

CASIA2 与 PentacamHR 测量角膜厚度和前房深度的对比研究

刘帅帅, 丁蕾, 赵莉莉, 程梦雅, 殷西亮

引用: 刘帅帅, 丁蕾, 赵莉莉, 等. CASIA2 与 PentacamHR 测量角膜厚度和前房深度的对比研究. 国际眼科杂志 2022; 22(11): 1922-1926

作者单位: (230031) 中国安徽省合肥市, 安徽医科大学附属合肥爱尔眼科医院

作者简介: 刘帅帅, 男, 毕业于温州医科大学, 硕士, 副主任医师, 研究方向: 白内障、屈光不正。

通讯作者: 刘帅帅. lssmq@163.com

收稿日期: 2022-02-23 修回日期: 2022-10-14

摘要

目的: 比较新型眼前节相干光层析成像仪 CASIA2 和 PentacamHR 两种设备测量角膜顶点厚度、角膜最薄点角膜厚度、角膜最薄点位置和前房深度的差异性、相关性和一致性。

方法: 前瞻性研究。选择 2021-03/04 在安徽医科大学附属合肥爱尔眼科医院就诊拟行屈光手术的近视患者 40 例 80 眼, 分别使用 CASIA2 和 PentacamHR 测量角膜顶点厚度、最薄点角膜厚度、最薄点位置和前房深度。采用配对 t 检验比较各参数的差异性, 采用 Pearson 相关系数和 Bland-Altman 95% 一致性界限法衡量两种仪器检查结果的相关性和一致性。

结果: 与 PentacamHR 相比, CASIA2 测量的角膜顶点厚度及角膜最薄点厚度偏小 (均 $P < 0.001$), 但一致性界限窄 ($-26.6 \sim 11.6$, $-29.53 \sim 13.51 \mu\text{m}$)。CASIA2 和 PentacamHR 测量的前房深度结果无差异 ($t = 1.634$, $P = 0.106$), 两种仪器测量最薄点位置分布结果显示一致性较好 (右眼: $Z = 0.000$, $P > 0.999$; 左眼: $Z = 0.149$, $P = 0.882$), 角膜最薄点位置的 X 轴位移和 Y 轴位移, 最薄点相对于角膜顶点的距离结果均无差异 ($P > 0.05$)。

结论: CASIA2 与 PentacamHR 测量的角膜顶点厚度、角膜最薄点厚度、角膜最薄点位置和前房深度具有较好的一致性。但在临床工作中, 应考虑到两种仪器各参数间的微小差异, 不建议直接替换使用, 同时 CASIA2 极高的扫描速度使其在临床应用上较 PentacamHR 具有较大的优势。

关键词: CASIA2; PentacamHR; 一致性; 角膜厚度; 前房深度

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2022.11.32

Comparative study of CASIA2 and PentacamHR measuring corneal thickness and anterior chamber depth

Shuai-Shuai Liu, Lei Ding, Li-Li Zhao, Meng-Ya Cheng, Xi-Liang Yin

Hefei Aier Eye Hospital, Anhui Medical University, Hefei 230031,

Anhui Province, China

Correspondence to: Shuai-Shuai Liu. Hefei Aier Eye Hospital, Anhui Medical University, Hefei 230031, Anhui Province, China. lssmq@163.com

Received: 2022-02-23 Accepted: 2022-10-14

Abstract

• **AIM:** To compare the difference, correlation and consistency of the new anterior segment coherence tomography CASIA2 and PentacamHR in measuring apex corneal thickness, thinnest corneal thickness, corneal thinnest point position and anterior chamber depth.

• **METHODS:** A prospective study. A total of 40 myopic patients (80 eyes) who received refractive surgery were enrolled from the March 2021 to April 2021 in Hefei Aier Eye Hospital. CASIA2 and PentacamHR were used respectively to measure apex corneal thickness, thinnest corneal thickness, position of thinnest corneal point and depth of anterior chamber. The paired t -test was used to compare the differences of the parameters. Pearson correlation coefficient and Bland-Altman 95% consistency limit method were used to measure the correlation and consistency of the two instruments.

