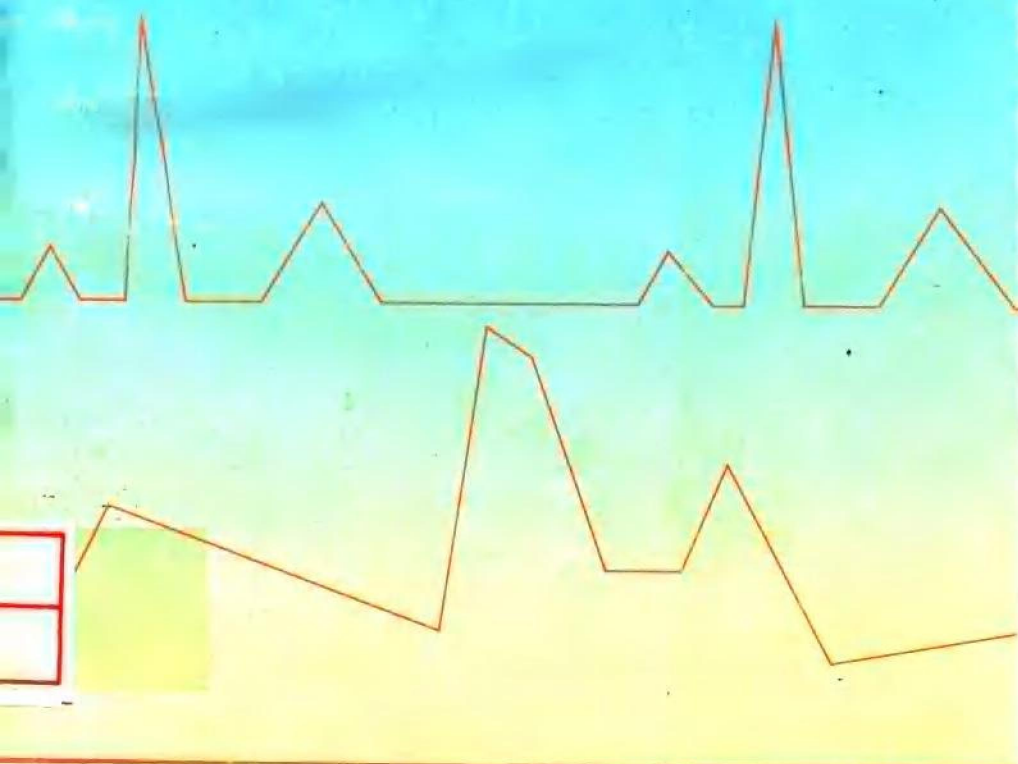


马琳 孙冬梅 主编

超声医学基础教程



原子能出版社

R495.1

412

超声医学基础教程

主 编

马 琳 孙冬梅

副主编

丁龙垵 于淑君

刘 锋 孙有刚

编 委

徐文林 李国杰 王安栋

姚志清 郑宝群 肖桂凤

夏 泽 雷岁学 游树荣

胡声春 荣秀春 廉金子

原 子 能 出 版 社

内 容 简 介

全书共十六章,包括超声医学基础理论部分和人体各种脏器检查方法及其正常声像图两大部分内容,最后介绍了介入性超声的检查和治疗方法。

本书由 20 多所高等医学院校的专家教授联手编写而成。该书简明实用,论理清楚,图文并茂。

本书适于广大医学院师生、超声医务工作者的教学和临床使用。

图书在版编目(CIP)数据

超声医学基础教程/马琳,孙冬梅主编.-北京:原子能出版社,
1995.8

ISBN 7-5022-1388-0

I. 超… I. ①马… ②孙… II. 超声应用-医药学-高等学校-
教材 N.R312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 09473 号

©

原子能出版社出版发行

北京海淀区阜成路 43 号 邮政编码:100037

唐山市胶印厂印刷 新华书店经销

850×1168 毫米 1/32 印张:9.12 字数:245.3 千字

1995 年 10 月北京第 1 版 1995 年 10 月北京第 1 次印刷

印数 01-6000 定价:10.80 元

序

超声医学是当代医学影像技术的重要组成部分之一,也是临床诊断的重要手段之一。由于超声诊断对人体无损害,设备不需要很大的空间,其技术操作也不十分复杂,因此,深受广大临床医师及病人的欢迎。

