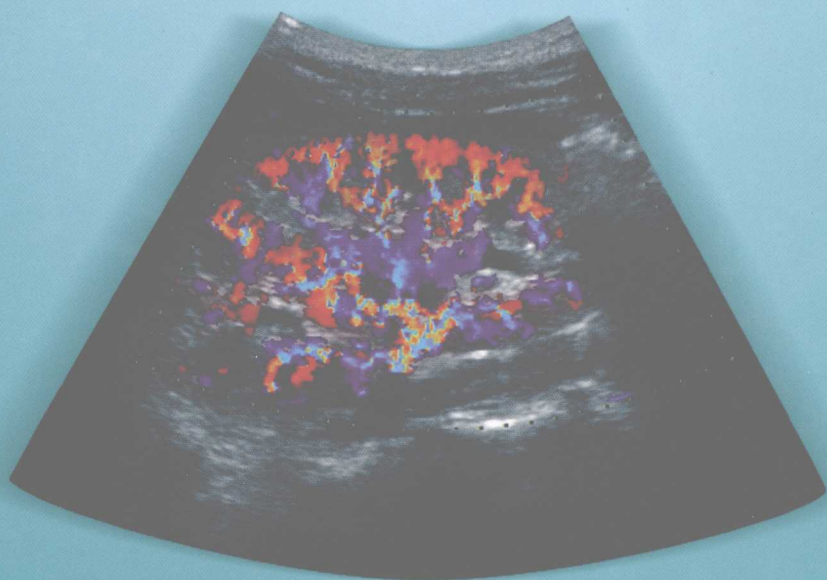


MINIAOXI JIBING  
CHAOSHENG ZHENDUAN YU JIERU ZHILIAO

# 泌尿系疾病

## 超声诊断与介入治疗

● 周永昌 陈亚青 主编



科学出版社

# 泌尿系疾病

## 超声诊断与介入治疗

主 编 周永昌 陈亚青

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 韧 主治医师 上海交通大学附属第六人民医院

陈亚青 教授 上海交通大学医学院附属新华医院

李建初 教授 北京协和医院

周永昌 教授 上海交通大学附属第六人民医院

胡 兵 教授 上海交通大学附属第六人民医院

郭瑞军 教授 首都医科大学附属北京朝阳医院

詹维伟 教授 上海交通大学医学院附属瑞金医院

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北 京

**图书在版编目(CIP)数据**

泌尿系疾病超声诊断与介入治疗/周永昌,陈亚青主编. -北京:科学技术文献出版社,2008.7

ISBN 978-7-5023-5936-2

I. 泌… II. ①周… ②陈… III. ①泌尿系统疾病-超声波诊断 ②泌尿系统疾病-介入治疗 IV. R69

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 033336 号

出 版 者 科学技术文献出版社  
地 址 北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038  
图书编务部电话 (010)51501739  
图书发行部电话 (010)51501720,(010)51501722(传真)  
邮 购 部 电 话 (010)51501729  
网 址 <http://www.stdph.com>  
E-mail: stdph@istic.ac.cn  
策 划 编 辑 张金水  
责 任 编 辑 张金水  
责 任 校 对 赵文珍  
责 任 出 版 王杰馨  
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销  
印 刷 者 北京时尚印佳彩色印刷有限公司  
版 ( 印 ) 次 2008 年 7 月第 1 版第 1 次印刷  
开 本 889×1194 16 开  
字 数 621 千  
印 张 21.75  
印 数 1~4000 册  
定 价 148.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

(京)新登字 130 号

## 内 容 简 介

本书是一部泌尿系疾病超声诊断与介入治疗的专著。全书分为五篇三十一章，共 62 万字，附图 800 余幅。

书中简明介绍了泌尿系解剖生理、正常肾超声图像、肾超声微泡造影等；系统论述了泌尿系疾病超声诊断的检查方法及鉴别诊断，超声图像的表现特点及其临床意义；详述了肾疾病介入诊断和治疗，如超声引导下的肾穿刺活检、肾囊肿穿刺硬化治疗、肾肿瘤射频消融微创治疗等。适于超声科医师及相关科室医师阅读。

---

科学技术文献出版社是国家科学技术部系统唯一一家中央级综合性科技出版机构，我们所有的努力都是为了使您增长知识和才干。

# 前 言

超声应用于医学临床诊断在我国已有半个世纪的时间，与其他医学影像相比，具有无放射性、无损害、费用低廉、设备简单、报告迅速、便于多次随访复查、更适用于健康体检检查等优点，而且能实时显示人体内脏器活动和血液流动，对体内病理改变比较直观，因此深受临床医师和病家欢迎。50年来已推广普及到我国各地的各级临床医疗机构，甚至许多城镇社区医院和农村卫生院等基层医疗点也设置了超声诊断设备。与此同时，我国自第一本《超声诊断学》于1961年由上海科学技术出版社出版以来，有各种超声诊断和超声治疗书籍不下百余种在各省、市、自治区出版发行，供广大读者参考，对我国的超声医学起到了推广、普及、交流和提高的作用。其中曾有几本关于泌尿、男生殖系疾病超声诊断和治疗的专著，同样对我国的超声医学进展发挥了很好的作用。然而，近年来超声诊断仪器、诊断方法和诊断技术有不少改进，超声诊断参考书应与时俱进，及时更新，还因为笔者从事泌尿外科临床和超声医学数十载，深知超声诊断对泌尿、男生殖系疾病的诊治帮助很大，一个及时的正确诊断能使临床对疾病检查避免走弯路，可节省不少的费用和时间；在超声引导下对某些泌尿、男生殖系疾病进行微创治疗也得到良好效果。因此，想在有生之年编写两本有关泌尿系和男生殖系疾病超声诊断与介入治疗的专著，在中国超声诊断50周年庆典之际奉献给超声医学科和泌尿外科同道及广大读者。

