

超声诊断学

第四军医大学

經濟學問學

商務印書館出版

目 录

第一章 超声诊断基础	1
一、超声基本知识	1
(一) 振动与波动	1
(二) 超声波的定义	2
(三) 超声场	2
(四) 超声的传播	3
(五) 超声波的衰减	6
(六) 多普勒 (Doppler) 效应	7
二、超声诊断原理一	7
(一) 人体组织的声阻	7
(二) 人体组织与脏器的反射规律	8
(三) 人体组织对超声的吸收	9
(四) 超声在人体内的分辨力	10
第二章 超声诊断仪工作原理及其使用方法	13
一、仪器工作原理	13
(一) 超声换能器	13
(二) 超声诊断仪的分类及其工作原理	13
二、A型诊断仪使用方法	17
第三章 检查方法及记录方法	20
一、检查方法	20
(一) 直接检查法	20
(二) 间接检查法	20
二、记录方法	20
(一) 观察及文字记录内容	21
(二) 照像记录	21
第四章 波的命名	22
一、以波的振幅高度定名	22
二、以波数定名	22
三、以波的形态定名	23
四、以波代表的意义定名	24
五、以波的脏器及组织来源定名	24
六、以波分布定名	24
七、声象图	25
(一) 以光点多少定名	25
(二) 以图像形态定名	25

第五章 肝脾疾患的诊断	26
有关解剖知识	26
仪器条件	27
检查方法及观察项目	27
一、正常肝脏与脾脏	29
二、肝脓肿	30
三、肝癌	34
四、肝包虫病	37
五、肝硬化	38
六、肝实质弥漫性病变	41
(一) 传染性肝炎	41
(二) 肝血吸虫病	43
第六章 胆囊疾患的诊断	45
有关解剖知识	45
检查方法	45
一、正常胆囊	46
二、胆囊功能试验	47
三、胆囊炎	47
(一) 急性胆囊炎	47
(二) 慢性胆囊炎	48
四、胆囊结石	49
五、胆囊积液	52
六、胆囊过小	52
七、胆囊癌	53
第七章 泌尿系疾患的诊断	54
有关解剖知识	54
一、肾脏	55
(一) 正常肾脏	55
(二) 肾下垂	56
(三) 肾盂积水	56
(四) 肾脏肿瘤	57
(五) 肾实质弥漫性病变	58
(六) 肾结核	59
(七) 肾结石	60
(八) 肾脏周围脓肿	60
(九) 异位肾	61
二、膀胱	61
(一) 正常膀胱	61
(二) 尿潴留	61

(三) 膀胱畸形	62
(四) 膀胱结核	62
(五) 膀胱肿瘤	62
(六) 膀胱结石	63
三、阴囊及睾丸	63
(一) 正常阴囊及睾丸	63
(二) 睾丸鞘膜积液	63
(三) 睾丸肿瘤	63
四、肾上腺	63
(一) 正常肾上腺	64
(二) 肾上腺肿块	64
第八章 妇科疾患的诊断	66
有关解剖知识	66
检查方法	67
一、子宫	67
(一) 正常子宫	67
(二) 子宫肌瘤	67
(三) 子宫体癌	69
二、卵巢	70
(一) 正常卵巢	70
(二) 卵巢囊肿	70
(三) 卵巢实质性肿瘤	72
(四) 卵巢部分实性部分囊性肿瘤	72
第九章 产科方面的诊断	75
有关胚胎发育知识	75
仪器条件及检查方法	75
一、正常妊娠	76
二、胎头测定	79
三、死胎及过期流产	81
四、双胎妊娠	81
五、羊水过多	81
六、胎盘附着部位的诊断	82
七、葡萄胎(水泡状胎块)	82
八、子宫外孕(异位妊娠)	84
九、绒毛膜上皮细胞癌	84
十、骶耻内径测定	85
第十章 腹部疾患的诊断	87
有关解剖知识	87
检查方法	88

