

# 前节光学相干断层扫描在眼科领域的应用

武芹, 党光福, 段练

基金项目: 山东省自然科学基金资助项目 (No. ZR2010HL016)

作者单位: (250014) 中国山东省济南市, 山东大学附属济南千佛山医院眼科

作者简介: 武芹, 女, 硕士研究生, 研究方向: 眼科疾病的临床研究。

通讯作者: 党光福, 硕士, 主任医师, 主任, 研究方向: 眼科疾病的临床研究. dangguangfu@hotmail.com

收稿日期: 2012-04-20 修回日期: 2012-08-09

## Application of anterior segment optical coherence tomography in Ophthalmology

Qin Wu, Guang-Fu Dang, Lian Duan

Foundation item: Natural Science Foundation of Shandong Province, China (No. ZR2010HL016)

Department of Ophthalmology, Shandong University Affiliated Jinan Qianfo Mountain Hospital, Jinan 250014, Shandong Province, China

Correspondence to: Guang-Fu Dang, Department of Ophthalmology, Shandong University Affiliated Jinan Qianfo Mountain Hospital, Jinan 250014, Shandong Province, China. dangguangfu@hotmail.com

Received: 2012-04-20 Accepted: 2012-08-09

### Abstract

• Anterior segment optical coherence tomography (AS-OCT) is a new kind of scanning technology. Based on coherent light scanning, it gets anterior segment histology images and precise tissue data, including corneal, anterior chamber, lens data and intraocular lens. It is applied to ametropia, corneal diseases, cataract and glaucoma. It is the main anterior segment disease clinical measurement and effective evaluation method.

• KEYWORDS: anterior segment optical coherence tomography; anterior segment; clinical examination; imaging

Citation: Wu Q, Dang GF, Duan L. Application of anterior segment optical coherence tomography in Ophthalmology. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2012;12(9):1689-1691

### 摘要

眼前节光学相干断层扫描 (anterior segment optical coherence tomography, AS-OCT) 是眼科最新应用的扫描技术。它利用相干光断层扫描获取全方位高分辨率的眼前节图像及准确的眼前节数据, 包括角膜厚度数据、前房参数、晶状体和人工晶状体数据, 临床应用领域于屈光不正、角膜病、青光眼和白内障等疾病中。此技术已逐渐成为眼前节疾病最主要的临床检查和治疗疗效评价方法之一。

关键词: 前节光学相干断层扫描; 眼前节; 临床检查; 成像

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5123.2012.09.23

引用: 武芹, 党光福, 段练. 前节光学相干断层扫描在眼科领域的应用. 国际眼科杂志 2012;12(9):1689-1691

### 0 引言

眼前节光学相干断层扫描 (anterior segment optical coherence tomography, AS-OCT) 是一种无创的高分辨率眼前节成像技术, 此设计对眼病的诊断、治疗和预后提供直观可靠地参考价值, 尤其对屈光不正、角膜疾病、白内障和各类型青光眼等<sup>[1-4]</sup>。本文就 AS-OCT 在眼科的临床应用新进展做一综述。

### 1 工作原理

OCT 的设计原理与 B 超相似, B 超是通过声波起作用, 而 OCT 利用光波作为媒介, 光波的速度是声波的 100 万倍<sup>[5]</sup>。OCT 利用二极管发出成束的光, 然后被光纤偶联器分成两束光。第一束照射某一特定区域, 从而得到该处深度不同组织的反向光信号, 第二束直接进入参照系统; 两个光路中散射与反射的光束被整合成一条, 最后进入探测器。反向散光束以及延搁时间数据通过数据传输系统进入计算机系统, 最后在计算机中显示实时精确图像。处理图像的直径达 16mm、深度达 6mm、轴向分辨率高达 25 $\mu$ m。通过数次规律间断的扫描探测, 对组织的结构给予三维重建。AS-OCT 的技术原理与 OCT 相同, 但两者所用激光的波长不同, OCT 采用的是 820nm 波长的激光, 而 AS-OCT 则以 1310nm 波长的激光作为相干光源。Radhakrishnan 等<sup>[6]</sup>首次用手持 OCT 探头来获取波长为 1310nm 前节图像。至今 AS-OCT 已被广泛应用于眼前节的观察和测量。

