

Sirius、Oculyzer、AS-OCT 和 A 超测量近视患者角膜最薄点厚度的比较

段宇辉,米生健,李仲佺,高 玮

引用:段宇辉,米生健,李仲佺,等. Sirius、Oculyzer、AS-OCT 和 A 超测量近视患者角膜最薄点厚度的比较. 国际眼科杂志 2019; 19(8):1377-1380

作者单位:(710054) 中国陕西省西安市,武警陕西省总队医院眼科

作者简介:段宇辉,本科,主治医师,研究方向:眼视光。

通讯作者:米生健,本科,主任医师,眼科主任,研究方向:眼视光. shengjian.mi@163.com

收稿日期:2019-03-03 修回日期:2019-07-12

摘要

目的:比较 Sirius、Oculyzer、AS-OCT 和 A 超对近视患者角膜最薄点厚度测量结果的差异性、相关性和一致性,为临床的应用提供参考。

方法:选取 2016-03/04 在武警陕西省总队医院眼科近视眼激光部行飞秒激光辅助 LASIK 患者 81 例 162 眼,用 Sirius、Oculyzer、AS-OCT 和 A 超四种仪器分别测量以上患者的角膜最薄点厚度,对其进行统计学分析。

结果:A 超、Sirius、Oculyzer、AS-OCT 测量结果分别为 537.91 ± 24.12 、 538.12 ± 22.64 、 538.20 ± 23.74 、 $527.04 \pm 23.11 \mu\text{m}$ ($P < 0.01$)。AS-OCT 的测量结果明显小于其他三种方法测量结果,A 超、Sirius、Oculyzer 之间无差异。将 A 超、Sirius、Oculyzer、AS-OCT 测得的角膜厚度最薄点数值进行两两相关分析,表明四种方法测量角膜最薄点厚度均有高度相关性($r = 0.920, 0.914, 0.951, 0.908, 0.929, 0.919$, 均 $P < 0.001$)。A 超分别与 Sirius、Oculyzer、AS-OCT 测量角膜最薄点厚度在 95% CI 为 $-18.77 \sim 18.33$ 、 $-19.79 \sim 19.19$ 、 $-3.79 \sim 25.53 \mu\text{m}$, 结合 Bland-Altman 图,提示 Sirius、Oculyzer、AS-OCT 分别与 A 超间均具有较好的一致性。

结论:与 A 超测得的角膜最薄点厚度结果相比,AS-OCT 测量的结果偏薄。四种方法测量的角膜厚度最薄点值具有高度的相关性及一致性,但 95% 的一致性界限较宽,临床使用中两者可以相互参考,不能替换。

关键词:Sirius; Oculyzer; AS-OCT; A 超; 角膜最薄点厚度

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2019.8.26

Comparison of the thinnest corneal thickness measured by Sirius, Oculyzer, AS-OCT and A-mode ultrasonography in myopic patients

Yu - Hui Duan, Sheng - Jian Mi, Zhong - Ji Li, Wei Gao

Department of Ophthalmology, the Armed Police Corps Hospital in Shaanxi Province, Xi'an 710054, Shaanxi Province, China

Correspondence to: Sheng-Jian Mi. Department of Ophthalmology, the Armed Police Corps Hospital in Shaanxi Province, Xi'an 710054, Shaanxi Province, China. shengjian.mi@163.com

Received:2019-03-03 Accepted:2019-07-12

Abstract

• **AIM:** To compare the difference, correlation and consistency of the thinnest corneal thickness (TCT) in myopic patients among Sirius, Oculyzer, anterior segment optical coherence tomography (AS-OCT) and A-mode ultrasound pachymetry, in order to provide a reference for clinical applications.

• **METHODS:** TCT was measured in 81 patients (162 eyes) treated between March and April, 2016 using Sirius, Oculyzer, AS-OCT and A-mode ultrasound pachymetry before femtosecond LASIK, and then the values were statistically analyzed.

