的单维图象,故存在着明显的局限性。且常因其图象不同于解剖结构的形象而令人费解,这些,乃是其不足之处。

实时二维超声心动图(Two-Dimensional Echocardiography)系在M型超声心动图基础上发展起来的一种运用声束按定向、有规律地顺序扫过心脏所获得心脏各个断层或切面的回声。应用电子或机械方法快速移动声束,如每秒能获得30个以上的回声图象时,则可在荧光屏上展示出心脏某部位快速实时活动的超声图象。二维超声心动图提供了直接在活体窥视心脏解剖结构的方位及其动态改变的可能,其图象与解剖断层或切面所见几乎相同,亦称之为切面超声心动图(Cross sectional echocardiography)。通常应用机械将探头旋转取得为 $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 的扇形图象,故又称扇形扫描(Sector scan)或扇形超声心动图。由于探查位置的增加以及探头方向的改变,二维超声心动图可以获得反映几乎所有心内结构的超声断层图象,二维超声心动图能更清晰地展示心尖、右室、右房、房间隔、肺动脉等结构,克服了单维的M型心动图的局限性,扩大了超声心动图的应用范围,并增进了诊断的精确性,故被认为是超声诊断中的一个重要里程碑。通过注射某些显影剂的超声造影的方法,又为超声心动图的应用开辟了新领域,特别是对具有分流或反流的先天性和后天性心脏病的诊断有独到之处。总的说来,二维心动图常能对某些解剖结构上的异常变化有特殊的诊断价值;而对某些缺乏直接解剖异常的心脏病以及心腔内压力、流量和容量等生理性改变则仅有参考价值。

目前,二维超声心动图的临床应用处于逐步深入阶段,多仅根据其形态改变作出诊断,各个断层的标准定位方法和各项正常数据的测定尚有待总结。即使如此,目前如能将M型和二维超声心动图在临床上配合使用,相互补充,可为心内结构和大血管显象提

供一种较为可靠的无创性诊断手段，其临床效果比较理想。通过近年研究所取得的进展，超声心动图已成为心血管疾病诊断上的一门新学科。

本书结合临床重点介绍各种常见心血管疾病中M型和二维超声心动图的异常发现，并对其临床应用进行评价。

李德旺

第二章 超声心动图的基本原理

超声波的物理特性

物体的机械震动所激起的纵波频率在20,000赫兹以上而超过人耳听觉范围的声波称超声波。超声波的物理特性有：

1. 方向性：由于超声波频率很高，则波长很短，很容易聚集成一狭窄声束，使声能高度集中，故可作定向发射。临床运用这一特性作为体内器官病变的定位探查。

2. 反射与折射：当声束由一种介质进入另一种介质时，由于两者声阻不同，凡声阻差达0.1%以上者，在介面上即有部分声能产生相反方向传播(图2—1)，此称反射。介面声阻差越大，则反射越强。当入射声束与介面垂直相遇时，一部分声能由入射的同一途径在第一介质中作“返回”传播又回入探头，另一部分声能按原来方向继续前进(图2—2)。若入射声束与介面倾斜时，一部分声能按“入射角等于反射角”的规律呈现反射，

