

IOL Master 700 在白内障中应用的研究进展

彭悦^{1,2,3}, 廖莹^{1,2}, 兰长骏^{1,2}

引用:彭悦,廖莹,兰长骏. IOL Master 700 在白内障中应用的研究进展. 国际眼科杂志 2021;21(1):80-84

基金项目:四川省卫计委重点课题项目(No.18ZD022);南充市校企合作重大攻关项目(No.18SXHZ0492)

作者单位:¹(637000)中国四川省南充市,川北医学院附属医院眼科;²(637000)中国四川省南充市,川北医学院眼视光学系;³(611930)中国四川省彭州市人民医院眼科

作者简介:彭悦,硕士研究生,研究方向:屈光性白内障手术与视觉质量。

通讯作者:兰长骏,毕业于四川大学华西临床医学院,硕士,教授,主任医师,科主任,硕士研究生导师,研究方向:屈光性白内障手术与视觉质量. eyelanchangjun@163.com

收稿日期:2020-04-08 修回日期:2020-12-07

摘要

近年基于扫频光学相干断层扫描(SS-OCT)技术的光学生物测量仪逐渐用于眼科临床,较既往的部分相干干涉(PCI)等技术的生物测量仪具有更高信噪比、更长扫频光波长、更好组织穿透力、扫描速度更快的优点,白内障患者的眼轴长度(AL)检出率更好等优势。本文主要就目前临床上使用更为广泛的基于SS-OCT技术的光学生物测量仪 IOL Master 700 在白内障中应用的研究进展进行综述。

关键词: IOL Master 700; 扫频光学相干断层扫描; 生物测量仪; 白内障; 眼球生物参数

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2021.1.16

Advances of IOL Master 700 in cataract

Yue Peng^{1,2,3}, Xuan Liao^{1,2}, Chang-Jun Lan^{1,2}

Foundation items: Key Project of Sichuan Health and Family Planning Commission (No.18ZD022); Key Project of Nanchong City and University Cooperation (No.18SXHZ0492)

¹Department of Ophthalmology, Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan Province, China;

²Department of Ophthalmology & Optometry, North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan Province, China; ³Department of Ophthalmology, Pengzhou People's Hospital, Pengzhou 611930, Sichuan Province, China

Correspondence to: Chang-Jun Lan. Department of Ophthalmology, Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan Province, China; Department of Ophthalmology & Optometry, North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan Province, China. eyelanchangjun@163.com

Received:2020-04-08 Accepted:2020-12-07

Abstract

• In recent years, ocular biometers based on swept-

source optical coherence tomography (SS-OCT) technology have emerged in ophthalmic practice. Compared with the earlier ocular biometers such as the partially coherent interference (PCI) based ones, the SS-OCT based devices have a higher signal-to-noise ratio, greater swept light wavelength, better tissue penetration, faster scanning speed, and better axial length (AL) detection rate for cataract patients. This review aims to summarize the advances of a widely used SS-OCT based device-IOL Master 700 in cataract.

• **KEYWORDS:** IOL Master 700; swept-source optical coherence tomography; biometer; cataract; ocular biometric measurement

Citation: Peng Y, Liao X, Lan CJ. Advances of IOL Master 700 in cataract. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2021;21(1):80-84

0 引言

眼球生物参数的测量在屈光性白内障手术前评估中至关重要。临床上光学生物测量仪主要有基于部分相干干涉(partial coherence interferometry, PCI)技术的如 IOL Master 500、基于光学低相干干涉(optical low-coherence interferometry, OLCI)技术的如 Aladdin 和基于光学低相干反射(optical low-coherence reflectometry, OLCR)技术的如 Lenstar LS 900。虽然几类仪器测量眼球生物参数有较高的准确性^[1-4],但目前已进入屈光性手术时代,术前眼球生物参数的测量要求更高。近几年,基于扫频光学相干断层扫描(swept-source optical coherence tomography, SS-OCT)技术的新型生物测量仪凭借测量速度更快、组织穿透性更好等优点被广泛应用于临床。

