

ARK Biometer Combo 与 OA 2000 在配戴角膜塑形镜患者中测量的一致性比较

丁莉^{1,2,3}, 杜林琳^{1,2,3}, 朱晓宇^{1,2,3}, 陈梦^{1,2,3}, 姚文波^{1,2,3}, 何鲜桂^{1,2,3}, 朱梦钧^{1,2,3}

引用: 丁莉, 杜林琳, 朱晓宇, 等. ARK Biometer Combo 与 OA 2000 在配戴角膜塑形镜患者中测量的一致性比较. 国际眼科杂志, 2025, 25(9): 1541–1546.

作者单位: ¹(200040) 中国上海市眼病防治中心 同济大学附属眼科医院; ²(200040) 中国上海市, 国家眼部疾病临床医学研究中心; ³(200040) 中国上海市眼科疾病精准诊疗工程技术研究中心

作者简介: 丁莉, 学士, 高级验光师, 研究方向: 眼视光学、角膜接触镜。

通讯作者: 朱梦钧, 硕士, 主任医师, 研究方向: 眼视光学。morning5012@163.com

收稿日期: 2025-03-11 修回日期: 2025-08-04

摘要

目的: 比较 ARK Biometer Combo 与 OA 2000 在配戴角膜塑形镜患者中生物测量的一致性。

方法: 前瞻性研究。选取 2024 年 8 月至 2024 年 9 月于上海市眼病防治中心配戴角膜塑形镜的复诊患者 148 例 148 眼, 分别应用 ARK Biometer Combo 和 OA 2000 进行生物测量, 获得眼轴长度 (AL)、角膜中央厚度 (CCT)、前房深度 (ACD)、晶状体厚度 (LT)、角膜曲率 (Kf 和 Ks)、散光 (AST)、最大角膜横径白到白距离 (WTW)、瞳孔直径 (PD) 等参数。比较两种仪器测量参数的差异, 并评估两种仪器的一致性。

结果: 两种仪器测量的 Kf、Ks、AST 均无差异 ($P>0.05$), 测量的 AL、CCT、ACD、LT、WTW 及 PD 有差异 ($t=2.559, P=0.012$; $t=16.771, P<0.0001$; $t=4.749, P<0.0001$; $t=-15.212, P<0.0001$; $t=-14.915, P<0.0001$; $t=-2.402, P=0.018$)。两种仪器各测量参数的 ICC 为 0.615–0.999。Bland-Altman 分析显示两种仪器测量 AL、CCT、ACD、LT、Kf、Ks、AST、WTW 及 PD 的 95% 一致性界限 (LoA) 最大绝对值分别为 0.07 mm、35.07 μm 、0.07 mm、0.12 mm、0.66 D、1.14 D、1.00 D、0.76 mm、0.98 mm。

结论: 在配戴角膜塑形镜患者中, ARK Biometer Combo 和 OA 2000 测量 AL、CCT、ACD、Kf、LT 的一致性良好, 可以相互替换使用。

关键词: 生物测量; ARK Biometer Combo; OA 2000; 近视; 角膜塑形镜

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2025.9.28

Comparison of the agreement of measurements between the ARK Biometer Combo and OA 2000 in patients wearing orthokeratology lenses

Ding Li^{1,2,3}, Du Linlin^{1,2,3}, Zhu Xiaoyu^{1,2,3}, Chen Meng^{1,2,3}, Yao Wenbo^{1,2,3}, He Xiangui^{1,2,3}, Zhu Mengjun^{1,2,3}

¹Shanghai Eye Diseases Prevention & Treatment Center; Tongji Eye Hospital, Tongji University, Shanghai 200040, China; ²National Clinical Research Center for Eye Diseases, Shanghai 200040, China; ³Shanghai Engineering Research Center of Precise Diagnosis and Treatment of Eye Diseases, Shanghai 200040, China

Correspondence to: Zhu Mengjun. Shanghai Eye Diseases Prevention & Treatment Center; Tongji Eye Hospital, Tongji University, Shanghai 200040, China; National Clinical Research Center for Eye Diseases, Shanghai 200040, China; Shanghai Engineering Research Center of Precise Diagnosis and Treatment of Eye Diseases, Shanghai 200040, China. morning5012@163.com
Received: 2025-03-11 Accepted: 2025-08-04

Abstract

• **AIM:** To compare the agreement between the ARK Biometer Combo and OA 2000 in patients wearing orthokeratology lenses.

• **METHODS:** A prospective study. A total of 148 patients (148 eyes) who were wearing orthokeratology lenses and returned for follow-up at the Shanghai Eye Disease Prevention and Treatment Center from August to September 2024 were included. Biometric measurements were performed using both the ARK Biometer Combo and OA 2000. Parameters including axial length (AL), corneal central thickness (CCT), anterior chamber depth (ACD), lens thickness (LT), corneal curvature (Kf and Ks), astigmatism (AST), white-to-white corneal diameter (WTW) and pupil diameter (PD) were obtained. Differences in measurement parameters between the two biometers were compared, and agreement was assessed.

