



# 强化光相干断层扫描血管成像检查图像采集质量与报告规范，提升其临床应用研究水平

张美霞 张韵

610041 成都，四川大学华西医院眼科

通信作者：张美霞，Email: meixiazhang@foxmail.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1015.2018.01.002

**【摘要】** 光相干断层扫描血管成像（OCTA）是一无创实时检测视网膜脉络膜血流形态的新技术，了解其技术原理，充分认识影响OCTA图像采集与结果判读的多种因素，在图像采集以及分析判读过程中，注意OCTA图像的分层判定、OCTA血流信号分析判读以及OCTA成像伪迹辨识，进一步强化OCTA图像采集质量与报告规范，才能切实推动OCTA临床应用研究水平的不断提高，从而更好地利用该技术，为眼底疾病诊断治疗提供更精准的特征信息，提升眼底疾病的认知和治疗水平。

**【关键词】** 视网膜疾病/诊断； 脉络膜疾病/诊断； 体层摄影术，光学相干； 述评

中图分类号：R774.1

## Enhance the quality of image acquisition, reporting and interpreting, and clinical application of optical coherence tomography angiography Zhang Meixia, Zhang Yun

Department of Ophthalmology, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Corresponding author: Zhang Meixia, Email: meixiazhang@foxmail.com

**【Abstract】** Optical coherence tomography angiography (OCTA) is a new and noninvasive imaging technique that generates real-time blood flow pattern on chorioretinal vasculature. In order to apply this novel technology in the practice to diagnose and treat ocular fundus diseases, we need to further strengthen the quality of OCTA image acquisition and reporting specifications. We need to understand its technical principle, and multiple factors affecting the OCTA image acquisition and interpretation. Furthermore, In the process of image acquisition, as well as analysis and interpretation, we need to pay attention to the stratification, interpretation of blood flow signals and identification of artifacts of OCTA images.

**【Key words】** Retinal diseases/diagnosis; Choroid diseases/diagnosis; Tomography, optical coherence; Editorial

光相干断层扫描（OCT）血管成像（OCTA）是一种非侵入性的新型眼底影像检查技术，可高分辨率识别视网膜脉络膜血流运动信息，对活体组织视网膜脉络膜微血管循环进行成像<sup>[1]</sup>。在正常视网膜脉络膜血管分布以及密度定量分析、病理状态下视网膜脉络膜血管改变及疾病的管理随访和治疗效果监测等方面具有独特的优势。但不同于OCT的断层结构成像，OCTA采用的是一种全新的成像模式，沿用传统OCT操作方式会导致OCTA图像采集的信息不足。此外，OCTA成像是基于分层显示血流信息、定位病变层面的三维信息重建，因此分层对于OCTA图像采集非常重要。不同眼底疾病其OCTA图像采集分层不当，所得到的血管及血流信息也就完全不同，其临床意义也可能大不一样<sup>[2]</sup>。不

同OCTA设备及技术其成像原理有差别，算法不尽相同，检查操作的步骤也存在差异，这对OCTA检查操作人员提出了更高的要求。检查操作人员对所使用的OCTA检查设备原理、参数设置缺乏充分了解，对疾病特点和OCTA不同层面检查结果的对应性认识不清，OCTA图像采集操作很难精准恰当，除了所采集的图像质量可能参差不齐外，也难以客观反映疾病本身的真实情况。除了OCTA图像采集有较多值得注意的问题外，临床医生对OCTA图像的分析判读水平也有待提高，报告规范亟待加强。但近年来国内外眼科杂志大量关于OCTA临床应用的文章以及不同场合的学术交流发言中，对OCTA图像采集操作技术、图像分层缺乏必要交待，规范描述表达重视不够。这不仅影响了研究

工作以及相关文稿的科学性,而且不当或错误注释还可能偏离疾病客观本质,带来认知偏差或谬误。针对这种情况,中华医学会眼科学分会眼底病学组制订了“我国眼底相干光层析血管成像术的操作和阅片规范”<sup>[3]</sup>,有必要倡导业内同道深入学习理解并在 OCTA 检查操作、图像采集、分析判读及报告规范全过程中严格遵照执行,以不断提升 OCTA 临床及科研应用水平。

