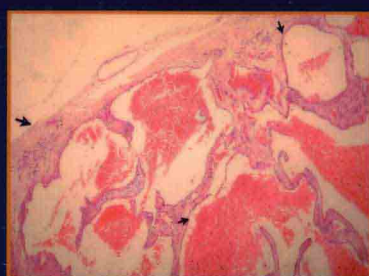
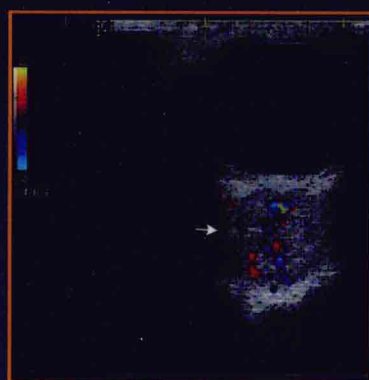
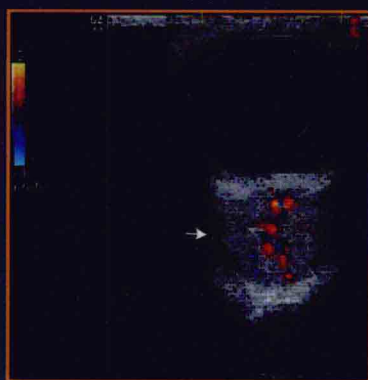


眼与眼眶疾病 超声诊断

Ultrasonographic Diagnosis
of the Eye and Orbit

主编 孙丰源 宋国祥



人民卫生出版社

眼与眼眶疾病 超声诊断

《中华眼科学杂志》编委会 编

《中华眼科学杂志》编辑部 编

（上海）上海科学技术出版社



（上海）上海科学技术出版社

眼与眼眶疾病 超声诊断

Ultrasonographic Diagnosis
of the Eye and Orbit

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

眼与眼眶疾病超声诊断/孙丰源等主编. —北京:人民卫生出版社,2010.5

ISBN 978-7-117-12661-8

I. ①眼… II. ①孙… III. ①眼病-超声波诊断②眼眶疾病-超声波诊断 IV. ①R770.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 025497 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

眼与眼眶疾病超声诊断

主 编: 孙丰源 宋国祥

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 北京人卫印刷厂 (宏达)

经 销: 新华书店

开 本: 889×1194 1/16 印张: 25

字 数: 776 千字

版 次: 2010 年 5 月第 1 版 2010 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-12661-8/R·12662

定 价: 165.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

主编简介



孙丰源 1958 年出生。1982 年毕业于天津医科大学，2005 年至 2009 年任天津眼科医院副院长，现任天津市第一中心医院副院长，天津医科大学一中心临床学院副院长，眼科教研室主任，天津医科大学眼科学博士生导师，教授、主任医师。中华医学会肿瘤分会委员，中华眼科学会外伤、整形、眼眶学组委员，中华眼科学会免疫学组委员，中国超声医学工程眼科学会副主任委员，天津医学会眼科学会副主任委员，荷兰阿姆斯特丹大学眼眶中心客座教授，北京朝阳医院眼科客座教授，国务院特殊津贴专家，国家自然科学基金项目评审专家，天津市政府授衔眼眶病

专家，中国内窥镜技术专业委员会常务委员，中华眼科杂志、中国超声诊断杂志、天津医药、中国实用眼科等杂志编委，第十一届全国政协委员，九三学社天津市委副主任委员。

从事眼眶病的应用基础及临床研究工作 20 余年，分别于 1992 年、1993 年、1994 年、1997 年获得天津医科大学一等奖、三等奖、天津科技进步二等奖两次；1999 年眼眶肿瘤的诊断和治疗的研究课题获得国家科技进步二等奖。2009 年关于甲状腺相关眼病的研究获得天津科技进步二等奖。1998 年经国家卫生部选派赴日本东京 Olympic Eye Hospital 研修。2002 年至 2003 年在荷兰阿姆斯特丹大学眼眶中心 (Orbital Center, University of Amsterdam) 从事研究和博士后临床工作 (后获该中心的客座教授称号)。共诊治各种眼眶疾病近 8000 例，并多次受聘于北京、上海、广州等主要院校及医疗单位的邀请，进行讲学和医疗会诊；已培养博、硕士研究生 20 余名。在中华眼科杂志等核心期刊发表论著 60 余篇，主编 (译) 和参编眼眶病及相关著作 16 部，参加国际和国内学术会议 40 余次。目前承担国际科研合作项目及自然科学基金科研项目多项。

