

超声诊断学

主 编 夏稻子



人民卫生出版社

R445.1/XDZ

超 声 诊 断 学

主 编 夏 稻 子

副主编 王 学 梅

编者 (以姓氏笔画为序)

王志斌 (青岛大学医学院附属医院)

王学梅 (中国医科大学附属第一医院)

朱 强 (首都医科大学附属北京同仁医院)

刘明辉 (中南大学湘雅二医院)

杨文利 (首都医科大学附属北京同仁医院)

杨晓英 (吉林大学第一医院)

张宇虹 (大连医科大学附属第二医院)(兼秘书)

林 萍 (大连医科大学附属第二医院)

勇 强 (首都医科大学附属安贞医院)

夏稻子 (大连医科大学附属第二医院)

高 林 (大连医科大学附属第二医院)

蔡爱露 (中国医科大学附属盛京医院)



人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

超声诊断学/夏稻子主编. —北京: 人民卫生出版社,
2008. 8

ISBN 978-7-117-10365-7

I. 超… II. 夏… III. 超声波诊断-高等学校-教材
IV. R445.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 097444 号

超 声 诊 断 学

主 编: 夏稻子

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16.75

字 数: 407 千字

版 次: 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-10365-7/R·10366

定 价: 88.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

前 言

有人说,分子生物学和医学影像学是 20 世纪发展最为迅速、进步最为显著的医学学科。分子生物学使我们对于疾病的基因组学和蛋白质组学基础有了本质的理解和解释,而医学影像学(超声学是其中一个分支)则使以往不可捉摸的人体内部疾病变化变得清晰可见、五彩缤纷。对此,我感同身受。现在我的同事经常会在实验室里从事肿瘤基因组学和蛋白质组学的研究,而在几年前这还只能是在文献中看到的科研方法;当我 20 多年前进入大学附属医院超声科工作的时候只有黑白超声仪,可如今连基层医院都拥有彩色超声诊断仪甚至三维彩色超声诊断仪了。

超声学的教育教学工作也发生了翻天覆地的变化。在许多医学院校,超声诊断学已从诊断学中分离出来,成为独立的一门课程,学时也增加了好几倍。许多学校近年还纷纷建立了影像医学专业,超声学科的研究生教育也得到了迅速发展。专门的超声学教材从无到有,从少到多,也越来越得到院校、师生和出版部门的高度关注与重视。我们在 21 世纪初着手编写的国内较早的《超声诊断学教程》,经科学出版社 2002 年出版、2005 年再版发行,总数已达数万册,并陆续被国内十余所院校选作本专科教材,还先后获得了辽宁省高校精品教材奖和大连市优秀著作奖。

在此基础上,今年我们受人民卫生出版社之约,组织国内多所医学院校的超声学专家教授,共同编写了这本《超声诊断学》教材。本书坚持“内容实用、特色突出、着眼教学、不断优化”的原则,对以往各类教材进行了认真地研究和梳理,主要适用对象为五年制医疗本科学学生,同时兼顾影像医学专业和七、八年制医疗专业长学制学生的要求。本书共有 12 章,内容涉及各系统各器官疾病等共 170 余种,收集超声声像图 200 余幅,示意图 10 余幅,并配以相应的多媒体教学课件,建议可用于 30~60 学时的教学安排。本书内容不仅涵括了医学生必须掌握的超声学科基本理论、基本知识和基本技能,还及时反映了国内外该学科近年发展的新技术、新方法,全面体现了超声学教学理念、教学内容和教学方法的改革成果,精心编选了超声学常用的中英文名词对照 300 余条,着力强化了超声学与病理、临床各学科之间的联系,充分突出了本书图表结合、图文并茂的特点,并为大多数学生今后自学预留了足够的

空间。

最后,特别需要指出的是,兄弟院校各位作者的通力合作和精益求精,人民卫生出版社各位编辑的辛勤劳动和努力付出,各位前辈同道的悉心指导和热情支持,是本书能在较短的时间内得以如期交稿付梓的重要原因。为此,作为主编,我将永远心怀感激并在此深表谢意。衷心希望各位师长和同学们不吝提出宝贵意见和建议,使本书真正成为高质量的受到师生欢迎接受的好教材。

