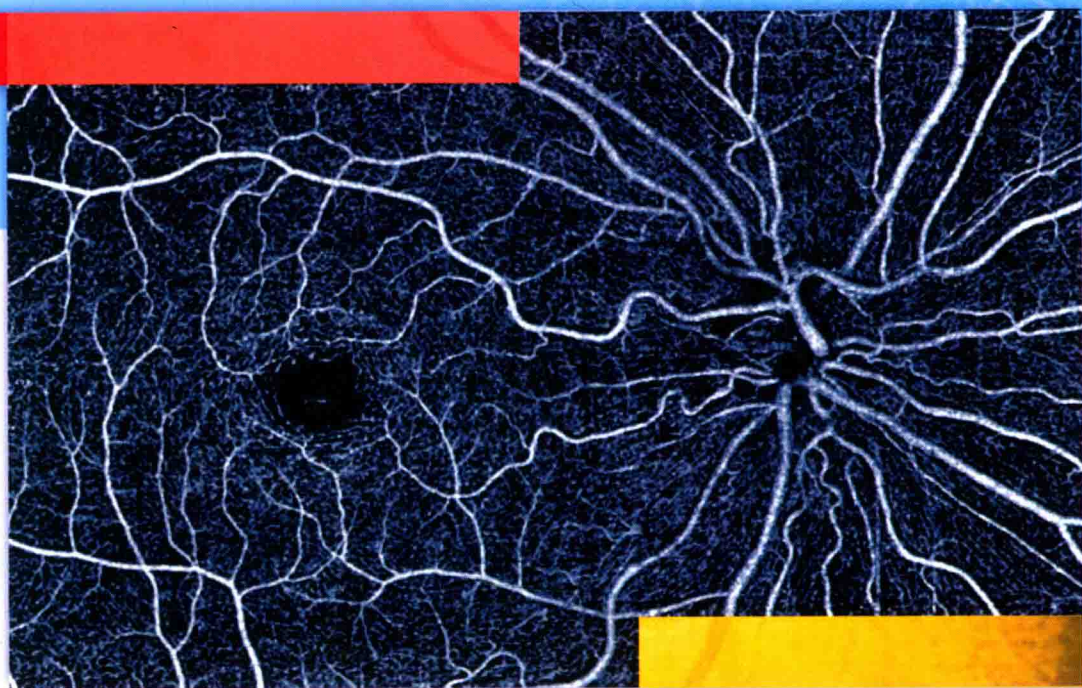


OCT血管造影

OCT Angiography

〔加〕 David R. Chow 〔巴西〕 Paulo Ricardo 著

张贵森 主译 惠延年 主审



 北京科学技术出版社

 Thieme

OCT 血管造影

OCT Angiography

〔加〕 David R. Chow 〔巴西〕 Paulo Ricardo 著

张贵森 主译 惠延年 主审



北京科学技术出版社

Copyright © 2018 of the original English language edition by Thieme Medical Publishers, Inc., New York, USA.
Original title: OCT Angiography
by David R. Chow / Paulo Ricardo Chaves de Oliveira

本书由蒂姆医学出版社有限公司（美国纽约市第七大道333号，10001）授权出版。
著作权合同登记号 图字：01-2018-3602号

图书在版编目（CIP）数据

OCT血管造影 / (加) 周大卫 (David R.Chow), (巴西) 保罗·里卡多 (Paulo Ricardo) 著; 张贵森主译. — 北京: 北京科学技术出版社, 2018.9
书名原文: OCT Angiography
ISBN 978-7-5304-9798-2

I. ①O… II. ①周… ②保… ③张… III. ①眼底荧光摄影—血管造影 IV. ①R770.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第179826号

OCT血管造影

作 者: [加] David R.Chow [巴西] Paulo Ricardo
主 译: 张贵森
责任编辑: 张真真
责任校对: 贾 荣
责任印制: 吕 越
封面设计: 申 彪
出 版 人: 曾庆宇
出版发行: 北京科学技术出版社
社 址: 北京西直门南大街16号
邮政编码: 100035
电子信箱: bjkj@bjkjpress.com
网 址: www.bkydw.cn
电话传真: 0086-10-66135495 (总编室)
0086-01-66113227 (发行部) 0086-01-66161952 (发行部传真)
经 销: 新华书店
印 刷: 北京捷迅佳彩印刷有限公司
开 本: 710mm×1000mm 1/16
印 张: 13
字 数: 250千字
版 次: 2018年9月第1版
印 次: 2018年9月第1次印刷
ISBN 978-7-5304-9798-2/R·2500