一、胃	88
(一) 有关解剖知识	88
(二) 检查方法	88
(三) 正常胃	88
(四) 胃肿瘤	89
(五) 胃下垂	90
(六) 胃潴留	90
二、肠	90
(一) 检查方法	90
(二) 正常肠管	90
(三) 阑尾周围脓肿	91
(四) 结肠癌	91
(五) 直肠癌	92
(六) 肠套迭	92
三、胰腺	93
(一) 有关解剖知识	93
(二) 检查方法	93
(三) 胰腺囊肿	93
(四) 胰腺癌	94
四、腹腔及腹后壁	94
(一) 有关解剖知识	94
(二) 检查方法	94
(三) 正常腹腔及腹后壁	95
(四) 腹腔积液	95
(五) 腹腔包裹性积液	97
(六) 粘连及粘连包块	97
(七) 腹主动脉瘤	98
五、腹部包块鉴别诊断	98
(一) 生理性包块	98
(二) 腹壁包块	98
(三) 腹腔内包块	99
(四) 腹膜后包块	101
第十一章 颅脑疾患的诊断	102
有关解剖知识	102
仪器条件	103
一、检查部位及操作方法	103
(一) 颅骨外检查	103
(二) 术中检查	105
二、正常脑回声图	105

三、异常脑回声图·····	106
(一) 中线波移位·····	106
(二) 中线波分离及增宽·····	108
(三) 侧脑室扩大·····	109
(四) 病理波·····	109
四、颅内血肿·····	110
五、颅内肿瘤·····	110
第十二章 胸部疾患的诊断·····	113
有关解剖知识·····	113
仪器条件及检查方法·····	114
一、正常胸腔及肺·····	114
二、胸腔积液·····	115
特殊类型的胸腔积液·····	115
(一) 包裹性积液·····	115
(二) 叶间积液·····	117
(三) 肺下积液·····	117
(四) 纵隔积液·····	117
三、肺内病变·····	118
(一) 肺癌·····	118
(二) 肺内良性肿瘤·····	119
(三) 肺囊肿及肺包虫囊肿·····	119
(四) 肺脓肿·····	119
(五) 肺不张·····	120
四、纵隔肿块·····	120
第十三章 心脏疾患的诊断·····	121
有关解剖知识·····	121
使用仪器及其工作条件·····	123
检查方法·····	123
一、正常心脏·····	124
(一) 大血管波群(及曲线群)·····	124
(二) 二尖瓣波群(及曲线群)·····	126
(三) 心室波群(及曲线群)·····	128
二、心包积液·····	131
三、二尖瓣疾患·····	133
(一) 二尖瓣狭窄·····	133
(二) 二尖瓣关闭不全·····	137
(三) 二尖瓣脱垂·····	137
四、冠状动脉粥样硬化性心脏病·····	138
五、心肌病·····	139

六、左心室排血量的测定	139
七、左心房肿瘤	140
八、主动脉瓣疾患	140
(一) 主动脉瓣狭窄	141
(二) 主动脉瓣关闭不全	141
九、房间隔缺损	141
第十四章 眼疾患的诊断	143
有关解剖知识	143
使用仪器及检查方法	143
一、正常眼球	144
二、眼球内异物	145
三、视网膜脱离	145
四、眼球内肿瘤	146
五、眼球后肿物	146
六、眼球周围肿物	147
七、玻璃体混浊及出血	148
八、晶状体后脱位	148
九、眼球的测量	148
第十五章 其他肿块的诊断	150
附录一、超声诊断文献资料索引(限国内期刊)	151
附录二、常用A型仪器线路图	

第一章 超声诊断基础

一、超声基本知识

(一) 振动与波动

1. **振动**：物体沿着直线或弧线，在一定位置（平衡位置）附近作来回重复的运动称机械振动，简称振动。振动物体离开位置的最大距离称振动的振幅（ A ），它表示振动的强弱。物体完成一次全振动所需的时间称振动的周期（ T ），它表示振动的快慢。在一秒钟内完成全振动的次数称振动的频率（ f ）。频率的单位为赫兹（ Herz ），每秒钟完成一次振动的频率单位为1赫兹。

2. **波动**：振动在弹性介质中的传播称波动。相互间有弹性力联系着的微粒所组成的、能传播声波的物质称为弹性介质。

机械振动在弹性介质中传播时，因为弹性介质中任何一个质点，如果离开平衡位置，就发生使它回到平衡位置的弹性力，因而质点发生振动。又因质点间有互相的作用力相联系，所以一个质点的振动就传播给它相邻的质点，使这质点也发生振动，振动又传递给下一个质点，依次类推。这种机械振动在弹性介质中传播的过程称机械波。波动过程中在介质中传播的是振动的能量，而介质的质点仅在各自的平衡位置附近振动。声波和超声波是机械波的一种。