Email: eyesunfy@126.com

主编简介



宋国祥 1928 年出生，1955 年毕业于北京大学医学院，现任天津医科大学教授，博士生导师，天津市眼眶病研究所所长。兼任北京武警总医院眼眶病研究所名誉所长，天津眼科医院首席专家，以及中国医学科学院生物工程研究所、天津总医院等 10 余个单位的客座教授，技术顾问。任中华眼科杂志、眼科、中国实用眼科杂志及中华医学超声杂志等杂志社的荣誉编委、编委。长期从事医、教、研工作，倡导创新，治学严谨。自 1963 年重点研究眼眶病及眼影像学，40 多年以来积累丰富临床资料，诊治多量疑难病例，改进和创建一些诊断和治疗方法。在国内、外杂志及学术会议发表论文百余篇，主编《眼眶病学》、《现代眼科影像学》等五部专著；参编有关眼科学、医学影像学、肿瘤学和神经内、外科学专著 20 余部。培养众多研究生及进修医生，不少学生已成为博士生导师和学科带头人。自 1983 年开始每年在全国各地举办眼眶病和眼影像学习班一至二期，曾到 30 余个城市的 90 余个单位讲学、会诊和手术示范。与有关单位合作开发眼科超声诊断仪器和一些眼眶手术器械。曾获国家科技进步二等奖两次，中美眼科学会金苹果奖，中华眼科学会奖，以及部、市级科技进步奖多次，是我国眼眶病和眼影像学的开拓者和奠基人。

前 言

眼科超声是重要的影像学检查方法,具有软组织病变分辨率高、生物测量精确、可以动态观察病变及其血流量、检查无痛无损伤、可重复等优点,是现代眼科临床不可缺少的诊断方法。眼科超声特别适用于屈光间质不清的眼部疾病以及大部分眼眶疾病的诊断,对于某些疾病,超声图像特征典型,具有定性诊断意义。然而,由于疾病的多样性和复杂性,某些球内疾病以及眼眶病,超声检查也受到限制,不足以提供全面和准确的诊断信息,因而常常需要同时借助其他影像诊断技术,才能提高诊断的准确率;此外,超声的成像基础源于组织病理结构特征,因此只有了解不同疾病组织的病理变化,并以此来对照探讨其超声的回声特征,才能够更加深刻地认识疾病本身(对其深刻认识),更加准确地解读每幅病变的超声图像,从而做出准确的影像学诊断。

编写本书正是基于对上述问题的考虑,在全面系统描述了各种眼科超声技术的基础上,同时描述了其它相关有意义的影像检查,如CT、OCT、MRI、DSA等,并讨论其中最有价值的影像方法,以此作为超声检查的补充和提高;此外本书还针对某些眼疾的组织病理变化进行讨论,揭示产生回声图像的本质,从而使广大读者更易全面和深刻理解超声图像。

《眼与眼眶疾病超声诊断》一书总结了30余年的临床资料,集中了多名具有丰富经验的医生来共同编写完成。主要的资料和图像来源于天津医科大学第二医院和天津市眼科医院;少部分资料来源于天津医科大学眼科中心。全书约65万余字,各种图像约850幅;分为超声成像原理及超声诊断仪、超声检查方法、超声影像解剖、眼前段疾病、眼后段疾病、眼眶肿瘤、眼眶外伤、甲状腺相关眼病、眼部介入性超声、眼部超声生物测量等十六章进行描述;本书的特点是突出介绍各种眼部疾病的超声及其它有意义的影像学特征,并结合病理加以讨论,论述病理与影像特征的关系,揭示图像的本质;同时作者们结合自己多年的临床经验,在每一章(节)的最后以评述的形式加以论述,阐述影像特征在诊疗中的意义以及个性化特征。全书文字简洁,通俗易懂,深入浅出,图文并茂;紧扣临床实际问题,力求达到示例一幅超声图像,剖析一幅图像本质,解读一幅图像意义的效果,着力阐述眼科超声的诊断意义和临床价值。