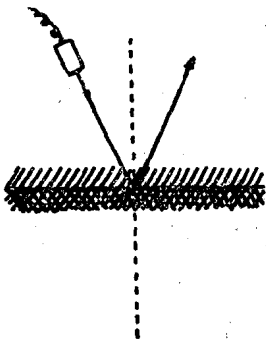


图2-1 入射波在声阻不同的介面上发生反射示意图

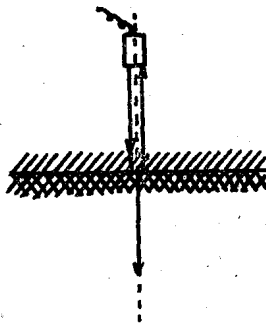


图2-2 入射声束与介面垂直时反射与入射途径相同示意图

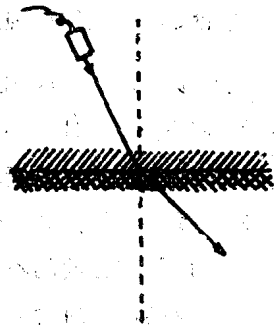


图2-3 入射声束与介面倾斜时产生折射示意图

而另一部分声能在第二介质中改变了原来传播方向继续向前，从而产生折射(图2—3)。

3. 绕射：超声束在传播过程中如遇障碍物的直径与波长大小相近时，则声束可以绕过障碍物继续前进，这一现象称之绕射。若遇障碍物的直径比波长小，则绕射现象更加明显；如障碍物的直径小于二分之一波长，则仅现绕射而无反射；若障碍物直径比波长大得很多时，则绕射现象轻微，反射增强，分辨力增加。为此在作临床超声检查时，最好应根据探查物直径大小选择声频(声频越高，则波长越短、反射越强)。综上所述，不难看出：波长明显小于探查物直径时，则绕射现象减轻，分辨力增加。

4. 散射：当超声束射入大量比波长小得很多的细微粒子的组织内，将出现多点绕射，这一现象称为散射。

5. 超声衰减: 超声在介质中传播, 由于反射、折射、绕射等现象, 使其声波部分方向发生偏移, 介质粘滞度、温度增高等因素亦可使声能消耗, 这些因素都可使声强逐步减弱, 这现象称超声衰减。

6. 频率选择: 超声频率越高, 反射越强, 分辨力越高, 但穿透力相应降低; 反之超声频率越低, 则反射减弱, 分辨力降低, 但穿透力增加。为此频率选择是临床超声检查成败的重要因素之一。据此对婴儿, 乳腺、眼球等浅表器官探查多选用高频, 而对颅脑、肝、脾、子宫等内脏检查, 多以频率稍低为宜。

7. 人体组织对超声所呈现的不同反射波型: 当超声束在组织中传播, 凡遇两种声阻不同的介面发生反射与吸收衰减等因素使之出现不同的超声波形。按人体的各种组织由于其结构、密度不同, 通常可分为下列四种波型。

(1) 无反射型: 液体是机体内最均匀介质, 无声阻差的存在, 其反射系数为零, 因此无反射波。这就是通常超声工作者所说“液性暗区”或“液平段”。无反射波可见于下列情况:

生理性液性暗区: 血液、尿液、胆汁、眼前房水、眼玻璃体、妊娠羊水等均呈液性暗区。

病理性液性暗区: 心包积液、胸、腹腔积液、肾盂积水、脓肿、囊肿以及原发性肝癌并发肝组织坏死、液化及出血等均可出现病理性液性暗区。

无创性超声诊断液性暗区其准确性很高, 它对很多体腔积液、脓肿、囊肿、恶性肿瘤的诊断、治疗、疗效随访有着重要的指导价值。

〔注〕 无反射型组织声强的反射系数(R)公式 设 Z_1 为第一介质声阻 Z_2 为第二介质声阻 因液体无声阻差 则 $Z_1 = Z_2$

$$\text{故无反射型组织声强反射系数}(R) = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{0}{Z_1 + Z_2} = 0$$

(2) 少反射型: 内部结构比较均匀的一些实质器官, 其介质声阻差较小、反射少。当用低灵敏度检查时, 往往呈平段(指A型超声仪)或暗区, 它随着增益的逐步增大, 则平段或暗区中反射也逐渐增多。这一型常见于正常肝脏、心壁及间隔心肌。

(3) 多反射型: 凡脏器内部结构不均匀, 其各介面声阻差也不一致, 反射也各不相同, 随着声阻差程度的不同, 则反射波有多种多样。这型见于: ① 正常: 乳腺、眼球、心内膜、瓣膜及大血管等。② 病理状态: 各种炎症性或非囊肿性实质性占位病变、肝硬化、肝癌等。

(4) 全反射型: 含气量较多的器官与软组织交界处, 由于介面声阻差很大, 反射系数达99.99%, 则超声束几乎不能进入第二介质, 故称全反射。这一型常见于肺、胃、肠道充气与其它器官交界处。