本书的编写得到上海交通大学附属第六人民医院胡兵教授、王韧医师、北京协和医院李建初教授、上海交通大学医学院附属瑞金医院詹维伟教授、上海交通大学医学院附属新华医院陈亚青教授和首都医科大学附属北京朝阳医院郭瑞军教授等加盟，使其内容得到进一步完善充实。

由于笔者水平有限，在编著中疏漏错误在所难免，尚祈医学界同仁与广大读者指正。

周永昌

于2008年元旦

# 目 录

## 第一篇 总论

第一章 超声诊断与治疗概论 .....	周永昌 ( 2 )
第一节 超声成像基本原理简介 .....	( 3 )
第二节 超声诊断仪 .....	( 7 )
第三节 声像图的阅读 .....	( 11 )
第四节 伪像的识别和利用 .....	( 14 )
第五节 超声检查的主要用途 .....	( 17 )
第二章 泌尿系解剖生理概要 .....	周永昌 ( 18 )
第一节 肾脏解剖生理概要 .....	( 18 )
第二节 输尿管解剖生理概要 .....	( 22 )
第三节 膀胱解剖生理概要 .....	( 22 )
第四节 尿道解剖生理概要 .....	( 23 )
第三章 正常肾 .....	周永昌 ( 25 )
第一节 正常肾二维声像图 .....	( 25 )
第二节 正常肾彩色多普勒血流显示和彩色多普勒能量图 .....	( 28 )
第三节 正常肾多普勒频谱 .....	( 30 )
第四节 正常肾超声微泡造影 .....	( 33 )

## 第二篇 肾输尿管疾病超声诊断

第四章 肾先天性反常 .....	周永昌 ( 36 )
第一节 先天性肾数目反常 .....	( 36 )
第二节 先天性肾体积反常 .....	( 38 )
第三节 先天性肾形态反常 .....	( 40 )
第四节 先天性肾位置异常 .....	( 46 )
第五节 先天性肾活动度反常 .....	( 50 )
第六节 先天性肾轴旋转反常 .....	( 51 )
第七节 先天性肾盂反常 .....	( 51 )
第八节 先天性肾结构反常 .....	( 54 )
第九节 先天性肾血管反常 .....	( 61 )

<b>第五章 肾输尿管积水</b> .....	周永昌 ( 62 )
第一节 肾积水声像图分型 .....	( 62 )
第二节 肾输尿管积水梗阻部位及梗阻原因的声像图特点 .....	( 66 )
第三节 肾积水的鉴别诊断 .....	( 71 )
第四节 尿路梗阻部位和原因的确定 .....	( 71 )
第五节 肾积水术后手术效果的评定 .....	( 72 )
第六节 超声诊断肾、输尿管积水的临床意义 .....	( 72 )
<b>第六章 肾囊性肿块的超声诊断和鉴别诊断</b> .....	周永昌 ( 73 )
第一节 肾囊肿 .....	( 73 )
第二节 肾囊实性肿块 .....	( 84 )
第三节 肾囊性肿块的鉴别诊断 .....	( 88 )
第四节 Sonovue 超声造影对肾囊性肿块的鉴别诊断 .....	( 90 )
第五节 肾囊性肿块超声诊断的临床意义 .....	( 91 )
<b>第七章 肾实质性肿瘤</b> .....	周永昌 ( 93 )
第一节 肾肿瘤的分类 .....	( 93 )
第二节 肾恶性肿瘤 .....	( 94 )
第三节 恶性肾肿瘤分期 .....	( 115 )
第四节 良性肾肿瘤 .....	( 118 )
第五节 对肾肿瘤超声检查的评价与展望 .....	( 125 )
<b>第八章 肾创伤、肾周围血肿及肾周围积液</b> .....	周永昌 ( 128 )
第一节 肾创伤 .....	( 128 )
第二节 肾周围血肿 .....	( 131 )
第三节 肾周围积液 .....	( 134 )
<b>第九章 肾血管性疾病</b> .....	李建初 徐钟慧 ( 137 )
第一节 肾血管的解剖概要 .....	( 137 )
第二节 肾动脉的超声检查方法 .....	( 138 )
第三节 肾静脉的超声检查方法 .....	( 142 )
第四节 正常肾血管的超声表现 .....	( 142 )
第五节 肾血管性高血压 .....	( 146 )
第六节 肾动脉狭窄 .....	( 146 )
第七节 肾动脉血栓形成和闭塞性疾病 .....	( 156 )
第八节 肾动脉瘤 .....	( 157 )
第九节 肾动脉夹层 .....	( 158 )
第十节 肾动脉先天发育不良 .....	( 158 )
第十一节 肾动静脉瘘 .....	( 159 )