• **RESULTS:** TCT measured by A-mode ultrasound pachymetry, Sirius, Oculyzer and AS-OCT were respectively (537.91 ± 24.12) μm , (538.12 ± 22.64) μm , (538.20 ± 23.74) μm , (527.04 ± 23.11) μm ($P < 0.01$). There was a significant difference in TCT measurements among the four measurements. The results of AS-OCT were significantly smaller than those of the other three methods. There was no statistical difference among A-mode ultrasound pachymetry, Sirius and Oculyzer. Pearson correlation coefficient of measured value by the four measurements were more than 0.9 ($r = 0.920, 0.914, 0.951, 0.908, 0.929, 0.919$, $P < 0.001$), which means there were highly correlation between each other. The 95% CI of the consistency interval of A-mode ultrasound pachymetry and Sirius, A-mode ultrasound pachymetry and Oculyzer, A-mode ultrasound pachymetry and AS-OCT were ($-18.77 \sim 18.33$) μm , ($-19.79 \sim 19.19$) μm , ($-3.79 \sim 25.53$) μm , respectively. The Bland-Altman Plots demonstrates relatively good consistency between A-mode ultrasound pachymetry and the other three methods.

• **CONCLUSION:** The TCT measured by AS-OCT were thinner than that measured by A-mode ultrasound pachymetry. There were a high correlation and consistency of the thinnest corneal thickness in myopic patients among Sirius, Oculyzer, AS-OCT and A-mode ultrasound pachymetry. The TCT measured by the four measurements can be referenced but not replaced since the 95% of the consistency intervals were wide.

• **KEYWORDS:** Sirius; Oculyzer; anterior segment optical coherence tomography; A-mode ultrasound pachymetry; thinnest corneal thickness

Citation: Duan YH, Mi SJ, Li ZJ, *et al.* Comparison of the thinnest corneal thickness measured by Sirius, Oculyzer, AS-OCT and A-mode ultrasonography in myopic patients. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2019;19(8):1377-1380

0 引言

角膜厚度是眼科疾病诊断治疗的重要测量指标,在角膜屈光手术设计、扩张性角膜病变的评估和角膜内皮功能的评价上都是一个重要的参数,角膜厚度还会影响眼内压的测量,可能是青光眼的一个独立危险因素^[1]。随着近年来角膜屈光手术的发展,角膜厚度测量日益受到学者的关注。中央角膜厚度(central corneal thickness, CCT)测量是角膜屈光手术前检查的重要参数,对术前筛查、手术方案的设计、手术安全性的评估起着非常重要的作用。角膜厚度变薄也是圆锥角膜和角膜变性的病理生理特征,且中央角膜厚度变薄已被报道是圆锥角膜的一项主要危险因素。以往检查设备主要侧重于角膜顶点或角膜几何中心处的测量,但该位置往往并不是角膜最薄点,所以测量最薄点角膜厚度(thinnest corneal thickness, TCT)对角膜屈光手术和角膜扩张性疾病的安全性评价才更具临床意义。目前许多检查设备已经具备测量角膜厚度的功能,包括A型超声测厚仪、眼前节光学相干断层扫描仪(AS-OCT)、三维眼前段分析诊断系统(如Sirius、Pentacam、Oculyzer、Orbscan等)、角膜内皮显微镜(SM)、超声生物显微镜检查(UBM)和共焦显微镜等。A型超声角膜测厚法是目前临床公认的角膜测厚金标准^[2],因其操作方便、测量可重复性好、精确性高,已被诸多学者证实^[3],在临床上使用也比较广泛。但因为是接触式检查,会增加角膜感染的风险,且只局限于单点测量,往往不能测到最薄点的位置,对探头的位置和角度也比较敏感。找到一种能替代A型超声,方便、快捷且能准确测量最薄点角膜厚度的检测方法成为众多学者关注的焦点^[4]。我们应用Sirius、Oculyzer、AS-OCT和A型超声测厚仪对一组近视患者的角膜最薄点厚度进行测量,比较四种仪器测量结果的差异,分析四种仪器间测量值的相关性和一致性,为临床应用提供客观依据。

1 对象和方法

1.1 对象 选取2016-03/04在我院眼科近视眼激光部拟行飞秒激光辅助LASIK患者81例162眼,其中男34例68眼,女47例94眼,年龄19~35(平均24.58±3.41)岁。患者均无全身系统性疾病,无眼部外伤或手术史,无活动性眼疾,无角膜接触镜配戴史或停戴软性角膜接触镜1wk以上,停戴硬性角膜接触镜3mo以上。本研究所有患者均知情并同意进行检查。