书山有路勤为径,学海无涯苦做舟。本人从事眼眶疾病和眼科影像学的临床研究20多年,经历了学习、探索和提高的过程,既饱尝了其中的困难和艰辛,也享受到了无穷的乐趣和成就感带来的愉悦。而今,却越来越感到眼科影像诊断知识的宽广和深厚,仍需要我们继续学习和不断探索。在本书即将面世之际,我最先要感谢的是把我带进眼眶病及眼影像学术殿堂的,我最为尊敬的宋国祥老师。没有宋老师无私的教诲,就没有我学术的今天。我还要感谢各位领导多年来对我的帮助和支持;感谢各位同道及朋友对我学术的帮助和交流;感谢本书各位作者的辛勤耕作;感谢我家人的理解和支持。

由于作者的水平有限,加之繁忙的临床工作,本书难免有不妥和错误之处,恳请广大读者批评指正。如此著能给读者带来一丝收益,实乃作者之大幸。

孙丰源

2010年3月12日于北京

目 录

第一章 超声成像原理及超声诊断仪	1
第一节 超声成像物理基础	1
一、超声波的定义及应用范围	1
二、主要超声学参量	2
三、超声波的传播特性	3
四、超声在人体组织中的衰减	3
第二节 超声显示形式	4
一、一维像	4
二、二维像	4
三、三维像	5
四、多普勒超声图像	5
第三节 超声诊断仪	7
一、A 型超声诊断仪	7
二、B 型超声诊断仪	8
三、超声生物显微镜	10
四、彩色多普勒超声诊断仪	12
第四节 超声效应及伪影	13
一、侧壁失落效应	13
二、后壁增强效应	13
三、声影	14
四、部分容积效应	14
五、混响效应	14
六、振铃效应	14
七、镜像效应	14
八、旁瓣效应	14
九、多普勒超声伪像	15
第二章 超声检查方法	18
第一节 A 型超声	18
第二节 B 型超声	22
第三节 超声生物显微镜	24
第四节 三维超声成像	28
第五节 彩色多普勒超声	31
第三章 超声影像解剖	36

第一节 眼球	36
一、眼球壁	36
二、眼球内腔隙及眼内容	42
第二节 眼的附属器	44
一、眼睑	44
二、结膜及结膜囊	46
三、泪器	47
四、骨性眼眶	48
五、眶内容	51
第三节 血管解剖	52
一、动脉	52
二、静脉	53
第四节 眶内神经	54
一、视神经	54
二、运动和感觉神经	54
第四章 眼前段疾病	57
第一节 青光眼	57
一、青光眼相关参数测量	57
二、原发性闭角型青光眼	59
三、开角型青光眼	64
四、继发性青光眼	65
五、恶性青光眼	67
六、先天性青光眼	68
七、超声检查与抗青光眼手术	69
第二节 角膜疾病	70
一、角膜水肿	70
二、角膜炎和角膜溃疡	71
三、角膜瘢痕	72
四、圆锥角膜	72
五、角膜皮样瘤	73
第三节 前部巩膜疾病	73
一、前部巩膜炎	73
二、前部巩膜葡萄肿	74
第四节 前部葡萄膜疾病	75
一、急性虹膜睫状体炎	75
二、虹膜囊肿	77
三、虹膜色素痣	79
四、睫状体肿瘤	79
第五节 晶状体疾病	83
一、白内障	83
二、晶状体脱臼	86
三、人工晶状体的评价	87
四、人工晶状体移位	88

