

Doppler Doppler Doppler

主编 周 钢 副主编 肖 敏 编者 谢 政

眼科多普勒 技术和应用

云南科技出版社

41

RT70.41
ZG
C-2

126577



YANKE DUOPULE JISHU HE YINGYONG

眼科多普勒 技术和应用

主 编 周 钢
副主编 肖 敏
编 者 谢 政



AA249/07

解放军医学图书馆[书]



C0242966

云南科技出版社
· 昆 明 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

眼科多普勒技术和应用 / 周钢主编. - 昆明: 云南科技出版社, 2004.7
ISBN 7-5416-1988-4

I.眼... II.周... III.眼科检查 - 多普勒诊断仪 - 超声波诊断 IV.R770.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 050014 号

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮政编码 650034)

昆明市五华区教育委员会印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本: 889mm × 1194mm 1/16 印张: 16.25 字数: 433 千字

2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月第 1 次印刷

印数: 1~3000 册 定价: 98.00 元

序

眼科影像学是近年来渐之形成的一门新兴临床方法学，眼部彩色多普勒血流成像和激光多普勒血流测定技术是该领域的重要构成，使眼科常见致盲眼病，诸如青光眼、视网膜病变、眼眶与眼内占位性病变等等的早期诊治率有了很大提高，也很大程度地改善了眼病患者的预后。与此同时，也令我国该领域的水平渐之与国际同步。

为了促进国内眼科界该技术的进一步应用和发展，周钢编著的《眼科多普勒技术和应用》综合了国内外相关文献资料，系统介绍了多普勒技术的基础理论、检测方法、临床应用和相关技术。尤其值得一提的是该书附录了中英文眼科影像学相关来源，以及医学文献信息检索指南，便于学有余力的读者参阅。该专著值得眼科专业与医学专业工作者阅读和参考。



中山大学教授、博士生导师

中山眼科中心主任、眼科医院院长、研究所所长

中华眼科学会广东眼科分会副主任委员

中华眼科学会青光眼学组副组长

《中华眼科杂志》副总编

《眼科学报》主编

香港理工大学眼科视光学及放射学系名誉教授

前 言

许多眼科疾病与眼部血流障碍或血流动力学异常有关，眼部血流测定对这些眼病的诊治和病因研究有着重要的意义。近年来，活体无创伤性眼血流测量，特别是彩色多普勒血流成像和激光多普勒血流测定技术逐渐受到关注。随着这些眼部多普勒检查技术的日益完善，应用范围的不断扩大，诊断经验的积累与丰富，仪器性能和功能的提高，眼部多普勒已成为眼科血流动力学检测的主要方法。为了促进这一技术的发展，适应眼科临床工作的需要，我们参考了国内外有关文献资料，综合编写了《眼科多普勒技术和应用》。

本书简要介绍多普勒技术的历史与现状，原理基础，生理知识，和检测方法；综述眼科疾病的血流动力学特点和相关影像影像学改变，侧重于从病理生理的角度阐明眼科多普勒技术检测结果的临床意义和应用。期待本书有助于眼科影像学工作者和眼科医生开阔视野，启迪思维，提高眼科临床和科研的水平。

本书蒙尊敬的葛坚教授作序，使本书增添光彩，谨致十二万分的谢意。

本书在编写过程中，得到广州市第十二人民医院眼科，广东省人民医院超声室和图书馆等的大力支持，在此表示衷心感谢。

由于编者们水平有限，经验不足，加之时间紧促，书中错误和不足之处，在所难免，敬请眼科前辈及同道不吝指正。

谨以本书缅怀敬爱的著名眼科专家周文炳教授！

周钢

目 录

上篇 眼科多普勒检查技术基础

第一章 彩色多普勒血流成像	3
第一节 彩色多普勒血流成像技术的发展	3
第二节 眼科超声检查的发展	6
第三节 超声检查的基础知识	7
第四节 彩色多普勒血流成像基本原理	9
第五节 彩色多普勒成像的血流显示与分析	10
第六节 多普勒成像的频谱显示与分析	11
第七节 不同状态血流的彩色血流图像及频谱图	13
第八节 彩色多普勒血流成像的相关技术	14
第二章 彩色多普勒血流成像的诊断	17
第一节 超声声像图描述	17
第二节 超声声像图与组织病理改变	18
第三节 超声声像图伪差(伪像)	19
第四节 彩色多普勒血流成像的超声伪像	20
第五节 彩色多普勒血流成像质量的评价与改善	22
第六节 彩色多普勒血流成像的超声诊断	24
第三章 多普勒图像技术新进展	27
第一节 三维超声成像	27
第二节 体腔内探头及微型高频技术	27
第四章 激光多普勒血流检测	30
第一节 激光多普勒血流检测技术的发展	30
第二节 激光多普勒血流检测的工作原理	31
第三节 激光多普勒血流检测系统的结构	32
第四节 共焦扫描激光多普勒视网膜血流图	33

