

医用超声显像的现状

常规医用显像所采用的超声技术来源于一些基本的科学发现,例如信号分析和图像处理,换能器材料和制作工艺的发展及数字电子技术应用等。图像系统设计人员的构思是受到一系列因素牵制的,它们包括人体各器官组织的超声特性,尤其是声速和声衰减方面的特性;这些特性决定了超声频率、空间对比和时间分辨率。超声多普勒技术可提供血流量等有关移动目标的信息,配用实时显像装置就能展现人体解剖结构和血流量的二维图像。其它的进展有弹性显像、电脑化层析成像法和三维成像等。现代超声诊断技术看来是安全的,但应继续着重研究和探索超声热效应和空化作用给人体可能带来的危害。

1 引言

30年前,超声诊断装置还是实验室内的珍奇东西,然而现在它已成为妇产科和心脏病诊断所选用的一种显像方法。在内科、儿科、泌尿、血管外科、肿瘤和眼科等大量临床应用中,它已成为必不可少的理想诊断工具。

超声在医用诊断方面之所以获得普遍应用是因为存在着下述原因。首先,当前所采用的超声辐射量对人体是完全安全的;其次,实时超声显像是一种互作用过程,能提供人体组织结构和功能的三维信息,超声多普勒技术则能很方便地提供关于血流量的信息。病人和医生对超声诊断方法均感满意。到60年代中期,欧洲以及日、英、美等国家开展了超声诊断仪的研制工作,并相继应用了信号分析图像处理、换能器材料和制作工艺及数字技术等,使超声诊断技术取得了突飞猛进的发展。

2 换能器

在任何医用超声系统中换能器是关键器件,它将电信号转换成能进入病人体内的超声,还能将从人体各组织返回的超声转换成电信号。当今在医学诊断领域内,超声换能器几乎普遍采用铁电陶瓷材料,选用它的原因在于它具有高的压电特性和高的机械耦合系数。但缺点是它的声阻抗一般比水和生物软组织高,这就必须为它设计高质量的阻抗匹配层以符合宽带工作需要。一种典型的线性换能器阵的长度为10cm,它由100~300个阵元构成,形状有平面和曲面两种,曲面阵换能器能产生一种扇形扫描。

最近正在考虑采用塑料换能器的可能性。与陶瓷相比,聚偏二氟乙烯及其衍生物的声阻抗要低得

多,所以它与水和人体软组织能形成更好的匹配效果。此外这种换能器还较小受到多模式谐振影响,特别是当阵列处在偏离轴线的工作状态时,这个优点更显得重要。塑料换能器的主要缺点是灵敏度比压电陶瓷低,且介电常数也较低,易受噪声干扰和需要较高的驱动电压。当前最有希望的换能器新材料是压电复合材料,它以塑料聚合物为基本材料,内含小颗粒或细微棒状的压电陶瓷。这种复合材料将塑料换能器的低声阻抗和陶瓷换能器的高灵敏度以及低电阻抗这两方面优点组合在一起,此外横向谐振对它的影响也很小。这种复合材料新换能器新近才开始在医用扫描诊断仪上使用。

3 脉冲回声显像的进展

在任何显像方法中图像质量总要受到系统的对比度和空间时间分辨率的制约,此外还受制造工艺和噪声的影响。在超声脉冲回声显像中系统设计人员还必须先从确定被测组织的大小(或体积)入手,并依据超声在人体组织内的传送速度(约为1500m/s)来确定完成一条扫描线所需的时间,这就很难在每帧图像的线数和帧重复频率这二者之间做到很好的兼顾,这时,只有同时接收几条线的信息才能使这一困难有所改善。

