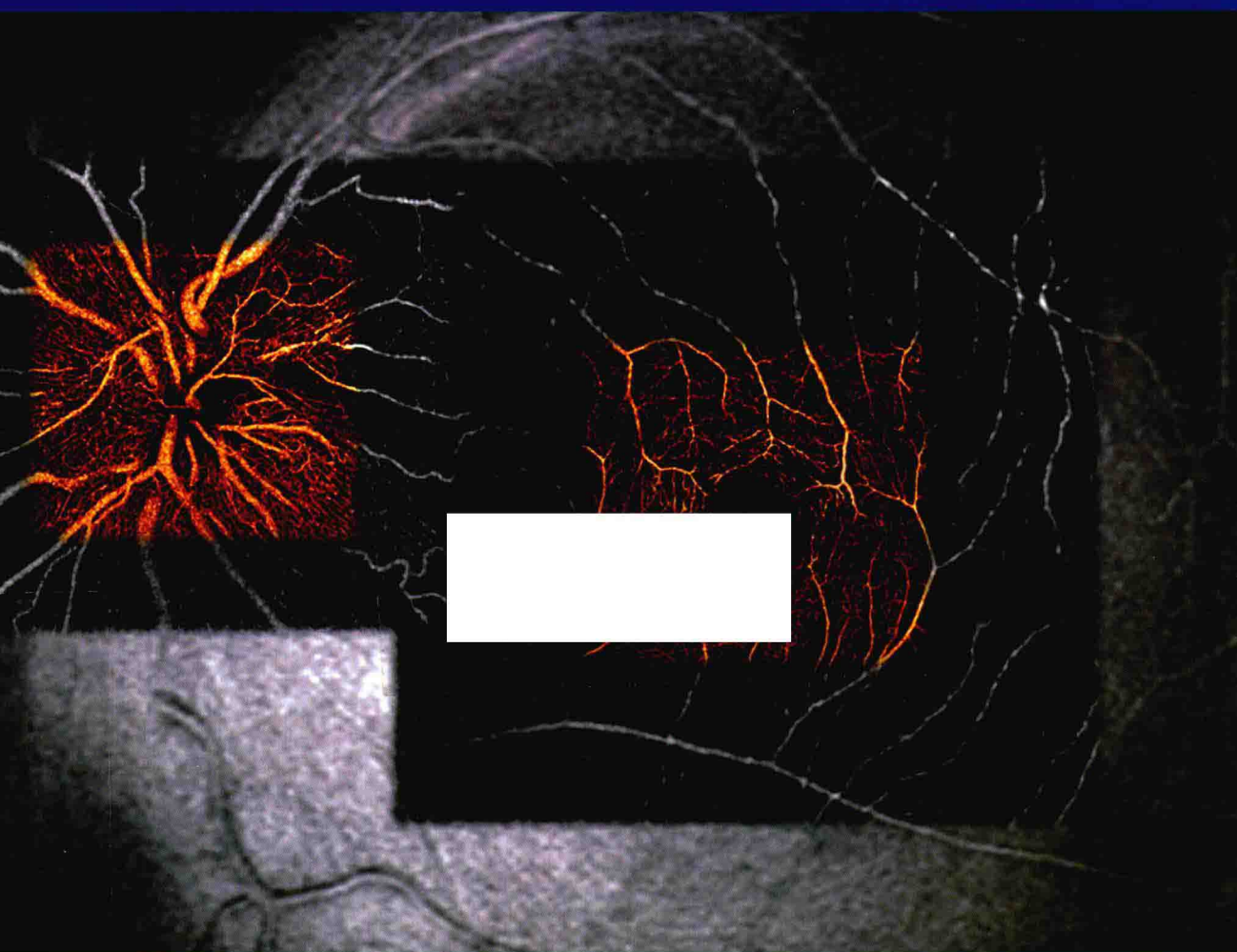


眼 科 新 技 术 应 用 丛 书

总主编 孙兴怀

OCT血管成像和 en face OCT图谱

主 编 王 敏



复旦大学出版社

眼科新技术应用丛书

眼表活体共聚焦显微镜

多焦视觉电生理

眼前节光学相干断层成像

眼后节光学相干断层成像

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

眼激光动力学

眼前节全景仪

飞秒、LASEK/Epi-LASIK及ICL手术

光动力学治疗在眼科中的应用

OCT血管成像和en face OCT图谱

责任编辑 肖芬
封面设计 孙曙

ISBN 978-7-309-11793-6



9 787309 117936 >

定价：100.00元

www.tsdapress.com

总主编 孙兴怀

OCT血管成像和 en face OCT图谱

主 编 王 敏

副主编 徐格致 孙兴怀 David Huang

编 者 (以姓氏笔画为序)

