

doi: 10.3978/j.issn.1000-4432.2021.12.13

View this article at: <https://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1000-4432.2021.12.13>

## Corvis ST角膜生物力学分析仪测量近视眼角膜厚度

黎长金, 李雪, 陆强

(佛山市第二人民医院视光一科, 广东 佛山 528000)

**[摘要]** 目的: 比较角膜生物力学分析仪(Corvis ST)、A型超声测厚仪(A超)、Lenstar LS 900(Lenstar)在测量近视眼角膜厚度的差异, 为屈光术前筛查提供参考。方法: 纳入2020年3至12月佛山市第二人民医院收治的屈光术前近视患者244例(244只右眼), 并按中央角膜厚度(central corneal thickness, CCT)将患者分为3组: 薄角膜组( $CCT \leq 520 \mu\text{m}$ )、正常角膜组( $520 \mu\text{m} < CCT \leq 570 \mu\text{m}$ )、厚角膜组( $CCT > 570 \mu\text{m}$ ), 分别采用Corvis ST、A超、Lenstar三种仪器测量3组患者的中央角膜厚度, 并纳入对比指标。结果: Corvis ST与A超、Lenstar在薄角膜组、正常角膜组、厚角膜组的测量值对比差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$ ); 在相关性方面, Corvis ST与A超、Lenstar在薄角膜组、正常角膜组、厚角膜组呈正相关( $r = 0.841, P < 0.001$  vs  $r = 0.832, P < 0.001$ ;  $r = 0.866, P < 0.001$  vs  $r = 0.918, P < 0.001$ ;  $r = 0.497, P < 0.001$  vs  $r = 0.801, P < 0.001$ ); 在一致性方面, Corvis ST与A超、Lenstar在薄角膜组、正常角膜组、厚角膜组上一致性系数ICC及95%置信区间分别为0.602(0.091, 0.857), 0.758(0.221, 0.901)、0.741(0.207, 0.890), 0.845(0.396, 0.938)、0.417(0.005, 0.679), 0.667(0.172, 0.851), 95%一致性区间范围分别是(-2.2~24.2  $\mu\text{m}$ , -6.7~19.5  $\mu\text{m}$ ; -8.4~24.6  $\mu\text{m}$ , -6.8~19.4  $\mu\text{m}$ ; -8.7~23.8  $\mu\text{m}$ , -7.0~18.3  $\mu\text{m}$ )。结论: 通过对3组数据统计分析得出, Corvis ST与A超、Lenstar的测量值相比, 差异均有统计学意义, 且Corvis ST的测量值均高于后两种仪器; Corvis ST与后两者均有着较高的相关性, 且在正常角膜厚度测量上相关性最高; 在一致性方面, 从ICC点估计及95%置信区间数值分析, 一致性较差; 从Bland-Altman角度分析, Corvis ST与后两者的绝对值最大差值超过10  $\mu\text{m}$ , 一致性较差, 但在与Lenstar的绝对值最大差值均在20  $\mu\text{m}$ 内。因此, 在测量精度要求较高的屈光手术筛查方面, Corvis ST与A超、Lenstar之间不能相互替代, 而对于大规模临床筛查, 其角膜厚度测量值对眼压的影响有一定的临床参考意义。

**[关键词]** 角膜生物力学分析仪; A型超声测厚仪; Lenstar LS 900; 中央角膜厚度

## Measurement of corneal thickness in myopia with Corvis ST corneal biomechanical analyzer

LI Changjin, LI Xue, LU Qiang

(First Department of Optometry, Foshan Second People's Hospital, Foshan Guangdong 528000, China)