五、B 型超声引导下的 A 型超声生物测量	88
第五章 眼后段疾病	91
第一节 玻璃体疾病	91
一、玻璃体后脱离	91
二、玻璃体混浊	93
三、星状玻璃体病	94
四、玻璃体积血	95
五、玻璃体增殖性病变	98
六、玻璃体猪囊尾蚴病	100
七、永存增生性原始玻璃体	102
八、超声检查与玻璃体手术	105
第二节 视网膜疾病	106
一、视网膜中央动脉阻塞	106
二、视网膜中央静脉阻塞	107
三、外层渗出性视网膜病变	109
四、早产儿视网膜病变	111
五、中心性浆液性脉络膜视网膜病变	112
六、年龄相关黄斑变性	114
七、黄斑裂孔	116
八、视网膜脱离	116
九、高血压视网膜病变	121
十、视网膜母细胞瘤	121
第三节 视盘疾病	128
一、视盘水肿	128
二、视盘埋藏性玻璃膜疣	132
三、牵牛花综合征	133
四、黑色素细胞瘤	135
五、结核性肉芽肿	136
第四节 后部葡萄膜疾病	138
一、后部葡萄膜炎	138
二、脉络膜出血	140
三、脉络膜脱离	141
四、脉络膜缺损	144
五、脉络膜黑色素瘤	144
六、脉络膜血管瘤	152
七、脉络膜转移癌	155
八、脉络膜骨瘤	158
九、脉络膜肿物影像学鉴别诊断	160
第五节 后部巩膜疾病	161
一、后部巩膜炎	161
二、后巩膜葡萄肿	163
第六章 眼球外伤	167

第一节 眼前段外伤	167
一、前房积血	167
二、虹膜根部断裂	169
三、睫状体分离	170
四、前房角后退	171
五、外伤性白内障	172
六、外伤性晶状体脱臼	173
第二节 眼后段外伤	174
一、眼球破裂伤	174
二、外伤性玻璃体积血	175
三、眼球萎缩	176
第三节 眼内异物	176
一、眼前段异物	176
二、眼后段异物	178
第七章 眼的调节与屈光不正	183
第一节 眼的调节	183
一、生理调节下的眼部改变	183
二、药物作用下的眼部改变	184
三、老视眼	185
四、非正常状态下的调节	185
第二节 近视眼	186
一、眼轴的变化	186
二、黄斑体积和厚度的变化	187
三、血流动力学变化	187
四、后巩膜葡萄肿	189
五、近视眼 CT 和 MRI	190
第三节 远视眼	190
第四节 超高频数字化超声和光学相干断层成像与角膜屈光手术	191
一、超高频数字化超声与角膜屈光手术	191
二、光学相干断层成像技术与角膜屈光手术	193
第八章 泪器疾病	197
第一节 泪腺疾病	197
一、急性泪腺炎	197
二、特发性泪腺炎	198
三、良性淋巴上皮性病变	200
四、良性多形性腺瘤	201
五、恶性多形性腺瘤	205
六、腺样囊性癌	206
七、腺癌	208
八、黏液表皮样癌	209
第二节 泪道疾病	210
一、慢性泪囊炎及泪囊黏液囊肿	210

二、泪囊肿瘤	212
第九章 眼眶先天性及发育性疾病	216
第一节 先天性小眼球伴有眼眶囊肿	216
第二节 先天性囊性眼	218
第三节 脑膜脑膨出	220
第十章 眼眶炎症	224
第一节 急性炎症	224
一、眼球筋膜炎	224
二、眶壁骨髓炎	225
三、眼眶蜂窝组织炎	225
四、眼眶脓肿	228
第二节 慢性炎症	230
一、非特异性炎性假瘤	230
二、韦格纳肉芽肿	238
三、肉样瘤病	240
第十一章 眼眶囊肿	245
第一节 先天和发育性囊肿	245
一、皮样囊肿和表皮样囊肿	245
二、畸胎瘤	250
三、单纯性上皮囊肿	252
四、先天性小眼球伴有囊肿	254
第二节 炎性囊肿	254
一、黏液囊肿	254
二、寄生虫囊肿	257
第三节 其他囊肿	258
一、血肿和血囊肿	258
二、视神经囊肿	260
第十二章 眼眶肿瘤	263
第一节 血管瘤和血管畸形	263
一、毛细血管瘤	263
二、恶性血管内皮瘤	267
三、血管外皮瘤	267
四、平滑肌瘤	271
五、海绵状血管瘤	271
六、静脉性血管瘤	277
七、淋巴管瘤	280
八、静脉曲张	283
九、颈动脉海绵窦瘘	286
第二节 间叶组织肿瘤	290
一、横纹肌肉瘤	290