• **RESULTS:** The corneal apex thickness and the thinnest corneal thickness measured by CASIA2 were smaller than those measured by PentacamHR (all $P < 0.001$), but the consistency limit was narrow ($-26.6 - 11.6$, $-29.53 - 13.51 \mu\text{m}$). There was no significant difference between the results of anterior chamber depth measured by CASIA2 and PentacamHR ($t = 1.634$, $P = 0.106$). The results of the position distribution of the thinnest point measured by the two instruments showed good consistency (right eye: $Z = 0.000$, $P > 0.999$; left eye: $Z = 0.149$, $P = 0.882$), and there was no significant difference in the X-axis displacement and Y-axis displacement of the thinnest point, and the distance between the thinnest point and the corneal apex ($P > 0.05$).

• **CONCLUSION:** The apex corneal thickness, the thinnest corneal thickness, the position of the thinnest corneal point and the anterior chamber depth measured by the CASIA2 and PentacamHR are in good consistency. However, in clinical work, the slight differences between the parameters of the two instruments should be taken into consideration, and it is not recommended to replace them directly. Moreover, the extremely high scanning speed of CASIA2 makes it more advantageous than PentacamHR in clinical application.

• **KEYWORDS:** CASIA2; PentacamHR; consistency; corneal thickness; anterior chamber depth

Citation: Liu SS, Ding L, Zhao LL, *et al.* Comparative study of CASIA2 and PentacamHR measuring corneal thickness and anterior chamber depth. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2022; 22(11): 1922-1926

0 引言

角膜屈光手术前,通过分析角膜形态排除角膜扩张症对屈光手术的规划极其重要,Khoramnia 等^[1]报道术前异常的角膜形态是导致术后出现角膜扩张等严重威胁视力的并发症的最重要危险因素。角膜形态的分析包括角膜厚度、角膜曲率及前房深度等指标。既往研究已经证明新型眼前节相干光层析成像仪 CASIA2 对角膜曲率的测量具有良好的可重复性和准确性^[2],同时也有研究证明其与 Pentacam 在测量角膜前表面曲率方面具有较好的一致性,但对角膜后表面及全角膜屈光力测量结果差异性较大^[3]。CASIA2 的优势在于它是专门为前段成像而设计的。以每秒 50000 次 A 扫描的扫描速度,只需 0.016s 即可捕获一张横断面图像,极短的扫描时间可以减少非自愿眼球运动或者患者紧张等因素造成的运动伪影的影响。同时因为使用了 1310nm 的红外光源,可以最大限度地减少测量光对瞳孔的影响^[4]。但是目前评估该设备与 PentacamHR 在角膜厚度和前房深度的一致性研究极少^[5],且既往研究未对角膜最薄点位置及厚度进行对比分析^[5]。因此本研究拟比较 CASIA2 与 PentacamHR 在角膜厚度及前房深度参数测量方面的差异性、相关性和一致性,希望为临床应用提供参考和客观依据。

1 对象和方法

1.1 对象 前瞻性研究。选择 2021-03/04 在安徽医科大学附属合肥爱尔眼科医院就诊拟行屈光手术的近视患者 40 例 80 眼。纳入标准:(1)年龄>18 周岁;(2)可以配合 CASIA2 和 PentacamHR 检查;(3)近视患者。排除标准:眼表疾病、角膜疾病、青光眼、眼外伤、角膜屈光手术后、内眼手术后等患者。本研究符合《赫尔辛基宣言》,并经合肥爱尔眼科医院伦理委员会评审通过(No.202102),所有患者均签署知情同意书。