临床实践证明上述各类波型往往混合出现。

超声心动图仪的工作原理和仪器类型

1. 超声波的产生

当高频脉冲发生器发放高频电脉冲输入换能器(即探头)中的具有伸缩特性的压电晶

体时，由于逆压电效应，其高频电能即转为声能发放超声波。由于声频很高，探头将其聚集成一狭窄声束射入所需探查的器官，当到达声阻不同的介面后，则产生反射回声。这些反射回声又返回探头，再经压电晶体，由于正压电效应，使声能又转为电能，再输入接收、放大及示波显示系统(图2—4)，即可显示各种超声图像。

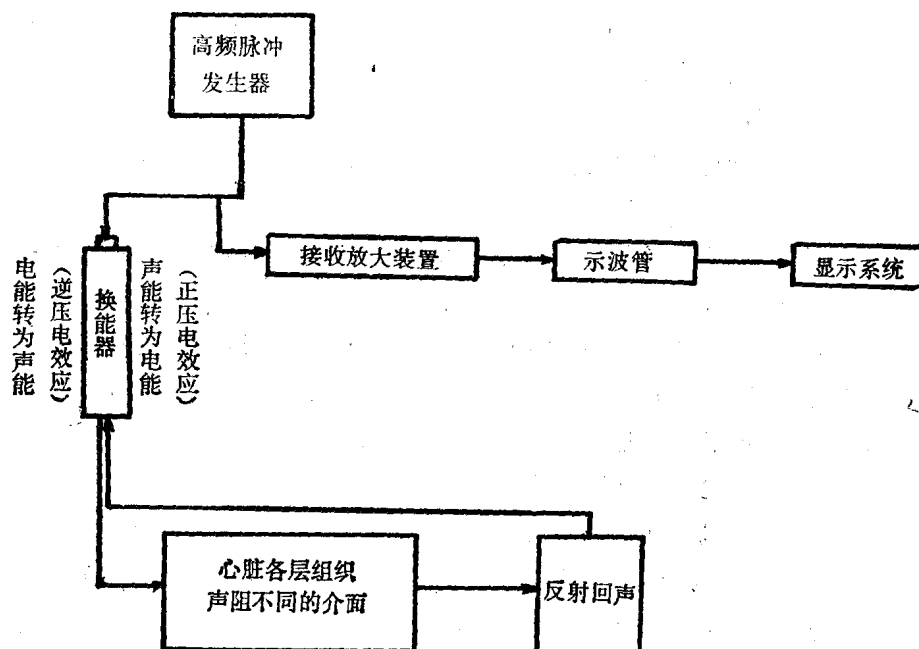


图2-4 超声心动图仪基本工作原理示意图

超声的产生与接收：主要利用晶体的压电现象产生或接收超声。压电现象可分为逆压电效应与正压电效应两种

逆压电效应：当晶体置于高频电脉冲提供的交变电场中，晶体发生厚、薄弹性变形，这种变形使周围介质发生振动，此现象称逆压电效应。如晶体在高频电的作用下产生机械振动频率很高，它就能发射超声。由此可见，逆压电效应是电能转为机械的声能过程。

正压电效应：由于逆压电效应所产生的超声在组织中传布，遇有两种声阻不同的介面即发生反射，其反射波是一种有规律的机械振动，这种机械力再作用于晶片上，使晶体发生变形，此时受力的两面将出现异名电荷而产生电场，这现象称正压电效应。正压电效应将机械声能又转为电能，若再通过放大、示波系统即产生超声波图像。

综上所述：晶体在这过程中所起着将电能与声能相互转换作用，故探头又称换能器。

超声场的扩散角：超声频率越高，波长越短，很容易聚成一狭窄声束，使扩散角变小，其指向性增强。由于扩散角越小，声场的能量相对集中，其穿透力强，横向分辨力高，因此扩散角是衡量超声探头性能好坏的重要标志之一。医用超声束扩散角应在 3.5° 以下(图2—5)。

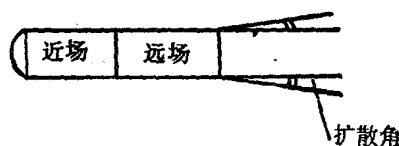


图2-5 超声场的扩散角示意图

2. M型超声心动图仪工作原理

M型超声心动图是将探头固定在体表某一探查点上，利用探头发出的条形声束投射

到心脏各个介面上,按探头与心脏各介面距离的远近使回声信号在萤光屏上显示出来。由于探头的逆压电效应所产生的高频超声,它的扫描时间很短,故又称快扫描电压,如将其加到示波管的垂直偏移板(即y轴)上,即形成代表心脏不同介面的距离和深度的上下摆动扫描线。若在示波管的水平偏移板上加上慢扫描电压(即慢扫描电路)即x轴,当心脏收缩与舒张阶段,使其心脏各介面返回的回声光点由左向右地被展开而成水平方向移动,形成具有周期性变化的超声曲线。

