

活体超声生物显微镜 眼科学

第二版

Ultrasound Biomicroscopic Ophthalmology

主编 王宁利 刘文



科学出版社

www.sciencep.com

活体超声生物显微镜眼科学

Ultrasound Biomicroscopic Ophthalmology

第二版

主 编 王宁利 刘 文

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书第一篇为基础篇,介绍了超声生物显微镜(UBM)成像原理和检查方法;第二篇为临床篇,介绍了正常眼的 UBM 表现以及各种眼前段疾病和激光治疗前后的 UBM 图像特征;第三篇为实验篇,介绍了 UBM 在实验研究中的应用和国产全景 UBM 的研制,以及高频 UBM 发展的情况等。需要强调的是,本书详细地介绍了采用此项设备在眼科基础研究及临床应用中所获得的新知识、新观点和新理论,极大地丰富了眼科学的知识。

本书采用图文并茂、由浅入深的方式编写,适合各级眼科医师、B 型超声波医师、眼科教学及研究人员、生物医学工程技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

活体超声生物显微镜眼科学 / 王宁利,刘文主编. —2 版. —北京:科学出版社,2010.3

ISBN 978-7-03-026885-3

I. 活… II. ①王… ②刘… III. 生物显微镜-应用-眼科学-研究 IV. R77

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 034936 号

策划编辑:黄 敏 / 责任编辑:王 红 / 责任校对:钟 洋

责任印制:刘士平 / 封面设计:黄 超

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京佳信达欣艺术印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2010 年 3 月第 二 版 印张:21

2010 年 3 月第二次印刷 字数:510 000

印数:2 501—4 500

定价:198.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

（ 主 编 简 介

王宁利

眼科学博士、教授、主任医师和博士生导师

1982年毕业于青海医学院，毕业后留校任教；1987~1992年就读于广州中山医科大学研究生院，师从全国著名眼科学专家周文炳教授，获得医学博士学位；1992~2002年历任广州中山医科大学中山眼科中心主治医师、讲师、副主任医师、副教授和主任医师、教授，其间于1998~2000年赴美国加州大学圣地亚哥分校（UCSD）希利（Shiley）眼科中心做访问学者及博士后工作。2002年应邀至首都医科大学附属北京同仁医院工作。现任首都医科大学附属北京同仁医院副院长，首都医科大学眼科学院院长，眼科临床部主任，北京同仁医院眼科首席专家、教授、主任医师，博士生导师，北京市政协委员。兼任亚洲青光眼学会理事、东亚及东南亚青光眼学会常任理事、亚洲闭角型青光眼研究会理事、世界卫生组织防盲合作中心主任、中华医学会眼科分会副主任委员、中国医师协会眼科分会副主任委员、中国超声工程学会眼科分会主任委员、北京医学会眼科分会主任委员、中华医学会眼科分会青光眼学组副组长，担任杂志《International Glaucoma Review》中国学会主编，及《Asia Journal of Ophthalmology》、《Eye Science》、《中华医学杂志英文版》、《中华眼科杂志》、《眼科研究》、《眼视光学杂志》、《中国超声医学杂志》等多种眼科杂志副主编、编委等学术职位。



王宁利教授在近30年的从医过程中，主要致力于青光眼、白内障及屈光手术等方面的临床和科研工作。他发现我国原发性闭角型青光眼房角关闭机制呈多样性，并根据这一发现提出了新的以房角关闭机制为基础的分类和诊治体系，这一研究结果被广泛应用到临床实践，并因此获得亚洲青光眼学会特殊贡献奖，中国高校自然科学一等奖；他将超声生物显微镜（UBM）技术引进我国，采用此技术对睫状体相关疾病进行了系列研究，并与天津索维公司合作开发了具有我国自主知识产权的眼科高频全景UBM。他在基础医学研究方面主要致力于：①有关包含黑视素的视网膜神经节细胞的系列研究，进行了该类细胞对眼压的耐受性反应以及胚胎发育方面的研究。②影响房水流出通道的新型降眼压药物在眼压调控中的作用机制研究。③青光眼视路中热休克蛋白的表达有利于视神经保护和残余视网膜神经节细胞存活的研究，指