1.2 方法 测量前软性角膜接触镜和硬性角膜接触镜停戴 1mo,所有纳入对象先进行常规眼科检查,包括裸眼视力(uncorrected visual acuity, UCVA)、最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)、裂隙灯显微镜、检眼镜、验光、眼轴长度(IOL Master 700)检查。再分别使用 PentacamHR 和 CASIA2 测量角膜顶点厚度(apex corneal thickness, ACT)、角膜最薄点厚度(minimum corneal thickness, MinCT)及最薄点相对于角膜顶点的坐标(X, Y),前房深度[anterior chamber depth, ACD(Edo)]、同时计算得到最薄点相对于角膜顶点的距离 $d = \sqrt{X^2 + Y^2}$,本研究对前房深度的定义是指中央角膜内皮层到晶状体前表面的垂直深度。为避免外来光源干扰图像,检查均在暗室、自然瞳孔状态下完成。每种仪器检查均由同一位技师完成。

统计学分析:采用 SPSS 22 和 Graphpad Prism 8 进行数据分析和做图。计量资料用均数±标准差进行描述。组间比较采用配对 *t* 检验,采用 Pearson 相关系数和

Bland-Altman 分析法评价不同设备测量值的相关性和一致性,以一致性界限范围内两种仪器检测结果最大差异是否存在临床意义为一致性的判定标准,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 纳入研究对象的一般资料 本研究纳入近视患者 40 例 80 眼,其中男 14 例,女 26 例,年龄 19~37(平均 27.04±5.31)岁。平均 UCVA(LogMAR) 1.48±0.24,平均 BCVA(LogMAR) -0.01±0.05,平均等效球镜度数 -7.70±2.66D,非接触式测量平均眼压 16.56±2.58mmHg,平均眼轴长度 26.80±1.25mm。

2.2 两种设备各参数检查结果比较 两种设备各参数检查结果见表 1。ACT 和 MinCT 比较差异均有统计学意义($P < 0.001$),角膜厚度最薄点位置的 X 轴位移和 Y 轴位移,最薄点相对于角膜顶点的距离(d)及 ACD(Edo)结果比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。CASIA2 和 PentacamHR 测量角膜最薄点分布均以颞下方分布为主,见图 1,表 2。

2.3 两种设备各参数检查结果的相关性和一致性分析 CASIA2 和 PentacamHR 两种仪器测量 ACT、MinCT、X 轴位移、Y 轴位移、最薄点相对于角膜顶点的距离(d)、ACD(Edo)的相关性结果见图 2,表 3。CASIA2 和 PentacamHR 两种仪器测量 ACT、MinCT、X 轴位移、Y 轴位移、最薄点相对于角膜顶点的距离(d)、ACD(Edo) Bland-Altman 分析显示:95% LoA 一致性界限范围内点分别有 96.3%(77/80)、95%(76/80)、92.5%(74/80)、97.5%(78/80)、96.3%(77/80)、93.8%(75/80),见图 3。

3 讨论

PentacamHR 是基于 Scheimpflug 原理设计,由旋转 Scheimpflug 相机获得眼前节的三维图像,从 0°到 180°旋转拍摄 50 张眼前节层析图像,每张图像可获得 500 个真实的高度点,最终每个层面获得 25000 个高度点。PentacamHR 测量的角膜厚度是由高度数据计算得到的,不仅可以显示中央角膜的厚度,还可以很清晰地显示周边角膜和角膜最薄点及顶点的厚度。作为临床上常用的眼前节分析系统,已经被研究证实,其对于中央角膜厚度的测量结果与仍然为角膜厚度测量金标准^[6]的 A 超测量结果有很好的 consistency。同时许多研究已经证实 Pentacam 测量前房深度和角膜厚度参数具有较好的准确性^[7-8]。