## 1 规范 OCTA 检查图像采集操作技术

OCTA 检查并不适用于所有的患者,只有患者固视较佳、屈光间质清晰的情况下,方能获得血流连续性较好、扫描信号质量较高的 OCTA 图像。OCTA 单次血流成像扫描所需的时间为 2~3 s<sup>[4]</sup>。一般情况下,固视好的患者可以快速舒适地完成检查。当开启追踪模式时,患者瞬目的影响稍小,但所需时间会稍长,这对患者配合程度的要求更高;此外,患者本身的屈光间质情况也会影响 OCTA 的扫描信号质量。如果有晶状体混浊、玻璃体混浊或视网膜疾病等相关问题时,即使患者配合程度较好,但 OCTA 扫描信号强度仍较差,所得图像质量就越差。所以,应当有选择的对患者进行 OCTA 检查。此外,采集到的 OCT 信号强度会影响结构图像的质量。因此,在采集图像时,要注意采集图像的规范性,使扫描全程尽量获得最佳的信号强度。采集过程中应针对患者的瞳孔位置、虹膜、屈光不正进行自动或手动调整焦距,采用自动优化图像来优化图像扫描的质量,同时确保 OCT 扫描的中心位于扫描采集屏幕上部的中间位置<sup>[3]</sup>。

## 2 正确判断解析 OCTA 图像

OCTA 图像的分析解读不同于传统的造影影像,眼科医生必须在了解患者的病史和临床体征的前提下,结合 B 扫描 (B-scan) 图像和其对应层面的横断面 (en-face) 图像,对玻璃体视网膜交界面、浅层视网膜血管网、深层视网膜血管网、外层视网膜无血管区、脉络膜毛细血管层以及视盘区域视网膜脉络膜进行逐层观察,并根据需要采用软件附带功能进行定量分析,与历次 OCTA 图像进行纵向比较,最后进行详尽的 OCTA 影像描述。

### 2.1 OCTA 图像的分层判定

在图像判读分析时,由于系统默认的分层方法是基于健康人的解剖状态且在图像质量较好的前提下才能定位到较准确的边界信息,因此,在病理状态及图像质量不佳时,可能出现由于系统自动分层识别错误

或不规则而导致显示的 OCTA 成像发生错误。例如黄斑区毛细血管扩张症 2 型,由于视网膜变薄会导致内层和深层毛细血管层分层困难<sup>[5]</sup>;同样,高度近视伴发后巩膜葡萄肿时获得的视网膜分层也不准确,从而造成图像解读错误,影响患者的诊治<sup>[6]</sup>;对于增生期糖尿病视网膜病变,由于 OCTA 对浅层毛细血管的自动分层 (内界膜) 和某些垂直凸向玻璃体腔的新生血管不易获取血流信号,导致 OCTA 对新生血管的检出率不如荧光素眼底血管造影 (FFA) 检查<sup>[7]</sup>;息肉样脉络膜血管病变 (PCV) 的息肉样病灶 (piloys), OCTA 的检出率则低于吲哚青绿血管造影检查。原因可能是因为 pilops 的血流信号一般位于浆液性视网膜色素上皮脱离的顶端<sup>[8]</sup>,但自动分层并不能将该层显示出来。此时可通过手工调节分层,增加 pilops 的检出率。因此,在分析 OCTA 图像时,务必注意叠加在 B-scan 上用于确定 OCTA 对应的分层线位置是否正确,并依据实际病变位置进行手动调整或分层,以确保血流信号存在或缺失与所关注的层面相对应。

在 OCTA 图像分析判读时,还应依据患者病史结合传统结构 OCT 和 en-face OCT 逐层分析对比并调整检查核对正确分层后,才能给出正确的 OCTA 报告。En-face OCT 图像与临床医生熟悉的 FFA 图像的优势相当,同时二维 en-face OCT 图像受噪点的干扰和血管成像质量不佳的影响较小,使临床医生更容易阅读和分析 OCTA 图像。但它也就需要更精确的组织分层,并可能由于投射伪迹掩盖下方的毛细血管。已有研究证实,平均测量多个层面的 en-face OCT 图像后可降低血管密度、血管长度密度和分形维数的数值,增加血管直径指数,对提高图像质量和定量测量有重要意义<sup>[9]</sup>。而不规范的图像分层会影响不同研究的重复性和一致性。采用不同 OCTA 设备和算法测量的视网膜毛细血管密度变化可达 30%~60%,这可能是由于图像伪迹的影响或毛细血管密度算法的不同导致的差异<sup>[10-12]</sup>;另外,在研究黄斑中心凹无血管区 (FAZ) 与中心视网膜厚度的关系时,发现两者有显著负相关性,但其中至少 27% 的患者 FAZ 区域分层是不一致的<sup>[12]</sup>。目前临床上多采用系统自动分层,由于不同设备算法的专利性,尚无对不同病理情况下不同算法分层结果比较的研究,也没有研究开发一种通用的分层方式。因此,图像分层的标准化是一亟待解决的重要问题。

