

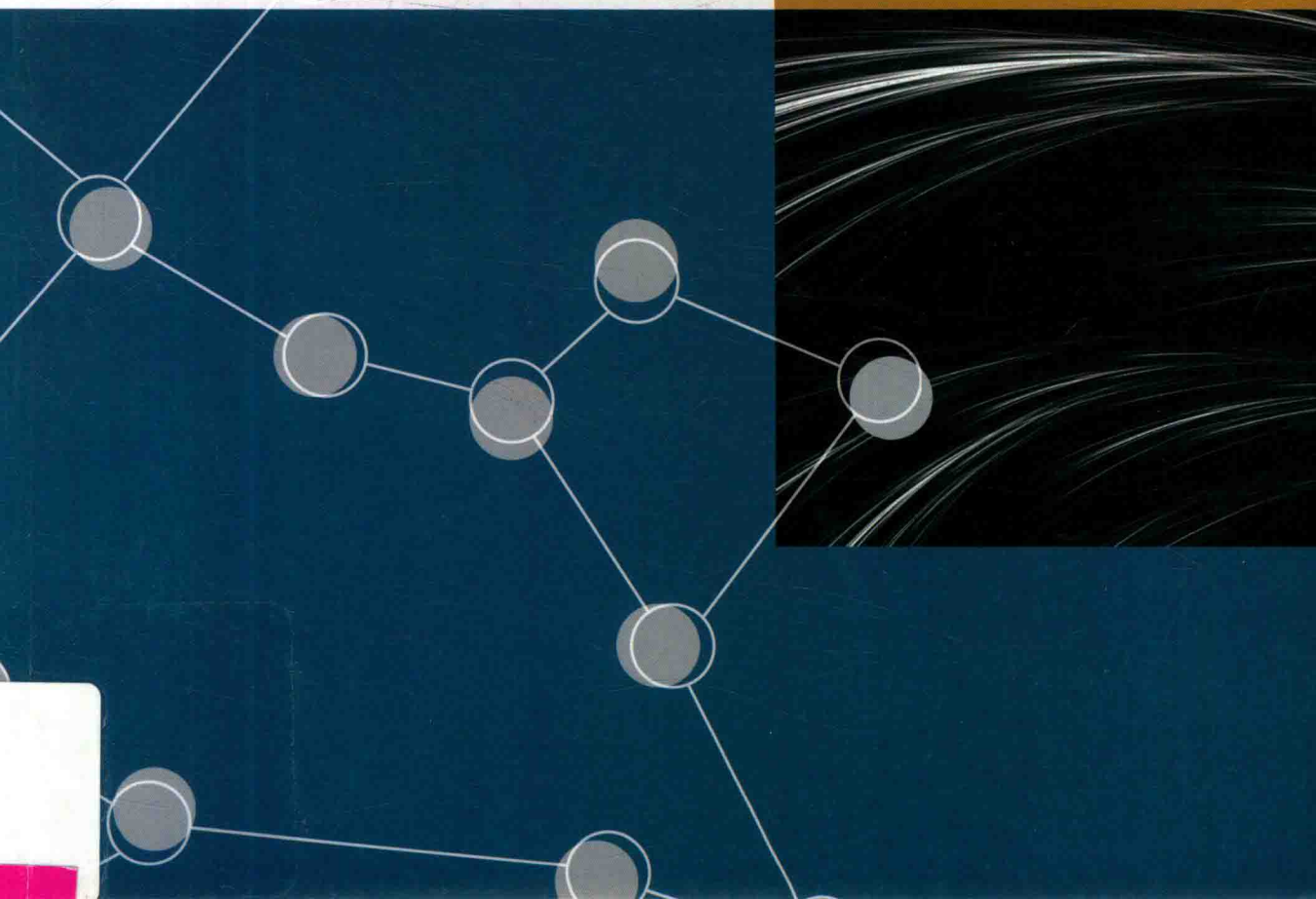
陈宝定 鹿 皎

主编

临床超声 医学

 江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

ULTRASOUND IN CLINICAL
MEDICINE



ULTRASOUND IN CLINICAL
MEDICINE

临床超声 医学

主 编：陈宝定 鹿 皎
名誉主编：徐辉雄 薛 玉
副 主 编：亓培君 张 歆
吴新财 尚梦园
沈培璞

编委会

(按拼音排序)

陈宝定 江苏大学附属医院
陈哲铭 江苏大学附属医院
杜 睿 江苏大学附属医院
侯秀敏 徐州医科大学附属医院
胡建群 江苏省人民医院
胡 兴 江苏大学附属医院
鹿 皎 徐州医科大学附属医院
亓培君 徐州医科大学附属医院
仇 焕 徐州医科大学附属医院
尚梦园 江苏大学附属医院
沈 楚 江苏大学附属医院
沈培璞 徐州医科大学附属医院
王珂珂 江苏大学附属医院
王 荣 徐州医科大学附属医院
吴新财 江苏大学附属医院
夏炳兰 江苏省苏北人民医院
许 迪 江苏省人民医院
许建萍 江苏大学附属医院
薛佩芳 江苏大学附属医院
余 转 江苏大学附属医院
张倩倩 徐州医科大学附属医院
张 歆 江苏大学附属医院
张 哲 江苏大学附属医院
赵 峰 江苏大学附属医院
赵双双 江苏大学附属医院
卓晓英 徐州医科大学附属医院