而新型扫频源眼前节相干光层析成像仪 CASIA2 是 CASIA SS-1000 的进一步改进产品,这两种设备的主要区别之一是测量深度的范围不同。CASIA2 测量的组织最大深度为 13.0mm,是 CASIA SS-1000 的 2 倍^[4],获取角膜地形图时以 0.016s 捕获单个截面图的扫描速度扫描 16 张图像,并对结果进行三维分析,总扫描时长为 0.3s^[9],缩短的扫描时间可以减少由不自主眼球运动引起的运动伪影的影响,使患者更容易配合检查。

测量角膜厚度,特别是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

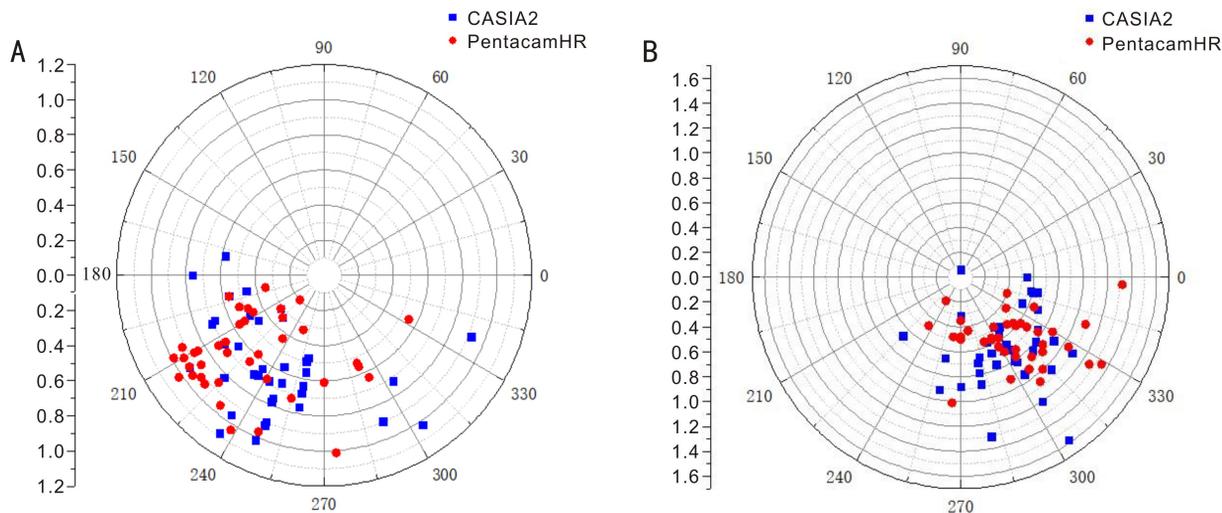


图1 角膜最薄点分布图 A:右眼;B:左眼。

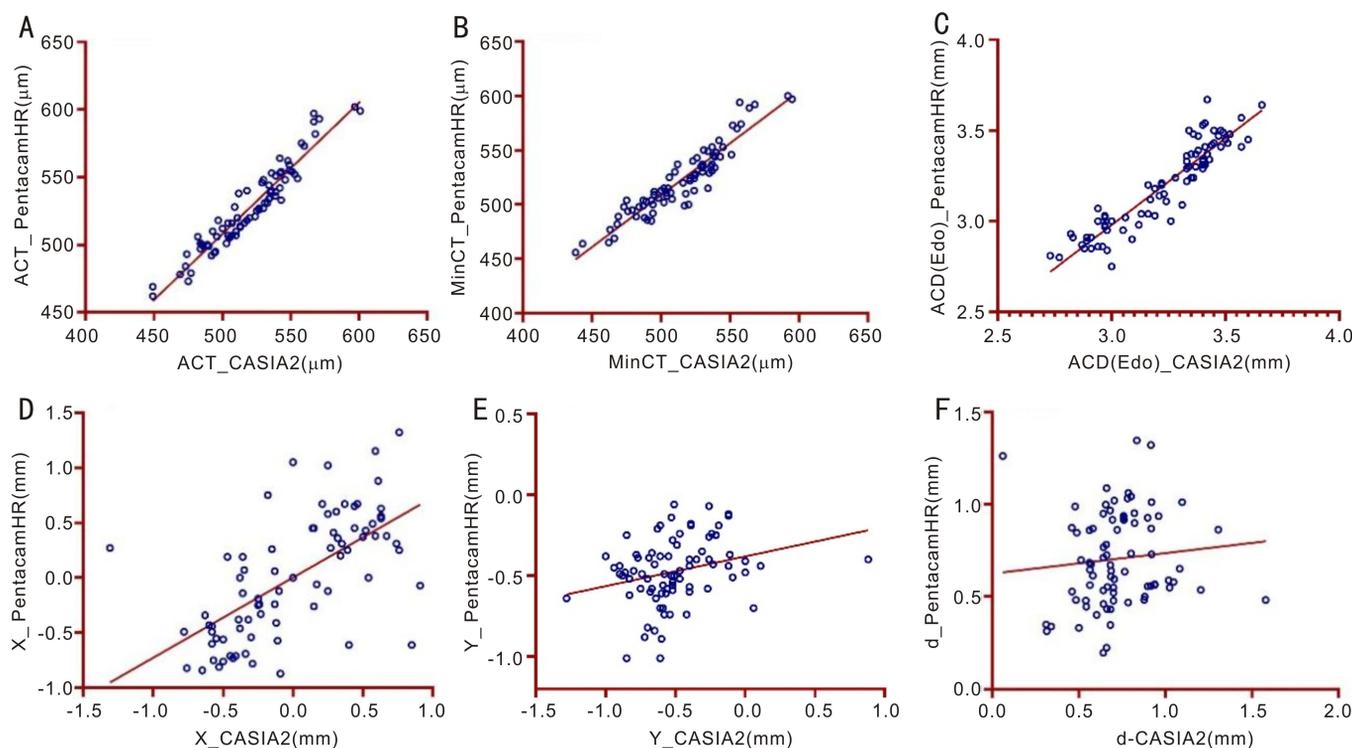


图2 两种设备测量角膜厚度及前房深度结果的相关性 A:角膜顶点厚度;B:角膜最薄点厚度;C:前房深度;D:角膜最薄点 X 轴位移结果;E:角膜最薄点 Y 轴位移结果;F:角膜最薄点相对于角膜顶点的距离。

表1 CASIA2 和 PentacamHR 测量角膜厚度及前房深度结果

设备	眼数	ACT (μm)	MinCT (μm)	X (mm)	Y (mm)	d (mm)	ACD (Edo) (mm)
CASIA2	80	520.5 \pm 30.4	515.1 \pm 30.9	0.009 \pm 0.481	-0.506 \pm 0.307	0.726 \pm 0.225	3.442 \pm 1.294
PentacamHR	80	527.8 \pm 30.8	523.1 \pm 31.4	0.009 \pm 0.547	-0.474 \pm 0.205	0.706 \pm 0.253	3.200 \pm 0.239
<i>t</i>		-7.258	-6.527	0.003	-0.905	0.561	1.634
<i>P</i>		<0.001	<0.001	0.998	0.368	0.577	0.106

表2 CASIA2 和 PentacamHR 测量角膜最薄点分布情况

设备	眼数	右眼				左眼			
		0°~90°	90°~180°	180°~270°	270°~360°	0°~90°	90°~180°	180°~270°	270°~360°
CASIA2	80	0	2(5)	34(85)	4(10)	1(2.5)	0	5(12.5)	34(85)
PentacamHR	80	0	0	35(87.5)	5(12.5)	0	0	6(15)	34(85)
<i>Z</i>				0.000				0.149	
<i>P</i>				>0.999				0.882	