夏稻子

2008年4月

目 录

| | |
|-------------------------|----|
| 第一章 超声诊断的原理与应用 | 1 |
| 第一节 超声诊断的物理基础 | 1 |
| 一、超声的物理特性 | 1 |
| 二、超声诊断仪的基本构成和工作原理 | 4 |
| 第二节 超声诊断的检查方法 | 5 |
| 一、A型诊断法 | 5 |
| 二、B型诊断法 | 6 |
| 三、M型诊断法 | 6 |
| 四、D型诊断法 | 7 |
| 第三节 超声图像的分析与判断 | 9 |
| 一、超声图像质量的判定 | 9 |
| 二、超声回声的判定 | 10 |
| 三、多普勒频谱的判定 | 11 |
| 四、超声测量的标准化 | 11 |
| 五、超声伪像的识别 | 12 |
| 第四节 超声诊断的临床应用 | 13 |
| 一、超声诊断的途径方式 | 13 |
| 二、超声诊断的适用范围 | 13 |
| 三、超声诊断报告的书写 | 14 |
| 第五节 医学超声的生物效应 | 14 |
| 一、超声生物效应的物理机制 | 14 |
| 二、不同组织的超声生物效应 | 15 |
| 三、安全超声剂量 | 15 |
| 第六节 超声医学新技术 | 16 |
| 一、超声成像新技术 | 16 |
| 二、超声定性定量新技术 | 18 |
| 三、超声治疗新技术 | 21 |

| | |
|--------------------------|----|
| 第二章 心脏疾病的超声诊断 | 22 |
| 第一节 心脏超声的解剖学与生理学基础 | 22 |
| 一、心脏位置与外形 | 22 |
| 二、心脏腔室结构 | 22 |
| 三、心脏纤维环 | 23 |
| 四、心脏动脉分布 | 23 |
| 五、心脏生理 | 24 |
| 第二节 正常心脏超声声像图 | 24 |
| 一、二维超声心动图 | 24 |
| 二、M型超声心动图 | 28 |
| 三、多普勒超声心动图 | 29 |
| 四、常用的心脏及大血管超声正常值 | 30 |
| 第三节 心脏功能的超声测定 | 32 |
| 一、左室收缩功能 | 32 |
| 二、左室舒张功能 | 34 |
| 三、左房功能 | 34 |
| 四、右室功能 | 34 |
| 第四节 先天性心脏病 | 35 |
| 一、房间隔缺损 | 35 |
| 二、室间隔缺损 | 38 |
| 三、动脉导管未闭 | 40 |
| 四、房室隔缺损 | 41 |
| 五、三房心 | 43 |
| 六、右室双腔心 | 44 |
| 七、法洛四联症 | 44 |
| 八、大动脉转位 | 46 |
| 九、右室双出口 | 47 |
| 十、单心室 | 48 |
| 十一、三尖瓣下移畸形 | 49 |
| 十二、三尖瓣闭锁 | 50 |
| 第五节 心脏瓣膜病 | 50 |
| 一、二尖瓣狭窄 | 51 |
| 二、二尖瓣关闭不全 | 53 |
| 三、二尖瓣脱垂 | 54 |
| 四、主动脉瓣狭窄 | 55 |
| 五、主动脉瓣关闭不全 | 57 |
| 六、三尖瓣狭窄 | 58 |
| 七、三尖瓣关闭不全 | 59 |
| 八、肺动脉瓣狭窄 | 59 |
| 九、肺动脉瓣关闭不全 | 60 |
| 十、人工瓣膜功能的评价 | 61 |
| 第六节 心肌病 | 63 |

