

XIANDAICHAOSHENGZHENDUAXUE

冯秀华 巩新玲 代凤明 万旭宏 主编

现代超声

诊断学



 济南出版社

现代超声诊断学

主编 冯秀华 巩新玲 代凤明 万旭宏

济南出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代超声诊断学/冯秀华等主编. — 济南: 济南出版社,
2007. 8

ISBN 978 - 7 - 80710 - 503 - 9

I. 现… II. 冯… III. 超声波诊断 IV. R445.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 126332 号

责任编辑: 张所建

封面设计: 侯文英

出版发行 济南出版社

地 址 济南市经七路 251 号 邮编: 250001

网 址 www.jnpub.com

印 刷 泰安市第三印刷厂

版 次 2007 年 8 月第 1 版

印 次 2007 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 × 1092mm 1/16

印 张 18.5

字 数 430 千字

定 价 36.00 元

(如有倒页、缺页、白页, 请直接与印刷厂调换)

主 编	冯秀华	巩新玲	代凤明	万旭宏	
副主编	亓红梅	吴 群	万天波	潘 青	杜玉霞
	刘 霞	夏 青	赵淑芝	吴世秀	左鲁宁
编 委	(以姓氏笔画为序)				
	万天波	万旭宏	亓红梅	云雪飞	代凤明
	冯秀华	左鲁宁	刘 霞	刘英芹	刘雪翔
	许 锋	巩新玲	初 珂	李 琴	吴 群
	吴世秀	杜玉霞	赵春娥	赵淑芝	夏 青
	彭新玉	程海波	潘 青		

前 言

超声诊断是影像医学的一门重要学科,近年来发展迅速,高灵敏度实时超声、脉冲多普勒及彩色多普勒血流仪相继广泛应用于临床,促进诊断技术水平不断提高。为了便于医务人员学习和运用超声诊断技术,我们在繁忙的工作之余,广泛参考国内外文献,结合自身工作经验,编写了《现代超声诊断学》一书。

全书共分五篇,第一篇总论,重点介绍了超声诊断的基础和原理、超声诊断临床应用概述、介入性超声等。第二篇至第五篇介绍了全身各系统疾病的诊断,包括病因、病理、临床表现、主要超声表现等内容。重点突出,简明扼要,条理清楚,实用性强。可供超声诊断及影像诊断专业人员、临床各科医师以及医学生、研究生、进修生等参考和查阅。

由于时间仓促及编者水平有限,不足之处在所难免,请予指正。

莱芜市中医医院 冯秀华

2007年5月

目 录

第一篇 总 论

第一章 超声诊断的基础和原理	1
第一节 超声诊断的物理特性	3
第二节 超声诊断的显示方式及其意义	7
第三节 常用的超声效应与图像伪差	8
第二章 超声诊断临床应用概述	11
第一节 超声诊断应用范围	11
第二节 检查方法	11
第三章 介入性超声	14
第一节 概述	14
第二节 超声引导穿刺细胞学检查和组织活检	15
第三节 腹部脓肿的穿刺抽吸和置管引流	17
第四节 经皮经肝穿刺胆管造影	18

第二篇 头、颈、胸部疾病超声诊断

第四章 颅脑疾病	20
第一节 颅脑解剖	20
第二节 检查方法	20
第三节 正常颅脑超声表现	21
第四节 异常颅脑超声表现	22
第五节 脑积水	24
第六节 脑脓肿	25
第七节 颅脑外伤	26
第八节 颅内出血	28
第九节 颈内动脉海绵窦瘘	29
第十节 脑动静脉畸形	31
第十一节 脑动脉瘤	33
第十二节 脑肿瘤	34
第十三节 新生儿缺氧性缺血脑病	36
第五章 眼部疾病	39
第一节 眼球及眼眶解剖	39