第五章 多普勒血流成像全数字化信息处理	35
第一节 超声信息全数字化处理	35
第二节 眼科影像工作站	35
第三节 图像存储和传输系统	36
第六章 眼血管的解剖	38
第一节 眼主要血管解剖特点	38
第二节 视网膜血液循环	41
第三节 视神经乳头血液循环	41
第四节 脉络膜血液循环	42
第七章 眼的血管生理学	45
第一节 眼血流动力学	45
第二节 眼血循环的调节	47
第三节 眼内压和眼血流	48
第四节 眼内血流量和血流速度	48
第五节 血—眼屏障	49
第八章 眼科多普勒检查方法	51
第一节 眼科超声检查的操作步骤	51
第二节 三维超声成像检查方法	53
第三节 彩色多普勒血流成像检查方法	53
第四节 激光多普勒血流量检查方法	55
第九章 正常眼的多普勒检查	58
第一节 正常眼的超声检查	58
第二节 正常眼的彩色多普勒血流成像检查	59
第三节 正常眼的激光多普勒检查	61
第十章 眼部多普勒检查在生理学研究的应用	63
第一节 彩色多普勒血流成像技术研究影响眼动脉血流的因素	63
第二节 影响视网膜血流因素的研究	64
第三节 影响脉络膜血流因素的研究	65
第四节 影响视神经乳头血流因素的研究	65
第五节 眼球转动的研究	66
第十一章 眼部多普勒检查在药理学研究的应用	68
第一节 钙拮抗剂——异搏定	68
第二节 肾上腺素 α_2 受体兴奋剂——可乐定	68

第三节	施图伦滴眼剂	68
第四节	抗青光眼治疗及药物	69
第十二章	其他无创性眼血流测定新技术	71
第一节	共聚焦激光扫描检眼镜与吲哚青绿血管造影	71
第二节	搏动性眼血流测定	72
第十三章	眼科影像学的参考文献和期刊	75

下篇：眼科多普勒技术的临床应用

第一章	眼眶占位性病变	81
第一节	颈动脉海绵窦瘘	81
第二节	眼眶静脉曲张	83
第三节	眼眶海绵状血管瘤	85
第四节	眼眶炎性假瘤	86
第五节	眼眶皮样囊肿	88
第六节	眼眶粘液囊肿	89
第七节	泪腺上皮性肿瘤	90
第八节	眼眶神经鞘瘤	91
第九节	眼眶脑膜瘤	92
第十节	视神经胶质瘤	94
第十一节	视神经纤维瘤	94
第十二节	眼眶淋巴管瘤	95
第十三节	眼眶横纹肌肉瘤	96
第十四节	其他眼眶肿瘤	96
第二章	眼内占位性病变	100
第一节	脉络膜骨瘤	100
第二节	脉络膜转移癌	101
第三节	脉络膜黑色素瘤	102
第四节	脉络膜血管瘤	103
第五节	眼囊尾蚴病	104
第六节	视网膜母细胞瘤	107
第七节	视盘血管瘤	109
第八节	视乳头黑色素细胞瘤	109
第九节	视网膜血管瘤	110