| | |
|---------------------------------|-----------|
| 一、扩张型心肌病 | 64 |
| 二、肥厚型心肌病 | 65 |
| 第七节 心内膜炎 | 67 |
| 一、感染性心内膜炎 | 67 |
| 二、非感染性心内膜炎 | 70 |
| 第八节 冠状动脉粥样硬化性心脏病 | 70 |
| 第九节 高血压性心脏病 | 73 |
| 第十节 肺源性心脏病 | 75 |
| 第十一节 心脏肿瘤 | 76 |
| 一、心脏原发性肿瘤 | 77 |
| 二、心脏继发性肿瘤 | 78 |
| 第十二节 心包疾病 | 79 |
| 一、心包积液 | 79 |
| 二、缩窄性心包炎 | 81 |
| 三、心包肿瘤 | 82 |
| 第十三节 胸膜腔及纵隔疾病 | 83 |
| 一、胸膜腔积液 | 83 |
| 二、纵隔肿物 | 84 |
| 第三章 肝、胆、胰、脾疾病的超声诊断 | 86 |
| 第一节 肝、胆、胰、脾解剖生理概要 | 86 |
| 一、肝脏 | 86 |
| 二、胆道系统 | 87 |
| 三、胰腺 | 88 |
| 四、脾脏 | 88 |
| 第二节 肝、胆、胰、脾的超声检查方法 | 89 |
| 一、患者检查前准备 | 89 |
| 二、检查仪器 | 89 |
| 三、检查体位 | 89 |
| 第三节 肝、胆、胰、脾的正常声像图 | 89 |
| 一、肝脏 | 89 |
| 二、胆道系统 | 91 |
| 三、胰腺 | 92 |
| 四、脾脏 | 92 |
| 第四节 肝脏疾病 | 92 |
| 一、肝囊肿 | 92 |
| 二、多囊肝 | 94 |
| 三、肝脓肿 | 94 |
| 四、肝包虫病 | 95 |
| 五、肝血管瘤 | 96 |
| 六、原发性肝癌 | 97 |
| 七、继发性肝癌 | 101 |

| | |
|--------------------------|-----|
| 八、脂肪肝 | 102 |
| 九、肝硬化 | 103 |
| 十、肝血吸虫病 | 106 |
| 十一、淤血肝 | 106 |
| 十二、肝破裂 | 106 |
| 第五节 胆道系统疾病 | 107 |
| 一、胆囊结石 | 107 |
| 二、胆管结石 | 109 |
| 三、胆囊炎 | 111 |
| 四、胆囊息肉样病变 | 113 |
| 五、胆囊癌 | 114 |
| 六、胆管癌 | 116 |
| 七、胆道蛔虫病 | 117 |
| 八、胆道积气 | 117 |
| 九、先天性胆道囊状扩张症 | 118 |
| 十、阻塞性黄疸的鉴别诊断 | 118 |
| 第六节 胰腺疾病 | 120 |
| 一、胰腺炎 | 120 |
| 二、胰腺囊肿 | 122 |
| 三、胰腺肿瘤 | 123 |
| 四、壶腹周围癌 | 125 |
| 第七节 脾脏疾病 | 125 |
| 一、脾脏弥漫性肿大 | 125 |
| 二、脾脏肿瘤 | 126 |
| 三、脾破裂 | 126 |
| 四、脾梗死 | 126 |
| 第四章 消化道及腹膜腔疾病的超声诊断 | 128 |
| 第一节 消化道解剖生理概要 | 128 |
| 第二节 消化道正常声像图 | 129 |
| 一、检查前准备 | 129 |
| 二、胃 | 129 |
| 三、十二指肠 | 129 |
| 四、结肠 | 130 |
| 第三节 消化道疾病 | 130 |
| 一、胃癌 | 130 |
| 二、肠套叠 | 131 |
| 三、肠梗阻 | 132 |
| 四、急性阑尾炎 | 132 |
| 第四节 腹膜腔疾病 | 133 |
| 一、腹腔积液 | 133 |
| 二、腹膜肿瘤 | 133 |

| | |
|------------------------------------|------------|
| 三、结核性腹膜炎 | 134 |
| 第五章 泌尿系统疾病的超声诊断 | 136 |
| 第一节 泌尿系统解剖生理概要 | 136 |
| 第二节 泌尿系统正常声像图 | 137 |
| 一、肾 | 137 |
| 二、输尿管 | 138 |
| 三、膀胱 | 138 |
| 四、前列腺 | 138 |
| 第三节 肾脏疾病 | 138 |
| 一、肾囊肿 | 139 |
| 二、多囊肾 | 140 |
| 三、肾结石 | 140 |
| 四、肾积水 | 141 |
| 五、肾肿瘤 | 142 |
| 六、肾结核 | 144 |
| 七、肾发育异常 | 145 |
| 八、移植肾 | 146 |
| 九、肾周围炎 | 147 |
| 十、肾创伤 | 147 |
| 第四节 输尿管疾病 | 148 |
| 一、输尿管结石 | 148 |
| 二、输尿管肿瘤 | 149 |
| 第五节 膀胱疾病 | 149 |
| 一、膀胱结石 | 149 |
| 二、膀胱肿瘤 | 150 |
| 三、膀胱憩室 | 150 |
| 第六节 前列腺疾病 | 151 |
| 一、前列腺增生 | 151 |
| 二、前列腺癌 | 151 |
| 第六章 妇科疾病的超声诊断 | 153 |
| 第一节 子宫及其附件解剖生理概要 | 153 |
| 一、子宫 | 153 |
| 二、附件 | 153 |
| 三、子宫及其附件的动脉供应 | 154 |
| 第二节 子宫及其附件的检查方法及正常声像图 | 154 |
| 一、检查方法 | 154 |
| 二、正常子宫声像图 | 154 |
| 三、输卵管及卵巢声像图 | 155 |
| 第三节 子宫疾病 | 155 |
| 一、子宫肌瘤 | 155 |