第二节	检查方法及适应证	40
第三节	正常眼及眼眶超声表现	41
第四节	膜性脱离	42
第五节	玻璃体疾病	43
第六节	晶状体疾病	44
第七节	眼内肿瘤	46
第八节	眼外伤	48
第九节	眼眶肿瘤	49
第十节	眼眶炎性假瘤	52
第十一节	眼眶血管疾病	52
第六章	颌面颈部疾病	55
第一节	解剖	55
第二节	检查方法	56
第三节	颌面部感染	57
第四节	颌面、颈部损伤	58
第五节	颈部淋巴系统疾病	59
第六节	其他肿瘤及囊肿	61
第七章	甲状腺、甲状旁腺疾病	64
第一节	解剖	64
第二节	检查方法	64
第三节	正常超声表现	65
第四节	甲状腺功能亢进	65
第五节	结节性甲状腺肿	66
第六节	甲状腺炎	67
第七节	甲状腺腺瘤	69
第八节	甲状腺癌	70
第九节	甲状腺功能减退症	71
第十节	甲状旁腺疾病	72
第八章	乳腺疾病	74
第一节	解剖	74
第二节	检查方法	74
第三节	正常超声表现	75
第四节	乳腺炎	75
第五节	乳腺囊性增生病	76
第六节	乳房纤维腺瘤	77
第七节	乳管内乳头状瘤	78
第八节	乳腺癌	79
第九章	胸膜腔及纵隔疾病	82

第一节	解剖学概要	82
第二节	检查方法	83
第三节	正常超声表现	83
第四节	胸壁肿瘤	84
第五节	胸壁结核	84
第六节	胸腔积液	85
第七节	胸膜间皮瘤	87
第八节	肺脓肿	88
第九节	肺癌	89
第十节	肺不张	91
第十一节	肺结核瘤	92
第十二节	肺炎性假瘤	93
第十三节	纵隔肿瘤	93

第三篇 心脏疾病超声诊断

第十章	心脏解剖及超声心动图检查方法	96
第一节	心脏解剖	96
第二节	检查方法	102
第十一章	瓣膜病	112
第一节	二尖瓣疾病	112
第二节	主动脉瓣疾病	116
第三节	三尖瓣疾病	118
第四节	肺动脉瓣关闭不全	120
第五节	感染性心内膜炎	120
第十二章	心包疾病	124
第一节	心包积液	124
第二节	缩窄性心包炎	126
第十三章	心脏肿瘤	128
第十四章	先天性心脏病	130
第一节	动脉导管未闭	130
第二节	室间隔缺损	132
第三节	心房间隔缺损	133
第四节	心内膜垫缺损	134
第五节	主动脉缩窄	136
第六节	法乐四联症	137
第十五章	冠心病	139
第一节	心绞痛	139
第二节	心肌梗死	141

第三节	缺血性心肌病	144
第十六章	原发性与继发性心肌病	145
第一节	扩张型心肌病	145
第二节	肥厚型心肌病	147
第三节	限制型心肌病	149
第四节	慢性肺源性心脏病	149
第五节	高血压性心脏病	151

第四篇 腹部脏器疾病超声诊断

第十七章	肝脏疾病	155
第一节	肝脏解剖	155
第二节	检查方法	155
第三节	正常超声表现	156
第四节	肝硬化	157
第五节	脂肪肝	161
第六节	肝囊肿	162
第七节	门脉高压症	163
第八节	肝包虫病	166
第九节	肝脓肿	167
第十节	原发性肝癌	169
第十一节	继发性肝癌	174
第十二节	肝血管瘤	176
第十三节	肝脏其他良性肿瘤	177
第十八章	胆道系统疾病	179
第一节	解剖概要	179
第二节	检查方法	180
第三节	正常超声表现	180
第四节	急性胆囊炎	182
第五节	慢性胆囊炎	183
第六节	胆囊结石	184
第七节	胆囊癌	187
第八节	胆管结石与炎症	188
第九节	胆管癌	190
第十节	胆道蛔虫病	191
第十九章	脾脏疾病	193
第一节	脾脏解剖	193
第二节	检查方法	193
第三节	正常超声表现	194

