

吴乃森

主编

腹部超声诊断与鉴别诊断学



科学技术文献出版社

腹部超声诊断与鉴别诊断学

ABDOMINAL ULTRASOUND:
DIAGNOSIS & DIFFERENTIAL DIAGNOSIS

主 编 吴乃森

副 主 编	接 连 利	杨 博	黄 朴 中
主 审	徐 智 章	张 武	
编 委	王 文 平	毕 素 栋	李 太 华
	李 行 道	李 彤	李 焱
	金 震 东	张 文 玉	张 学 功
	张 丽	杨 兵	胡 幼 琳
	郭 玉 峰	徐 延 峰	戚 胜 杰
	董 军	韩 建 一	
主编助理	徐 延 峰		

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

腹部超声诊断与鉴别诊断学/吴乃森主编. -北京:科学技术文献出版社,1999.4 重印

ISBN 7-5023-2980-3

I. 腹… II. 吴… III. ①腹腔疾病-超声波诊断②腹腔疾病-鉴别诊断 IV. R572.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 02136 号

出 版 者:科学技术文献出版社

图 书 发 行 部:北京市复兴路 15 号(公主坟)中国科学技术信息研究所大楼 B 段/100038

图 书 编 务 部:北京市西苑南一院 8 号楼(颐和园西苑公汽站)/100091

邮 购 部 电 话:(010)68515544-2953

图书编务部电话:(010)62878310,(010)62877791,(010)62877789

图书发行部电话:(010)68515544-2945,(010)68514035,68514009

门 市 部 电 话:(010)68515544-2172

图书发行部传真:(010)68514035

图书编务部传真:(010)62878317

E-mail:stdph@istic.ac.cn

策 划 编 辑:王 琦

责 任 编 辑:刘新荣

责 任 校 对:正 德

责 任 出 版:全 未

封 面 设 计:周永京

发 行 者:新华书店北京发行所

印 刷 者:三河市富华印刷厂

版 (印) 次:1998 年 5 月第 1 版 1999 年 4 月第 2 次印刷

开 本:787×1092 16 开

字 数:733 千

印 张:28.75 彩插 4

印 数:4001—7000 册

定 价:65.00 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。

序

自国内首本超声诊断专业书籍《超声诊断学》于1961年出版后,各地陆续编著的有关书籍不下数十种,近3~5年来尤多。一般均偏重于图形与曲线本身,亦有以鉴别诊断、图谱或基础理论与设备为主者。但从超声诊断专业医师对疾病诊断的实际出发,需有结合病因、病理生理、声像图特征及鉴别诊断等较为系统的书籍,以便开阔思路、全面分析、提高确诊率。《腹部超声诊断与鉴别诊断学》一书即根据上述要求编写。

本书在超声基础物理方面,作了中、浅层次介绍,注意只叙述其在原理、原则中的确切应用,删除不符合科学原理或使概念模糊而导致错误的部分;在专业术语方面,严格遵照国内科学命名及与国际术语接轨的原则,去除错误或不规范术语;在临床部分,注意其可靠性与实用性,并应掌握“一病多图”、“一图多病”与“动态变化”的规律,进行具体分析。

本书可供初、中级超声诊断专业人员指导诊断分析应用,亦可供高级专业人员参考,是一本具实用意义的超声诊断专著。

“中国上海中山—美国费城杰斐逊”

超声诊断教育中心 医学主任

徐智章

1997.6

前 言

腹部疾病的超声诊断与鉴别诊断涉及多个临床学科,适用领域广泛,技术发展迅速,是现代临床医学的重要组成部分。现今的腹部超声检查,可以提供脏器切面的形态结构、某些生理功能和血流动力学信息;有助于了解器官组织的血流灌注情况;介入性超声技术的进步,更加丰富了超声医学的内容。超声已和 X 线、CT、MRI-5 核医学成像一起共同构成了现代医学影像技术,并以其所具有的显著特点在我国各级医院中广泛普及。