| | |
|-----------------------------------|------------|
| 二、子宫腺肌病 | 156 |
| 三、子宫内膜癌 | 156 |
| 四、宫颈癌 | 157 |
| 五、先天性子宫发育异常 | 158 |
| 第四节 卵巢肿瘤 | 159 |
| 一、卵巢囊性非赘生性疾病 | 159 |
| 二、卵巢囊性肿瘤 | 160 |
| 三、卵巢实性肿瘤 | 162 |
| 第五节 盆腔炎症 | 163 |
| 一、盆腔脓肿 | 163 |
| 二、输卵管积水 | 164 |
| 第六节 盆腔静脉曲张症 | 164 |
| 第七节 宫内节育器 | 165 |
| | |
| 第七章 产科超声检查 | 166 |
| 第一节 正常产科超声诊断 | 166 |
| 一、早期妊娠 | 166 |
| 二、中、晚期妊娠 | 167 |
| 第二节 异常妊娠 | 169 |
| 一、流产 | 169 |
| 二、异位妊娠 | 170 |
| 三、多胎妊娠 | 172 |
| 四、胎盘、脐带异常 | 172 |
| 第三节 妊娠滋养细胞疾病 | 173 |
| 一、葡萄胎 | 173 |
| 二、侵袭性葡萄胎与绒毛膜癌 | 174 |
| 第四节 胎儿畸形 | 174 |
| 一、无脑儿 | 174 |
| 二、脑积水 | 175 |
| 三、脊柱裂 | 176 |
| 四、脑膜脑膨出和脑膜膨出 | 176 |
| 五、消化道闭锁 | 177 |
| 六、胎儿肾脏囊性病变 | 177 |
| 七、胎儿唇腭裂 | 178 |
| 八、胎儿心脏室间隔缺损 | 179 |
| 第五节 羊水过多和羊水过少 | 180 |
| | |
| 第八章 腹膜后间隙与肾上腺疾病的超声诊断 | 181 |
| 第一节 解剖生理概要 | 181 |
| 一、腹膜后间隙 | 181 |
| 二、肾上腺 | 181 |

| | |
|------------------------------|------------|
| 第二节 检查方法 | 181 |
| 一、腹膜后间隙 | 181 |
| 二、肾上腺 | 182 |
| 第三节 腹膜后间隙和肾上腺正常声像图 | 182 |
| 一、腹膜后间隙 | 182 |
| 二、肾上腺 | 182 |
| 第四节 腹膜后间隙疾病 | 182 |
| 第五节 肾上腺疾病 | 184 |
| 一、肾上腺皮质疾病 | 184 |
| 二、肾上腺髓质疾病 | 185 |
| 三、其他肾上腺疾病 | 185 |
| 四、鉴别诊断 | 186 |
| 第九章 浅表器官疾病的超声诊断 | 187 |
| 第一节 眼部疾病 | 187 |
| 一、眼部的解剖生理概要 | 187 |
| 二、眼部超声检查方法 | 188 |
| 三、眼部正常声像图 | 188 |
| 四、眼部疾病 | 189 |
| 第二节 甲状腺疾病 | 195 |
| 一、甲状腺的解剖生理概要 | 195 |
| 二、甲状腺的超声检查方法 | 195 |
| 三、甲状腺的正常声像图 | 195 |
| 四、甲状腺疾病 | 196 |
| 第三节 乳腺疾病 | 200 |
| 一、乳腺的解剖生理概要 | 200 |
| 二、乳腺的超声检查方法 | 200 |
| 三、乳腺的正常声像图 | 201 |
| 四、乳腺疾病 | 202 |
| 第四节 阴囊疾病 | 205 |
| 一、阴囊的解剖生理概要 | 205 |
| 二、阴囊的超声检查方法 | 205 |
| 三、阴囊正常声像图 | 205 |
| 四、阴囊疾病 | 206 |
| 第五节 浅表淋巴结疾病 | 209 |
| 一、浅表淋巴结的正常声像图 | 209 |
| 二、浅表淋巴结疾病超声诊断要点 | 210 |
| 第六节 其他常见浅表肿物 | 211 |
| 一、甲状舌骨囊肿 | 211 |
| 二、慢性阻塞性涎腺炎 | 211 |
| 三、腮腺多形性腺瘤 | 212 |