• **RESULTS:** There were no statistically significant differences in the measurements of Kf, Ks and AST between the two biometers ($P>0.05$). Statistically significant differences were found in the measurements of AL, CCT, ACD, LT, WTW and PD ($t=2.559, P=0.012$; $t=16.771, P<0.0001$; $t=4.749, P<0.0001$; $t=-15.212, P<0.0001$; $t=-14.915, P<0.0001$; $t=-2.402, P=0.018$). ICC ranged from 0.615 to 0.999. Bland-Altman analysis showed that the maximum absolute values of the 95% limits of

agreement (LoA) of AL, CCT, ACD, LT, Kf, Ks, AST, WTW and PD were 0.07 mm, 35.07 μ m, 0.07 mm, 0.12 mm, 0.66 D, 1.14 D, 1.00 D, 0.76 mm, and 0.98 mm, respectively.

- CONCLUSION: In orthokeratology patients, the ARK Biometer Combo and OA 2000 showed good agreement in measuring AL, CCT, ACD, Kf and LT, and can be used interchangeably.
- KEYWORDS: biometry; ARK Biometer Combo; OA 2000; myopia; orthokeratology lenses

Citation: Ding L, Du LL, Zhu XY, et al. Comparison of the agreement of measurements between the ARK Biometer Combo and OA 2000 in patients wearing orthokeratology lenses. *Guoji Yanke Zazhi* (Int Eye Sci), 2025,25(9):1541–1546.

0 引言

全球近视患者与日俱增,目前已经成为全球关注的重要的公共卫生问题之一^[1-3]。根据我国政府的调查数据,2018 年全国儿童青少年总体近视患病率为 53.6%,其中 6 岁儿童、小学生、初中生、高中生的近视率分别为 14.5%、36%、71.6% 和 81%。随着相关近视防控措施的实施,2020 年近视患病率下降为 52.7%^[4]。角膜塑形镜作为一种中效的近视控制手段(延缓效果约为 32%–55%)^[5-8],在 2019 年被国际近视眼组织(IMI)定义为近视的一线干预手段,在儿童青少年中广泛应用^[9-11]。定期记录配戴角膜塑形镜患者的眼轴长度(axial length, AL)、前房深度(anterior chamber depth, ACD)、晶状体厚度(lens thickness, LT)、瞳孔直径(pupil diameter, PD)等参数,不仅可以密切了解儿童近视发生发展的规律,同时与角膜塑形镜的安全配戴以及厘清近视控制的相关影响因素都密切相关。在临床应用中,光学生物测量凭借其非接触、操作简便、测量精确等优势,正逐渐取代了超声生物测量(A 超),成为眼生物学参数测量的金标准。ARK Biometer Combo 是一款基于光学低相干反射原理(optical low coherence reflectometry, OLCR)的眼部生物测量仪,与 OA 2000 所采用的扫频源光学相干断层扫描(swept source optical coherence tomography, SS-OCT)测量技术不同,OLCR 测量采用宽谱带超连续光源,采用光纤传导减少信号丢失,收集散射光让返回的信号不重叠,易区分各个界面。因此在一次测量中,OLCR 技术则可以获得眼睛轴向的多项参数^[12]。配戴角膜塑形镜的患者,因镜片的逆转几何设计,其角膜也会发生特征性的形态改变^[13],而这种特殊的角膜形态可能会干扰生物测量的准确性。本研究旨在通过对配戴角膜塑形镜的患者使用 ARK Biometer Combo 与 OA 2000 两种不同的仪器进行眼部生物学测量,并对各项参数的测量结果进行分析,评价两种仪器之间的差异性与一致性。

1 对象和方法

1.1 对象 本研究为前瞻性研究,选取 2024 年 8 月至 2024 年 9 月于上海市眼病防治中心配戴角膜塑形镜的复诊患者 148 例 148 眼。若单眼接受角膜塑形镜治疗,选取该眼作为观察眼,双眼接受治疗者皆选取右眼数据。年龄 9–21 (13.26 $\pm$ 2.29) 岁,其中男 68 例 (45.9%),女 80 例 (54.1%)。纳入标准:(1)具备良好固视能力,并能够配合完成所有眼科检查;(2)配戴角膜塑形镜 $\geq$ 1 wk;(3)眼压

测量值在正常范围内(10–21 mmHg);(4)裂隙灯检查角膜完整。排除标准:(1)不同程度角膜上皮脱落、角膜云翳、斑翳、白斑以及角膜扩张性疾病,如圆锥角膜等;(2)眼前节急性与慢性炎症、干眼以及其他接触镜配戴禁忌证,影响免疫功能的全身性疾病。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,经上海市眼病防治中心伦理委员会批准(批件号:EC-20240913-07),所有参与者及其监护人均签署知情同意书。

1.2 方法 所有患者的生物学测量均由同一名经验丰富的操作者完成。在相同室内照明条件、自然瞳孔下进行,首先采用 OA 2000 进行测量,随后进行 ARK Biometer Combo 测量,测量时患者头部均需固定于下颌托,嘱患者睁大眼睛,双眼注视视标并在开始测量前瞬目 1–2 次以确保泪膜的稳定。对满足仪器质量控制标准的测量结果予以记录。