在各种超声检查方法中,二维切面超声是最基本的超声诊断技术,其他方法都需要以超声切面图像——声像图为基础结合进行。腹部疾病种类繁多,不同的临床类型及同一疾病的不同阶段,其声像图表现各异;而不同疾病亦可显示相类似的声像图表现。因此,超声诊断不能理解为单纯的“看图识病”。应当根据所见超声征象,联系解剖学、大体病理改变、病理生理学及临床资料进行综合分析,才能分清现象与本质,作出正确的诊断。实际工作中需要有在内容上临床与超声兼顾,较为简明、系统,新颖实用的腹部超声诊断方面的专著,以利于拓展诊断思路,提高诊断质量。本书的编写就是根据以上要求所进行的。

全书共 28 章。第 1 章、第 2 章分别介绍了超声物理基础和腹部超声解剖概要,其余各章以腹部临床病症选题,概述中对发病机制、超声检查及评价、其他检查方法作了简介;总结出超声诊断思路,并以此为线索,对各种疾病分别从病理与临床表现、超声影像学表现和鉴别诊断进行阐述。以 B 型超声和多普勒超声表现为重点,对近年来介入性超声、超声造影等特殊检查方法,以及临床病理方面的进展也在有关章节作了介绍。

本书由上海、山东、黑龙江、辽宁、湖北、浙江、新疆、云南等地的 21 位作者根据自己的专业特长和多年积累的第一手资料,参考国内外有关文献编写。力求理论性与实践性一致,旨在为广大基层医院的超声诊断和临床工作者提供一本有益的参考书。

本书的问世离不开各方面的关心和支持。第四届亚洲超声医学生物学联合会主席、上海医科大学中山医院徐智章教授给予了热情鼓励,在百忙中审阅了全部书稿,修正了初稿中的不妥之处,并为本书作序;中华医学会超声学会常委、北京医科大学第三医院张武教授审阅了部分章节,并给予了具体指导;各位作者所在单位领导、同仁均给予了大力支持和帮助。在此一并表示衷心感谢!

由于编者水平所限,书中难免存在疵漏和错误,诚望读者批评指正。

吴乃森

1997.6 于日照

R572.04
W463

目 录

第一章 总论	(1)
第一节 超声波物理特性	(1)
第二节 常见的超声效应与图像伪差	(6)
第三节 多普勒超声检测技术	(8)
第四节 超声诊断仪器类型与发展特点	(14)
第五节 超声诊断方法与原则	(16)
第二章 腹部超声解剖概要	(20)
第一节 概述	(20)
第二节 肝脏	(20)
第三节 肝外胆道、胰腺、脾脏	(24)
第四节 胃、肠道	(27)
第五节 肾、输尿管、肾上腺	(30)
第六节 膀胱、前列腺、阴囊和睾丸	(32)
第七节 女性盆腔	(34)
第八节 腹膜、腹膜后间隙	(36)
第九节 腹部大血管	(38)
第三章 弥漫性肝病	(40)
第一节 概述	(40)
第二节 感染性弥漫性肝病	(44)
一、急性肝炎及重型肝炎	(44)
二、慢性肝炎	(46)
三、肝血吸虫病	(47)
四、华支睾吸虫病	(49)
第三节 代谢障碍性肝病	(51)
一、脂肪肝	(51)
二、肝豆状核变性	(53)
第四节 肝硬化	(54)
一、结节性肝硬化	(55)
二、胆汁性肝硬化	(57)
第四章 门静脉高压症	(59)
第一节 概述	(59)
第二节 肝内型门静脉高压症	(61)
第三节 肝外型门静脉高压症	(64)
一、肝外门静脉血栓形成	(64)
二、胰源性区域性门静脉高压症	(65)
三、柏-查氏综合征	(65)