**Abstract Objective:** To compare the differences of corneal thickness measured by corneal biomechanical analyzer

收稿日期 (Date of reception): 2021-09-02

通信作者 (Corresponding author): 黎长金, Email: fsey\_changjin@126.com

(Corvis ST), A-mode ultrasonic thickness meter (A-ultrasound) and Lenstar LS 900 (Lenstar) in myopia, so as to provide reference for preoperative screening of refractive surgery. **Methods:** A total of 244 patients (244 right eyes) with myopia before refractive surgery in Foshan Second People's Hospital from March to December 2020 were included in the study, and the patients were divided into three groups according to the central corneal thickness (CCT): the thin cornea group ( $CCT \leq 520 \mu\text{m}$ ), the normal cornea group ( $520 \mu\text{m} < CCT \leq 570 \mu\text{m}$ ), and the thick cornea group ( $CCT > 570 \mu\text{m}$ ). The central corneal thickness (CCT) of the three groups was measured by Corvis ST, A-type ultrasonic thickness gauge and Lenstar LS 900, respectively, and included in the comparison index. **Results:** The measured values of Corvis ST, A-ultrasound and Lenstar in the thin cornea group, the normal cornea group and the thick cornea group were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). Corvis ST was positively correlated with A-ultrasound and Lenstar in the thin cornea group, the normal cornea group and the thick cornea group ( $r=0.841, P < 0.001$  vs  $r=0.832, P < 0.001$ ;  $r=0.866, P < 0.001$  vs  $r=0.918, P < 0.001$ ;  $r=0.497, P < 0.001$  vs  $r=0.801, P < 0.001$ ). In terms of consistency, the consistency coefficients ICC of Corvis ST, A-ultrasound and Lenstar in the thin cornea group, the normal cornea group and the thick cornea group were 0.602 (0.091, 0.857), 0.758 (0.221, 0.901); 0.741 (0.207, 0.890), 0.845 (0.396, 0.938); 0.417 (0.005, 0.679), 0.667 (0.172, 0.851), and the range of 95% consistency interval were  $-2.2-24.2 \mu\text{m}$ ,  $-6.7-19.5 \mu\text{m}$ ;  $-8.4-24.6 \mu\text{m}$ ,  $-6.8-19.4 \mu\text{m}$ ;  $-8.7-23.8 \mu\text{m}$ ,  $-7.0-18.3 \mu\text{m}$ . **Conclusion:** Through the statistical analysis of the data from the three groups, it is concluded that the measured values of Corvis ST are statistically significant compared with those of A-ultrasound and Lenstar, and the measured values of Corvis ST are higher than those of the latter two instruments. Corvis ST has a high correlation with the latter two, and the correlation is the highest in the measurement of normal corneal thickness. In terms of consistency, from the ICC point estimation and 95% confidence interval numerical analysis, the consistency was poor. From the perspective of Bland Altman, the maximum absolute value difference between Corvis ST and Lenstar was more than  $10 \mu\text{m}$ , indicating poor consistency, but the maximum absolute value difference between Corvis ST and Lenstar was within  $20 \mu\text{m}$ . Therefore, in refractive surgery screening with high measurement accuracy, Corvis ST, A-ultrasound and Lenstar cannot replace each other. However, in large-scale clinical screening, the measured value of corneal thickness has a certain clinical reference significance on the impact of intraocular pressure.

**Keywords** Corvis Scheimpflug technology; A-type ultrasonic thickness gauge; Lenstar LS 900; central corneal thickness

近年来, 近视患病率在快速攀升, 已发展成公共卫生问题<sup>[1]</sup>。越来越多的近视患者选择角膜屈光手术治疗近视, 但术后导致的角膜并发症逐渐受到人们的重视, 因此术前对角膜的检查成为规避各类术后角膜疾病风险的重要手段。其中, 人眼的中央角膜厚度(central corneal thickness, CCT)是最重要角膜生物力学参数中之一, CCT的准确测量为屈光术前眼疾病的诊断、手术方案的设计以及术后的预测、并发症的预防提供了重要依据。Corvis ST是一种新型的角膜生物力学分析仪, 它使用喷气的方式使角膜形变, 以每秒4 300帧以上的速度捕获角膜水平子午线(8 mm直径)的形变图像, 在30 ms的喷气过程中共摄取140张图像<sup>[2-3]</sup>, 记录角膜的形变全过程及动态反应, 最终包括中央角膜厚度、眼压等角膜生物力学参数指标。本文旨在将Corvis ST与A

型超声测厚仪、Lenstar LS 900三种仪器测量的中央角膜厚度作对比, 研究Corvis ST与后两者仪器的差异性、相关性与一致性, 探讨其在屈光术前检查的临床应用意义及价值。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

随机抽取佛山市第二人民医院2020年3至12月间屈光术前近视患者244例, 并以右眼(244眼)为研究对象, 其中男71例, 女173例, 年龄18~40( $26.52 \pm 5.27$ )岁, 术前等效球镜度为 $-8.75-0.00$  ( $-4.82 \pm 1.80$ ) D。排除标准: 圆锥角膜、眼部器质性病变、视神经病变、白内障, 近1个月内无接触镜配戴史, 无眼部手术史。按照CCT将患者分为

3组<sup>[4]</sup>: 薄角膜组( $CCT \leq 520 \mu\text{m}$ , 73眼)、正常角膜组( $520 \mu\text{m} < CCT \leq 570 \mu\text{m}$ , 118眼)、厚角膜组( $CCT > 570 \mu\text{m}$ , 53眼), 分别对3组数据作对比分析。

本研究已获得佛山市第二人民医院医学伦理委员会审核批准, 同时将试验方法、可能存在的风险及应对方案告知患者, 并在患者同意下签署知情同意书。检查仪器: Corvis ST(Oculus, 德国)、A型超声角膜测厚仪(A-scan Plus, 美国)、Lenstar LS 900(Haag-Streit, 瑞士)。