王 敏 冯超逸 叶晓峰 刘 卫 孙兴怀

张勇进 周 健† 周 瑶 徐格致 常 青

黄咏恒 黎 蕾

David Huang* Yali Jia* Yan Li* Jay Wei†

Tony Kot† Qienyuan Zhou†

* Casey Eye Institute, Oregon Health and Science University

(Portland, Oregon, USA)

† Optovue, Inc. (Fremont, California, USA)

其余编者均来自复旦大学附属眼耳鼻喉科医院

图书在版编目(CIP)数据

OCT 血管成像和 en face OCT 图谱/王敏主编. —上海:复旦大学出版社,2015.12
(眼科新技术应用丛书)
ISBN 978-7-309-11793-6

I. O II. 王… III. 眼病-影象诊断-图谱 IV. R770.43-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 217151 号

OCT 血管成像和 en face OCT 图谱

王 敏 主编

责任编辑/肖 芬

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

浙江新华数码印务有限公司

开本 787×1092 1/16 印张 14.25 字数 219 千

2015 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-309-11793-6/R·1501

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

内 容 提 要



本书是“眼科新技术应用丛书”之一，由权威专家全面介绍OCT血管成像技术及与OCT血管成像密切相关的en face OCT技术的原理和解读。书中配有大量精选的眼底病、青光眼和神经眼科病例供读者学习和理解这两项最新的无创眼科影像学技术的临床实际应用，目的是以图谱的形式，让读者直观地了解这两项新技术所获得的影像信息，学习准确解读这些影像资料，为眼科疾病的诊断、治疗和疗效监控提供有重要价值的信息，为眼科临床研究提供新的手段和视角。

本书适合眼科医生、研究生及眼科影像检查技术人员阅读。

致 谢



本书的出版得到上海市科学技术委员会科研计划项目基金（14411965500）、“上海市领军人才”、上海市科委自然科学基金（13ZR1406100）、上海市视觉损害与重建重点实验室和科林仪器股份有限公司的资助，在此表示衷心感谢！

总序

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，以及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》、《多焦视觉电生理》、《眼前节光学相干断层成像》、《眼后节光学相干断层成像》、《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

教授，主任医师

中华医学会眼科学分会副主任委员

中国医师协会眼科医师分会副会长

复旦大学上海医学院眼科学与视觉科学系主任

复旦大学附属眼耳鼻喉科医院院长

2009年4月

序 一



眼睛是人类探索世界的特殊感受器，其光学特性使得人们能够用肉眼直接观察到眼底的视网膜、视神经及其血管组织。这是对人体的生理病理状态研究和评价极为重要的一种特殊器官。鉴于眼睛的特殊性，很多相关学科、交叉学科的研究成果已经成功地转化应用于眼科临床。光学相干断层扫描（optical coherence tomography, OCT）技术就是其中很好的转化医学例证之一。近年来，眼科学领域的OCT研究进展非常迅猛，这一趋势不仅是对传统手段诊治眼病理念的更新和深入，同时在相当程度上推动了临床眼科诊治水平和研究水平的快速发展。

OCT技术已使得我们能够从临床上获得与组织切片相当的纵向视网膜、视神经，甚至脉络膜等的细微结构观察，而新近推出的en face OCT又能从与视网膜表面平行的不同层面上了解其结构变化，实现了从点到面观察视网膜、脉络膜和视神经结构的突破，提升了我们对这些组织结构的视角，能够全面地把握整个疾病状况对视网膜、视神经影响的广度和深度。最近开发应用的分光谱振幅去相关血管成像（split-spectrum amplitude-decorrelation angiography, SSADA）技术，使得我们能够在en face OCT结构检测应用基础上，观察研究视网膜、视盘和脉络膜血流的情况。此项技术的开发，将视网膜、视神经的结构与其血液循环状况相结合，有如功能磁共振成像（functional magnetic resonance imaging, fMRI）技术应用于中枢神经系统，在临床诊治评价手段方面更上一个台阶。

复旦大学附属眼耳鼻喉科医院有幸在中国第一个购置了最新一代的OCT血管成像系统（Avanti RTVue XR, Optovue公司）并应用于临床诊治和研究

工作，积累了丰富的临床病例资源，在很多国内外学术会议上多次做专题报告，也已发表了一部分相关临床研究论文。鉴此，我们组织编写了这本专著，通过对眼科常见及典型临床病例的应用分析和探讨，着重交流针对我国人群运用此新技术的经验和体会；并希望通过本书能够帮助大家快速熟练地使用这些新技术，以期新设备的特色功能得到充分展示，能将更多的临床使用经验与更多的眼科临床工作者分享，推动眼科临床诊治和研究工作的不断深入。同时我们也期望将临床应用的体会与研发公司分享，共同努力推进新产品的研发和完善，最终服务于临床眼科，造福眼病患者。