M型超声心动图仪常用频率为2.5~3.0兆赫/秒。示波屏上y轴代表测面的深度,x轴代表时间。多数M型超声心动图仪都与心电图、心音图同步描记,并有摄影装置。

3. 二维超声心动图仪的工作原理及其类型

实时二维超声心动图仪的基本原理与M型超声心动图仪大致相似,都是利用超声束在声阻不同的介面发生反射,使之在萤光屏上成像的一种方法。M型是以声束通过一条线上的组织结构成像;而二维超声心动图仪是通过多探头并列(线阵式)或将单探头作扇形摆动,使发出的声束对心脏作扇形扫查成像。这两种二维探头都是利用声束扫过心脏某一切面,且使声束在体内快速连续重复扫查(一般以每秒16帧以上的画面),从而在萤光屏上显示出结构清晰的肝脏切面图像。

目前使用的实时二维超声心动图仪可分为多晶体线列阵式(Linear array)及扇形扫描(Sector scanner)两种基本类型。扇形扫描仪按其探头摆动的功能来源不同,又可分为单晶体机械运动式及电子相控阵式两种。

多晶体线列阵式超声心动图仪是由20~64个晶体片平行排列组成长方形探头,利用电子开关将高频脉冲电流依次作用于各个晶体片,由于逆压电与正压电效应,即可使显像系统的萤光屏上展示出“活动电影”式心脏各种断层图像。

线阵式每秒可连续显示150幅图象,同时由于探头面积较大,故能显示整个心脏结构活动的实时图象,萤光屏上有8×16厘米切面图象。鉴于晶体片很小,声能转换力低、扩散角大,特别在扫描线少时(20条),显像往往不能清晰,细微病变难以识辨,更主要缺点是由于探头长,与皮肤接触部分的长度需达4~8厘米,往往需要数个肋间才能容纳,因此只能在固定部位使用,跨肋间探查常招致皮肤接触不良,部分声束受肋骨遮掩,出现“肋骨暗区”,直接影响对心脏的全面观察(图2—6)。为此目前国内外较少用于检查心脏。

扇形扫描仪由于探头小,扫查时探头可以直接置于肋间隙,可获得较大的扇面图像,克服了多晶体线列阵式的缺点。此型又可分为机械扫描及电子相控阵两种。

(1) 单晶体机械运动式换能器扇形扫描(图2—7),用微型电机转动单晶体探头(其

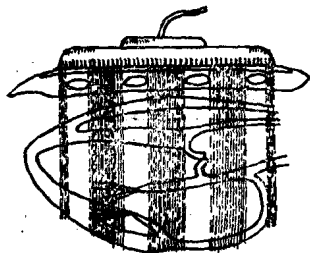


图2-6 多晶体线列阵式换能器对心脏扫描示意图

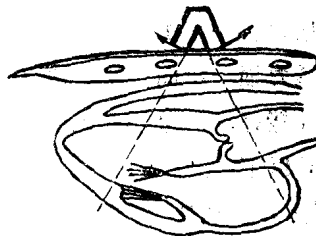


图2-7 单晶体机械运动式换能器对心脏扫描示意图

面积稍大, 声能转换力高), 使之作扇形摆动, 形成扇形声束画面, 对心脏进行扫查, 可获分辨力较高的二维超声图像, 探头运动方位角为 $30\sim 45$ 度, 每秒发射3000次脉冲, 每分钟显示图像30幅。由于扇角较小, 对心脏不能全面观察, 有人将摆动式探头改为机械旋转式(图2—8), 使扇角提高到 $60\sim 90$ 度角, 则可扩大对心脏观察面积。