| | |
|------------------------|-----|
| 第十章 肌肉、关节疾病的超声诊断 | 213 |
| 第一节 肌肉 | 213 |
| 一、肌肉的正常声像图 | 213 |
| 二、肌肉的超声检查方法 | 213 |
| 三、肌肉疾病 | 214 |
| 第二节 关节 | 215 |
| 一、关节的正常声像图 | 216 |
| 二、关节的超声检查方法 | 216 |
| 三、关节疾病 | 216 |
| 第十一章 血管疾病的超声诊断 | 218 |
| 第一节 血管解剖生理概要 | 218 |
| 一、颈部及脑血管 | 218 |
| 二、胸、腹主动脉 | 218 |
| 三、下腔静脉 | 219 |
| 四、上肢血管 | 219 |
| 五、下肢血管 | 219 |
| 第二节 血管超声检查方法 | 220 |
| 第三节 血管正常声像图 | 220 |
| 一、正常动脉声像图 | 220 |
| 二、正常静脉声像图 | 221 |
| 第四节 颅脑血管疾病 | 221 |
| 一、颈动脉海绵窦瘘 | 221 |
| 二、颅内血管狭窄和闭塞 | 222 |
| 第五节 颈部血管疾病 | 222 |
| 一、颈动脉硬化性闭塞症 | 222 |
| 二、锁骨下动脉窃血综合征 | 223 |
| 三、椎动脉闭塞性疾病 | 224 |
| 四、颈内静脉瘤(颈内静脉扩张) | 224 |
| 第六节 胸部和腹部血管疾病 | 225 |
| 一、夹层动脉瘤 | 225 |
| 二、瓦氏窦瘤 | 226 |
| 三、动脉瘤 | 226 |
| 四、布-加综合征 | 227 |
| 五、肾动脉狭窄 | 228 |
| 六、左肾静脉压迫综合征 | 228 |
| 第七节 四肢血管疾病 | 228 |
| 一、四肢动脉硬化性闭塞症 | 228 |
| 二、四肢动脉栓塞 | 229 |
| 三、深静脉血栓形成 | 229 |
| 四、下肢深静脉瓣膜功能不全 | 230 |
| 五、多发性大动脉炎 | 230 |

| | |
|-------------------------------|-----|
| 第十二章 介入性超声 | 232 |
| 第一节 超声引导下的介入性诊断 | 232 |
| 一、超声引导下组织学穿刺活检 | 232 |
| 二、超声引导细针穿刺抽吸细胞学检查 | 234 |
| 三、介入性超声诊断在各脏器疾病中的应用 | 234 |
| 第二节 超声引导下的介入性治疗 | 235 |
| 一、超声引导下含液性病变穿刺抽吸治疗和置管引流 | 235 |
| 二、超声介导微创性肿瘤治疗 | 237 |
| 三、介入性超声治疗在各系统疾病中的应用 | 238 |
| 第三节 超声内镜与腔内超声 | 239 |
| 一、经食管超声内镜 | 239 |
| 二、经阴道超声显像 | 240 |
| 三、经直肠超声显像 | 241 |
| 四、经泌尿道超声内镜 | 242 |
| 第四节 外科手术中的超声显像 | 243 |
| 参考文献 | 245 |
| 中英文名词对照索引 | 246 |

第一章

超声诊断的原理与应用

超声诊断学(ultrasonic diagnostics)是研究运用超声物理特性与人体组织器官声学特性相互作用而产生的超声声像图,来分析确定人体生理和病理状态的医学学科,它和医学放射学与核医学等一起,共同组成了医学影像学(medical imaging)。

第一节 超声诊断的物理基础

超声(ultrasound)是指声波振动频率超过2万赫兹(Hz)的机械波,即超过人耳听觉范围上限的高频声波。利用超声照射透声物体以获得该物体内部结构断面曲线或图像的技术,称为超声显像(ultrasonography),所获得的曲线或图像称为声像图。