统计学分析:应用 SPSS16.0 及 R4.3.1 统计软件进行数据分析。通过 Kolmogorov–Smirnov 检验数据正态性,如符合正态分布,以均数 $\pm$ 标准差表示。两种仪器所获得各参数差异的比较采用配对样本 *t* 检验。两种仪器所测量的生物学参数的关系采用 Pearson 线性相关分析,一致性评估采用 Bland–Altman 分析,并计算 95% 一致性界限(limits of agreement, LoA)。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两种仪器测量参数比较 ARK Biometer Combo 与 OA 2000 测量的角膜曲率 K 值(最陡峭径线 Ks、最平坦径线 Kf)、散光(AST)差异无统计学意义(均 $P > 0.05$),测得的 AL、角膜中央厚度(CCT)、ACD、LT、最大角膜横径白到白距离(white to white, WTW)及 PD 差异有统计学意义(均 $P < 0.05$),差异量分别为 0.01 $\pm$ 0.03 mm, 14.48 $\pm$ 10.50 μ m, 0.01 $\pm$ 0.03 mm, –0.05 $\pm$ 0.04 mm, –0.29 $\pm$ 0.24 mm, –0.09 $\pm$ 0.45 mm(表 1)。

2.2 两种仪器间生物学参数测量值的相关性 ARK Biometer Combo 和 OA 2000 所测得的 AL、CCT、ACD、LT、Kf、Ks、AST、WTW、PD 参数的相关性分析显示,结果均呈强正相关(AL: $r = 0.999$, $P < 0.0001$; CCT: $r = 0.946$, $P < 0.0001$; ACD: $r = 0.991$, $P < 0.0001$; LT: $r = 0.971$, $P < 0.0001$; Kf: $r = 0.975$, $P < 0.0001$; Ks: $r = 0.928$, $P < 0.0001$; AST: $r = 0.678$, $P < 0.0001$; WTW: $r = 0.802$, $P < 0.0001$; PD: $r = 0.825$, $P < 0.0001$),见图 1。

2.3 两种仪器测量参数的一致性 两种仪器生物测量 AL、CCT、ACD、LT、Kf、Ks、PD 结果的 ICC 为 0.821–0.999,显示较好的信度,其中 AL 的 ICC 最高,为 0.999。AST、WTW 测量结果的 ICC 为 0.678 与 0.615,测量重复性较低(表 2)。图 2A–I 分别是两种仪器测量 AL、CCT、ACD、LT、Kf、Ks、AST、WTW、PD 的 Bland–Altman 散点图。红色实线代表两种设备所测生物学参数差值的平均值,红色虚线为其 95% LoA。Bland–Altman 散点图表明,AL、CCT、ACD、LT、Kf、Ks、AST、WTW、PD 的 95% LoA 最大绝对值分别为 0.07 mm、35.07 μ m、0.07 mm、0.12 mm、0.66 D、1.14 D、1.00 D、0.76 mm、0.98 mm,分别有 3.38%、7.43%、5.41%、5.41%、4.73%、3.38%、4.73%、3.38%、4.05%的点位于 95% LoA 之外。两种生物测量仪所测量的 AL、CCT、ACD、LT、Kf 的 95% LoA 均较窄,一致性良好。然而,两者测量 Ks、AST、WTW、PD 的 95% LoA 较宽,一致性不佳。