1.2 方法

1.2.1 Sirius系统 采用三维眼前段分析仪Sirius。Sirius是Placido盘地形图与Scheimpflug断层扫描图相结合的角膜和眼前段分析系统。可以检测包括顶点角膜厚度(apex corneal thickness, ACT)和TCT。检查在相对暗室中自然瞳孔下采集,受检者取坐位,将下颌置于下颌托上,调整下颌托及头部位置,使被检者双眼外眦部与水平线平齐,双眼瞳孔中心处于同一水平高度。检查者按屏幕提示进行对焦,当对焦线变绿后,嘱受检者瞬目保持睁大双眼2s,按下拍摄按钮进行拍摄,连续测量至少3次,选取成像质量90%以上的3次结果,取最薄点厚度纳入统计。

表1 四种测量方法 TCT 的比较

仪器	TCT($\bar{x}\pm s$)	SE	95% CI	Min	Max
A型超声	537.91±24.12	1.90	534.16~541.65	486	605
Sirius	538.12±22.64	1.78	534.61~541.64	491	606
Oculyzer	538.20±23.74	1.87	534.52~541.89	485	610
AS-OCT	527.04±23.11	1.82	523.45~530.62	482	592

1.2.2 Oculyzer系统 采用眼前段分析系统Oculyzer,其采用Scheimpflug技术,其角膜前后表面地形图、曲率图、厚度图,都是从角膜真实高度的测量数据中直接获取或换算得到。检查需要在暗室中自然瞳孔下进行,受检者取坐位,将下颌置于下颌托上,调整下颌托及头部位置,使被检者双眼外眦部与水平线平齐,双眼瞳孔中心处于同一水平高度。嘱被检者充分瞬目后睁大双眼,盯住中心注视点,检查者调整操作杆,对焦后仪器自动进行拍摄。在拍摄过程中,嘱被检者保持固视状态。连续测量至少3次,选取成像质量(QS)显示为OK的3次结果,取最薄点厚度纳入统计。

1.2.3 AS-OCT 采用RTvue-100, OCT是使用低相干干涉测量法进行测距和成像的方法,频域OCT通过傅里叶转换将频谱干涉图信号同步快速获取,图像获取速度是时域OCT的40~100倍,受眼动影响小,图像分辨率高,信噪比好,更利于三维立体成像。测量在自然光下进行,受检者取坐位,将下颌置于下颌托上,调整下颌托及头部位置,使被检者双眼外眦部与水平线平齐,双眼瞳孔中心处于同一水平高度。需调整红外照明探头至角膜表面,用眼前节检查长焦镜头。嘱受检者双眼瞬目后盯住注视灯,按屏幕提示对焦后按下采集按钮,30s内进行8个子午线,1024个点的扫描,扫描分辨率5 μ m,扫描完成后生成角膜及角膜上皮厚度地图。连续测量至少3次,取最薄点厚度纳入统计。

1.2.4 A型超声 采用Tomey SP-3000 A型超声仪,利用超声波的声能反射波形图像,反应人体结构的原理,将反射波接受、转换处理,通过声波在角膜组织的传导速度计算出角膜的厚度。测量角膜厚度时,受检查者取仰卧位,用4g/L奥布卡因滴眼液进行表面麻醉。嘱受检者直视正上方目标,保持眼球不动,检查者手持超声探头,将探头垂直于角膜平面,不能压陷或离开角膜平面,避免操作误差。分别测量双眼角膜中央9个点的厚度值,取最薄点厚度纳入统计。

统计学分析:本研究使用SPSS19.0对所有数据进行统计学处理。四种仪器测量TCT的差异用单因素方差分析,两两比较采用SNK-q检验。四种测量方法之间的相关性分析采用Pearson相关分析。四种测量方法的一致性用Bland-Altman分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 四种测量方法 TCT 值的比较 四种方法的测量结果差异有统计学意义($F=9.015, P<0.01$, 表1)。AS-OCT的测量结果明显小于其他三种方法测量结果(均 $P<0.01$), A超、Sirius、Oculyzer之间无统计学差异。

2.2 四种测量方法的相关性分析 将A超、Sirius、Oculyzer、AS-OCT测得的TCT值进行两两相关分析,结果表明四种方法测量TCT均有高度相关性,见表2。