第三章 眼外伤	113
第一节 眼挫伤.....	113
第二节 外伤性白内障.....	114
第三节 眼内异物.....	116
第四节 眼内炎.....	117
第五节 眶内血肿.....	118
第六节 玻璃体积血.....	119
第四章 青光眼	121
第一节 原发性开角型青光眼.....	121
第二节 正常眼压性青光眼.....	124
第三节 原发性闭角型青光眼.....	126
第四节 其他类型青光眼.....	128
第五章 葡萄膜病变	130
第一节 脉络膜上腔出血.....	130
第二节 脉络膜脱离.....	131
第三节 葡萄膜渗漏.....	132
第四节 葡萄膜大脑炎.....	133
第六章 玻璃体病变	135
第一节 玻璃体机化膜.....	135
第二节 永存性原始玻璃体增殖症.....	136
第三节 玻璃体后脱离.....	136
第七章 视网膜病变	139
第一节 视网膜中央动脉阻塞.....	139
第二节 视网膜中央静脉阻塞.....	140
第三节 视网膜静脉周围炎.....	142
第四节 外层渗出性视网膜病变.....	143
第五节 糖尿病性视网膜病变.....	144
第六节 巨细胞病毒性视网膜炎.....	147
第七节 急性后极部多发性鳞状上皮病变.....	148
第八节 中心性浆液性脉络膜视网膜病变.....	149
第九节 年龄相关性黄斑变性.....	151
第十节 视网膜色素变性.....	153
第十一节 视网膜脱离.....	155
第十二节 视网膜囊肿.....	159
第十三节 视网膜下出血.....	160

第八章 视神经病变	164
第一节 缺血性视神经病变	164
第二节 视神经萎缩	166
第九章 屈光不正、眼外肌病和弱视	168
第一节 高度近视眼	168
第二节 斜 视	169
第三节 先天性眼球震颤	171
第四节 弱 视	172
第十章 全身病眼部改变	174
第一节 高血压性视网膜病变	174
第二节 高原红细胞增多症	175
第三节 甲状腺相关性眼病	176
第四节 系统性红斑狼疮	178
第五节 颈动脉狭窄	179

附录：眼科多普勒技术的参考资料

附录 1 彩色多普勒诊断仪的使用	185
附录 2 人体不同部位超声强度的限定值	194
附录 3 眼科影像学相关医学术语	195
附录 4 相关医学术语的中英文对照	204
附录 5 医学文献信息检索	212

上篇

眼部多普勒检查技术基础



第一章 彩色多普勒血流成像

第一节 彩色多普勒血流成像技术的发展

实时二维彩色多普勒血流显像(real-time two-dimensional color Doppler flow imaging)或彩色多普勒血流成像(Color Doppler flow imaging, CDFI)是在脉冲波多普勒(Pulsed wave doppler, PW)技术的基础上发展起来的一项超声诊断新技术。连续波多普勒(Continuous wave doppler, CW)、脉冲波多普勒、彩色多普勒与B型超声断面显像相结合,可以对人体多种脏器和组织作生理学和解剖学测量。多普勒血流检测技术提供生物组织功能方面的信息;B型超声断面显像提供生物组织形态上的信息。特别是彩色血流显像可在心脏、腹部、外周血管的二维图像上实时显示人体血流特性;显示和判断狭窄性病变和射流方向;直观显示和分析返流、分流的特征;显示脏器及病灶的血流流向和分布。在临床应用中具有形象、逼真、简便、特异性高的独特优越性。

1803年Doppler首先向人类揭示了多普勒原理。上个世纪40年代初开始探索利用超声检查人体。多普勒超声技术应用于临床医学始自20世纪50年代,其先驱者为日本学者里村茂夫。初始阶段是试图用超声技术观测实质体的细微振荡,后来在Okabe的建议下,里村茂夫、仁村泰治等于1955年开始应用多普勒超声研究心脏的活动。翌年,他们率先报告了二尖瓣、主动脉瓣和肺动脉瓣的多普勒曲线,其后,Lindstrom和Edler也用多普勒超声检查心脏,并显示了多普勒曲线。1959年里村茂夫建议用来自心壁与瓣膜之外的“噪声”来测量血流;1962年日本学者Kato证实此噪声为红细胞的后散射。美国学者Rushmer、Franklin和Baker(1961)成功地设计了通导时间血流计,研制出最早连续多普勒超声仪,并报告了用超声后散射的多普勒频移对血流进行检测的新技术。Johnson(1965)报告了多普勒超声在妇产科胎心探查中的应用。Miyazaki和Kata(1965)应用多普勒超声检测了脑血管颅外段的血流速度,美国学者Strandness(1967)报告了正常血流与异常血流的多普勒频谱图特征及差异性。