定 价: 180.00元



京科版图书，版权所有，侵权必究。
京科版图书，印装差错，负责退换。

译者名单

主译：张贵森

主审：惠延年

译者：（按姓名笔画排序）

王 琳 刘 磊 杨亚军 吴 强 张 含

张贵森 娜日莎 贾慧珍 惠延年

在医学史上，眼底成像技术的划时代发展一直是令人振奋的大事件。1851 年 Helmholtz 发明检眼镜，首开活体眼底直接观察的先河。1961 年，荧光素血管造影术问世，实现了对眼底血流动力学、血管着色和渗漏等病变的动态记录。相干光层析成像术（optical coherence tomography, OCT）自 20 世纪 90 年代发明以来，特别是 2005 年以后推出的频域 OCT，其更快的扫描速度并辅以运动校正技术，使成像分辨率大为精进，能清晰呈现中心视网膜和视盘的三维影像，几乎成为每个眼科临床中心不可或缺的成像工具。

在 OCT 技术基础上建立的 OCT 血管造影术（OCTA），在近几年间已显示出巨大的优势和广阔的前景。它无须静脉注射造影剂，能够快速、非侵入性地获取同一部位多层次血管系统的高质量静态影像，可以量化评估血管密度等多种参数，在对多种眼底疾病的深入观察、诊治和疗效评估中发挥了显著作用。

由于 OCTA 涉及设备、算法、解释和定量等一系列新问题，也随之出现一批新术语，临床医师大多对此尚不熟悉。国内目前约有 300 台设备投入临床使用。随着这一技术的快速推广和应用，学习和掌握其成像原理及应用技术是眼科医师面临的迫切任务。一本新书由此应运面世，这就是 2017 年 10 月刚出版的由 David、Paulo 等编写的 *OCT Angiography*。该书由国际上一些先期应用 OCTA 的专家编写，着意为眼底专科医师与关注视网膜血管系统的病理生理专家提供 OCTA 的全面知识及疾病应用的精细图像。不久前刊出的一篇英文书评文章（Verbraak F. Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol, 2018. 256:1215-1216），对此书做出了积极正面的评价。

本书分为 19 章，分别介绍了 OCTA 的基本原理和技术，常见的 OCTA 伪影，包括运动相关伪影、血管投影、阴影效应和分层错误，已投入市场的 4 款采用不

同算法的设备等。同时，分章讲解多种疾病的 OCTA 特征，包括 AMD、DR、血管阻塞、成人 Best、MacTel、高度近视、放射性视网膜病变、葡萄膜炎、视网膜肿瘤等，分为新的术语、诊断发现和随访见解等板块。例如，OCTA 能揭示特异性的、与纤维化脉络膜新生血管相对应的异常血管网，可以区分出 3 种新生血管模式（修剪血管树、血管环和缠绕血管网），并出现了 2 种视网膜下纤维化的表现型：“死树”（包含一个修剪血管树模式的病变）和“开花的树”（其中缠绕血管网和血管环占优势）。这在以前仅凭荧光素血管造影或 SD-OCT 是无法呈现的。OCTA 可以分析和测量视盘和盘周视网膜的不同层次的血管密度和灌注，这也能增进我们对青光眼病理生理学的了解，检测青光眼的进展。此外，OCTA 也可应用于检测眼前节疾病，如角膜或虹膜新生血管、结膜与抗青光眼手术的滤过泡评估等。

OCTA 是一种正在发展和完善的技术。其技术的局限性，如伪影、高质量但范围较小的视野、没有渗漏的呈现等问题都将被克服。像所有新技术一样，学术验证正在进行中。OCTA 设备硬件和软件的改进，以及由眼科医师对 OCTA 图像及人工现象的标准化解释，对于这种成像模式的进一步发展是非常重要的。

