



面向 21 世纪课程教材

Textbook Series for 21st Century

超声诊断学

钱蕴秋 主编



第四军医大学出版社

面向 21 世纪 课程教材
全国高等医药院校教材
供基础、预防、临床、口腔医学类专业用

超声诊断学

主 编 钱蕴秋
副主编 徐智章
主 审 周永昌

第四军医大学出版社

内容提要

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果,是面向 21 世纪课程教材。

全书分五篇共 35 章,较系统地介绍了超声诊断原理、检查方法、观察内容以及超声诊断技术的最新进展;重点介绍各部位疾病的超声诊断,包括颅脑、眼、颌面、颈部、甲状腺、乳腺、心脏和外周血管、肝、脾、胆道系统、胰腺、泌尿和男(女)性生殖系统、骨关节和软组织疾病的超声诊断。全书约 55 万字,图 510 幅,内容全面、图文并茂、实用性强。本书可供高等医药院校本科教学使用,亦可供影像专业本科生、研究生、超声诊断人员、临床各科医师学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

超声诊断学/钱蕴秋主编. —西安:第四军医大学出版社, 2002.7
ISBN 7-81086-019-4

I. 超… II. 钱… III. 超声波诊断-医学院校-教材 IV. R445.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 047421 号

第四军医大学出版社出版发行

(西安市长乐西路 17 号 邮政编码: 710032)

电话: 029-3376765 (发行部) 029-3376763 (总编室)

传真: 029-3376761 E-mail: fmmup03@fmmu.edu.cn

陕西省印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 1/16 印张: 39.75 字数: 600 千字

2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月第 1 次印刷

定价: 58.00 元

ISBN 7-81086-019-4/R·15

(购买本社图书,凡有缺、损、倒、脱页者,本社负责调换)

《超声诊断学》编写人员

主 编 钱蕴秋

副主编 徐智章

主 审 周永昌

编委（按姓氏笔画排序）

王 牧（白求恩医科大学附属三院）	王志刚（重庆医科大学附属二院）
王建宏（第四军医大学西京医院）	王新房（华中科技大学同济医学院协和医院）
龙伟吟（广西医科大学附属一院）	刘汉英（中国医学科学院阜外医院）
刘明瑜（河北医科大学附属四院）	刘望彭（山西医科大学附属一院）
张 军（第四军医大学西京医院）	张 运（山东大学附属医院）
张 武（北京大学附属三院）	张青萍（华中科技大学同济医学院协和医院）
张绪熙（中国医学科学院协和医院）	李治安（首都医科大学安贞医院）
李瑞珍（中南大学湘雅三院）	杨浣宜（中国医学科学院阜外医院）
沈学东（复旦大学中山医院）	肖竹影（哈尔滨医科大学附属一院）
吴钟瑜（天津市妇产科医院）	陈孝岳（中山医科大学肿瘤医院）
陈敏华（北京大学肿瘤医院）	周永昌（上海第二医科大学附属第六人民医院）
周晓东（第四军医大学西京医院）	姜玉新（中国医学科学院协和医院）
段云友（第四军医大学唐都医院）	柳文仪（北京中医研究院广安门医院）
赵玉华（第二军医大学长海医院）	赵宝珍（第二军医大学长海医院）
俞 雯（解放军军医进修学院）	徐南图（首都医科大学邮电总医院）
徐智章（复旦大学中山医院）	袁光华（中国医学科学院协和医院）
钱蕴秋（第四军医大学西京医院）	高云华（第三军医大学新桥医院）
曹铁生（第四军医大学唐都医院）	龚渭滨（第一军医大学南方医院）
龚新环（上海第二医科大学瑞金医院）	葛均波（复旦大学中山医院）
董宝玮（解放军军医进修学院）	雷小莹（西安交通大学附属二院）