连续多普勒超声仪虽能测量血流速度,但不能确定血流的部位和深度,也不能对各种活动的结构及腔室中的血流进行区别,因此,临床应用受到限制。为解决此问题,Reid、Baker与Watkins(1966)研制成功脉冲多普勒超声仪,便于选择性探测某一深度取样容积的血流方向、形态和速度。Johnson(1972)报告了应用多普勒超声经皮测量血流,并根据频谱图特点判定有无血流紊乱。美国学者Baker、Tome和Reid(1974)研制成功了双功能型脉冲多普勒回声扫描系统(duplex pulsed-wave Doppler scanning system),便于进行解剖结构的定位。Moritz(1976)研制了“声定位系统”,便于观测各心脏及大血管内的血流。

在多普勒频谱分析方面,McCleod(1964)设计了时相变异电路并运用过零频率计来探测血流方向和速度。并在1975年推出了第一台带有过零检测器的商售脉冲多普勒超声仪。Stevenson、Areias、Goikdberg及Allen等用此型仪器进行了早期临床研究。其后,Gessert将快速傅立叶转换(Fast

Fourier Transform, FFT)用于频谱显示,对速度曲线的剖面进行准确的线性分析,便于了解取样容积内各种频率的分量。

Stevenson(1981)报告了彩色编码数字型多普勒(color - codes digital multigated doppler)在房室瓣关闭不全诊断上的应用。翌年,彩色多普勒血流成像的研究获得巨大的成功。美国学者 Bommer(1982)和日本学者 Namekawa 和 Kasai(1982)分别报告了各自研究彩色多普勒血流成像的成果。其后,日本学者尾本良三等详细地报告了彩色多普勒临床应用的进展,证明此技术对先天性心脏病、瓣膜疾病和主动脉瘤诊断上的实用价值。1983 年尾本良三出版了彩色多普勒图谱。同期,ALOKA 公司率先在市场上推出了彩色多普勒超声仪。其后,TOSHIBA、ATL、DIASONCS、HP、ACUSON 等公司陆续推出各自的彩色多普勒超声仪,使这一新技术的临床应用更为广泛。

挪威学者 Rune Aaslid(1982)运用独特的设计方法,巧妙地将脉冲多普勒超声技术与 2MHz 发射频率相结合,使超声声束得以穿透颅骨较薄的部位,直接描记颅底动脉血流的多普勒信号,创立了经颅多普勒(Transcranial Doppler, TCD)技术,他与德国 EME 公司共同开发出世界上第一台经颅多普勒超声仪。其后,美国 MEDASONICS 公司、德国 DWL 公司相继推出各自的经颅多普勒仪,推动了此项新技术的应用和发展。

多普勒超声技术在我国的应用相当迅速。1964 年,徐智章教授等自行研制仪器,开展了周围血管的多普勒超声检测。1982 年王新房教授等总结了在心脏病中应用多普勒超声检测的实践经验,出版了专著。其后,上海、西安、沈阳、济南等地学者开展了应用脉冲多普勒检查各种先天性心脏病、瓣膜疾病以及测量血流速度的研究工作,取得了可喜的成果。1985 年以来,各地相继开展了彩色多普勒的临床应用研究,在瓣膜疾病、先天性心脏病、动脉瘤及胎儿血流动力学检查方面,积累了丰富的经验,发表了许多研究论文。1989 年底,安科公司推出我国研制的第一台彩色多普勒血流成像仪。

20 世纪 90 年代又相继发展了多种彩色多普勒技术,如彩色多普勒能量图(CDPI,或彩色多普勒血管造影,CPA);彩色多普勒组织成像(CDTI),又称为多普勒心肌显像(DMI);能量运动成像(PMI)。超声回声信息的振幅、频移、相移的检测可归结为在“频域”中检测血流信息,“频移”法通称为彩色多普勒血流显像。大多数超声诊断系统是由身体软组织反射或血流的散射回声来产生体内脏器和血流的图像。信息分析理论表明,有 50% 的回声信息存在于振幅中,另外 50% 的信息则存在于相位中。同时应用多个声束形成器来捕获、并利用振幅和相位全部信息产生二维图像和血流图像,提高了回声信息检测的灵敏度和成像速率。彩色多普勒血流成像、彩色多普勒组织成像、彩色多普勒能量图都是利用多普勒频移信号的信息量加在常规的二维图形上进行成像的,它显示血流或组织的运动情况。彩色多普勒能量图虽不能表示彩色血流的方向和速度,但有很高的空间分辨力,对小血管的低速血流很敏感,目前已能显示 0.1 厘米/秒低速的血流。时移是在“时域”中检测血流信号,“时域”法称为彩色血流速度图。彩色血流速度图技术是检测血流信息的第二种方式。日本东芝公司将彩色多普勒血流成像和彩色多普勒能量图两者所长结合起来,发明了一种方向能量图(DPA),既能对低速血流敏感,又有彩色多普勒的方向性。彩色多普勒速度能量图(CCD)是近年来开发的新技术,它比方向能量图对血流显像更简便、更敏感。尤其是可显示心肌内的冠脉穿插支,对冠心病的研究开拓了一个新的领域。美国 GEFLOW 的专利技术得到更好的血管及血流图像的空间分辨率和时间分辨率,能动态清晰地看到血流的运动和血管壁的不规则运动,是超声技术的新突破。定量组织速度成像(QTV)技术是近年兴起的新技术,是定量分析心肌存活性的新手段。以原始数据存储和超高帧频为基础,克服了传统多普勒心肌成像的局限性,因此临床上可广泛地应用于冠心病、高血压、心肌病、心脏电生理等方面的检查。Ge system Five 型高级数字多普勒超