机械运动式探头操作简便、灵活、图像清晰, 价格低廉是其优点; 所惜由于机械震动,

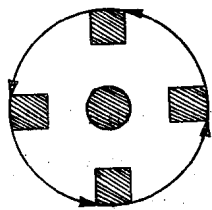


图2-8 机械旋转式换能器旋转方式示意图

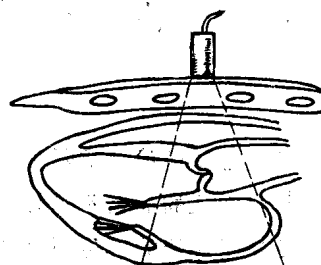


图2-9 电子相控阵换能器对心脏扫描示意图

使受检者往往有不适之感。

(2) 电子相控阵扇形扫描 (Electronic phased—array sector scanner)(图2—9), 利用电子技术使声束对心脏作扇形扫查可获得各种断层像。其扇角可达 90 度。扫描深度15厘米, 可以全面观察心脏内部结构及其活动状态, 图像清晰, 分辨力高, 对病员无任何不适感。此种仪器的结构复杂, 制作技术难度较大, 故价格昂贵, 一时尚难普及。

本书所用的扇形扫描图像多采用四川省绵阳407电子设备制造厂制造的FJ-784-6型机械扇形超声切面显像仪扫查图像, 这一型扫描仪扫描深度16厘米、扇角达 90 度、每秒30幅图像, 即可实时显像。经过我们近年临床使用, 效果比较满意。

李德旺

第三章 心脏二维超声断层解剖

根据心脏二维超声诊断实际使用的四个标准探头位置，从中可取得约20个瞬时断层图象，这些断层图象的命名不是按解剖方位的矢状、额状、冠状面，而是按其与心脏长、短轴的关系及其所显示的部位而命名的（见第五章表：心脏断层（切面）图象观）。

以下是利用成人心脏固定标本，按超声断层图的方位做相应的切面，分别观察各切面所见的解剖结构。

一、左室长轴观

（见92页图3—1A、1B）

（一）切面：通过左室及主动脉长轴，做近于矢状面位的斜切面，可见三个心腔和三个口。

（二）结构：

1. 右心室位于左侧（解剖位为前方）为右室流出道，向上通肺动脉口。该口呈斜切面，口上可见有不完整的肺动脉瓣。

2. 主动脉口位于肺动脉口的右（后）方，口缘附有主动脉瓣。由口向上接主动脉根部，可见其前后壁断面，主动脉壁与瓣之间的间隙为主动脉窦，右主动脉窦内可见右冠状动脉的开口。由主动脉前壁向下连于室间隔。该隔由心底向心尖逐步增厚，主动脉后壁向下连于二尖瓣的前尖瓣叶，其游离缘藉腱索连于后乳头肌。前尖瓣与室间隔之间的心腔为左室流出道。与主动脉处于同轴位置。由此可见此断面可很好显示室间隔——主动脉壁及二尖瓣——主动脉瓣的正常解剖关系。

3. 左心房紧靠主动脉根部右（后）方。在此断面可观测左房前后壁的距离。左房后份可见左下肺静脉的开口。

4. 左房室口位于左房的下方，口缘附有二尖瓣，可见前、后两个瓣叶，藉腱索附着于后乳头肌。前尖瓣较后尖瓣长且大。

5. 左室后壁和左房后壁为最后方的结构，在房室沟内可见冠状窦和冠状动脉的断面。

（三）扇形扫描图象的方位：左室及主动脉长轴断面，可以在胸骨旁和心尖区取得，但由于探头

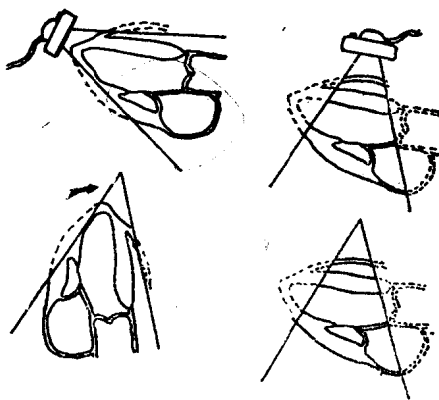


图3-2 探头位于心尖区、胸骨旁区左室长轴观扇形扫描方位示意图