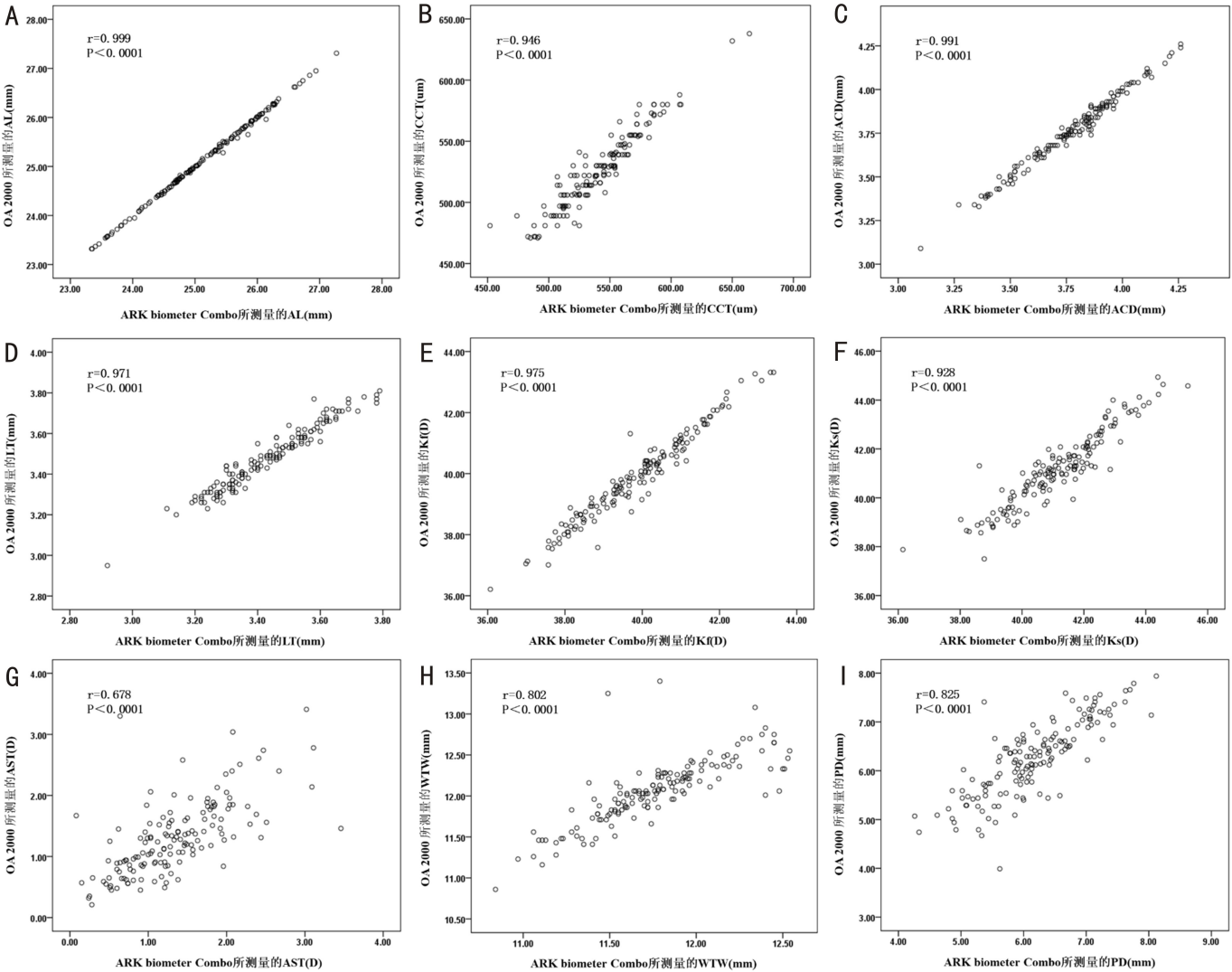


图1 ARK Biometer Combo 与 OA 2000 测量参数的相关性分析 A:AL;B:CCT;C:ACD;D:LT;E:Kf;F:Ks;G:AST;H:WTW;I:PD。

表1 ARK Biometer Combo 与 OA 2000 生物测量参数比较					$\bar{x}\pm s$
参数	ARK Biometer Combo	OA 2000	差异量	<i>t</i>	<i>P</i>
AL(mm)	25.15±0.85	25.15±0.85	0.01±0.03	2.559	0.012
CCT(μm)	541.49±32.26	527.01±31.02	14.48±10.50	16.771	<0.0001
ACD(mm)	3.78±0.21	3.76±0.21	0.01±0.03	4.749	<0.0001
LT(mm)	3.44±0.16	3.48±0.15	-0.05±0.04	-15.212	<0.0001
Kf(D)	39.84±1.40	39.88±1.42	-0.04±0.32	-1.502	0.135
Ks(D)	41.18±1.52	41.19±1.49	-0.01±0.57	-0.267	0.790
AST(D)	1.33±0.63	1.30±0.61	0.03±0.50	0.660	0.511
WTW(mm)	11.76±0.36	12.06±0.39	-0.29±0.24	-14.915	<0.0001
PD(mm)	6.17±0.77	6.26±0.77	-0.09±0.45	-2.402	0.018

表2 ARK Biometer Combo 与 OA 2000 生物测量参数的一致性				
参数	95%LoA	点位于 95%LoA 之外的占比(%)	ICC	<i>P</i>
AL(mm)	-0.07-0.06	3.38(5/148)	0.999	<0.0001
CCT(μm)	-35.07-6.11	7.43(11/148)	0.856	<0.0001
ACD(mm)	-0.07-0.05	5.41(8/148)	0.990	<0.0001
LT(mm)	-0.03-0.12	5.41(8/148)	0.930	<0.0001
Kf(D)	-0.59-0.66	4.73(7/148)	0.974	<0.0001
Ks(D)	-1.11-1.14	3.38(5/148)	0.928	<0.0001
AST(D)	-1.00-0.95	4.73(7/148)	0.678	<0.0001
WTW(mm)	-0.18-0.76	3.38(5/148)	0.615	<0.0001
PD(mm)	-0.80-0.98	4.05(6/148)	0.821	<0.0001