第四节	脾脏肿大	195
第五节	脾脏囊肿	195
第六节	脾创伤	196
第七节	脾梗死	197
第二十章	胰腺疾病	198
第一节	解剖	198
第二节	检查方法	199
第三节	正常超声表现	199
第四节	胰腺炎	200
第五节	胰腺囊肿	204
第六节	胰腺肿瘤	205
第七节	胰腺创伤	208
第二十一章	胃肠疾病	209
第一节	胃肠解剖	209
第二节	检查方法	212
第三节	正常超声表现	212
第四节	胃肿瘤	213
第五节	胃、十二指肠溃疡	217
第六节	其他胃部疾病	219
第七节	肠道肿瘤	220
第八节	其他肠道疾病	223
第二十二章	泌尿系统疾病	228
第一节	肾脏	228
第二节	输尿管	237
第三节	膀胱	240
第二十三章	肾上腺疾病	244
第一节	肾上腺解剖	244
第二节	检查方法及正常超声表现	244
第三节	肾上腺皮质疾病	245
第四节	肾上腺其他疾病	247
第二十四章	男性生殖系统疾病	250
第一节	前列腺、精囊疾病	250
第二节	睾丸、附睾疾病	253
第三节	其他阴囊内疾病	255
第二十五章	妇科疾病	256
第一节	女性盆腔解剖	256
第二节	检查方法	256
第三节	正常女性盆腔超声表现	257

第四节	子宫疾病	258
第五节	卵巢肿瘤	261
第六节	盆腔炎性肿块	264
第七节	宫内节育器	265
第二十六章	产科	266
第一节	检查方法	266
第二节	正常妊娠	266
第三节	多胎妊娠	267
第四节	流产	268
第五节	异位妊娠	269
第六节	妊娠滋养细胞疾病	269
第七节	前置胎盘	270
第八节	胎盘早期剥离	271
第九节	胎儿畸形	271

第五篇 骨、关节、软组织及周围血管

第二十七章	骨、关节、软组织	274
第一节	检查方法	274
第二节	正常结构超声表现	274
第三节	常见疾病	275
第二十八章	周围血管	279
第一节	颈部血管疾病	279
第二节	四肢血管疾病	280

第一篇 总 论

第一章 超声诊断的基础和原理

超声医学是声学、医学和电子工程技术相结合的一门新兴学科。研究超声对人体的作用和反作用规律,并加以利用以达到医学上诊断和治疗目的的学科即超声医学。它包括超声诊断学、超声治疗学和生物医学超声工程。超声诊断学是一门边缘学科,它吸取了当今电子学和生物工程学上的最新成就,以解剖学、病理学等形态学为基础,并与临床医学密切结合,发展成为一门比较成熟的医学影像诊断学科,超声诊断主要是研究人体对超声的反作用规律,以了解人体内部情况,在现代医学影像学中与 CT、X 线、核医学、磁共振并驾齐驱、互为补充。它以对人体无损伤、无痛苦、无危害,诊断符合率高,重复性好,操作简便,仪器价格便宜,尤其对人体软组织的探测和心血管脏器的血流动力学观察有其独到之处,深受医学界重视。超声诊断包括了原理、仪器构造、显示方法、操作技术、记录方法及对回声分析、判断。它主要应用光的反射原理,根据超声的反射、折射、衰减及多普勒等物理特性,使用不同类型的超声仪器,如 A 型、B 型、C 型、M 型、F 型、BP 型、D 型等进行各种方法的检查。将超声发射到体内,在组织中传播。由于其能显示人体软组织形态及活动状态,所以应用于临床诊断疾病的范围相当广泛,目前已成为医学诊断领域内的主要检查方法之一。