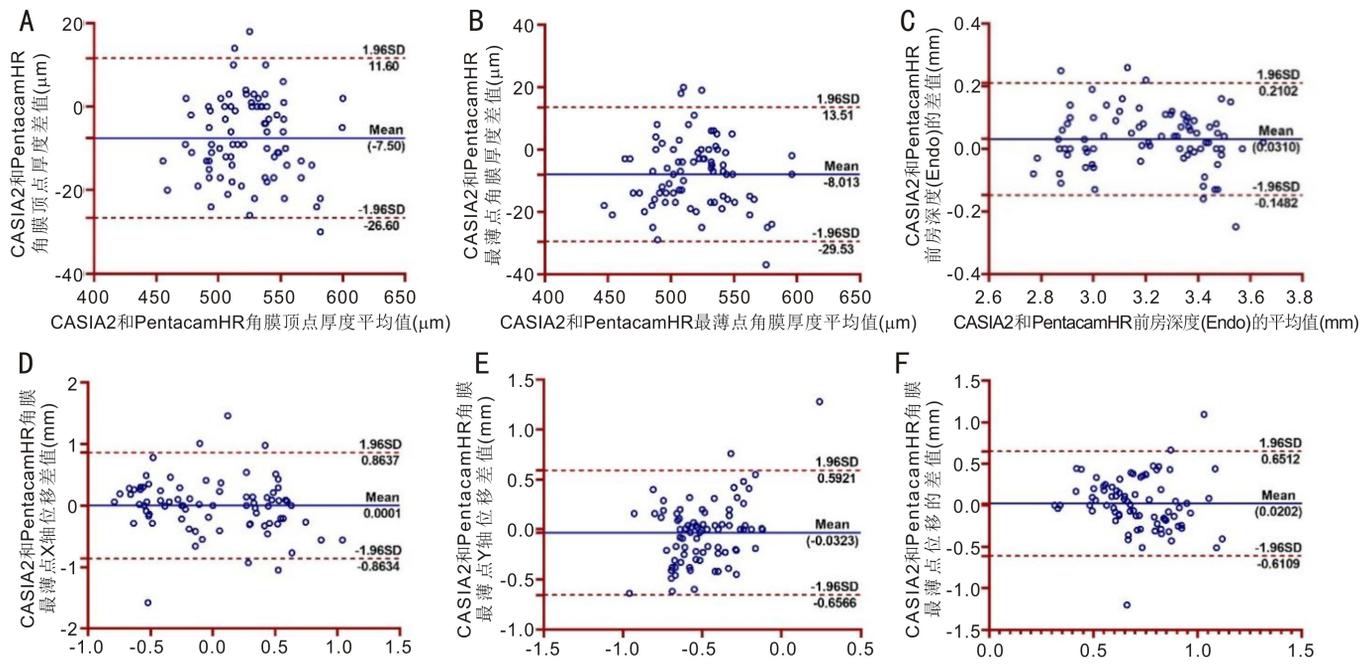


图3 两种设备测量各参数检查结果的一致性分析 A:角膜顶点厚度;B:角膜最薄点厚度;C:前房深度;D:角膜最薄点 X 轴位移结果;E:角膜最薄点 Y 轴位移结果;F:角膜最薄点相对于角膜顶点的距离。

表3 CASIA2 和 PentacamHR 测量各参数检查结果相关性

指标	差值	$\bar{x} \pm s$	
		<i>r</i>	<i>P</i>
ACT(μm)	-7.3000±8.996	0.957	<0.001
MinCT(μm)	-8.0130±10.979	0.938	<0.001
X(mm)	0.0001±0.441	0.639	<0.001
Y(mm)	-0.3225±0.319	0.275	0.014
d(mm)	0.0202±0.322	0.099	0.384
ACD(Edo)(mm)	0.2428±1.329	0.925	<0.001