二、平滑肌瘤	293
三、平滑肌肉瘤	294
四、纤维瘤	296
五、纤维肉瘤	297
六、纤维组织细胞瘤	298
七、脂肪瘤	300
八、脂肪肉瘤	302
九、骨瘤	303
十、骨肉瘤	305
十一、软骨瘤	307
十二、软骨肉瘤	308
十三、间叶瘤	309
十四、骨化纤维瘤	310
十五、骨纤维异常增殖症	310
第三节 淋巴造血及骨髓肿瘤	311
一、非霍奇金恶性淋巴瘤	312
二、绿色瘤	314
三、浆细胞肉瘤	316
第四节 组织细胞增生病	317
一、嗜酸性肉芽肿	317
二、黄色瘤病	320
三、婴儿型组织细胞增生症	323
第五节 神经源肿瘤	323
一、视神经胶质瘤	323
二、脑膜瘤	327
三、施万细胞瘤	331
四、神经纤维瘤	335
第六节 眼眶继发性肿瘤	337
一、鼻窦肿瘤	338
二、鼻咽癌	340
三、蝶骨脑膜瘤	341
第七节 眼眶转移癌	342
一、乳腺癌	342
二、肺癌	344
三、肝癌	345
四、肾癌	346
五、神经母细胞瘤	347
第十三章 眼眶外伤	349
第一节 软组织损伤	349
一、软组织挫伤	349
二、血肿	349
三、视神经挫伤	350
第二节 骨折	353

一、直接性骨折	353
二、爆裂性骨折	353
第三节 眶内异物	356
一、植物类异物	356
二、金属性异物	358
第十四章 甲状腺相关眼病	361
第十五章 眼部介入性超声	368
第一节 眼内病变穿刺活检	368
第二节 眼眶病变穿刺活检	370
第十六章 眼部超声生物测量	374
一、眼的超声测量	374
二、角膜厚度测量	375
三、人工晶状体度数计算	376

第一章

超声成像原理及超声诊断仪

第一节 超声成像物理基础

一、超声波的定义及应用范围

声波是弹性媒质质点受到振源作用后,产生机械振动的表现,这种振动在介质中的传播属于机械波。机械波与机械振动在相当宽的频率范围内都可以产生声音,这种频率范围称为声学频谱。其中,20Hz ~ 20kHz 范围内的声波是正常人体能够听到的,而频率高于 20kHz 则称为超声波。

在医学超声诊断技术中,所应用的超声波频率范围通常在 1 ~ 100MHz 之间。其中,心脏及腹部的超声成像频率为 3.5 ~ 5MHz,穿透组织深度可达 15 ~ 20cm。随着频率的增高,超声波更多地被衰减,穿透力削弱。用于人体眼部组织的超声波主要集中在 7 ~ 14MHz,成像深度在 5cm 左右。

10 ~ 40MHz 的高频范围主要应用于皮肤成像、肠胃追踪及血管成像系统,20 ~ 30MHz 频率其测向分辨率在 200 ~ 500 μ m。从 40 ~ 100MHz 的频率范围内,用于声学扫描生物显微镜成像系统。对活组织表面下的显微镜诊断结果,给出了用其他非侵入方法无法获得的信息。眼睛是超声生物显微镜诊断的理想临床应用(图 1-1-1)。