OCT 是一种非侵入性、高灵敏度、高分辨率的医学成像技术,由最初的时域 OCT(time domain OCT, TDOCT)发展至频域 OCT(frequency domain OCT, FDOCT),SS-OCT 作为最新一代 FDOCT 采用输出波长随时间高速扫描的扫频光源,不需要经过高分辨率光谱仪进行光谱分离,而是直接利用单一光电探测器获取不同波长的干涉信号进而得到干涉光谱,从而实现光谱分析^[5]。SS-OCT 有更高的扫频速度和输出功率、更宽的扫频范围和线性频率扫描、更窄的瞬时线宽,同时成像速度更快、信噪比更高^[6]。目前 SS-OCT 新型生物测量仪有以下 3 种:(1) IOL Master 700(Carl Zeiss):扫频光源波长 1055nm,扫描速度 2000 次/秒,扫描深度 44mm,扫描宽度眼前段为 6mm,视网膜为 1mm,组织分辨率 22 μ m^[7];扫频激光从 6 个不同方向(0°、30°、60°、90°、120°、150°)进行平面扫描,能可视化测量全眼轴长及观察黄斑凹形态确认固视;采用远心光学技术三环(1.5、2.5、3.5mm 直径)18 点的测量模式测量角膜曲率;内置有 SRK/T、Hoffer Q、Holladay1、Holladay2、

Haigis、Haigis - L、Haigis - T、Barrett Universal II、Barrett Toric、Barrett True-K 公式,但目前国内 IOL Master 700 因版本原因暂未置入 Barrett 公式组;(2) OA-2000(Tomey): 扫频光源波长 1060nm,扫描速度 1000 次/秒^[8];(3) Argos (Movu):扫频光源波长 1060nm,扫描宽度为 20nm,扫描速度 3000 次/秒^[9]。

SS-OCT 新型生物测量仪测量的眼球生物参数包括眼轴长度(axial length, AL)、前房深度(anterior chamber depth, ACD)、角膜曲率(keratometry readings, K)、晶状体厚度(lens thickness, LT)、中央角膜厚度(central corneal thickness, CCT)、白到白的角膜直径(white-to-white distance, WTW)、瞳孔直径(pupil diameter, PD)等。目前 IOL Master 700 在临床上应用较多,现就 IOL Master 700 在白内障中的临床应用研究进行综述。

1 IOL Master 700 在测量健康人眼球生物参数中的应用

1.1 IOL Master 700 评估健康眼球生物参数的准确性及一致性

仪器测量准确性常用检测的重复性及再现性来评价。重复性(repeatability)指用相同的方法,同一实验材料,在相同的条件下获得的一系列结果之间的一致程度。再现性(reproducibility)指用相同的方法,同一实验材料,在不同的条件下获得的单个结果之间的一致程度。Martinez-Albert 等^[10]应用 IOL Master 700 对不同屈光状态的健康人群进行眼球生物参数测量,结果表明近视组、正视组、远视组测量的 AL、房水深度(anterior aqueous depth, AQD)、CCT、LT、WTW、K₁和 K₂均有很好的重复性,与 Ferrer-Blasco 等^[11]重复性结果类似, Sel 等^[12]和 Kiraly 等^[13]研究也支持该结论。而 Garza-Leon 等^[14]用组内标准差(within subject standard deviation, S_w)、组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)和变异系数(coefficient of variation, CoV)等统计指标对 45 只健康眼生物参数进行再现性评价,结果显示 AL、ACD、AQD、K₁、K₂、LT、CCT 和 WTW 参数的 CoV 为 0.3%~1%, ICC 高于 0.87,均有较高再现性。以上研究表明 IOL Master 700 测量健康眼球生物参数变异小,有较高重复性及再现性,测量的结果精确可靠。