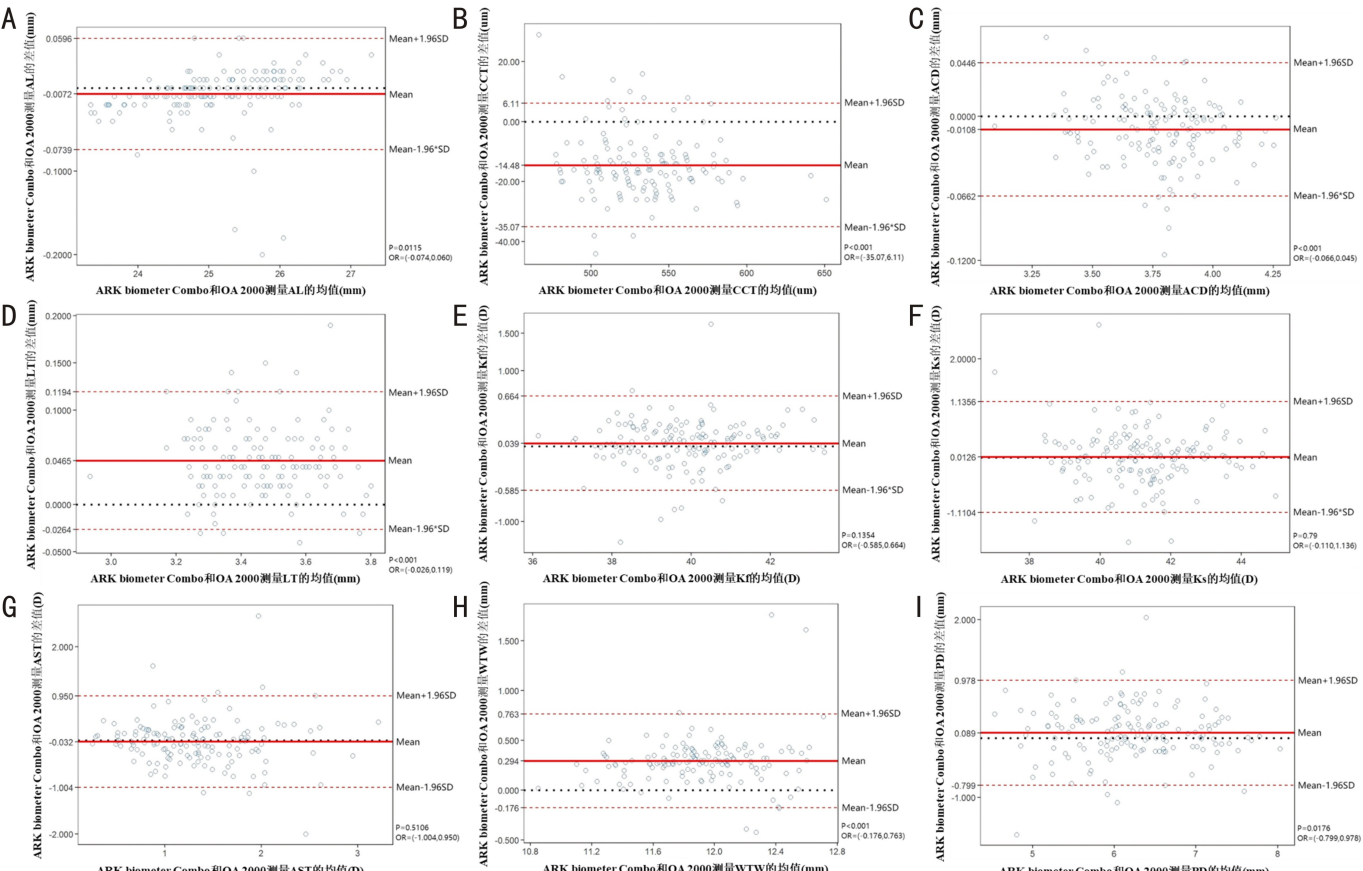


图2 ARK Biometer Combo 与 OA 2000 测量参数的 Bland-Altman 分析图 A: AL; B: CCT; C: ACD; D: LT; E: Kf; F: Ks; G: AST; H: WTW; I: PD。

3 讨论

目前,角膜塑形镜在有近视控制需求的儿童青少年中应用广泛,在角膜塑形镜配戴前的检查及复诊过程中,客观验光结果以及眼生物学参数是用于判断角膜塑形镜的配戴安全性、有效性的重要参数,同时也是探讨角膜塑形镜近视控制机制的重要线索。但目前常用的生物测量仪(OA 2000、IOL Master 500、IOL Master 700 等)仅能完成AL、CCT、LT等参数的测量,尚不能同时完成客观电脑验光的测量。本次研究中使用的OA 2000生物测量仪就是通过SS-OCT技术测量AL、CCT、ACD、LT等轴向参数,通过Placido角膜地形图以及虹膜识别技术测量角膜曲率值(2.5 mm范围)及WTW。

新型光学生物测量仪 ARK Biometer Combo 是一种基于OLCR技术的全自动光学生物测量仪,利用波长为820 nm的超发光二极管进行眼部生物测量。采用高级组合信号处理算法,可一次性测量AL、CCT、ACD、LT、WTW、Ks、Kf、PD、客观验光等参数,具备全自动测量模式的优势。按下捕捉键后,机器可实现眼球的自动跟踪,并一次性完成5次测量。具有测量速度快、精度高、操作简单、便捷医患等优点。目前,尚无研究报道 ARK Biometer Combo 在配戴角膜塑形镜等特殊角膜形态下的测量效果,及其与其他生物测量仪器的对比情况。鉴于 ARK Biometer Combo 的多种优势,本研究创新性的首次系统评估了其于OA 2000在配戴角膜塑形镜患者中的测量一致性,旨在为 ARK Biometer Combo 在该特定人群中的临床应用提供循证依据。