出版本书旨在与各位眼科同道相互交流、互相学习，也恳请各位同道多提宝贵意见，共同进步。

孙兴怀

教授，主任医师

中华医学会眼科学分会副主任委员

中国医师协会眼科医师分会副会长

复旦大学上海医学院眼科学与视觉科学系主任

复旦大学附属眼耳鼻喉科医院院长

2015年6月23日

序 二



近年来，OCT技术在眼科领域发展迅速，成为21世纪最重要的眼科影像学发明和进展，从早期的时域OCT（time domain OCT）到扫描速度更快、分辨率更高的频域OCT（spectral domain OCT），再到深度分辨率更好的扫频光源OCT（swept-source OCT），每一次进步都给我们带来更多的欣喜。OCT技术给我们揭示的眼部组织结构横断面的改变几乎可以与组织学的结构层次一一对应。横断面的OCT扫描类似一张活体的组织切片，为眼科医生诊断视网膜疾病、脉络膜疾病、视神经疾病和眼前节疾病提供了非常重要的结构改变信息，成为眼科医生特别是眼底病、青光眼和眼前节专科医生诊断各自专科疾病不可缺少的工具。但通过每条线上的断层扫描（B扫描）了解到结构改变的信息还不能全面反映病变组织的全貌，为了能从面上了解病变组织和周围组织的关系，眼科影像学专家在频域OCT的基础上又研发了能与视网膜表面平行的不同层面上了解结构变化的en face OCT。至目前为止，几乎所有的OCT都是结构OCT（structural OCT），不能检测有关视网膜和脉络膜的血流信息。Optovue公司最新出产的Avanti RTVue XR OCT是国际上首台能成功检测视网膜和脉络膜血流的商用OCT设备，成为眼科影像学的重大突破。与传统观察血管变化的眼底荧光血管造影和吲哚菁绿脉络膜血管造影相比，OCT血管成像是无创的，不需要注射任何染料，虽然还有许多技术上的问题需要改进，但已为我们进一步了解视网膜和脉络膜血流的变化提供了无创、方便和快捷的影像学工具，为我们深入了解视网膜脉络膜疾病、青光眼和神经眼科疾病的发病机制开辟了新的途径。

王敏主任医师在国内第一个进入en face OCT和OCT血管成像研究与应

用领域。在他的艰苦努力下，短期内我国的相关工作与世界齐步，而他也多次代表国内眼科界参加国际会议并做主旨演讲，参编了目前为止世界上仅有的两本en face OCT和OCT血管成像英文专著的编写，奠定了他在该领域的顶尖学术水平。

本书内容新颖、病例丰富、图片精美，相信对从事临床、研究和教学的眼底病工作者有很好的参考价值。

徐格致

教授，主任医师

复旦大学附属眼耳鼻喉科医院副院长

玻璃体视网膜学科主任

2015年6月23日

序 三



OCT angiography is a rapidly developing technology to non-invasively image and measure retinal, choroidal, and optic nerve blood flow. This new technology has only been studied for ocular disease applications since 2013 and begun to be widely used in 2015. Therefore Dr. Min Wang's Atlas is among the first waves of textbook in this brand new imaging modality. For a first-generation textbook, this Atlas offers an unusually comprehensive collection of images that touches on every major category of ocular diseases. Some of these initial guidelines for clinical interpretation are likely to change as the technology evolves, but many will remain as classic teachings that will be taught for many years. It also deserves special mention that original contributions to the field are being made by a group of Chinese researchers and clinical experts in the new area, which speaks to the growing maturity of original clinical research in Chinese medicine and ophthalmology. I congratulate Dr. Wang for this great accomplishment.

In addition to being timely, this Atlas is also much needed to teach the interpretation of OCT angiography. OCT angiography uses flow motion as intrinsic contrast, therefore interpretation differs from fluorescein angiography, in which dye transit and leakage provide the primary contrast. The 3-dimensional nature of OCT angiography allows for detailed examination of vascular anatomy in both cross-sectional and en face displays that separate the normal vascular beds and vascular pathologies. Selection of slab boundaries using

reference anatomic surfaces is key to proper visualization and recognition of pathologies. Superficial flow is projected onto deeper reflective structures in OCT angiography. This artifact can be recognized and suppressed using a computer algorithm. The Atlas teaches clinicians to use these visualization techniques, detect pathologies, understand artifacts and limitations, and make the proper clinical interpretations in a wide variety of retinal and optic nerve diseases.