### 2.2 OCTA 血流信号的分析判读

由于 OCTA 是通过对同一横断面进行多次扫描的 OCT 信号变化测量来探测血管腔中红细胞的运动,合并连续 en-face 的信息后得到完整的视网膜脉络膜三维血

管图像。因此, OCTA扫描信号与血流方向的关系以及血流流速均会影响OCTA的信号强度<sup>[13]</sup>。在视盘区域, 如血流或组织分布与OCT扫描信号方向平行, 则OCTA和OCT上均呈弱信号。除此之外, OCTA仅能显示限定速度范围内的血流信号, 可检测到的最慢血流取决于两个连续OCT B-scan序列的时间间隔, 如果病灶内血流慢于可检测到的最慢血流, 则在OCTA中无法显示<sup>[14]</sup>。如果进一步增加血流速度, OCTA图像像素并未增加, 则提示已达到可检测的最快血流, 信号饱和。但实际上, OCTA可检测到的红细胞最快速度达到300 mm/s<sup>[1]</sup>, 故这不会成为视网膜血流检测限制, 但却有可能在检查脉络膜血流中受限。如果增加两个连续OCT B-scan序列的时间间隔, 去相关信号对慢速血流的敏感度就会增加<sup>[15]</sup>, OCTA设备既定的可检测血流速度最低阈值就会下降。例如在PCV患者中<sup>[16]</sup>, polyps内异常血流状态在OCTA上可表现为类圆形低血流信号, 但polyps内无信号并不代表无血流, 而是提示polyps内血流信号未在OCTA检测范围之内, 其中快速或低速的血流, 伴随着不同的血流方向, 可直接导致血管结构不显影。polyps内血流信号强度的改变可提示病灶内血流状态的变化<sup>[16]</sup>, 在一定程度上可以反映抗血管内皮生长因子药物治疗或光动力疗法治疗对病灶内血流的作用情况。

### 2.3 OCTA成像伪迹的正确认识

OCTA检查获得的图像容易产生伪影, 浅层大血管会投影在外层视网膜上, 使得本该没有血管的外层视网膜出现了浅层大血管的投影<sup>[13]</sup>。如果不能正确认识, 则可能将这些伪影误认为病变从而导致误诊的发生。目前一些软件可以去除这种投射伪像, 但需要注意的是如果能使用一种简单的软件算法来抑制来自内层视网膜的投影图像, 那么很大一部分外层视网膜血管像素也将被这种算法以某种方式抑制或改变<sup>[6]</sup>。再者, OCTA是通过寻找连续重复图像中的变化来可视化血管中的流动, 因此眼球一点微小的运动都有可能导致这种变化。所以正确理解血流投射伪像对临床评估的正确性有重要意义。有研究报道, OCTA显示的毛细血管密度和直径显著高于组织学上毛细血管密度和直径, 这可能与血流投射伪像有关<sup>[11, 17]</sup>。而这种血管投射伪迹并不容易消除, 类似报道显示, 即使采用不同的OCTA算法或不同分层方式, 也会产生由于血流投射伪像导致的过度计算毛细血管密度<sup>[17]</sup>。所以, 判读OCTA血流信号应充分认识伪像并寻求产生伪像的原因, 正确识别伪像和病灶血流对避免误诊有极其重要的意义。

### 3 规范OCTA图像报告

OCTA作为一个新的医学影像检查技术, 规范其图像报告有助于正确描述疾病的典型特征及病理改变。一个规范化的OCTA报告首先需说明扫描部位及扫描范围, 例如, 右眼黄斑区3 mm×3 mm扫描。这样有助于患者的随访观察, 并可保证不同研究之间数据结果的可比性。其次需要对所关注的层面进行描述。在分析解读OCTA扫描结果时, 应注意针对不同的疾病选择不同的OCTA分层面进行观察。例如, 视网膜血管性疾病重点观察描述浅层和深层毛细血管分层面的改变; 脉络膜新生血管重点观察描述外层视网膜和脉络膜毛细血管分层面的改变。如果涉及到分层发生了改变, 需注明该层面为手动调整到B-scan OCT的哪一个层面获得的图像; 最后才对OCTA图像中的正常和异常血管信号进行解读, 特别需要判别的是投射伪迹。规范化的图像描述可为临床提供准确可靠易理解的诊断依据, 为科学研究的可重复性和可验证性提供保障, 便于进行学术交流。标准化的OCTA图像结果分析目前由于不同设备的算法和分层的差异实现起来有一定困难, 但是同一设备的标准化结果分析是可以实现的, 通过OCTA图像的规范化采集及精确分层, 建立正常人群的标准数据库, 保证不同疾病人群研究的一致性和可重复性。