第五章 肝脏占位病变	(70)
第一节 概述	(70)
第二节 肝脏实质性良性占位病变	(73)
一、肝细胞腺瘤	(73)
二、肝局灶性结节性增生	(74)
三、肝血管瘤	(75)
四、肝错构瘤	(78)
五、肝脏炎性假瘤	(78)
第三节 肝癌	(80)
一、原发性肝癌	(80)
二、转移性肝肿瘤	(85)
三、小肝癌的早期诊断	(88)
第四节 肝脏囊性病变	(91)
一、肝囊肿	(91)
二、多囊肝	(92)
三、肝脓肿	(93)
第五节 肝包虫病	(95)
一、肝囊型包虫病	(95)
二、肝泡型包虫病	(100)
第六节 肝脏超声造影	(101)
一、肝动脉超声造影	(101)
二、周围静脉超声造影	(102)
三、门静脉超声造影	(102)
第六章 胆道异常	(105)
第一节 概述	(105)
第二节 先天性胆道异常	(108)
一、胆囊先天性异常	(108)
二、先天性胆道闭锁	(108)
三、先天性胆管囊状扩张症	(109)
第三节 胆道感染	(110)
一、慢性胆囊炎	(110)
二、原发性硬化性胆管炎	(112)
第四节 胆石病	(113)
一、胆囊结石	(113)
二、肝外胆管结石	(116)
三、肝内胆管结石	(117)
第五节 胆道肿瘤	(118)
一、胆囊息肉样病变	(118)
二、胆囊癌	(120)
三、胆管癌	(122)

第六节 阻塞性黄疸	(124)
第七章 胰腺及胰周肿块	(128)
第一节 概述	(128)
第二节 胰腺囊肿性病变	(131)
一、真性囊肿	(131)
二、假性囊肿	(132)
三、胰腺囊腺瘤与囊腺癌	(133)
第三节 胰腺实质性病变	(134)
一、慢性胰腺炎	(134)
二、功能性胰岛细胞瘤	(135)
三、无功能性胰岛细胞瘤	(136)
四、胰腺癌	(137)
五、壶腹部癌	(140)
第八章 脾肿大	(142)
第一节 概述	(142)
第二节 脾脏弥漫性肿大	(145)
第三节 脾脏囊性病变	(146)
一、脾囊肿	(146)
二、脾包虫囊肿	(147)
三、脾脓肿	(148)
第四节 脾脏实质性病变	(149)
一、脾梗塞	(149)
二、脾结核	(150)
三、脾血管瘤	(151)
四、脾恶性肿瘤	(152)
五、自体移植脾观察	(152)
第九章 胃肠道肿块	(154)
第一节 概述	(154)
第二节 胃肠壁增厚性疾病	(158)
一、胃粘膜巨大增厚症	(158)
二、先天性肥厚性幽门狭窄	(158)
三、消化性溃疡	(159)
四、克隆病	(160)
第三节 胃肠道阻塞性疾病	(161)
一、贲门失弛缓症	(161)
二、幽门梗阻	(161)
三、肠系膜上动脉压迫综合征	(162)
四、胃石症	(162)
五、肠梗阻	(163)
第四节 胃肠道肿瘤	(163)

一、胃癌	(163)
二、胃平滑肌瘤	(166)
三、胃恶性淋巴瘤	(167)
四、大肠癌	(167)
第十章 超声内镜在消化系的应用	(170)
第一节 概述	(170)
第二节 消化系疾病 EUS 表现	(174)
一、食管癌	(174)
二、贲门失弛缓症	(174)
三、食管胃底静脉曲张	(174)
四、纵隔内肿物	(175)
五、消化性溃疡	(175)
六、胃癌	(176)
七、消化道粘膜下肿瘤	(176)
八、胆囊内隆起性病变	(177)
九、胆管癌	(178)
十、十二指肠乳头癌	(178)
十一、胰腺癌	(178)
十二、慢性胰腺炎	(179)
十三、大肠癌	(179)
第十一章 腹膜后肿块	(180)
第一节 概述	(180)
第二节 腹膜后间隙感染	(182)
一、腹膜后间隙脓肿	(182)
二、腹膜后间隙结核	(183)
第三节 原发性腹膜后肿瘤	(183)
第十二章 腹水	(188)
第一节 概述	(188)
第二节 腹水的鉴别诊断	(189)
第十三章 急腹症	(193)
第一节 概述	(193)
第二节 腹腔脏器急性炎症	(196)
一、急性阑尾炎	(196)
二、急性胆囊炎	(199)
三、急性梗阻性化脓性胆管炎	(201)
四、急性胰腺炎	(203)
第三节 胃十二指肠急性穿孔	(207)
第四节 空腔脏器急性梗阻	(209)
一、胆道蛔虫	(209)
二、肠梗阻	(210)