## 1.2 方法

### 1.2.1 Corvis ST 角膜生物力学分析仪检查

嘱近视患者下颌部置于下颌托, 额头紧贴额头托, 嘱受检者眨眼数次后睁开双眼并注视中央红点固视目标; 将Corvis ST 检查仪测压头对准角膜顶点后进行自动识别, 均匀向角膜施加空气脉冲压力, 完成1次操作; 重复检查5次, 两次测量之间间隔2~5 min, 在5次获取的CCT中取图像质量最好的一次并将CCT纳入本研究。

### 1.2.2 Lenstar LS 900 检查

近视患者采用坐位, 下颌放置于仪器的下颌托上, 额头固定; 嘱近视患者注视前方闪烁的红色固视标, 通过操作手柄来移动仪器的探头与检查者的测量距离, 同时仔细观察电脑上探头与被检测眼的距离是否合适的提示, 并根据电脑的提示进行调节、对焦; 按下测量按钮可完成1次测量, 记录中央角膜厚度值, 重复测量5次取其平均值并纳入本研究。

### 1.2.3 A 型超声测厚仪检查

用挡光布遮蔽房间四周形成暗示环境, 嘱近视患者睁大双眼, 使瞳孔处于自然状态; 近视患

者在滴4 g/L盐酸丙美卡因滴眼液表面麻醉后, 嘱受检者仰卧位, 固定注视正上方; 等待15 s后, 将A超测厚仪探头垂直置于角膜中央, 轻微接触, 每眼连续测量10次, 取最小值CCT纳入本研究。

### 1.2.4 一致性评价

以一致性界限范围内的最大绝对值范围大于10  $\mu\text{m}$ 作为超出临床可接受误差范围<sup>[5]</sup>。

## 1.3 统计学处理

采用SPSS 25.0统计学软件进行数据分析。描述性统计, 符合正态分布的数据采用均值 $\pm$ 标准差(mean $\pm$ SD), 不符合则采用中位数(四分位距)[median (IQR)]表示; 数据差异, 符合正态分布的数据采用配对t检验(paired t-test), 否则采用Wilcoxon符号秩检验(Wilcoxon Signed-Rank Test)。并且对检验的P值做多重比较Bonferroni校正; 相关性分析, 符合正态分布的数据采用Pearson法, 不符合则采用Spearman法; 采用ICC(使用双向混合效应模型, 绝对一致性)和Bland-Altman图, 设定临床可以接受的最大误差为10  $\mu\text{m}$ , 分析数据一致性。P<0.05为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 薄角膜组

#### 2.1.1 差异性

Corvis ST测量值为[518.0 (20.5)]  $\mu\text{m}$ , A超测量值为[503.0 (22.5)]  $\mu\text{m}$ , Lenstar测量值为[511.0 (19.5)]  $\mu\text{m}$ 。Corvis ST与A超、Lenstar的差异均有统计学意义(P<0.001, P<0.001; 表1)。

表1 各分组三种仪器测量CCT的差异性比较

Table 1 Comparison of difference of CCT measured by three instruments in each group

仪器对比	CCT $\leq 520 \mu\text{m}$			520 $\mu\text{m} < CCT \leq 570 \mu\text{m}$			570 $\mu\text{m} < CCT$		
	CCT 差值 ( $\mu\text{m}$ )	P	ICC (95%CI)	CCT 差值 ( $\mu\text{m}$ )	P	ICC(95%CI)	CCT 差值 ( $\mu\text{m}$ )	P	ICC (95%CI)
Corvis ST vs A超	11.00 (10.00)	<0.001	0.602 (0.091, 0.857)	7.50 (10.25)	<0.001	0.741 (0.207, 0.890)	9.00 (14.50)	<0.001	0.417 (0.005, 0.679)
Corvis ST vs Lenstar	7.00 (9.00)	<0.001	0.758 (0.221, 0.901)	6.00 (8.25)	<0.001	0.845 (0.396, 0.938)	6.00 (10.50)	<0.001	0.667 (0.172, 0.851)
Lenstar vs A超	5.00 (9.00)	<0.001	0.826 (0.530, 0.919)	1.50 (10.00)	0.033	0.871 (0.816, 0.910)	2.00 (9.00)	0.072	0.561 (0.347, 0.720)

P值, 来自于Wilcoxon符号秩检验并且经过了多重比较的Bonferroni校正。CI: 置信区间。

The P value was derived from the Wilcoxon signed rank test and was subjected to Bonferroni correction for multiple comparisons. CI: confidence interval.