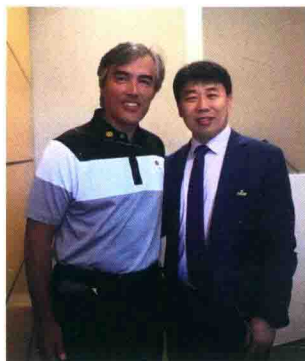
总之，OCTA 技术的推广应用和不断改进，对临床医师提出了新的挑战。这些挑战包括：①了解新技术的原理及如何实现成像的；②了解其优势和局限性，以及可能的改进方法；③了解成像质量、人工现象或伪影的判读与纠正方法；④认识由新技术和新发现产生的新的名词术语和概念，而且这些术语的中译名应求得共识（在中译本内我们特别附上了建议的新术语中英文对照表）；⑤拓展新技术的应用，包括应用于各类眼底病、眼前节甚至眼表疾病；⑥基本了解图像的处理及由此产生的量化指标（如血管密度等），进行准确的定量评估；⑦在透彻了解以上问题的基础上，准确推广应用、并适应或研发日新月异的成像新技术，提高对相关疾病的认识和诊疗水平。我们相信此书中译本的出版将对此大有裨益。



2018 年 7 月 11 日 于西安

空军军医大学（第四军医大学）西京医院

译者前言



本书原作者David R. Chow
与主译张贵森

眼科的发展日新月异，而眼科相关的影像学检查更是发展飞速。相干光层析成像术（OCT）是眼科发展的一个重要里程碑，尤其使黄斑疾病的诊察更加方便和便捷，但是并不能对血管性疾病进行动态观察。荧光素血管造影术（FFA）和吲哚菁绿血管造影术（ICGA）仍然是 AMD 等眼底疾病的诊断金标准，但是有创、检查时间长和造影剂过敏反应等限制了一些患者的检查，也包括合并高血压、心脏病等全身疾病的患者。

相干光层析成像血管造影术（OCTA）是令人兴奋的新的成像方式，它利用运动对比度来提供视网膜和脉络膜任一层的血管结构视图，可以无须造影剂，快速、无创地进行重复检查，为黄斑疾病治疗效果的评价提供一种更加方便、安全和有效的检查方式。另外，OCTA 还能够对新生血管复合体随时间进行定量分析，可以定量地对比治疗前后的变化。黄斑及视盘的血流密度的准确测量，可以使我们更早地发现缺血的变化，会让我们重新认识一些疾病。

本书翻译过程中，我们力求准确并忠于原著，但难免有不当之处，敬请各位读者不吝赐教，给予批评指正。本书翻译得到了惠延年教授的鼎力支持。他不仅完成了本书的全部审校工作，还对所有译者进行了

系统培训，对翻译工作起到了重大的推进作用。在此，我们表示崇高的谢意。同时也感谢所有参译人员的通力协作与帮助。特别感谢同事孙雅娜，认真负责地做好了各位译者间及译者与出版社间的沟通交流工作，为本书能够按时出版作出了巨大的贡献。

2018 年 5 月有幸在多伦多遇到本书的作者 David R. Chow 教授，对于 *OCT Angiography* 一书被译成中文并出版，他表示十分高兴，也希望能给更多的 OCTA 使用者带来益处。

张贵森

2018 年 7 月 19 日

原著前言

眼科医师是技术进步的受益者。令人兴奋的新技术层出不穷，帮助我们在诊室或手术室诊断和治疗疾病。毫无疑问，眼科行业下一个十年改变最大的一个领域将是成像技术，它将是 21 世纪眼科专家重要的辅助工具。相干光层析成像血管造影术（OCTA）是其中一项令人兴奋的新的成像技术，它为眼科医师提供了技术和平台，能以非侵入性的方式实现视网膜和脉络膜的血管结构成像，已逐渐应用于普通临床工作中。一个 OCT 体积扫描，现在可以被采集并分成“层”，可以观察评估视网膜和脉络膜在不同层次的功能性血管结构。即使目前这项技术不够成熟，但也使我们对视网膜疾病的理解有了很大的进步，因为借助它能深入观察视网膜循环。此外，在成像分辨率、图像质量和解释图像的软件算法等方面的进展也在促进这项技术整体发展。这本图书的作者来自世界各地，他们都是这个新的成像技术的专家。本书涵盖了全面的 OCTA 技术，大部分章节聚焦于视网膜疾病，少数聚焦于这项技术扩展的适应证，如青光眼、眼前节、葡萄膜炎和肿瘤等。我们希望你能发现这本书是你个人书架的一个有价值的收藏，我们也希望能够为你提供一本当前最先进的 OCTA 图书！