一致性(agreement)为同一检查者应用不同仪器测量同一参数之间的一致程度。近期对两种 SS-OCT 生物测量仪的研究表明:IOL Master 700 与 OA-2000 测量健康青年人眼的 AL、ACD、K₁、K₂、K_m、LT、CCT、WTW、PD 参数的差异分别为 0.00、0.00mm, 0.04、-0.01、0.00D, -0.08mm、17.08μm、0.14、-1.46mm, CCT、WTW、PD 差异较大,可能与图像采集光源的变化和虹膜周围边缘检测算法有关,余参数均有较好一致性^[15]。LT 和 CCT 是 PCI 生物测量仪不能提供的,这些指标对人工晶状体度数计算、眼压测量值的校正有帮助,使计算和测量更准确,同时也要注意这两种设备测量的眼球生物参数多数一致性好,少数指标如 WTW 差异较大,临床上不能互换。

1.2 散瞳缩瞳药物和调节对 IOL Master 700 测量的影响

眼的调节可引起 ACD、LT、CCT、WTW 等生物参数的变化,其中 ACD 和 LT 变化较大。Momeni-Moghaddam 等^[16]采用 IOL Master 700 对 23~58 岁的 42 例 42 只透明晶状体眼进行生物参数测量,1%托吡卡胺散瞳前后测量的 AL、ACD、LT 分别为 24.91±1.45、24.91±1.45、3.60±0.32、3.66±

0.34、3.76±0.28、3.74±0.28mm,其中 AL 无明显变化,ACD 增加 0.06±0.05mm,而 LT 减少-0.02±0.03mm;进一步按年龄分为大于 40 岁和小于 40 岁两组,分析散瞳前后大于 40 岁组 30 眼 AL、ACD、LT 的变化分别为 0.00±0.01、0.07±0.03、-0.03±0.02mm,小于 40 岁组 12 眼 AL、ACD、LT 的变化分别为 0.00±0.00、0.03±0.08、0.00±0.03mm,较大于 40 岁组变化小,年龄的变化影响着眼部的调节。Grzybowski 等^[17]应用 IOL Master 700 的扫描显像技术检测了 18~25 岁受检者的 8 只用 4%毛果芸香碱缩瞳继而用 10%去氧肾上腺素散瞳眼的生物参数,结果显示 AL、ACD、LT、CCT、WTW 的平均变化分别为 8±21、-145±86、81±54、10±9μm, -0.02±0.15mm, LT 的变化与调节幅度密切相关,在调节过程中晶状体位置不变,此结果较 Momeni-Moghaddam 等测量生物参数的变化更大,分析原因可能与两研究使用不同药物诱导的眼部调节不同且两研究对象年龄差距较大有关。IOL Master 700 测量的多个研究均表明在外界给予不同屈光度数的调节状态下 ACD 减少而 LT 增加^[18-20],且 ACD 和 LT 的改变呈线性相关^[18-19]。以上研究说明应用 IOL Master 700 可以精确测量调节引起的生物参数的变化,调节对屈光手术术前检查、验配角膜接触镜、计算 IOL 度数的影响值得关注,临床工作中不能忽视调节对眼球生物参数测量的影响。

2 IOL Master 700 在测量白内障眼中的应用

2.1 IOL Master 700 评估白内障眼球生物参数的准确性及一致性

IOL Master 700 和基于 OLCI 技术的光学生物测量仪 Ziemer Galilei G6 测量了 101 只白内障眼 AL、ACD、K₁、K₂、K_m、LT、CCT、WTW 参数, S_w 分别为 0.005、0.037、0.008、0.018mm, 0.098、0.282、0.076、0.202、0.069、0.210D, 0.011、0.040mm, 1.873、4.148μm, 0.110、0.091mm, IOL Master 700 测量所有参数重复性较 Galilei G6 更好,除 CCT 测量差异较大,两仪器测量其余参数均有较好一致性^[21]。另有研究显示 IOL Master 700 与基于 OLCR 的 Lenstar LS 900 测量白内障患者的 AL、ACD、K_m、LT、CCT 参数有较好重复性^[3,22]和一致性^[3,22-24],但 Lenstar LS 900 在测量 K_m、CCT 时组内变异更小^[22],可能与受检者个体差异有关。基于 PCI 技术的 IOL Master 500 与 IOL Master 700 测量 AL、K、ACD、WTW 参数也有较好重复性、再现性和一致性,但 IOL Master 700 重复性更好^[25]。

