

三种光学测量仪器与 A 超对近视眼中央角膜厚度测量的对比研究

彭 铎¹, 王勤美², 陈世豪²

作者单位:¹(215002) 中国江苏省苏州市立医院眼科;
²(325027) 中国浙江省温州市, 温州医科大学附属温州眼视光医院

作者简介: 彭铎, 硕士, 主治医师, 研究方向: 白内障和屈光手术。

通讯作者: 王勤美, 主任医师, 教授, 博士研究生导师, 研究方向: 白内障和屈光手术。wqm3@mail.eye.ac.cn

收稿日期: 2013-08-28 修回日期: 2013-11-13

Comparison of central corneal thickness measured by three optical measurement devices with ultrasound pachymetry

Duo Peng¹, Qin-Mei Wang², Shi-Hao Chen²

¹Department of Ophthalmology, Suzhou Municipal Hospital, Suzhou 215002, Jiangsu Province, China; ²Affiliated Eye Hospital to Wenzhou Medical University, Wenzhou 325027, Zhejiang Province, China

Correspondence to: Qin-Mei Wang. Affiliated Eye Hospital to Wenzhou Medical University, Wenzhou 325027, Zhejiang Province, China. wqm3@mail.eye.ac.cn

Received: 2013-08-28 Accepted: 2013-11-13

Abstract

• **AIM:** To compare the difference and correlation of central corneal thickness (CCT) measured by Zeiss Visante Anterior Segment Optical Coherence Tomography (Visante OCT), Heidelberg Slit-Lamp Anterior Segment Optical Coherence Tomography (SL-OCT), Orbscan II z Computerized Topography (Orbscan II z) and A-mode ultrasound pachymetry.

• **METHODS:** Forty-three patients with myopia (86 eyes) were included. Sequential measurements of CCT was performed by the same operator with two different anterior segment OCT devices (VisanteTM, Carl Zeiss, Meditec and Heidelberg EngineeringTM), Orbscan II z Computerized Topography (Bausch and Lomb IncTM) and A-mode ultrasound pachymetry. The consistency of measurements was statistically analyzed by one-way ANOVA and LSD pair-wise comparisons. The differences were analyzed by Pearson correlation coefficients.

• **RESULTS:** The average CCT measured by Visante OCT, SL-OCT, Orbscan II z, and A-mode ultrasound pachymetry were $(521.05 \pm 29.88) \mu\text{m}$, $(533.73 \pm 31.83) \mu\text{m}$, $(534.02 \pm 32.96) \mu\text{m}$, and $(540.60 \pm 31.11) \mu\text{m}$, the 95% confidence interval were $(514.57 \sim 527.54)$, $(526.83 \sim 540.65)$, $(533.85 \sim 547.35)$, $(536.75 \sim 544.45)$. There was statistically significant difference of CCT between using of Visante OCT and SL-OCT ($P = 0.009$). There was statistically significant difference of CCT using of Visante OCT and A-mode ultrasound pachymetry ($P < 0.01$), Orbscan II z ($P = 0.008$). The Visante OCT CCT measurements was significantly less than CCT with SL-OCT ($12.69 \pm 9.32 \mu\text{m}$). Compare with A-mode ultrasound pachymetry and Orbscan II z, the Visante OCT measurements significantly underestimated central corneal thickness by a mean of $(19.55 \pm 8.64) \mu\text{m}$ and $(12.96 \pm 12.21) \mu\text{m}$. There was no significant difference of CCT between using of SL-OCT and A-mode ultrasound pachymetry ($P = 0.158$), Orbscan II z ($P = 0.954$). There was no significant difference of CCT between using of Orbscan II z and A-mode ultrasound pachymetry ($P = 0.176$). There were positive correlation among Visante OCT, SL-OCT, Orbscan II z, and A-mode ultrasound pachymetry in CCT measurement ($P < 0.01$).