超声应用于医学诊断已有 50 余年的历史。早在 1942 年,奥地利精神病医生 Dussik 首先采用穿透式超声探测脑肿瘤,开创了超声医学诊断新领域。但由于人体内部器官构造的复杂性,穿透式超声所反映的仅为通过人体组织后的衰减信息,而不能反映其位相信息,因实用意义不大而无甚进展。1946 年,Firestone 等将雷达技术与声学原理相结合,提出了 A 型超声诊断技术原理,开始使用超声脉冲回声检测技术,应用反射式超声进行医学诊断。50 年代美国专家等开始研究用脉冲反射式 A 型超声检测仪探测脑肿瘤获得成功。陆续有人报道了用 A 型超声诊断胆结石、乳腺肿瘤、肾肿瘤等文章的报道,以后又有了更多的临床应用,使超声诊断由探索阶段进入临床应用。虽然 A 型超声所反应的信息较早期的透射法有所提高,但由于只是回波时差的显示,其图型的解释多凭经验,不能得出体内器官的直观图像,这是其一大缺点。1952 年美国专家开始研究超声显像法,先用 B 型超声诊断仪作肝脏标本的显像,其后又开展颈部和四肢及乳腺的超声复合扫查法。先后又开始了眼球的扇形扫查法,盆腔肿物和妊娠子宫的妇产科超声。B 型超声的问世促进了超声临床应用的发展,用慢速成像法、用机械驱动探头扫查法诊断肝占位病变、肝囊肿、肝炎、肾占位病变及囊肿、胆结石、膀胱结石等脏器疾病。1959 年,Franklin 等研制

了超声脉冲多普勒获得成功。1964年, Calagan 应用超声多普勒探测胎儿及某些血管疾病。1967年, Bom 和 Somer 等提出电子扫描法。1968年, Bom 及 Thurstom 等发展了声全息和阵列式换能器成像技术。1969年, Vidoson 制成高速机械扫描(线扫)。Bauer 和 Wells 等发展了超声测距多普勒技术, 提出了调制编码多普勒法。Light 提出频谱法研究血流。60年代超声成像技术已日臻成熟与完善, 临床应用也获得广泛发展, 进入了开拓前进的新阶段。1973年机械扇形扫查和电子相控阵扇形扫查均成功地应用于临床。相继又发展为微型计算机在超声诊断仪器中的作用, 如探头的扫描、图像的数字扫描转换、图像的数字扫描处理、操作仪器的程序控制、各种功能的自动检测显示等, 图像质量大为提高。70年代是B型显像蓬勃发展的年代, 取得了很多突破性的进展, 特别是进入80年代后, 更是日新月异, 飞跃发展。仪器的研制方面主要向自动化、综合化、量化、多功能、CT等函数断层显像方面发展, 致力于从反射、散射特性中提出更多的信息。实时二维彩色多普勒血流显像已广泛用于临床, 对心脏疾病的诊断有了进一步发展。诊断房间隔缺损、室间隔缺损、动脉导管未闭等; 心脏瓣膜的诊断, 心肌病的诊断, 心脏肿瘤的诊断等; 又用D型超声诊断脉管炎、胎盘、脐带、动脉、静脉获得了不同的多普勒信号诊断疾病。超声诊断学吸收了当今电子和生物工程学上的最新成就, 并与临床医学密切结合, 使超声的发展不断地发生飞跃。我国于1958年开始应用超声诊断, 在60年代初期发展很快, 当时上海、北京、武汉等地应用国产的A型超声诊断仪检查肝脏疾病、妇产科疾病、颅脑和心脏疾患取得了较好的成绩, 在普及和提高方面也获得了一定的成就。60年代中、后期我国超声研究工作出现停滞不前, 耽误了相当长的时间, 拉大了与国外的差距。70年代后期随着新的超声设备的引进和创制, 以及线扫、扇扫断层显像的应用逐步增加, 我国的超声诊断有了长足的发展, 特别在临床应用研究方面取得了很多新的成果。造影超声心动图中的双氧水心脏声学造影研究等, 已获得了临床应用, 在国际上也居于领先地位。临床应用的许多方面已接近和达到目前国际新水平。总之, 我国的超声医学的起步较早, 但由于十年动乱的破坏干扰, 使我国的超声医学和工程技术一度停滞不前, 处于相当落后状态。80年代以来, 临床诊断水平方面已明显提高, 90年代已达到或接近国际先进水平。在仪器工程方面, 除A型、M型诊断仪外, 已能生产机械或相控阵扇形扫查仪、实时线阵超声诊断仪以及脉冲多普勒诊断仪和彩色多普勒血流超声成像系统, 90年代初生产B超微机处理彩色显示仪, 以及引进生产线成批生产中、低档超声诊断仪, 但在多功能和高质量图像以及基础研究、开发方面仍有一定差距, 有待理、工、医各界努力合作, 早日跨入国际先进行列。超声诊断总的发展趋势是, 在显示空间上从单维空间探测发展到二维超声显示, 目前我国有些医疗单位正在研究三维空间的立体超声图像, 它可以更全面、更直观地观察左心室几何形变化, 可更精确地计算左心功能, 观察治疗效果, 有的单位已开始研究三维超声对腹部脏器的探测, 并取得较好成绩。近年来超声内镜的临床应用, 对纵隔、胰腺、胆道等体腔深部脏器的超声诊断正确率有显著提高。阴道探头, 宫腔探头, 尿道、直肠探头, 以及血管内探头和术中探头的应用, 扩大了诊断范围, 提高了诊断水平。由于新型超声诊断仪的开发和扫查方法的改进, 超声诊断的临床应用范围不断扩大, 诊断水平明显提高, 对肝占位性病变、胆囊、胆总管、肝胆管、胰腺、肾、肾上腺、前列腺等脏器占位性病变和管腔内结石均可清晰显示, 对骨骼、颅脑、胸、肺、胃肠等超声难以诊断的疾病, 也正在

