

超声诊断

《吉林医药》编辑组

超 声 诊 断

吉林医科大学第三临床学院电诊室编

《吉林医药》编辑组

超 声 诊 断

《吉林医药》丛书(1)

出 版: 《吉林医药》编辑组

发 行: 《吉林医药》编辑组
情 报 资 料 室

印 刷: 长春新华印刷厂

日 期: 一九七四年九月

毛主席语录

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

需要把我们工作中的主要经验，包括成功的经验和错误的经验，加以总结，使那些有益的经验得到推广，而从那些错误的经验中取得教训。

正确的判断来源于周到的和必要的侦察，和对于各种侦察材料的联贯起来的思索。

武器是战争的重要因素，但不是决定的因素，决定的因素是人不是物。

前 言

超声诊断是一项有价值的临床辅助诊断方法，它有操作简便，结果迅速，对病人无痛苦无损害等优点，目前已较广泛地应用于临床。无产阶级文化大革命以来，超声诊断在国内的应用日益普及，许多基层医疗卫生单位均已开展此项检查。鉴于国内介绍超声诊断的专著尚少，为了适应医疗卫生事业的发展，帮助从事此项工作的同志和临床医师比较系统地了解和掌握超声诊断知识，特请吉林医科大学第三临床医院王牧同志参考有关文献，结合临床实践，编成此书，以供省内医疗卫生人员学习参考。由于我们的水平不高，经验有限，加以时间仓促，定有不少缺点和错误，衷心希望读者批评指正。

本书承蒙吉林医科大学绘图室曲伸、刘琪二同志帮助制图，特此致谢。

《吉林医药》编辑组

一九七四年九月

目 录

第 一 章 超声波的物理特性	1
一、束射特性	1
二、反射和折射特性	1
三、超声的吸收	2
四、超声的能量	3
五、声源近端的声波特性	3
六、频率与分辨力和穿透力的关系	4
第 二 章 超声波诊断的基础	5
一、组织和脏器的声阻	5
二、脏器和组织的反射、折射和散射规律	7
三、脏器与组织的吸收和衰减	7
四、血流速度与反射的关系	8
第 三 章 超声诊断仪的基本原理	9
第 四 章 超声诊断法的种类	13
第 五 章 超声波的命名	18
一、A型波的命名	18
二、声象图的命名	22
三、心脏波群的命名	22
四、超声多普勒波形命名	25
第 六 章 超声探查方法与注意事项	27
一、人体检查条件的调试	27
二、探查方法及注意事项	28

三、超声诊断的价值和限制性·····	29
四、超声诊断的注意事项和报告方法·····	31
第七章 肝脏的超声探查·····	33
一、探查方法·····	33
二、正常肝脏的超声探查·····	33
三、传染性肝炎的超声诊断问题·····	35
四、肝硬化的超声波型·····	38
五、肝脓肿的超声波型·····	41
六、肝癌的超声波型·····	47
七、其他肝病的超声诊断·····	52
第八章 胆囊的超声探查·····	59
第九章 超声波对腹部肿块的诊断·····	65
一、探查方法·····	65
二、腹部肿块的超声波型·····	66
三、腹部肿块原发部位的超声判定·····	69
四、腹部肿瘤良恶性的超声波型的特点·····	69
五、各部位肿瘤的主要波型特点·····	71
第十章 超声波对胸腹水及心包 积液的探测·····	74
第十一章 妇产科的超声诊断·····	81
一、探查方法·····	81
二、正常子宫及子宫附件，宫旁组织的波型·····	82
三、正常妊娠的超声波型·····	83
四、葡萄胎的超声波型·····	86
五、妇科肿块的超声探查·····	87
第十二章 颅脑超声探查·····	91

一、探查方法	91
二、正常A型脑超声回声图	93
三、异常脑超声回声图	94
四、脑对超声波的衰减	103
第十三章 心脏的超声探查	106
一、A型心脏回声图	106
二、超声心动图	109
三、心脏大血管超声多普勒氏波型	122
第十四章 超声波在眼科诊断的应用	124
第十五章 肾脏的超声探查	130
第十六章 超声诊断在其他方面的应用	134

第一章

超声波的物理特性

超声波是超出人类听觉最高限（20000赫/秒）的一种声波。用于诊断的超声波频率为1—10兆赫，它在弹性介质（如空气）中传播时，是一种压力脉动以纵波形式传布的，它在水中的声速为1500米/秒，如果频率为1兆赫，其波长则为1.5毫米，10兆赫时波长即为0.15毫米。它与一般声波一样，必须在介质中传播，它有与一般声波同样的物理特性，又具有类似光的物理特性。与诊断有关的超声波的物理特性有以下几方面：