学术秘书：张军（兼） 朱永胜

前 言

超声诊断学是超声工程学与医学相结合的学科,属医学影像学(放射诊断学、核医学、超声诊断学)。主要用于全身软组织及其脏器疾病的诊断技术。

超声诊断始于1949年,首先由奥地利Dussik应用A型超声获得回声图。1954年瑞典Edler与Hertz应用M型超声显示运动的心壁称为超声心动图。20世纪50年代开始研究的切面(二维、B型)超声,至70年代中期,实时二维超声的应用,在体外检查可实时显示体内相关部位结构的切面图,使超声诊断有了突破性的进展,从而扩大了应用范围,可以诊断大部分结构异常疾病;随着仪器的不断更新,图像分辨力不断提高,至今二维超声仍是超声诊断中最基本的技术。70年代初期,脉冲多普勒问世,在二维图像上可选择部位测定血流频谱,对于心脏及血管疾病的诊断极有帮助。80年代初期彩色多普勒(二维)血流成像的应用,在显示脏器结构切面图的同时,显示血管内血流的剖面图,并以伪彩色表示血流方向、速度及血流性质,进一步拓展了超声诊断的领域。经体表(常规)超声诊断包括M型、二维及多普勒超声心动图联合应用,为无创的体外检查,可获得清晰显示体内结构、血流及部分脏器功能的动态图像。介入超声的开展,应用微创方法迅速得到病理学诊断;各种腔内超声、负荷超声、超声造影、心肌组织特征检测、三维成像等超声诊断新技术相继应用于临床,使超声诊断不仅成为现代临床医学中重要的常规诊断方法,并发展成为各种介入、手术、急症及监护的重要监测方法。

《超声诊断学》是由教育部高等教育司组织出版的面向21世纪系列教材之一。可用作高等医药院校本科教材及参考书。本书由全国各医科大学具有长期临床实践经验及从事超声医学教学的36位专家、教授参加编写。按要求突出了基础理论、基本知识和基本技能,启发学生举一反三,便于独立思考与创新,保持超声诊断学的系统性及完整概念,体现教材的先进性。内容力求简明扼要,条理清楚。

全书共分五篇35章。第一篇总论,介绍超声诊断有关的物理基础、超声诊断仪简介、人体组织声学特性与超声成像、多普勒超声、超声诊断临床应用概述及超声特殊检查与新技术简介;第二篇头颈胸部疾病超声诊断;第三篇心脏疾病超声诊断;第四篇腹部超声诊断;第五篇骨关节、软组织及外周血管疾病。每个脏器均包括解剖概要、检查方法、正常超声表现。每疾病均描述病因病理、超声检查方法、超声表现,含二维及M型、多普勒(彩色与频谱)及其他特殊检查、临床意义。每章后有小结。全书共约55万字,图510幅。

本书适合于作为医学影像专业本科生、超声专业进修生、研究生的基本教材。

编者

2002年4月10日

目 录

第一篇 总 论

第一章 超声的物理原理	(1)
第 一 节 超声波的一般性质	(1)
第 二 节 超声波的发生	(4)
第 三 节 超声场	(6)
第 四 节 超声波的传播	(7)
第 五 节 超声波的衰减	(12)
第 六 节 超声生物学效应与安全性	(14)
第二章 超声诊断仪	(17)
第 一 节 超声诊断仪的基本结构	(17)
第 二 节 超声探头 (换能器)	(20)
第 三 节 M 型与 B 型超声诊断仪的工作原理	(22)
第 四 节 D 型超声诊断仪的工作原理	(25)
第三章 人体组织的声学特性与超声成像	(31)
第 一 节 人体组织特点及其声学特性	(31)
第 二 节 超声在人体组织中的传播	(33)
第 三 节 人体组织超声成像	(35)
第 四 节 伪像	(42)
第四章 多普勒超声诊断学基础	(44)
第 一 节 人体血流动力学特性	(44)
第 二 节 多普勒效应和多普勒血流信号	(47)
第 三 节 频谱多普勒技术	(50)
第 四 节 彩色多普勒血流显像	(55)
第 五 节 功率型彩色血流成像	(58)
第 六 节 伪彩	(59)
第 七 节 多普勒技术的比较	(59)
第五章 超声诊断临床应用概述	(61)
第 一 节 超声诊断应用范围	(61)
第 二 节 检查方法	(62)
第 三 节 检查内容与图像分析	(66)
第 四 节 报告与资料保存	(69)
第六章 介入超声、超声特殊检查及新技术	(72)
第 一 节 超声引导下穿刺诊断或治疗	(72)