近年来,随着超声医学的迅速发展和广泛普及,超声医学已作为医学生的必修课,为适应超声医学的教学需要,全国二十余所教学医院联合,集体编写了《超声医学基础教程》一书。该书重点阐述了关于消化、泌尿、内分泌、心血管、妇产科等系统临床常见病的超声诊断技术,深入浅出地将有关疾病的超声诊断技术进行了较全面而详细的分析。本书是一部较好的专业教科书,同时对临床医师也有较高的参考价值。

由于超声诊断及超声仪器的发展日新月异,因此,在本书中不可能完全体现出来,希望广大读者多提宝贵的建议,以便今后再版时修改和补充。

中国协和医科大学 邹贤华

1995年元月

前 言

随着超声医学的迅速普及和发展,超声医学的教学日益显得迫切和重要,全国各高等医学院校已相继开设了这门必修课。鉴于此,我们 20 余所高等医学院校专家教授联手合编了《超声医学基础教程》一书。该书简明实用,言简意赅,论理清楚,图文并茂,重点突出,适宜广大医学生及超声医务工作者的教学参考和临床应用。

本书各章撰稿人分别为:第一章,杨履端(兰州医学院);第二章,徐文林(大连医科大学),孙冬梅(华北煤炭医学院);第三章,游树荣(宁夏医学院),王佩显(天津医学院);第四章,孙有刚(湖北医学院);第五章,刘锋(广东医学院),李国杰(皖南医学院);第六章,夏泽(扬州医学院),荣秀春(天津第二医学院);第七章,胡声春(江西中医学院);第八章,廉金子(延边医学院),于淑君(华北煤炭医学院);第九章,任淑先(佳木斯医学院),雷岁学(延安地区人民医院);第十章,郑宝群(广东汕头大学医学院),肖桂凤、李彩娟(牡丹江医学院);第十一章,马琳、孙冬梅(华北煤炭医学院);第十二章,姚志清(内蒙古医学院);第十三章,王安栋(海南医学院);第十四章,陈济添(福建医学院);第十五章,丁龙垠(昆明医学院);第十六章,陈受田(重庆医科大学),陈耀华、赛西亚、李黎(包头医学院)。全书成稿后,邀请了有关专家、教授进行了修改,最后由马琳、孙冬梅统审。

本书编写过程中曾得到邹贤华教授及其他同志的支持和帮助,同时还吸收借鉴了国内外有关学术成果,在此深致谢忱。

限于水平和经验,不足之处在所难免,恳望广大读者批评指正,以便今后再版修订。

编 者

1995 年 1 月

目 录

第一章 绪 论.....	(1)
第一节 超声检查的定义及范围.....	(1)
第二节 超声医学发展简史.....	(2)
第三节 超声医学发展趋势.....	(3)
第二章 超声医学基础.....	(5)
第一节 超声波及其物理特性.....	(5)
第二节 超声波的发射与接收	(10)
第三节 超声检查的种类	(11)
第四节 常见的声学效应及其对声像图的影响	(14)
第五节 人体组织声学类型的命名	(18)
第六节 超声探测方法	(20)
第三章 心脏	(25)
第一节 心脏的超声解剖	(25)
第二节 正常超声心动图	(28)
第三节 心脏疾病	(44)
第四章 胸部疾病	(85)
第一节 解剖概要	(85)
第二节 探查方法及正常声像图	(87)
第三节 胸腔积液	(88)
第四节 肺部疾病的诊断	(91)
第五节 纵隔肿瘤	(93)
第五章 肝脏	(97)
第一节 解剖概要	(97)
第二节 检查方法及正常声像图	(98)
第三节 肝脏疾病.....	(102)
第六章 胆系.....	(118)
第一节 解剖概要.....	(118)