声诊断仪推出的直线解剖 M 型(AMM)技术,发展了传统 M 型超声心动图技术。在 360 度范围内任意取样对心脏各室壁均能精确观察其厚度及增厚情况,也有利于射血分数的准确测量。在不同时期存储的二维超声心动图上得到的 M 型图像,可比较同一患者不同时期多个室壁节段运动情况,对了解治疗及判断预后均有重要意义。曲线解剖 M 型(CMM)技术在二维彩色多普勒速度图像之上,将“M 型曲线”放置于扫查切面内任意一段心肌,其取样线走向可为任意方向、任意形状,并可置于心肌壁中央,然后获得实时的二维彩色多普勒图像中扫查切面内所有心肌节段的舒缩运动时相信息,以及速度、运动幅度、加速度、能量及应力率等局域心肌功能指标。与定量组织速度成像(QTVI)技术结合,为心肌缺血、心肌激动顺序及多节段心肌运动分析带来了新的手段。近年开展的超声声学定量技术(AQ)和彩色室壁运动成像技术(CK)可用于心内膜自动描记,方便了观察心脏室壁运动。

心脏超声软件也十分丰富。有些高级心脏彩色多普勒可以报告三十多种心脏检测参数,对临床诊断各类心脏疾病极有价值。腹部彩色多普勒除了作腹部脏器检查外,都装有丰富的产科软件,方便检出胎龄,从而准确方便地判断胎儿发育状况及报告、羊水指数及多项胎儿发育参数。高级彩色多普勒,特别是三维彩色多普勒都装备了变频探头、宽频探头、及超声 CT 软件,使图像更清晰逼真,分辨率更强,临床应用更广泛。今天的彩色多普勒血流成像技术所显示的灰阶和彩色图像质量对体内流体(血液)的敏感程度均达到理想程度。所以,彩色多普勒血流成像技术设备的开发成功是超声医学发展史上的一个重要里程碑。

换能器技术也不断的发展。高频超声波可以分辨更细微的病灶,提高图像的轴向分辨力。高档换能器是保证超声诊断图像分辨率和高清晰度的关键技术。制作振子的压电材料有单晶、多晶、压电聚合物复合压电材料、压电高分子材料(聚乙烯共聚物)等。20 世纪 90 年代日本用聚乙烯共聚物制作的线阵超声换能器性能良好。20 世纪 90 年代后,国外几个主要公司都研制出高水平的多种换能器,高密度线阵探头已做到 196 元,相对带宽达 80%,超宽带换能器可以保证临床诊断所需要的探测深度并获得最佳的图像质量。工作频率从 20MHz 可做到 60MHz,在血管及内窥镜超声成像中,已采用频率为 20~40MHz 的换能器。适用于皮肤病变检查用的 60~100MHz 探头已研制成功,超高频和超声后向散射显微镜的频率范围也达到 40~100MHz,被用于皮肤、眼前房、冠状动脉内成像。凸阵的曲率半径可小于 10nm。环阵换能器为新一代扇扫探头,可实现二维全程动态聚焦,改善横向和切片分辨力。在聚焦区内波束能量集中,提高了穿透力和回波 SIN 比。德国超声电机编码传动机构的环阵探头的性能较佳。美国斯坦福大学 BME 中心多年来一直研究面阵探头,并已试用于临床,为三维成像创造了条件。20 世纪 90 年代初日本 ALOKA 公司已开发出三维扫描用凸阵探头。有人大胆提出液晶大面积声光换能器的制作。新开发了多频(二频、三频)、多平面(TEE),宽角(114~365)、微细(2~3 毫米血管内探头)、扇形线阵(两侧 28°,单侧 20°)、凸形相阵、小凸阵(R 10)环阵及各种腔内探头。由于介入性超声的开展,各种腔内探头(直肠、膀胱、阴道、食道、管腔内、血管内及内窥镜探头)应运而生。微电子工艺使换能器的振子(阵元)数高度密集,声束扫描线密度高,令图像更加细腻。M 维高密探头在 Z 轴方向的聚焦,改善了侧向短轴方向的分辨力。