第二节	经食管超声心动图	(77)
第三节	直肠腔内超声	(83)
第四节	经阴道超声	(86)
第五节	血管腔内超声	(91)
第六节	超声造影	(95)
第七节	三维超声成像	(99)
第八节	负荷超声心动图	(106)
第九节	超声组织定征研究	(110)
第十节	多普勒组织成像	(115)
第十一节	彩色室壁运动分析技术与智能声学定量	(121)

第二篇 头、颈、胸部疾病超声诊断

第七章	颅脑疾病	(126)
第一节	颅脑解剖	(126)
第二节	检查方法	(130)
第三节	正常颅脑超声图像	(131)
第四节	脑积水	(134)
第五节	脑脓肿	(135)
第六节	颅脑外伤	(136)
第七节	脑肿瘤	(137)
第八节	颅内出血	(138)
第九节	颈内动脉海绵窦瘘	(139)
第十节	脑动静脉畸形	(141)
第十一节	脑动脉瘤	(142)
第十二节	颅内动脉的狭窄和闭塞	(144)
第八章	眼球及眼眶疾病	(147)
第一节	眼球及眼眶解剖	(147)
第二节	检查方法及适应证	(148)
第三节	正常眼及眼眶超声表现	(149)
第四节	膜性脱离	(150)
第五节	玻璃体疾病	(151)
第六节	晶状体疾病	(153)
第七节	眼内肿瘤	(154)
第八节	眼外伤	(156)
第九节	眼眶肿瘤	(156)
第十节	眼眶炎性假瘤	(159)
第十一节	Graves 眼病	(160)
第十二节	眼眶血管疾病	(161)

第九章 颌面颈部疾病	(164)
第一节 解剖	(164)
第二节 检查方法	(165)
第三节 颌面部感染	(165)
第四节 颌面、颈部损伤	(166)
第五节 颌面和颈部肿瘤	(168)
第十章 甲状腺、甲状旁腺	(172)
第一节 解剖	(172)
第二节 检查方法	(172)
第三节 正常超声表现	(173)
第四节 原发性甲状腺功能亢进	(174)
第五节 结节性甲状腺肿	(175)
第六节 甲状腺炎	(177)
第七节 甲状腺腺瘤	(178)
第八节 甲状腺癌	(179)
第九节 甲状腺功能减退症	(181)
第十节 甲状旁腺疾病	(182)
第十一章 乳腺	(184)
第一节 解剖	(184)
第二节 检查方法	(184)
第三节 正常乳腺	(185)
第四节 乳腺炎	(186)
第五节 乳腺囊性增生病	(186)
第六节 乳腺纤维腺瘤	(187)
第七节 乳腺导管内乳头状瘤	(188)
第八节 乳腺癌	(188)
第十二章 胸壁、胸腔、肺、纵隔	(191)
第一节 胸壁、胸腔、肺、纵隔解剖概况	(191)
第二节 检查方法	(192)
第三节 正常胸壁、胸腔、肺、纵隔	(193)
第四节 胸壁肿瘤	(193)
第五节 胸壁结核	(194)
第六节 胸腔积液	(195)
第七节 胸膜肿瘤及其他病变	(196)
第八节 肺肿瘤	(197)
第九节 肺周边良性局限性病变	(199)
第十节 肺不张	(201)
第十一节 纵隔肿瘤	(201)