表2 四种测量方法的相关性

指标	r	P
A超-Sirius	0.920	<0.001
A超-Oculyzer	0.914	<0.001
A超-AS-OCT	0.951	<0.001
Sirius-Oculyzer	0.908	<0.001
Sirius-AS-OCT	0.929	<0.001
Oculyzer-AS-OCT	0.919	<0.001

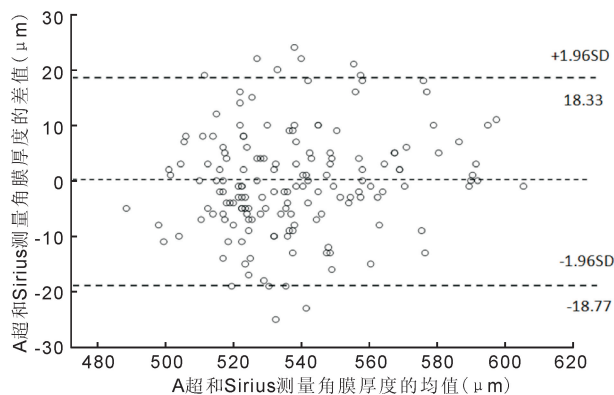


图1 A超与 Sirius 中央角膜厚度的 Bland-Altman 图。

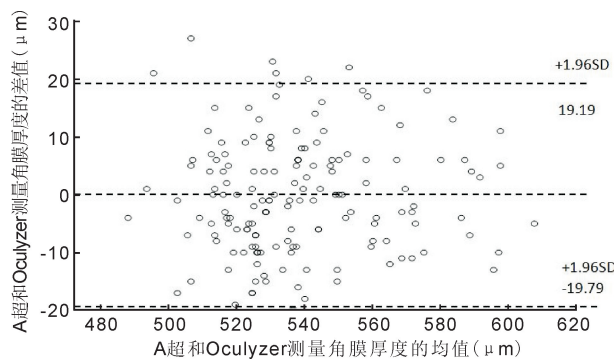


图2 A超与 Oculyzer 最薄点角膜厚度的 Bland-Altman 图。

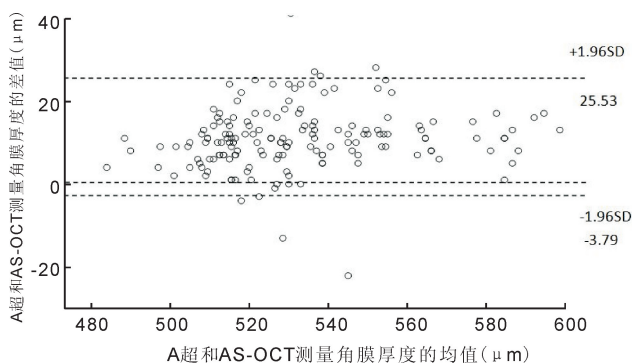


图3 A超与 AS-OCT 最薄点角膜厚度的 Bland-Altman 图。

2.3 四种测量方法的 Bland-Altman 分析 以 A 超测量方法作为“金标准”，将 Sirius、Oculyzer 和 AS-OCT 测量结果分别与 A 超测量结果进行 Bland-Altman 分析，A 超与 Sirius: 162 个点中 9 个点 (6%) 位于置信区间外 (图 1)，A 超与 Oculyzer: 162 个点中 8 个点 (5%) 位于置信区间外 (图 2)，A 超与 AS-OCT: 162 个点中 7 个点 (4%) 位于置信区间外 (图 3)。表明 Sirius、Oculyzer、AS-OCT 与 A 超之间均具有较好的一致性。

3 讨论

角膜最薄点厚度的测量在角膜屈光手术设计、扩张性角膜病变的评估和角膜内皮功能的评价及青光眼的诊断上都是一个重要的参数。激光角膜屈光手术通过切削角膜基质、改变角膜前表面形态而降低眼球屈光度。因此，角膜最薄点的厚度是现代角膜屈光手术重要的指标之一，在术前筛查、手术方式选择、手术设计、术后随访等方面均具有十分重要的作用。然而超声检查只局限于角膜中央且为单点测量，不能全面准确地反应角膜最薄点的厚度情况。已有研究表明，角膜最薄点并非位于角膜中央，而是位于中央角膜的颞下方^[5]，两部位的测量值存在一定的统计学差异。所以，准确地测量角膜最薄点厚度在确保角膜屈光手术安全性方面至关重要。