综上所述, IOL Master 700 在测量健康人及白内障患者眼球生物参数均有较好的准确性,可为眼后部组织如巩膜半径^[26]、脉络膜厚度的测量提供参考;与其它光学生物测量仪进行测量参数比较时,应注意仪器之间测量原理的差异,不可盲目交换使用不同仪器测量的眼球生物参数。

2.2 IOL Master 700 与其他光学生物测量仪白内障 AL 检出率比较

白内障手术已由复明手术转变为屈光手术,白内障 AL 的精确检出在计算 IOL 度数中至关重要。Huang 等^[27]分析了 171 只白内障眼 AL 测量情况, IOL Master 700、OA-2000 和 Argos 的检出率分别为 97.08%、97.08%、99.42%,均较 IOL Master v5.4 的 80.70%高,且有显著性差异。类似于 IOL Master 700、OA-2000 和 Argos 测量 622 只白内障眼的 AL 检出率分别为 92.6%、96.3%和 97.6%^[28]。Jung 等^[21]研究指出 IOL Master 700 和 Galilei G6 测量 101

只白内障眼, AL 检出率分别为 99.1%、93.1%。同样 IOL Master 700 与基于 OLCI 技术的 Aladdin 检测 55 只白内障眼, AL 检出率分别为 100% 和 96.36%^[29]。而 IOL Master 700 和 Lenstar LS 900 测量 100 只白内障眼, AL 检出率分别为 96% 和 79%, 后者对后囊下混浊及晶状体混浊较重白内障检出率更低^[22]。Arriola-Villalobos 等^[23] 测量 80 只白内障眼, IOL Master 700 的 AL 检出率为 100%, 而 Lenstar LS 900 因晶状体混浊较重和 AL>30mm 未检出 AL 的有 10 眼, 检出率为 87.5%。大量研究显示 IOL Master 700 较 IOL Master 500 的 AL 检出率更高^[30-33], IOL Master 700 在前后囊混浊及晶状体混浊较重的白内障中 AL 检出率更优。分析以上研究可知 SS-OCT 生物测量仪 AL 的检出率更高, 尤其是在前后囊混浊及晶状体混浊严重情况下, 可能与扫描光波长更长、在测量过程中衰减较少有关, 这可能也会增加某些患有眼底疾病的 AL 检出率。

2.3 IOL Master 700 与其他光学生物测量仪白内障术后屈光误差比较 最新研究表明, IOL Master 700 评价 SRK/T、Hoffer Q、Holladay 2、Haigis 和 Barrett Universal II 5 种公式计算 IOL 度数准确性, 选取 Tecnis ZCB00 IOL 植入白内障眼, 其中仅 Barrett Universal II 公式预测术后屈光误差最小^[34]。Cheng 等^[35] 选取博士伦 MX60 IOL 研究了 Kane、Hill-RBF 2.0、Barrett Universal II、Olsen、Haigis、SRK/T、Holladay 1、Hoffer Q 8 种公式预测白内障术后屈光误差, 其中 IOL Master 700 较 Lenstar LS 900 使用 Kane、Olsen、Haigis、Hoffer Q 公式计算的白内障术后屈光绝对误差小, 其余几种公式预测误差结果类似, 而 Barrett Universal II 公式预测术后屈光误差最小。有研究选取 Tecnis ZCB00 和 Acrysof SA60AT IOL 进行度数计算, 只有在植入 Tecnis ZCB00 IOL 时, IOL Master 700 与 IOL Master 500 的 Holladay 公式计算的术后屈光误差有差异, 可能与仪器内部 Holladay 公式有差异相关, 而 SRK/T、Hoffer Q 和 Haigis 公式术后屈光误差无差异^[33]。Srivannaboon 等^[25] 选取 Acrysof SN60WF IOL 带入 SRK/T 和 Haigis 公式计算 IOL 度数, 结果显示 IOL Master 700 与 IOL Master 500 使用两公式计算 IOL 度数无差异。以上结果表明计算 IOL 度数时使用不同仪器以及选取不同 IOL 和计算公式可能导致术后存在有差异的屈光误差, 提醒临床医师选取 IOL 时需注意该细节, 但 IOL Master 700 生物测量仪的 Barrett Universal II 公式计算 IOL 度数有较好的准确性, 可为临床医师提供更精确的 IOL 度数选择。