 江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

镇 江

图书在版编目(CIP)数据

临床超声医学 / 陈宝定, 鹿皎主编. — 镇江: 江苏大学出版社, 2018.5
ISBN 978-7-5684-0812-7

I. ①临… II. ①陈… ②鹿… III. ①超声波诊断
IV. ①R445.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 105213 号

临床超声医学

Linchuang Chaosheng Yixue

主 编/陈宝定 鹿 皎

责任编辑/仲 蕙 王 晶 李经晶

出版发行/江苏大学出版社

地 址/江苏省镇江市梦溪园巷 30 号(邮编: 212003)

电 话/0511-84446464(传真)

网 址/http://press. ujs. edu. cn

排 版/镇江华翔票证印务有限公司

印 刷/句容市排印厂

开 本/787 mm×1 092 mm 1/16

印 张/36.25

字 数/978 千字

版 次/2018 年 5 月第 1 版 2018 年 5 月第 1 次印刷

书 号/ISBN 978-7-5684-0812-7

定 价/71.00 元

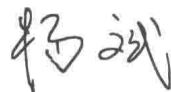
如有印装质量问题请与本社营销部联系(电话:0511-84440882)

序一

超声医学新技术不断发展进步,特别是近十年,超声医学取得了突破性的进展,已经成为临床重要的影像检查技术。江苏大学附属医院和徐州医科大学附属医院的超声医学同仁,为了满足医学影像专业教学和超声临床工作的需求,历经一年多的通力合作,编写了这本面向临床医学专业本科生的超声医学教材。该教材编委陈宝定和鹿皎等,长期在临床、教学和科研一线工作,积累了大量的临床病例资料、教学经验和科研基础。

本书依据超声专业教学大纲要求,详细阐述了超声医学的基本理论、基本知识和基本技能,以临床上的常见病、多发病的超声诊断为重点,并兼顾一些新技术的介绍。本书重点突出,内容简洁、精练,涵盖的范围又极其广泛,不仅包括传统超声诊断,还增加了一些超声新技术,如超声造影、弹性成像、三维成像、介入性超声及部分小儿超声的内容,拓宽了学生们的视野,增加了学生学习的兴趣。

通过精心准备,本书内容翔实、图片丰富,必将成为在校医学影像专业学生的一本宝贵的教科书,同时可为从事临床超声诊断工作的医务人员提供指导和帮助。



南京军区南京总医院

2018年4月

序二

近年来,超声医学新技术和诊断新思路发展迅速,弹性成像、超声造影、介入性超声等一些新技术不断应用于临床。为了配合新时期超声医学教学的需求,江苏大学附属医院和徐州医科大学附属医院超声专业的同道编写了本书。此书立足超声专业的本科教学,同时也适合广大超声医务工作者参考使用。本书编委都是从事医教研工作的一线人员,多数是年青同志,为了本书的出版,他们在繁忙的工作之余精心编撰,付出了大量的辛勤劳动,实属不易。

本书主要介绍了疾病的解剖病理、临床表现、超声检查方法及超声声像图表现,作为教学用书,尽量配上了各疾病相应的典型声像图改变及示意图、鉴别诊断表格等,能使学生更为直观地加深对疾病的理解及超声诊断的掌握。本书涵盖的内容广泛,包括超声基础,消化系统、心脏、泌尿和男性生殖、胃肠、妇科、产科、外周血管、浅表器官、肌肉骨骼系统、介入性超声、小儿超声 13 个章节,对超声基础部分阐述深入浅出,并增加了超声弹性、超声介入等新技术的介绍,使得该教材更加新颖。

此书出版正值超声新技术在临床广泛应用的节点,不仅适合在校医学影像专业学生使用,也适合从事临床超声诊断工作的医务工作者使用。



江苏省肿瘤医院

2018 年 4 月

前 言

超声检查,以其无创、实时、便捷和准确性高等优点已在临床广泛应用。近年来,传统超声成像技术不断完善,如二维图像分辨率和血流成像敏感性明显提高,为观察正常和病理状态下组织结构和功能变化提供了更可靠的方法。同时,超声影像新技术发展迅速,超声造影、弹性成像、三维超声、介入性超声等技术的开发,大大拓展了超声影像学的临床应用范围。特别是介入性超声的发展,更是将超声医学从传统诊断范畴向治疗领域拓展开来,并在临床发挥了重要作用。