3. 波动在介质中传播的方式：

横波：质点振动的方向与振动传播的方向相垂直的称横波。如图1—1。

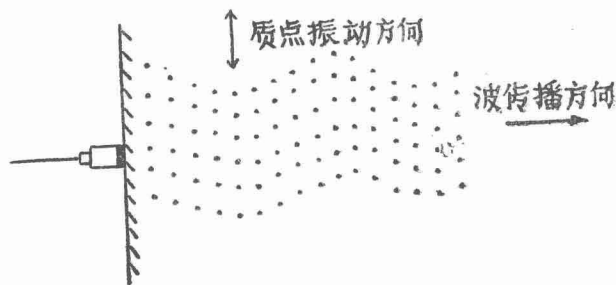


图1—1 横波的振动方向

当质点向上升起时，最高点称波峰，向下降时最低点称波谷，两个相邻的波峰之间的距离或两个相邻的波谷间的距离均为一个波长（ λ ）。

纵波：介质质点振动的方向与振动的传播方向相平行的称纵波，如图1—2。各质点在其平衡位置的左右作周期性的前进与后退，介质忽而稠密，忽而稀疏，这种稠密和稀疏的传播即成纵波。相邻两个密部间的距离或相邻两个疏部间的距离为一个波长。纵波在气体、液体、固体中均可传播。

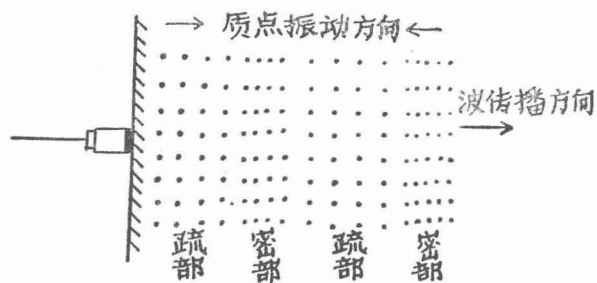


图 1—2 纵波的振动方向

4. 波长、波速与频率的关系：

波速（V）：在波动过程中，振动传播的速度称波速。波速的大小取决于介质本身的性质。不同介质有不同的波速。声波在介质中的传播速度与介质的密度及压缩性有关。波长，频率与波速的关系如下式：

$$V = \lambda f \dots \dots (1)$$

在均匀的介质中，振动是等速传播的，即波速恒定，则波长与频率成反比，频率愈高则波长愈短。

(二) 超声波的定义

超声波与声波有同样的物理性质，是一种弹性介质的机械振动。频率在 16—20000 赫（Herz）之间的振动，可以引起人耳有声音的感觉称可闻声波，频率高于 20000 赫的声波，人耳听不到称为超声波。

(三) 超声场

超声所充满的空间范围称超声场

1. 声强：在垂直于波传播的方向上每平方厘米每秒所传送的能量称超声的强度即声强。声强与超声的频率、介质质点的振幅、介质的密度及声速成正比。

$$I = \frac{E}{Ft} \dots \dots (2) \text{ 或 } I = \frac{\rho v}{2} \omega^2 A^2 = 2\pi^2 f^2 A^2 \rho v \dots \dots (3)$$

- 式中 I — 声强（瓦/厘米² = 10⁷ 尔格/厘米、秒）。 ρ — 介质密度
 E — 能量（瓦、秒） A — 介质质点的振幅
 F — 面积（厘米²）。 ω — 2πf，振动的圆频率
 t — 时间（秒）。

以频率 2.5 兆赫在人体软组织中传播时，超声脉冲的最大声强 3 瓦/厘米²，以脉冲宽度为 5 微秒，重复频率 200 次/秒，则平均声强为 3 毫瓦/厘米²。

2. 声功率：超声换能器在单位时间内发射的能量称声功率，其单位为焦耳/秒即瓦。

3. 声压：垂直于介质振动方向的单位面积上所受的压强称声压。由于超声传播时介质质点的振动形成疏部和密部，疏部的压强小于介质静止的压强为负值，密部压强则为正值，

压强周期性的动荡于正值与负值之间称声压，亦称交变声压强或交变声压振幅。声压与介质密度、声速、介质质点振动速度及声强成正比。其关系如下式：

$$P = 10^{-6} \sqrt{2I\rho v} \dots \dots \dots (3) \quad \text{或} \quad P = \rho v U \dots \dots \dots (5)$$