一旦确定了所需要的穿透深度,系统设计人员总选用尽可能高的超声工作频率,因为这能提供最佳的空间分辨率。超声在人体软组织内的衰减约为0.5dB/cmMHz,其范围在血液(0.15dB/cmMHz)和脂肪(1.5dB/cmMHz)之间。为了对超声衰减作出补偿,一般超声显像系统设计有扫描增益控制的特殊电路,在超声脉冲发射后该电路能使接收器的增益随时间而增加。

人体组织是非均的介质,因此其各部分的声速和衰减也不相同,这就给定性测量带来了一定困难。虽然已采用了几种方法来补偿这一现象,但目前能获得成功前景的只有二维换能器阵列。此外为了形成声速偏转和聚焦所必需的时间延迟,就应设计相应电路,一般是采用模拟电路,但它的漂移问题难以解决,为此现在有些厂家开发了一种数字化专用集成电路。

4 多普勒技术的进展

当超声从某一移动目标反射回来时,它的回声频率含有多普勒漂移变化,能否检测到该多普勒信号取决于信噪比,如果信号经由采样获得,则按奈奎斯特判据,可靠检测到的信号最高频率被限定为脉冲重复频率的一半,但借助跟踪方法,就有可能使显示变得更清晰一些。

产生超声多普勒血管二维图像的最简单的方法是使用具有多普勒换能器的手动扫描装置。然而,随着基于时域处理或多普勒效应的实时彩色血流显像系统的开发应用,上述方法已弃而不用。此外,各种彩色编码方案也在不同的仪器上采用,分析彩色编码血流量的显像必须仔细小心,原因在于扫描平面内所显示的血液流速与超声束及血流方向之间的局部角度有关。若是扇形扫描此问题更为突出,尽管时域点跟踪方法基本上能解决该问题,但却需要进行大量计算。

5 声弹性显像

声弹性显像的目的是发现正常软组织与病变硬肿块之间的区别,这能通过测量和显示超声多普勒频谱的方法来实现。初步的实验结果表明这种新式的显示方法能有效探查前列腺、肝、乳房和其它器官的肿瘤。

6 三维显像

具有快速存取能力的大规模数字式显像存储器的研制成功,再次引发了人们对超声三维显像的兴趣。三维显像数据通常可从一组间距很近的二维扫

描中获取。三维显像存在着两种截然不同的方法,一种方法是采用回声幅度阈值技术或某种形态学运算对图像分割,这就有可能应用标准表面描绘来进行三维显像,另一种方法是获取整体三维信息,它现在正受到制造厂家的青睐,这种三维图像是以一种视点可变的灰度块形式显示的。

这种三维显示新方法给临床诊断医生(特别是诊断仪操作和分析人员)带来了全新的挑战。就象他们的前人在20~30年前学习层面X射线解剖学一样,他们现在也要开始学习四维解剖学了,这是一种三维空间再加上一维时间的分析,这就应当开发能在立体空间移动观察点的设备。

7 造影剂

改进超声显像质量的希望也许在于开发相应的造影剂,它能有选择地改变超声显像状况,提高探测非正常现象和区分两种组织结构之间差别的能力。一种将气泡封装在胶囊内的造影剂已用于帮助观察血栓和恶性肿瘤内新血管的形成过程。一种含有微粒的悬胶液造影剂也已试用,并取得了有前景的成果,如果能改进这种造影剂的目标选择性并减少它的毒性,那么由于廉价和安全,超声显像就有可能取代现在常用的核子放射和磁共振显像。

8 结论

现代医学离不开超声诊断,从妇产科临床检查用的简单线阵的实时扫描器到心脏和血管研究用的先进彩色跟踪显像系统,如今,几乎没有一个完全不涉及超声诊断信息的医疗部门。现在,医学超声诊断已取得了引人注目的进展,这一切离不开新技术的开发和科学新发现。此外在超声和人体组织之间的相互作用和影响方面,仍有大量课题需要研究,医学超声诊断的未来是灿烂辉煌的。

上海必能信超声有限公司 徐善明摘译自 Ultrasonics,1993;31(5)

丁东校