一、束射特性 超声波与一般声波的显著不同点，在于它的振动频率很高，波长甚短，波束狭小可形成声束，所以有良好的向一定方向传布的特性。波长愈短这种向一定方向传播的特性愈显著。超声的束射性（方向性）与声源（探头）直径及扩散角有关。

二、反射和折射特性 超声波既可以定向发射及传播，又能发生反射和折射。一个平面声波在两种密度不同，声速不同的介面上，一部分被反射，一部分折射进入相邻的介质中。当声束从一种物质表面反射时，是按几何光学定律进行的（入射角 = 反射角）。当声束透过一种物质进入另一种密度不同的物质时，就产生折射，也就是改变它的传播方向，两种物质密度差愈大，折射也愈大。因为物质的介面的构成决定

于各物质的密度 (P) 和声速 (V) 的乘积, 即声阻差, 所以, 超声的反射与介质的声阻有很密切的关系, 当超声波与介面呈垂直入射时, 其反射系数 (R) 为:

$$R = \left(\frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{P_1 V_1 + P_2 V_2} \right)^2$$

$P_1 P_2$ 为两种介质密度
 $V_1 V_2$ 为两种介质声速

由上式可知两介质的声阻差愈显著, 反射系数愈大。超声在从一种介质传播到另一种介质时, 在两种声阻不同的介质的交界面上, 部分声波发生反射和折射, 另外一部分声波则继续向另一介质中传播。反射波的强弱, 决定于两种介质声阻差的大小, 声阻差越大反射越强。如声束从固体到液体, 或从液体到固体的反射都很强, 反射波显示的也显著。

当超声波从任意一种介质向空气传播时, 由于声阻差最大, 反射系数几乎等于 1, 具体一点说超声从液体到气体, 由气体到液体或由固体到气体的介面反射系数为近于 100%, 即产生“全反射现象”。

三、超声的吸收特性 超声波在各种介质中传播时, 随着传播距离的增加, 强度会逐渐减弱。这是因为各种介质如气体、固体和液体都要吸收掉它的能量之故。在声速不变的情况下, 介质的吸收系数与频率成正比, 频率不同的声波, 被吸收的程度不同, 频率愈高在物质中传播时吸收愈大, 而不能传播很长距离。如频率高的声波, 空气对它的吸收即很强, 而频率低的声波, 则不易被空气吸收。气体、液体及固体的传播介质对超声的吸收程度各不相同, 一个固定频率的超声在气体中传播时吸收最大, 在液体中次之, 在固体中吸收最小。据实验证明 100 万赫/秒的超声波, 在离开声源以后在水中传播时, 经过 500 米后, 强度减少一半, 在气体中传播, 经过 0.5 米距离就减弱一半。

物质结构不同，声吸收的原理也略有不同。当超声波通过一个匀质介质时，由于吸收与散射的结果，可使声波逐渐减弱，通过非匀质介质时，则主要由于反射和折射的结果，使声强被消耗而逐渐减弱。此外超声波的吸收程度还决定于介质的摩擦阻力，粘滞性和热传导等因素。

四、超声的能量 超声波它在传布时可以产生较大的能量，这一特性与超声波的频率有密切关系，超声波频率愈高，物质分子获得的能量就愈多，并可使介质分子产生很大的加速度，但是，用于临床诊断的超声波，主要应用其频率高这个特点来研究超声的传播过程及规律，其输出功率极小（大约为 $0.04 \sim 0.004$ 瓦/厘米²），一般不引起机体组织的形态学变化。据Камачащд实验证明，用 $0.1 \sim 1.0$ 瓦/厘米²的超声对孕妇探查，不会引起出血和流产。另有人证明超声波对培养中的人的单极和双极细胞和动物的成熟组织均无损害，并指出只有功率超过 1 瓦/厘米²，持续长时间作用时，才对组织产生热性损害。Koeppen用 $1 \sim 4$ 瓦/厘米²频率为 $0.5 \sim 0.175$ 兆周的超声，照射患者心前区，未发现对心脏及循环有任何影响。

五、声源近端的声波特性 在一个圆形超声发生器（探头）的最近端处，声能是以相同直径的圆柱状声束发出的，即所谓“近场”。

$$\text{近场} = \frac{\text{半径}^2 \times \text{频率}}{\text{介质声速}}。$$

即“近场”的长度与声源的半径平方及波长的倒数（频率）成正比，各种不同频率的超声其近场不同（表1—1）。如果用 2.5 兆赫的超声探头直径为 1.2 厘米，以人体数据来计算，则近场声压的最近点为 1.7 厘米，最远点为 3.5 厘米，除探头

