

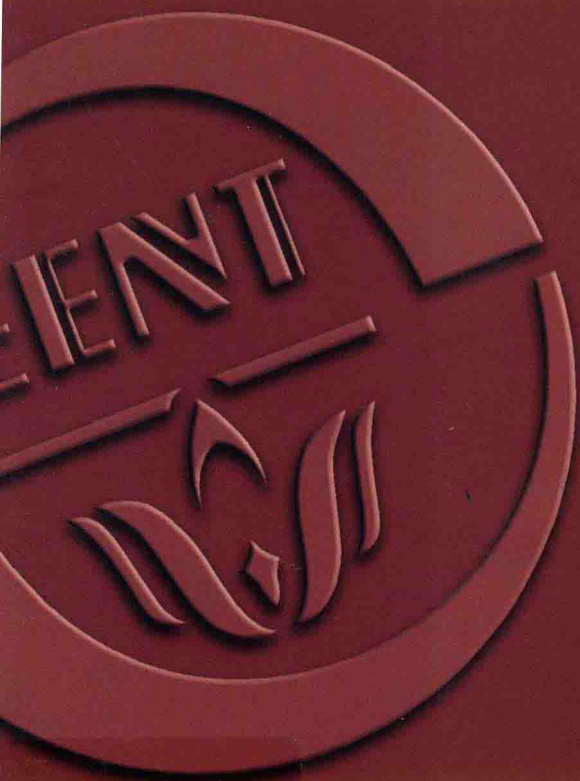
眼科新技术应用丛书

总主编 孙兴怀

超声生物显微镜

CHAOSHENG SHENGWU XIANWEIJING

主编 陈倩 孙兴怀



 复旦大学出版社
www.fudanpress.com.cn

眼科新技术应用丛书

总主编 孙兴怀

超声生物显微镜

主编 陈 倩 孙兴怀

编者 (按姓氏笔画排序)

孙兴怀 (复旦大学附属眼耳鼻喉科医院眼科)

毕颖文 (复旦大学附属眼耳鼻喉科医院病理科)

陈 倩 (复旦大学附属眼耳鼻喉科医院眼科)

杨 军 (中国医学科学院生物医学工程研究所)

 復旦大學 出版社

图书在版编目(CIP)数据

超声生物显微镜/陈倩,孙兴怀主编. —上海:复旦大学出版社,2015.5
(眼科新技术应用丛书/孙兴怀总主编)
ISBN 978-7-309-11210-8

I. 超 II. ①陈…②孙… III. 超声显微镜-生物显微镜-应用-眼科学 IV. R77

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第012771号

超声生物显微镜

陈倩 孙兴怀 主编
责任编辑/王龙妹

复旦大学出版社有限公司出版发行
上海市国权路579号 邮编:200433
网址:fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>
门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853
外埠邮购:86-21-65109143
上海丽佳制版印刷有限公司

开本 787×960 1/16 印张 14.5 字数 172千
2015年5月第1版第1次印刷

ISBN 978-7-309-11210-8/R·1431

定价:100.00元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。
版权所有 侵权必究

致 谢



感谢上海市领军人才、上海市卫生及计划生育委员会科研项目、复旦大学上海医学院青年骨干科研启动基金资助。

序

纵观目前国内外眼科学的进展，可以发现这些日新月异的变化均不同程度地受益于各项关键技术和设备的创新、突破。在探讨相关新理论、新知识、新认识的同时，如何根据我国实际状况适宜地引入国外新技术的应用？本着客观评价的态度，如何合理选择国际上的新设备来促进我国眼科事业的发展？对已购置眼科新设备的单位，怎样才能更快地熟练掌握相关设备的操作技术并发挥其更大作用？针对这些与临床工作密切相关的问题，复旦大学附属眼耳鼻喉科医院眼科同仁们在充分引入、利用国际上最先进的眼科诊治技术和设备的基础上，通过不断认识、探索、实践及改进，经过大量的临床病例诊治应用，积累了极为丰富的临床资料，结合实际工作认真总结临床诊治经验，在国家重点学科“211”工程三期建设经费的支持下，精心组织编写了“眼科新技术应用丛书”这套系列专著。

“眼科新技术应用丛书”旨在反映当今全球临床眼科学发展趋势及其最新眼科疾病诊断、治疗新技术、新方法和新设备，定位于提高临床诊断、治疗水平，着眼于众多其他学科原理和技术与医学科学的密切结合，并为促进将医学科学研究转化为临床医学实际应用提供注重实用性的临床指导。此外，在借鉴国外经验的同时，还侧重交流了直接针对本国人群运用新技术的心得体会。