目前许多检查设备已经具备测量角膜厚度的功能，包括 A 型超声测厚仪、AS-OCT、三维眼前段分析诊断系统 (如 Sirius、Pentacam、Oculyzer、Orbscan 等)、SM、UBM 和共焦显微镜等。但是由于各种测量方法的特点及适应范围不同，在角膜厚度的测量中，其结果也存在一定的差异^[4,6-8]。A 型超声测厚仪的应用开始于 20 世纪 70~80 年代，被认为是角膜厚度测量的“金标准”，它具有操作方便、测量可重复性好、精确性高等特点。但 A 型超声测量角膜厚度为接触式检查，存在上皮损伤和交叉感染的风险。测量时使用的局部麻醉药，可能导致角膜上皮轻度水肿，影响测量结果^[6]。超声测量时探头的放置位置会受到操作者的影响，且每次只能测量一个点位，不能全面衡量角膜中央区的厚度，其测量结果不一定是角膜最薄点的厚度。

随着新技术的研发和临床诊疗工作的需要，角膜厚度的测量趋向于使用厚度图来显示角膜最薄点位置，使用非接触的测量设备，有效避免了角膜上皮损伤和交叉感染的风险，且患者的舒适度也得到提高。Sirius 系统采用一个大的 Placido 锥形盘和一个旋转 Scheimpflug 相机，不仅可提供角膜前后表面地形图数据，还可提供 12mm 以内角膜厚度数据和 3D 前房分析 (包括前房深度、容积等)、分析视觉质量、筛查圆锥角膜等^[4]。但是 Sirius 是光学检查仪器，受角膜透光度的影响，对于角膜病变影响角膜透明性时，无法透过病变进行准确测量，会导致较明显的测量误差。

Oculyzer 系统是基于 Scheimpflug 技术的眼前节成像和测量分析系统，其角膜前后表面地形图、曲率图、厚度图，都是从角膜真实高度的数据中直接获得换算而来，具有非接触性、高分辨率、分析全面、易操作等优点。但 Oculyzer 同 Sirius 一样是光学检查仪器，在角膜透明性下降时，无法透过病变进行测量，会导致比较明显的测量误差。

RTvue-100 频域 AS-OCT 是使用低相干干涉测量法进行测距和成像，频域 OCT 通过傅里叶转换量化分析数据，在一次断层扫描中能显示出整个角膜的层面图，受眼动影响小，图像分辨率高，信噪比好，更利于三维立体成像。具有非接触、无创、快速、精确等优点，而且激光穿透性好，对于角膜病变影响角膜透明性时，测量结果的可信度优于光学测量设备。

以上三种非接触测量方法是否可以取代 A 超作为临床中角膜厚度测量的常用方法，有研究认为 AS-OCT 测量值偏大^[9-10]，也有研究认为 AS-OCT 低估了角膜、角膜瓣

厚度^[6]。可能是受到所使用的检查设备影响,频域 OCT 可大大提高测量结果的精确性。另外有研究发现,Oculus 系统测量结果较 A 超和 AS-OCT 测量结果较薄,差异有统计学意义^[7]。通过本研究发现,A 超、Sirius、Oculus、AS-OCT 测量结果分别为 537.91 ± 24.12 、 538.12 ± 22.64 、 538.20 ± 23.74 、 $527.04 \pm 23.11 \mu\text{m}$,四种方法的测量结果差异有统计学意义,AS-OCT 的测量结果明显小于其他三种方法测量结果,A 超、Sirius、Oculus 之间无统计学差异。这与孙成淑等^[8]学者的研究结果一致。赵炜等^[9]研究也提示 OCT 测得值小于超声结果。

从四种检查方法的相关性方面分析,有研究表明,A 型超声组、Sirius 系统测厚组、Oculus 系统测厚组、AS-OCT 测厚组两两分析,四者有很强的相关性 ($r > 0.9, P < 0.05$)。本研究中四种仪器相关程度较高,均超过 0.9,其中超声波角膜测厚仪与 AS-OCT 的相关性最强。