及电路等原因外，近场是形成探测盲区的主要因素，当近场长度小于脉冲宽度时，则不能显示出声源近端的两点间的波反射。单探头作人体探查，最近探测距离（盲区）一般在6~15毫米之间，现用国产超声波诊断仪的探测盲区，由于所选择的频率不同为3~15毫米之间。

六、频率与分辨力穿透力的关系 在一般情况下，超声波的频率增高，声束的扩散缩小，穿透力减低，但分辨力却增加。所以欲获得较大的射程（良好的穿透能力），必须应用低频率（吸收较少）的超声，如果目的是为了限制扩散而获得较高的分辨力，应用高频率的超声波较好。分辨力主要决定于超声波的脉冲宽度，即欲测A B两点，其间距离必须大于仪器的脉冲宽度的1/2，才能分别显示出两点的反射。如我们目前所用的1.25兆赫超声，其脉冲持续时间为5微秒，脉冲宽度为7.5毫米，所以分辨力最小距离为3.75毫米（或4毫米）。

表 1 — 1 三种频率超声的近场长度

频率（兆赫）	波长（毫米）	近场长度（毫米）	发 射 角
1.0	1.5	24	88°
2.5	0.6	60	35°
5.0	0.3	120	1.75°

第 二 章

超 声 诊 断 的 基 础

人体各个脏器和组织，是一个复杂的超声传播介质，其声学性质也各异，超声波在人体的声速除骨和肺组织外，一般与水近似，为1500毫米/秒左右，各种脏器及组织（正常或病理的）的声阻，对超声的吸收衰减，反射界面的形态，血流速度和血管数量等各不相同，所以引起的反射规律也不同，于是，可以利用超声波的束射性，反射折射以及吸收衰减等特性，来了解人体的脏器或组织的声学性质的改变，根据反射的回波的波型特点来帮助临床诊断疾病。为了正确地进行超声诊断，必须了解以下几方面的问题：

一、组织和脏器的声阻 从物理学讲声阻是声速和介质密度的乘积，两种声阻不同的介质间可产生声学介面，当超声声束遇到这种声学介面时，即可产生反射或折射，介质的声阻差越大介面反射越强，反射波型越明显，而透入到第二个介质的声能也越小。人体各种组织的声阻如表2—1所示。人体中声阻差最大的是那些含气较多的脏器和组织，如肺、胃及肠道等，超声声束通过这些脏器时，均有很强的反射，有的呈多次反射。另外，正常组织及病变组织的结构不同，它的声阻也不同，所产生的反射波型也各不相同，如实质性，囊性及空腔性。声束通过不存在介面的介质，如水、粘液、胆汁、尿液、血液及胰汁等时，就没有反射波出现，而

出现“液平段”或“液性暗区”，这种液平段在开大仪器的增益后，也无反射波出现。实质性组织由于组织结构复杂，有少数互相连结的声学介面存在，从而可产生密集又不规则的反射波，如畸胎瘤等肿瘤即是。

表 2—1 各种组织的声速、密度和声阻

组 织		声 速 (厘米/秒)($\times 10^5$)	密 度 (克/厘米 ³)	声阻 ($\times 10^5$)
肌	肉	1.568	1.074	1.684
脂	肪	1.476	0.955	1.410
头 颅	骨	3.360	1.658	5.570
大	脑	1.530	1.038	1.588
小	脑	1.470	1.030	1.514
	肝	1.523	—	—
甲 状	腺	—	—	1.620—1.660
	肾	1.526	—	—
胎	盘	1.541	—	—
胎	体	1.505	1.023	1.579
羊	水	1.474	1.013	1.463
水泡	胎块	1.473	1.021	1.514
脑 脊	水	1.522	1.000	1.523
脑 膜	瘤	1.490	1.056	1.570
神经	胶质瘤	1.460	1.042	1.521
子宫	肌瘤	1.516	—	—
水 (37℃)		1.523	0.993	1.513
空	气	0.332	0.00129	0.00042

各种正常的器官和组织，均有其本身的声学特性，有些脏器具有声学的连续性，回声图上出现实质性平段，有些则正常即呈不连续性，回声图上则出现多数连续性反射波。前

者如肝、肾、脾及脑等，后者如乳房等。一旦这些脏器发生病变破坏了其正常声学的连续性或声学的不连续性，改变了原来的声阻差，使之增大或减少，于是就改变了正常组织回声图型的规律，出现了异常的波形反射。