进行探索和研究,并取得可喜的进展。介入性超声的开展不仅可明显提高诊断水平,有些脏器肿瘤通过介入超声进行治疗,取得显著疗效。

第一节 超声诊断的物理特性

一、超声波的定义

超声为声波的一种,由物体的机械振动所产生。人耳可听觉的声音波动频率是 16 ~ 20000 赫兹之间,超过人耳听阈高限 2 万赫兹的声波叫超声波。诊断用超声频率在 1 ~ 20 兆赫 (MHz) 之间,其中最常用者在 2.5 ~ 10MHz 之间。

二、超声波的产生条件及物理特性

(一) 声源 能发生超声的物体称为声源。医用超声声波亦名超声换能器。目前最常选用的换能器是压电陶瓷即压电晶体。压电晶体加以交变电流时,即可产生兆赫级的超声波,适用于人体诊断。将压电晶体装入各种形式外壳,加上适当的面材及背材,引出电缆线即为换能器。

(二) 声束 是指从声源发出的声波,一般在一个较小的立体角内传播。它代表超声在声源发生后其传播的主方向。如沿声轴作切面,则获得声束平面图。声束两侧边缘间的距离名束宽。

(三) 近场与远场 探头(即换能器)内平面型压电晶体发出的高频超声波,在开始的一段距离内以平面波方式传播,束状的超声场不扩散,称为近场。近场的长度(L)与探头声源的面积(r^2)成正比,与超声的波长(γ)成反比。在近场以远,声束开始扩散,称为远场,远场区声束扩散程度的大小亦与声源的半径及超声波长有关,用 Q 代表半扩散角时,则 Q 愈小,声束扩散愈小。

(四) 声束的聚焦 平面型声源无论在近场区或在远场区中声束束宽均嫌过大,使图像质量下降。故需加用声束聚焦技术。单片型探头一般在其表面加置声透镜聚焦;多阵元型探头需用两种聚焦方法——加置半圆柱形声透镜使声束在探头的短轴方向聚焦;使用多阵元的相控发射及相控接收使声束在探头的长轴方向聚焦。