1995 年以来,在信息检测方式方面也有了新的发展。利用人体回声信号的二次谐波成分构成人体器官的图像,称为谐波成像(Harmonic imaging, HI)。原理是在基频范围内消除了引起噪音的低频成分,使器官组织的边缘成像更清晰。对比谐波成像(Contrast H imaging, CHI)是指用超声造影剂的谐波成像。它利用直径小于 10 μ m 的气泡明显增强散射信号,具有丰富的二次谐波,可以有效的抑制不含造影剂的组织(背景噪音)的回声。有效观察室壁运动,结合心肌灌注,应用多帧触发技术,检查心肌灌注质量,对缺血和心肌存活性的检测更为敏感。二次谐波的帧度接近基波,通过相

减获得血管内血流的二次谐波显像,称为脉冲及相谐波成像技术。组织谐波成像(Tissue harmonic imaging, THI)是利用超宽频探头,接受组织通过非线性产生的高频信号及组织细胞的谐波信号,对多频移信号进行实时平均处理,增强较深部组织的回声信号,改善图像质量,提高信噪比。因而能增强心肌和心内膜显示,增强微病变的显现力,增强肝内血流信号,帮助鉴别肝内血管和了解肝内细小血管病变。组织谐波成像技术在肥胖、肋间隙狭窄、胸廓畸形、肺气肿及老年患者的心脏检查中,使显像困难患者的心内膜边界更加清晰,心室壁运动的评价更为准确。目前超声诊断仪不断进展,具有超宽的动态范围,窄的发射频率,尖锐的接收滤波器,和数字化波形成的仪器,可接收来源于组织的微弱高频谐波信号,通过降低像素点的大小提高对比分辨力和轴向分辨力,明显减少了图像的伪像,更好的显示组织微细特征。由于体型或病理原因产生的显像困难,因此大为减少。HDI-5000 彩色多普勒超声诊断仪设有组织谐波成像软件,探头中心频率为 300MHz。美国 GE 的 LOGIQ400、500、700PRO 数字彩色多普勒超声诊断仪、百胜的 AUSPartner 彩色多普勒等也都设有组织谐波成像软件。

超声诊断技术迅速发展,已从形态学过渡到生物力学、生物物理学的分析阶段,即从静态到动态,从定性到定量,从模拟到全数字化,从单参数到多参数,从二维到三维显示,多普勒彩色血液显示代替了创伤性导管检查。使超声图像的质量和分辨率大幅度提高,能清晰显示出实质脏器内数毫米的肿瘤,显示手正中神经和手指韧带的纤维束,显示静脉瓣和眼前房结构等,充分证明了超声的空间分辨率达到理想的新阶段。提高了临床诊断和应用的范围,使超声影像学技术产生了质的飞跃,进入了超声影像学发展的黄金时代。

第二节 眼科超声检查的发展

上世纪 50 年代彩色多普勒超声成像技术开始用于人体大血管内血流的研究。1957 年 Dksala 首先测出了各种眼组织中声速的结果。1958 年 Baum 和 Greenwoof 联合首次报告了“可调节亮度”的 B 超扫描在眼科的应用。1965 年 Gremet 描述了用这一方法测量眼球长度,使 A 型超声开始了在眼科的应用。1972 年 Bronson 和 Turner 描述了接触式 B 超扫描,使超声检查更易操作和成像更清晰。80 年代初始,彩色多普勒超声成像技术被用于测量眼与眼眶小血管内的血流。1989 年 Erickson 等首先将彩色多普勒血流成像技术的技术应用于正常人的眼部血流检查。此后 Leib 等和 Guthoff 等相继用此方法对眼球及眼眶内的血流情况进行观察。20 世纪 80 年代三维扫描和彩色多普勒的发展促进了超声在眼科的应用。1990 年 Pavlin 等首次描述了高频超声(50~100MHz)在眼科的应用,并于 1991 年报告了在眼前部的成像。这种由 Pavlin 研制的超声生物显微镜技术使眼前节正常结构、肿瘤、异物、青光眼及其他相关疾病的研究获得满意效果。超声生物显微镜的出现为在活体组织上研究眼前节结构的相关疾病提供了一种新的检查方法。