“眼科新技术应用丛书”共有10余本，包括《眼表活体共聚

焦显微镜》、《眼前节全景仪》、《飞秒激光、LASEK/Epi-LASIK及ICL手术》、《频域光学相干视网膜断层扫描仪》、《多焦视觉电生理》、《眼前节光学相干断层扫描》、《眼后节光学相干断层扫描》、《超声生物显微镜》、《眼底血管造影》、《视网膜神经纤维形态检测》、《角膜地形图》、《眼压测量》、《视野及微视野》、《眼科激光》、《光动力学治疗在眼科中的应用》等。相信这套丛书的陆续出版，将受到广大眼科工作者的欢迎，并给我国眼科界带来新的气息。

当然，所有的新鲜事物都是相对和暂时的，唯有不断创新才会有可持续性发展。对于眼科理论和技术而言，也唯有通过丰富的临床应用才能得到不断完善。让我们共同努力，以创新的思维、务实的作风、积极的实践，为眼科学的繁荣做出更大的贡献。

孙兴怀

2011年5月

前 言

超声生物显微镜是20世纪90年代后期开始应用于眼科临床的一种新型眼科超高频超声诊断设备，由于其对于眼前节结构和病变具有出色的分辨能力，可在活体条件下观察眼前节组织结构的细微改变，近年来在青光眼的发病机制探讨、眼前节肿瘤的评价及眼外伤诊断方面愈发显现出重要的临床价值。

复旦大学附属眼耳鼻喉科医院自2000年引入这一设备至今已有10余年，积累了丰富的临床经验及大量珍贵的图片资料。本书力求以精炼的文字和丰富的图片资料阐释这一技术的操作方法及临床应用，内容涵盖常见病、多发病及部分少见病和疑难病例，希望为眼科临床医师及仪器使用者提供一本便于翻查的参考书。

本书在编写过程中得到中国医学科学院生物医学工程研究所杨军教授的大力支持并赐稿，在此深表感谢！

感谢王嘉健、宋月莲、戴毅、凌志红、陈君毅、陈雪莉、王楷迪、方媛、生晖、俞笏、薛康、郭洁、江臻颖、颜赛梅、牛凌凌、朴明子等各位医师不吝提供图片资料。

感谢复旦大学附属眼耳鼻喉科医院各位眼科医师为丰富病例资源积累所做的贡献。

尽管成书务求面面俱到，但不足之处难免存在，欢迎大家批评

指正。每一张图片都反映一个独特的瞬间，书中选取的图片具有一定的代表性。随着工作的继续，将会有更多有意义的瞬间被记录，期待再版时与大家分享。

陈 倩

2014年11月于上海

目 录

| | |
|-------------------------------|-----------|
| 第一章 眼超声生物显微镜的基本原理及检查技术 | 1 |
| 第一节 超声波的物理特性 | 1 |
| 第二节 高频超声的成像原理 | 7 |
| 第三节 眼超声生物显微镜的设备构成及特性 | 10 |
| 第四节 眼超声生物显微镜检查技术 | 13 |
| <hr/> | |
| 第二章 正常眼前段结构及超声生物显微镜表现 | 24 |
| 第一节 角结膜的解剖结构及超声生物显微镜表现 | 24 |
| 第二节 巩膜的解剖结构及超声生物显微镜表现 | 27 |
| 第三节 角巩缘与前房角的解剖结构及超声生物显微镜表现 | 29 |
| 第四节 虹膜与睫状体的解剖结构及超声生物显微镜表现 | 31 |
| 第五节 前房与后房的解剖范围及超声生物显微镜表现 | 34 |
| 第六节 晶状体与悬韧带的解剖结构及超声生物显微镜表现 | 36 |
| 第七节 玻璃体、视网膜的解剖结构及超声生物显微镜表现 | 39 |