第十二节 介入性超声在胸、肺的应用	(202)
-------------------------	-------

第三篇 心脏疾病超声诊断

第十三章 心脏解剖及超声心动图检查方法	(208)
第一节 心脏解剖	(208)
第二节 二维超声心动图检测方法及正常值	(213)
第三节 M型超声心动图检查及测量方法	(219)
第四节 心脏超声多普勒检查方法及正常值	(224)
第十四章 心脏功能的测定	(229)
第一节 左室功能测定	(229)
第二节 右室功能测定	(237)
第十五章 瓣膜病	(241)
第一节 二尖瓣疾病	(241)
第二节 主动脉瓣疾病	(253)
第三节 三尖瓣疾病	(257)
第四节 肺动脉瓣关闭不全	(259)
第五节 感染性心内膜炎	(261)
第六节 人工瓣膜	(262)
第十六章 心包疾病	(267)
第一节 心包积液	(267)
第二节 缩窄性心包炎	(270)
第三节 心包肿瘤	(272)
第十七章 心脏肿瘤、血栓	(274)
第一节 超声诊断心脏肿瘤	(274)
第二节 超声诊断心腔血栓	(282)
第十八章 非紫绀型先天性心脏病	(286)
第一节 室间隔缺损	(286)
第二节 房间隔缺损	(290)
第三节 心内膜垫缺损	(291)
第四节 动脉导管未闭	(293)
第五节 主动脉窦瘤破裂	(295)
第六节 肺动脉瓣狭窄	(296)
第七节 先天性主动脉瓣狭窄	(298)
第八节 主动脉缩窄	(301)
第九节 部分型肺静脉异位引流	(302)
第十节 冠状动脉瘘	(302)
第十九章 紫绀型先天性心脏病	(305)
第一节 法洛四联症	(305)

第 二 节	法洛三联症	(308)
第 三 节	完全型肺静脉异位引流	(310)
第 四 节	三尖瓣下移畸形	(311)
第 五 节	三尖瓣闭锁	(314)
第 六 节	永存动脉干	(316)
第二十章	冠心病的超声诊断	(320)
第 一 节	冠状动脉解剖概要	(320)
第 二 节	室壁节段与冠脉供血关系	(321)
第 三 节	心肌缺血的病理生理	(323)
第 四 节	超声检查方法	(325)
第 五 节	冠状动脉检测	(327)
第 六 节	心肌缺血	(329)
第 七 节	心肌梗死	(331)
第 八 节	心肌梗死并发症	(334)
第 九 节	缺血性心肌病	(338)
第二十一章	原发性与继发性心肌病	(340)
第 一 节	肥厚型心肌病	(340)
第 二 节	扩张型心肌病	(342)
第 三 节	限制型心肌病	(344)
第 四 节	慢性肺源性心脏病	(345)
第 五 节	高血压性心脏病	(346)
第 六 节	糖尿病性心脏病	(348)

第四篇 腹部脏器疾病超声诊断

第二十二章	肝脏	(351)
第 一 节	肝脏解剖	(351)
第 二 节	检查方法	(352)
第 三 节	正常超声表现	(353)
第 四 节	肝硬化	(355)
第 五 节	脂肪肝	(357)
第 六 节	肝囊肿	(358)
第 七 节	多囊肝	(359)
第 八 节	肝包虫病	(360)
第 九 节	肝脓肿	(361)
第 十 节	原发性肝癌	(362)
第十一节	继发性肝恶性肿瘤	(367)
第十二节	肝血管瘤	(369)
第十三节	肝脏其他良性肿瘤	(370)

第十四节	肝脏创伤	(371)
第十五节	肝脏其他疾病	(372)
第二十三章	胆道系统疾病超声诊断	(375)
第一节	胆道系统的解剖概要	(375)
第二节	检查方法	(376)
第三节	正常胆系声像图	(377)
第四节	胆囊炎	(378)
第五节	胆囊结石	(380)
第六节	胆囊息肉样病变	(381)
第七节	胆囊癌	(383)
第八节	胆管结石与炎症	(384)
第九节	胆管癌	(387)
第十节	胆道蛔虫症	(388)
第十一节	先天性胆管囊状扩张症	(389)
第十二节	肝外胆道阻塞	(390)
第十三节	胆道系统介入超声	(390)
第二十四章	胰腺疾病	(393)
第一节	解剖	(393)
第二节	检查方法	(395)
第三节	正常胰腺超声表现	(396)
第四节	胰腺炎	(398)
第五节	胰腺囊肿	(401)
第六节	胰腺肿瘤	(402)
第七节	胰腺外伤	(405)
第二十五章	脾脏疾病	(407)
第一节	脾脏解剖	(407)
第二节	检查方法	(407)
第三节	正常脾脏超声表现	(408)
第四节	弥漫性脾脏肿大	(409)
第五节	脾脏囊肿	(409)
第六节	脾脏实性肿瘤	(411)
第七节	脾创伤	(412)
第八节	脾梗塞	(413)
第九节	脾脓肿	(414)
第十节	脾脏先天性异常	(415)
第二十六章	食管、胃肠	(417)
第一节	食管、胃肠解剖	(417)
第二节	食管、胃肠检查方法	(418)