式中 P — 声压 (以大气压力为单位, 1 大气压 = 980×10^3 达因/厘米² = 1 公斤/厘米²)
 U — 介质质点的振动速度。

(四) 超声的传播

1. 束射性 (指向性) :

当声源直径甚大于超声波波长, 所发射的超声波在介质中传播时, 其能量绝大部分集中成束状, 以某一扩散角度从声源辐射出去称超声束。扩散角愈小则指向性愈好。扩散角的大小主要取决于声源的直径 (D) 和波长 (λ) 之比。当声源为圆形时, 直径恒定, 则波长愈短, 波束的指向性就愈好 (图 1-3)。

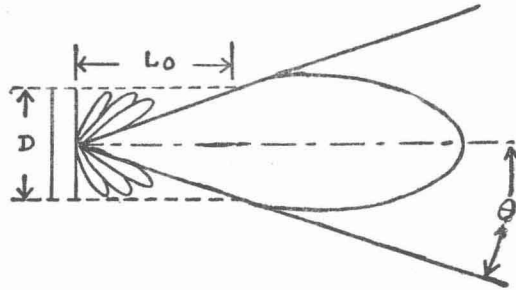


图 1-3 超声波的指向性
 L_0 近场区 θ 半扩散角 D 声源直径

2. 近场距离与远场扩散角:

在圆柱形声源的近端, 声能是以与声源直径相同的圆柱束传播的, 类似平面波的形态 (图 1-4), 平行而不扩散。从声源表面到扩散的一部分声场称近场区。在此区域的近端由于声源中心部位所发射出来的波与表面各点发射出来的波之间互相干扰 (又称干扰区), 声能分布很不均匀, 这种超声波迁到目的物时反射极低。近场区以外的声束以 θ 角扇形发射, 成为圆锥体形称远距离声场。远距离声场接近于球面波 (图 1-5), 波面的面积与离声源的距离平方成正比, 声强与距离平方成反比而减弱。

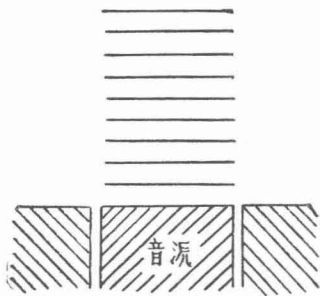


图 1-4 平面波的传播



图 1-5 球面波的传播

近距离声场的距离 L_0 与声源直径及频率成正比。可由下列公式求得：

$$L_0 = \frac{D^2 - \lambda^2}{4\lambda} \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{或 } L_0 = \frac{r^2}{\lambda} = \frac{r^2 f}{V} \dots\dots\dots (7)$$

式中的 r ——声源半径。

D ——声源直径。

远场扩散角与波长成正比，与声源直径成反比，圆形声源其半扩散角 θ 的近似公式如下：

$$\theta = \text{arc Sin } 1.22 \frac{\lambda}{D} \dots\dots\dots (8)$$

表1—1 不同频率与不同声源直径下的近场距离与远场扩散角

频率 f (兆赫)	波长 λ (mm)	声源直径 (mm)	近场 $D^2 - \lambda^2 / 4\lambda$ (mm)	扩散角 θ
1	1.5	12	24	8.8°
2.5	0.6	12	60	3.5°
5	0.3	12	120	1.75°

若频率高，声源直径大，则扩散角小，近场距离大，指向性好。诊断上利用这种特性，以便了解超声束透射方向上组织的声学特性。近场区内超声束类似平面波，当换能器与介质界面垂直时，声束即与界面垂直而反射最强。远场区超声由于扩散而近似球面波，即使换能器与反射界面垂直，超声束与界面不能完全垂直，因声强减弱使反射较弱，同时因波面的面积大，分辨力降低。