三、肠套叠	(213)
第五节 腹腔脓肿	(216)
一、膈下脓肿	(216)
二、肠间脓肿和盆腔脓肿	(217)
第十四章 腹部闭合性损伤	(218)
第一节 概述	(218)
第二节 空腔脏器损伤	(220)
一、十二指肠损伤	(220)
二、膀胱损伤	(220)
第三节 实质性脏器损伤	(221)
一、肝脏损伤	(221)
二、脾破裂	(222)
三、胰腺损伤	(224)
四、肾脏损伤	(224)
第四节 其他部位损伤	(227)
一、腹直肌鞘血肿	(227)
二、膈肌破裂	(227)
三、腹膜后血肿	(228)
第十五章 肾脏异常	(229)
第一节 概述	(229)
第二节 肾先天性反常	(233)
一、肾发育异常	(233)
二、肾旋转反常	(234)
三、异位肾	(234)
四、融合肾	(235)
五、重复肾	(236)
第三节 肾脏囊性疾病	(237)
一、多囊肾	(237)
二、单纯性肾囊肿	(238)
三、海绵肾	(239)
第四节 肾脏感染性疾病	(240)
一、急性肾盂肾炎	(240)
二、慢性肾盂肾炎	(240)
三、黄色肉芽肿性肾盂肾炎	(241)
四、急性局灶性细菌性肾炎	(241)
五、肾结核	(242)
第五节 肾功能衰竭	(244)
一、急性肾功能衰竭	(244)
二、慢性肾功能衰竭	(245)
第六节 移植肾并发症	(246)

第七节 肾血管病变	(247)
一、肾动脉狭窄	(247)
二、肾静脉血栓形成	(249)
三、左肾静脉压迫综合征(胡桃夹现象)	(249)
第十六章 尿路梗阻	(251)
第一节 概述	(251)
第二节 肾积水	(254)
第三节 上尿路梗阻	(256)
一、输尿管囊肿	(256)
二、巨输尿管	(257)
三、输尿管狭窄	(258)
四、神经源性膀胱	(259)
五、膀胱结核	(259)
六、膀胱憩室	(260)
第四节 下尿路梗阻	(261)
一、良性前列腺增生症	(261)
二、膀胱颈肥厚	(262)
三、尿道狭窄	(263)
第十七章 尿石症	(264)
第一节 概述	(264)
第二节 上尿路结石	(265)
一、肾结石	(265)
二、输尿管结石	(266)
第三节 泌尿生殖系其他结石症	(268)
一、膀胱结石	(268)
二、尿道结石	(269)
三、前列腺结石	(269)
第四节 体外震波碎石的超声技术	(270)
第十八章 泌尿男生殖系肿瘤	(272)
第一节 概述	(272)
第二节 肾肿瘤	(274)
一、肾癌	(274)
二、肾盂肿瘤	(276)
三、肾母细胞瘤	(277)
四、肾血管平滑肌脂肪瘤	(278)
第三节 膀胱肿瘤	(279)
第四节 前列腺癌	(281)
第五节 睾丸肿瘤	(283)
第十九章 肾上腺肿块	(286)
第一节 概述	(286)