第十二节 肾静脉栓塞 .....	(161)
<b>第十章 肾移植超声诊断</b> .....	詹维伟 周 伟 (168)
第一节 肾移植的应用解剖 .....	(168)
第二节 肾移植的超声检查 .....	(169)
第三节 肾移植的正常表现 .....	(170)
第四节 肾移植后的常见并发症 .....	(172)
<b>第十一章 肾感染性疾病</b> .....	周永昌 (185)
第一节 肾非特异性感染疾病 .....	(185)
第二节 肾特异性感染疾病 .....	(188)
第三节 肾感染性疾病的鉴别诊断 .....	(191)
<b>第十二章 肾输尿管结石</b> .....	周永昌 (193)
第一节 尿路结石的病因 .....	(193)
第二节 尿路结石的形成机制 .....	(193)
第三节 尿路结石的病理改变 .....	(194)
第四节 尿结石的类型 .....	(194)
第五节 上尿路结石临床症状 .....	(195)
第六节 肾结石声像图 .....	(196)
第七节 输尿管结石的探测方法及其声像图 .....	(201)
第八节 尿路结石鉴别诊断 .....	(203)
第九节 肾输尿管结石超声诊断的临床意义 .....	(206)
<b>第十三章 肾病和肾功能衰竭</b> .....	陈亚青 蒋 君 (207)
第一节 肾小球肾炎 .....	(207)
第二节 急性肾功能衰竭 .....	(210)
第三节 慢性肾功能衰竭 .....	(211)
<b>第十四章 输尿管疾病</b> .....	周永昌 (215)
第一节 输尿管的超声探测法及正常输尿管声像图 .....	(215)
第二节 常见的输尿管疾病及其声像图 .....	(216)
第三节 输尿管疾病超声诊断的临床意义 .....	(223)
<b>第十五章 细径导管超声在肾盂输尿管肿瘤诊断中的应用</b> .....	(225)
第一节 细径导管超声技术概要 .....	胡 兵 朱家安 (225)
第二节 肾盂肿瘤导管超声诊断 .....	胡 兵 (226)
第三节 输尿管肿瘤的导管超声诊断 .....	胡 兵 (227)



## 第三篇 肾疾病介入诊断和治疗

<b>第十六章</b>	<b>超声引导下肾穿刺活检</b> .....	陈亚青	(230)
第一节	仪器设备 .....		(230)
第二节	穿刺术前准备 .....		(231)
第三节	操作方法 .....		(231)
第四节	成功率及注意事项 .....		(233)
第五节	术后处理及并发症 .....		(234)
第六节	超声引导下移植肾穿刺活检 .....		(236)
<b>第十七章</b>	<b>超声引导下肾囊肿穿刺硬化治疗</b> .....	周永昌	(238)
第一节	硬化剂的种类与选用 .....		(238)
第二节	各类肾囊肿穿刺治疗的适应证和禁忌证 .....		(239)
第三节	术前准备、方法步骤和注意事项 .....		(240)
第四节	疗效、并发症和副反应 .....		(241)
<b>第十八章</b>	<b>超声引导下肾肿瘤射频消融微创治疗</b> .....	胡兵 李佳	(245)
第一节	肾肿瘤射频消融技术概要 .....		(245)
第二节	肾肿瘤射频消融临床应用 .....		(246)
<b>第十九章</b>	<b>超声引导下经皮肾盂穿刺造瘘</b> .....	王 韧	(251)
第一节	肾盂穿刺造瘘的适应证和禁忌证 .....		(251)
第二节	超声引导方法 .....		(251)
第三节	穿刺设备和器械 .....		(253)
第四节	方法和步骤 .....		(254)
第五节	并发症和注意事项 .....		(256)
第六节	超声引导穿刺造瘘的优点和临床价值 .....		(257)
<b>第二十章</b>	<b>介入超声在经皮肾镜取石术中的应用</b> .....	郭瑞军 于泽兴	(259)
<b>第二十一章</b>	<b>腹腔镜超声及术中超声在泌尿外科的应用</b> .....	郭瑞军 于泽兴	(263)
第一节	腹腔镜超声在泌尿外科的应用 .....		(263)
第二节	术中超声在泌尿外科的应用 .....		(267)
<b>第二十二章</b>	<b>体外冲击波碎石</b> .....	陈亚青 朱云开	(269)
第一节	ESWL 应用原理及基本构造 .....		(269)
第二节	ESWL 治疗上尿路结石的原则与方法 .....		(270)
第三节	ESWL 治疗上尿路结石的治愈率和影响 ESWL 治疗效果的因素 .....		(272)
第四节	ESWL 的合并症及预防 .....		(274)