The non-invasive nature of OCT angiography will allow it to be used much more frequently than was ever possible with conventional fluorescein angiography. The new generation of commercial OCT systems has sufficient speed to perform OCT angiography using the highly efficient split-spectrum amplitude decorrelation angiography (SSADA) algorithm. Therefore I predict that OCT angiography will greatly extend the clinical usefulness of OCT and be the dominant area of new research and development for OCT in ophthalmology in the next decade. This timely book will introduce retinal and glaucoma specialists, and comprehensive ophthalmologists to this new angiography modality. As a co-inventor of OCT and the SSADA OCT angiography technique, and as someone of Chinese heritage, I celebrate the publication of this Atlas and the widespread use of this new technology in China.

David Huang

MD, PhD

Peterson Professor of Ophthalmology & Professor of Biomedical
Engineering

Casey Eye Institute, Oregon Health & Science University
USA

March 6, 2015

序 四



Optical coherence tomography has been adopted all over the world by an increasing number of ophthalmologists. The ease with which OCT images can be acquired has modified the diagnostic strategy. Modern OCT generates high quality “en face” images, and improves visualization of retina and choroid. It enables assessment of multi-dimensional pathology. En face OCT is no longer confined to a few retina specialists, but is widely available to all eye practitioners.

This technology is evolving very fast and will continue to gain even more widespread applicability. Recently a new development was added to our clinical possibilities. Dyeless, non-invasive OCT angiography allows to explore normal and pathological retinal vasculature. It uses blood movement in capillaries to delineate vessels without the need of contrast injection.

OCT assessment and interpretation involves both a technical dimension and an intellectual aspect. Dr. Min Wang wrote the present Atlas with these facts in mind, to help and guide the clinician in assessing, classifying and selecting “en face” and OCT angiography information. He did a difficult and wonderful work to make beautiful OCT scans that will help ophthalmologists localize and study lesions in individual layers of the retina. Dr. Min Wang has been the member of the International “en face” OCT Focus Group since its creation. His main interests are methods of retinal imaging analysis and interpretation, and in clinical applications of OCT technology for retinal disorders.

The aim of this Atlas is to show OCT users the utility of clinical en face and OCT angiography imaging. Dr. Min Wang's Atlas should guide the general ophthalmologist to select the best en face views and read easily the typical and atypical aspects of en face images and the normal and pathological features of OCT angiography.

We believe that en face imaging and OCT angiography have practical and clinical interest for everyday clinical ophthalmology. Dr. Min Wang's Atlas addresses a vast audience and describes how to diagnose diseases and plan surgery for a variety of disorders.

I think that this beautiful and up-to-date Atlas gives a timely answer to a widely felt clinical need.

Bruno Lumbroso

Chairman of International en face OCT Focus Group

Director Emeritus Rome Eye Hospital

January 16, 2015

前言



自从我科于2014年2月购进中国第一台OCT血管成像系统 Avanti RTVue XR以来，我们怀着兴奋的心情应用这台国际上唯一可以通过OCT观察视网膜和脉络膜血流的设备检查和收集了大量病例。在使用设备和解读这些病例的过程中，我们感觉到十分有必要把收集到的这些有代表性的病例编写成一本专著与眼科同道分享，一方面展示OCT血管成像技术在这些病例中的应用，另一方面帮助大家解读OCT血管成像的结果。只有学会解读OCT血管成像的结果，才能更好地把这项新技术应用到日常的临床工作中，最大限度地发挥其作用。为此，我们的合作伙伴OCT血管成像的发明人David Huang教授和Yali Jia博士给予了鼎力支持，应邀参与了本书的编写，并从理论角度为读者阐述了OCT血管成像的原理和解读方法，为之后具体临床病例的解读奠定了基础。

en face OCT和OCT血管成像密切相关，两种技术密不可分，在学习OCT血管成像技术的同时，也很有必要了解en face OCT的解读。笔者感觉到国内大多数眼科同道对en face OCT技术应用和解读还不太了解，这也影响了这一技术在临床的应用和推广。借此机会我们把en face OCT的大量临床病例也编写在本书中，同时也有en face OCT原理和解读的介绍，目的是想让大家进一步了解en face OCT技术的广泛用途，以及与OCT血管成像相辅相成的应用关系。

以OCT为代表的眼科影像学技术日新月异，OCT血管成像技术也在不断完善和进步，我们期待眼科影像学技术的研发专家提供更好的影像学手段，使我们对眼科疾病的诊断能尽量做到无创、快速和精准；同时我们也希望广大眼科同道积极学习和掌握新的影像学技术，与时俱进，使诊断水平不断提高，最终造福患者。

任何一种临床检查手段都不是完美的，OCT血管成像技术也是如此，但