第二节 皮质醇增多症	(288)
第三节 原发性醛固酮增多症	(290)
第四节 嗜铬细胞瘤	(291)
第五节 其他类型肿瘤	(293)
一、肾上腺神经母细胞瘤	(293)
二、肾上腺囊肿	(293)
三、肾上腺髓性脂肪瘤	(294)
第六节 肾上腺结核	(295)
第二十章 腹部大血管疾病	(298)
第一节 概述	(298)
第二节 动脉血管疾病	(300)
一、腹主动脉瘤	(300)
二、内脏动脉瘤	(302)
三、动脉硬化性闭塞症	(303)
四、急性动脉栓塞	(305)
五、动静脉瘘	(306)
第三节 静脉血管疾病	(306)
一、下腔静脉综合征	(306)
二、髂总静脉受压综合征	(308)
三、深静脉血栓形成	(308)
第二十一章 女性盆腔肿块	(310)
第一节 概述	(310)
第二节 炎性肿块	(313)
一、急性盆腔炎	(313)
二、慢性盆腔炎	(315)
三、结核性盆腔炎	(316)
第三节 子宫内膜异位症	(317)
一、盆腔子宫内膜异位症	(317)
二、子宫腺肌病	(318)
第四节 外生殖器及阴道发育异常	(319)
一、处女膜闭锁	(319)
二、阴道发育异常	(319)
第五节 子宫发育不良	(321)
一、子宫未发育或发育不全	(321)
二、双子宫、单角子宫与残角子宫	(321)
三、双角子宫与纵隔子宫	(324)
第二十二章 子宫肿瘤	(326)
第一节 概述	(326)
第二节 子宫肌瘤	(328)
第三节 子宫恶性肿瘤	(332)

一、子宫内膜癌	(332)
二、子宫肉瘤	(334)
三、子宫颈癌	(334)
第四节 滋养细胞肿瘤	(336)
一、葡萄胎	(336)
二、恶性滋养细胞肿瘤	(337)
第二十三章 卵巢肿瘤	(341)
第一节 概述	(341)
第二节 非赘生性囊肿	(343)
一、卵巢冠囊肿	(343)
二、卵泡囊肿和黄体囊肿	(343)
三、黄素囊肿	(344)
四、多囊卵巢综合征	(344)
第三节 上皮性肿瘤	(345)
一、浆液性囊腺瘤与囊腺癌	(345)
二、粘液性囊腺瘤与囊腺癌	(347)
三、卵巢子宫内膜样癌	(349)
四、卵巢纤维上皮瘤	(349)
第四节 生殖细胞肿瘤	(350)
一、成熟畸胎瘤	(350)
二、恶性生殖细胞肿瘤	(352)
第五节 性索间质肿瘤	(353)
一、颗粒细胞瘤及卵泡膜细胞瘤	(354)
二、纤维瘤	(355)
第六节 转移性卵巢肿瘤	(356)
第七节 卵巢肿瘤的鉴别诊断	(357)
第二十四章 妊娠与孕期阴道流血	(360)
第一节 概述	(360)
第二节 正常妊娠监测	(364)
一、早期妊娠	(364)
二、中、晚期妊娠	(366)
第三节 孕期阴道流血	(371)
一、流产	(371)
二、异位妊娠	(372)
三、前置胎盘	(375)
四、胎盘早期剥离	(376)
第二十五章 高危妊娠	(378)
第一节 概述	(378)
第二节 胎儿异常	(383)
一、胎儿宫内发育迟缓	(383)

二、巨大胎儿	(384)
第三节 胎儿附属物异常	(385)
一、羊水过多	(385)
二、羊水过少	(386)
三、脐带绕颈	(386)
第四节 妊娠并发症	(387)
一、妊娠高血压综合征	(387)
二、过期妊娠	(388)
三、宫颈机能不全	(389)
第二十六章 胎儿畸形	(390)
第一节 概述	(390)
第二节 中枢神经系统畸形	(392)
一、无脑畸形	(392)
二、脑积水	(392)
三、脑膜膨出与脑膜脑膨出	(394)
四、脊柱裂	(394)
第三节 消化系统畸形	(395)
一、消化道闭锁	(395)
二、内脏膨出和内脏外翻	(396)
第四节 泌尿系统畸形	(397)
第五节 其他畸形	(398)
一、四肢发育异常	(398)
二、联体双胎畸形	(399)
三、无头、无心畸形	(400)
四、胎儿水肿和浆膜腔积液	(401)
第六节 胎儿肿瘤	(402)
第二十七章 胎儿心脏监测	(404)
第一节 概述	(404)
第二节 胎儿心脏异常	(408)
一、四腔观不对称	(408)
二、间隔缺损	(410)
三、大血管起源及走向异常	(411)
四、胎儿心律失常	(412)
第二十八章 女性不孕症	(414)
第一节 概述	(414)
第二节 正常卵泡监测	(415)
第三节 异常卵泡周期	(417)
第四节 女性不孕症的超声特殊检查	(418)
一、输卵管超声造影	(418)
二、超声导向穿刺卵泡破泡排卵术	(420)