第三章 超声生物显微镜与角结膜疾病 /43

第一节 角膜疾病 /43

第二节 结膜疾病 /51

第四章 超声生物显微镜检查与巩膜疾病 /54

第一节 巩膜炎 /54

第二节 巩膜葡萄肿 /59

第五章 超声生物显微镜与青光眼 /61

第一节 眼前段参数的测量方法 /61

第二节 原发性闭角型青光眼 /64

第三节 恶性青光眼 /70

第四节 发育性青光眼 /77

第五节 继发性青光眼 /85

第六节 超声生物显微镜与青光眼激发试验 /93

第七节 超声生物显微镜在抗青光眼手术评价中的应用 /95

第六章 超声生物显微镜与晶状体疾病 /123

第一节 白内障 /123

第二节 晶状体形态异常 /128

第三节 晶状体位置异常 /132

第四节 人工晶体 /137

第七章 超声生物显微镜与葡萄膜疾病 /145

第一节 虹膜睫状体炎 /145

- 第二节 中间葡萄膜炎 /147
- 第三节 Vogt-小柳-原田综合征 /151
- 第四节 交感性眼炎 /152
- 第五节 睫状上皮脱离 /154

第八章 超声生物显微镜与玻璃体视网膜疾病 /157

- 第一节 周边部视网膜脱离 /157
- 第二节 前部增生性玻璃体视网膜病变 /161
- 第三节 超声生物显微镜与玻璃体视网膜手术 /163

第九章 超声生物显微镜与眼外伤 /168

- 第一节 前房积血 /168
- 第二节 虹膜根部离断 /170
- 第三节 房角后退 /171
- 第四节 睫状体脱离与睫状体离断 /173
- 第五节 眼球穿通伤与巩膜裂伤 /177
- 第六节 眼前段异物 /180

第十章 超声生物显微镜与眼前段肿瘤 /187

- 第一节 角结膜肿瘤 /187
- 第二节 虹膜和睫状体囊肿 /191
- 第三节 虹膜肿瘤 /195
- 第四节 睫状体肿瘤 /198
- 第五节 虹膜睫状体转移性肿瘤 /208

第六节 肉芽肿性病变 /209

第七节 淋巴瘤 /210

第八节 眼前节肿瘤的测量与定位 /213

参考文献 /215

第一章

眼超声生物显微镜的基本原理及检查技术

第一节 超声波的物理特性

弹性物体振动引起周围介质波动并向远方传递,这种传递的能量称作声。声波是一种机械波,其产生及传播具有两个必要的条件:一是有振动;二是要有传播介质。具有类似特性的波有很宽的频率范围,称这一范围为声谱。其中除了我们熟悉的声音(也称可听声,频率范围为 $20\sim 20\,000\text{Hz}$)以外,还包括次声(频率 $< 20\text{Hz}$)和超声(频率 $> 20\,000\text{Hz}$)。医学诊断技术中应用的主要是超声,频率范围为 $1\sim 100\text{MHz}$ 。

医用超声波是纵波,媒质中的质点收到拉应力和压应力的作用而振动,以质点疏密相间的形式向前传播,声波传播的方向与振动方向一致。超声波与一般可听声不同之处在于它具有指向性,并且频率越高,指向性越好。

一、超声波的产生

医学诊断用的超声波一般由压电材料产生,如压电陶瓷、某些高分子聚合物等。这些材料具备一个特点,当在其某一方向上施加压力时,

材料两端会产生与压力成正比的电极化,称为压电效应;反之,当外加电场时,材料本身会产生机械应变,应变与电场强度成正比,称作逆压电效应,见图 1-1。

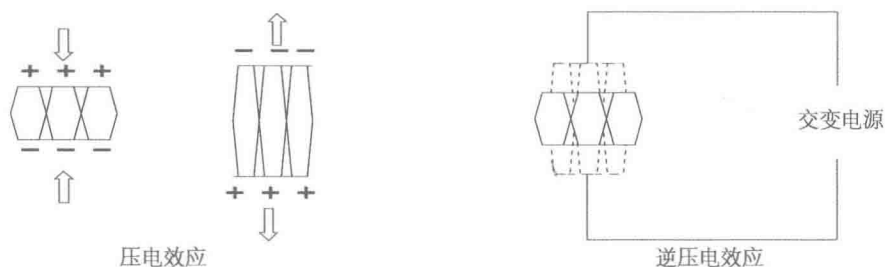


图 1-1 压电效应与逆压电效应

利用逆压电效应,在压电材料两端施加交变的电场,材料会产生周期性的形变。这种形变推动周围的介质,产生机械波。当交变的电场频率在超声频率范围内时,就产生了超声波。我们称这种产生超声波的器件为超声换能器。作为声源,由它表面产生的超声波形成与换能器几何形状相关的波束,沿振动方向传播,称为声束,其中心轴称作声轴。声束的宽度与成像的横向分辨率有关,声束越细,横向分辨率越好。

