

超 声 心 动 图

易嵩高 译
王肇勋 校

湖南科学技术出版社

超声心动图

——新的世界文献论丛
易嵩高 译 王肇勋 校

1979年7月第1版第1次印刷
字数:133,000 印数:1—10,000册 印张:12.25
统一书号:14204·4 定价:1.22元

目 录

一、 导言.....	(1)
二、 超声心动图的原理.....	(5)
三、 二尖瓣狭窄的超声心动图.....	(13)
四、 二尖瓣脱垂综合征的超声心动图诊断.....	(18)
五、 肥厚性阻塞性心肌病的超声心动图诊断.....	(29)
六、 主动脉根部的超声心动图.....	(35)
七、 临床实践中的肺动脉瓣回声图.....	(42)
八、 心瓣膜赘生物的超声心动图.....	(58)
九、 超声心动图对左室功能的评价.....	(66)
十、 缺血性心脏病的超声心动图.....	(74)
十一、 实验诱导性心肌缺血的超声心动图.....	(85)
十二、 心包积液的超声心动图.....	(93)
十三、 先天性心脏病的超声心动图.....	(104)
十四、 实时切面超声心动图显像系统诊断复合性先天性心脏病的比较性应用.....	(111)
十五、 应用聚焦相控阵超声系统作动态的心脏显影.....	(122)
十六、 脉冲式多普勒超声心动图的原理及应用.....	(131)
十七、 超声心动图对三尖瓣、右心室和心房的检查.....	(144)
十八、 大血管转位的超声评价.....	(183)

一、导 言

在现代医学实践中，超声心动图是飞速成长的诊断领域之一。十年来，这种技术，已由实验室的珍奇术，发展为常规诊断方法。它的应用，从大学医院已扩展到地区性医疗中心、村社医院，甚至私人诊所。1967年，在《美国心脏病学杂志》的超声心动图论丛中，只论及了超声心动图的四种临床应用，仅对二尖瓣狭窄进行了广泛的研究，认为它是诊断上有用的领域。现在，则已从多方面增加了超声心动图的应用。今天，在一本医学杂志中，很难看到不包含超声心动图的文章或不用它作为科研方法。

很多因素使超声心动图产生了迅速发展，如无害、可靠、检查简便而又易于复查，以及临床应用范围广等。60年代末至70年代初期，当时广泛的心导管研究，需要血流动力学及血管造影术资料，作为精确检查心脏结构及功能的方法。心脏外科的迅速进展，更强调这类临床资料，且扩大了要求作这种检查的病人范围。但心导管作为临床检查方法的局限性，日益明显，因为这类方法费钱、费时，并有一定的危险性。而且，即令轻度危险，亦妨碍它作为筛选过程的用途；因它使病人忧虑而影响基本记录的正确性，不能作一系列的检查，在危重病人中此法更不适用。

所以，超声心动图是学者们为了使它能用于大宗病人，对疾病自然史的转归或因治疗干预作心脏功能变化的系列评价，在积极寻求确定心脏功能的无害方法时，达到现在的境地的。很多临床医师一开始就对超声心动图感兴趣，希望它能无害地评价左室功能。当超声心动图检查左室大小及其活动的作用日益肯定时，M型技术，在诊断冠状动脉疾病及节段性左室功能不全病人中的作用，出现了局限性。很多原来就对超声心动图研究左室具有吸引力的学者，现在，对其他领域中的应用，进行了探讨，将它用于诊断先天性及瓣膜性心脏病、心包积液等。随着应用的增加，除心脏病学领域外，更推动着超声心动图广泛用于其他医学专业。对于原发临床表现发生在身体别处，其潜在的心脏受累，超声心动图亦可提供有价值的检查。这种认识，使得了解了一切医学附属专业的超声心动图。例如，神经科医生使用超声心动图检查栓塞发生的原因，如心房粘液瘤或二尖瓣狭窄产生的栓塞。肾脏病专科医生，在慢性肾脏疾病病人中，用它来检查左室功能、心肌壁厚及有无心包积液。传染科应用这种技术，对亚急性细菌性心内膜炎病人检查瓣膜的赘生物，观察瓣膜赘生物的预后意义，估计瓣膜损害及继发的血流动力学紊乱。因此，这使超声心动图在评价菌血症病人中，成为重要而有用的工具。超声心动图对血液病医生或肿瘤学家也有帮助，它能证实恶性转移性病人的心脏受累及恶性心包积液；检查慢性贫血及血色病病人的左室壁结构异常；亦可作为因治疗干预（如使用阿霉素）所产生的心肌活动降低的检查。肺科应用超声心动图，鉴别原发性呼吸衰竭与呼吸困难并发左

室功能不全。风湿病专科医生可用以检查病程中发生的多发性浆膜炎的心包受累；在类风湿性脊柱炎或 Marfan's 综合征病人中，检查主动脉瓣及主动脉根部异常，在结缔组织性疾病中，认识二尖瓣脱垂等等。甚至在胃肠道学领域，对阐明继发于胃肠道功能紊乱的原发性心脏病，如缩窄性心包炎或在原发性胃肠道疾病如类癌症候群病人中，检查心脏损害，超声心动图亦有用处。由于它对心脏结构及功能可提供广泛的资料，因此，超声心动图不仅对心脏专家有用，而且当存在原发或继发影响心脏功能的疾病时，对全部内科处理原则，亦提供了珍贵的数据。

由于应用的增加，改进诊断的新要求亦较多，这刺激了仪器设计的提高。现在，M型超声心动图提供的深度、振幅、界面活动率的基本数据，已被更新的切面二维显示加强了。二维式仪器，由于把空间定向加入到超声心动图中，使结构间的侧距及轴距，能得到鉴别。加之，观察穿过超声扫描视野的活动能力，使侧面活动及沿声束径路在轴距中清楚认识了的变化，被记录下来。脉冲式 Doppler 流动讯号感觉 (pulsed Doppler flow sensing) 的发展及这种技术运用于心脏诊断，给超声心动图检查，增添了另一个向度 (dimension)。

要懂得脉冲反射超声作为诊断方法的应用及其局限性，首先得了解这种影像形式的基本原则。在本专辑的第一篇文章中，即探讨了用于发生超声影像的基本技术。在二维影像形式中，对显示基本声学数据的方法，把实时活动加入到切面二维显示里去，作了描述。今天，超声心动图的主要临床应用，已现代化了，现温习如下：

