



国产超声显象诊断仪的现状和展望

张青萍

(武汉医学院第二附属医院超声诊断室)

1982年7月5日收到

一、历史的回顾

B型超声显象始于五十年代的初期,由美国的 Howry 和 BLiSS 等首先提出.随着电子学和现代医学科学的发展,超声显象技术近年来已取得了飞速的进展,如果把单探头手动扫描的 B 型切面显象仪作为第一代;那么快速机械扫描显象仪和线阵电子扫描显象仪可作为第二代(实时图象);有电子聚焦和短轴聚焦、采用飞越扫描的线阵型电子扫描显象仪和相控阵电子扇型扫描显象仪是第三代(实时图象、高分辨力);带电子计算机系统处理的超声切面显象仪则是第四代(实时图象、高分辨力,灰阶丰富、图象可冻结,测量方便).新型仪器类型不断问世,更新换代的周期很短.目前的新型显象仪普遍加快了成象速度和提高了图象质量,使临床应用的价值大为提高,脉冲回声成象技术已达到了比较成熟的阶段.

我国的第一台超声显象仪是在六十年代初由上海第一医学院试制成功的,采用 B 型和 PPI 型结合.并同时可做 A 型显示.故称为 ABP 型超声诊断仪.不久武汉、北京等地也先后生产了同类型的显象仪,对当时我国的超声诊断技术的发展起到促进作用.十年动乱期间,正在发展的这一新技术也受到摧残,当我国正接近和赶上国外水平的时候却又大大落后了.直到七十年代中期国外超声显象技术已达到相当

水平,如实时扫描成象技术、振幅灰阶编码技术等新型仪器已普遍应用,这时我国的工程技术人员冲破重重阻力和风险,1975年北京朝阳电子仪器厂试制准实时显象仪,采用旋转式机械扫描,获得每秒 16 帧(或 24 帧)图象.由于每秒成象数较低,有闪烁现象;检查区域小.因成本高未能获得广泛使用.粉碎“四人帮”以后,科学的春天到来了,超声显象仪的研制和生产也犹如百花盛开,各种新型显象仪不断出现,努力赶超国外先进水平.1976年西安 504 所试制成功了多晶片电子扫描线阵型显象仪,换能器由 20 晶片组成,电子开关依次使其工作,产生直线扫描图象,每秒成象 150 帧;但扫描线密度低,图象不够清晰.嗣后,上海、武汉等地又试制成功了 60 晶片电子扫描线阵型显象仪.武汉市无线电研究所 1979 年研制的 XJY-7A 型电子扫描超声断层显象仪,采用飞越扫描和间隔扫描技术,增加线密度,提高了图象的清晰度.中国科学院声学所 1981 年研制成功 STS-I 型超声实时图象诊断仪,采用了电子聚焦和灰阶显示,提高了分辨力;机器的图象质量达到了较高的水平,已移交汕头超声仪器研究所等工厂生产.河北邯郸市医疗器械厂以及江苏省无锡市国营江宁机械厂也先后试制成同类仪器.1978 年机械扇形扫描显象仪由中国科学院绵阳分院等单位试制成功,即 FJ-784 型机械扇形扫描超声切面显象仪和 GCJ-78 型超声扇形显象仪,都已先后批量生产,在国内推广临床实

用。技术难度较高的电子相控阵扇形显象仪，1979年开始由西安交通大学等单位组织协作，于1981年创制了我国第一台相控阵超声诊断仪，即XKZ-1型相控阵超声诊断仪，其主要技术性能接近或达到了国际七十年代中期水平。超声显象换能器的材料，近年来国内已能大量生产，经实际使用，性能较好。上海还研制成了压电材料 k_t 、 k_p 参数测试仪，提高了超声换能器晶片的测试速度。总之，近年来国内对超声显象诊断仪的研制和生产已受到各方面的重视，发展极为迅速。充分显示了我国在这一领域的技术水平与国外的差距已有了明显的缩小。