• **CONCLUSION:** There are excellent correlation among Visante OCT, SL-OCT, Orbscan II z, and A-mode ultrasound pachymetry in CCT measurement. The data shows that the CCT obtained by SL-OCT and Orbscan II z do not have significant difference as compared with that from the A-mode ultrasound pachymetry. Three optical measurement devices is more likely to be accepted by patients because of its non-contact, non-invasive, and short measurement time as compared with the A-mode ultrasound pachymetry.

• **KEYWORDS:** Visante OCT; SL-OCT; Orbscan II z; A-mode ultrasound pachymetry; central corneal thickness

Citation: Peng D, Wang QM, Chen SH. Comparison of central corneal thickness measured by three optical measurement devices with ultrasound pachymetry. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2013; 13(12):2545-2548

摘要

目的:探讨眼前段光学相干断层扫描仪(Visante OCT)、裂隙灯型眼前段光学相干断层扫描仪(SL-OCT)、Orbscan II z 角膜地形图/角膜测厚系统(Orbscan II z)和 A 型超声测量仪测量近视人群中央角膜厚度(central corneal thickness, CCT)的差异及相关性,以评价三种光学测量仪器在测量中央角膜厚度的准确性,为其临床应用提供依据。

方法:对近视患者 43 例 86 眼分别用 Visante OCT、SL-OCT、Orbscan II z 和 A 型超声测量仪进行 CCT 的测量,并对四种仪器测量的 CCT 值采用单因素方差分析, LSD-t 法两两比较, Pearson 相关分析。

结果:Visante OCT、SL-OCT、Orbscan II z 和 A 型超声测量仪测量 CCT 的平均值分别为(521.05 ± 29.88) μm、(533.73 ± 31.83) μm、(534.02 ± 32.96) μm、(540.60 ± 31.11) μm, 95% 可信区间分别为(514.57 ~ 527.54)、(526.83 ~ 540.65)、(533.85 ~ 547.35)、(536.75 ~ 544.45)。Visante OCT 与 SL-OCT($P=0.009$)、A 型超声测量仪($P<0.01$)、Orbscan II z($P=0.008$)的 CCT 测量值差异均有统计学意义。Visante OCT 的 CCT 测量值分别低于 SL-OCT 的 CCT 测量值(12.69 ± 9.32) μm, 低于 A 型超声测量仪的 CCT 测量值(19.55 ± 8.64) μm, 低于 Orbscan II z 的 CCT 测量值(12.96 ± 12.21) μm。SL-OCT 与 A 型超声测量仪($P=0.158$)、Orbscan II z($P=0.954$)的 CCT 测量值差异均无统计学意义。Orbscan II z 与 A 型超声测量仪的 CCT 测量值差异无统计学意义($P=0.176$)。四种方法 CCT 测量值均呈正相关($P<0.01$)。

结论:三种光学测量仪器测量 CCT 值与 A 超测量值均有很好的相关性。Orbscan II z 和 SL-OCT 测量 CCT 值与 A 超的测量值基本一致。三种光学测量仪器与 A 超相比具有非接触性、无创性、测量时间短等特点,更易被患者接受。

关键词:眼前段光学相干断层扫描仪;裂隙灯型眼前段光学相干断层扫描仪;Orbscan II z 角膜地形图/角膜测厚系统;A 型超声测量仪;中央角膜厚度

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2013.12.57

引用:彭铎,王勤美,陈世豪.三种光学测量仪器与 A 超对近视眼中央角膜厚度测量的对比研究.国际眼科杂志 2013;13(12):2545-2548

0 引言

角膜厚度的准确测量,使准分子激光角膜屈光手术获得更精确的预测结果^[1]。同时角膜厚度还是衡量角膜屏障功能及内皮泵功能的一个重要指标。目前很多研究已证明角膜厚度的检测结果在眼压值的评估方面也有重要作用^[2]。比如一直以来被认为是眼内压测量的“金标准”的 Goldmann 压平眼压计,在一定程度上却受角膜厚度的影响。因此精确测量角膜厚度对各种角膜屈光手术、