(五) 分辨力与分辨率 分辨力是指超声仪区分两个紧密相邻小反射物界面的能力,也可以说成能够区分或鉴别人体内某一结构的变化或不同于另一结构的能力,通常用可分辨的两目标的最小间距来表示,可分为两大类:基本分辨力及图像分辨力。在单位距离内超声仪能分辨出小反射物的点数则称为分辨率。

1. 基本分辨力 指根据单一束线上所测出的分辨两个细小目标的能力。正确分辨力的测定系两个被测小靶标移动至回声波形与波形间在振幅高度的 50% 处(-6db)能分离时,此时两小点间距为确切的分辨力。基本分辨力又分 3 类:

轴向分辨力:指沿声轴线方向的分辨力。轴向分辨力的优劣影响靶标在浅深方向的精细度。分辨力佳则在轴向的图像点细小、清晰。通常用 3 ~ 3.5MHz 探头时,轴向分辨力在 1mm 左右。

侧向分辨力:指在与声束轴线垂直的平面上,在探头长轴方向的分辨力。声束越细,侧向分辨力越好,其分辨力好坏由晶片形状、发射频率、聚焦效果及距离换能器远近等因

素决定。在声束聚焦区,3~3.5MHz的侧向分辨力应在1.5~2mm左右。

横向分辨力:又称厚度分辨力。指在与声束轴线垂直的平面上,在探头短轴方向的分辨力。超声探头具有一定厚度。超声切面图像,是一个较厚的断面信息的叠加图像。厚度分辨力是探头在厚度方向上声束的宽度,它与探头的曲面聚焦及距换能器的距离有关。厚度分辨力越好,图像上反映组织的切面情况越真实。

2. 图像分辨力 是指构成整幅图像的目标分辨力。它包括:

细微分辨力:用以显示较强信号。细微分辨力与接收放大器通道数成正比。与靶标的距离成反比。

对比分辨力:用以显示弱回声信号。一般为-40~60db间,而-50db更较适中。在采用数字扫描变换技术(DSC)后,可获得优越的对比分辨力。

3. 多普勒超声分辨力 指多普勒超声系统测定流向、流速及与之有关方面的分辨力。

4. 彩色多普勒分辨力 彩色多普勒系统是将血管(心脏)腔内的血流状态用彩色标示并完全重叠在实时灰阶声像图上。分为两类:

空间分辨力:指彩色血流信号的边缘光滑程度以及这种信号能在正确解剖学的管腔内显示的能力,还包括能同时正确地在空间清晰显示几条血管中血流方向、流速及血流状态的能力。

时间分辨力:指彩色多普勒系统能迅速地反映实时成像中不同彩色及彩色谱的能力。时间分辨力即反映心动周期中血流的不同位相的能力。

三、超声波的主要物理量

(一) 波长、频率、声速 超声波在除固体外的介质内的传播方式,均以纵波为主。即介质质点的振动方向与波的传播方向平行。两个相继波峰之间的距离称为声波的波长(λ)。声速(C)为超声波向外界传播的速度。在单位时间内,介质质点振动的次数称为频率(f)。三者关系为: $C = f\lambda$ 或 $\lambda = c/f$ 。

在一定温度下,某一介质中声速是固定的,因此频率和波长的关系是倒数关系,也就是频率越高,波长越短。声波向传播方向移动一个波长所需要时间,称为声波的周期(T)。 $\lambda = C \cdot T$ 。

(二) 密度(ρ) 各种组织、脏器的密度为重要声学参数中声特性阻抗的基本组成之一。密度的测定应在活体组织保持正常血供时,任何降低动脉血供或致使静脉淤血,以及组织固定后的测值均缺乏真实意义。密度的单位为 gm/cm^3 。