一、超声的物理特性

医学超声的物理基础是声学,了解超声的物理特性,对于理解超声在医学中的应用有重要意义。

(一) 声波、声源与声的传播

振动在介质中以波的形式进行传播称为声波。声波产生的条件,一是需要能产生和发出声波振动的物体,称为声源(或称波源)。在超声成像中,探头晶片就是声源。二是需要有能传播声波振动的物体,称为介质。大部分人体组织细胞,都是良好的超声介质。

声波的传播形式分为纵波和横波两种,超声诊断仪所能获取的主要是纵波的回声。纵波指质点的振动方向与波的传播方向相互平行,横波指质点的振动方向与波的传播方向相互垂直。在血液和软组织中,主要是纵波的传播;而骨骼属于固体,形状复杂,内部质地不均匀,多为横波传播。因此,超声检查适用于大多数人体内脏疾病,但无法作为骨骼疾病的常规诊断方法。

(二) 周期、频率与波长

声波在介质中一次全振动,也就是质点在平衡位置往返摆动一次所需的时间为声的周期(T)。声波在1秒时间内完成全振动的次数称为频率(f),频率的单位为赫兹(Hz)。超声的频率是决定超声许多性能的最重要物理参数,医学常用的超声频率范围一般在2~30兆赫

(MHz)。周期与频率的关系互为倒数,即 $T=1/f$ 。一个振动周期内波动传播的距离称为波长(λ)。波长的单位为毫米(mm),超声诊断常用波长为 0.15~0.60mm 之间。

频率(f)、波长(λ)与声速(C)是超声的三个基本物理量,三者关系可表达为 $f=C/\lambda$ 。频率越高,波长越短,声波传播的方向性越显著,反之亦然。为了提高分辨力,通常应尽可能采用频率高、波长短的超声。超声频率与波长的关系见表 1-1。

表 1-1 超声频率与波长的关系

| | | | | | | | | |
|----------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| 频率 (MHz) | 0.8 | 1.25 | 2.5 | 3.0 | 5.0 | 7.5 | 10.0 | 15.0 |
| 波长 (mm) | 1.88 | 1.20 | 0.6 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0.15 | 0.1 |

(三) 声速、介质密度与声阻抗

声波在介质中每秒传播的距离为声波的传播速度,简称声速(C),单位为米/秒(m/s)或厘米/秒(cm/s)。超声的声速大小与介质的密度(ρ)关系密切,组织的介质密度是人体内影响声速的主要因素。密度较大的组织,声速也较快(表 1-2)。人体软组织、肝、肾、肌肉、脂肪及血液等的声速一般在 1470~1570m/s,但各种组织声速之间可有 5%左右的差异。因此,超声诊断仪测量器官大小、病灶范围的系统误差也在 5%左右。另外,同一器官内组织细胞结构性质不一样,声速也不一样。

表 1-2 人体各组织的密度、声速和声阻抗

| 介质 | 密度 (g/cm^3) | 声速 (m/s) | 声阻抗 ($10^5 \text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$) |
|-----------|-------------------------------|----------|--|
| 空气(20℃) | 0.00118 | 334 | 0.0004 |
| 生理盐水(37℃) | 1.002 | 1534 | 1.537 |
| 血液 | 1.055 | 1570 | 1.656 |
| 脂肪 | 0.955 | 1476 | 1.410 |
| 肌肉 | 1.074 | 1568 | 1.684 |
| 肝脏 | 1.050 | 1570 | 1.648 |
| 肾脏 | 1.038 | 1561 | 1.620 |
| 颅骨 | 1.658 | 3360 | 5.570 |

声阻抗是介质密度与声速的乘积,即声阻抗(Z)=密度(ρ) \times 声速(C)。超声检查时回声水平的强弱,取决于构成界面的各种组织之间声阻抗值差异的大小。两介质声阻抗值相差越大,界面处反射越多,回声越强;两介质声阻值相差越小,则界面处反射越少,回声越弱。人体内肺和胃肠内有较多气体,气体与软组织声阻抗差最大,产生全反射。因此,不能用常规的超声方法检查肺和胃肠等含气器官。