第二节	检查方法及正常声像图·····	(119)
第三节	胆系疾病·····	(121)
第七章	胰腺·····	(134)
第一节	解剖概要·····	(134)
第二节	检查方法及正常声像图·····	(134)
第三节	胰腺疾病·····	(138)
第八章	脾脏·····	(148)
第一节	解剖概要·····	(148)
第二节	检查方法及正常声像图·····	(148)
第三节	脾脏疾病·····	(149)
第九章	胃肠·····	(156)
第一节	解剖概要·····	(156)
第二节	超声检查方法·····	(158)
第三节	正常声像图·····	(161)
第四节	胃肠道疾病·····	(163)
第十章	泌尿系、前列腺及肾上腺·····	(173)
第一节	肾脏·····	(173)
第二节	输尿管·····	(185)
第三节	膀胱·····	(187)
第四节	前列腺·····	(190)
第五节	肾上腺·····	(193)
第十一章	腹膜后疾病·····	(196)
第一节	解剖概要·····	(196)
第二节	检查方法及正常声像图·····	(197)
第三节	腹膜后肿瘤·····	(200)
第四节	腹部大血管疾病·····	(202)
第十二章	妇科·····	(204)
第一节	解剖概要·····	(204)
第二节	检查方法及正常声像图·····	(205)
第三节	妇科疾病·····	(208)

第十三章 产科.....	(221)
第一节 正常妊娠.....	(221)
第二节 异常妊娠.....	(226)
第十四章 颅脑.....	(238)
第一节 解剖概要.....	(238)
第二节 正常声像图.....	(239)
第三节 颅脑疾病.....	(241)
第四节 经颅多普勒.....	(243)
第十五章 小器官.....	(248)
第一节 甲状腺.....	(248)
第二节 乳腺.....	(254)
第三节 眼.....	(258)
第四节 腮腺.....	(265)
第十六章 介入性超声.....	(268)
第一节 概述.....	(268)
第二节 超声引导穿刺的基本设置.....	(269)
第三节 超声引导穿刺的适应症与禁忌症.....	(272)
第四节 超声引导穿刺的基本操作程序.....	(273)
第五节 常用超声引导穿刺术的应用.....	(274)

第一章 绪 论

第一节 超声检查的定义及范围

利用超声波的原理,对人体组织器官的物理特性、形态结构与功能状态作出诊断的非创伤性检查方法,称为超声检查。超声检查与 X 线、放射性核素扫描、电子计算机体层扫描、核磁共振成像被称为现代医学影像诊断的五项主要检查方法。

超声检查的特点:超声波对人体软组织有良好的分辨能力,有利于识别人体组织的微小病变。超声图像显示活体组织时不作染色处理,即可获得所需图像,有利于检测活体组织。超声信息的显示有许多方法,如 A 型、B 型、M 型、C 型、F 型和超声多普勒等。可根据不同需要选择使用上述各种类型,以取得多方面的信息,达到广泛应用的效果。

超声检查的优点是:①无放射性损伤,为无创性检查技术;②取得的信息丰富,具有灰阶的切面图像,层次清楚,接近于解剖真实结构;③对活动界面能作动态的实时显示,便于观察;④能发挥管腔造影功能;⑤对小病灶有良好的显示能力,实质性脏器内 2—3mm 的囊性或实质性病灶已能清晰显示;⑥能取得各种方位的切面图像,并能对病灶准确定位和测量其大小;⑦能及时取得结果,并可反复多次进行动态随访观察。

近些年来,随着超声诊断学的发展和新型超声诊断仪的开发、扫查方法的改进,超声检查在临床的应用范围不断扩大,对头颅、心血管、胸部、肝脏、胆道、脾脏、胰腺、肾、膀胱、前列腺、妇产科、小器官等脏器病变均可进行清晰显示。随着介入性超声和超声波内窥镜的发展和应用,不仅可以提高诊断水平,还可使病人得到及时的治疗,并免受手术的痛苦。