二、国产各类显象仪的特点和临床应用效果

当前无论从国外引进的或者国内试制生产的显象仪中，均以高速扫查的实时显象仪占主导地位。从临床应用上讲，既能显示静态结构，也能显示动态结构，且所示图象不受病人呼吸或体位的影响，操作方便，成象速度快，应用范围广泛。各类高速扫查的实时显象仪，从一般性能上看，各有一定的优缺点，如表。

各种高速扫描法的比较表

项 目	机械扫描系统		电子扫描系统	
	摆动式	旋转式	线阵式	相控阵式
显示图象	扇型	扇形、线性	线性	扇形
同时作B型及M型取样	无	有	有	有
机械性污迹	有	有	无	无
震动、噪音	有	小	无	无
换能器重量	较重	较重	较重	轻
所需透声窗	小	小	大	小
近 场 野	小	小	大	小
扫描线均匀性	较差	好	好	好
价 格	低	低	较低	贵

现将国内近年来已开始试生产或已有商品出售的几类实时显象仪，其主要特点和临床应用效果介绍如下：

1. 电子线阵型实时显象仪

近年来国内对线阵型电子扫描仪的研制极

为重视。主要集中于提高图象的质量，改善分辨力和增加新的附加装置如图象的存贮和电子尺、字符显示等。武汉市无线电研究所，在1979年试制成功XJY-7A型电子扫描超声断层显象仪的基础上，又配合该机试制了图象存贮装置，采用国产大规模半导体存贮器件，并利用彩色电视屏幕显示。该装置可同时存贮一个R波周期内三幅不同位置的B型切面图象和心电图，同时存贮M型超声心动图和心电图；并可叠加三幅不同相的切面图象，只要拨动迭加开关，可将三幅不同位置的图象重迭在一起，也可任选二幅重迭在一起，根据颜色的差异而可分辨重迭部分与非重迭部分，对研究不同时相心脏结构及其活动的变化具有一定价值，如对左心功能研究室壁的限局性运动失常等。本机除主要用于心脏和大血管超声图象的存贮外，也可适用于腹内和盆腔内脏器及其病变的图象存贮。可测定心脏、肝、胆、胰、肾及子宫等的大小及其病变性质、周邻关系。存贮的图象只要不输入新的信息和切断电源，可以长时间“冻结”在彩色电视机屏幕上。这种静止的图象便于医务人员详细地观测，也便于临床会诊，科研拍照及教学。1981年中国科学院声学研究所试制成功的STS-I型超声实时图象诊断仪吸收了国内外一些成熟的先进技术。在电子线路上采用了发射束电子扫描和聚焦以及接收束电子扫描和聚焦；大动态对数放大器，电子尺测距；灰阶显示等先进技术。仪器经试用结果表明，分辨力较好，横向分辨力在焦区(7.5—10cm深度)为2mm。在5cm深度为4mm；纵向分辨力深浅均在2mm内(约1mm)。灵敏度高，显示图象清晰，用于探测腹部脏器和深部大血管，均能清晰地显示其图象。在下腔静脉内，可观察到管腔血液的流动，血流从足端流向头端。并对多种病理改变均能显示不同的超声图象，容易作出鉴别，达到临床应用的要求，图象的质量可与国外同类型仪器媲美。但当前国外超声显象仪的发展是日新月异的，我们还有较大差距，应该迎头赶上去，跟上前进的步伐。

2. 机械扇形扫描仪

四川绵阳生产的 FJ-784 型超声切面显象仪以及 GCJ-78 型 (现已改变为 CX 型) 超声扇形显象仪各有特色。FJ-784 型机械扫描器采用步进电机直接驱动法使步进电机在环形分配器的控制下, 实现大角度的匀角速摆动, 有较均匀分布的扫描光栅, 整个扫描器的重量也较轻, 仅 350 克。探头组装方式选用 L 型 (或称卧式), 在扫描人体时捕捉目标较方便。国营涪江有线电厂电子仪器分厂为了适应不同需要, 已将 GCT-78 型仪器改为 CX 型超声显象仪, 并分为 CX-I 型、CX-II 型、CX-III 型等, 质量有所提高, 功能增加, 探头形式多样。现国内不少其它地区如上海、北京、武汉、厦门等地亦正在研制本类仪器, 这是由于结构较简单, 价格较其他高速扫描仪低廉, 适合普及使用。从临床应用的范围和价值上来看也有其独到之处。实时扇形扫描仪由于探头所需要的接触面小并能观察胸骨后结构, 即能做到小透声窗, 大视野。主要适用于心脏的切面显象, 能显示心脏瞬间运动情况和心脏结构之间的关系, 克服了 M 型超声心动图的缺陷。对某些心脏病的诊断能够比较直观和形象地显示其病变, 如某些先天性的畸形及心脏内部肿瘤的诊断。目前已有商品出售的国产机械扇形扫描仪, 均已达到了临床使用的要求, 图象较为清晰, 但与国外同类仪器相比尚有一定的差距, 分辨力差, 功能不够齐全, 性能尚欠稳定, 有待进一步改进提高。