## 第四篇 膀胱疾病诊断

<b>第二十三章 正常膀胱和膀胱容量测量</b> .....	周永昌 (278)
第一节 正常膀胱声像图 .....	(278)
第二节 膀胱容量和残余尿测定 .....	(280)
<b>第二十四章 膀胱肿瘤</b> .....	周永昌 (282)
第一节 膀胱肿瘤的组织学分类 .....	(282)
第二节 膀胱癌的致病因素 .....	(284)
第三节 膀胱移行细胞癌的临床分期 .....	(284)
第四节 膀胱肿瘤的临床表现 .....	(284)
第五节 膀胱肿瘤声像图 .....	(286)
第六节 膀胱肿瘤的超声鉴别诊断 .....	(294)
第七节 超声对膀胱肿瘤诊断的临床意义 .....	(297)
<b>第二十五章 膀胱结石与膀胱异物</b> .....	周永昌 (298)
第一节 膀胱结石 .....	(298)
第二节 膀胱异物 .....	(301)
<b>第二十六章 其他膀胱疾病</b> .....	周永昌 (309)
第一节 膀胱炎 .....	(309)
第二节 下尿路梗阻性膀胱病变 .....	(312)
第三节 脐尿管疾病 .....	(316)
第四节 膀胱壁子宫内膜异位症 .....	(317)
第五节 盆腔脂肪增多症 .....	(318)

## 第五篇 尿道疾病诊断

<b>第二十七章 正常尿道</b> .....	(320)
第一节 正常男性尿道声像图 .....	胡 兵 朱家安 (320)
第二节 正常女性尿道声像图 .....	胡 兵 应 涛 (321)
<b>第二十八章 尿道狭窄</b> .....	(323)
第一节 尿道狭窄的病因 .....	胡 兵 (323)
第二节 男性尿道狭窄的超声诊断 .....	胡 兵 朱家安 (323)
第三节 女性尿道狭窄的超声诊断 .....	胡 兵 应 涛 (325)
<b>第二十九章 尿道新生物</b> .....	胡 兵 朱家安 (328)
第一节 尿道肿瘤的临床概述 .....	(328)

第二节	尿道新生物的超声诊断 .....	(328)
<b>第三十章</b>	<b>其他尿道疾病 .....</b>	<b>胡 兵 (330)</b>
第一节	膀胱颈后唇异常抬高 .....	(330)
第二节	尿道超声在前列腺增生中的应用 .....	(330)
第三节	病理性前列腺窝 .....	(331)
第四节	尿道结石与尿道憩室 .....	(331)
<b>第三十一章</b>	<b>女性尿失禁的超声诊断 .....</b>	<b>(332)</b>
第一节	女性尿失禁的临床分类 .....	胡 兵 应 涛 (332)
第二节	下尿路超声尿动力学检测技术 .....	胡 兵 应 涛 (332)
第三节	压力性尿失禁超声尿动力学诊断和鉴别诊断 .....	胡 兵 (334)

第一篇

总 论

---

# 超声诊断与治疗概论

超声医学 (ultrasonic medicine) 是利用超声波的物理特性与人体器官、组织的声学特性相互作用后得到诊断或治疗效果的一门学科 (图 1-0-1, 图 1-0-2)。向人体发射超声, 并利用其在人体器官、组织传播过程中, 由于声的透射、反射、折射、衍射、衰减、吸收而产生各种信息, 将其接收、放大和信息处理形成波形、曲线、图像或频谱, 藉此进行疾病诊断的方法学, 称为超声诊断学 (ultrasonic

diagnostics) (图 1-0-3); 利用超声波的能量 (热学机制、机械机制、空化机制等), 作用于人体器官、组织的病变部位, 以达到治疗疾病和促进机体康复目的的方法学, 称为超声治疗学 (ultrasonic therapeutics) (图 1-0-4)。

超声治疗 (ultrasonic therapy) 的应用早于超声诊断, 1922 年德国就有了首例超声治疗机的发明专利, 超声诊断到 1942 年才由德国 Dussik 应用于脑