配戴角膜塑形镜后,由于角膜中央变扁平,其真实屈

光度难以准确获得,AL的变化是判断戴镜患者屈光度改变的“金标准”。因此,准确测量AL对于配戴角膜塑形镜的患者而言,具有至关重要的作用。SS-OCT被认为是目前测量眼轴的“金标准”,基于SS-OCT原理的OA 2000的精准性也得到了众多研究证实^[14-15],在正常人眼睛中,基于OLCR原理的仪器(如Lenstar LS 900)所测量的AL值与SS-OCT测量结果相似,平均差异为-0.02 mm,95%LoA最大绝对值为0.06 mm^[16]。在Yu等^[17]的研究中也发现,SW-900(基于OLCR原理)所测量的AL值与SS-OCT测量差异为-0.01 mm,95%LoA最大绝对值为0.08 mm。本研究中,OA 2000与ARK Biometer Combo测量AL的差值为0.01 mm,95%LoA最大绝对值为0.07 mm,与以往研究结果高度相似。这表明,在配戴角膜塑形镜的患者中,尽管角膜发生了特征性的形状改变,但并不影响上述两种仪器测量的一致性。根据以往的研究,在配戴角膜塑形镜的患者当中,1 mm眼轴改变大约相当于1.50 D的屈光度改变^[18],0.01 mm的差异大约相当于0.015 D的误差。因此,尽管两种仪器对于AL的测量结果存在统计学差异,但该差异不具备临床意义。

角膜曲率可为角膜接触镜的验配提供重要参考依据。在配戴角膜塑形镜前,角膜曲率可用于判断是否适合配戴镜片(区分顺规散光或逆规散光)、指导镜片参数的选择(如定位弧曲率的选择、镜片基弧的确定)、以及指导镜片类型的选择(如选择常规镜片或双矢高、Toric设计镜片)。在配戴角膜塑形镜后,角膜曲率可以帮助评估塑形量的大小。上述这些都有赖于角膜曲率的精确测量。根据以往的研究,在正常角膜条件下,Lenstar LS 900(基于OLCR原

理)和 OA 2000 之间有很高的一致性(Kf 差值:0.04±0.20 D;Ks 差值:0.10±0.20 D),且 Kf 与 Ks 的 95% LoA 最大绝对值为 0.31、0.47 D^[19]。但在本研究中,虽然 Kf、Ks 和 AST 测量值均无统计学差异,差值分别为-0.04、-0.01、0.03 D。但 Kf、Ks 的 95%LoA 最大绝对值为 0.66、1.14 D,高于正常角膜条件下所得的 LoA 值。差异产生的原因可能与以下几点相关:(1)两种仪器测量范围与测量方式不同,ARK Biometer Combo 通过角膜曲率计,在角膜前表面 2.3 mm 的光学区域投射 6 个点,测量分析对应光点,获得 K 值。OA 2000 利用 Placido 环原理,通过投射到角膜中央前表面的 9 个同心圆测量一定直径(本研究采用的是 2.5 mm)范围内曲率半径值,再联合标准角膜屈光指数计算出 K 值。(2)配戴角膜塑形镜之后,角膜形态发生中央变平、中周部陡峭的特征性改变,较小的治疗区或者镜片配戴出现偏位,离焦环(角膜变陡区域)就会进入到测量范围中,不同的测量范围就会导致差异的产生。因此对于过小治疗区或发生明显偏位的角膜塑形镜患者,我们需要考虑到测量结果的差异。

角膜塑形镜配戴后是否会出现角膜的缺氧反应,从而干扰角膜的生理代谢活动,降低角膜的屏障功能,是眼视光医师普遍关注的问题。角膜厚度的变化一直是衡量角膜塑形镜配戴安全性的重要观察指标。Kong 等^[20]发现,出现不良反应的儿童 CCT 显著低于无不良反应者,角膜厚度为角膜塑形镜不良反应的独立危险因素,随访角膜厚度变化或可预测不良反应风险。Cheng 等^[19]研究显示,基于 OLCR 的生物测量仪与基于 SS-OCT 原理的生物测量仪在 CCT 测量结果上具有高度一致性。Lenstar LS 900 与 IOL Master 700 的测量差异为 2.6 μm,95%LoA 最大绝对值为 12.2 μm^[21]。而 SW-900 与 IOL Master 700 的测量差异则为 8.46 μm,95%LoA 最大绝对值为 15.91 μm^[17]。本研究中,ARK Biometer Combo 测量的 CCT 比 OA 2000 高 14.48 μm,95%LoA 最大绝对值为 35.07 μm。这一差异较上述两个研究更大,可能与配戴角膜塑形镜后角膜形态的特殊性对测量结果产生影响有关。一般在未配戴接触镜的情况下,过夜睡眠将引起大约 3%的角膜厚度的增加。6-20 岁青少年的角膜厚度约为 530-560 μm^[22-23],CCT 的昼夜变化可达 16-17 μm 左右,并且 25 μm 的角膜厚度变化仅导致约 0.3 mmHg 的眼压变化^[24],因此这样的测量差异在临床上是可以接受的。虽然在本研究中,95%LoA 最大绝对值为 35.07 μm,但仅有 7.43%点位于 95%LoA 之外,因此两种仪器在配戴角膜塑形镜患者中出现的差异能够互相替代,两种仪器的一致性好。