### 2 成像及数据分析系统功能

2.1 角膜测量和成像 角膜厚度是屈光手术术前检查的数据之一。AS-OCT 可以对角膜全层进行清晰成像, 用软件对中央和周边角膜几何形态进行测量, 形成角膜厚度切面图, 为临床医生提供精确的资料和数据。曾阳发等<sup>[7]</sup>用前节 OCT 测量中央角膜厚度, 认为前节 OCT 的测量可重复性好。Li 等<sup>[8]</sup>比较评估 slit-lamp OCT 和 visante OCT 在中央角膜厚度测量中的差异, 认为两者可靠, 并且与超声测厚有一定的一致性。O'donnell 等<sup>[9]</sup>使用 LenStar LS900, Pentacam, Visante AS-OCT 测量中央角膜厚度和前房深度, 认为 3 种测量方法不可替代。

2.2 前房参数 前节 OCT 采用 1310nm 的红外线, 可对房角进行细微的观察<sup>[10]</sup>。前房和前房角的改变是青光眼病变的重要体征, 因此对前房角状态的测量评估是诊断青光眼的重要指征之一。AS-OCT 在前房深度和前房角的测量中有较好的可重复性。前房角的参数包括房角开放距离 (angle open distance, AOD)、小梁虹膜空间面积 (trabecular iris space area, TISA)、前房角度 (anterior chamber

angle, ACA)、前房深度(anterior chamber depth, ACD)。ACD测量对于屈光手术、白内障手术设计、有晶状体眼的人工晶状体植入术的开展变得越来越重要。白内障摘除人工晶状体植入术后前房深度的变化将直接影响术后的屈光状态和术后前房稳定性。Nawa等认为,前房深度每改变1mm,屈光度数可改变0.80~2.30D。Leung等<sup>[11]</sup>用slit lamp OCT and Visante OCT来测量前房角,并对参数进行比较,认为两者的可重复性高。王晓瑛等用Visante OCT测量前房直径,认为前段Visante OCT测量简易,数据图像更为直观,可靠性更好,在有晶状体眼人工晶状体植入等手术中具有更好的应用和指导价值。

**2.3 有晶状体眼人工晶状体植入的相关参数** 有晶状体眼人工晶状体植入手术的筛选指标包括:角膜内皮的数量、房角开放程度、中央前房深度和角膜白到白直径。有晶状体眼人工晶状体包括房角支撑型、虹膜夹持型、后房型人工晶状体。房角支撑与后房人工晶状体的大小是依据角膜白到白直径来换算出来的。人工晶状体大小不合适可以直接或间接引起诸多并发症,例如角膜内皮失代偿、瞳孔不圆、虹膜夹持、人工晶状体异位或脱位、并发性白内障等。所以,为了避免和预防这些术后并发症,准确的前房直径的测量尤为重要。体表测量前房直径受到角膜透明度的影响,在AS-OCT图像上确定角膜中央顶点和晶状体顶点的位置,以两个顶点为中心确定子午线,测量对侧巩膜突间间距确定前房直径,此检查定位准确、可靠。

### 3 临床应用范畴

**3.1 屈光手术** 角膜屈光性手术正被越来越多的人接受和应用。飞秒激光在治疗屈光不正的手术中,飞秒的特点是高精度及高功率和高分辨的特性,用飞秒制作角膜瓣,可以制作出厚度均匀一致的瓣。这类手术的原理是,对角膜浅基质层或基质层与弹力层进行切割,所以术后的后角膜总厚度会变薄。近视的度数越高,切削掉的角膜就多,剩下的角膜就更会变少。为了避免术后的并发症,保护患者的安全性,国际眼科组织规定,屈光手术后剩余的角膜基质床厚度必须 $>300\mu\text{m}$ 。AS-OCT可以观察到角膜每层结构并分别测量厚度,可以形成角膜厚度切面图。可以对角膜同一部位进行多次测量、可以随访屈光手术后角膜的恢复情况、可用于检测术后的上皮层厚度、角膜瓣厚度、剩余基质层厚度,可以观察角膜瓣错位的方向、角膜云翳等。Kucumen等<sup>[12]</sup>在AS-OCT引导下对用飞秒激光所制的瓣进行直接评估,证实了飞秒激光是一种实用和安全的手术方式。