OCTA作为视网膜脉络膜血管疾病诊断的一个革命性工具, 将为眼底疾病诊断治疗带来跨时代的改变。但从本刊既往刊出以及本期拟刊出的OCTA文稿来看, 其研究方向比较分散, 临床适应证有待进一步明确; 从单纯的影像学特征描述到病理改变的数据量化分析, 其科学性有待完善之处不少。令人欣慰的是国内在眼底影像数据读片和质控中心建设方面已经进行了积极和有意义的探索, 通过强化眼底数据采集的规范性, 使其之间判读时更具可比性<sup>[18]</sup>。OCTA检查技术应用的多样性和复杂性需要我们不断学习和持续探索, 学术发展和认知水平的提高也需要经过时间的沉淀和知识的积累。有待从提升OCTA检查质量和报告规范入手, 促进推动其应用水平的不断提高。

### 4 参考文献

- [1] Kashani AH, Chen CL, Gahm JK, et al. Optical coherence tomography angiography: a comprehensive review of current methods and clinical applications[J]. Prog Retin Eye Res, 2017, 60: 66-100. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2017.07.002.
- [2] Campbell JP, Zhang M, Hwang TS, et al. Detailed vascular anatomy of the human retina by projection-resolved optical coherence tomography angiography [J/OL]. Sci Rep, 2017, 7: 42201 [2017-02-10]. <http://dx.doi.org/10.1038/srep42201>. DOI: 10.1038/srep42201.



- [3] 中华医学会眼科学分会眼底病学组, 中国医师协会眼科医师分会眼底病专业委员会. 我国眼底相干光层析血管成像术的操作和阅片规范(2017年)[J]. 中华眼科杂志, 2017, 53(10): 729-734. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2017.10.003. Chinese Ocular Fundus Diseases Society, Chinese Ophthalmological Society, Chinese Medical Association; Ophthalmologist Group, Ophthalmologist Branch of Chinese Medical Association. Operation and reading specifications of optical coherence tomography angiography in China (2017)[J]. Chin J Ophthalmol, 2017, 53(10): 729-734. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2017.10.003.
- [4] de Carlo TE, Romano A, Waheed NK, et al. A review of optical coherence tomography angiography (OCTA) [J/OL]. Int J Retina Vitreous, 2015, 1: 5[2015-04-15]. <https://journalretinavitreous.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40942-015-0005-8>. DOI: 10.1186/s40942-015-0005-8.
- [5] Spaide RF, Klancnik JM Jr, Cooney MJ. Retinal vascular layers in macular telangiectasia type 2 imaged by optical coherence tomographic angiography[J]. JAMA Ophthalmol, 2015, 133(1): 66-73. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2014.3950.
- [6] Spaide RF, Fujimoto JG, Waheed NK. Image artifacts in optical coherence tomography angiography[J]. Retina, 2015, 35(11): 2163-2180. DOI: 10.1097/IAE.0000000000000765.
- [7] Hwang TS, Jia Y, Gao SS, et al. Optical coherence tomography angiography features of diabetic retinopathy[J]. Retina, 2015, 35(11): 2371-2376. DOI: 10.1097/IAE.0000000000000716.
- [8] Wang M, Zhou Y, Gao SS, et al. Evaluating polypoidal choroidal vasculopathy with optical coherence tomography angiography[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2016, 57(9): 526-532. DOI: 10.1167/jovs.15-18955.
- [9] Uji A, Balasubramanian S, Lei J, et al. Impact of multiple en face image averaging on quantitative assessment from optical coherence tomography angiography images[J]. Ophthalmology, 2017, 124(7): 944-952. DOI: 10.1016/j.ophtha.2017.02.006.
- [10] Matsunaga DR, Yi JJ, De Koo LO, et al. Optical coherence tomography angiography of diabetic retinopathy in human subjects[J]. Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina, 2015, 46(8): 796-805. DOI: 10.3928/23258160-20150909-03.
- [11] Tan PE, Balaratnasingam C, Xu J, et al. Quantitative comparison of retinal capillary images derived by speckle variance optical coherence tomography with histology[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2015, 56(6): 3989-3996. DOI: 10.1167/jovs.14-15879.
- [12] Lupidi M, Coscas F, Cagini C, et al. Automated quantitative analysis of retinal microvasculature in normal eyes on optical coherence tomography angiography[J]. Am J Ophthalmol, 2016, 169: 9-23. DOI: 10.1016/j.ajo.2016.06.008.
- [13] Chen FK, Viljoen RD, Bukowska DM. Classification of image artefacts in optical coherence tomography angiography of the choroid in macular diseases[J]. Clin Exp Ophthalmol, 2016, 44(5): 388-399. DOI: 10.1111/ceo.12683.
- [14] Chalam KV, Sambhav K. Optical coherence tomography angiography in retinal diseases[J]. J Ophthalmic Vis Res, 2016, 11(1): 84-92. DOI: 10.4103/2008-322x.180709.
- [15] Ferrara D, Waheed NK, Duker JS. Investigating the choriocapillaris and choroidal vasculature with new optical coherence tomography technologies[J]. Prog Retin Eye Res, 2016, 52: 130-155. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2015.10.002.
- [16] Srour M, Querques G, Souied EH. Optical coherence tomography angiography of idiopathic polypoidal choroidal vasculopathy[J]. Dev Ophthalmol, 2016, 56: 71-76. DOI: 10.1159/000442781.
- [17] Matsunaga D, Yi J, Puliafito CA, et al. OCT angiography in healthy human subjects[J]. Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina, 2014, 45(6): 510-515. DOI: 10.3928/23258160-20141118-04.
- [18] 许迅. 规范眼底影像检查数据采集、评估行为, 提升眼底影像检查诊断技术应用水平[J]. 中华眼底病杂志, 2013, 29(5): 449-452. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1015.2013.05.001.
- Xu X. Standardize the imaging data acquisition and evaluation of the ocular fundus to improve the application of fundus imaging diagnostic technology[J]. Chin J Ocul Fundus Dis, 2013, 29(5): 449-452. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1015.2013.05.001.