为了适应超声技术的飞速发展,配合超声医学教学的需求,江苏大学附属医院和徐州医科大学附属医院的超声医学同仁总结了多年教学和临床经验,参阅了国内外大量文献及相关书籍,编写了这本《临床超声医学》。2016年6月,我们成立了该书编委会,初步制定了编写的方针和框架结构,启动了编订工作。各位编委齐心协力、精心编撰,先后召开了三次编委会,大家共同学习,集体讨论和修改了编写内容,分享编写经验。历时一年多,经反复修改和不断精益求精,于2017年12月在南京召开定稿会,完成了全书的编写工作。

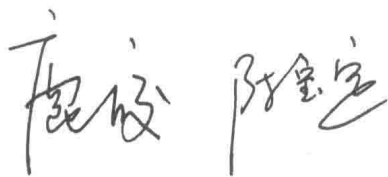
本书的编写原则和要求是针对五年制医学影像学专业教学需求,重视基础理论、基本知识和基本技能,培养从事临床医疗工作的医学影像专业医师,同时也希望其他不同专业的临床医师能从中受益。本书不仅适用于在校医学影像专业学生专业课学习,也适合从事临床超声诊断工作的医务工作者了解超声诊断的基本知识。

本书涵盖的内容广泛,配图清晰(彩图详见各章节二维码),共13章,新增加了介入性超声、小儿超声、肌肉骨骼的超声诊断等超声医学的新篇章。相应章节包含各个组织器官的超声解剖、检查方法、疾病的病理、临床表现、超声声像特征及鉴别诊断,并配上了各疾病相应的典型声像图改变及示意图等,能使读者更为直观地加深对疾病的理解及超声诊断的掌握,以便举一反三,迅速掌握超声诊断与鉴别的要点。内容上,我们选择了超声诊断涉及各个系统的常见病、多发病,书中的主要观点和论据大多为现阶段临床公认的较为成熟的资料,但也介绍了某些超声新技术的探索性应用,以拓展读者的知识面。

本书在编写过程中得到了杨斌教授、谭旭艳教授和徐辉雄教授等前辈的关心支持,特别是徐辉雄教授不断给予编委会指导和鼓励,杨斌和谭旭艳教授也欣然作序;江苏大学出版社

的编辑们也大力支持,在此一并表示衷心感谢!

江苏大学附属医院和徐州医科大学附属医院超声医学同仁在繁忙的工作之余,为本书的编撰付出了大量的辛勤劳动。由于编者学术水平和经验所限,书中难免存在疏漏之处,恳请广大读者提出宝贵意见,以便再版时给予纠正和提高。

Handwritten signature in black ink, consisting of two characters: '高俊' (Gao Jun) on the left and '陈定' (Chen Ding) on the right.

2018年4月

目 录

第一章 医学超声基础知识	1	三、肝脏囊性病变	46
第一节 超声基本特性	1	四、原发性肝癌	52
一、超声发展史	1	五、转移性肝癌	56
二、超声波的物理特性	2	六、肝血管瘤	58
三、声波相关物理量	3	七、肝脓肿	59
四、声波的基本特性	4	八、肝局灶性结节性增生	61
五、超声波的声场特性	8	九、脂肪肝	62
六、多普勒原理及其临床应用	9	十、肝硬化	64
第二节 超声诊断原理及诊断基础	13	十一、淤血肝	68
一、超声设备及探头原理	13	十二、Budd-Chiari 综合征	69
二、超声诊断方法	15	十三、肝血吸虫病	71
三、超声诊断仪的使用调节	21	第二节 胆道的超声诊断	73
第三节 超声诊断的临床应用	24	一、解剖概要	73
一、超声灰阶成像描述	24	二、检查方法	75
二、常见超声伪像	25	三、正常声像图	77
第四节 超声生物效应与安全	30	四、胆囊疾病	79
一、超声生物效应	30	五、胆管疾病	90
二、超声生物效应的安全性	30	第三节 脾脏的超声诊断	98
第五节 超声物理治疗	32	一、解剖概要	98
一、超声波治疗原理与方法	32	二、检查方法	99
二、超声治疗的适应证与禁忌证	34	三、正常声像图	100
三、超声治疗仪的分类	34	四、超声测量及正常参考值	100
四、超声碎石	35	五、弥漫性脾肿大	101
参考文献	35	六、脾破裂	102
中英文对照	36	七、脾囊肿	104
三、肝脏囊性病变	46	八、脾梗死	105
四、原发性肝癌	52	九、脾肿瘤	106
五、转移性肝癌	56	四、胰腺的超声诊断	108
六、肝血管瘤	58	一、解剖概要	109
七、肝脓肿	59	二、检查方法	111
八、肝局灶性结节性增生	61	三、正常声像图及正常参考值	112
九、脂肪肝	62	四、胰腺炎	113
十、肝硬化	64		
十一、淤血肝	68		
十二、Budd-Chiari 综合征	69		
十三、肝血吸虫病	71		
第二节 胆道的超声诊断	73		
一、解剖概要	73		
二、检查方法	75		
三、正常声像图	77		
四、胆囊疾病	79		
五、胆管疾病	90		
第三节 脾脏的超声诊断	98		
一、解剖概要	98		
二、检查方法	99		
三、正常声像图	100		
四、超声测量及正常参考值	100		
五、弥漫性脾肿大	101		
六、脾破裂	102		
七、脾囊肿	104		
八、脾梗死	105		
九、脾肿瘤	106		
第四节 胰腺的超声诊断	108		
一、解剖概要	109		
二、检查方法	111		
三、正常声像图及正常参考值	112		
四、胰腺炎	113		