要的指标之一,在确保角膜屈光手术安全性方面至关重要,同时有研究发现,低度近视和高度近视组的角膜厚度没有统计学意义^[10],因此本研究未对不同屈光度患者进行分组。既往 Fukuda 等^[4] 研究结果显示, CASIA2 和 CASIA SS-1000 在中央角膜厚度和前房深度测量结果上无统计学差异,同时 Krysik 等^[11] 研究的结果显示,由 Pentacam 测量得到的平均中央角膜厚度显著高于 CASIA SS-1000 测量得到结果,因此提示 Pentacam 系统测量得到的中央角膜厚度可能较 CASIA2 偏大,而 Li 等^[5] 研究结果显示 CASIA2 测量中央和周边角膜厚度均较 PentacamHR 稍偏大,本研究结果显示 CASIA2 在测量 ACT 和 MinCT 的结果均较 PentacamHR 偏小,结果差异具有统计学意义,但两种仪器在 ACT 和 MinCT 测量大小结果上具有良好的相关性, Bland-Altman 分析显示双眼一致性范围较窄,因此对于两种仪器角膜厚度的测量,本研究认为一致性较好,但仍存在微小的差异,考虑与 PentacamHR 是基于 Scheimpflug 设计原理,提高测量景深的同时不可避免的产生透视畸变有关,虽然仪器在对图像处理时进行了矫正,但仍无法完全避免畸变现象的存在,而 CASIA2 是基于光干涉原理,具有无损伤、可层析、高分辨、多信息的特征,图像的波长信息与深度信息是经过傅立叶变换获得的,不需

要进行轴向深度方向的机械扫描,因此能够快速地获得高质量的图像^[12]。

而对于角膜最薄点位置的测量方面,两种仪器测量角膜最薄点的分布均显示,双眼最薄点分布大部分位于颞下象限,双眼角膜最薄点的位置趋向于垂直轴对称,与既往角膜最薄点的研究结果相同^[13],且从分布图上可以看出两种仪器的最薄点分布基本一致。对最薄点 X 轴位移、Y 轴位移和最薄点相对角膜顶点的距离结果分析可以得到,两种仪器在 X 轴上的位移具有较好的相关性,而 Y 轴位移相关性较低,同时最薄点相对角膜顶点的距离结果无相关性,但 Bland-Altman 分析结果显示 X 轴位移、Y 轴位移和最薄点相对角膜顶点的距离结果分别有 92.5% (74/80)、97.5% (78/80)、96.3% (77/80) 位于 95% 一致性界限范围内,差值范围分别为 -0.8634~0.8637, -0.6566~0.5921, -0.6109~0.6512mm,此差异临床上可以接受,提示结果具有良好的一致性,且配对 *t* 检验结果显示差异均无统计学意义。因此本研究认为,对于最薄点的位置测量的一致性方面,两种仪器一致性较好,但因仍存在一定的差异,在临床上应用时可相互参考,但不可替换使用。

另外既往研究认为 SS-OCT 测量眼前节各参数具有较高的重复性^[14],且优于 Pentacam 系统^[15],可能与 PentacamHR 运用 475nm 可见光原理,测量过程中会因为角膜存在瘢痕或者混浊发生散射,而 CASIA2 采用 1310nm 红外光源,能更好的穿透不透明组织有关,从而提高眼前节参数测量精确度,因此 CASIA2 在理论上对于角膜疾病或角膜手术病史患者的测量方面更具有优势。

准确地前房深度测量对有晶状体眼人工晶状体植入手术非常重要。本研究中 PentacamHR 测量的平均前房深度为 3.200±0.239mm,与张金金等^[16] 报道的结果相似,后者在高度近视受试者中报告的平均前房深度值为 3.26±0.26mm,本研究中 CASIA2 测量的平均前房深度为 3.442±

1.294mm, Pentacam HR 测量前房深度结果虽然较 CASIA2 略偏小,但两种仪器前房深度(Edo)测量结果差异无统计学意义($t=1.634, P=0.106$),且具有良好的相关性($r=0.925, P<0.001$), Bland-Altman 分析显示 95% LoA 范围窄,因此可以认为在前房深度的测量结果上两种仪器具有良好的 consistency。结果差异考虑与样本量及两种仪器设计原理不同有关。