(三) 声压与声强 超声波在介质中传播,单位面积上介质受到的压力称为声压(P)。 $P = \rho CV$ (ρ 为介质密度,C为声速,V为质点振动速度)。

衡量超声强弱的另一个物理量是声强。声波在单位时间内,通过垂直于传播方向单位面积上的超声能量为超声强度,简称声强(I)。

泽平面波,声强为 $I = P^2/PC$

声强的单位是 W/cm^2 、 mW/cm^2 、 MW/cm^2 。

其中 W 为超声功率。 $1\text{W}/\text{cm}^2 = 10^3\text{mW}/\text{cm}^2 = 10^6\text{MW}/\text{cm}^2$ 。

对于平面波来说,超声总功率为声强与面积的乘积,即, $W = I \cdot S$ (S为超声通过某截

面的总面积)。

声强大小很重要,一般说超声诊断无害,但这是有条件的心声强小时超声对人体无害,但声强超过一定限度,则对人体产生伤害。目前国际上认为超声对人体的安全阈值为 $10\text{mW}/\text{cm}^2$,即超声的声强小于 $10\text{mW}/\text{cm}^2$ 时,超声对人体无害。故作超声检查时,尤其对孕妇及小孩,应尽可能将超声功率调小。

(四)声特性阻抗(Z) 为密度与声速的乘积。单位为 $\text{gm}/\text{cm}^2/\text{S}$ 。声特性阻抗可简称声阻抗,为超声诊断中最基本的物理量。声像图中各种回声为像均主要由于声阻抗造成。由于各种物质或介质不同,其密度、声速、声阻抗也不同:密度:固体>液体>气体;声速:固体>液体>气体;声阻抗:固体>液体>气体。

(五)声特性阻抗差与声学界面 声特性阻抗差系指两种介质比较而言,其声学含义是:当两种相邻介质的声特性抗差值 $>0.1\%$,入射的超声波即在其交接面上发生反射和折射等,其交接面称为声学界面。接触面的大小名界面尺寸。尺寸小于超声波长时,名小界面,尺寸大于超声波长时,名大界面每声学界面不一定存在有形结构,例如水与石蜡油的接触面,在超声场中可有强烈反射,但并无解剖学含义的膜性结构。

均质体与无界面区:在一个脏器、组织中如由分布十分均匀的小界面所组成,名均质体;无界面区化在清晰的液区中出现。液区内各小点的声阻抗完全一致。人体内无界面区在生理情况下见于胆囊内胆汁、膀胱内尿液、成熟滤泡以及眼球玻璃体;在病变情况下可见于胸水、腹水、心包积液、盆腔积液、囊肿、肾盂输尿管积水等。

四、超声波传播的特点

人体组织对入射超声可产生多种物理现象,而表现为声像图的各种特征。

(一)散射 入射超声遇到小界面时,呈散射模式。散射使入射超声的能量中的一部分向各个空间方向分散辐射。故散射无方向性。其返回至声源的回声能量甚低。脏器或组织内部的微小结构对入射超声呈散射现象,是超声成像法研究内部结构的重要根据。

(二)反射 大界面对入射超声产生反射现象。反射使入射超声能量中的较大部分向一个方向折返,大界面反射遵守 Snell 定律,即:①入射声和反射回声在同一平面上;②入射声束与反射声束在法线的两侧,③入射角与反射角相等。

平滑大界面如入射角过大,可使反射声束偏离声源,则回声失落而在声像图上不显示此一界面。

(三)折射 由于人体各种组织、脏器中的声速不同,声束在经过这些组织间的大界面时,产生声束前进方向的改变,称为折射。折射角与入射角的正弦比值与界面两侧的声速比值相等。由于折射效应,示波屏上的声像图在实际上是一幅多向扭曲的图形。折射可使测量及超声导向两个方面产生误差。