**3.2 角膜移植手术** 角膜移植手术是用透明的角膜植片置换混浊或有病变部位的角膜,以达到恢复或改善视功能、治疗角膜病或改善外观的目的。它的术式可分两种:(1)全层(穿透性)角膜移植术,以全层透明角膜代替全层混浊角膜。(2)板层角膜移植术。将浅层角膜病变组织切除,留下一定厚度的角膜作移植床,用一块同样大小和厚度的板层移植片放在受眼角膜床上。以间断缝线固定,植片和植床必须平整及互相吻合,才能得到良好的光学效果。利用AS-OCT可以对角膜的病变部位直径和厚度进行精确扫描和计算,有利于合理选择不同的手术方式。当角膜发生病变时,角膜曲率和形态的改变可以在AS-OCT上清晰显示。王欣等<sup>[13]</sup>用AS-OCT对角膜内皮移植术后植片和植床位置关系进行评价,结果术后不同时间植片、植床的厚度处于动态变化,认为AS-OCT是评价角膜内皮

移植术后植床和植片位置关系的有效工具。Zhou等<sup>[14]</sup>用AS-OCT对角膜后弹力层脱离进行诊断和评价,取得很好的效果,认为其是角膜后弹力层脱离的很好的诊断和治疗的辅助工具。决定手术成功与否的重要因素是植片的位置,若是位置问题,可通过早期植片调位和复位进行治疗,术后早期角膜水肿和不透明,裂隙灯检查治疗难以进行。AS-OCT可以用于角膜透明性不好的患者术后观察,研究发现AS-OCT在EK术后,尤其在分析角膜植床和植片的位置关系方面优势明显<sup>[15-17]</sup>。

**3.3 白内障** 白内障超声乳化摘除人工晶状体(intraocular lens, IOL)植入术已经成为主流的手术方式。临床发现,白内障摘除人工晶状体植入术后前房发生变化,例如前房深度变深,周边前房角变宽、虹膜形态变化,但是对此种变化,以前的检查方法无法进行量化,因而我们不能进行客观定量分析<sup>[18]</sup>。Shin等<sup>[19]</sup>用AS-OCT观察白内障术后前房深度的变化和眼压的变化,认为白内障手术可以引起前房深度加深降低眼压,这进一步揭示了这可以作为预防前房角关闭的一种可选择的手术方式。为了预测白内障术后的长期眼压情况,Pradhan等<sup>[20]</sup>用AS-OCT观察虹膜,总结出虹膜截面面积大的或者在AS-OCT上呈现高突的虹膜形态的患者的眼压较低,这些发现有助于帮助预测哪些患者白内障术后可以降低眼压,进而在临床中扩大了该手术的适应证和治疗范围。在晶状体植入术前,AS-OCT可以显示清晰晶状体的位置。Prakash等<sup>[21]</sup>用AS-OCT诊断出外伤性晶状体脱位,并提供清晰的图像,定位准确。Rozot等<sup>[22]</sup>用AS-OCT观察晶状体植入后的囊袋阻滞综合征,引导了YAG治疗,并且可以对疗后的效果进行评估。

**3.4 有晶状体眼人工晶状体植入术** 有晶状体眼人工晶状体植入术(pIOL)治疗中高度近视越来越受到关注,它补充了准分子激光原位角膜磨镶术所不能涉及的屈光范围,使患者具有更好的术后视力和视觉质量。用AS-OCT所具有的功能:水平或垂直的房角-房角直径测量、前房深度(ACD)、晶状体位置等,实现了在手术前对每只眼进行眼前节解剖的精确测量。这些术前数据的获得,可以精确的选择不同类型的Phakic IOL。准确地测量前房内径、中央前房深度和晶状体的前凸度是确保有晶状体眼的房角固定型人工晶状体手术成功的关键,有利于避免瞳孔变形、虹膜炎和人工晶状体移位等术后并发症。

### 4 小结

综上所述,AS-OCT在眼科中具有较高的应用价值,临床医生在裂隙灯下无法准确观察病情的情况下,AS-OCT能够显示出其他仪器所不能替代的优势。对患者行AS-OCT的检查可以明确诊断、指导治疗、评价疗效。随着AS-OCT清晰度的提高等进一步改进,将具有广阔的前景。