五、胰腺囊肿	116	七、肾结核	232
六、胰腺肿瘤	117	八、肾周围炎与肾周围脓肿	233
参考文献	123	九、肾损伤	233
中英文对照	124	十、移植肾及其并发症	235
第三章 心脏的超声诊断	127	十一、肾脏先天性异常	236
第一节 超声心动图基础知识	127	十二、弥漫性肾脏疾病	238
一、超声心动图检查适应证	127	十三、肾动脉狭窄	239
二、心脏解剖概要	127	第二节 输尿管的超声诊断	240
三、心脏生理概要	132	一、解剖概要及检查方法	240
第二节 正常超声心动图	134	二、输尿管疾病	240
一、M型超声心动图	134	第三节 膀胱的超声诊断	243
二、二维超声心动图	138	一、解剖概要及检查方法	243
三、多普勒超声心动图	144	二、正常声像图	244
四、超声心动图新技术	148	三、膀胱疾病	244
第三节 心脏功能检测	155	参考文献	249
一、左心室收缩功能检查	155	中英文对照	249
二、左心室舒张功能检查	156	第五章 男性生殖系统的超声诊断	251
三、心脏功能的主要影响因素	161	第一节 前列腺及精囊腺的超声诊断	251
第四节 心脏常见疾病的超声诊断	161	一、解剖概要	251
一、心脏瓣膜病	161	二、检查方法及正常声像图	252
二、冠心病	179	三、前列腺增生	253
三、高血压性心脏病	185	四、前列腺结石	253
四、心肌病	186	五、前列腺囊肿	254
五、肺源性心脏病	193	六、前列腺炎	254
六、心包疾病	195	七、前列腺癌	255
七、心脏肿瘤	198	八、精囊炎	257
八、先天性心脏病	200	第二节 阴囊的超声诊断	257
参考文献	217	一、解剖概要	257
中英文对照	218	二、检查方法及正常声像图	258
第四章 泌尿系统的超声诊断	220	三、鞘膜积液	259
第一节 肾脏的超声诊断	220	四、睾丸肿瘤	260
一、解剖概要	220	五、睾丸炎	262
二、检查方法及正常声像图	221	六、附睾炎	263
三、肾囊性疾病	222	七、睾丸外伤	263
四、肾肿瘤	225	八、睾丸扭转	263
五、肾结石	229	九、精索静脉曲张	264
六、肾积水	230	十、无精子症	265

十一、隐睾·····	265	中英文对照·····	293
十二、睾丸微石症·····	266	第七章 妇科的超声诊断 ·····	295
参考文献·····	266	第一节 盆腔解剖概要·····	295
中英文对照·····	267	一、盆腔解剖结构·····	295
第六章 胃肠道器官及腹膜后间隙的		二、女性内生殖器官·····	296
超声诊断 ·····	268	三、女性内生殖器官的血液供应	297
第一节 胃肠道的超声诊断·····	268	·····	297
一、解剖概要·····	268	第二节 盆腔脏器检查方法及正常	
二、检查方法及正常声像图·····	270	声像图·····	297
三、胃癌·····	272	一、检查方法·····	297
四、胃平滑肌肉瘤·····	274	二、正常声像图·····	298
五、胃恶性淋巴瘤·····	275	第三节 子宫疾病的超声诊断·····	301
六、胃间质瘤·····	276	一、子宫发育异常·····	301
七、大肠癌·····	276	二、子宫肌瘤·····	304
八、肠梗阻·····	278	三、子宫腺肌病·····	307
九、急性阑尾炎·····	279	四、子宫内膜增生·····	308
十、克罗恩病·····	280	五、子宫内膜息肉·····	309
第二节 腹膜后间隙的超声诊断		六、子宫内膜癌·····	309
·····	280	七、子宫颈癌·····	310
一、解剖概要·····	280	八、宫腔积液·····	311
二、检查方法及正常声像图·····	281	九、宫内节育器·····	312
三、原发性腹膜后肿瘤·····	282	第四节 卵巢疾病的超声诊断	
四、继发性腹膜后肿瘤·····	284	·····	313
五、腹膜后血肿·····	284	一、卵巢瘤样病变·····	313
六、腹膜后脓肿·····	285	二、卵巢良性肿瘤·····	316
第三节 腹膜后大血管的超声诊断		三、卵巢恶性肿瘤·····	321
·····	285	第五节 盆腔炎性疾病的超声诊断	
一、解剖概要及正常声像图·····	285	·····	325
二、腹主动脉瘤·····	286	一、盆腔脓肿·····	325
三、Budd - Chiari 综合征·····	288	二、输卵管积水·····	326
四、左肾静脉压迫综合征·····	288	第六节 超声造影在妇科的应用	
第四节 肾上腺的超声诊断·····	289	·····	327
一、解剖概要·····	289	一、原理·····	327
二、检查方法及正常声像图·····	289	二、临床应用·····	327
三、肾上腺皮质增生·····	290	参考文献·····	328
四、肾上腺皮质腺瘤·····	290	中英文对照·····	329
五、肾上腺皮质恶性肿瘤·····	291	第八章 产科的超声诊断 ·····	330
六、肾上腺嗜铬细胞瘤·····	292	第一节 正常妊娠的解剖概要·····	330
参考文献·····	293	一、早期妊娠生理解剖·····	330