第二节 超声医学发展简史

超声诊断始于 20 世纪 40 年代,50 年代初期应用于临床。70 年代快速成像得以应用,80 年代声学多普勒效应用于超声诊断,90 年代三维超声和介入超声得以实现。

随着超声诊断仪器的开发,超声诊断显示法得到逐步发展。

一、超声示波诊断法:1942 年 Dussik 在奥地利首次应用 A 型超声仪探测颅脑。1947 年美国的 Howry 开始应用超声仪对软组织进行显示。1950 年至 1952 年美国的 J. J. Wild 用脉冲反射式 A 型超声诊断仪探测了脑肿瘤和乳腺肿瘤。1956 年瑞典 Leksell 用双探头从头颅两侧探测脑中线波,并明确了脑中线移位的诊断价值,为颅脑占位病变的诊断提供了依据。同年有人发表用脉冲反射法诊断胆结石、乳腺肿瘤、肾肿瘤等的文章。1958 年芬兰的 Aor-sala 首次报道用 A 型超声诊断视网膜剥离。1959 年贺井敏夫报道用超声诊断子宫肌瘤、早期妊娠。

国内超声诊断应用较晚。1958 年至 1960 年开始于上海,相继在武汉、北京等地开始对肝肾疾病、妇产科疾病、颅内病变等进行诊断,70 年代得到普及推广。目前示波诊断法已较少单独使用,在眼科及颅脑探测时仍有应用。

二、超声显像诊断法:1949 年 Howry 和 W. Bliss 合作研制了一种能记录组织界面的声像图仪器,至 1950 年秋,Howry 获得了第一张上臂横切面的超声图像。1951 年美国 J. Holwes 开始专心进行超声的研究,并应用超声对腹部及其他部位的疾病进行诊断。1952 年 J. J. Wild 首先成功地获得乳腺超声声像图。1958 年 G. Baum 等开始对眼球进行扇形扫查。同年英国的 I. Donald 等用 BP 型超声诊断仪诊断盆腔肿物和妊娠子宫,从此开始了眼科和妇产科的超声显像。从 60 年代中期开始研制机械的或电子的快速实时成像法。1971 年 Bom 用电子线阵方形扫查法,进行心脏和胎儿的超声实时成像检查。1973 年机械扇形扫查和电子相控阵扇形扫查等实时成像法均成功地运用于临床。1975 年 Greenleaf 开始用

计算机处理声像图。70年代中期以来应用灰阶及 DSC 和 DSP(数字扫描变换器和处理器)技术使超声仪器缩小、图像质量提高,得以较快普及。80年代凸阵、环阵探头及腔内管内探头的产生、介入超声的应用,到90年代初三维成像、彩色显示技术的发展,将超声诊断推向了一个更高的阶段。

三、超声光点扫描诊断法:1954年瑞典 Edler 首先用超声光点扫描法诊断心脏疾病。1955年报告了二尖瓣狭窄的特异图形。由于此法简便、准确,可用于诊断各种心血管疾病,故受到临床重视。欧洲称 Ultrasound cardiography(超声心动图),美国则称 echocardiography(回声心动图)。

国内 1961年上海首先推出国产第一台 M 型超声诊断仪。1972年武汉医学院一附院应用左房后壁曲线“C 凹”诊断二尖瓣关闭不全获得成功。

四、超声频移诊断法:即多普勒超声诊断法。日本里村茂夫首先将声学多普勒效应用于超声诊断,并多次报告连续式 D 型超声诊断心脏瓣膜病。1973年 Johnson 首先介绍脉冲多普勒诊断室间隔缺损。80年代兴起的彩色多普勒,使心脏及大血管多种疾病的诊断取得了理想的效果,被誉为“无创伤性血管造影”。1982年挪威 Aaslid 首次报道经颅多普勒(TCD)技术,以后又出现了彩色三维经颅多普勒,可以探测颅内血管的各种切面,显示脑血管分布图、血流方向及速度。