2.4 IOL Master 700 评估晶状体混浊分级 临床常用白内障晶状体混浊分级方法有基于客观判断的双通道客观视觉质量分析仪的 OSI 值分级以及基于主观判断的 LOCS III 分级等。IOL Master 700 测量生物参数时可获得晶状体二维图像, 利用图像软件可对其进行线性密度分析以评估晶状体混浊分级。当晶状体平均密度大于 82.9 像素单元时诊断白内障有最佳灵敏度和特异性, 分别为 73.9% 和 91.2%^[36]; 在图像分析软件升级后, 由同一研究者指出当晶状体平均密度达到 73.8 像素单元时即可诊断白内障, 这时有 96% 的灵敏度和 92% 的特异性^[37], 优于之前的研究结果。该测量方法均有较高的重复性和可靠性, 与主观判断晶状体分级的 LOCS III 测量方法之间存在较大偏差,

而与客观测量方法如 OSI 值分级之间有较好一致性^[36]。IOL Master 700 可客观评估白内障晶状体混浊分级, 有助于临床医师判断白内障患者的手术时机及做出相应的日常护理建议。

2.5 IOL Master 700 检测黄斑病变 部分白内障患者术前存在隐匿性黄斑病变, 导致视力恢复差和患者满意度差, 特别是在视网膜病变的情况下, 黄斑区结构的检测显得尤为重要。IOL Master 700 在测量生物参数的同时, 能判别 1mm 宽度的黄斑区结构是否存在异常。Tognetto 等^[38] 研究指出 IOL Master 700 检测黄斑病变的平均灵敏度为 0.81 (0.77~0.83), 平均特异性为 0.84 (0.77~0.87), 准确性为 0.83 (0.79~0.85)。而 Hirschall 等^[39] 研究灵敏性适中 (0.42~0.68)、特异性较高 (0.89~0.98)。虽然 IOL Master 700 在测量生物参数时能够检测局部黄斑病变, 尤其是黄斑裂孔、黄斑前膜和视网膜下积液, 但因组织分辨率较专用黄斑 OCT 低, 暂不能代替之^[40-41], 可作为评估黄斑结构异常的辅助手段。

2.6 IOL Master 700 预测 IOL 倾斜 预测术后 IOL 倾斜有助于评估视觉质量, 同时给患者个性化选择非球面和 Toric 等功能性 IOL 提供了参考。Hirschall 等^[42] 分析了 IOL Master 700 获得的白内障患者术前 1wk 晶状体和术后 2mo IOL 的 B 扫描图像, 结果显示右眼术后 IOL 倾斜度较术前晶状体倾斜度平均增加 1.5°, 左眼平均增加 2.6°, 左右眼度数差异有统计学意义, 术前术后倾斜度之间存在较弱的相关性 ($R=0.37$); 而术后 IOL 倾斜方向较术前晶状体倾斜方向平均增加 1°, 二者存在较好的相关性 ($R=0.70$)。另一研究指出术后 IOL 倾斜度较术前晶状体倾斜度平均增加 1.2°, 术前晶状体倾斜度与方向和术后 IOL 倾斜度与方向均有较好相关性 ($R=0.707、0.765$), 且晶状体倾斜测量的重复性也较好^[43], 与 Hirschall 等研究结果存在差异, 可能与受检对象眼部的 κ 角、 α 角以及 AL 不同所引起的 IOL 倾斜位置不同有关。