出热休克蛋白诱导剂的应用有可能成为青光眼视神经保护的治疗手段之一。④发现前列腺素衍生剂可激活脉络膜组织中金属蛋白酶；另外发现前列腺素衍生剂可增加巩膜对大分子的通透性，提出眼部大分子药物给药的新方案。

王宁利教授曾主持国家级课题 10 项，其中包括“863”计划课题、科技部攻关课题、国家自然科学基金课题、卫生部课题、教育部课题等；主持完成省市级课题 26 项，其中包括北京市重大课题项目、北京市自然科学基金项目、北京市卫生局项目、北京市教育局项目等。参编著作 17 部，其中主编 9 部，副主编 2 部；发表学术论文 200 余篇，其中 SCI 收录 70 余篇；在国内外眼科会议上发表演讲近百次。曾获国家级及省部级科技进步奖 4 项。获得专利 2 项。鉴于他对我国眼科事业发展所做出的重要贡献，2000 年获中华眼科学会杰出成就奖，2005 年被评为卫生部有突出贡献的中青年专家，并享有国务院政府特殊津贴；2006 年获得中华眼科分会奖；2008 年获中美眼科学会金钥匙奖。



刘 文

眼科学博士、主任医师和硕士生导师

1977 年考入湖北公医专科学校（现三峡大学三峡医学院）医疗系学习，1982 年毕业后先后在湖北省神农架林区人民医院五官科和湖北省宜昌市第一人民医院眼科工作。1992 年考入中山医科大学攻读眼科临床硕士和博士学位，师从我国著名眼科专家吴启崇教授和陈家祺教授，以优异成绩毕业后留中山眼科中心工作，主要从事玻璃体视网膜疾病的诊治研究。从事眼科临床工作 27 年，眼科基本知识和技能扎实，特别擅长各种眼底疾病、复杂性视网膜脱离和糖尿病性眼病的手术治疗。1996 年开始研究超声生物显微镜在前段玻璃体视网膜疾病诊断中的应用，在国内外最早用超声生物显微镜对前段增殖性玻璃体视网膜病变进行了分型，对这一复杂性玻璃体视网膜疾病的诊治有着重要的临床指导意义。在国内外首创视网膜脱离外路显微手术体系，使简单裂孔性视网膜脱离手术成功率达到了 95% 以上。在玻璃体手术治疗复杂性视网膜脱离方面，提出了全玻璃体切割术概念，并创立了全玻璃体切割术的技术和系统理论，显著减少了玻璃体手术的并发症。在国内外发表眼科学术研究论文 50 余篇，其中以第一作者发表论文 40 余篇。出版个人专著《视网膜脱离显微手术学》，还主编眼科专著《活体超声显微镜眼科学》和《临床眼科护理学》2 部，参与编写眼科专著 7 部，获国家和省级科研成果 3 项。

《活体超声生物显微镜眼科学》(第二版)

编委会

主 编	王宁利	刘 文	
副主编	吴中耀	赖铭莹	李德姣
编 委	(按姓氏笔画排序)		
	王宁利	叶天才	朱思泉
	刘 文	李奇根	李德姣
	吴中耀	陈伟蓉	赖铭莹



参与编写人员

(按姓氏笔画排序)