(四)全反射 如第二种介质内声速大于第一种介质时,则折射角将大于入射角。当入射角超过某一临界角时,其折射的声速会重新进入第一种介质内,而产生超声的全反射现象。全反射会造成第二个介质中“失照射”。即形成由于折射现象而造成的声影,名“折射声影”或“速差声影”,在诊断分析中应予注意。

(五)绕射 在声束边缘与大界面之间的距离,等于 $1\sim 2$ 个波长时,声束传播方向改变,趋向这一界面,名绕射现象,绕过物体后又以原来的方向传播。

(六)衰减 声束在介质中传播时,因小界面的散射,大界面的反射,声束的扩散以及软组织对超声能量的吸收等,造成了超声的衰减。衰减为反射、散射及吸收三者的总和。由于衰减现象的普遍存在,故需在仪器设计中使用“深度增益补偿(DGC)调节”,使声像图深浅均匀。

(七)会聚 声束在经越圆形低声速区后,可致声速的会聚。液性的囊肿或脓肿后方可见声束会聚后逐步收缩变细,呈蝌蚪尾状。在声束经越梭形的腹壁脂肪块后,亦可有一些声束会聚产生。

(八)发散 声束在经越圆形高声速区后,可致声束的发散。实质性含纤维成分较多的圆形肿块后方可见声束发散,呈“八”字形。有些肿瘤内含纤维较多,其后方常呈发散现象。

(九)多普勒效应 入射超声遇到活动的小界面或大界面后,散射或反射回声的频率发生改变,名多普勒频移。界面活动朝向探头时,回声频率升高,呈正频移;反之,回声频率降低,呈负频移。频移的大小与活动速度呈正比。因此,利用多普勒效应可测算出有无血流或组织的活动、活动方向及活动速度。新近则发展成彩色多普勒血流成像系统。

五、入射超声对人体组织的作用

超声携带能量大小差别较大。脉冲式超声通常可分为4种超声声强:①空间平均时间平均声强;②空间平均时间峰值声强;③空间峰值时间平均声强;④空间峰值时间峰值声强。其中空间峰值时间平均声强(SPTAI)在生物效应中最属重要。于70年代中期曾建议SPTAI不得大于 $100\text{mW}/\text{cm}^2$ 。但近来发现即使 $\text{SPTAI} \leq \text{mW}/\text{cm}^2$,仍可使细胞分裂时姊妹染色体互换率增加,使活体血小析计数增加并长出伪足,使红细胞膜抗原松解及 O_2 结合力下降。在妇产科常规诊断时,可使妇女提早排卵,胎儿出生体重低及儿童诵读困难等。在人体组织中对超声敏感者有中枢神经系统、视网膜、视神经、生殖腺、早孕期胚芽及3个月内早孕、孕期胎儿颅脑、胎心等。对这些脏器的超声检查,每一受检切面上其固定持续观察时间不应超过1分钟,并应鼓励超声切面往复扫查,使进入某区组织的平均声能量下降。可允许相隔2~3分钟后再至先前的感兴趣切面固定观察,其持续时间仍不应超过1分钟。

六、超声成像的原理

两种不同的组织其声阻抗之差 $>1/1000$ 时,超声通过时在其界面上即可产生反射。B型超声图像则以光点大小、辉度、亮暗来显示各种图像。声阻抗相差越大,反射越强,所表现的光点则越大。界面多则反射回波多,光点密集。人体各种组织的声阻抗皆有不同,故反射回声亦不相同。脏器之间、脏器内部、各种不同组织、各种正常组织之间、正常组织与病理组织之间、各种不同病理组织之间,其声阻抗皆有不同程度差异。因而构成众多界面,形成亮暗不等,疏密不等的多种多样排列光点,依此构成了各种组织和脏器的剖面图。

超声成像要求解决两个问题:①显示脏器及病变(灶)的轮廓、大小、形态、部位;②显示脏器或病变(灶)内部结构。

(冯秀华 巩新玲 代凤明)