Bland-Altman 法是国际上通用的评价两种测量方法一致性的方法。本研究即采用 Bland-Altman 法分别将 Oculus、Sirius 及 AS-OCT 测量结果分别与 A 超测量结果进行一致性评价,结果显示,三种非接触测量方法分别与 A 超之间均具有较高的一致性。其中 A 超测量结果与 AS-OCT 测量结果一致性最高,162 个点中 7 个点 (4%) 位于置信区间外,一致性界限为 $(-3.79 \sim 25.53 \mu\text{m})$,范围较窄。

AS-OCT 的工作原理类似于超声波,只是用光代替声波产生图像,因其非接触、无创、快速、精确等优点在临床中广泛应用。因为激光穿透性好,角膜透明性下降时不影响测量结果,还可用于测量 LASIK 术后的角膜瓣厚度、剩余基质层厚度、云翳等,并可根据测量结果绘制角膜上皮厚度、角膜厚度图,对术后及需二次增效手术者提供高价值的参考^[11]。但是相关性好和一致性高不等同于可以取代 A 超测量方法,AS-OCT 测量的角膜厚度明显低于 A 超测量值,故临床应用中要加以注意,可将其结果作为 A 超角膜测厚的重要参考方法,作为角膜屈光手术术前角膜测厚的主要参考方式,以提高激光角膜屈光手术的安全性。

综上所述,我们认为 Sirius、Oculus、AS-OCT 和 A 超测量结果均可作为临床测量角膜厚度的可靠工具。Sirius、Oculus、AS-OCT 均可全面测量最薄点角膜厚度,

具有非接触、易操作、重复性好、精确度高的优点,Sirius、Oculus 为光学测量,受角膜透明性影响较大,而 AS-OCT 为激光测量,在角膜透明性下降时测量结果的可信度更高。虽然与传统 A 超测厚仪相关性和一致性较好,但仍存在一定的差异,在临床工作中需要进一步权衡利弊,任何一种方法并不能完全代替其他测量方式,应该将多种测量方法相互比较,对其结果互相参考,最终选择最合适的数据,以保证临床诊疗工作的安全有效。

参考文献

- 1 Ayala M, Strandås R. Accuracy of optical coherence tomography (OCT) in pachymetry for glaucoma patients. *BMC Ophthalmol* 2015; 15:124
- 2 Desmond T, Arthur P, Watt K. Comparison of central corneal thickness measurements by ultrasound pachymetry and 2 new devices, Tonoref III and RS-3000. *Int Ophthalmol* 2019;39(4):917-923
- 3 Pierro L, Iuliano L, Gagliardi M, et al. Central Corneal Thickness Reproducibility among Ten Different Instruments. *Optom Vis Sci* 2016;93(11):1371-1379
- 4 Şimşek A, Bilak Ş, Güler M, et al. Comparison of Central Corneal Thickness Measurements Obtained by RTVue OCT, Lenstar, Sirius Topography, and Ultrasound Pachymetry in Healthy Subjects. *Semin Ophthalmol* 2016;31(5):467-472
- 5 黄青,夏丽坤. AS-OCT 和 A 超测量中央角膜厚度的比较. *中国激光医学杂志* 2018;27(6):370-374
- 6 邹湖涌,刘志平,沙翔垠,等. 三种仪器测量中央及周边角膜厚度的比较. *中华眼科医学杂志(电子版)* 2016;6(2):55-60
- 7 王同梅,廖荣丰. Oculus II 与 A 型超声测厚仪测量角膜薄点厚度的比较. *临床眼科杂志* 2016;24(6):539-542
- 8 孙成淑,张小兰,黄永志. CASIA SS-1000 OCT 与 Sirius 眼前节分析系统测量角膜厚度的比较. *国际眼科杂志* 2018;18(1):153-155
- 9 赵炜,吴婷,董泽红,等. 前节 OCT 和 pentacam 及 A 超在测量角膜厚度上的比较. *国际眼科杂志* 2013;13(12):2551-2553
- 10 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* 2007; 115(5):796-801
- 11 Xu BY, Penteado RC, Weinreb RN. Diurnal Variation of Optical Coherence Tomography Measurements of Static and Dynamic Anterior Segment Parameters. *J Glaucoma* 2018;27(1):16-21