### 2.1.2 相关性

Corvis ST、A超、Lenstar测量值的正态性检验分别为 $P=0.032$ 、 $P<0.001$ 、 $P=0.916$ , 3组数据不完全合正态分布, 采用Spearman分析法。Corvis ST与A超、Lenstar间呈高度正相关( $r=0.841$ ,  $P<0.001$ ;  $r=0.832$ ,  $P<0.001$ ); Lenstar与A超呈高度正相关性( $r=0.905$ ,  $P<0.001$ )。

### 2.1.3 一致性

Corvis ST与A超的ICC值及95%置信区间为0.602(0.091, 0.857), 两仪器的95%一致性区间范围是-2.2~24.2  $\mu\text{m}$ , 临床接受的误差范围是-10~10  $\mu\text{m}$ , 由于一致性区间超过临床接受误差范围, 因此一致性较差(图1)。Corvis ST与Lenstar的ICC值及95%置信区间为0.758(0.221, 0.901), 两仪器的95%一致性区间范围是-6.7~19.5  $\mu\text{m}$ , 临床接受的误差范围是-10~10  $\mu\text{m}$ , 由于一致性区间超过临床接受误差范围, 因此一致性较差(图2)。

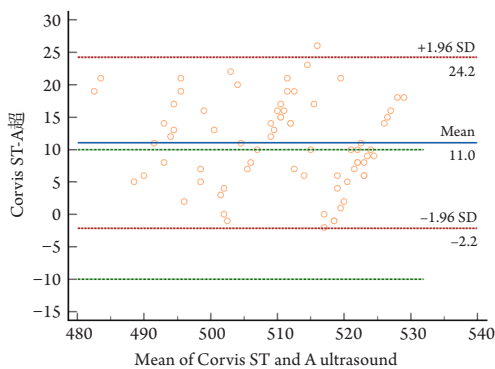


图1 薄角膜组Corvis ST与A超的Bland-Altman一致性分析

Figure 1 Bland Altman consistency analysis of Corvis ST and A ultrasound in the thin cornea group

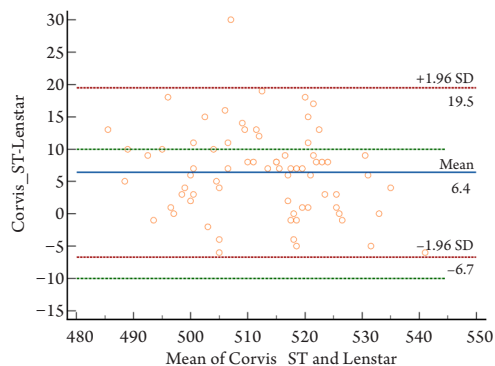


图2 薄角膜组Corvis ST与Lenstar的Bland-Altman一致性分析

Figure 2 Bland Altman consistency analysis of Corvis ST and Lenstar in the thin cornea group

## 2.2 正常角膜组

### 2.2.1 差异性

Corvis ST测量值为[555.0(23.0)]  $\mu\text{m}$ , A超测量值为[550.5(30.0)]  $\mu\text{m}$ , Lenstar测量值为[547.0(25.0)]  $\mu\text{m}$ 。Corvis ST与A超、Lenstar的差异有统计学意义( $P<0.001$ ,  $P<0.001$ ; 表1)。

### 2.2.2 相关性

Corvis ST、A超、Lenstar测量值的正态性检验分别为 $P=0.008$ 、 $P=0.050$ 、 $P=0.008$ , 3组数据不完全符合正态分布, 采用Spearman分析法。Corvis ST与A超、Lenstar间呈高度正相关( $r=0.866$ ,  $P<0.001$ ;  $r=0.918$ ,  $P<0.001$ ); Lenstar与A超呈高度正相关性( $r=0.882$ ,  $P<0.001$ )。

### 2.2.3 一致性

Corvis ST与A超的ICC值及95%置信区间为0.741(0.207, 0.890), 两仪器的95%一致性区间范围是-8.4~24.6  $\mu\text{m}$ , 临床接受的误差范围是-10~10  $\mu\text{m}$ , 由于一致性区间超过临床接受误差范围, 因此一致性较差(图3)。Corvis ST与Lenstar的ICC值及95%置信区间为0.845(0.396, 0.938), 两仪器的95%一致性区间范围是-6.8~19.4  $\mu\text{m}$ , 临床接受的误差范围是-10~10  $\mu\text{m}$ , 由于一致性区间超过临床接受误差范围, 因此一致性较差(图4)。

## 2.3 厚角膜组

### 2.3.1 差异性

Corvis ST测量值为[591.0(16.0)]  $\mu\text{m}$ , A超测量值为[584.0(7.0)]  $\mu\text{m}$ , Lenstar测量值为[584.0(10.0)]  $\mu\text{m}$ 。Corvis ST与A超、Lenstar的差异有统计学意义( $P<0.001$ ,  $P<0.001$ ; 表1)。