姓 名

单 位

王 涛	首都医科大学北京同仁眼科中心
王宁利	首都医科大学北京同仁眼科中心
王延群	中国医学科学院生物医学工程研究所
王雪乔	天津索维电子有限公司
卢清君	首都医科大学北京同仁眼科中心
叶天才	中山大学中山眼科中心
朱思泉	中山大学附属第三医院眼科,首都医科大学北京同仁眼科中心
刘 文	中山大学中山眼科中心,首都医科大学北京同仁眼科中心
牟大鹏	首都医科大学北京同仁眼科中心
李山祥	中山大学附属第四医院眼科
李奇根	中山大学附属第三医院眼科
李群英	中山大学附属第三医院眼科
李德姣	卫生部北京中日友好医院眼科
杨 晖	中山大学中山眼科中心
杨文利	首都医科大学北京同仁眼科中心
杨华胜	中山大学中山眼科中心
吴中耀	中山大学中山眼科中心
吴河坪	中山大学中山眼科中心
吴志鸿	北京武警总医院眼科
何丽文	中山大学中山眼科中心
张 欣	中山大学中山眼科中心
陈 术	卫生部北京中日友好医院眼科
陈龙山	中山大学中山眼科中心
陈伟蓉	中山大学中山眼科中心
陈秀琦	中山大学中山眼科中心
陈静嫦	中山大学中山眼科中心
汪振芳	中山大学中山眼科中心
宋学东	中国医学科学院生物医学工程研究所
欧阳洁	福建医科大学附属第一医院眼科
郑 政	中国医学科学院生物医学工程研究所
赵培泉	上海复旦大学附属眼耳鼻喉科医院
闻祥根	中山大学中山眼科中心
胥利平	北京武警总医院眼科
卿国平	首都医科大学北京同仁眼科中心
陶 海	北京武警总医院眼科
赖铭莹	深圳眼科医院
魏文斌	首都医科大学北京同仁眼科中心

（第二版序

我很高兴应作者邀请为本书作序。眼用超声活体显微镜自 1990 年诞生以来至今已经 20 年了,已被广泛地应用到眼科临床和科研的各个领域,在眼病的诊治、随诊以及探索疾病的发病机制等方面起了重要的作用。超声活体显微镜的应用丰富了眼科学的知识,是眼科学发展中具有重要意义的创新和发展。王宁利教授在 2002 年组织编写了《活体超声显微镜眼科学》,全面地介绍了活体超声显微镜的知识和应用方法,总结了应用活体超声显微镜的经验,受到了广大读者的欢迎。自此之后,王宁利教授等一批眼科工作者继续努力,辛勤耕耘,在这一领域有所发现和创新,形成了自己独到的观点和见解。近年来,王宁利教授等研制国产全景活体超声显微镜获得成功,使得我国眼科工作者在活体超声显微镜的设备研发方面取得了重要进展。我相信,随着价廉物美的一次性全景成像活体超声显微镜的推广和应用,我们将在一些眼病的发病机制探讨和临床诊治方面取得新的成果。而且近年来随着科技的进步,活体超声显微镜领域出现了一些其他新技术,如高频超声成像技术。王宁利教授等敏感地吸收了这方面的研究成果,研制出一次性快速全景成像的活体高频超声显微镜。为了及时反映在活体超声显微镜方面取得的成果,王宁利教授联合国内的一些专家,汇集了近 20 年来在活体超声显微镜领域的科研结果,更新并增加了内容和优质的图片来再版本书。我相信,本书的再版将能满足我国眼科工作者和视觉研究工作的需要,并能在促进活体超声显微镜的应用方面起到积极的作用。

我衷心地祝贺本书的再版。

赵家良
2010 年 3 月

（ 第一版序

每当一种新技术应用到眼科临床和科研中,均会对眼科学的发展产生巨大的推动作用,并会进一步地增加我们对眼科生理、病理的认识,甚至改变我们对眼科疾病的处理原则,结果使眼科学知识得到更大的丰富,加深人类对眼和眼科疾病的认识,使人类在保护视功能的道路上向前迈进。活体超声显微镜的诞生和在临床及科研中的应用,和其他眼科新技术一样,促进了眼科学的发展,10年来积累了许多新知识、新观点、新的疾病处理原则,使眼科疾病的诊治和研究得到了卓有成就的发展。我国眼科工作者在这一领域通过辛勤耕耘做出了自己的贡献,有新发展、新观点、新思想及自己的独到见解。本书作者联合目前国内在这一领域的专家、汇集近10年来这一领域的科研结果,撰写了本书。多方专家根据书的内容一致提议,使用《活体超声显微镜眼科学》作为本书书名,其意义就在于本书重点描述的是活体超声显微镜在眼科应用后对眼科学的新贡献,所以冠以此名。作者也希望它能成为我国目前眼科学教材的补充,使广大读者能分享这一领域的成果。