在配戴角膜塑形镜后,ACD 与 LT 的改变往往可以作为近视控制的预测指标^[25]。既往研究结果显示,基于 OLCR 原理的测量仪与基于 SS-OCT 原理的测量仪在测量 ACD 时一致性较好,95%LoA 为-0.06-0.09 mm^[26]。本研究中,ARK Biometer Combo 和 OA 2000 的 ACD 测量结果相似(差异为 0.01 mm),95%LoA 为-0.07-0.05 mm,较窄的 95%LoA 表明两种仪器具有高度一致性,其测量结果可以互相替代。LT 受年龄、调节以及不同仪器检测原理的影响。Kenneth 等发现 IOL Master 700(SS-OCT 原理)与 Lenstar LS 900(OLCR 原理)测量 LT 一致性好,LT 的 95%LoA 为-0.20-0.14 mm^[27]。本研究中,ARK Biometer Combo 与 OA 2000 所测得的 LT 的差值为-0.05 mm,95%LoA 为-0.03-0.12 mm,两种仪器显示出良好一致性。

尽管两种仪器测量 ACD 和 LT 的差异均有统计学意义,但其差异在临床可以接受范围内,可以考虑被相互替换。

角膜直径的测量可以帮助角膜塑形镜镜片直径的选择。当前大部分的仪器通过拍摄人眼图像识别角膜边界,得到 WTW 值。由于各种边缘识别技术的差异以及设备之间图像采集光源的不同,不同仪器的 WTW 测量具有较大的差异^[28]。本研究中 ARK Biometer Combo 和 OA 2000 的 WTW 测量差异为-0.29 mm,差异有统计学意义,且 95%LoA 为-0.18-0.76 mm,与既往研究结果相似。较宽的 95%LoA 表明两种机器在测量 WTW 的一致性不佳,不建议相互替换。

PD 的大小不仅可以预测配戴角膜塑形镜患者的近视控制效果^[29-30],还可以用于评估戴镜后的视觉质量,对镜片光学区大小的设计具有一定的指导意义。本研究中,ARK Biometer Combo 和 OA 2000 所测量的 PD 差异仅为-0.09 mm。然而,95%LoA 为-0.80-0.98,表明 LoA 较宽,提示一致性不佳,因此测量结果不建议相互替换使用。出现上述测量差异的原因一方面来源于测量仪器之间的不同,另一方面可能与本次测量是在自然瞳孔下完成,即使在相同的室内照明条件,PD 仍可能因情绪、调节等因素而发生短暂变化,从而导致测量结果的差异。

本研究还存在以下不足之处:(1)本研究以配戴角膜塑形镜的患者为研究对象,但未对戴镜后的角膜形态进行评估,也未分析角膜形态(如镜片居中或偏位)对测量的影响;(2)仅纳入了配戴角膜塑形镜的近视患者,对一些特殊人群(如高度近视、高度散光、圆锥角膜),测量的准确性和一致性还需进一步明确;(3)本研究未在睫状肌麻痹状态下进行测量,可能会对 ACD、LT、PD 等的测量误差及一致性判断产生影响,后续还需进一步研究这些参数在睫状肌麻痹状态下的测量一致性。

ARK Biometer Combo 具有操作速度快、测量高效等一系列优势,一次测量即可同时获取客观验光结果与眼生物学参数。在角膜塑形镜患者中,其 AL、CCT、ACD、LT、Kf 等测量结果与 OA 2000 有较好的准确性和一致性,临床上可相互替代使用。ARK Biometer Combo 能有效助力角膜塑形镜的验配、评估、安全性监测,并可用于监测配戴后的近视控制效果,具有显著的临床价值。

利益冲突声明:本文不存在利益冲突。

作者贡献声明:丁莉论文选题与初稿撰写,数据收集,文献检索;杜林琳数据分析;朱晓宇、姚文波、陈梦数据收集;何鲜桂选题指导;朱梦钧选题指导,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

[1] Liang JH, Pu YQ, Chen JQ, et al. Global prevalence, trend and projection of myopia in children and adolescents from 1990 to 2050: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Br J Ophthalmol*, 2025,109(3):362-371.
[2] Eppenberger LS, Davis A, Resnikoff S, et al. Key strategies to reduce the global burden of myopia: consensus from the international myopia summit. *Br J Ophthalmol*, 2025,109(5):535-542.
[3] Wu F, Tham YC, Sabanayagam C, et al. From evidence to action: Public health approaches to reducing screen time and mitigating myopia risk. *Asia Pac J Ophthalmol*, 2025,14(2):100177.
[4] 王宁利.《“十四五”全国眼健康规划(2021—2025 年)》解读. *中华眼科杂志*, 2023,59(8):603-605.

[5] Ni HL, Chen DY, Hu PK, et al. Effects of different orthokeratology lens designs on slowing axial length elongation in children with myopia. *Int J Ophthalmol*, 2024,17(10):1843-1849.

[6] Zhang XJ, Zaabaar E, French AN, et al. Advances in myopia control strategies for children. *Br J Ophthalmol*, 2025,109(2):165-176.