(收稿日期: 2017-12-29)

(本文编辑: 唐健)

读者 • 作者 • 编者

## 《中华眼底病杂志》征订启事

《中华眼底病杂志》由中国科学技术协会主管, 中华医学会主办, 四川大学华西医院承办。为中文核心期刊、中国科技论文统计源期刊, 并被美国《化学文摘》、日本科学技术情报中心(JICST)数据库、WHO西太区医学索引(WPRIM)以及中国科学引文数据库等多家国内外数据库收录。

《中华眼底病杂志》的办刊宗旨是临床与基础结合、提高与普及并重, 全面反映我国眼底病学科专业领先的临床和基础研究成果; 培养眼底病专业人才, 推动我国眼底病学科专业发展; 促进国内外眼底病学术交流。报道范围包括视网膜、葡萄膜、玻璃体、视觉通路、与全身病相关的内眼疾病等眼后节疾病的临床和基础研究成果。主要栏目有述评、论著、短篇论著、讲座、综述、病例报告、读者·作者·编者。读者对象为与眼底病临床和基础研究专业相关的医务工作者和研究人员。

《中华眼底病杂志》的投稿、审稿、修稿等稿件处理流程均通过杂志网站“眼底病论坛”(www.coretina.com)的稿件处理系统在线完成。投稿需提供第一作者单位的论文投送介绍信及授权书; 免收稿件处理费。稿件审理实行编辑初审、同行评议、总编及编辑部复审的“三审制”; 同行评议采取“双盲”方式进行。以创新性、科学性、实用性为稿件审选的基本原则; 以学术质量为稿件录用的唯一标准。

《中华眼底病杂志》国际标准连续出版物号(ISSN) 1005-1015; 国内统一连续出版物号(CN) 51-1434/R; 邮发代号62-73。双月刊, 每期96页, 单月25日出版。定价每期10.00元, 全年6期60.00元。欢迎广大读者在当地邮局订阅; 未能在邮局订阅者, 可直接汇款到编辑部订购。全年或破季订购均免收邮寄费。汇款时请写清楚订阅人的邮政编码、准确地址和姓名, 以免误寄。

编辑部地址及联系方式: 四川省成都市国学巷37号四川大学华西医院水塔楼3016室, 邮政编码610041。网址: www.coretina.com, Email: coretina@163.com, 电话: 028-85422535, 传真: 028-85577707。