2.7 IOL Master 700 角膜后表面散光的测量 角膜散光的精确测量对于合理选择 IOL 度数和类型有重要意义。近些年角膜后表面散光纳入 IOL 度数计算受到关注, 有研究指出忽略角膜后表面散光而植入 Toric IOL 会导致散光欠矫或过矫^[44]。LaHood 等^[45] 大样本量研究显示, IOL Master 700 测量的角膜后表面平均散光为 $0.24 \pm 0.15D$, 强屈光轴位于垂直方向占比 73.32%, 而在白内障手术过程中可通过做垂直方向上的手术切口减少部分垂直方向上散光, 这可能使部分医师忽略了角膜后表面散光对术后视力的影响。Srivannaboon 等^[46] 评估了 60 例行白内障手术患者的术后屈光误差, 在考虑 IOL Master 700 测量的角膜后表面散光情况下, 术后屈光误差更小。故提示临床医师在进行屈光性手术前应充分考虑角膜后表面散光, 但国内版本 IOL Master 700 受软件及使用许可的影响, 目前暂无法进行角膜后表面散光的测量。

3 小结

基于 SS-OCT 技术的 IOL Master 700 测量健康人及白内障患者的眼球生物参数均有较高的重复性和再现性, 较既往的光学测量技术的生物测量仪具有更好组织穿透力、扫描速度更快的优点, 白内障患者的眼轴长度检出率更好等优势, 在屈光性白内障手术中的应用前景广阔。

参考文献

1 Goebels S, Pattmoller M, Eppig T, *et al.* Comparison of 3 biometry devices in cataract patients. *J Cataract Refract Surg* 2015;41(11):2387-2393

2 Mandal P, Berrow EJ, Naroo SA, *et al.* Validity and repeatability of the Aladdin ocular biometer. *Br J Ophthalmol* 2014;98(2):256-258

3 Kunert KS, Peter M, Blum M, *et al.* Repeatability and agreement in optical biometry of a new swept-source optical coherence tomography-based biometer versus partial coherence interferometry and optical low-coherence reflectometry. *J Cataract Refract Surg* 2016;42(1):76-83

4 柏全豪, 苗雨晴, 王翠丽, 等. IOL Master 与接触性 A 超测量的精确度和可重复性比较. *国际眼科杂志* 2015;15(6):1057-1060

5 Huber R, Wojtkowski M, Fujimoto JG. Fourier Domain Mode Locking (FDML): A new laser operating regime and applications for optical coherence tomography. *Opt Express* 2006;14(8):3225-3237

6 兰长骏, 彭悦, 廖莹. 扫频光相干断层扫描生物测量仪在白内障中的应用. *中华实验眼科杂志* 2019;37(2):123-128

7 Grulkowski I, Liu JJ, Zhang JY, *et al.* Reproducibility of a long-range swept-source optical coherence tomography ocular biometry system and comparison with clinical biometers. *Ophthalmology* 2013;120(11):2184-2190

8 Huang J, Savini G, Hoffer KJ, *et al.* Repeatability and interobserver reproducibility of a new optical biometer based on swept-source optical coherence tomography and comparison with IOL Master. *Br J Ophthalmol* 2017;101(4):493-498

9 Shammas HJ, Ortiz S, Shammas MC, *et al.* Biometry measurements using a new large-coherence-length swept-source optical coherence tomographer. *J Cataract Refract Surg* 2016;42(1):50-61

10 Martinez-Albert N, Esteve-Taboada JJ, Montes-Mico R, *et al.* Repeatability assessment of biometric measurements with different refractive states and age using a swept-source biometer. *Expert Rev Med Devices* 2019;16(1):63-69