表 1 四种仪器测量 CCT 的平均值和 95% 可信区间

仪器名称	CCT($\bar{x}\pm s, \mu\text{m}$)	95% 可信区间
Visante OCT	521.05±29.88	514.57 ~ 527.54
SL-OCT	533.73±31.83	526.83 ~ 540.65
Orbscan II z	534.02±32.96	533.85 ~ 547.35
A 型超声	540.60±31.11	536.75 ~ 544.45

青光眼及角膜疾病的临床检查和评估有着至关重要的意义。

A 型超声测量仪作为测量角膜厚度的“金标准”,其精确性及可重复性已被许多学者证实^[3]。但由于操作中应用表面麻醉药和探头与角膜的直接接触增加了感染机会,有一定的缺陷。随着各种新技术新方法应用于眼科,为角膜厚度和前房深度的测量提供了更多新的选择。Orbscan II 系统、Visante OCT 和 SL-OCT 等在测量角膜厚度时,不需要接触角膜,是一种无创性、非接触性的技术,并可以精确测出角膜的厚度,测量简便。

本研究的目的是通过对比眼前段光学相干断层扫描仪(Visante OCT)、裂隙灯型眼前段光学相干断层扫描仪(SL-OCT)、Orbscan II z 角膜地形图系统(Orbscan II z)和 A 型超声测量仪中央角膜厚度(central corneal thickness, CCT)的测量结果,并分析四者之间的相关性,为进一步的临床应用提供依据。

1 对象和方法

1.1 对象 收集温州眼视光医院进行角膜屈光手术术前的近视患者 43 例 86 眼,男 22 例 44 眼,女 21 例 42 眼;年龄 18 ~ 37(平均 23.09 ± 4.90) 岁,等效球镜度数(SE)为 -0.75 ~ -10.25(平均 -5.56 ± 2.72) D;矫正视力均 ≥ 1.0。

1.2 方法 三种光学测量仪器分别为眼前段光学相干断层扫描仪 1000 型(Visante OCT, Carl Zeiss Meditec Inc., Model 1000, Germany)、裂隙灯型眼前段光学相干断层扫描仪 SL-OCT (Heidelberg engineering, Slitlamp-OCT, Germany)、Orbscan II z 角膜地形图系统(BAUSCH&LOMB, 软件版本号:3.12 build 57 sp3, USA)。A 型超声测量角膜厚度采用 TOMEY 角膜测厚仪(TOMEY Corporation, Pachymetry SP-3000, Japan)。以上四种仪器的测量均由同一技术熟练的操作者操作,顺序依次为 Visante OCT, SL-OCT, Orbscan II z、A 超测量仪。每眼重复测量 3 次,将角膜厚度最小值的平均值纳入统计。

统计学分析:采用 SPSS 13.0 统计软件包进行数据处理。首先进正态性和方差齐性检验;对四种仪器测量的 CCT 值比较采用单因素方差分析,进一步用 LSD-t 法进行两两比较及 Pearson 相关分析。以 $P<0.05$ 作为统计学显著性差异的标准。

2 结果

四种仪器测量 CCT 值比较:Visante OCT, SL-OCT, Orbscan II z 与 A 型超声测量仪四种仪器测得的 CCT 的平均值(表 1),对其进行单因素方差分析, $F=5.668, P=0.001$ 。应用 LSD-t 法分别进一步进行各组间的两两比较(表 2), Visante OCT 与其余三种仪器测量的 CCT 值

表2 四种仪器测量 CCT 值两两比较及相关性

配对仪器	差值 (μm)		Pearson 相关	
	$\bar{x}\pm s$	P	r	P
A 型超声- Visante OCT	19.55 \pm 8.64	< 0.001	0.961	< 0.001
A 型超声- SL-OCT	6.87 \pm 8.89	0.158	0.960	< 0.001
A 型超声- Orbscan II z	6.59 \pm 10.97	0.176	0.943	< 0.001
Orbscan II z- Visante OCT	12.96 \pm 12.21	0.008	0.925	< 0.001
Orbscan II z- SL-OCT	0.28 \pm 12.57	0.954	0.929	< 0.001
SL-OCT-Visante OCT	12.69 \pm 9.32	0.009	0.956	< 0.001