二、脏器和组织的反射、折射和散射规律 人体各种组织和脏器，有不同的声阻已如上述。另外，这些脏器的表面形态（光滑或凹凸不平等）也不同，脏器间又有密度较低的间隙存在，以及外形和大小的改变，均可产生不同的波型，如肝有进出波，当脏器表面光滑时，反射波高而单纯，表面凹凸不平时，则出现复波或多形小波。又如肿块有完整包膜时，进出波多是较高和明显的，浸润性发展的肿瘤，则进波多不明显，波幅也低。脏器或病变组织与周围组织或脏器有粘连时，进出波往往消失或难以辨认。

异物与组织有很大的声阻差，因此异物往往有很强的反射。因为液体和实质组织之间，超声反射增强，所以当肝脏周围表面有腹水时，超声通过腹水液平段后，肝脏进波的反射亦增高。

由于介质内介面的深浅不同，回波在时间上亦相应不同。于是，根据超声回波的先后可正确的测量脏器的大小，肿块的厚薄及病变的位置。如从肝脏进出波间距离来测量肝脏的大小，从胃壁AB或CD段有否增宽，来诊断胃壁有否病变等。

三、脏器与组织的吸收和衰减 超声波随着传播距离的增加，声能会逐渐被吸收减弱，因此，回波幅度也逐渐变低，这种声能的消耗，一般与下列因素有关：

1. 声能与传播距离平方成反比，与频率成正比。如脏器因炎症及郁血肿胀而增大，或因肿瘤的生长（特别恶性肿

瘤),使脏器增大时,往往波型减低,示波明显减弱或消失,及出现“衰减平段”。

2. 介质的组织结构的粘滞性和热传导性的大小。

3. 声能在通过组织或脏器内的介面传播时一部分被吸收,这种吸收在正常组织最少,炎症组织较大,肿瘤组织或骨组织最大。

4. 与介质组织结构的不均匀性有关,如在恶性肿瘤中传播时,往往出波显著降低,回波甚少,出现“衰减平段”。

5. 组织中介面的散射和绕射增多,也可以使声能过度消耗,如葡萄胎,多数结节性病变等。

6. 超声在含气的脏器传播时,其衰减吸收亦较明显,其衰减程度与含气量多少成正比。

四、血流速度与反射的关系 超声声束遇到不断流动的介面(如血管)时的反射强度与折射角有关,在未达全反射前反射强度,随着血流流速的增加而增强,直到获得全反射为止,如流速继续增加反而又会减少。所以在临床探查时,大动脉的反射很容易被探测,心脏的左心室的反射较其他房室反射为强,相反很少能探到静脉反射。

第三章

超声诊断仪的基本原理

临床上应用的超声诊断仪，是按照医学诊断的特殊需要，根据工业探伤仪的原理，设计而成的。目前临床应用的超声诊断仪器，有很多类型，如A型超声诊断仪，超声切面显象仪，超声光点扫描仪，多普勒超声诊断仪，超声血流检测仪及超声成像等。虽然超声诊断仪器的类型和性能有所不同，但其原理及基本构造是相似的。都由包括超声声源及一系列放大和显示等电子装置所组成（图3—1）。

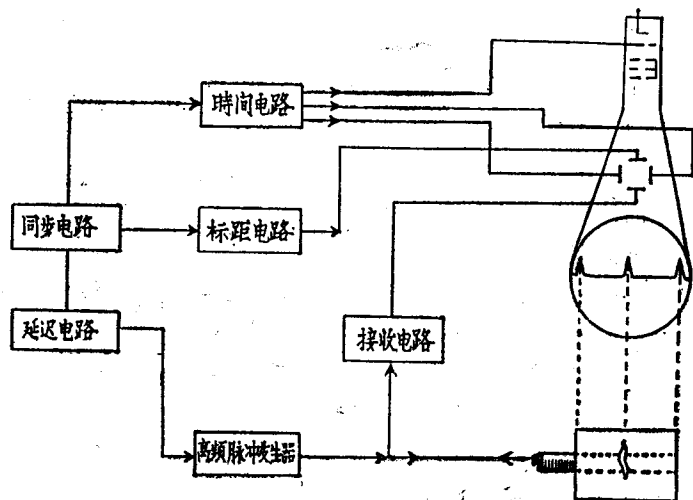


图 3—1 超声诊断仪原理示意图