二、中、晚期妊娠超声解剖	330
第二节 检查方法及检查内容	331
一、检查方法	331
二、检查内容	331
第三节 正常妊娠声像图	331
一、早期妊娠	331
二、中、晚期妊娠	333
三、胎儿生理功能的观察	336
第四节 多胎妊娠的超声诊断	337
第五节 异常妊娠的超声诊断	339
一、异位妊娠	339
二、流产	342
三、宫内死胎	344
第六节 妊娠滋养细胞疾病的超声 诊断	345
一、葡萄胎	345
二、侵蚀性葡萄胎	346
三、绒毛膜癌	347
第七节 胎儿畸形的超声诊断	348
一、胎儿神经系统畸形	348
二、胎儿颜面部畸形	352
三、胎儿胸腔畸形	354
四、胎儿消化系统畸形	356
五、胎儿泌尿系统畸形	357
六、胎儿骨骼系统畸形及肢体畸形	359
七、胎儿先天性心脏畸形	361
八、双胎妊娠胎儿畸形	364
第八节 胎盘、脐带、羊水异常的超声 诊断	367
一、前置胎盘	367
二、胎盘早期剥离	368
三、胎盘植入	369
四、胎盘残留	370
五、胎盘绒毛膜血管瘤	371
六、脐带异常	371
七、羊水量异常	374
参考文献	380
中英文对照	381

第九章 周围血管疾病的超声诊断	382
第一节 颈部血管常见疾病的超声诊断	382
一、解剖概要	382
二、检查方法及正常声像图	383
三、颈动脉硬化性闭塞症	386
四、多发性大动脉炎	390
五、颈动脉瘤	391
六、椎动脉闭塞性疾病	393
七、锁骨下动脉盗血综合征	393
第二节 四肢动脉疾病的超声诊断	396
一、解剖概要	396
二、检查方法	397
三、正常声像图	397
四、四肢动脉硬化闭塞症	398
五、血栓闭塞性脉管炎	400
六、急性动脉栓塞	401
第三节 四肢静脉疾病的超声诊断	402
一、解剖概要	402
二、检查方法	403
三、正常声像图	404
四、深静脉血栓	404
五、下肢静脉瓣功能不全	406
六、动静脉瘘	408
七、先天性动静脉瘘	409
参考文献	410
中英文对照	410
第十章 浅表器官的超声诊断	412
第一节 眼的超声诊断	412
一、眼的解剖	412
二、眼的超声检查技术及正常声像图	414
三、视网膜疾病	414
四、脉络膜疾病	417
五、玻璃体疾病	418
六、晶状体疾病	420

七、眼外伤	421	参考文献	462
八、眼眶疾病	422	中英文对照	462
九、超声生物显微镜	423		
第二节 涎腺的超声诊断	424	第十一章 肌肉、骨骼系统的超声诊断	
一、解剖概要	425	464
二、超声检查方法及正常声像图	425	第一节 解剖概要	464
三、涎腺常见病变的超声诊断	426	一、皮肤、皮下组织	464
第三节 甲状腺的超声诊断	429	二、肌肉	464
一、甲状腺的解剖及组织学概要	429	三、肌腱、韧带	465
二、超声检查方法及正常声像图	431	四、滑囊	465
三、甲状腺弥漫性疾病的超声诊断	432	五、滑膜	465
四、甲状腺结节性疾病的超声诊断	435	六、筋膜	465
五、甲状腺疾病的超声医学新技术及进展	439	七、关节	466
第四节 甲状旁腺的超声诊断	440	八、神经	466
一、解剖及生理特点	441	第二节 检查方法及正常声像图	466
二、甲状旁腺的检查方法	441	466
三、正常甲状旁腺声像图	441	一、检查方法	466
四、甲状旁腺疾病的超声诊断	442	二、正常声像图	467
第五节 乳腺的超声诊断	443	第三节 关节超声检查内容	468
一、乳腺的解剖及生理概要	443	一、肩关节	468
二、乳腺的超声检查方法	445	二、肘关节	471
三、正常乳腺超声声像图及各期特点	445	三、腕关节	472
四、乳腺疾病的超声诊断	447	四、髋关节	473
五、乳腺疾病的超声医学新技术及进展	454	五、膝关节	474
第六节 浅表淋巴结的超声诊断	456	六、踝关节	477
一、解剖概要	456	第四节 肌肉、骨骼系统常见疾病的超声诊断	479
二、超声检查方法	457	一、肌肉病变	479
三、淋巴结疾病的超声诊断	457	二、肌腱、韧带病变	482
四、浅表淋巴结的超声评估	460	三、类风湿性关节炎	484
五、浅表淋巴结疾病的超声医学新技术及进展	461	四、痛风性关节炎	485
		五、周围神经病变	486
		六、骨病变	488
		参考文献	489
		中英文对照	490
		第十二章 小儿疾病的超声诊断	491
		第一节 概述	491
		一、小儿年龄阶段的划分	491
		二、小儿超声的临床意义	491
		三、小儿超声的特点	491