3. 相控阵扇形显象仪

相控阵超声诊断仪是国外七十年代中期用于临床的一种新型医用仪器, 国内第一台相控阵超声诊断仪是在 1980 年由西安交通大学等单位试制成功的。该机的相控部分用改变频率的方法来控制波束指向。机中用特定的延时来消除扫描盲区是具有独创性的。相控接收线路采用 8×8 的分档编号控制延时线, 设计是成功的。中央控制器是整机的控制协调部件, 本机采用了硬件来实现。相控换能器有 32 单元, 频率为 2.5 MHz, 在短轴方向采用声透镜聚焦, 扇形最大角度 70° , 最大深度 16 cm, 扫描线数 128 线/帧或 256 线/帧, 帧频 29.37 帧/秒。经

应用声学

西安医学院附二院临床试用表明: 本机图象较为清晰, 能显示心脏瓣膜, 房室间隔, 心壁, 心腔及大血管的形态, 运动状态, 可观察心内结构的连续关系, 并可诊断妊娠及腹部分脏器的某些疾病。相控阵型显象仪与机械扇扫显象仪相比, 探头小巧, 使用灵活, 无机械震动, 扫描线均匀一致。国外现代电子相控阵显象仪一般都具有动态电子聚焦, 能同时显示 B 型图象中任一位置的 M 型图象, 都具有数字扫描变换器, 灰阶丰富, 有冻结系统和自动测量数据字符显示, 使图象质量达到相当高的水平, 操作测量十分方便, 但此类仪器价格昂贵。

其次, 国内生产手动式复合扫查显象仪, 有上海医电厂的 CXI 型超声显象仪, 配有记忆示波管作图象存贮, 临床使用效果亦较好。接触式复合扫查显象仪能观察较大的范围, 使人体腹部某些脏器显示完整的轮廓, 并能取得很大的扫描线密度, 图象十分清晰。当今高性能全自动的 Octoson 显象仪是复合扫查显象仪的一个杰出代表, 它的先进设计和技术性能值得我们借鉴。

国外正在研制的多普勒显象仪装置以及 C 型、F 型等新型成象法, 在我国都还是空白, 我们热切地希望我国的电子工程技术人员, 生物医学基础研究人员和我们临床医生密切协作, 共同努力, 去开拓这些新的领域。

三、展 望

综上所述, 我国目前研制和生产的超声显象仪的产品系列已日趋齐全。由于现代高度发展的电子工程技术应用到超声医学中来, 必将促使现有超声显象仪性能的提高和完善以及新型显象仪的诞生。在现有各种类型显象中将向高性能, 高分辨率、高清晰度, 计算机化和定量化、自动化方向发展。超声图象的质量主要取决于仪器的分辨力、线密度和灰阶三个因素。电子聚焦或电子动态聚焦 (能连续改变焦距)。以及短轴聚焦技术在国产显象仪中已被采用, 在扫描线路中采用分群编码收发, 间隔飞越扫描