3. 反射与折射：

超声波在传播时，遇到两个声阻不同的界面时产生反射和折射。一部分声能以相反方向在原介质中传播称反射。另一部分在第二介质中继续传播，改变了原来的传播方向称折射。

(1) 反射角与折射角：

超声波束与界面成一角度入射时，其反射角 γ_1 等于入射角 γ 如图1—6。折射角 γ_2 与入射 γ 角的比值，等于第一介质中声速(V_1)与第二介质中声速(V_2)的比值。即

$$\frac{\sin \gamma_1}{\sin \gamma_2} = \frac{V_1}{V_2} \dots\dots\dots (9)$$

超声波束若垂直入射于界面，入射波束与反射波束重叠而方向相反(图1—7)。另一部份仍按原方向在第二介质中传播称透射。

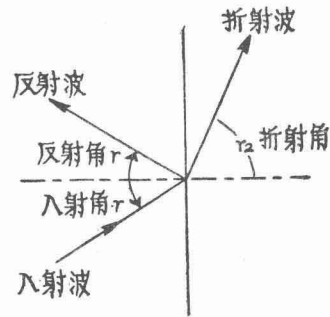


图1—6 超声波的入射、反射与折射

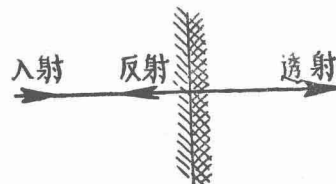


图1—7 超声波垂直入射时的反射与透射

(2) 反射率与折射率。

超声波在传播过程中反射能量或透射能量是用来确定诊断的主要依据，而反射能量与透射能量的分配，取决于两种介质声阻抗的比值。

$$\text{声阻抗 } Z = \rho V \dots\dots\dots (10)$$

式中 ρ ——介质的密度。

V ——介质的声速。

反射率 (或反射系数)：入射声强与反射声强之比：即

$$K = \frac{P_r}{P_i} = \left(\frac{1 - \frac{\rho_1 V_1}{\rho_2 V_2} \frac{\cos \gamma_2}{\cos \gamma}}{1 + \frac{\rho_1 V_1}{\rho_2 V_2} \frac{\cos \gamma_2}{\cos \gamma}} \right)^2 \dots\dots\dots (11)$$

式中 K ——反射率

P_r ——反射声强度

P_i ——入射声强度

$\rho_1 V_1$ ——第一介质声阻抗

$\rho_2 V_2$ ——第二介质声阻抗

折射率 (或折射系数)：即入射声强与折射声强之比。

$$T = \frac{P_t}{P_i} = \frac{4 \frac{\rho_1 V_1}{\rho_2 V_2} \frac{\cos \gamma_2}{\cos \gamma}}{\left[1 + \frac{\rho_1 V_1}{\rho_2 V_2} \frac{\cos \gamma_2}{\cos \gamma} \right]^2} \dots\dots\dots (12)$$

式中 T ——折射率

P_t ——折射声强

由式 (11) (12) 可知反射率与折射率完全由相邻两个介质的声阻、入射角度及折射角度所决定。当折射角大于 90° 时，界面发生全反射。

超声束垂直入射时，即入射角等于 0 则反射角亦等于 0 ，反射波束与入射波束重叠而方向相反，其反射率 K ，可由下式求得：

$$K = \frac{P_r}{P_i} = \left[\frac{\rho_2 V_2 - \rho_1 V_1}{\rho_2 V_2 + \rho_1 V_1} \right]^2 \dots\dots\dots (13)$$

由式 (13) 知，垂直入射时反射率最大，即反射声强最大。

透射率 T 可由下式求得：

$$T = \frac{P_t}{P_i} = \frac{4 \rho_1 V_1 \rho_2 V_2}{(\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2)^2} \dots\dots\dots (14)$$

公式 (13)、(14) 是公式 (11)、(12) 的特殊形式，当超声束垂直入射，即入射角与折射角均为 0 ， $\frac{\cos r}{\cos r_2} = 1$ ，其反射率及透射率完全取决于两介质的声阻抗。两介质声阻相差越大，则反射率越大。超声在气体与液体或气体与固体界面间的反射率达 100% ，其声阻抗的比例约为 10^4 。

(3) 反射介质的厚度: 介质厚度必须在一个最小数值以上, 才能发生最大反射 (图 1-8), 最大反射介质厚度可以用下列公式算出:

$$d = (2N - 1) \frac{\lambda}{4} \dots \dots \dots (15)$$

式中 d —— 介质厚度

λ —— 波长

N —— 1, 2, 3, \dots \dots \dots。

当介质的表面十分平整, 厚度为 $\lambda/4$ 时开始有最大的反射。反射面是结构不均匀的介质, 或为声阻抗与周围介质不同的粒子群, 即使粒子小于一个波长, 超声仍将发生声影。