第三节 超声医学发展趋势

超声医学在医学诊断、治疗等方面都有着广阔的前景。80年代出现各种带有数字扫描转换器(DSC)和数字扫描处理器(DSP)的高性能 B 型超声诊断仪,以及 B 型超声和多普勒结合在一起的三功能或多功能超声诊断系统。

随着计算机的深入应用,超声诊断将具有强大的信息处理能力;高速的运算能力;灵活的软件控制能力;精细的测量功能。在提高图像质量上,从声学模拟技术、模拟/数字混合技术到全数字式

声束形成技术,图像质量得到了明显的提高,动态聚焦和动态孔径技术,使扫描上的每一点都取得了最佳参数,从根本上保障了图像质量。在拓宽诊断范围方面,各种超高密度和高匹配声阻抗探头的研制,不仅将进一步提高影像质量,同时可以冲破受检深度、含气器官、骨组织等的干扰和限制,使超声诊断更加广泛。

超声 CT、超声显微镜和组织定型超声显像仪的研究,必将扩大超声诊断的应用领域和提高其诊断水平。

第二章 超声医学基础

第一节 超声及其物理特性

一、超声波的定义及有关物理量

超声波是指频率大于 2 万赫兹(Hz),超过人耳听阈上限的声波。诊断用超声频率在 1~20 兆赫(MHz)之间,最常用者为 2.5~10MHz。

超声波在弹性介质中以规则纵波的形式传播,使介质中的粒子产生压缩与稀疏(疏密交替)的变化。同一传播方向上两个相邻的周相相同的质点之间的距离称为波长,以“ λ ”表示,单位为毫米(mm)。传播一个波长所需要的时间称为周期(cycle),以“ T ”表示,单位为微秒(μs)。单位时间内质点振动的次数称为频率,以“ f ”表示,单位为赫兹(Hz)。单位时间内声波传播的距离称为声速,以“ c ”表示,单位为米/秒(m/s)。波长、频率、周期、声速之间存在下述关系:

$$c = f\lambda \quad \text{或} \quad c = \lambda/T。$$

此外,声速还与介质的弹性系数 k 及密度 ρ 有关,即 $c = \sqrt{k/\rho}$ 。人体不同组织中声速各异。固体成分较多或纤维组织(主要为胶原纤维)含量较多的组织,声速较高;水分含量较多的组织,声速较低;含气体的脏器中,声速最低。如头颅骨中声速为 3860m/s,人体软组织中声速为 1500m/s,水中声速为 1523m/s,空气中声速为 332m/s(见表 2-1)。

二、超声波的物理特性

1. 方向性 超声波频率极高,波长极短,故具有直线传播的特性,因此可获得定向传播的声束。

声束是指从声源发出的声波,通常它在一个较小的立体角内传播。声束中心的轴线名为声轴,它代表声束传播的主要方向。声束两侧边缘之间的距离称为束宽。

表 2-1 有关介质的声速

介 质 名 称	声 速, m/s
空气(0℃)	332
肝 脏	1570
脾 脏	1566
肾 脏	1561
脂 肪	1476
血 液	1570
脑组织	1541
人体软组织(平均值)	1500
颅骨	3860

超声束的方向性与超声频率、声源直径及后者与波长的比值有关。当超声波的波长小于声源直径许多倍时,超声才能集中于一个方向,类似平面波,具有较强的方向性。如声源直径相同,则频率越高、波长越短者其方向性越强。

声束在传播过程中,各处束宽不一。距声源较近的一段区域内,声束宽度与声源直径相似,呈圆柱状,束宽几乎相等,称为近场。此区域内声强、声压高低起伏。近场区后,声束逐渐扩散,呈一圆锥形,此区域称为远场。其声强、声压分布均匀。远场区声束扩散角 θ 与波长 λ 及声源直径 D 有关,即 $\sin\theta = 1.2\lambda/D$,扩散角越小,声束方向性越好(图2-1)。