超声心动图的初期临床应用，是继 Edler 的观察后开始的。当时和正常人比较，二尖瓣前叶回波的活动波型，与二尖瓣狭窄病人不同。自那时起，二尖瓣狭窄的诊断，代表了临床超声心动图的主旨。然而，M型超声心动图，虽是诊断二尖瓣狭窄的正确方法，但试图用这种技术确定狭窄的严重性，在个别病例中容易弄错。二维超声心动图，可直接看到二尖瓣孔，是确定二尖瓣孔大小，并因此了解狭窄严重性的重要提高。当存在二尖瓣关闭不全时，因为不能由血流动力学材料精确地计算此量，所以，在二尖瓣狭窄合并关闭不全的病人中，切面技术作为确定二尖瓣孔大小的手段，似乎是超越心导管而进行了改良的方法。Kastl 的论文温习了超声心动图用于诊断二尖瓣狭窄，应用切面技术直接测量二尖瓣孔的大小。

多年来，使心脏专家感到麻烦的问题之一，是确诊二尖瓣脱垂的客观方法。最初，Dillon 和 Kerber 等的观察如下：二尖瓣小叶收缩中期显著的后移位，发生于二尖瓣脱垂的病人中，因而推想给检查这种异常带来了简单、无害、客观的观察方法。可是，继这些观察后，一组有二尖瓣脱垂的临床及血管造影术证据的病人，不符合原来的超声心动图标准。因为这些观察及其他相似的观察，已记述了更新及较敏感的标准。就是应用这些相对敏感的标准，仍有临床表现为二尖瓣脱垂的病人，超声心动图却不出现异常；而另一些有超声心动图证据的病人，并无临床表现。在阐明有、无二尖瓣脱垂方面，主要困难似乎是缺乏肯定、过硬的标准。DeMaria 等的文章强调：当由一大批有经验的观

察者对病人进行复查时，甚至血管电影照相术的各种解释，也可能主观。现在，二尖瓣脱垂，已是女性中发病率较高的普通疾病。是否大多数有轻度“脱垂”的病例，只是正常的变异或确实代表病理性疾病，还待确定。更重要的是：必需阐明倾向于续发性合并症如突然死亡、细菌性心内膜炎、反复发作的快速型室性心律失常或进行性左室衰竭的二尖瓣脱垂病人的亚型。据推测：诊断二尖瓣脱垂还可能有另一个领域，在这方面，二维超声心动图系统，因分析小叶活动波型的方法有了改进，将加强我们的诊断能力。这种技术，由于能在整个心动周期中看到二尖瓣的全貌，因而于收缩期可直接测定二尖瓣小叶向后或向上活动的程度和形态。在进行生理性干预或作系列检查时，能不断连续见到二尖瓣小叶。所以，二维超声心动图对检查二尖瓣小叶的活动，提供了可利用的最好方法，希望今后对于这样极为困难的课题，能得到进一步的阐明。

使超声心动图工作者棘手的另一个方面，是非对称性室间隔肥厚，更特殊地说，即中隔厚度增大的测量和意义。显然，这方面存在非实质性问题的名词混乱。非对称性室间隔肥厚，代表一种发生学上的遗传性疾病，有组织学肌原纤维结构紊乱，同局限化室间隔肥厚一起的心肌细胞解体的特点。只有在直系亲属中证实了相似的现象或以中隔肌作组织学检查，才能诊断这种特殊性疾病。在很多罹及左右室的其他疾病中，如果存在与左室游离壁不对称的情况，则中隔也许肥厚了。这种不均衡的中隔肥厚，系与发生学上遗传无关的续发现象，不伴有非对称性室间隔肥厚的预兆性预后含意。此病的其他方面，对左室输出道的功能性梗阻，似乎导致与基本原因无关的、达到危险程度的流出狭窄。几种新的二维超声心动图研究，已证实了二尖瓣前叶收缩期前移的部位和性质。据Henry等推测：这种活动，是由于血液经狭窄的左室流出间隙时，流速加快而产生的Venturi现象之故。Venturi效应，把二尖瓣前叶吸进输出道，产生功能性梗阻。所以梗阻只发生在二尖瓣前叶和室间隔之间的临界宽度上。这些材料提示：是否在左室容量方面，经结构畸形或显著的功能降低后，这种梗阻现象，可发生于室间隔和二尖瓣前叶之间距离缩小的任何时间里。我们在几个病人中，于左室容量空虚时，观察到了这种现象，而二尖瓣小叶的活动，继容量再充满后，回到了正常波形。因此，不管狭窄的原因是什么，功能性主动脉瓣下梗阻症候群，是由于左室输出道狭窄，达到射血速度的临界线上产生的。并且，左室输出道狭窄最普通的原因，是室间隔不对称性增厚，是否这是发生学或后天获得的基础，不得而知。

在特发性肥厚性主动脉瓣下狭窄病人中，除了左室流出梗阻的广泛研究外，超声心动图对识别整个左室输出道梗阻，也有用处。Nanda温习了膜性主动脉瓣狭窄及主动脉根部疾病（如主动脉夹层）的基本M型超声心动图诊断。在瓣膜下水平处（分离性主动脉瓣下狭窄）及主动脉瓣以上，左室梗阻的超声心动图波型，也已被鉴别出来了。左室流出梗阻，亦属另一个不同的领域，在这方面，由于切面超声心动图提供的空间定向性提高了，似已加强基本M型的诊断材料。

肺动脉瓣代表相当独特的超声心动图领域。虽然，在主动脉瓣、二尖瓣、三尖瓣中，

其主要意义与认识结构异常有关，但肺动脉瓣的研究，则几乎完全致力于观察在肺动脉瓣回波活动波型上，受压力及血流改变的影响。因之，很多来自肺动脉瓣研究的资料，均是间接的。尽管有这种局限性，然而，肺动脉瓣的回波活动，在检查因瓣膜本身结构不好，或在心脏别处，直接影响肺动脉瓣产生的压力或血流的异常方面，似乎都很有用。我们设法详细地讨论了各种肺动脉瓣的回波活动波型，指出在全面的临床检查中，它们具有的意义。

超声心动图检查亚急性细菌性心内膜炎病人的细菌性赘生物，虽不是敏感的方法，但见到赘生物，对预后是重要的。Dillon论述了赘生物的各种超声心动图表现及其临床意义。

如前所述，左室功能的无害检查，是超声心动图有意义的主要领域之一。Fortuin、Corya及Kerber等论述过：在正常及病态时，从超声心动图能测得左室的体积及估计左室的功能；超声心动图亦可用于测定异常室壁活动的局限性部位，以及在节段性疾病病人中，作为全面评价心脏功能的方法；确定局限性室壁活动异常与实验动物的心肌灌注及心肌梗死大小的关系。

先天性心脏病，也是超声心动图研究特别有成效的领域。在Meyer的论文中，讨论了较常见的先天性问题的标准M型技术。Sahn等叙述了较新的二维观察。对于先天性心脏病，最近有些论文，除引入二维影像概念外，还比较了较常用的二种二维影像的方法，即多元线性列阵技术及机械扇形扫描。对每种技术在诊断先天性心脏病方面的优点和局限性，进行了详细的阐述和讨论。