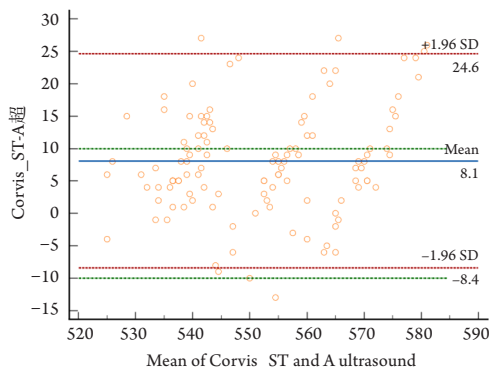


图3 正常角膜组Corvis ST与A超的Bland-Altman一致性分析

Figure 3 Bland Altman consistency analysis of Corvis ST and A ultrasound in the normal cornea group

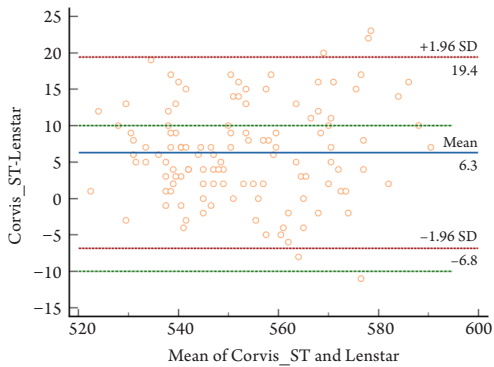


图4 正常角膜组Corvis ST与Lenstar的Bland-Altman一致性分析

Figure 4 Bland Altman consistency analysis of Corvis ST and Lenstar in the normal cornea group

### 2.3.2 相关性

Corvis ST、A超、Lenstar测量值的正态性检验分别为 $P=0.051$ 、 $P<0.001$ 、 $P=0.006$ ，3组数据不完全符合正态分布，采用Spearman分析法。Corvis ST与A超呈中度正相关( $r=0.497$ ， $P<0.001$ )、与Lenstar呈高度正相关( $r=0.801$ ， $P<0.001$ )；Lenstar与A超呈高度正相关性( $r=0.687$ ， $P<0.001$ )。

### 2.3.3 一致性

Corvis ST与A超的ICC值及95%置信区间为0.417(0.005, 0.679)，两仪器的95%一致性区间范围是 $-8.7\sim 23.8\ \mu\text{m}$ ，临床接受的误差范围是 $-10\sim 10\ \mu\text{m}$ ，由于一致性区间超过临床接受误差范围，因此一致性较差(图5)。Corvis ST与Lenstar的ICC值及95%置信区间为0.667(0.172, 0.851)，两仪器的95%一致性区间范围是 $-7.0\sim 18.3\ \mu\text{m}$ ，临床接受的误差范围是 $-10\sim 10\ \mu\text{m}$ ，由于一致性区间超过临床接受误差范围，因此一致性较差(图6)。

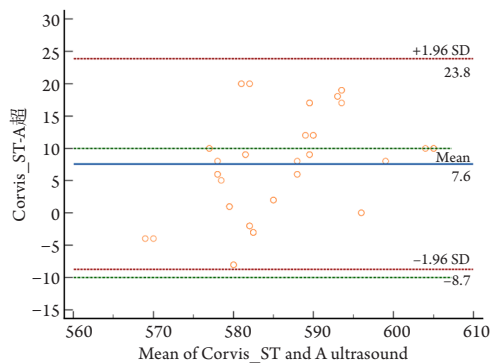


图5 厚角膜组 Corvis ST与A超的Bland-Altman一致性分析

Figure 5 Bland Altman consistency analysis of Corvis ST and A ultrasound in the thick cornea group

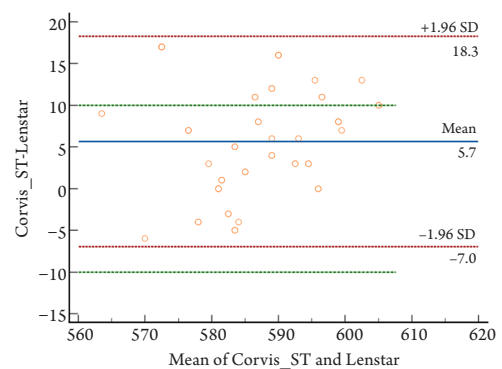


图6 厚角膜组Corvis ST与Lenstar的Bland-Altman一致性分析

Figure 6 Bland Altman consistency analysis of Corvis ST and Lenstar in the thick cornea group