近场的长度(L)与声源直径(D)及波长(λ)有关。 $L = r^2/\lambda$ 。即与声源的面积成正比,与超声的波长成反比。

由此可见,增加声源的发射频率(即缩短波长 λ)及声源直径,可以增加近场长度,并减小扩散角。

近场及远场均有严格的物理定义,它随探头工作频率及探头发射的有效面积而变化。实用超声仪上 near 及 far 为近段(程)及远段(程)调节,而非近场及远场。

2. 反射、折射、衍射与散射。

超声波在传播过程中遇到两种不同的传播介质构成的界面

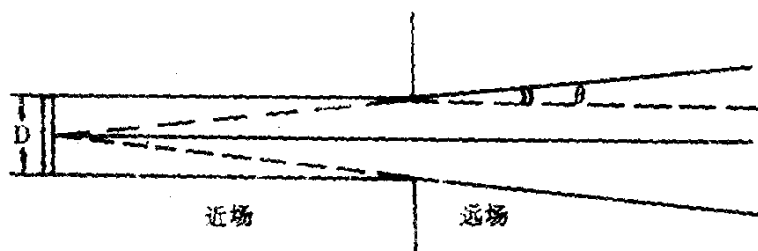


图2-1 近场和远场

时,将产生反射、折射、散射等现象。

界面两种声阻抗不同的物体接触在一起时,形成界面。界面的大小称为界面尺寸。尺寸小于超声波波长时,为小界面,大于超声波波长时,为大界面。

如果超声波通过两种声阻抗不同的介质构成的大界面,部分声能就会在这个界面上返回,这种现象称为反射。反射的强度取决于两种介质的声阻抗差。

介质的声阻抗,以“ Z ”表示。等于介质的密度(ρ)与超声波在该介质中的传播速度(c)的乘积,即 $Z = \rho \cdot c$ 。由于人体组织的密度及声速明显大于空气的密度和声速,故人体组织的声阻抗亦明显大于空气的声阻抗。

两种介质声阻抗差的大小,决定界面处的反射系数。 $\alpha = \left(\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \right)^2$ 。 α 为反射系数, Z_1 和 Z_2 分别为第一和第二种介质的声阻抗。由上式可知:两种声阻抗相等(即 $Z_1 = Z_2$)时,反射系数为零。 Z_1 与 Z_2 相差越小,界面处反射越少,透入第二介质越多; Z_1 与 Z_2 相差越大,界面处反射越强,透入第二介质越少。已知空气的声阻抗为 0.000407×10^5 瑞利,人体软组织平均声阻抗为 1.524×10^5 瑞利,代入上式计算, α 近乎等于1。因此,在空气与软组织构成的界面上,超声波几乎全部被反射回来。

除了与介质的声阻抗差有关以外,反射强度还受入射角的影响。根据 Snell 法则,反射角等于入射角。当入射角等于零,即入射声束与界面垂直时,反射声束循原入射途径返回,几乎全部被探头接收。当入射声束不与界面垂直时,反射声束沿与入射角相等的反射角发生反射,入射角逐渐加大时,反射角也逐渐加大,越来越多的反射声束将不能被探头接收,当入射角等于 90° 时,入射声束与界面平行,不产生反射。**因此,在影像超声检查时,应力求人射声束与组织界面垂直。**

超声波在具有声阻抗差的界面,除一部分声能被反射外,另一部分剩余的声能则进入第二种介质,称为透射。如两种介质中声速相同,透射声束的方向将等于入射声束的方向;如果两种介质的声速不同,透射声束的方向将发生转折,称为折射。折射角的大小取决于两种介质的声速的差别。由于人体组织中的声速可视为常数,因此,折射所引起的声束方向上的变化可忽略不计,超声束在人体内可视为直线传播。

超声在传播途径中如遇到几何尺寸等于或小于波长的反射体时,部分能量的超声波将改变方向,绕过这一物体继续向前传播,这一现象称为绕射(又名衍射)。剩余能量的超声波将以此物体为中心,向空间各个方向发生散射。产生散射现象的物体称为散射体。人体中的主要散射体是血液中的红细胞和脏器内部的微细结构。利用红细胞的散射特性,可进行心脏及血管的超声多普勒检查;脏器内微细结构的散射特性,则是应用超声波观察其正常结构及病变的基础。