参考文献.....	(422)
索引.....	(432)
(385) 水木草.....	水木草, (385)
(386) 水木草.....	水木草, (386)
(387) 水木草.....	水木草, (387)
(388) 水木草.....	水木草, (388)
(389) 水木草.....	水木草, (389)
(390) 水木草.....	水木草, (390)
(391) 水木草.....	水木草, (391)
(392) 水木草.....	水木草, (392)
(393) 水木草.....	水木草, (393)
(394) 水木草.....	水木草, (394)
(395) 水木草.....	水木草, (395)
(396) 水木草.....	水木草, (396)
(397) 水木草.....	水木草, (397)
(398) 水木草.....	水木草, (398)
(399) 水木草.....	水木草, (399)
(400) 水木草.....	水木草, (400)
(401) 水木草.....	水木草, (401)
(402) 水木草.....	水木草, (402)
(403) 水木草.....	水木草, (403)
(404) 水木草.....	水木草, (404)
(405) 水木草.....	水木草, (405)
(406) 水木草.....	水木草, (406)
(407) 水木草.....	水木草, (407)
(408) 水木草.....	水木草, (408)
(409) 水木草.....	水木草, (409)
(410) 水木草.....	水木草, (410)
(411) 水木草.....	水木草, (411)
(412) 水木草.....	水木草, (412)
(413) 水木草.....	水木草, (413)
(414) 水木草.....	水木草, (414)
(415) 水木草.....	水木草, (415)
(416) 水木草.....	水木草, (416)
(417) 水木草.....	水木草, (417)
(418) 水木草.....	水木草, (418)
(419) 水木草.....	水木草, (419)
(420) 水木草.....	水木草, (420)

第一章 总 论

第一节 超声波物理特性

一、定义

振动的传播称为波或波动。波分为电磁波和机械波两大类。

声波(Acoustic wave)是声源产生的振动通过弹性介质传播的一种机械波。当声波传入人的耳内并引起鼓膜振动时,就能感觉到声音。声波的频率单位为 Hz(赫兹),即每秒钟振动一次为 1 Hz。声波频率的高低取决于声源的振动频率。人的听觉感受范围为 20~20 000 Hz。

超声波(Ultrasonic wave)是频率大于 20 000 Hz,超过人耳听觉感受范围的高频率振动。诊断用超声频率在 1~20 MHz(兆赫,1 MHz=10⁶ Hz),3~10 MHz 段为最常用,目前经血管内导管式探头频率已达 80 MHz。

二、超声波的产生与接收

现代超声诊断技术中,超声波的产生主要利用某些晶体的特殊物理性质——压电效应。当这类晶体受到外界压力或拉力时,晶体的两个表面出现电位差,机械能转变为电能。反之,当受到交变电场的作用时,晶体将出现机械性的压缩和膨胀,电能转变为机械能。这种电能与机械能互相转变的物理现象,称为压电效应(图 1-1)。具有压电效应的晶体称为压电晶体。

压电晶体是超声换能器(探头)的主要元件,目前“机—电”转换效率较强的压电陶瓷,如锆钛酸铅等应用最为普遍,一些新型材料还在继续开发。将压电晶体装入各种形式的外壳,加上面材(阻抗匹配层)和背材(背衬阻尼层)引出电缆即为换能器。利用压电晶体的电能与机械能相互转变的性质,探头既可作为超声波的发生器,又可作为超声波的接收器。