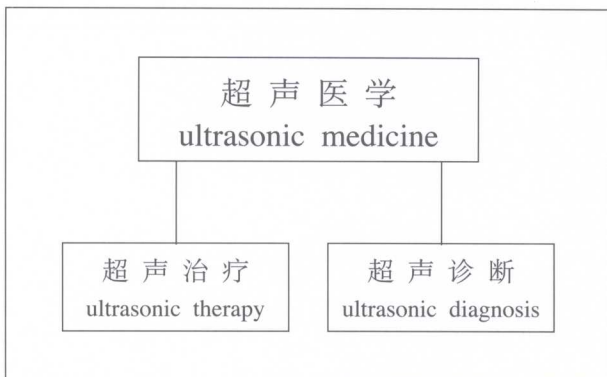


图 1-0-1 超声医学包含超声治疗与超声诊断2个分支学科

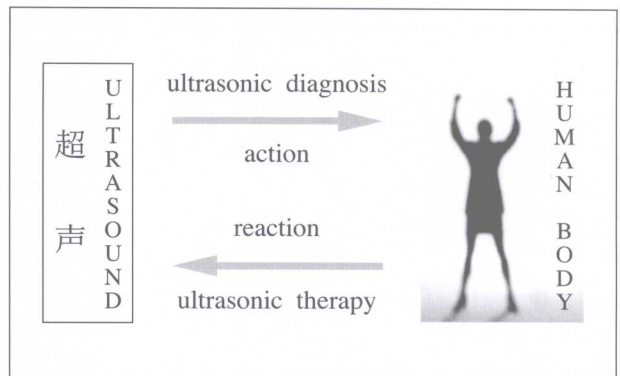


图 1-0-2 超声对人体的作用与反作用

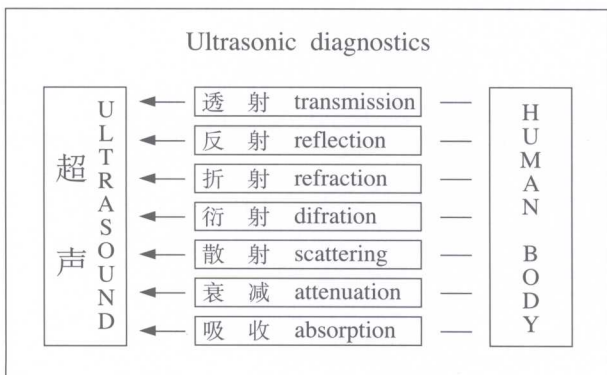


图 1-0-3 超声诊断利用声传播特殊示意图

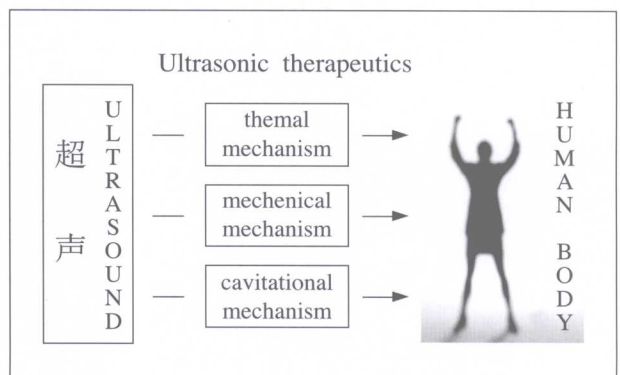


图 1-0-4 超声治疗利用声的能量示意图

肿瘤诊断的报告。但超声诊断发展较快,20世纪50年代国内外采用A型超声仪,以及继之问世的B型超声仪开展了广泛的临床应用,至20世纪70年代中下期灰阶实时(grey scale real time)超声的出现,获得了解剖结构层次清晰的人体组织器官的断层声像图,并能动态显示心脏、大血管等许多器官的动态图像,是超声诊断技术的一次重大突破,与此同时一种利用多普勒(Doppler)原理的超声多普勒检测技术迅速发展,从多普勒频谱曲线能计测多项血流动力学参数。20世纪80年代初期,彩色多普勒血流显示(color Doppler flow imaging, CDFI)的出现,把彩色血流信号叠加于二维声像图(two dimensional ultrasonograph, 2D USG)上,不仅能直观地显示心脏和血管内的血流方向和速度,并使多普勒频谱的取样成为快速便捷;80~90年代以来,超声微泡造影、二次谐波和三维超声的相继问世,更使超声诊断锦上添花。

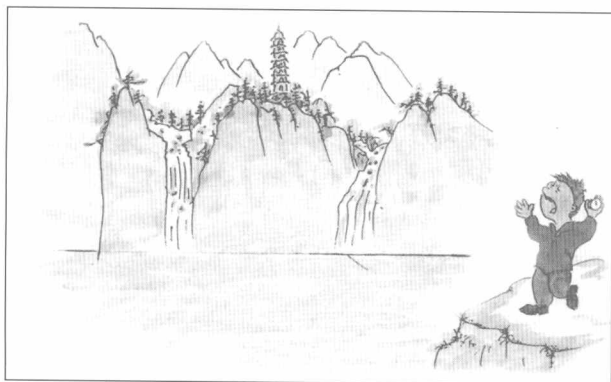


图 1-1-1 回声测距示意图

人在山前高声喊叫:“喂”!不久,就能听到山那边传来的回声,用秒表测得回声的时间;用声音在空气中传播的速度,即可计算出山与人之间的距离

## 第一节 超声成像基本原理简介

### 一、二维声像图

现代超声诊断仪均用回声原理(图1-1-1~图1-1-4),由仪器的探头向人体发射一束超声进入体内,并进行线形、扇形或其他形式的扫描,遇到不同声阻抗的两种组织(tissue)的交界面(界面,interface),即有超声反射回来,由探头接收后,经过信号放大和信息处理,显示于屏幕上,形成一幅人体的断层图像,称为声像图(sonograph)或超声图(ultrasonograph),供临床诊断用。连续多幅声像图在屏幕上显示,便可观察到动态的器官活动。由于体内器官组织界面的深浅不同,使其回声被接收到的时间有先有后,借此可测知该界面的深度,测得脏器表面的深度和背面的深度,也就测得了脏器的厚度。