(四) 声束与声场

超声与人耳可听到的普通声波不同,频率很高,波长很短,在介质中呈直线传播,具有良好的方向性、束射性。集中向某方向发射的声波束,称为声束。超声声束由主瓣和旁瓣组成,超声成像主要依靠探头发射高度指向性的声束主瓣并接收回声反射,而旁瓣在超声成像中会产生伪像。声束的形状、粗细以及声束的能量分布,还取决于探头的形状、大小、振元数及其排列、频率和聚焦方式等因素,同时也受人体不同组织的反射、折射、散射及吸收衰减的

影响。

超声在介质中传播时其能量所能到达的空间,称为声场。声场分为近场和远场。近场声束集中成圆柱形,远场声束向周围空间扩散。声束扩散角度越小,指向性就越好。因此,超声成像多使用聚焦式声束,使聚焦区超声束变细,减少远场声束扩散,改善图像的侧向分辨力和横向分辨力,以提高成像质量。

(五) 反射、透射、折射、散射与衍射

超声在介质中传播至声阻抗不同的两种介质的界面上时,一部分声波从第二层介质界面返回第一层介质,此现象称为反射,这部分声波称为反射波。声波透过第二层介质界面继续向深层传播的现象,称为透射,这部分声波称为透射波。透射波从第一层介质穿透过界面进入第二层介质时,若入射传播方向发生了偏离,称为折射,这部分声波称为折射波。如声束遇到界面远小于波长的微小粒子,小部分能量激发微粒振动,形成新的点状声源以球面波方式发射,称为散射,这部分声波称为散射波。散射波可形成新的反射、透射或折射声波。人体内的散射源主要是血液中的红细胞和脏器内的微细结构。超声检查就是利用这些细胞和结构产生的反射和散射变化,对人体各组织的生理与病理信息进行诊断分析的。当声波传播过程中遇到直径小于 $\lambda/2$ 的障碍物时,声波将绕过该障碍物继续前进,且超声能量不变,这种现象称衍射(绕射),超声仪无法检测到衍射波(图 1-1)。

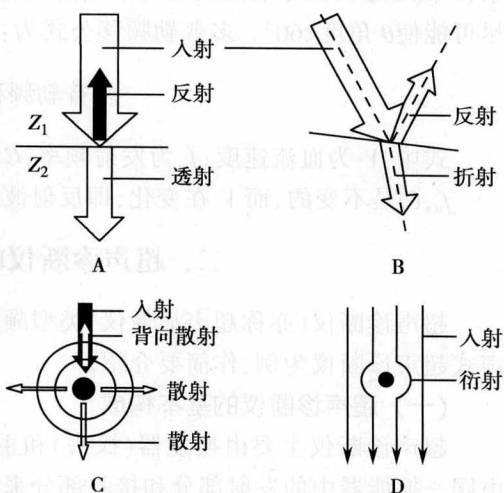


图 1-1 超声反射、透射、折射、散射与衍射模式图

(六) 声能、声强与声衰减

声波在介质中传播,可使介质中的质点粒子获得动能或位能,这部分能量称为声能。通过垂直于传播方向单位截面积的平均声能流(声功率),称为声波强度(声强),又称为能流密度,单位是瓦/平方厘米(W/cm^2)。声衰减是指超声在介质中传播时,声能随着传播距离而减弱的现象。声衰减的原因有三:①由于介质的粘滞性、导热性和弛豫性使声能吸收损耗;②声束在远场因扩散而导致能量分散;③能量在声阻抗不同的介质界面上被散射。超声衰减的程度在生物组织中主要与组织中蛋白质和水的含量有关,蛋白质成分越高,衰减越明显,穿透力越下降。人体组织声衰减程度的一般规律为骨>肌腱>肝、肾>血液>尿液、胆汁。另外,对于同一种组织,其超声衰减随频率的增高而增大。

(七) 回声、噪声与透声窗

从声源发射经介质界面反射至接收器的声波,即能被接收器接收的反射波,称为回声(回波)。超声检查中获得的所有曲线或图像等,都来自于被检组织所产生的回声信号。除了各组织、病变间固有的回声差异外,声束入射角度对回声强度的影响最大。入射声束与界面垂直,回声反射强;入射声束与界面倾斜,回声反射弱。如果倾斜角度 $\geq 20^\circ$,探头便几乎检测不到回声反射,称为回声失落。紊乱、断续、随机的干扰性声振荡,称为噪声。回声和噪声强度常以分贝(dB)为单位表述。在不易透声的环境中,那些能避开某些特定体表或体内部位(如