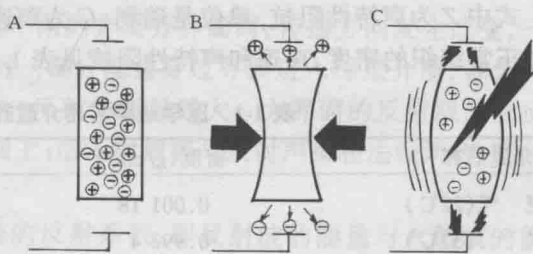


图 1-1 压电效应示意图

- A. 无外界压力和电场作用时,压电晶体两端不出现正负电荷
- B. 外界压力作用于压电晶体,晶体变形,两端产生电位差,电极间出现电流
- C. 外界电场作用于压电晶体,晶体变形。在高频交变电场的作用下,晶体以同样的频率舒缩,产生振动并发出超声波

三、超声的物理参数

【波长、声速、频率、周期】

在一个振动周期内波动传播的距离称为波长;声速指声波在介质中单位时间内传播的距离,单位是 m/s 或 mm/ μ s;频率为质点单位时间内振动的次数;周期是声波向传播方向移动一个波长所需的时间。波长(λ)、声速(C)、频率(f)三者的关系如下式:

$$\lambda = \frac{C}{f} \text{ 或 } C = f\lambda \quad (1-1)$$

频率与周期(T)的关系互为倒数即:

$$f = \frac{1}{T} \quad (1-2)$$

在同一个介质中声速是固定的,因此频率与波长成反比,频率越高,波长越短。在理论上声波的轴向分辨力的极限是波长的一半,了解超声诊断装置的探头发射频率有助于估计仪器的最高理论分辨力。

【声压、声强】

超声波在介质中传播方向的垂直平面上,每单位面积所承受的压力称为声压(P)。

$$P = \rho \cdot C \cdot V \quad (1-3)$$

式中 ρ 为介质密度, C 为声速, V 为质点振动速度。

声强是单位时间内通过垂直于传播方向单位面积上的超声能量。声强(I)与声压(P)的平方成正比,与介质密度(ρ)和声速(C)成反比。

$$I = \frac{P^2}{\rho C} \quad (1-4)$$

声强的单位是 W/cm^2 、 mW/cm^2 或 $\mu W/cm^2$ 。声强的物理意义亦即单位时间内在介质中传递的超声能量,与超声功率的定义不同。

对于平面波,超声总功率(W)为声强与面积的乘积:

$$W = I \cdot S \quad (1-5)$$

式中 I 为声强, S 为超声通过某截面的总面积。

【声特性阻抗】

超声波在介质中传播时受到介质的密度与硬度的影响,物理学上称为声特性阻抗。不同的介质有不同的声特性阻抗,反映该介质的声学特性。其关系如下式:

$$Z = \rho C \quad (1-6)$$

式中 Z 为声特性阻抗,单位是瑞利; C 为声速,单位为 cm/s ; ρ 为介质密度,单位为 g/cm^3 。人体正常组织的密度、声速和声特性阻抗见表 1-1。

表 1-1 医学超声常用介质的密度、声速和声特性阻抗

介质名称	密度(g/cm^3)	声速(m/s)	声阻抗(1×10^5 瑞利)
空气($22^\circ C$)	0.001 18	344	0.000 4
水 ($37^\circ C$)	0.993 4	1523	1.513
血液	1.055	1570	1.656
脑脊液	1.000	1522	1.522
羊水	1.013	1474	1.493
肝脏	1.050	1570	1.648
肾脏	1.038	1561	1.62
肌肉	1.074	1568	1.684
人体软组织(平均值)	1.016	1500	1.524
脂肪	0.955	1476	1.410
颅骨	1.658	3360	5.570
大脑	1.038	1540	1.599