## 3 讨论

在角膜屈光手术研究领域，角膜厚度是一个重要的监测指标<sup>[6-7]</sup>，也是屈光手术设计方案及矫正屈光度数的必要参数<sup>[8]</sup>，因此角膜厚度测量成为术前检查必要步骤。目前对角膜厚度测量的仪器繁多，包括角膜接触式的A型角膜测厚仪、非接触式的Lenstar LS 900测厚仪以及最新引进的Corvis ST超高速Scheimpflug动态成像仪，但在角膜厚度测量上也存在差异。临床研究更倾向于寻找简易便捷、精准度较高且无创的角膜厚度测量方法。Hon等<sup>[9]</sup>、祖培培等<sup>[10]</sup>的研究表明：Corvis ST的检测值具有较高的可重复性。本研究主要通过将Corvis ST与A超、Lenstar两种仪器在角膜厚度测量上的对比，探究Corvis ST与后两者的差异性、相关性与一致性，研究其使用特点，为屈光术前检查提供新的参考。

在角膜厚度测量上，传统的A型超声角膜测厚仪被公认为测量的“金标准”，其原理是通过测量超声波穿过角膜所需时间来计算角膜厚度，优点在于其测量的精准度高、可重复性好，在Iskander等<sup>[11]</sup>的研究中已经被证实。但其无法进行对角膜厚度进行多点测量，同时，由于需要接触角膜，一定程度上增加了角膜感染的概率。其次，测量值也会受到操作者与受检者的影响<sup>[12]</sup>。随着越来越多无创方法的出现，超声测厚仪逐渐被取代。Lenstar LS 900是一种非接触式光学仪

器<sup>[13]</sup>, 以光学低相干反射为原理使其理论上具有较好的精确性和分辨率<sup>[14]</sup>。同时Tappeiner等<sup>[15]</sup>、黄磊等<sup>[16]</sup>的研究也表明Lenstar具有检测时间短、重复性高的特点, 因此本文与该仪器作对比有临床意义。

本研究结果显示: 在薄角膜组、正常角膜组以及厚角膜组的测量中, Corvis ST对CCT的测量值均高于A超与Lenstar, 并且在薄角膜组、正常角膜组、厚角膜组的差异性分析中, Corvis ST与A超、Lenstar的测量值差异均有统计学意义。由于Corvis ST是基于光学原理进行测量的仪器, 对角膜的透明程度具有一定敏感性, 无法透过角膜云翳或角膜白斑等物质进行测量, 也因此产生了测量误差, 而A型超声角膜测厚仪通过测量超声波穿过角膜所需的时间来计算角膜厚度, 并不受限于角膜透明度的影响; 且A超测厚仪在测量时还存在超声探头对角膜的压平作用以及操作者手法差异等问题, 这两种原因都有可能致A超测厚仪测量值低于Corvis ST。Lenstar LS900生物测量仪基于光学低相干反射原理, 使用光学同调技术, 以830 nm的SLED激光为光源, 经角膜前、后表面反射形成反射波峰, 以此计算CCT值; Corvis ST采用气冲印压技术引起角膜压陷形变, 同时运用Scheimpflug高速相机, 动态记录并分析直观展现角膜受空气脉冲而受压改变形态及形态还原的全过程, 经系统软件分析后计算得到CCT, 所以两者的测量原理完全不同。同时Corvis ST重点在动态过程的监测, 记录下角膜形变的动态全过程, 以获得反映角膜生物力学特性的相关形变参数, 此动态过程可能导致对CCT的测量产生一定的误差, 而Lenstar LS900在角膜静态下进行CCT的测量。因此上述两者的差异可能是导致Corvis ST的测量值高于Lenstar LS900的原因。

本研究相关性分析结果显示: Corvis ST与A超与Lenstar的CCT值在厚角膜组上最低( $r=0.497$ ,  $r=0.801$ ), 其次是薄角膜组( $r=0.841$ ,  $r=0.832$ ), 最高为正常角膜组( $r=0.866$ ,  $r=0.918$ ); 一致性分析结果显示: Corvis ST与A超在3组分类中, ICC值及95%置信区间分别是0.602(0.091, 0.857)、0.741(0.207, 0.890)、0.417(0.005, 0.679), 两仪器的95%一致性区间范围分别是 $[-2.2\sim 24.2\ \mu\text{m}]$ 、 $[-8.4\sim 24.6\ \mu\text{m}]$ 、