最后，熟悉超声心动图较新的工艺进展，对读者也很重要。二个较重要的领域是：(1)相控阵、二维、实时心脏影像和(2)脉冲式多普勒流动讯号感觉。Kisslo和Baker的论文，阐明了它们的原理及这些技术的预备性临床应用。

所以，本文献专辑要达到的目的是：(1)回顾超声心动图的现代诊断性应用；(2)评价切面二维影像技术的进展；(3)指明这种诊断方法将来可能采取的方向。因此，希望读者能很好地了解超声心动图的原理和应用，使这门技术在临床实践中受到重视，并充分发挥其作用。

二、超声心动图的原理

超声心动图，基本上是使用超声，产生心脏影像的诊断性程序。产生影像的方式，在很多方面与光相似。标准M型检查，是在一个条形图带上，以时间划出距离，由此得到一维心脏影像。切面二维超声心动图，则以距离对距离作图，在影片或录像带上，能更精确地重现空间定向性心脏形态。超声心动图，对病人没有任何危险或创伤。

超声心动图，是基于超声显像的原理建立起来的。虽诊断性超声在医学上的应用，常与X线或核子医学作比较，但超声与光的关系更大。由超声或光产生的影像，决定于反射能，而不是X线的透射及放射线的成像。自然界能找到超声和光的影像，而用X线或同位素产生的影像，是人为的。有些哺乳动物，能使用超声，很有效地感觉周围环境。如光那样，用超声成像所需的能量极低，且超声心动图比任何放射性技术的危险性小得多。确实，高能超声可能有显著的生物作用，但高能光如激光射束亦如此。

超声成像的物理性质是：超声束被不同的声阻或实质性密度不同的二种间质之间的界面，反射出来。如图1，换能器放在盛水烧瓶的旁边，以一定频率发出短的超声发射。这种超声发射，通过同质的水进行，由水和烧瓶远侧之间的界面反射回来。以后，反射的超声或回波，折返原径路，击发现作为接收器效能的换能器。当声音击在发送和接收超声束的压电晶体时，产生了电讯号。然后，这个讯号被记录在回声图的萤光屏上。如果我们知道通过被检查间质的声速及超声离开换能器击在界面和以回波返回所花的时间的话，要计算由换能器反射界面的距离，就很简单了。以被检查间质中的声速，给回声图定标，可以自动完成，把时间转换成距离。因此，不是表示超声发射离开换能器并以回波返回花多长时间，而是返回的回波，产生的电讯号，以远离换能器一定距离显示在回声图上。例中(图1A)，在烧瓶的侧边，反射的界面离换能器6厘米。如果物体放在盛水烧瓶的中央，超声首先击在这个物体上(图1B)。因为物体至换能器比至烧瓶的远侧近，所以，从这个界面反射的回波，比从烧瓶远侧反射的回波达到换能器早。较短的时间，转化为较短的距离，物体的回波(回波O，图1B)被反射在只离换能器3厘米的萤光屏上。有些声能将继续通过物体，就像不存在物体那样进行，击在烧瓶的远侧，回到换能器。因此，萤光屏上物体的回波，离换能器6厘米。如果物体在移动，物体离换能器的距离也总在变动(图1C)。当声能的第一个发射击在这个物体上时，可能离换能器为4厘米，下一个发射或许为3厘米，再次的发射，可能为2厘米。因此，萤光屏将显示与换能器不断变化的物体位置。要如何清晰地见到这个活动，部分地决定于回声图的重复率或取样率。接近1000次/秒的重复率，回声活动几乎是连续的。

在图1C中，有各种各样的方式记录回波活动。主要技术是把回波的振幅转换成强

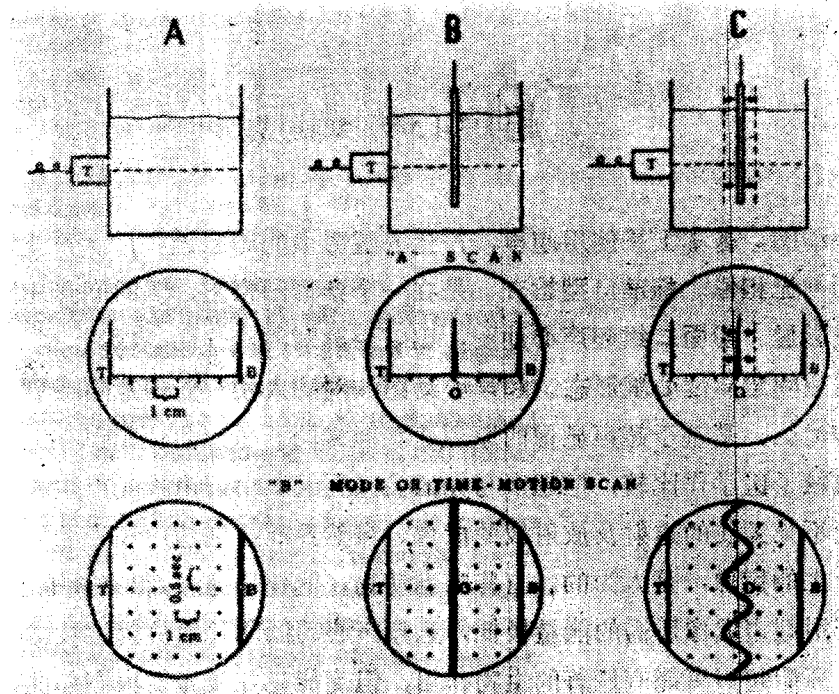


图1 图解说明脉冲式反射超声成像的原理(T = 换能器, B = 烧瓶, O = 物体)。
“A” scan (“A”扫描), “B” mode or time-motion scan (“B”型或时间—活动扫描)。

度。现在,把尖峰波(Spike)转变为点。在M型的显示中,讯号越强或尖峰波越高,点就越亮。因为回波转换成了点,所以,我们在萤光屏上有了另一个向度,这样,就能引入时间。萤光屏上的影像,从底扫到顶,如果物体在移动(图1 C),点被记下一条波浪线。若物体是静止的,则被描成一条直线(图1 B)。为了观察超声心动图的方便起见,萤光屏上的回声图,是从左扫到右,而不是从底扫到顶。把换能器放在胸骨左缘第3、4肋间隙(图2),超声束能对准心脏的各个部分。若超声束对正左室,会产生图3的超声心动图记录。在左边图上,我们能看到超声束是如何穿过右室的一小部分和左室腔的大部。右图则是由这种检查所产生的标准M型超声心动图。顶部是心电图。第一批讯号或回波,来自胸壁内的各种界面。因为胸壁不随心脏活动而移动,所以呈直线。超声束进一步穿入胸部,通过右室前壁的一部分。因本图结构欠清晰,心室收缩时,只出现间歇模糊的回波。超声束再进一步穿入体内,则看到右室腔的相对无回波间隙;接着,超声束穿过室间隔,描记的是来自间隔右侧、室间肌和间隔左面的回波。这个结构,显然与心动周期一起移动,在回声图上描记成波浪线。左室腔又无回波。这个腔后面由心内膜及心外膜回波组成的左室壁为界,后部左室肌只适当地产生回波。心外膜-心包界面,是很强的反射面,其回波强烈或黑暗。左室后面的心内膜向着换能器移动,即心室收缩时前移,而心室舒张时后移。当心室收缩,左室腔缩小时,室间隔面对左室后壁。