#### 参考文献

- 1 Kucumen RB, Yenerel NM, Gorgun E, et al. Anterior segment optical coherence tomography measurement of anterior chamber depth and angle change after phacomulsification and intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(10):1694-1698
- 2 Gorgun E, Kucumen RB, Yenerel NM, et al. Assessment of intrastromal corneal ring segment position with anterior optical coherence tomography. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2012;43(3):214-221
- 3 Singh M, Aung T, Friedman DS, et al. Anterior segment optical coherence tomography imaging of trabeculectomy blebs before and after

laser suturelysis. *Am J Ophthalmol* 2007;143(5):873-875

4 Gorgun E, Yenerel NM, Dinc UA. Comparison of non-contact for the measure of central corneal thickness. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2011;42(5):400-407

5 哈少平,景金霞,范文燕.前节光学相干断层扫描在青光眼研究中的应用. *国际眼科杂志* 2010;10(6):1100-1102

6 Radhakrishnan S, Rollins AM, Roth JE, et al. Real time optical coherence tomography of the anterior segment at 1310nm. *Arch Ophthalmol* 2001;119(8):1179-1185

7 曾阳发,刘杏,蔡小于,等.AC-OCT与OCT测量中央角膜厚度的比较. *中山大学学报(医学科学版)* 2007;28(2):12-14

8 Li H, Leung CK, Wong L, et al. Comparative study of central corneal thickness measurement with slit-lamp optical coherence tomography and visante optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2008;115(5):796-801

9 O'donnell C, Hartwig A, Radhakrishnan H. Comparison of central corneal thickness and anterior chamber depth measured using len Star LS900, pentacam, and visante AS-OCT. *Cornea* 2012; Epub ahead of print

10 Bechmann M. Imaging of posterior chamber phakic intraocular lens by optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg* 2002;28(2):360

11 Leung CK, Li H, Weinreb RN, et al. Anterior chamber angle measurement with anterior segment optical coherence tomography: a comparison between slit lamp OCT and Visante OCT. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008;49(8):3469-3674

12 Kucumen RB, Dinc UA, Yenerel NM, et al. Immediate evaluation of the flaps created by femtosecond laser using anterior segment optical coherence tomography *Ophthalmic. Surg Lasers Imaging* 2009;40(3):251-254

13 王欣,洪晶,刘峰,等.前节OCT对角膜内皮移植术后植床和植片

位置关系的评价. *眼科研究* 2010;28(1):50-54

14 Zhou SY, Wang CX, Cai XY, et al. Anterior segment OCT-based diagnosis and management of descemet's membrane detachment. *Ophthalmologica* 2012;227(4):215-222

15 Ustundaq C, Bahcecioqlu H, Ozdamar A. Optical coherence tomography for evaluation of anatomical changes in the cornea after laser *in situ* keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2002;26(10):1458-1462

16 Terry MA, Ousley PJ. Deep lamellar endothelial keratoplasty: Visual acuity, astigmatism, and endothelial survival in a large prospective series. *Ophthalmology* 2005;112(9):1541-1548

17 章玉群,徐巍华,田琳璐,等.年龄相关性白内障超声乳化吸出联合人工晶状体植入术后 Pentacam 眼前节分析. *国际眼科杂志* 2011;11(2):235-239

18 Terry MA, Hoar KL, Hall J. Histology of dislocation in endothelial keratoplasty(DSEK and DLEK). A laboratory-based, surgical solution to dislocation in 100 consecutive DSEK eyes. *Cornea* 2006;25(8):926-932

19 Shin HC, Subrayan V, Tajunisah I. Changes in anterior chamber depth and intraocular pressure after phacoemulsification in eyes with occludable angles. *J Cataract Refract Surg* 2010;36(8):1289-1295

20 Pradhan S, Leffler CT, Wilkes M, et al. Preoperative iris configuration and intraocular pressure after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2012;38(1):117-123

21 Prakash G, Ashokumar D, Jacob S, et al. Anterior segment optical coherence tomography-aided diagnosis and primary posterior chamber intraocular lens implantation with fibrin glue in traumatic phacocoele with scleral perforation. *J Cataract Refract Surg* 2009;35(4):782-784

22 Rozot P, Baikoff G, Lutun E, et al. Evaluation of capsular block syndrome with an anterior segment OCT. *J Fr Ophthalmol* 2005;28(3):309-311