第二节 新生儿颅脑的超声诊断	492
一、新生儿特有的颅脑解剖概要	492
二、检查方法	493
三、正常颅脑超声声像图	493
四、新生儿颅脑常见疾病	495
第三节 婴儿发育性髋关节发育不良的超声筛查	499
第四节 小儿先天性肌性斜颈的超声诊断	502
第五节 小儿胃肠疾病的超声诊断	503
一、先天性肥厚性幽门狭窄	503
二、肠套叠	505
三、急性肠系膜淋巴结炎	507
四、梅克尔憩室	507
第六节 小儿肝胆疾病的超声诊断	508
一、肝糖原累积症	508
二、肝门静脉海绵样变性	509
三、先天性胆道闭锁	509
第七节 小儿泌尿系统常见先天性畸形	510
一、先天性肾脏畸形	510
二、输尿管重复畸形	512
第八节 隐睾与睾丸扭转的超声诊断	513
一、隐睾症	513
二、睾丸和附件扭转	513
第九节 小儿性早熟的超声诊断	515
第十节 小儿腹股沟疝的超声诊断	515
第十一节 小儿常见肿瘤的超声诊断	516
一、视网膜母细胞瘤	516
二、肝母细胞瘤	517
三、肾母细胞瘤	517
参考文献	518

中英文对照	520
-------	-----

第十三章 介入性超声	521
第一节 介入性超声相关设备	521
一、超声仪器	521
二、引导装置	522
三、穿刺活检及引流置管装置	523
四、消融设备	524
五、其他辅助装置	526
第二节 术前准备	526
一、患者术前准备	526
二、不良反应及并发症预防	527
三、抢救及生命支持设备	527
第三节 超声引导穿刺的技术要求	528
一、影响穿刺精准性的因素	528
二、穿刺路径的选择	529
第四节 介入性超声穿刺活检	530
一、细胞学检查	530
二、组织学活检	531
三、临床应用	533
四、基因分析与免疫组织化检查	534
第五节 囊肿硬化治疗	535
一、适应证和禁忌证	535
二、术前准备	536
三、操作方法	536
四、注意事项及并发症	537
五、临床意义	537
第六节 超声引导下脓肿置管引流术	537
一、适应证和禁忌证	538
二、引流管选择	538
三、操作方法	538
四、注意事项及并发症	539
五、临床意义	539
第七节 超声引导下经皮胆管穿刺引流术	539
一、适应证和禁忌证	540
二、术前准备	540

三、操作方法·····	540	二、超声引导热消融术治疗肝脏肿瘤	547
四、注意事项和并发症·····	540	·····	547
五、临床意义·····	541	三、甲状腺结节的热消融治疗·····	551
第八节 超声引导下胆囊造瘘术	541	四、超声引导冷冻治疗肿瘤·····	552
·····	541	五、超声造影在肿瘤消融中的应用	553
一、适应证和禁忌证·····	541	·····	553
二、术前准备·····	541	第十一节 介入性超声在妇产科疾病	553
三、操作方法·····	541	诊疗中的应用·····	553
四、注意事项和并发症·····	542	一、超声介入硬化治疗子宫肌瘤	554
五、临床意义·····	542	·····	554
第九节 超声引导下经皮肾盂造瘘术	542	二、高强度聚焦超声治疗子宫肌瘤	556
·····	542	·····	556
一、适应证和禁忌证·····	543	三、超声引导微波消融治疗子宫肌瘤	557
二、术前准备·····	543	·····	557
三、操作方法·····	543	四、超声引导抽吸硬化治疗盆腔子宫	558
四、注意事项和并发症·····	544	内膜异位囊肿·····	558
五、临床意义·····	545	五、超声引导下羊膜腔穿刺·····	559
第十节 实质性肿瘤的消融治疗	545	六、超声引导下脐静脉穿刺取血	560
·····	545	·····	560
一、超声引导经皮酒精注射治疗	545	参考文献·····	561
肝脏肿瘤·····	545	中英文对照·····	562