在图3的M型超声心动图中,以时间划出距离。这类描记有时称为一维记录。但

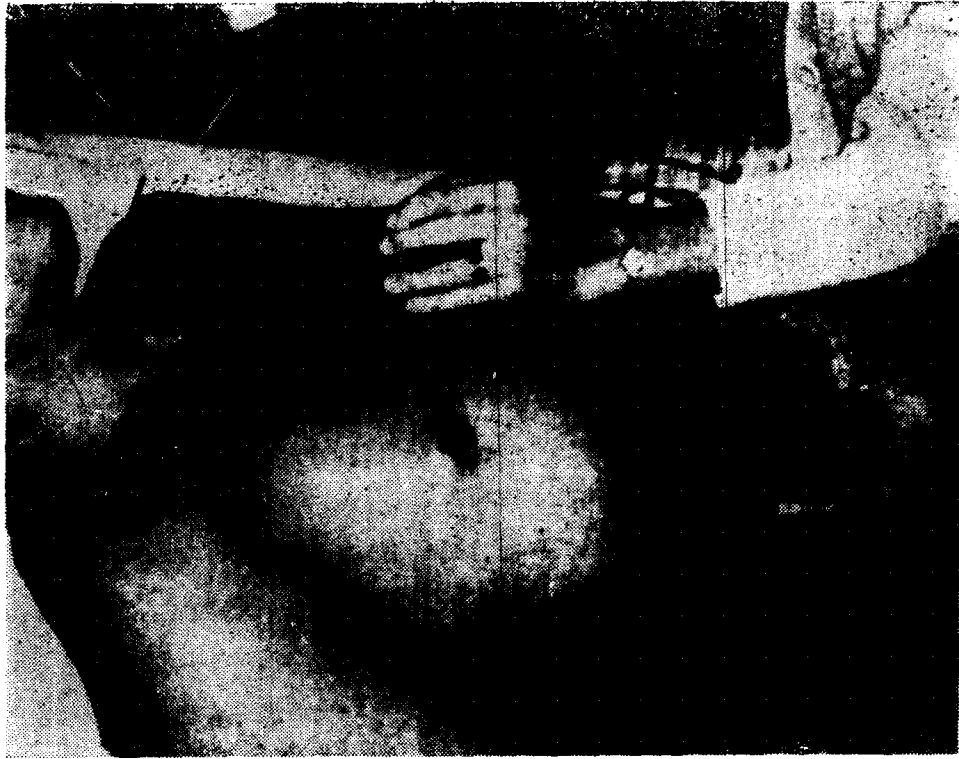


图2 沿胸骨左缘进行常规检查时，手和换能器的位置。

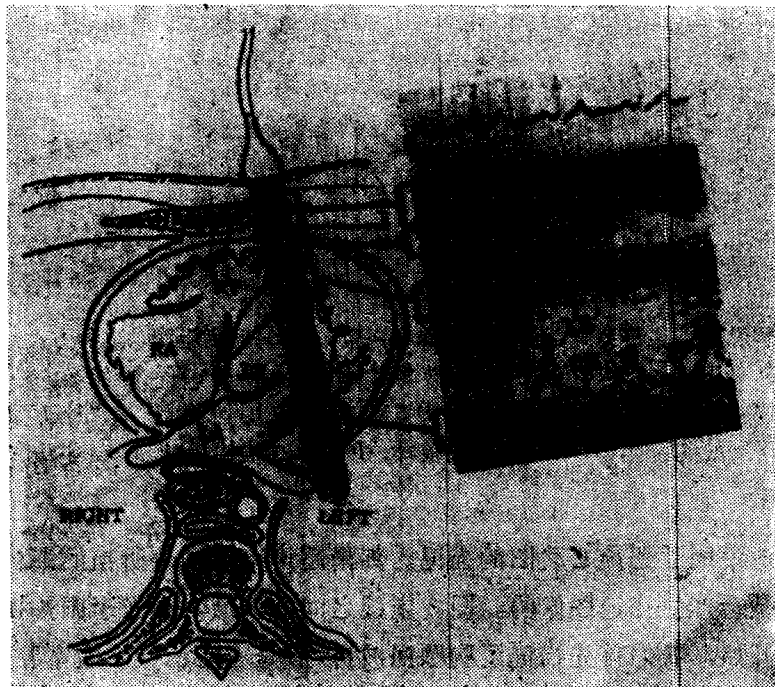


图3 检查左、右室时，示超声束径路的相应M型横切面图解。ARV = 右室前壁，RS = 中隔右面，LS = 中隔左面，EN = 左室后心内膜，EP = 左室后心外膜。Right(右)，Left(左)。

是，第二维，时间，极为重要。把正在活动的的心脏结构描记为波浪线，非常有价值。回声图的重复率及取样率，通常是约1000脉冲/秒。等于血管电影照相术1000幅/秒。因此，心脏活动的描记，此技术非常敏感。由于强调活动，这种记录，常称为M型回声图，用“M”代表活动。

超声束，能清晰地对向心脏的几个部分。通常，在心底及心尖之间，以弧形或扇形方式斜置换能器(图4 A)。换能器指向上、中，可描记主动脉根部的结构。横、下倾斜，能记录左室乳头肌附近的结构。如果我们在心底和心尖之间划一条垂直线，在这个平面中把心脏切开，就会找到相似于划在图4 B中的平面或横切面。此图指出了一些常用的换能器位置。图2的检查，可以与图4 B的位置2比较。位置1接近乳头肌，位置3靠近左室、左房和二尖瓣前叶之间的连接点。位置4超声束穿过主动脉根部、主动脉瓣和左房体部。