综上所述,新型扫频源眼前节相干光层析成像仪 CASIA2 与 PentacamHR 测量的角膜顶点厚度、角膜最薄点厚度、角膜最薄点位置和前房深度结果具有较好的一致性。但在临床工作中,应考虑到两种仪器各参数间的微小差异,不建议直接替换使用,同时 CASIA2 极高的扫描速度使其在临床应用上较 PentacamHR 系统具有更大的优势。

参考文献

- 1 Khoramnia R, Rabsilber TM, Auffarth GU. Central and peripheral pachymetry measurements according to age using the Pentacam rotating Scheimpflug camera. *J Cataract Refract Surg* 2007;33(5):830-836
- 2 周桂梅,谭青青,廖莹,等.眼前段光学相干断层扫描仪 CASIA2 测量白内障患者角膜曲率和散光的重复性和再现性. *眼科新进展* 2021;41(5):466-469
- 3 高奕晨,蒋元丰,林松,等.新型眼前节相干光层析成像仪与 Scheimpflug 眼前节分析仪测量年龄相关性白内障患者角膜屈光力及散光的比较. *中华眼科杂志* 2021;57(1):48-55
- 4 Fukuda S, Ueno Y, Fujita A, et al. Comparison of anterior segment and lens biometric measurements in patients with cataract. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2020;258(1):137-146
- 5 Li XP, Zhou YJ, Young CA, et al. Comparison of a new anterior segment optical coherence tomography and Oculus Pentacam for measurement of anterior chamber depth and corneal thickness. *Ann Transl Med* 2020;8(14):857
- 6 Iskander NG, Anderson Penno E, Peters NT, et al. Accuracy of

- Orbscan pachymetry measurements and DHG ultrasound pachymetry in primary laser *in situ* keratomileusis and LASIK enhancement procedures. *J Cataract Refract Surg* 2001;27(5):681-685
- 7 张青蔚,翟长斌,马东丽,等. Pentacam 与 VX120 测量角膜厚度和前房深度的一致性. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2019;21(7):488-492
- 8 翁朝龙,易允娣,尹欣,等. Pentacam 与 AS-OCT 测量眼前节生物参数的比较. *国际眼科杂志* 2019;19(2):293-297
- 9 Shoji T, Kato N, Ishikawa S, et al. *In vivo* crystalline lens measurements with novel swept-source optical coherent tomography: an investigation on variability of measurement. *BMJ Open Ophthalmol* 2017;1(1):e000058
- 10 Wu WJ, Dou R, Wang Y. Comparison of corneal biomechanics between low and high myopic eyes—a Meta-analysis. *Am J Ophthalmol* 2019;207:419-425
- 11 Krysik K, Dobrowolski D, Stanienda-Sokół K, et al. Scheimpflug camera and swept-source optical coherence tomography in pachymetry evaluation of diabetic patients. *J Ophthalmol* 2019;2019:4532657
- 12 周双双,谭钢,邵毅.扫频光学相干断层扫描在眼科的应用进展. *眼科新进展* 2017;37(8):788-792
- 13 段宇辉,米生健,李仲信,等. Sirius、Oculus、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
- 14 Dembski M, Nowińska A, Ulfik-Dembska K, et al. Swept source optical coherence tomography analysis of a selected eye's anterior segment parameters in patients with pseudoexfoliation syndrome. *J Clin Med* 2022;11(1):268
- 15 Li Y, Gokul A, McGhee C, et al. Repeatability and agreement of biometric measurements using spectral domain anterior segment optical coherence tomography and Scheimpflug tomography in keratoconus. *PLoS One* 2021;16(5):e0248659
- 16 张金金,蔡博,马丽梅,等. CASIA2 与 Pentacam 测量高度近视前房深度、角膜厚度和瞳孔直径的对比研究. *宁夏医学杂志* 2021;43(12):1109-1111