第 三 节	正常食管、胃肠声像图	(420)
第 四 节	食管肿瘤	(421)
第 五 节	胃肿瘤	(422)
第 六 节	胃、十二指肠溃疡	(427)
第 七 节	其它胃部疾病	(429)
第 八 节	肠道肿瘤	(433)
第 九 节	局限性肠道炎症	(434)
第 十 节	肠套叠	(435)
第十一节	肠梗阻	(435)
第十二节	急性阑尾炎	(436)
第十三节	胃肠穿孔及创伤	(437)
第二十七章	肾脏和输尿管	(439)
第 一 节	肾脏和输尿管解剖	(439)
第 二 节	检查方法	(441)
第 三 节	正常肾和输尿管超声表现	(441)
第 四 节	肾积水	(442)
第 五 节	肾囊肿	(444)
第 六 节	多囊肾	(447)
第 七 节	肾结石	(449)
第 八 节	肾结核	(450)
第 九 节	肾肿瘤	(452)
第 十 节	肾脏先天性反常	(454)
第十一节	肾皮质脓肿和肾周围脓肿	(457)
第十二节	肾脏损伤(附自发性肾周围血肿)	(458)
第十三节	移植肾及其并发症	(459)
第十四节	肾动脉狭窄	(461)
第十五节	输尿管扩张	(462)
第十六节	输尿管结石	(464)
第十七节	输尿管囊肿	(465)
第二十八章	肾上腺	(467)
第 一 节	肾上腺解剖与生理	(467)
第 二 节	探测方法及正常肾上腺的声像图	(468)
第 三 节	肾上腺皮质肿瘤	(469)
第 四 节	肾上腺髓质肿瘤	(472)
第 五 节	肾上腺其他占位性病变	(475)
第 六 节	肾上腺增生及功能减退	(477)
第二十九章	膀胱疾病	(480)
第 一 节	膀胱解剖	(480)

第 二 节	检查方法	(481)
第 三 节	正常膀胱	(482)
第 四 节	膀胱肿瘤	(482)
第 五 节	膀胱结石	(485)
第 六 节	膀胱憩室	(486)
第 七 节	膀胱异物	(487)
第 八 节	膀胱炎性病变	(488)
第 九 节	膀胱损伤	(490)
第三十章	男性生殖系疾病的超声诊断	(492)
第 一 节	前列腺的超声解剖	(492)
第 二 节	前列腺超声扫查方法及正常超声图像	(496)
第 三 节	良性前列腺增生	(499)
第 四 节	前列腺癌	(501)
第 五 节	其他前列腺疾病	(503)
第 六 节	精囊疾患	(505)
第 七 节	阴囊及其内容物疾病	(506)
第 八 节	阴茎超声检查	(513)
第三十一章	腹壁、腹腔、腹膜后肿物及腹膜后大血管疾病	(516)
第 一 节	腹壁肿物	(516)
第 二 节	腹腔肿瘤	(518)
第 三 节	腹膜后肿瘤	(520)
第 四 节	腹膜后间隙大血管疾病	(522)
第三十二章	妇科疾病超声诊断	(525)
第 一 节	女性盆腔解剖	(525)
第 二 节	探测方法	(526)
第 三 节	正常女性盆腔超声图像	(527)
第 四 节	子宫疾病超声诊断	(529)
第 五 节	卵巢肿瘤超声诊断	(534)
第 六 节	输卵管疾病超声诊断	(537)
第 七 节	盆腔炎性肿块超声诊断	(538)
第 八 节	宫内节育器超声诊断	(538)
第三十三章	产科	(540)
第 一 节	妊娠生理	(540)
第 二 节	检查方法	(541)
第 三 节	正常早期妊娠	(542)
第 四 节	正常中晚期妊娠	(543)
第 五 节	多胎妊娠	(547)
第 六 节	流产	(549)