[7] Yang XW, Wen L, Xiao KM, et al. Therapeutic efficacy of orthokeratology lenses with different back optic zone diameters in myopia control: a systematic review and meta-analysis. *Contact Lens Anterior Eye*, 2025,48(4):102400.

[8] Jakobsen TM, Høeg KB, Møller F. Myopia control with orthokeratology lenses. A 3-year follow-up study including a cross-over design: Clinical study Of Near-sightedness; TReatment with Orthokeratology Lenses 2 (CONTROL2 study). *Acta Ophthalmol*, 2025, 103(2):186-195.

[9] Wolffsohn JS, Whayeb Y, Logan NS, et al. IMI—global trends in myopia management attitudes and strategies in clinical practice—2022 update. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2023,64(6):6.

[10] Jonas JB, Ang M, Cho P, et al. IMI prevention of myopia and its progression. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2021,62(5):6.

[11] Sankaridurg P, Berntsen DA, Bullimore MA, et al. IMI 2023 digest. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2023,64(6):7.

[12] Zarei-Ghanavati S, Nikpayam M, Namdari M, et al. Agreement between a spectral-domain ocular coherence tomography biometer with a swept-source ocular coherence tomography biometer and an optical low-coherence reflectometry biometer in eyes with cataract. *J Curr Ophthalmol*, 2023,35(2):153-158.

[13] Xiang KD, Chen J, Zhao WC, et al. Changes of corneal biomechanics in children using orthokeratology and their roles in predicting axial length progression—a prospective 2-year study. *Acta Ophthalmol*, 2023,101(7):755-765.

[14] Watanabe K. Accuracy of predicted refraction using two swept-source optical coherence biometers and an intraoperative aberrometer. *J Cataract Refract Surg*, 2025,51(6):461-467.

[15] Li Y, Zou ZL, Xu SY, et al. Evaluation of a new all-in-one optical biometer and comparison with a validated swept-source OCT biometer. *J Refract Surg*, 2023,39(12):825-830.

[16] Mattern AI, Neller K, Devenijn M, et al. A comparison of optical biometers used in children for myopia control. *Klin Monbl Augenheilkd*, 2023,240(11):1306-1313.

[17] Yu JJ, Zhao GL, Lei CS, et al. Repeatability and reproducibility of a new fully automatic measurement optical low coherence reflectometry biometer and agreement with swept-source optical coherence tomography-based biometer. *Br J Ophthalmol*, 2024,108(5):673-678.

[18] Chen Z, Zhou JQ, Qu XM, et al. Effects of orthokeratology on axial length growth in myopic anisometropes. *Contact Lens Anterior Eye*, 2018,41(3):263-266.

[19] Cheng SM, Zhang JS, Shao X, et al. Repeatability of a new swept-source optical coherence tomographer and agreement with other three optical biometers. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2022, 260(7):2271-2281.

[20] Kong Q, Guo J, Zhou J, et al. Factors Determining Effective Orthokeratology Treatment for Controlling Juvenile Myopia Progression. *Iran J Public Health*, 2017,46(9):1217-1222.

[21] Shetty N, Kaweri L, Koshy A, et al. Repeatability of biometry measured by three devices and its impact on predicted intraocular lens power. *J Cataract Refract Surg*, 2021,47(5):585-592.

[22] Guo YH, Guo LL, Yang WQ, et al. Age-related analysis of corneal biomechanical parameters in healthy Chinese individuals. *Sci Rep*, 2024,14:21713.

[23] 赵玉阳,魏昊东,穆继宏. 学龄期儿童角膜形态 Pentacam 眼前节分析仪测量分析. *国际眼科杂志*, 2024,24(8):1213-1217.

[24] Zhou Q, Gao TY, Fan SJ, et al. Intraocular pressure, age, and central corneal thickness in a healthy Chinese children population: the Handan offspring myopia study. *Ophthalmic Epidemiol*, 2022,29(5):499-506.

[25] Tang T, Li XW, Chen ST, et al. Long-term follow-up of changes in ocular biometric parameters in orthokeratology lens wearers with relatively large-scale axial length reduction. *Eye Vis*, 2023,10(1):6.

[26] Arriola-Villalobos P, Almendral-Gómez J, Garzón 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*, 2017,31(3):437-442.

[27] Hoffer KJ, Hoffmann PC, Savini G. Comparison of a new optical biometer using swept-source optical coherence tomography and a biometer using optical low-coherence reflectometry. *J Cataract Refract Surg*, 2016,42(8):1165-1172.

[28] Huang JH, Savini G, Li J, et al. Evaluation of a new optical biometry device for measurements of ocular components and its comparison with IOL Master. *Br J Ophthalmol*, 2014,98(9):1277-1281.

[29] Zhu MJ, Du LL, Chen J, et al. Photopic pupil size change in myopic orthokeratology and its influence on axial length elongation. *Int J Ophthalmol*, 2022,15(8):1322-1330.

[30] Gu ZM, Yang RY, Wang CY, et al. Impact of back optic zone diameter (BOZD) in orthokeratology on axial length elongation: a meta-analysis and systematic review. *Contact Lens Anterior Eye*, 2025,48(1):102316.