4. 绕射或衍射

超声波在传播过程中遇障碍, 当障碍物小于超声波的波长时, 超声波能越过障碍物而继续向前传播, 极少产生反射, 这种现象称为绕射或衍射。这是由于波线在遇到障碍物的边缘后方向有所改变, 能绕过障碍物而传播的缘故。

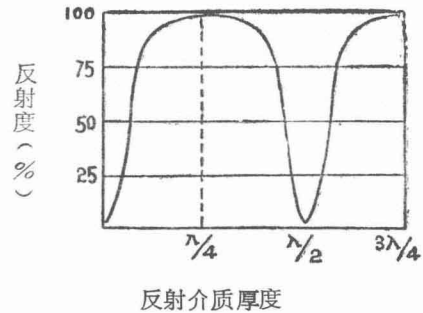


图 1-8 介质厚度与反射率的关系

(五) 超声波的衰减

超声在介质中传播时, 随着传播距离的增加, 其声能逐渐减弱, 这种现象称衰减。超声衰减的原因可分两个主要方面:

(1) 扩散现象: 因超声波从声源发射有一定扩散角, 扩散角越大, 传播距离越远, 则声能的衰减越显著, 在离声源较远的部位 (即远距离声场), 波的传播接近于球面波, 波面的面积与离声源的距离平方成正比, 波面面积越大则声强越小, 声强与距离平方成反比而减弱。

(2) 介质的吸收:

介质的吸收与超声频率及介质的密度、粘滞性、导热性、声速等有关。不同频率的超声波在同一介质中传播时, 频率越高, 吸收越大, 介质的吸收系数与频率的平方成正比。设最初声强为 I_0 的超声波, 经过 X 距离后, 其剩余的声强为 I_x , 可用下式计算:

$$I_x = I_0 e^{-2\alpha f^2 x} \dots \dots \dots (16)$$

式中 f —— 超声的频率 e —— 自然对数的底数

α —— 介质对超声的振幅吸收系数。

频率高的超声波介质对它吸收多, 在介质中的穿透力降低, 即传播距离较近。频率低的超声波介质对它的吸收较少, 穿透力较强, 即传播距离较远。同一频率的超声在不同介质中传播时, 吸收程度不同, 吸收系数与介质密度成反比。例如在气体中传播吸收最大, 在液体中传播吸收较少, 在固体中传播吸收最少。超声波在传播过程中因介质内存在内摩擦等原因, 有部分声能转化为热能而损失, 损失的大小决定于介质的粘滞性与导热性, 介质的粘滞性越大, 对超声的吸收也越多。有人试验, 用同样能量的超声波在钢材中能穿透十米, 而在人体软组织中仅能穿透十余厘米。此外, 介质结构不均匀的, 对超声的吸收多。

频率的选择:

综上所述, 超声的频率越高, 波长就越短, 在介质中传播时, 组织对它的吸收也就越

多, 因此穿透力差, 但其分辨力强, 声束的扩散角小。相反, 频率低的超声, 波长长, 组织对其吸收少, 即穿透力强, 但分辨力差。人体组织结构复杂, 各脏器深浅不一, 密度不同。对超声的吸收及反射亦有不同, 因此, 频率的选择必需根据脏器及病变的大小、深度决定, 例如检查位于浅表而体积较小的脏器或组织, 如眼球、乳腺、甲状腺等, 需较高频率的超声。对超声吸收较多的如头颅或位置较深、体积较大的脏器如肝脏需用频率较低、穿透力强的超声检查。目前, 超声诊断应用的频率最低为0.5兆赫, 最高为15兆赫。2.5兆赫是在诊断上适应范围最大的。头颅检查可用1.25兆赫。浅表组织可用5兆赫。

(六) 多普勒 (Doppler) 效应

Doppler 效应是声源与接收者作相对运动时所产生的一种频率与波长变化现象。是在1842年首先由C. Doppler 所发现, 人们将此种现象称为Doppler 效应。根据波源与接收者的关系可有下列几种情况:

(1) 接收者与波源在同一介质中相对静止时, 接收者在单位时间内所接收到的频率与波源送出的频率相等。不产生多普勒(Doppler)效应。

(2) 波源位置固定, 接收者以一定速度在同一介质中向波源运动时, 相当于波速加快, 接收者在单位时间内所接收到的波数比静止时多。反之, 如接收者离波源运动时, 相当于波速减小, 此时接收者收到的波数较静止时少。