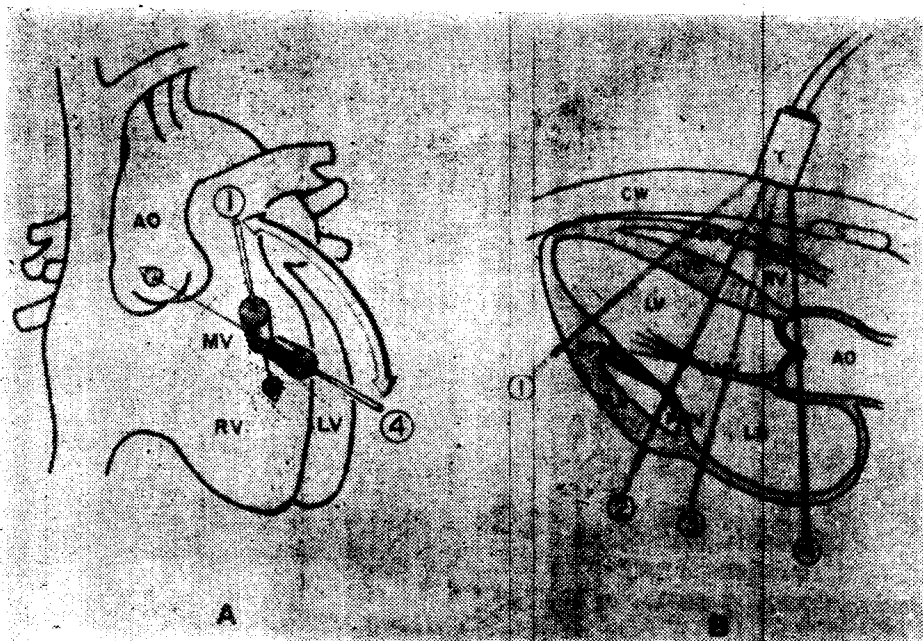


图4 图解说明：从心尖到底如何对准超声束。(A)当换能器以这种方式对准时，超声束横切心脏结构的横切面图像。(B)CW = 胸壁，T = 换能器，S = 胸骨，ARV = 右室前壁，RV = 右室腔，IVS = 室间隔，LV = 左室，PPM = 后乳头肌，PLV = 左室后壁，AMV = 二尖瓣前叶，PMV = 二尖瓣后叶，Ao = 主动脉，LA = 左房。

图5图解地说明了超声心动图的描记。如果超声束像图4所指的那样，由位置1经位置4移动，是会产生描记图像的。图5虚线之间的区域，相当于图4换能器的位置。自图5的左侧开始，我们首先描记了胸壁回波，以后是右室前壁。右室腔的无回波间隙，可能描记到或描记不到，决定于个体病人和对控制钮的掌握。下一个结构是室间隔，间隔右侧常呈双线甚或三线，而间隔左侧则为单波。向左室腔的后面，常常是(但不总是)起源于后乳头肌的一团回波。即使再向后，也还是左室后壁的部分。整个心脏后面很黑

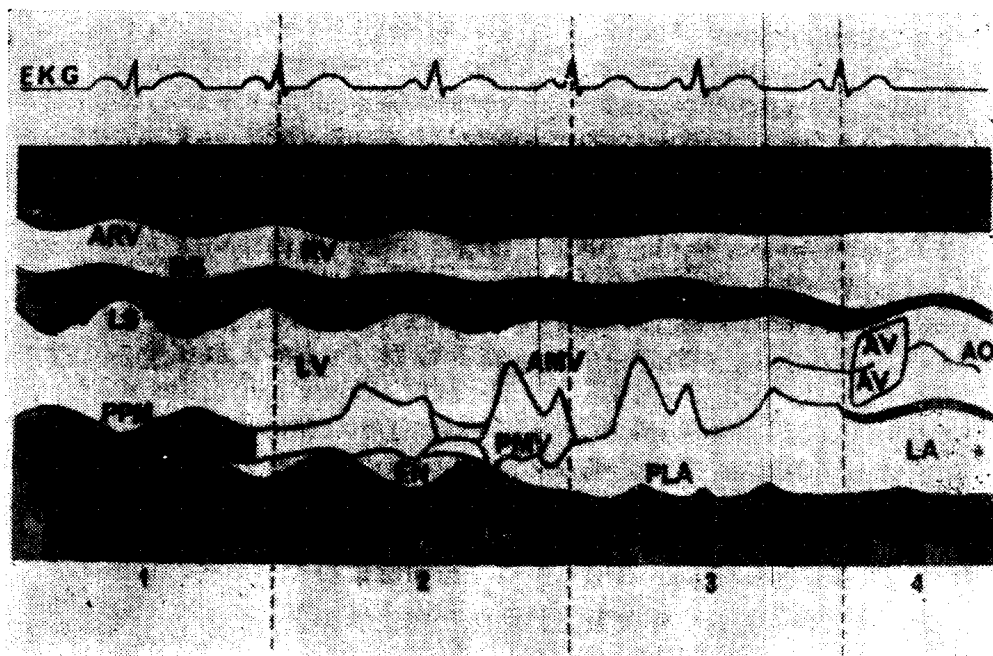


图5 换能器从心尖(位置1)至心底(位置4)对准时的超声心动图图示。虚线之间的区域相当于图4B中所划换能器的位置。EN=左室心内膜, EP=左室心外膜, PER=心包, PLA=左房后壁, 其他记号与图4相同。chest wall (胸壁), lung (肺)。

的回波来自肺。将换能器放在位置2, 回声图的主要改变是: 左室腔内描记出部分二尖瓣。这些回波是腱索或小叶的边缘。在此位置中, 声束亦通过左室体的大部分进行, 并且在室间隔左侧和左室后内膜之间距离较大。当我们把换能器轻微地向上、内倾斜时, 能描记二尖瓣的前、后叶。进一步倾斜换能器(位置3), 将引起后叶脱落, 只能记录二尖瓣前叶。在这个位置中, 随着心室收缩期向前移动, 即向胸壁移动, 左室后壁会变成左房后壁, 后者于心室收缩时后移, 即与胸壁分离。当换能器指向心底部(位置4)时, 室间隔变为主动脉根部的前壁, 二尖瓣前叶与主动脉根部后壁或左房前壁相连。在二主动脉壁之间, 常记录二个以上的主动脉瓣小叶。这些小叶于收缩期分开, 呈合状, 而舒张时合为一条线。左房腔位于主动脉后面。

图6相似于图5方式的实际超声心动图描记。此图象于位置1未记录到乳头肌。只看到部分二尖瓣。室间隔的左侧和左室后内膜构成了左室腔的边界。另外, 看到了较小的无回波右室腔, 标出了测量左室腔的方法。于位置2看到二尖瓣的二叶。当超声束到达位置3时, 二尖瓣后叶不见了, 左室壁变成了左房。在位置4中, 主动脉于心室收缩期, 以二条平行移动线向上或向前移动。此图看不清主动脉瓣回波, 而主动脉后的左房腔, 则为无回波间隙。