第七节	胎死宫内	(550)
第八节	异位妊娠	(550)
第九节	葡萄胎	(553)
第十节	前置胎盘	(553)
第十一节	胎盘早期剥离	(554)
第十二节	脐带缠绕	(555)
第十三节	羊水过多或过少	(556)
第十四节	胎儿畸形	(556)

第五篇 骨、关节、软组织及周围血管

第三十四章	骨、关节、软组织	(560)
第一节	解剖	(560)
第二节	检查方法	(561)
第三节	正常结构超声表现	(562)
第四节	骨、关节、软组织炎症	(565)
第五节	骨、关节结核	(567)
第六节	骨及软组织肿瘤	(568)
第七节	其他骨、关节及软组织疾病	(572)
第三十五章	周围血管（颈部及四肢）	(577)
第一节	解剖概要	(577)
第二节	检查方法	(579)
第三节	正常血管超声图像	(581)
第四节	动脉闭塞性疾病	(584)
第五节	肢体动脉瘤	(587)
第六节	动静脉瘘	(589)
第七节	动脉创伤	(591)
第八节	静脉血栓	(592)
第九节	窃血综合征及椎动脉狭窄	(595)

第一章

超声的物理原理

本章对超声波的基础物理部分作扼要介绍。第一节介绍超声波的本质及可携带人体内部的声学物理信息；介绍其波型、频率、周期、声传播速度、波长及其间的相互关系。第二节介绍压电效应与超声波的发生，以及各种常用探头。第三节叙述超声场的定义及近场、远场的物理意义。第四节介绍在声束传播中的六种物理效应，其中，声阻抗差别及声速差别为声像图分析中最重要的物理基础；多普勒效应与谐波原理又为血流动力学诊断分析及谐波成像的基础。第五节叙述衰减的定义及在诊断中的应用。第六节为诊断超声可发生的生物学效应，主要为热效应、空化效应与增流效应。国际上已订出超声使用剂量，以提供安全使用的数量标准。

第一节 超声波的一般性质

超声波 (ultrasound) 的本质为高频变化的压力波；其频率超过成年听觉阈值的上限；以波动形式在物质 (介质) 内传播而不能在真空内传播；超声波携带能量 (声能) 并可转至传播物质 (体)；回声 (反射声) 及穿透声波中包含传播物质中的声学物理信息。

超声波的主要物理特性如下：

一、波型

波型 (wave form) 指介质内质点振动与波传播方向的关系。

1. 纵波 介质中质点振动的方向与波传播方向平行 (或一致) 者称纵波 (longitudinal wave)。超声波于人体软组织 (包括血液、体液) 中均以纵波形式传播 (图 1-1A)。

2. 横波 介质中质点振动方向与波传播方向垂直者称横波 (transverse wave)。在声束斜射至骨骼时，可出现部分横波形式 (图 1-1B)。

3. 表面波 (surface wave) 介质表面受到交变应力作用时，产生沿介质表面传播的波，称为表面波。介质表面的质点作椭圆运动，椭圆的长轴垂直于波的传播方向，短轴平等于传播方向，因此可视为纵波与横波的合成 (图 1-1C)。