11 Ferrer-Blasco T, Dominguez-Vicent A, Esteve-Taboada JJ, *et al.* Evaluation of the repeatability of a swept-source ocular biometer for measuring ocular biometric parameters. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2017;255(2):343-349

12 Sel S, Stange J, Kaiser D, *et al.* Repeatability and agreement of Scheimpflug-based and swept-source optical biometry measurements. *Cont Lens Anterior Eye* 2017;40(5):318-322

13 Kiraly L, Stange J, Kunert KS, *et al.* Repeatability and Agreement of Central Corneal Thickness and Keratometry Measurements between Four Different Devices. *J Ophthalmol* 2017;2017:1-8

14 Garza-Leon M, Fuentes-de LFH, Garcia-Trevino AV. Repeatability of ocular biometry with IOLMaster 700 in subjects with clear lens. *Int Ophthalmol* 2017;37(5):1133-1138

15 Liao X, Peng Y, Liu B, *et al.* Agreement of ocular biometric measurements in young healthy eyes between IOLMaster 700 and OA-2000. *Sci Rep* 2020;10(1):3134

16 Momeni-Moghaddam H, Maddah N, Wolffsohn JS, *et al.* The Effect of Cycloplegia on the Ocular Biometric and Anterior Segment Parameters: A Cross-Sectional Study. *Ophthalmol Ther* 2019;8(3):387-395

17 Grzybowski A, Schachar RA, Gaca-Wysocka M, *et al.* Mechanism of accommodation assessed by change in precisely registered ocular images associated with concurrent change in auto-refraction. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2018;256(2):395-402

18 Ferrer-Blasco T, Esteve-Taboada JJ, Monsalvez-Romin D, *et al.* Ocular biometric changes with different accommodative stimuli using swept-source optical coherence tomography. *Int Ophthalmol* 2019;39(2):303-310

19 Esteve-Taboada JJ, Ferrer-Blasco T, Aloy MA, *et al.* Ocular

anatomic changes for different accommodative demands using swept-source optical coherence tomography: a pilot study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2017;255(12):2399-2406

20 Schachar RA, Mani M, Schachar IH. Image registration reveals central lens thickness minimally increases during accommodation. *Clin Ophthalmol* 2017;11:1625-1636

21 Jung S, Chin HS, Kim NR, *et al.* Comparison of Repeatability and Agreement between Swept-Source Optical Biometry and Dual-Scheimpflug Topography. *J Ophthalmol* 2017;2017:1516395

22 Kurian M, Negalur N, Das S, *et al.* Biometry with a new swept-source optical coherence tomography biometer: Repeatability and agreement with an optical low-coherence reflectometry device. *J Cataract Refract Surg* 2016;42(4):577-581

23 Arriola-Villalobos P, Almendral-Gomez J, Garzon N, *et al.* Agreement and clinical comparison between a new swept-source optical coherence tomography-based optical biometer and an optical low-coherence reflectometry biometer. *Eye (Lond)* 2017;31(3):437-442

24 Passi SF, Thompson AC, Gupta PK. Comparison of agreement and efficiency of a swept source-optical coherence tomography device and an optical low-coherence reflectometry device for biometry measurements during cataract evaluation. *Clin Ophthalmol* 2018;12:2245-2251

25 Srivannaboon S, Chirapapaisan C, Chonpimai P, *et al.* Clinical comparison of a new swept-source optical coherence tomography-based optical biometer and a time-domain optical coherence tomography-based optical biometer. *J Cataract Refract Surg* 2015;41(10):2224-2232

26 Jesus DA, Kedzia R, Iskander DR. Precise measurement of scleral radius using anterior eye profilometry. *Cont Lens Anterior Eye* 2017;40(1):47-52

27 Huang J, Chen H, Li Y, *et al.* Comprehensive Comparison of Axial Length Measurement With Three Swept-Source OCT-Based Biometers and Partial Coherence Interferometry. *J Refract Surg* 2019;35(2):115-120