图5、6显示: 超声心动图完全能描记出来自二尖瓣、主动脉瓣、左房、主动脉、左室及一小部分右室的回波。亦可测定室间壁的厚度及左室后壁。也能对准换能器描记

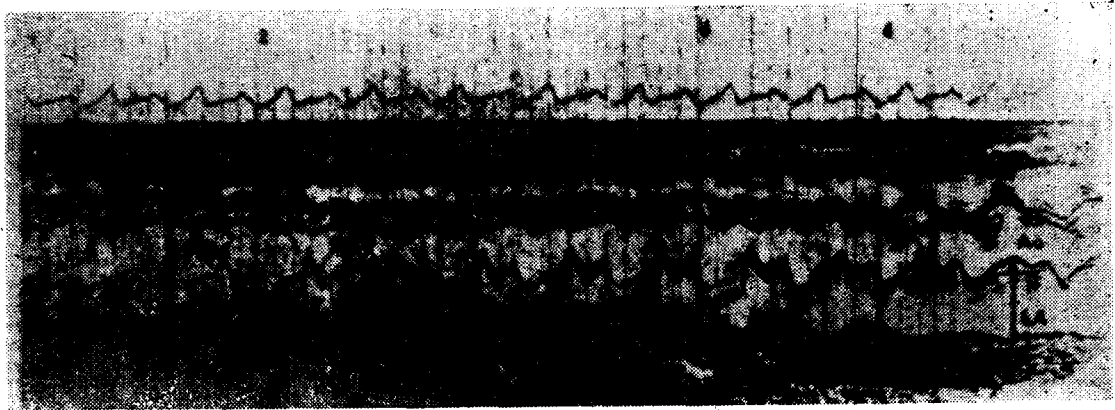


图6 从左室到主动脉及左房的M型扫描。LS = 室间隔的左侧，EN = 左室后内膜，RVD = 右室径，LVIDd = 舒张期左室内径，AMV = 二尖瓣前叶，PMV = 二尖瓣后叶。

三尖瓣和肺动脉瓣的回波。图7表明三尖瓣、肺动脉瓣与二尖瓣、主动脉瓣及心尖部的相互关系。肺动脉瓣在二尖瓣之上，主动脉瓣之侧。三尖瓣在二尖瓣和主动脉瓣的中间。图8示肺动脉瓣、主动脉瓣及三尖瓣的超声心动图。通常描记的只是肺动脉瓣的后叶，这个结构看起来很像主动脉瓣的后叶。三尖瓣与二尖瓣的形状相似，但常只记录到这个瓣的一叶，好像二尖瓣的前叶。记录肺动脉瓣、三尖瓣，比记录二尖瓣或主动脉瓣困难。虽描记这些特殊瓣膜的临床应用有限，但我们在后面仍将详细地谈到此种图像的重要意义。

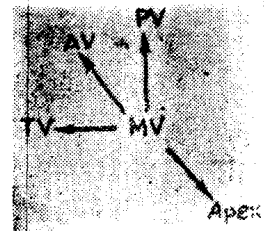


图7 心脏瓣膜与左室尖部在额面投影中的关系。AV = 主动脉瓣，MV = 二尖瓣，PV = 肺动脉瓣，TV = 三尖瓣。

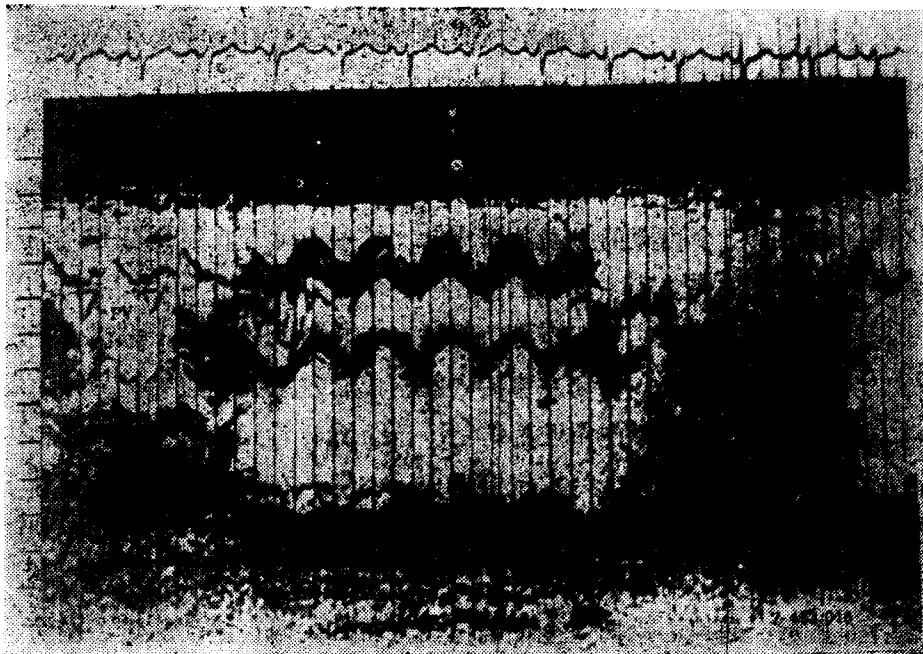


图8 自肺动脉瓣(PV)、主动脉瓣(AV)及三尖瓣(TV)的M型扫描记录的回波。

这个讨论主要是从根本上描述标准M型超声心动图检查的基本原理。这种技术，对测量心室距离及心室径以及室壁和瓣膜活动的波形，极有用。然而，描记的图像决不像心脏，因为图像中缺乏空间定向性。M型回声图对确定心脏结构的形状，测量与胸部平行的距离和活动，困难很大。为了克服这些缺点，发展了切面二维超声心动图技术。该技术主要是在心脏的一个切面上，迅速移动超声束。通常是：在心脏的一个具体部分上，经扇形角度，机械地或电子旋转换能器。图9示经30°的扇形角度移动超声束的机械扇形扫描。这个扫描包括心底部及主动脉瓣。图10示先天性膜性主动脉狭窄的切面回声图。主动脉、主动脉瓣和左房呈楔形或馅饼状图像。这个描记表示来自影片或录像带的单个图像。当心室收缩时摄下的这种图像，主动脉瓣正处于开放位置。见不到这部分心脏的线图，能帮助读者看清结构情况。在横切描记中，能鉴别圆顶、狭窄的瓣膜，但在M型图中不行。