李子良

2002年6月于北京

第二版前言

1996年,我还在中山大学眼科中心工作时,引进了国内第一台超声生物显微镜(UBM)。从那时起,我就开始了对虹膜/睫状体相关疾病诊治技术的研究及对眼科高频超声生物显微镜技术的改进工作。我首先发现中国人闭角型青光眼发病机制呈多样性,并依此提出了新的分类体系和诊治流程;首先提出恶性青光眼新的分类和诊治原则,提出睫状体及巩膜发育不良可能是先天性青光眼眼压升高原因之一的假说;率先设计、制定虹膜/睫状体区域微小异物、占位性病变的检测技术;首先设计了UBM暗室激发试验,避免了传统的暗室试验仅以眼压的变化或房角镜检查结果判断阳性的缺点,从而提高了暗室试验结果的敏感性和特异性。

此外,针对早期使用的UBM存在的探测深度浅、观测视野窄、成本昂贵的问题,我们联合国内生产厂家,进行了新机型的研发,从核心技术入手,进行了50MHz高频超声探头技术、一次性全景成像技术的研发。2006年,在国内外首先设计、开发出了具有宽视野、高频成像技术特点的眼前段全景UBM,实现了技术难点的突破,使得超声生物显微镜的扫描宽度由5mm增加到16mm,扫描深度由5mm增加到9mm。在近3年的临床工作中,全景UBM的应用进一步加深了眼科医生对各种眼科疾病的认识,丰富了临床和科研成果。

现在回想起来,也正是眼科同道及我们的临床科研团队十多年来的辛勤付出,才带来超声生物显微镜在眼科领域的进步,使得超声生物显微镜在眼科的应用又迈上了新台阶。

《活体超声生物显微镜眼科学》分为3篇24章,再版时既保留了原书的精华部分,又增添了该领域的新理论与新技术。

本书第一版的资料收集及撰写历经八年的时间,而本书的再版工作也历时两年多,除了将上一版中部分由图像拼接技术获得的眼前段图像替换成由目前全景UBM采集的一次性全景眼前段图像外,还增添了高分辨率小动物眼部超声成像、全景UBM观察屈光性人工晶体植入手术前后晶状体位置及UBM在

泪道疾病的应用等内容。其中,活体人眼 Schlemm 管 UBM 图像的获取为探索青光眼的发病机制和手术治疗策略开辟了新的研究领域。本书新增添的内容都是临床上不可多得的珍贵资料,希望第二版的出版能为眼科同道的临床以及科研工作做出贡献!

由于本书编写仓促,错误在所难免,敬请同道不吝指正。

王宁利

2010 年 2 月于北京

（第一版前言

人类自从诞生,其探索世界的活动就从来没有停止过。人造卫星的发射使人们获得了羞答答隐藏的月球背面的照片。显微镜的发明使我们认识到了各类致病的病原体,CT和磁共振技术的诞生使我们能在活体上对人体的病变进行形态学甚至病理学诊断。眼底镜的发明,使我们直接地观察到了眼底形态,大大加深了对眼的生理及相关疾病的认识。裂隙灯显微镜的发明,又使我们能更加精细地观察到角膜、前房、虹膜和晶状体。

然而,医学科学家们并没满足在眼科学上已取得的成就。眼前段的房角以后到睫状体部这一解剖区域一直是活体观察的盲区,和这一区域解剖结构相关的疾病研究大多是建立在尸检眼病理检查基础上的。由于所获标本来源的限制、标本制作中相关解剖结构变化使得所获结论多少带有推断性,并具有一定片面性。所以,如果设计一种仪器或设备能在活体人眼对上述解剖结构进行高分辨率的观察,将对这一区域相应疾病及相关眼生理的研究起到极大的推动作用。