David R. Chow, MD, FRCSC

目 录

第 1 章 相干光层析成像血管造影：了解基本原理	1
1.1 引言	1
1.2 什么是 OCTA，为什么它如此令人兴奋	2
1.3 理解 OCTA 获得的信息	3
1.4 术语	6
1.5 OCTA 的局限性	7
1.6 OCTA 在正常眼中的解剖发现	7
1.6.1 中央与颞侧黄斑的对比	7
1.6.2 中心凹无血管区的大小	8
1.6.3 放射状盘周毛细血管网	8
1.6.4 浅表层与深层视网膜血管丛的血管模式对比	8
1.7 结论	8
第 2 章 相干光层析成像血管造影伪影	10
2.1 引言	10
2.2 OCTA 如何工作	10
2.3 运动伪影	11
2.4 投射伪影	12
2.5 阴影 / 遮蔽作用	13
2.6 分层伪影	15
2.7 其他考虑	15
第 3 章 相干光层析成像血管造影临床系统	18
3.1 引言	18
3.2 Optovue AngioVue	18
3.3 Carl Zeiss Meditec AngioPlex	20

3.4 Nidek RS-3000 超前相干光层析成像..... 20

3.5 Topcon DRI OCT Triton..... 21

3.6 其他..... 21

3.7 比较..... 21

3.8 结论..... 25

第 4 章 OCTA 与新生血管性年龄相关性黄斑变性..... 26

4.1 引言..... 26

4.2 新生血管性年龄相关性黄斑变性的 OCTA 特征..... 27

4.2.1 1 型新生血管性 AMD..... 27

4.2.2 2 型新生血管性 AMD..... 31

4.2.3 3 型新生血管性 AMD..... 32

4.3 用 OCTA 评估新生血管活动性..... 34

4.4 结论..... 34

第 5 章 OCTA 与年龄相关性黄斑变性纤维化脉络膜新生血管..... 38

5.1 引言..... 38

5.2 视网膜下纤维化..... 38

第 6 章 非血管性年龄相关性黄斑变性..... 42

6.1 引言..... 42

6.2 早期非血管性年龄相关性黄斑变性..... 42

6.3 干性 AMD 的相干光层析成像血管造影..... 43

6.4 地图形萎缩..... 46

6.5 可变扫描间时分析..... 47

6.6 结论..... 48

第 7 章 OCTA 与糖尿病视网膜病变..... 51

7.1 引言..... 51

7.2 OCTA 技术..... 52

7.3 非增殖性糖尿病视网膜病变..... 52

7.3.1 微动脉瘤	52
7.3.2 黄斑水肿	54
7.3.3 视网膜内微血管异常	54
7.4 增殖性糖尿病视网膜病变	55
7.5 缺血性糖尿病黄斑病变	55
7.6 定量毛细血管灌注密度图（血管分析 AngioAnalytics）	56
7.7 结论	56

第 8 章 OCTA 与动脉阻塞

59

8.1 血管解剖学概述	59
8.2 发病机制和诊断	60
8.3 动脉阻塞的 OCTA 特征	63
8.4 深层毛细血管缺血	65
8.5 局限性	67
8.6 结论	68

第 9 章 OCTA 与视网膜静脉阻塞

71

9.1 引言	71
9.2 中心凹无血管区评估	72
9.3 黄斑水肿	73
9.4 视网膜灌注和血管异常评估	73
9.5 视神经乳头评估	74
9.6 结论	74

第 10 章 OCTA 与中心性浆液性脉络膜视网膜病变

78

10.1 引言	78
10.2 急性中心性浆液性脉络膜视网膜病变	79
10.3 慢性中心性浆液性脉络膜视网膜病变	80

第 11 章 OCTA 与 2 型黄斑毛细血管扩张症

85

11.1 引言	85
---------------	----

11.2	早期孤立的毛细血管扩张	86
11.3	中期外侧视网膜内新生血管	86
11.4	晚期视网膜下新生血管和纤维化	91
11.5	萎缩期	92
11.6	结论	92
11.7	其他	93

第 12 章 OCTA 与成人型黄斑中心凹卵黄样营养不良 96

12.1	引言	96
12.2	常规多模式成像	96
12.3	相干光层析成像血管造影	102
12.4	结论	103

第 13 章 OCTA 与高度近视 105

13.1	引言	105
13.2	高度近视的 OCTA	106
13.3	高度近视成像术的人工现象	106
13.4	近视性脉络膜新生血管	107
13.5	漆裂纹	108
13.6	脉络膜视网膜萎缩	108