(3) 接收者位置固定, 波源在同一介质中以一定速度向接收者运动时, 接收者收到的频率较静止时高。反之, 波源远离接收者运动时, 则接收者收到的频率较静止时低。以上二种频率的改变即为Doppler 效应。

(4) 接收者与波源同时以相对的方向于介质内运动, 由于接收者的运动, 波数发生变化; 由于波源的运动, 频率有所增减, 使接收者所得到的频率, 发生了复杂的Doppler效应变化。

超声多普勒法可以探查心脏及瓣膜的运动、胎心搏动、横膈运动、血液流动等。

二、超声诊断的原理

超声波在人体内传播以纵波为主, 传播的情况与人体组织(正常或病理)的形态、组织的密度、声速、声阻以及衰减、血流速度等均有密切关系。

(一) 人体组织声阻

表1—2 各种组织的密度、声速和声阻

组 织	声速(C) (米/秒)	密度(ρ) 克/厘米 ³	声阻(ρC) 克/厘米 ² 秒
肌 肉	1568	1.074	1684
脂 肪	1476	0.955	1410
大 脑	1530	1.038	1588
脑 脊 液	1523	1.000	1523
水(37℃)	1523	0.9934	1513
头 颅 骨	3360	1.658	5570
空 气	332	0.001293	0.428

从上表可看出，人体软组织的声速、密度及声阻均与水近似，为 1500 米/秒左右（1476—1568米/秒），从声学观点来看，人体软组织有液体的特性。空气的声速、声阻与人体软组织的声速及声阻差别甚大，约为4000倍，因此超声束在软组织与空气的界面上产生全反射。

(二) 人体组织与脏器的反射规律

根据超声反射的特性，当超声遇到声阻不同的介质的界面时产生反射和折射。两邻近组织声阻差别在0.1%以下时即能产生反射。介质的声阻差越大，则反射越强，透入第二介质的声能就越小。

1. 正常人体组织的反射规律可分以下几种类型：

(1) 含液体的脏器如胆囊、膀胱、心脏等，因液体介质密度均匀一致，超声在液体中传播不产生反射波，表现为液平段。当超声波经过含液体脏器的前后壁时，在壁与液体交界面上产生反射，即为该含液体脏器的进、出波，如(图1—9)。

(2) 正常实质性软组织及软组织脏器的反射规律：

超声在正常人体组织中传播时，由于不同脏器和组织的声阻不同，形态不同，对超声的吸收、衰减不同，受血流、呼吸的影响不同，各脏器间又有密度较低的间隙存在。因此，各种正常脏器各有不同的反射规律，进出脏器有较强的反射，构成正常脏器的回声图。例如正常肝脏其形态有一定特点。肝脏与周围脏器间有疏松的间隙，肝表面有光滑而致密的包膜，成为良好的反射面，肝内结构比较均匀，当超声束经过皮肤、皮下组织时，回声图上出现较低的反射，进入肝脏时在肝包膜表面有一较显著的反射为进肝波；经过肝实质时仅有3—5个波幅极低的反射，超声束出肝脏时，又在肝包膜表面产生较强烈的反射为出肝波，如(图1—10)。

(3) 正常含气脏器如肺及胃肠充气时，由于空气与软组织的声阻相差约为4000倍，当超声束经过胸壁软组织及胸膜到达肺表面时，产生强烈的反射，声能几乎100%反射回来称全反射，而不能进入肺内，反射