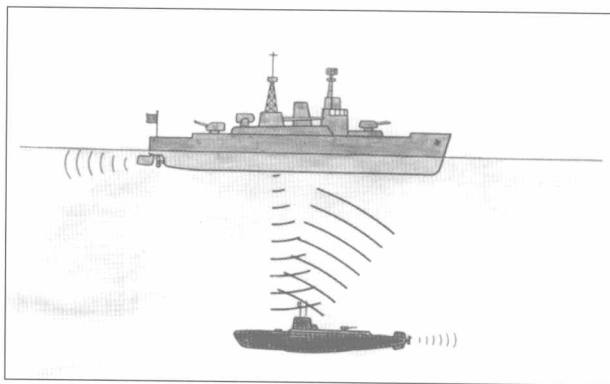


图 1-1-2 兵舰用声纳(sonar)探测水下潜艇示意图

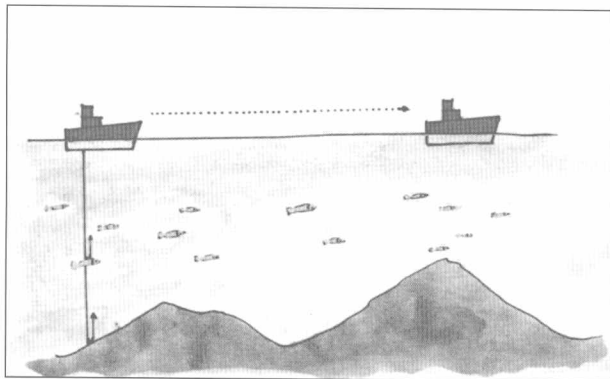


图 1-1-3 渔船用鱼探仪探测鱼群深度示意图

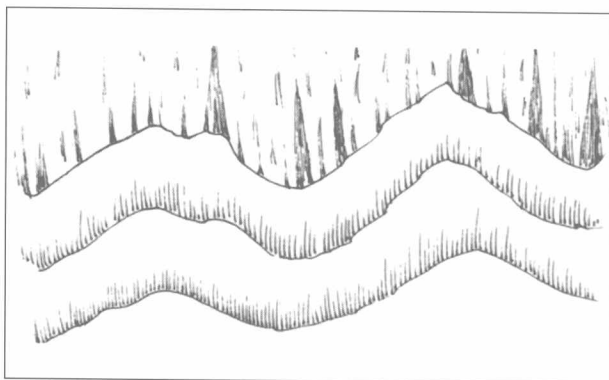


图 1-1-4 次声(infra-audible sound)探测海底地层示意图

回声反射 (reflection) 的强弱由界面两侧介质的声阻抗 (acoustic impedance) 差决定。声阻抗相差甚大的两种组织 (即介质, medium) 相邻构成的界面, 反射率甚大, 几乎可把超声的能量全部反射回来, 不再向深部透射。例如空气-软组织界面和骨骼-软组织界面, 可阻挡超声向深层穿透; 反之, 声阻抗相差较小的两种介质相邻构成的界面, 反射率较小, 超声在界面上一小部分被反射, 大部分透射到人体的深层, 并在每一层界面上随该界面的反射率大小, 有不同能量的超声反射回来, 供仪器接收、显示。均匀的介质中不存在界面, 没有超声反射, 仪器接收不到该处的回声, 例如胆汁和尿液中就没有回声, 声像图上出现无回声的区域, 在排除声影和其他种种原因的回声失落后, 就应认为是液性区。

界面两侧介质的声阻抗相差0.1%, 即有超声反射, 声阻抗为密度和声速的乘积, 所以在病理状态下, 超声检查是一种极为灵敏的诊断方法。

超声成像 (ultrasonic imaging) 还与组织的声衰减 (acoustic attenuation) 特性有关。声波在介质中传播时, 质点振动的振幅将随传播距离的增大而按指数规律减小, 这种现象称为声波的衰减。造成声衰减的主要因素为: 声吸收 (acoustic absorption)、声反射 (acoustic reflection)、声散射 (acoustic scattering) 和声束的扩散。

声衰减系数 ( $\alpha$ ) 的单位为 dB/cm, 在人体中, 超声的弛豫吸收引起声衰减系数  $\alpha$  与频率近似地成正比, 即  $\alpha = \beta f$ 。式中  $\beta$  也为声衰减系数, 但其单位为 dB/(cm · MHz)(式中  $f$  为所用的超声频率)。

超声成像中因声衰减而需用种种办法作图像处理, 使近程回声不致过强, 远程回声不致过弱, 虽然用了种种图像处理办法, 仍不免出现因声衰减而引起的伪差。

## 二、多普勒频谱

多普勒频谱 (spectrum) 是利用多普勒效应 (Doppler effect) 提取多普勒频移 (Doppler shift) 信号, 并用快速傅里叶变换 (fast Fourier transform, FFT) 技术进行处理, 最后以频谱形式显示 (图 1-1-5)。

多普勒频移可用下列公式得出:

$$f_d = \pm \frac{2vc \cos \theta}{c} f_0$$

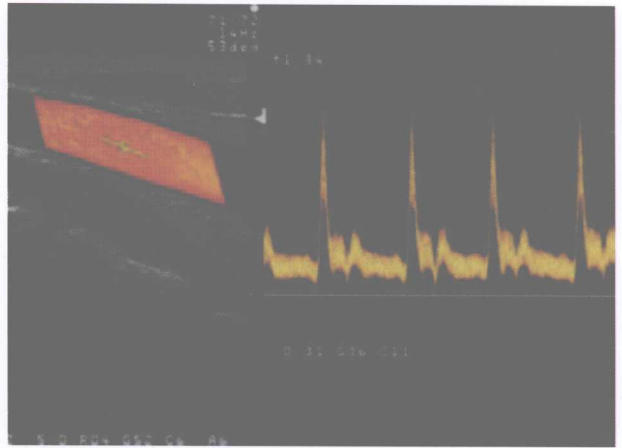


图 1-1-5 颈动脉多普勒频谱

式中  $f_d$  为频移;  $v$  为血流速度;  $c$  为声速 (1 540 m/s);  $f_0$  为探头频率,  $\cos \theta$  为声束与血流方向的夹角余弦值。