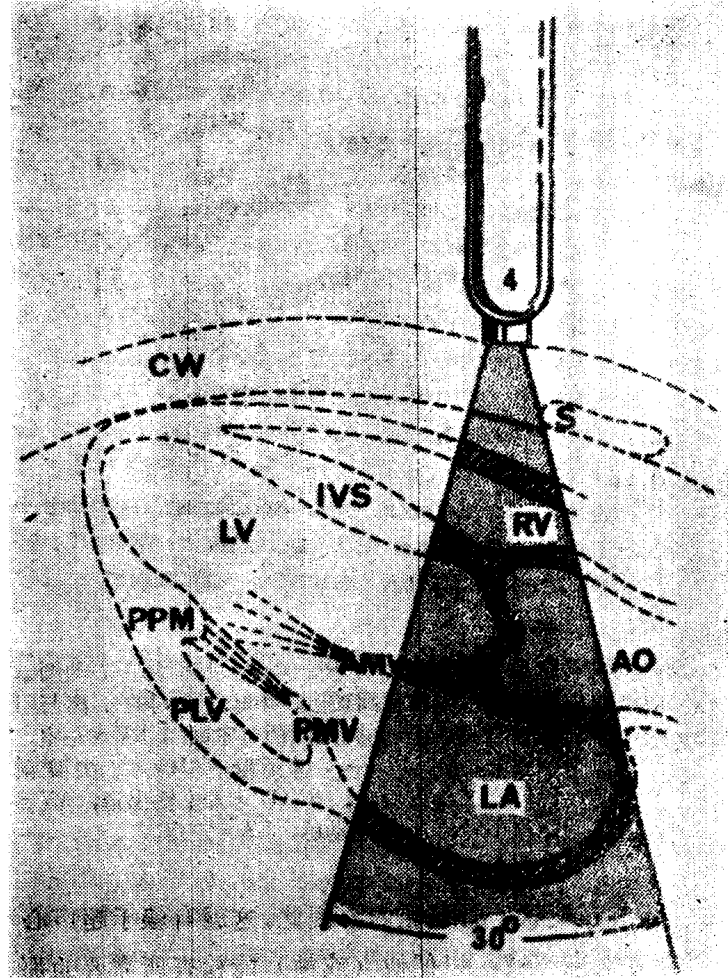


图9 主动脉瓣横切30°的扇形扫描图。

电子扇形扫描器，能通过较宽的角度移动电子射束。因此可描记心脏的大部分。另一种产生横切图像的技术是：用电子移动超声束，

直线地穿过胸部，这样就可取得心脏的矩形图像，而不是馅饼形图像。但这种描记方法的主要缺陷是：超声束横扫过肋骨时，会产生很多人造的伪差。

不管实际如何产生切面二维图像，但它们确有能描记心脏结构的形状。有实时的切面技术，图像是记录在影片或录像带上，比用M型描记能更好地鉴别与声束平行的活动。这种新的切面技术，对标准M型记录，提供了很有用的补充资料。

超声心动图的安全性

作为诊断程序，使超声心动图最可爱的主要特征之一是：这种检查法，迄今未报道过有不良的作用。虽不同能量级的超声，可能有显著的生物作用，但已证实用于超声心

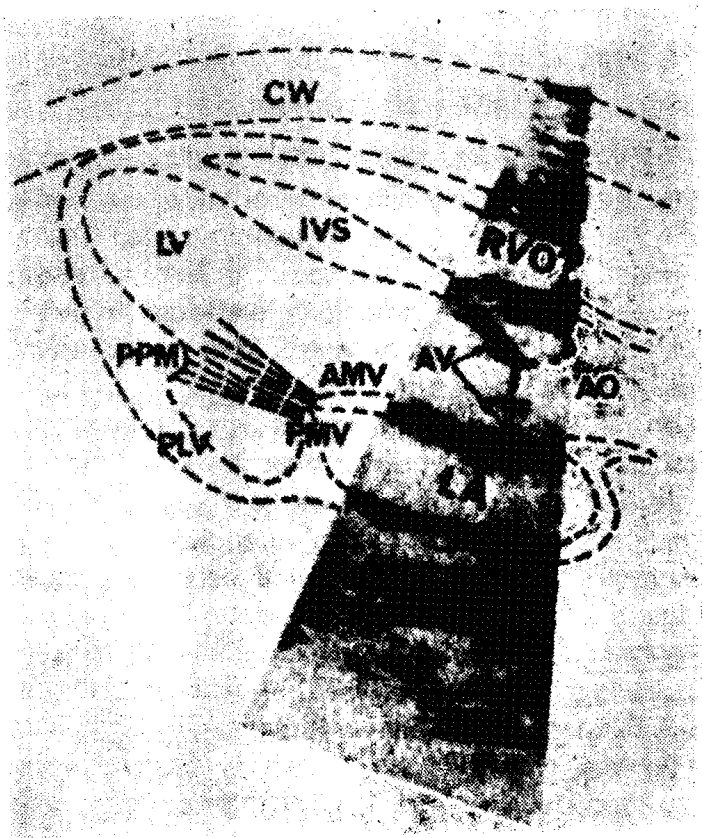


图10 主动脉狭窄病人的主动脉瓣 (AV) 切面超声心动图。收缩期图像示瓣膜呈圆顶形。小叶边缘间的分离与阻塞严重性有关。CW = 胸壁, IVS = 室间隔, LV = 左室, PPM = 后乳头肌, PLV = 左室后壁, AMV = 二尖瓣前叶, PMV = 二尖瓣后叶, RVOT = 右室输出道, AV = 主动脉瓣小叶, AO = 主动脉, LA = 左房。

动图功率级的超声, 无有害影响。二十多年来, 这种检查已用于全世界成千上万的人, 从未记录到一个不良反应。很多研究者正密切地注视着超声心动图可能有的危险, 然而迄今为止, 所有材料都表明, 超声心动图是极安全的检查。这种安全性和无害性, 使它极为丰富多彩, 具有多方面的用途。它可重复甚至连续检查, 能对大量人口进行研究, 作各种调查之用。因病人不会感到疼痛、难受, 超声能又不影响心脏的功能, 所以由这类检查, 得到了真正的生理学资料。

局限性

正如医学中每个具体事物一样, 有优点也有局限性。超声难以穿过骨骼或气体, 是其基本缺点之一。心脏位于二个大的含气结构——肺

脏之间, 装在笼状的骨骼腔内。因此, 这就有赖于超声心动图工作者能够按这种情况安放换能器和对准声束, 以便他(或她)能检查所需要的那部分心脏。在新技术的发展中, 为了避免肋骨和肺的危害, 超声心动图已有了许多进步。除标准的胸骨左缘方法外, 也可以把换能器放在剑突下、胸骨上切迹、整个心尖部甚或右锁骨上窝。所有这些部位的检查, 均能得到特异性资料, 在各种不同人中, 极有帮助。但仍有少数病人不能取得满意的超声心动图。

另一个局限性是: 超声心动图的检查和解释, 不是简单的。虽检查时病人不觉得难受, 又无危险, 但要求超声心动图工作者有充分的训练和熟练的技能, 欲得到理想的超声心动图资料, 需要相当的经验。随着我们对这门技术知识的增长, 解释也越来越令人迷惑和复杂化, 因此, 欲要建立超声心动图实验室, 首先应当物色受过良好训练的人员, 掌握好这门检查。

三、二尖瓣狭窄的超声心动图

自倡导超声技术研究心脏以来，二尖瓣的超声心动图检查，已成为诊断二尖瓣狭窄最敏感、最特异的无害方法。M型超声心动图最初的临床应用，是认识二尖瓣前叶及其的活动速度降低。虽然同时见到二个二尖瓣小叶，有助于二尖瓣狭窄的诊断，可是，直到发现了实时影像系统以产生二尖瓣孔切面图像后，才取得了二尖瓣孔大小(定量)的测定。当前，M型超声心动图，仍为常规诊断二尖瓣狭窄所挑选的技术。有联合瓣膜病变如合并主动脉返流时，对确定二尖瓣狭窄也有用。切面(二维)影像系统测定二尖瓣孔面积最好，这种方法与血流动力学参数非常符合。二种方法均给临床医师提供了一系列手术前、后的数据。