1991年,加拿大医师 Pavlin 利用超声技术设计了 B 型高频超声诊断仪——活体超声显微镜(ultrasound biomicroscopy,UBM),又称超声生物显微镜。采用这一技术可实时地对活体人眼的相关解剖结构进行观察和研究,其分辨率达到普通光学显微镜水平。近 10 年来,国内外发表的相关文章 300 余篇,其中,国内发表相关文章达 50 余篇。中国眼科工作者在这方面做出了自己的贡献,特别是采用 UBM 对我国闭角型青光眼房角关闭发病机制进行了系统的观察研究,发现了中国人闭角型青光眼房角关闭机制多样性的学说,采用 UBM 对前段增殖性玻璃体视网膜病变进行了系统研究等。

本书历时 8 年才完成,邀请了全国十数年来一直从事 UBM 临床和研究的眼科专家编写。本书首先介绍了与 UBM 密切相关的超声学基础、UBM 成像原理和检查方法,以及正常眼的 UBM 图像。重点是在第二篇,用大量的篇幅详细论述了各种眼前段疾病的 UBM 表现,以及 UBM 图像与临床表现的关系和 UBM 图像揭示的各种眼前段疾病的发病机制及临床意义等。比如:长期以来

在我国闭角型青光眼发病机制中的一种经典观点是分两种类型,一种是虹膜膨隆型;二是高褶虹膜型。然而,通过 UBM 对各种闭角型青光眼的房角形态、虹膜附着位置和睫状体形态的客观定量观察,新发现闭角型青光眼病因和发病机制存在多种机制共存,从而为青光眼的诊断和鉴别诊断、防治提供了新的理论和实践依据。又如:前段增殖性玻璃体视网膜病变(APVR)是发生在锯齿缘部位严重的玻璃体视网膜病变,已是裂孔性视网膜脱离手术失败的重要原因之一,临床上缺乏有效的诊断手段。通过 UBM 的临床观察,发现 APVR 有着典型的 UBM 图像特征,为临床诊断、治疗和估计 APVR 的预后提供了非常有意义的客观证据。另外,UBM 在揭示角膜疾病、晶状体疾病、巩膜疾病、葡萄膜疾病、肿瘤和眼外伤等眼部疾病的病因和发病机制方面都有着其他影像学检查所不能代替的作用,在第二篇内都有详细的介绍。在本书的第三篇,作者介绍了 UBM 在实验研究中的比较研究和 UBM 在影像学中的地位和发展展望,力图让读者全面了解 UBM 的现状及发展方向。

和国内外已经出版的相关书籍完全不同,本书不是一本活体超声显微镜使用手册,也不是一本活体超声显微镜诊断学,而是一本关于 UBM 在活体使用和研究的新发现的眼科新知识、新理论的总结,是一本对临床及科研具有指导意义、丰富眼科学知识、提高眼科临床诊治水平的书籍。因为 UBM 是对活体眼组织结构进行观察,为强调这些特点,本书冠名《活体超声生物显微镜眼科学》。本书不但适用于已拥有 UBM 的单位,同样适宜目前无此设备的各专业眼科工作者阅读。本书采用图文并茂、由浅入深的方式编写,编写人员均为国内在这一领域有成就的专家,其内容的 80% 来自专家的第一手资料。相信本书出版后可能会大大地促进我国眼科疾病的诊治水平,提高医疗质量。

由于本书编写仓促,错误实在难免,敬请读者批评指正!

王宁利 刘 文
2002 年 4 月于北京

目 录

第一篇 基础篇

第一章 高频超声影像的基本原理	(3)
第一节 超声波的基本特征	(4)
第二节 高频时眼组织的特征	(6)
第三节 脉冲回声图像的原理	(13)
第四节 分辨率和穿透性	(14)
第二章 超声生物显微镜基本原理	(18)
第一节 扫描器设计	(18)
第二节 UBM 图像质量和测量的精确性	(21)
第三节 高频超声的安全性	(23)
第三章 超声生物显微镜的种类和检查技术	(25)
第一节 UBM 的种类	(25)
第二节 国产 UBM 简介	(27)
第三节 UBM 检查技术	(34)