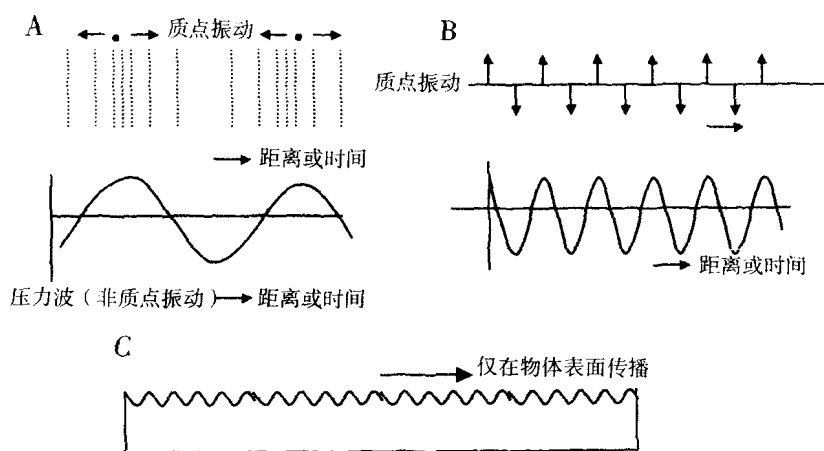


图 1-1 几种波形示意图

A: 纵波, B: 横波, C: 表面波

二、频率

每秒振动（压力变化）的次数称频率（frequency, f ）。频率单位为赫兹（Hz, $1\text{ Hz} = 1\text{ 次/秒}$ ）。超声波频率在 20 kHz ($20\,000\text{ Hz}$) 以上，最高达 5 GHz ($5 \times 10^9\text{ Hz}$) 或更高。诊断用超声波频率在 $1\text{ MHz} \sim 20\text{ MHz}$ 间，少数场合已用至 $80\text{ MHz} \sim 100\text{ MHz}$ 。

三、周期

周期（period, T ）为一次完整的压力波变化（或振动）所需的时间。单位为秒（s）、毫秒（ms）或微秒（ μs ）。

周期与频率互为倒数，即：

$$T_{(\text{s})} = 1/f_{(\text{Hz})}, f_{(\text{Hz})} = 1/T_{(\text{s})}$$

$$\text{或 } T_{(\mu\text{s})} = 1/f_{(\text{MHz})}, f_{(\text{MHz})} = 1/T_{(\mu\text{s})}$$

四、声传播速度

超声波在不同介质中的传播速度（propagation speed, C ）不同。同一介质中温度高低不同时传播速度亦有差别。声传播速度简称声速（sound velocity）。 C 与体膨胀系数（ K_a ）、介质密度（ ρ ）、杨氏模量（ E ）等关系如下：

$$C \approx (K_a/\rho)^{1/2} \text{ 或 } C \approx (E/\rho)^{1/2}$$

声速的单位常用 m/s , cm/s , $\text{cm}/\mu\text{s}$, $\text{mm}/\mu\text{s}$ 等 ($1\mu\text{s} = 10^{-6}\text{s}$)。

人体软组织中的声速参见表 1-1。

五、波长

表 1-1 人体正常组织的密度、声速、特性阻抗

介 质 名 称	ρ (g/m ³)	C (m/s)	A ($\times 10^6$ Pa s/m)	f 测试 (MHz)
空气 (22 ℃)	0.00118	334.8	0.000407	
水 (20 ℃)		1483	1.493	
羊水	1.013	1474	1.493	
血浆	1.027	1571		1
血液	1.055	1571	1.656	1
大脑	1.038	1540	1.599	1
小脑	1.030	1470	1.514	
脂肪	0.955	1476	1.410	1
软组织 (平均值)	1.016	1500	1.524	1
肌肉 (平均值)	1.074	1568	1.684	1
肝	1.050	1570	1.648	1
脾		1520 ~ 1591		
肾		1560		1
心		1572		
脑积液	1.000	1522	1.522	
颅骨	1.658	3860	5.571	1
甲状腺			1.620 ~ 1.660	
胎体	1.023	1505	1.540	
胎盘		1541		
角膜		1550		
房水	0.994 ~ 1.012	1495	1.486 ~ 1.513	
晶体	1.136	1650	1.874	
玻璃体	0.992 ~ 1.010	1495	1.483 ~ 1.510	
巩膜		1630		
皮肤		1498		
软骨		1665		
肌腱		1750		
子宫 (活体、未孕妇, 37 ℃)		1633 $\pm$ 2		5
子宫 (活体、孕妇, 37 ℃)		1625 $\pm$ 1.63		5
乳房 (活体, 30 ℃)		1510 $\pm$ 5		2
乳房 (福林浸泡, 23 ℃)		1450 ~ 1570		7
胆石		1400 ~ 2200		2.25