第 14 章 OCTA 与葡萄膜炎 112

14.1	引言	112
14.2	视网膜血管炎的 OCTA	113
14.3	脉络膜视网膜炎的 OCTA	114
14.3.1	白点综合征	114
14.3.2	继发性脉络膜新生血管的 OCTA	115
14.4	葡萄膜炎 OCTA 的缺点	116
14.5	结论	117

第 15 章 眼肿瘤和放射性视网膜病变 OCTA 发现	121
15.1 引言	121
15.2 眼后节肿瘤	122
15.2.1 视网膜肿瘤	122
15.2.2 视网膜色素上皮肿瘤	122
15.2.3 脉络膜肿瘤	123
15.3 伴有眼部血管并发症的癌	130
15.3.1 脉络膜肿瘤的放射治疗	130
15.3.2 放射性视网膜病变	132
15.4 MEK 抑制剂引起的黄斑病变	134
15.5 结论	134
第 16 章 OCTA 与青光眼	137
16.1 为什么用 OCTA 做青光眼视神经乳头评估	137
16.2 用 OCTA 确定视神经乳头及盘周血管密度	138
16.3 健康视神经乳头的 OCTA	139
16.4 健康眼和终末期青光眼的血管密度比较	140
16.5 晚期青光眼弥漫性灌注损伤和视网膜神经纤维丢失	141
16.6 早期青光眼的局灶性灌注损伤和视网膜神经纤维丢失	142
16.7 用 OCTA 鉴别动脉瘤和青光眼视神经乳头深层出血	142
16.8 真正视神经乳头出血的 OCTA 体征	144
16.9 类似灌注损伤和神经纤维丢失的伪影检测	145
16.10 用 OCTA 鉴别诊断青光眼	147
16.11 OCTA 在青光眼研究和临床的未来	151
16.12 致谢	151
第 17 章 OCTA 与眼前节血管	153
17.1 引言	153
17.2 OCTA 眼前节检查的原则	153
17.3 技术问题	154

17.4 角膜病 OCTA 154

17.5 OCTA 评估结膜血管：应用于青光眼手术 154

17.6 虹膜血管 158

17.7 血管或淋巴管 159

17.8 结论 159

第 18 章 OCTA 的未来 162

18.1 频域 OCT 和扫频 OCT 162

18.2 OCTA 算法的进展 163

18.3 OCTA 的定量分析 163

18.4 应用多普勒 OCTA 量化眼血流量 165

18.5 结论 165

第 19 章 OCTA 查房 169

19.1 病例 1 169

19.2 病例 2 171

19.3 病例 3 172

19.4 病例 4 174

19.5 病例 5 175

19.6 病例 6 176

19.7 病例 7 177

19.8 病例 8 178

19.9 病例 9 178

19.10 病例 10 180

19.11 病例 11 181

OCTA 新术语中英文对照 183

索 引 186

第 1 章

相干光层析成像血管造影： 了解基本原理

David R. Chow

概要：

相干光层析成像（optical coherence tomography, OCT）血管造影（OCT angiography, OCTA）是一种令人兴奋的新的成像方式，它利用运动对比度来提供视网膜和脉络膜血管结构的非侵入性影像。它基于获取三维（3D）体积 OCT 扫描，然后以自动分层和正面观察提供视网膜或脉络膜任一层次的血管结构的视图。本章将回顾 OCT 血管造影的基本原理，包括基本技术，理解获得的图像以及涉及这些图像在健康眼的文献。

关键词：

相干光层析成像血管造影，荧光素血管造影，分频幅去相关血管造影，运动校正技术，自动分层

1.1 引言

在过去的 25 年中，相干光层析成像术作为非侵入性的临床工具，在评估黄斑和视神经乳头结构解剖上得到了极大的应用。在 20 世纪 90 年代最初作为研究工具推出之后，采用时域技术在 21 世纪