第二篇 临床篇

第四章 正常眼的 UBM 图像	(45)
第五章 眼前段结构的计算机辅助定量测量	(59)
第一节 UBM 图像的获取、拼接与二值化	(59)
第二节 眼前段结构的定量测量	(62)
第六章 角膜疾病	(73)
第一节 正常角膜的 UBM 图像	(73)
第二节 异常角膜的 UBM 图像	(74)
第三节 UBM 在角膜移植手术中的应用	(80)
第七章 巩膜疾病	(93)
第一节 巩膜炎	(94)
第二节 巩膜葡萄肿	(96)
第八章 葡萄膜疾病	(98)
第一节 虹膜睫状体炎	(98)
第二节 中间部葡萄膜炎	(102)
第三节 后部葡萄膜炎或全葡萄膜炎	(103)
第四节 虹膜囊肿	(104)

第九章 青光眼	(106)
第一节 正常眼的 UBM 图像特征	(106)
第二节 UBM 在青光眼诊断和研究中的应用	(106)
第十章 晶状体疾病	(145)
第一节 UBM 在白内障诊断中的应用	(145)
第二节 UBM 在晶状体形态及位置异常诊断中的应用	(148)
第三节 UBM 在人工晶体植入手术疗效评价中的应用	(151)
第十一章 玻璃体疾病	(160)
第一节 正常玻璃体的 UBM 图形	(160)
第二节 玻璃体疾病的 UBM 图形	(161)
第十二章 视网膜疾病	(179)
第一节 正常视网膜的超声生物显微镜图形	(179)
第二节 视网膜疾病的超声生物显微镜特征	(180)
第十三章 早产儿视网膜病变	(202)
第十四章 眼外伤	(205)
第一节 眼球挫伤	(205)
第二节 眼球贯通伤	(214)
第三节 眼球内前段异物	(216)
第十五章 眼前段肿瘤	(219)
第一节 虹膜肿瘤	(219)
第二节 睫状体肿瘤	(224)
第三节 周边部脉络膜肿瘤	(226)
第四节 球结膜及眼附属器病变	(227)
第十六章 睫状体调节及睫状体疾病	(232)
第一节 正常睫状体的解剖形态	(232)
第二节 正常睫状体的 UBM 图像	(232)
第三节 应用 UBM 对睫状体进行定性观察	(236)
第四节 应用 UBM 对睫状体调节功能及形态进行定量检测	(239)
第十七章 眼科激光	(243)
第一节 UBM 在青光眼激光治疗中的应用	(243)
第二节 UBM 在眼底疾病激光治疗中的应用	(247)
第十八章 玻璃体视网膜手术	(251)
第一节 巩膜环扎术后的 UBM 检查	(251)
第二节 玻璃体切割术后的 UBM 检查	(253)
第十九章 泪道疾病	(257)
第一节 膜性泪道的解剖	(257)
第二节 泪道 UBM 检查的方法	(258)
第三节 正常泪道的 UBM 图像	(259)
第四节 异常泪道的 UBM 图像	(264)

第三篇 实验篇

第二十章 实验性角膜碱性化学伤	(273)
第二十一章 眼前段影像学检查	(287)
第二十二章 超声生物显微镜的历史及其在中国的发展与临床应用	(296)
第一节 UBM 在青光眼研究及诊断中的应用	(297)
第二节 UBM 在前段增殖性玻璃体视网膜病变中的应用	(300)
第三节 UBM 在视网膜光凝术效果评价中的应用	(300)
第四节 UBM 在白内障诊断及人工晶体植入手术效果评价中的应用	(300)
第五节 UBM 在角膜病研究及诊断中的应用	(301)
第六节 UBM 在眼外伤中的应用	(301)
第七节 UBM 在眼肿瘤诊断中的应用	(301)
第八节 正常人眼前段活体测量及生理和药理研究	(302)
第九节 UBM 在泪道疾病中的应用	(302)
第十节 动物实验	(303)
第十一节 展望	(303)
第二十三章 国产全景超声生物显微镜的研发及其在眼科的应用	(305)
第一节 国产全景高频超声生物显微镜的研发	(305)
第二节 国产全景高频超声生物显微镜在眼科的应用	(306)
第二十四章 小动物超声系统在眼科的应用	(316)