在超声成像中,通常在换能器上只施加一个或半个周期的电压,以使产生的超声波尽量短,这样可以获得较好的轴向分辨力。

利用压电效应,压电材料可以感知周围的机械扰动,产生与扰动相对应的电信号。超声诊断仪中,正是利用这一原理接收由目标反射回来的超声波(亦称回波)。

二、超声波的频率、波长与速度

频率、声速和波长是超声波的 3 个基本物理量。质点在其平衡位

置往复振动一次所需要的时间为质点振动周期(T),单位时间内质点完成振动的次数成为超声波的频率(f),它等于周期的倒数,单位为 Hz,1Hz 即每秒振动一个周期。医学诊断中所采用的超声频率一般以 MHz 为单位。在一个周期内声波所传播的距离为波长(λ)。声波在介质中传播的速度为声速(c),在不同的介质内可能具有不同的声速。三者关系为:

$$c=f \cdot \lambda$$

频率和波长是超声成像中很重要的参数,频率越高,穿透力越弱,因而探测深度越浅。波长越短,其分辨力越高。由于在某一特定的传播介质中超声波的传播速度是一定的,因此超声频率与波长是相互制约的,即超声波的穿透力与分辨力相互制约。正因为如此,在不同用途的超声诊断仪中采用了不同的超声频率,以便最大限度地满足穿透力和分辨力的要求。

超声探查时是通过计算超声波遇到目标表面后又反射回到换能器表面所用的时间(t)来感知目标距换能器的距离(L)的,两者关系为:

$$L=c \cdot t/2$$

因此超声在传播介质中的传播速度是计算依据之一。超声成像时是采用平均声速进行计算的,然而实际上人体各种不同组织中的声速不尽相同,因此图像总会有不同程度的畸变。好在人体软组织的声速差别不大,因此图像仅有微小的畸变,不影响诊断。但当声速有明显差异时,如眼内注入硅油或植入人工晶体时,图像将产生明显的畸变。眼部组织声速见表 1-1。

表 1-1 眼部相关组织及材料声速

| 组织 | 声速(m/s) |
|------|---------|
| 角膜 | 1 620 |
| 前房 | 1 532 |
| 晶状体 | 1 641 |
| 玻璃体 | 1 532 |
| 硅油 | 980 |
| PMMA | 2 660 |
| 丙烯酸酯 | 2 200 |

三、超声波的反射、折射、散射及绕射

声特性阻抗是介质与声的传播密切相关的特性参数,它等于介质密度和声速的乘积。超声波在均匀的介质中传播时是不发生反射的,当入射到两种不同介质的表面时,如果两种介质的声特性阻抗不同,就会在界面上产生反射,形成回波,且入射角与反射角相等。反射是超声成像的基础,换能器接收回波来感知组织形态。可以想象,入射角越小,换能器接收到的能量越大,因而探查时探头应尽量与检查部位垂直。

当声束斜射到两种介质的界面时,将会发生折射,即传播方向发生改变,且遵循折射定理(图 1-2)。折射原理常用来对超声波进行聚焦,以提高图像的侧向分辨率。

绕射是当声波通过界面大小与其波长相近的物体时,会绕过物体按原方向向前传播。

散射是当声波遇到界面远小于其波长的微小粒子时,粒子吸收声能,形成一个点声源,向各个方向辐射声波,因而探头可以在任何方向接收到散射波。散射波通常比反射波弱。

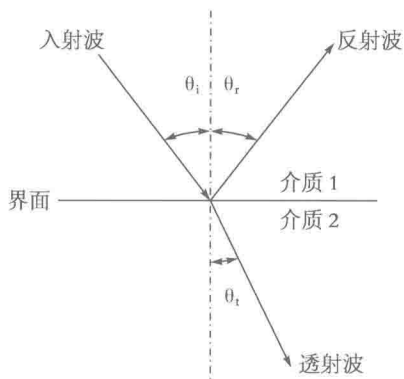


图 1-2 声波的反射与折射

四、超声波的衰减

超声波在介质中,传播时声能随着传播距离的增加而减少的现象称为声衰减。造成声衰减的原因很多,包括介质粒子之间的摩擦生热、界面的反射及散射等。一般来讲,超声的频率越高,声衰减越大。因此,根据超声诊断仪的用途,采用了不同的超声工作频率。如用于探测腹部信息的 B 超通常采用 3.5~5MHz 的频率,以保证其具有足够的探测深度,探测深度可达 15~20cm;而对于浅表器官,由于不需要很深的探测深度,可以将超声频率提高到 7.5~10MHz。眼科 B 超的探测深度只需要 5cm 左右,通常采用 10MHz 的超声频率。眼科超声生物显微镜只用来探测眼前节信息,探测深度在 5~10mm,因而可将超声频率提高到 40~100MHz。

五、超声成像的分辨力

分辨力是指分辨两个相邻细小物体的能力,分为轴向分辨力(也有称纵向分辨力)和侧向分辨力(也有称横向分辨力,但目前倾向于将横