28 Tamaoki A, Kojima T, Hasegawa A, *et al.* Clinical Evaluation of a New Swept-Source Optical Coherence Biometer That Uses Individual Refractive Indices to Measure Axial Length in Cataract Patients. *Ophthalmic Res* 2019;62(1):11-23

29 Calvo-Sanz JA, Portero-Benito A, Arias-Puente A. Efficiency and measurements agreement between swept-source OCT and low-coherence interferometry biometry systems. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2018;256(3):559-566

30 王子杨, 杨文利, 李栋军, 等. 新型生物测量仪 Pentacam AXL、IOLMaster 700 与 IOLMaster 500 对白内障眼部生物学参数测量的比较. *中华眼科杂志* 2019;55(7):515-521

31 崔蕊, 杨文利, 李栋军, 等. IOLMaster700 与 IOLMaster500 测量白内障术前眼轴长度的一致性及其检出率比较. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2018;20(11):659-662

32 Akman A, Asena L, Gungor SG. Evaluation and comparison of the new swept source OCT-based IOLMaster 700 with the IOLMaster 500. *Br J Ophthalmol* 2016;100(9):1201-1205

33 Lee HK, Kim MK. Comparison of a new swept-source optical biometer with a partial coherence interferometry. *BMC Ophthalmol* 2018;18(1):269

34 Kim SY, Lee SH, Kim NR, *et al.* Accuracy of intraocular lens power calculation formulas using a swept-source optical biometer. *PLoS One* 2020;15(1):e227638

35 Cheng H, Li J, Cheng B, *et al.* Refractive predictability using two optical biometers and refraction types for intraocular lens power calculation in cataract surgery. *Int Ophthalmol* 2020;40(7):1849-1856

36 Panthier C, Burgos J, Rouger H, *et al.* New objective lens density quantification method using swept-source optical coherence tomography

technology: Comparison with existing methods. *J Cataract Refract Surg* 2017;43(12):1575-1581

37 Panthier C, de Wazieres A, Rouger H, *et al.* Average lens density quantification with swept - source optical coherence tomography: optimized, automated cataract grading technique. *J Cataract Refract Surg* 2019;45(12):1746-1752

38 Tognetto D, Pastore MR, De Giacinto C, *et al.* Swept-Source Optical Coherence Tomography Biometer as Screening Strategy for Macular Disease in Patients Scheduled for Cataract Surgery. *Sci Rep* 2019;9(1):9912

39 Hirschall N, Leisser C, Radda S, *et al.* Macular disease detection with a swept-source optical coherence tomography-based biometry device in patients scheduled for cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2016;42(4):530-536

40 Zafar S, Siddiqui M, Shahzad R, *et al.* Swept - source optical coherence tomography to screen for macular pathology in eyes having routine cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2017;43(3):324-327

41 Bertelmann T, Blum M, Kunert K, *et al.* Foveal pit morphology evaluation during optical biometry measurements using a full-eye-length

swept-source OCT scan biometer prototype. *Eur J Ophthalmol* 2015;25(6):552-558

42 Hirschall N, Buehren T, Bajramovic F, *et al.* Prediction of postoperative intraocular lens tilt using swept-source optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg* 2017;43(6):732-736

43 Wang L, Guimaraes DSR, Weikert MP, *et al.* Evaluation of crystalline lens and intraocular lens tilt using a swept - source optical coherence tomography biometer. *J Cataract Refract Surg* 2019;45(1):35-40

44 Goggin M, Zamora - Alejo K, Esterman A, *et al.* Adjustment of anterior corneal astigmatism values to incorporate the likely effect of posterior corneal curvature for toric intraocular lens calculation. *J Refract Surg* 2015;31(2):98-102

45 LaHood BR, Goggin M. Measurement of Posterior Corneal Astigmatism by the IOLMaster 700. *J Refract Surg* 2018;34(5):331-336

46 Srivannaboon S, Chirapapaisan C. Comparison of refractive outcomes using conventional keratometry or total keratometry for IOL power calculation in cataract surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2019;257(12):2677-2682