Edler使用超声研究心脏，工作走在别人的最前面，二尖瓣就是他摄下的第一个心内结构图像，因二尖瓣前叶能反射较强的讯号。此外，二尖瓣小叶的迅速开、闭，正常人也产生特征性的波形。Edler注意了在二尖瓣狭窄病人中瓣膜的活动不同。这反映了超声开始应用于心脏病的研究。

自从Edler的研究以来，二尖瓣引起了超声心动图工作者的重视，二尖瓣狭窄的诊断，已是超声心动图的主要临床应用之一。无数学者包括Joyner、Effert、Segal和Gustafson等均做了很多工作，因而使超声心动图在二尖瓣狭窄的诊断中成为可靠的工具。这些早期的研究，也曾试图确定超声心动图是否能给二尖瓣狭窄的严重程度定量。那时，临床医生对检查二尖瓣狭窄的程度唯一可利用的方法，就是心导管。后者Gorlins于1951年描述过，他们用心导管测定通过二尖瓣的压力差，量得心排出量，计算经过二尖瓣孔的血流。这种资料被用上了水力方程式及推算的常数，来计算二尖瓣孔面积，但当只知道前方的心排出量同时有二尖瓣返流时，不能使用这种方法。尽管存在困难，然而，Gorlin的方法，已成为测定人类二尖瓣孔面积的标准方法。它的广泛应用，确实证明有实用价值，说明临床计算二尖瓣孔面积的大小有益处。

无创伤地测定二尖瓣孔的大小，一开始就遵循了Edler提出的科研方针。Edler于1955年报道了二尖瓣狭窄病人，舒张期二尖瓣活动速度降低。这些研究，大多数是通过以下二种方式完成的：①将荧光屏一次扫描时显示的超声心动图资料拍照下来；②把来自二尖瓣前叶活动类似资料的单波段记录下来(图1左)。有几个研究，均说明二尖瓣前叶活动速度与Gorlin推算的二尖瓣面积完全相符。

1972年，Duchak等描述了观察二尖瓣后叶的技术，因而，检查二尖瓣狭窄的能力，显著提高了。这种图形，与超声接收器的条形图记录带界面相符合，以致能连续地描记超声心动图资料。条形图记录技术，能使心脏缓慢地扫描，因而简化了二尖瓣后叶的观

察。他们注意到：当同时看到二个二尖瓣小叶时，二尖瓣狭窄病人的后叶，于舒张初期向前移动。这个发现产生了二尖瓣狭窄敏感而特异的标志(图1中)。此外，很明显，在几种非二尖瓣狭窄的情况下，二尖瓣前叶的活动速度，于舒张期也降低，这包括主动脉返流及左室顺应减少。

在能常规观察二尖瓣后叶后，对再评价二尖瓣前叶活动速度及二尖瓣孔狭窄程度之间的关系，进行了研究。另外，测量了二尖瓣前叶的开放性漂移，确定是否能用于改进二尖瓣狭窄的计量。但这些研究未能表明在任何M型测量和二尖瓣孔面积之间，有密切的关系。因此，已愈益明显，不可能用M型超声心动图精确、可靠地测定二尖瓣狭窄的程度。

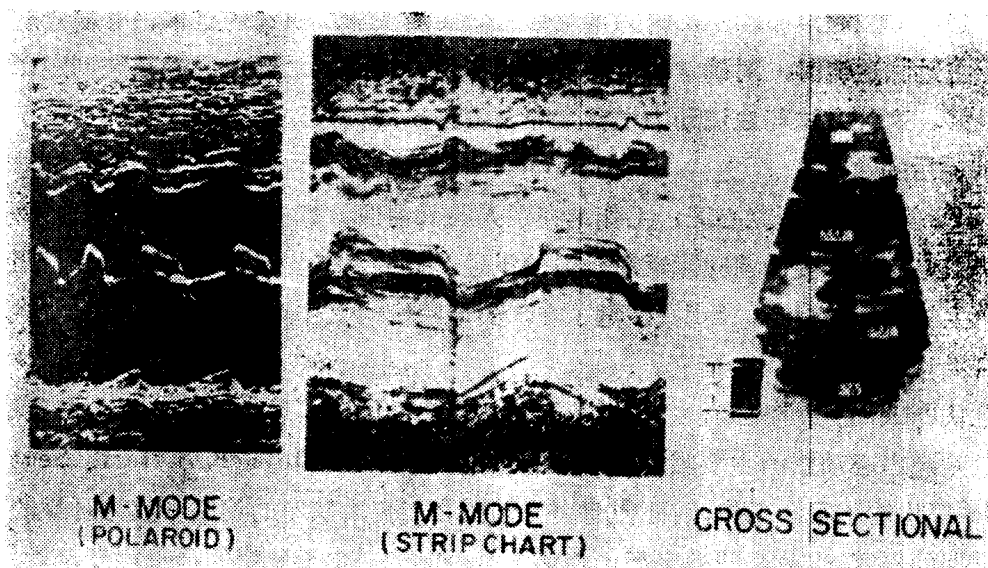


图1 曾用于检查二尖瓣狭窄的超声技术发展概要。左图是用波拉罗伊德照相机作记录取自二尖瓣前叶基底部的图像。中图是以超声接收器与条形图记录带相连取得的二尖瓣前、后叶图像。右图是以机械扇形扫描器垂直地对向左室长轴取得的二尖瓣狭窄切面二维图像。M-mode(M型), Polaroid (波拉罗伊德照相机), strip chart(条形图), cross sectional(切面的)。

当仪器发展到能形成心脏的二维影像时，在用反射超声研究二尖瓣狭窄方面，又提高了一步。有几个早期的工作成果，包括来自50个以上心脏搏动的二维影像资料。然而，只是在发展了实时影像系统后，才易于摄下二尖瓣孔图像。事实上，不仅需要实时影像，而且也需要高线密度影像及因此而有的清晰侧面分辨力。机械扇形扫描器，具有这些特点，因此，最初用于二尖瓣狭窄的横切研究。我们在正常人及二尖瓣狭窄病人中，成功地看到了二尖瓣孔，而且所见比例甚高(图1右)。当瓣膜严重狭窄、增厚、钙化时，虽看不到二尖瓣孔，但这种情况很少。我们在14例病人中证明了13例，由二维影像测得的孔面积与手术直接测量的孔面积相同，均在 0.3厘米^2 之内 ($\gamma = 0.92$) (图2)。尽管 $\frac{2}{3}$ 的病人存在显著二尖瓣返流，但得到的关系，仍极相符，因此，应用二维超声