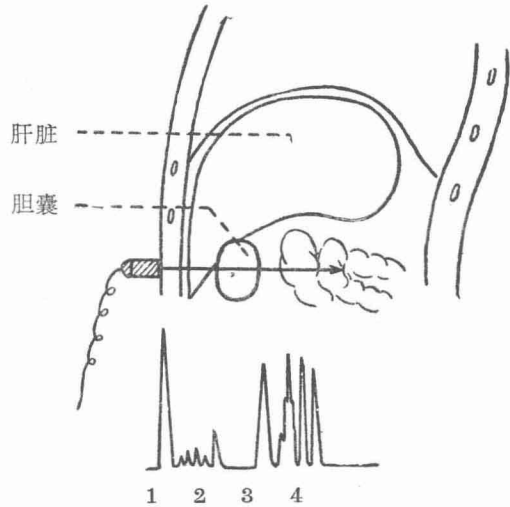


图1—9 含液脏器(胆囊)反射规律

图中：1.始波 2.胆囊进波
3.胆囊出波 4.肠管波

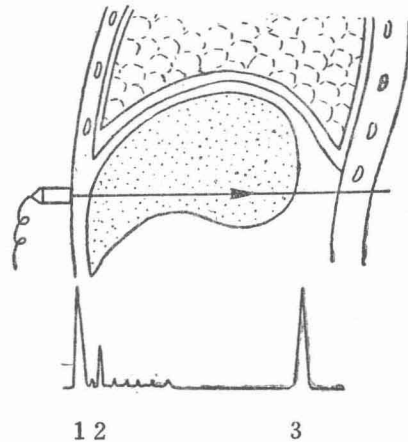


图1—10 实质性脏器(正常肝脏)反射波型产生原理

1.始波 2.进肝波 3.出肝波

回来的声能在探头与肺表面之间往返，直到声能耗尽。其回声图为多次反射，如（图 1—11）。

（4）正常骨组织对超声吸收、衰减较多。目前所用频率为 2.5 兆赫的超声，除头颅骨外，其他骨骼不易穿透。

（5）血流流速与反射的关系：当超声束由静止的介质传入以某一速度流动的介质时，其反射强度及折射角与流速成正比。例如当探查动脉及心脏时反射较强。剧烈活动后肝波常较活动前增多，可能与肝内血液流速增加所致之反射增强有关。

2. 病理情况下的反射规律：

某一组织或脏器有病理改变时，因病理组织与正常组织的声阻不同，吸收衰减不同，所以其反射规律亦不相同。例如肝脓肿的回声图（图 1—12）与正常肝脏的回声图不同。各种不同性质的病理组织，其声阻、吸收、衰减亦各不相同，其反射规律亦互不相同。例如肝癌的回声图（图 1—13），既不同于正常肝脏，亦不同于肝脓肿。根据正常组织以及各种不同性质的病理组织其回声图各有一定规律性，作为诊断的主要依据。并结合其部位、大小、深度及与脏器的关系等进行分析，判断，作出提示或诊断。

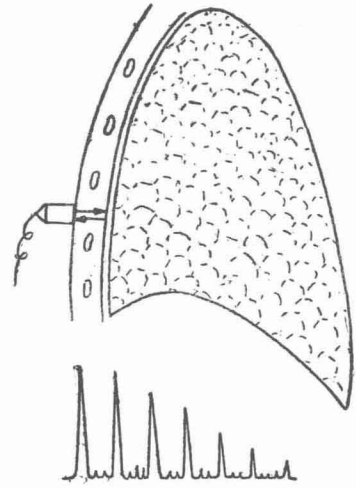


图 1—11 含气脏器（正常肺）多次反射波型产生原理

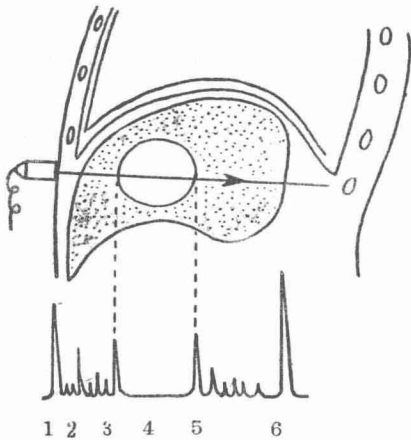


图 1—12 肝脓肿回声图产生原理示意

图中 1. 始波 2. 进肝波 3. 进脓肿波
4. 液平段 5. 出脓肿波 6. 出肝波

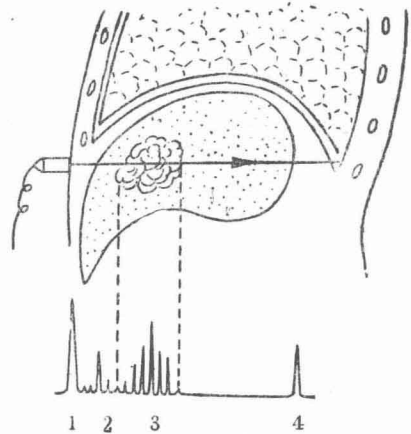


图 1—13 肝癌回声图产生原理示意

图中 1. 始波 2. 进肝波
3. 丛状波 4. 出肝波

（三）人体组织对超声的吸收

因人体各种组织对超声的吸收不同，对临床诊断及鉴别诊断有重要意义。医学上常用半价层来说明组织对超声的吸收情况。