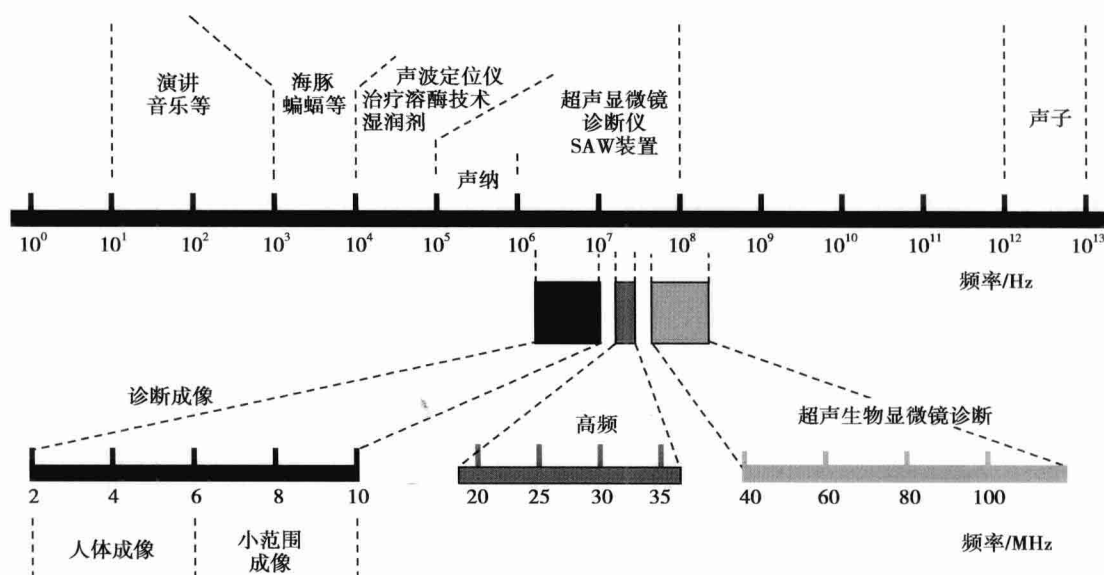


图 1-1-1 声学频谱图

二、主要超声学参量

(一) 波动表达式

波的传播过程,也是能量的输送过程。对于沿 x 轴方向传播的简弦波的方程表达式。

$$y = A \cos \omega \left(t - \frac{x}{c} \right)$$

式中 y 为距振源 x 处的质点位移; A 为振幅; c 为声速; ω 为角频率(即 $2\pi f$, f 为振动频率)。

(二) 声压、声强与振幅

有声波时,媒质中的压力与静压力的差值称为声压。通常,在实际应用中指有效声压,其值的大小反映了声波的强弱。

波的传播过程中,质点最大位移称为波的振幅;通过垂直于波动传播方向单位面积上在单位时间内所通过的平均声能称为声强 I 。

$$I = \rho c A^2 \omega^2 = \frac{p_m^2}{\rho c}$$

(三) 频率、声速与波长

单位时间内,质点的振动次数称为频率 f ,单位为赫兹(Hz)。频率是周期的倒数,如振动周期为 T ,则 $f = 1/T$ 。声速 c 是描述声波在介质中传播快慢的物理量。它与介质的体积弹性系数 B 和密度 ρ 有关,即 $c = \sqrt{B/\rho}$ 。声速与超声波的频率无关,它在决定声阻抗以及回声测距精度上是重要因素。

波长表示在均匀媒质中的单频声波行波振动一个周期的时间内所传播的距离,即一个波周期在空间中的长度。

波长 λ 、频率 f 、周期 T 和声速 c 之间的关系为:

$$c = f\lambda = \lambda/T$$

(四) 声特性阻抗

声特性阻抗 Z 是传声媒质的一项重要参数,它是平面自由行波在媒质中某一点处的声压与质点速度的比值,也等于媒质的密度与声速的乘积。

$$Z = \frac{p}{v} = \rho c$$

超声波在传播过程中,发生的反射、散射等现象完全是由于人体内各组织声特性阻抗 Z 值变化所引起的,是目前所有回波型超声诊断仪工作的物理基础。超声波在人体不同眼部组织中传播时的有关密度、声速和声特性阻抗见表 1-1-1。

表 1-1-1 人体正常眼部组织的密度、声速和声阻抗

媒质	密度($\rho/\text{g}/\text{cm}^3$)	声速(cm/s)	声特性阻抗 $Z = \rho c$ $\text{pa} \cdot \text{s}/\text{m}$
角膜	1.00	1550	1.55×10^6
房水	1.00	1500	1.50×10^6
虹膜	0.9877	1630	1.61×10^6
晶状体	1.14	1620	1.85×10^6
玻璃体	1.00	1520	1.52×10^6
视网膜	1.00	1550	1.55×10^6
成年眼外肌	1.0212	$(1612 \pm 0.8) \%$	$(1.65 \times 10^6 \pm 0.8) \%$
成年视神经	1.0327	$(1644 \pm 1.5) \%$	$(1.70 \times 10^6 \pm 1.5) \%$
成年眶内脂肪	0.9516	$(1582 \pm 1.3) \%$	$(1.51 \times 10^6 \pm 1.3) \%$