$[-8.7\sim 23.8\ \mu\text{m}]$ , 其误差值超过临床可接受范围 $-10\sim 10\ \mu\text{m}$ , 两者一致性较差; Corvis ST与Lenstar分别在3组分类中, ICC值及95%置信区间分别是0.758(0.221, 0.901)、0.845(0.396, 0.938)、0.667(0.172, 0.851), 两仪器的95%一致性区间范围分别是 $[-6.7\sim 19.5\ \mu\text{m}]$ 、 $[-6.8\sim 19.4\ \mu\text{m}]$ 、 $[-7.0\sim 18.3\ \mu\text{m}]$ , 其误差值超过临床可接受范围 $-10\sim 10\ \mu\text{m}$ , 两者一致性较差。本研究结果与肖信等<sup>[17]</sup>的结论相同, 其研究表明Corvis ST与A超测厚仪在CCT的差异有统计学意义, 并且Corvis ST均值高于A超 $4.5\ \mu\text{m}$ , 在临床测量是不可替代; 同时两种仪器的一致性较差。李跃祖等<sup>[18]</sup>的研究也与本文也有类似的结论, 其研究表明Corvis ST对CCT的测量值显著大于A超测厚仪, 并且Corvis ST与A超测厚仪的一致性差。Yu等<sup>[19]</sup>的研究表明Corvis ST与A超测厚仪是不可替代的, 本研究结论也与其一致。然而在Smedowski等<sup>[20]</sup>的研究表明: Corvis ST对CCT的测量结果小于A超测厚仪的 $13\ \mu\text{m}$ 。在朱小敏等<sup>[21]</sup>的研究中, Corvis ST测量的CCT值为 $(550.20\pm 35.96)\ \mu\text{m}$ , 略低于A超测厚仪测量的 $(550.50\pm 35.80)\ \mu\text{m}$ , 两种仪器CCT差异无统计学意义。

综上所述, Corvis ST的CCT值总体高于A超测厚仪与Lenstar LS 900, 且在按CCT分类后的部分分段统计方面, Corvis ST与后两者仪器的差异有统计学意义, 因此在对CCT精度要求较高的屈光术前检查, Corvis ST与后两者仪器不可相互替代; 在一致性方面, Corvis ST与后两者的一致性较差, 但Corvis ST与Lenstar LS 900的最大绝对值差值均在 $20\ \mu\text{m}$ 范围内<sup>[22]</sup>, 因此Corvis ST测量的CCT对大规模初筛有一定的临床参考意义。

## 开放获取声明

本文适用于知识共享许可协议(Creative Commons), 允许第三方用户按照署名(BY)-非商业性使用(NC)-禁止演绎(ND)(CC BY-NC-ND)的方式共享, 即允许第三方对本刊发表的文章进行复制、发行、展览、表演、放映、广播或通过信息网络向公众传播, 但在这些过程中必须保留作者署名、仅限于非商业性目的、不得进行演绎创作。详情