测得了多普勒频移就可用上述公式, 求得血流速度:

$$v = \pm \frac{f_d c}{2f_0 \cos \theta}$$

图 1-1-9 为颈动脉的多普勒频谱, 频谱的横轴代表时间, 纵轴代表频移的大小 (用 kHz 表示), 中间水平轴线代表零频移线, 称为基线 (base line)。通常在基线上方的频移为正, 表示血流方向迎着换能器而来; 基线下的频移为负, 表示血流方向远离换能器而去。

频谱幅值: 即频移大小, 表示血流速度, 其值在自动测量或手工测量时, 可在屏幕上读出。

频谱灰度 (即亮度): 表示某一时刻取样容积内, 速度相同的红细胞数目的多少, 速度相同的红细胞多, 则散射回声强, 灰度亮; 速度相同的红细胞少, 散射回声弱, 灰度暗。

频谱宽度: 即频移在垂直方向上的宽度, 表示某一时刻取样血流中红细胞速度分布范围的大小。速度分布范围大, 频谱宽; 速度分布范围小, 频谱窄。人体正常血流是层流, 速度梯度小, 频谱窄; 病变情况下血流呈湍流, 速度梯度大, 频谱宽。频谱宽度是识别血流动力学改变的重要标志。

从超声多普勒实时频谱上, 可以得到许多有用的血流动力学资料。如: ①收缩期峰速 ( $V_s$ ); ②舒张末期流速 ( $V_d$ ); ③平均流速 ( $V_m$ ); ④阻力指数

(RI); ⑤搏动指数 (PI); ⑥加速度 (AC) 和 ⑦加速度时间 (AT)。

多普勒频谱获得的有脉冲波和连续波 2 种。脉冲多普勒的换能器兼顾超声的发射和接收, 换能器在发射一束超声后, 绝大部分时间处于接收状态, 并利用门电路控制, 有选择地接收被检测区血流信号, 其优点是有深度的定位能力, 缺点是受尼奎斯特极限 (Nyquist limit) 的影响, 在测量高流速血流时, 产生频谱的混叠 (aliasing) 现象 (图 1-1-6)。连续波多普勒的换能器由 2 片相邻的晶片组成, 一片发射超声, 另一片接收超声, 其优点为可测量高速血流而不发生频谱的混叠, 但无深度定位功能, 故只在测量高速血流时用。

### 三、彩色血流成像

彩色血流成像 (color flow imaging) 或称彩色超声血流图 (简称彩超) 有 3 种:

1. 彩色多普勒血流成像 (color Doppler flow imaging, CDFI) (图 1-1-7) 是利用 Doppler 原理, 提取 Doppler 频移 (Doppler shift), 做自相关处理, 并用彩色编码成像 (频域法 frequency domain)。常规把迎着换能器方向 (即入射声束方向) 而来的血流显示为红色, 远离换能器 (入射声束) 而去的血流显示为蓝色。血流速度快 (即 Doppler 频移值大), 彩色显示亮而色淡; 血流速度慢 (即 Doppler 频移值小), 彩色显示暗而色深。

把上述彩色血流叠加在二维声像图上能确定血流的方位、与周围组织器官的关系, 从而做出疾病的诊断或帮助多普勒取样, 以显示频谱做进一步对血流动力学的分析。彩色多普勒血流显示的不足之处主要是: ①显示的信号受探测角度的影响较大; ②当显示的频移超过尼奎斯特极限时, 图像色彩发生混叠, 出现五彩镶嵌的血流信号。

2. 彩色多普勒能量图 (color Doppler energy, CDE) (图 1-1-8) 又称彩色能量血管造影图 (color power angio, CPA)

彩色多普勒能量图利用血流中红细胞散射的能量成像 (能量法), 即提取多普勒回波信号的能量 (即强度), 用积分法计算, 然后也用彩色编码成像。彩色多普勒能量图有以下几种优点: ①不受探测角度的影响; ②灵敏度提高 3~5 倍, 能显示低流量、低流速的血流; ③血流可以显示平均速度为零的肿瘤