第一章 医学超声基础知识

第一节 超声基本特性

一、超声发展史



由于超声检查具有安全、无创、便携、易用、价格便宜、实时成像等优势,早在 20 世纪末,超声影像学便成为医学影像诊断领域的主要方法之一。现简要回顾国内外医学超声发展史,简单阐述医学超声当前技术的发展水平及其临床应用。

1880 年,Curie 兄弟首次发现了产生超声波的压电效应,1949 年奥地利的 K. T. Dussik 获得了头部(包括脑室)的二维 B 型超声图像,超声从此开始用于临床诊断。1952 年美国 Wild 等应用 A 型超声诊断仪分析组织结构,由于该方法将超声回波幅度作为纵坐标、超声传播时间作为横坐标,其波形只能反映某一方向一维深度各点的回波波形信息而缺乏解剖形态。1954 年 Edler 等开始通过 M 型超声诊断心血管疾病,即以回波幅度调节声束各扫描点的亮度,以随时间变化的曲线显示心脏结构运动的变化情况。20 世纪 60 年代后期,B 型超声被用于检查腹部脏器并可获取相对理想的图像,该方法是以回波的幅度调制光点亮度以形成二维断面图,其检测实质为界面的声阻抗差。20 世纪 90 年代兴起的三维超声成像技术是采用二维序列图像和三维重建算法,以获得感兴趣区横切面、纵切面、冠状切面及三维轴向切面的图像。

1842 年 Christian Doppler 首次发现多普勒效应;1957 年日本里村茂夫发表连续多普勒诊断心脏瓣膜病的文章;随后,Fram Kein 研制出脉冲多普勒超声。多普勒超声主要用于诊断心血管、反映血流动力学指标,1992 年 McDicken 等提出采用多普勒组织成像技术来分析心肌运动产生的频移信号。

声波在介质内传播、发射及散射都具有非线性效应,导致谐波产生,其中二次谐波的幅度最强。谐波成像技术最早应用于超声造影成像,即利用微泡在超声波的作用下进行非线性振动形成“仅含微泡”的图像。1968 年 Gramiak 和 Shah 报道了通过使用小气泡来增强超声对比度的工作,开启了超声造影剂的研究。最早的超声造影剂不能通过肺循环而只能使右心显影。1984 年 Feinstein 等发明的白蛋白包裹的微泡造影剂直径小、在血液内持续时间长,标志着超声造影跨入了左心造影时代。随后,第三代声学造影剂能达到心外脏器、实现心外脏器造影,增强实质脏器的二维图像和多普勒超声信号。目前超声造影增强的临床应用及潜在的应用技术领域主要集中于以下 4 个方面:多普勒模式下超声造影显像、灰阶超声造影显像、超声造影功能显像及超声与微泡造影剂在治疗领域中的应用。

软组织发生病变时,其组织的弹性特征会随之变化。为此,1982 年 Dickinson 和 Wilson 等首先将超声用于测量组织弹性情况,即通过跟踪由心脏收缩和血流搏动所产生的回波移动来测量血管附近的位移和形变。1988 年 Lerner 和 Parker 首次将感兴趣区表示为一幅图像以显

示软组织包绕高硬度区域的检测情况,并提出“声弹性”这一具有里程碑意义的技术。1991年Ophir等提出“弹性成像”技术,即通过外部压力获得应变图像以辨别病变组织的炎症、增生、纤维化等病变。此方法被称为应变弹性成像,可定性显示组织硬度。20世纪90年代苏联学者Sarvazyan系统提出了剪切波弹性成像理论,即利用声束产生的声辐射力对介质进行激励,这种激励能沿其传播方向对介质产生推力,而弹性介质如人体组织自身存在恢复力,对这种推力会有所反应,可引发机械波,其中包括在组织中横向传播的剪切波。因人体各组织密度相对稳定,剪切波的传播速度与人体组织的硬度直接相关,故该方法近几年被应用于定量显示人体软组织硬度情况。

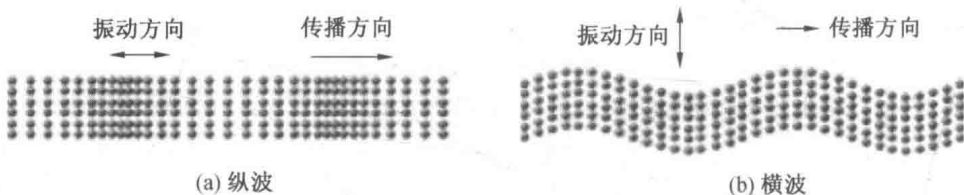
二、超声波的物理特性

超声波(ultrasound)的本质是频率超过人耳听觉范围(20~20 000 Hz)的机械波(表 1-1-1),是通过压强周期变化在弹性介质中传播的一种能量。机械波的压强变化会引起介质中质点的位移,或导致质点在其平衡位置附近发生振动。弹性介质的各质点就是通过弹性力而相互联系的,而机械波正是通过质点前后振动并与相邻质点之间的相互作用向前传播的。因此,机械波从振源向外传播的是能量,本身并不移动。故作为机械波的一种,超声波与电磁波不同,其传播是需要介质的,如空气、水、软组织、固体等。超声波可以理解为介质中的质点位移或引起质点运动的入射压强,当质点距平衡位置最远时其能量为0;当质点在平衡位置时压强达到最大。相控阵探头发射的最高峰值声压在软组织内引起的质点最大位移约 10^{-8} m,大概是原子直径的100倍。