初成为临床应用的主流，但真正的腾飞是在 2005 年之后，傅里叶域或频域 OCT 推出，由于其更快的扫描速度并辅以运动校正技术，如眼球追踪技术^[1]，在成像分辨率上有了巨大的改进。目前，临床实践的特点是结合临床检查、OCT 成像评估黄斑的结构解剖，荧光素血管造影术（fluorescein angiography, FA）评估视网膜血管系统并确定渗漏或染色部位，有时使用吲哚菁绿（indocyanine green, ICG）血管造影术进一步评估深层的脉络膜循环。按照视网膜会员论坛上、由毕业的视网膜会员定义的实践模式显示，在视网膜疾病的诊断和治疗中，越来越依赖 OCT 成像定义临床活动，而 FA 的使用在逐渐减少（图 1.1，图 1.2）。自 1961 年 FA 首次用于视网膜血管成像以来，它一直是评估视网膜血管和视网膜疾病的金标准，尤其以渗漏或染色为特征。虽然 FA 的功能为所有的视网膜专家所熟知，但其风险也是如此，与静脉内注射染料有关的不良反应有恶心、呕吐和过敏性休克^[2-5]。FA 的正确操作也需要在时间、设备、人员培训上有大量的投入。

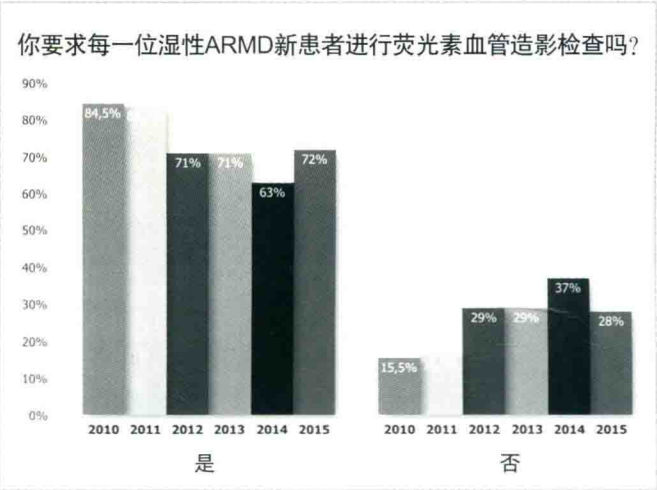


图1.1 新患湿性ARMD的患者使用荧光素血管造影检查的数量不断减少。ARMD，年龄相关性黄斑变性（数据来自2010—2015年北美视网膜会员论坛上的毕业会员）

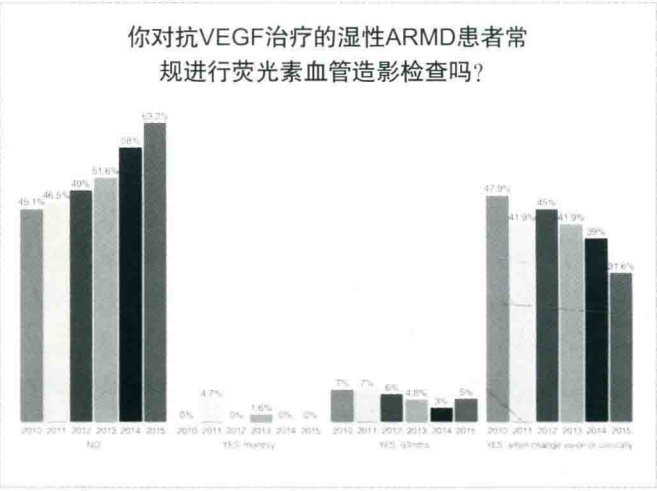


图1.2 抗VEGF治疗的湿性ARMD患者使用荧光素血管造影检查的数量不断减少。ARMD，年龄相关性黄斑变性；VEGF，血管内皮生长因子（数据来自2010—2015年北美视网膜会员论坛上的毕业会员）

1.2 什么是 OCTA，为什么它如此令人兴奋

在过去的几年中，OCT 平台在成像速度和分辨率方面的进步使其能够通过运动对比检测血流，并且通过延伸可提供视网膜血管结构的正面影像。其基本原理是，从相同的视网膜部位进行连续的 B- 扫描，然后分析确定扫描的振幅或相位是否发生变化。如果检测到变化，

则表示该位置的视网膜内组织发生了明显移动（图 1.3）。推断这种运动是由于血管内红细胞的流动产生，不过偶尔的人工现象可造成视网膜移动的“伪”像。通过放大获得的信号（除外 SSADA— 分频幅去相关血管造影）和数字化处理，以获取视网膜不同层次的血管结构的正视图像。将各种运动校正技术也代表性地应用于数据，以进一步增强获得图像的质量（信噪比）（图 1.4）^[6-12]。以典