3. 超声波的分辨力

超声波的分辨力是指超声波辨别两个相邻物体的能力。

纵向分辨力,又称轴向分辨力,是区别声束轴线方向上两个物体间最小距离的能力。纵向分辨力与脉冲宽度有关。

脉冲宽度指超声脉冲每次发射时间内所传播的距离,即脉冲宽度 = 脉冲时间 $\times$ 超声速度,如人体软组织中平均声速为 1500m/s ,即 $1.5\text{mm}/\mu\text{s}$,设脉冲时间为 $1\mu\text{s}$,其脉冲宽度为 1.5mm 。

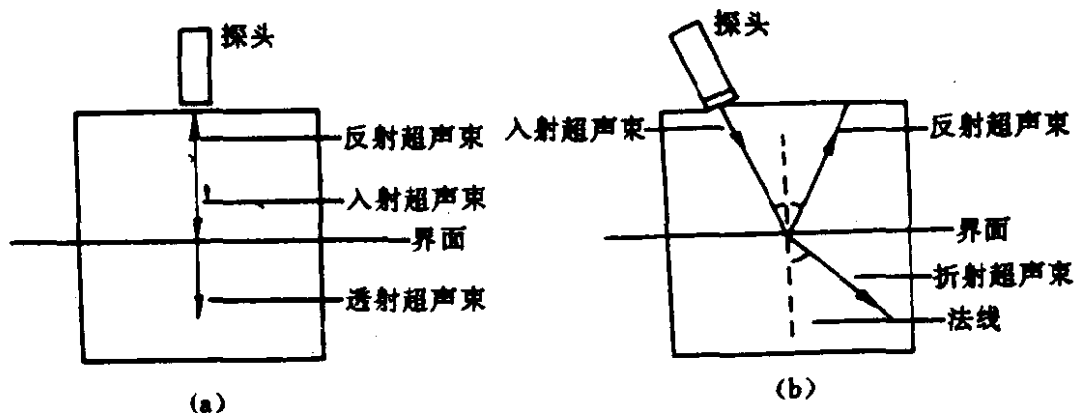


图2-2 反射、透射与折射

(a) 超声垂直入射时在界面的反射与透射；

(b) 超声不垂直界面入射时在界面的反射与折射

为了提高纵向分辨力，必须缩短脉冲宽度。

侧向分辨力是指与声束轴线垂直平面上在探头长轴方向的分辨力。声束越细，侧向分辨力越好。

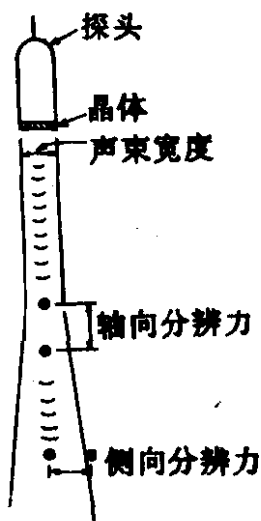


图2-3 轴向分辨力和侧向分辨力示意图

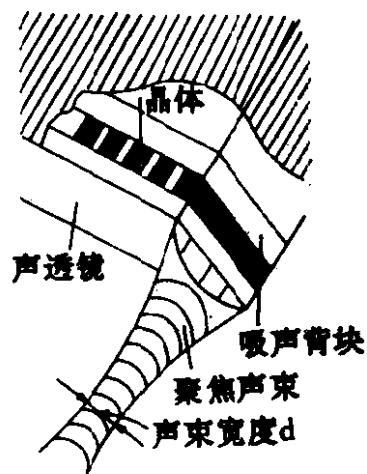


图2-4 厚度分辨力示意图

超声诊断仪中，侧向分辨力一般都不太理想，为克服这一缺点，可采用聚焦探头。提高超声频率，可增大近场，频率越高，波长越短， θ 角也越小，声束越集中，不但可改善纵向分辨力，也改善侧向分辨力。

厚度分辨力是指与声束轴线垂直的平面上，在探头短轴方向