在近 10 年的文献中,已经有许多学者注意到彩色多普勒血流成像技术在眼部血管性疾病诊断中的价值,已陆续报道了对眶血管畸形,原发性开角型青光眼等方面的研究情况。目前人们用彩色多普勒成像技术研究其血流动力学改变的眼部疾病包括青光眼、糖尿病性视网膜病变、视网膜中央动、静脉阻塞、前部缺血性视神经病变、急性视网膜坏死、年龄相关性黄斑变性、眼眶和眼内肿瘤等。彩色多普勒成像技术检测显示患眼的各期血流速度改变、计算出病变处相应血管的搏动指数和阻力指数,甚至还可显示出病变处血管形态及特点。从而揭示这些疾病与血流动力学特点密切相关的病理生理改变。彩色多普勒能量图是一种以多普勒能量积分为基础的新的彩色成像技术,其灵

敏度较彩色多普勒血流成像技术高出 3~5 倍,无角度依赖性,对血管的连续性显示明显高于彩色多普勒血流成像技术,可显示血管的树状结构,对眼部肿瘤内血管相互关系的观察更明确、更直接。现已开始应用于多种眼科疾病的诊断中。

第三节 超声检查的基础知识

超声物理基础知识对临床医生了解、解释超声现象是非常重要的。超声是粒子在介质内振动产生的声波,是一种机械波,由物体机械振动而形成。具有波长、频率和传播速度等物理量。超声频率大于 20kHz,人类不能听到。超声用于医学上的频率为 2.5~10MHz,常用的是 2.5~5MHz。眼科诊断用超声频率在 8~10MHz,这些高频率可产生小于 2 毫米短波长声波,对眼眶和眼内组织均有较好的分辨力。现已有超高频眼科超声,频率达 100~50MHz。相反一般腹部 B 超频率多在 1.5~5MHz 之间,这些低频超声波长较长,穿透性较好。

超声需在介质中传播,其速度因介质不同而异,在固体中 fastest,液体中次之,气体中最慢。在人体软组织中约为 150 厘米/秒。介质有一定的声阻抗,声阻抗等于该介质密度与超声速度的乘积。

超声在介质中以直线传播,有良好的指向性。这是应用超声对人体器官进行探测的基础。当超声传经两种声阻抗不同而相邻介质的界面时,如果其声阻抗差大于 0.1%,而且界面大于波长(大界面)时,则一部分声能发生反射,一部分声能在界面后方的相邻介质中产生折射,另一部分超声继续传播,遇到另一个界面再产生反射,直至声能耗竭。反射回来的超声称为回声。声阻抗差越大,则反射越强。如果界面比波长小,即小界面时,则发生散射。超声在介质中传播还发生衰减,即振幅与强度减小。衰减与介质的衰减系数成正比,与距离平方成反比,还与介质的吸收及散射有关。

表 1-3-(1) 人体不同介质的声速(米/秒)、声阻抗(105R*)和测试频率(MHz)

介 质	密度(g/cm ³)	超声纵波速度	特征阻抗	测试频率
空 气	0.001293	332	0.000429	2.9
水	0.9934	1523	1.513	2.9
血 液	1.055	1570	1.656	1.0
软组织	1.016	1500	1.524	1.0
肌 肉	1.074	1568	1.684	1.0
骨	1.658	3860	5.571	1.0
脂 肪	0.955	1476	1.410	1.0
肝	1.050	1570	1.648	1.0

* R(Rayls) = 1kg/m².s

人体结构对超声而言是一个复杂的介质,各种器官与组织,包括病理组织,都有它特定的声阻抗和衰减特性〔表 1-3-(1)〕。因而构成声阻抗上的差别和衰减上的差异。超声射入体内,由表面到深部,将经过不同声阻抗和不同衰减特性的器官与组织,从而产生不同的反射与衰减。