请访问: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>。

## 参考文献

1. Wong YL, Saw SM. Epidemiology of pathologic myopia in asia and worldwide[J]. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*, 2016, 5(6): 394-402.
2. Ambrosio JRR, Ramos I, Luz A, et al. Dynamic ultra-high-speed Scheimpflug imaging for assessing corneal biomechanical properties[J]. *Rev Bras Oftalmol*, 2013, 72(2): 99-102.
3. Lee H, Kang DSY, Ha BJ, et al. Biomechanical properties of the cornea using a dynamic scheimpflug analyzer in healthy eyes[J]. *Yonsei Med J*, 2018, 59(9): 1115-1122.
4. Christensen A, Narváez J, Zimmerman G. Comparison of central corneal thickness measurements by ultrasound pachymetry, Konan noncontact optical pachymetry, and orbscan pachymetry[J]. *Cornea*, 2008, 27(8): 862-865.
5. Hon Y, Wan K, Chen GZ, et al. Diurnal variation of corneal tangent modulus in normal Chinese[J]. *Cornea*, 2016, 35(12): 1600-1604.
6. Hamed-Azzam S, Briscoe D, Tomkins O, et al. Evaluation of intraocular pressure according to corneal thickness before and after excimer laser corneal ablation for myopia[J]. *Int Ophthalmol*, 2013, 33(4): 349-354.
7. Viswanathan D, Goldberg I, Graham SL. Relationship of change in central corneal thickness to visual field progression in eyes with glaucoma[J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2013, 251(6): 1593-1599.
8. Christensen A, Narváez J, Zimmerman G. Comparison of central corneal thickness measurements by ultrasound pachymetry, konan noncontact optical pachymetry, and orbscan pachymetry[J]. *Cornea*, 2008, 27(8): 862-865.
9. Hon Y, Lam AK. Corneal deformation measurement using Scheimpflug noncontact tonometry[J]. *Optom Vis Sci*, 2013, 90(1): e1-e8.
10. 祖培培, 王雁, 左彤, 等. 角膜生物力学眼压分析仪 Corvis ST 测量值的重复性与一致性研究[J]. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2013, 15(5): 261-265.  
ZU Peipei, WANG Yan, ZUO Tong, et al. Study on repeatability and consistency of Corvis ST measured by corneal biomechanical intraocular pressure analyzer[J]. *Chinese Journal of Optometry Ophthalmology and Visual Science*, 2013, 15(5): 261-265.
11. 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]. *J Cataract Refract Surg*, 2001, 27(5): 681-685.
12. 张日平, 孙丽霞, 王贤, 等. 三种仪器测量中央角膜厚度的对比研究[J]. *眼视光学杂志*, 2009, 11(5): 364-367.  
ZHANG Riping, SUN Lixia, WANG Xian, et al. A comparative study of three instruments for measuring central corneal thickness[J]. *Chinese Journal of Optometry & Ophthalmology*, 2009, 11(5): 364-367.
13. Bjeloš Rončević M, Bušić M, Cima I, et al. Intraobserver and interobserver repeatability of ocular components measurement in cataract eyes using a new optical low coherence reflectometer[J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2011, 249(1): 83-87.
14. 沈政伟, 薛林平, 莫婷, 等. Lenstar LS900的临床应用进展[J]. *国际眼科杂志*, 2012, 12(11): 2123-2125.  
SHEN Zhengwei, XUE Linping, MO Ting, et al. Clinical application progress of Lenstar LS900[J]. *International Eye Science*, 2012, 12(11): 2123-2125.
15. Tappeiner C, Rohrer K, Frueh BE, et al. Clinical comparison of biometry using the non-contact optical low coherence reflectometer (Lenstar LS 900) and contact ultrasound biometer (Tomey AL-3000) in cataract eyes[J]. *Br J Ophthalmol*, 2010, 94(5): 666-667.
16. 黄磊, 段宝萍, 胡琦. 角膜厚度的非接触式测量及进展研究[J]. *临床眼科杂志*, 2010, 18(4): 380-383.  
HUANG Lei, DUAN Baoping, HU Qi. Non contact measurement of corneal thickness and research progress[J]. *Journal Of Clinical Ophthalmology*, 2010, 18(4): 380-383.
17. 肖信, 刘伟民, 黄建忠, 等. 角膜生物力学分析仪测量近视患者中央角膜厚度和眼压的准确性评价[J]. *中华实验眼科杂志*, 2016, 34(4): 340-344.  
XIAO Xin, LIU Weimin, HUANG Jianzhong, et al. Accuracy evaluation of corneal biomechanical analyzer in measuring central corneal thickness and intraocular pressure in patients with myopia[J]. *Chinese Journal of Experimental Ophthalmology*, 2016, 34(4): 340-344.
18. 李跃祖, 李俊, 张洁莹, 等. Corvis ST和Pentacam联合诊断系统测量角膜厚度及眼压的临床观察[J]. *临床眼科杂志*, 2020, 28(4): 341-346.  
LI Yuezu, LI Jun, ZHANG Jieying, et al. Clinical observation of corneal thickness and intraocular pressure measured by Corvis ST and Pentacam combined diagnostic system[J]. *Journal of Clinical Ophthalmology*, 2020, 28(4): 341-346.
19. Yu A, Zhao W, Savini G, et al. Evaluation of central corneal thickness using corneal dynamic scheimpflug analyzer Corvis ST and comparison with Pentacam rotating scheimpflug system and

- ultrasound pachymetry in normal eyes[J]. J Ophthalmol, 2015, 2015: 767012.
20. Smedowski A, Weglarz B, Tarnawska D, et al. Comparison of three intraocular pressure measurement methods including biomechanical properties of the cornea[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2014, 55(2): 666-673.
21. 朱小敏, 张勇, 谢琳. Corvis ST在青光眼中测量中央角膜厚度和眼内压的临床研究[J]. 重庆医学, 2020, 49(21): 3556-3560.
- ZHU Xiaomin, ZHANG Yong, XIE Lin. Clinical study of Corvis ST in measuring central corneal thickness and intraocular pressure in glaucoma[J]. Chongqing Medicine, 2020, 49(21): 3556-3560.
22. Niimi J, Tan B, Chang J, et al. Diurnal pattern of tear osmolarity and its relationship to corneal thickness and deswelling[J]. Cornea, 2013, 32(10): 1305-1310.

**本文引用:** 黎长金, 李雪, 陆强. Corvis ST角膜生物力学分析仪测量近视眼角膜厚度[J]. 眼科学报, 2022, 37(2): 117-124. doi: 10.3978/j.issn.1000-4432.2021.12.13

**Cite this article as:** LI Changjin, LI Xue, LU Qiang. Measurement of corneal thickness in myopia with Corvis ST corneal biomechanical analyzer[J]. Yan Ke Xue Bao, 2022, 37(2): 117-124. doi: 10.3978/j.issn.1000-4432.2021.12.13