(五) 超声剂量学主要参数及安全性

超声波作为机械振动能量的一种传播形式,当在生物组织中传播且强度与作用时间超过一定阈值时,就会对生物媒质产生功能和结构上的影响,即超声生物效应。因此,对于医用超声诊断仪器,应力求避免超声生物效应的发生,尽量减小辐照剂量,提高安全性能。目前,常用的超声剂量学参数。

1. 负峰值声压(p_-) 指在声波重复周期内,声场中或特定平面处负值瞬间声压的最大值,主要用来评估导致空化效应的危险性。根据我国《医用诊断超声设备声输出公布要求》标准,超声换能器输出的负峰值声压应小于 1MPa。

2. 波束声强(I_{ob}) 指在单位时间内通过垂直传播方向面积的平均声能量,即时间平均输出功率与波束面积的比值。波束声强需小于 $20\text{mW}/\text{cm}^2$ 。

3. 空间峰值时间平均值声强(I_{SPTA}) 用来评估声输出对组织的综合超声效应的影响程度,检测一般人体组织应小于 $100\text{mW}/\text{cm}^2$,由于眼部组织比较敏感,检测时应降低输出功率, I_{SPTA} 小于 $17\text{mW}/\text{cm}^2$ 。

4. 机械指数(MI)与热力指数(TI) MI 指声压脉冲在组织中最大幅度的估值,是表示机械效应相对危险性的指标;TI 指所用功率与导致最大温升 1°C 所需功率之比,是表示热效应相对危险性的指标。在一般检查时, $MI \leq 1.9$, $TI \leq 1.5$;而在眼科应用中, $MI \leq 0.23$ 。

三、超声波的传播特性

(一) 反射与折射

超声波在人体组织中传播时,入射到两种声学特性阻抗不同的组织之间的分界面上引起返回的过程,称为声反射;而因媒质中声速的空间变化而引起的声传播方向改变的过程,称为声折射。入射角 θ_i 、反射角 θ_r 、折射角 θ_t ,两媒质的声速分别为 c_2 、 c_1 (图 1-1-2)所示。

$$\begin{aligned}\theta_i &= \theta_r \\ \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_t} &= \frac{c_2}{c_1}\end{aligned}$$

反射声能与透射声能的大小取决于两种媒质的声特性阻抗之差。相差越大,声反射越强;相差越小,声反射越弱;相等时将不产生反射,即无回波。而声特性阻抗相差很大时,接近全反射,所以声波很难通过空气。

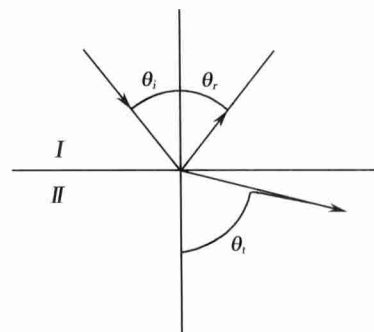


图 1-1-2 反射与折射

(二) 衍射与散射

声波遇到障碍物或其他媒质特性阻抗不连续的特性而使声波的波阵面引起畸变的现象,称为声衍射。当声波通过一个线长为 $1 \sim 2$ 个波长的障碍物,声波的传播方向将偏离,而远离障碍物后仍按直线传播。因此,也称声衍射为声绕射。

声散射是声波遇到障碍物时朝多方向的不规则反射、折射和衍射等现象的总和。其中,与入射相反方向传播的部分,称为背向散射。在超声医学诊断中,由于人体组织的复杂性,散射现象是普遍存在的,具有时间和空间的随机性。

四、超声在人体组织中的衰减

超声波在媒质中传播时,其强度随距离的增加而逐渐减弱的现象,称为声衰减。按照引起衰减的原因,主要分为扩散衰减、散射衰减和吸收衰减。

(一) 扩散衰减

扩散衰减是指声波在传播过程中由于波阵面面积扩大而造成声强减弱的现象。其总能量未变化,且与媒质的特性无关。