• 3 •

以及微小角扇形复合扫描等方法,以增加扫描线密度和图象信息量,提高图象清晰度.在国外,现代新颖的超声显象仪都普遍采用了数字扫描变换器或用微处理计算机变换,获得灰阶丰富、闪动少的清晰图象,并能自动显示灰阶等级,能“冻结图象”和局部放大显示,自动测定深度距离等数据,连同其它资料如病案号,检查日期,探头位置,增益、TGC等均以字符与B型图象一同显示在屏幕上,有利于资料保存和重复检查时的对照,十分方便.在国产显象仪今后研究工作中应更注意基础研究和采用新技术,微处理机系统和信号检测技术的引入,以处理更多更复杂的信息,可以更有效和更多地利用组织的声学特性,可望出现更理想的超声诊断设备.在国内外基础研究工作中,正期望通过超声与人体组织相互作用的定量研究,弄清组织声学

特性的差异,提供定量诊断依据.目前已知不同组织,正常组织和异常组织在声阻抗,声吸收和声速方面都有不同,癌组织对超声的吸收(衰减)及其声速都明显高于正常组织,超声频率特性也不同,有其特异的谱线.蛋白质对超声吸收正比于其浓度;组织中胶原蛋白含量高的,声速高于含量低的,因而有人利用组织超声的频谱的特性、衰减(吸收)特性、声速和折射特性来探讨新的超声诊断途径、期望从更多的超声参数和组织声学特性研究出新的一代超声诊断仪,诸如声阻抗图、声速图、声衰减图,声折射图和宽带超声组织频谱特性,这些都是十分有希望的工作.总之,随着生物医学超声工程技术的发展,对这些参量和特性深入的了解和应用,超声诊断技术必将有新的突破,将在X光、同位素、三大医学影象诊断法中居于重要地位.

植 入 式 助 听 技 术

目前在研究耳防护时,往往首先想到对有故障的神经功能的模拟,却很少考虑到其它感官(如视觉、振动觉)信息转换成听觉信息的问题.

自十九世纪发现了电现象之后,就知道电流可以引起听觉.不过在利用这一现象方面,至今做的工作还是很不够的.直到近年来显微外科和微型电子学研究取得了显著进展之后,才为这一工作开辟了新的途径.这方面的工作可以追溯到1966年Simmos的报道.目前已经可以做到把电极埋在人体内.从事这方面研究的有相当一批人,如Michelson(1971),House(1973),Vernon(1974),Schindler(1975)以及设在维也纳、巴黎、苏黎士、伦敦等地的几个研究小组.

此外,还有一批研究室在从事动物试验和模型计算等一系列的有关电模拟的基础研究.并在一系列的国际会议上对解剖学、组织学、生理学、外科手术以及电子技术等有关问题进行了详细的讨论.这也反映了这一研究领域所具有的多学科交叉协作的特征.

这里准备着重介绍一下在植入式助听技术方面的发展概况.对于耳聋的植入式治疗来说,当然必须选择双耳失聪的病人,因为对这类病人助听器是不起作用的.另外,由于植入手术不能多次重复,而且目前对其效果尚不能完全达到满意程度,一般也不宜用儿童患者来施行手术.

为了能确认电刺激的效能,患者在受到电刺激时应能有主观上的声感,并且在客观上应有脑电位记录结果.根据House和Brackman(1974)的结果,可以确认大致有60%的双耳失聪者符合上述要求.Spondling指出,植入电极的成效取决于大脑皮质及听觉神经功能退化的程度.

电极的放置位置可选择在圆型窗、鼓阶、耳蜗壁、听神经或大脑皮质的听觉区等部位.目前植入的电极可以在几年内以接近恒定的阻抗值(10K Ω , 1000Hz)工作.采用单脉冲时,对听觉神经的刺激阈为1—20 μ A.

据报道,手术后患者可以听到周围的噪声.对于语言信号,则可根据脉冲与间歇时间的比例分辨出来,但还不能听懂别人的语意.即使这样,对患者已有了很大帮助.在行动上可以减少许多不安全因素,同时对于唇读也提供了很有效的辅助手段.其主要不足之处是要佩戴控制匣和皮肤接头,这给患者带来一些不便之处.对于全植入系统,则要求体积尽量小并且在出故障时易于替换.由于采用许多通路并未解决听懂语意的问题,故以采用结构简单、植入较浅的系统更为优越.

目前存在的关键问题不在于手术方面,而在于生理方面,即怎样把声音(特别是语言)用编码方式送入各个通道.在这个问题上碰到了许多困难.尽管单个

(下转 48 页)