表 1-1-1 声波频率的分段

名称	频率范围/Hz	备注
次声波	<20	
可听声波	20~20 000	人耳听到的声音频率因人而异,其总范围为20~20 000 Hz。年龄越大,人耳能听到的频率范围越窄
超声波	>20 000	医学诊断超声所用频率多为1~20 MHz

机械波可分为纵波、横波、拉伸波、弯曲波等多种,医学超声领域应用最多的是纵波,近几年一些新的成像技术也开始涉及横波(图 1-1-1)。



纵波是指介质中质点的运动方向与波的传播方向平行。波长为相邻压缩区或稀疏区之间的距离。声波即常见的纵波,由高、低声压区组成,高声压区(压缩区)为波峰,低声压区(稀疏区)为波谷。横波是指质点的运动方向垂直于波的传播方向。其波长为相邻波峰之间的距离。光波、X线、无线电波等电磁波属于横波。

图 1-1-1 纵波与横波示意图

超声波在介质的分子间传播时,介质的第一个分子受到超声波的推力在其平衡位置附近振动,并将能量传给第二个分子,使其在自己的平衡位置附近振动,这种压缩将依次传递到相邻分子对,直到分子运动因摩擦而终止,波的传播也中断。这种因分子振动而引起的随时间变化的声压常被用来描述声波特性。

超声波在介质中传播时会出现波形的畸变。对畸变波形进行频谱分析后发现该频谱中除了有一个幅度最大、频率最低的波(称为基波),还有若干个频率为基波频率整数倍的波,即谐波(图 1-1-2)。基波频率称为基频 f ,则频率为 $2f, 3f, \dots, nf$ 的这些谐波分别称为二次谐波、三次谐波…… n 次谐波。有限振幅波在介质中开始传播,到锯齿波形成所经历的距离称为间断距离。在形成锯齿波时谐波是最丰富的。谐波的形成有两个突出特点:谐波强度随深度变化是非线性的;谐波能量与基波能量呈非线性。

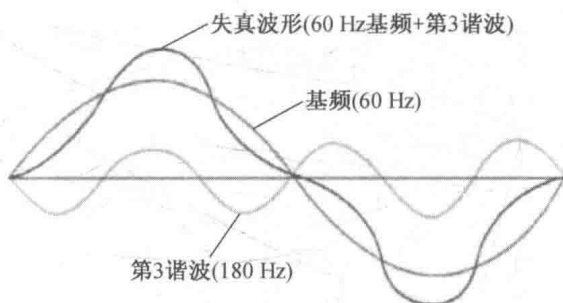


图 1-1-2 基波与谐波示意图

常规超声成像仅利用基波的信息进行成像。如去除基波而利用组织谐波成像则称为组织谐波成像(tissue harmonic imaging, THI),该方法可消除基波的噪声干扰及旁瓣产生的混响,消除近场伪像干扰。

三、声波相关物理量

为更好地掌握超声成像特点及临床应用,首先应熟悉波长、频率、周期、声速、波动公式等机械波的描述性特质。

波长(wave length, λ)是指具有同样位移的相邻两点间的距离,标准单位为米(m)。1.5 MHz 的超声波在软组织中的波长大约为 1 mm。

频率(frequency, f)是指 1 s 内通过任意指定点的波的周期个数,单位为赫兹(Hz)。1 MHz = 1 000 kHz = 1 000 000 Hz。用于成像的超声频率对图像分辨率和穿透深度非常重要,频率增加后,轴向分辨率增加而穿透深度降低。

周期(period, T)是指弹性介质质点完成一次全振动所需要的时间,单位为秒(s)。周期和频率成反比关系($T = 1/f$)。

声速(sound velocity, c)是指声波在介质中传播的速度,单位为米/秒(m/s)。与电磁波不同,超声波声速取决于波传播的介质。不同频率的声波在同一介质中的传播速度相同,但同一频率的声波在不同介质中的传播速度不同(图 1-1-3)。

波动公式表示频率、波长和声速之间的关系,即

$$c = f\lambda = \lambda/T \quad (1-1-1)$$

该式是诊断超声得以成像、测量的基础,因此是诊断超声中最重要的公式。波动公式的临床实际应用二维声像图如图 1-1-4 所示。