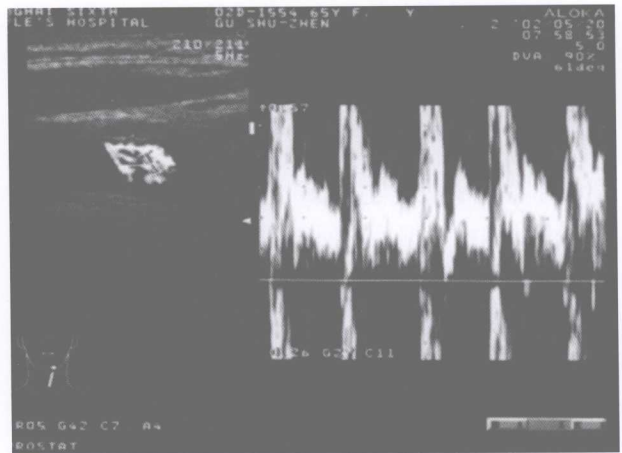


图 1-1-6 颈动脉多普勒频谱 产生频谱混叠现象

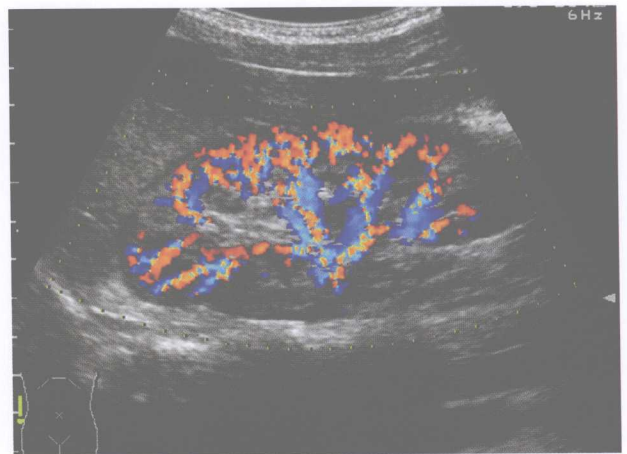


图 1-1-7 彩色多普勒血流成像 肾血流



图 1-1-8 彩色多普勒能量图 肾血流

灌注区; ④显示的信号动态范围广; ⑤不受尼奎斯特极限频率 (Nyquist limit frequency) 的影响, 不出现混叠现象。



彩色多普勒能量图的不足是怕组织移动，本法显示信号的动态范围广，故对组织的微小移动也会出现闪烁伪像，对近心、近膈部位的诊断，闪烁伪像干扰尤为明显。

3. 彩色血流速度成像 此法不用多普勒原理，而是由计算机根据反射回声中红细胞群在某一时间内的位移（时域法，time domain），用互相关原理计算出血流的方向和速度，再把信号伪彩色编码，成为彩色血流图。此法可消除血管壁搏动回声的干扰，且不出现混叠。

#### 四、三维超声成像

三维超声成像为20世纪90年代面世的新方法，近年来随着计算机技术的发展，三维超声成像不断改进，已有实时三维成像面世，但目前三维超声成像的实用价值尚待开发。

三维超声成像是在二维超声的基础上，用机械的或电子的方法，甚或手动的方法采集立体的回声数据，用计算机加以重建显示。其显示方式有：

1. 表面三维显示 在液体-非液体界面作计算机识别，钩边、数据采集，最后显示其表面景观，如胎儿的脸面（图1-1-9）等。

2. 透视三维显示 对体内灰阶差别明显的界面（如胎儿骨骼），由计算机界面识别，经数据采集、重建作三维显示。透视三维可选取高回声结构作为成

像目标，也可选取低回声区域作为成像。

3. 血管树三维显示 用彩色血流图法显示脏器内的血管树并加以数据采集，经计算机处理，显示为三维血管树。

4. 多平面重投影 从三维数据中沿任何倾斜角度提取切面二维图，或显示三个轴的任何平面切面图和与之相应的一幅立体图。

#### 五、超声微泡造影

超声微泡造影是一种血管造影，即利用气体微泡增强回声的原理，把气体微泡悬浮液作为造影剂，采取静脉注射方法进入心血管系统，显示心腔及各级血管，做增强造影诊断。由于微泡直径极小（ $2.0\sim 4.5\ \mu\text{m}$ ），且其壳膜抗破裂能力强，性能稳定，可随血流通过毛细血管，在全身多次循环，维持数分钟，能显示全身毛细血管（微循环），对肿瘤内新生血管也能增强显示对比造影，可用于全身任何脏器和部位的对比造影。目前超声微泡造影用于肝占位病变的鉴别诊断效果最好，其次为心肌造影，在泌尿生殖系疾病诊断中，除可用作肿瘤造影外，还可鉴别肾盂、输尿管内是肿瘤还是血块，对肾梗死（尤其是局部肾梗死）、睾丸扭转、肾动脉狭窄等的诊断有用，还可即时评估肿瘤射频或微波消融的效果（图1-1-10，图1-1-11）。

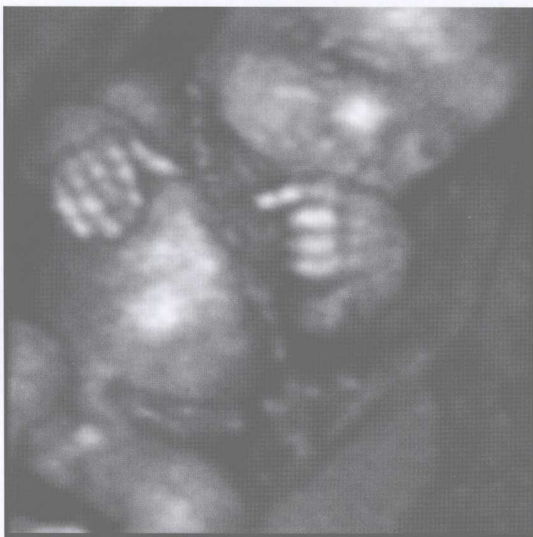


图 1-1-9 胎儿脸面三维显示



图 1-1-10 原发性肝癌超声微泡造影