差异均有统计学意义;SL-OCT 与 A 型超声测量仪和 Orbscan II z 测量值差异无统计学意义。Orbscan II z 与 A 型超声测量仪测量值差异也无统计学意义。四种仪器 CCT 测量值中 Visante OCT 的 CCT 测量值分别低于 SL-OCT 的 CCT 测量值(12.69 \pm 9.32) μm , 低于 A 型超声测量仪的 CCT 测量值(19.55 \pm 8.64) μm , 低于 Orbscan II z 的 CCT 测量值(12.96 \pm 12.21) μm 。四种仪器测量 CCT 值相关性分析:将四种仪器 CCT 测量值两两进行 Pearson 相关分析均呈正相关(表2)。

3 讨论

3.1 不同仪器的测量原理 A 型超声测量仪是利用声波在不同密度的组织反射差异原理,通过测量固定声速的超声波通过角膜及前房所需的时间得到角膜厚度值和前房深度值。它以其准确性和良好的重复性,是目前测量角膜厚度的“金标准”^[4]。但 A 型超声测量仪也存在许多缺点,如测量前需滴用表面麻醉药,可导致角膜上皮轻度水肿影响测量结果^[5]。A 型超声测量仪测量角膜厚度是以瞳孔为中心的,在连续测量过程中以及在测量周边角膜厚度上难以准确定位。而且在测量过程中超声探头完全垂直于角膜前表面也较为困难。

Orbscan 角膜地形图系统是运用裂隙光带扫描的原理对眼球前部进行生物测量,在检查过程中,高速视频相机可连续拍摄 40 张裂隙照片,每条裂隙上至少包含有 240 个信息点,在每个表面上有多达 9000 多个点的数据,并通过测量角膜前后表面高度的差异来获得角膜厚度。Orbscan II z 角膜地形图系统与 A 型超声测量仪相比,其为非接触式,无需表面麻醉,并且避免了超声探头对角膜的损伤,可一次性获得全角膜不同部位厚度值。在以往的文献报道中许多学者的研究发现 Orbscan 角膜地形图系统测量结果较 A 型超声测量仪呈现出或高或低的差异,并发现 Orbscan 角膜地形图系统测量的角膜厚度与声速系数存在一定的关系^[6,7],晚期的 Orbscan 角膜地形图系统经过调整测量后结果更加接近 A 型超声测量仪的测量结果^[7]。

光学相干断层扫描技术(optical coherence tomography, OCT)是 1990 年代初发展起来的新的眼科影像学检查方法,已在眼科临床上广泛应用于视网膜及视神经的检查。早在 1994 年 Izatt 等^[8]就将其应用于眼前节的成像,其相干光波长为 820nm,Wirbelauer 等^[9]将该波长的 OCT 整合到裂隙灯显微镜上,极大的方便了临床应用。后

来随着大量的研究 Hoerauf 等^[10]开发了相干光波长为 1310nm 的 OCT,随后出现了各种机型,Visante OCT 和 SL-OCT 是最典型的两种机型。OCT 成像原理与超声成像类似,只是以红外光波替代了声波:从固体激光光源发出的光被分光镜分成参照光和测量光,测量光进入组织内,参照光则通过一个已知空间坐标的反射镜,两者的反射光线经过光敏探测仪分析比较,可精确地获得反射光波的延迟时间,再由计算机进行处理,最后转化为图像信息。与相干光波长为 820nm 眼后段 OCT 相比,眼前段 OCT 的波长是 1310nm,其成像时间短,扫描范围更大(可达角膜周边),对眼球组织穿透能力强,能穿透部分巩膜及色素上皮层以前的虹膜组织。在使用中我们发现,瞳孔区的晶状体可以成像,但由于虹膜色素上皮层的遮挡,虹膜后的组织则无法成像。

3.2 不同仪器测量中央角膜厚度值的差异及相关性 本研究中, A 型超声测量仪测的中央角膜厚度平均值为(540.60 \pm 31.11) μm , Orbscan II z 角膜地形图系统测的中央角膜厚度平均值为(534.02 \pm 32.96) μm , Orbscan II z 与 A 型超声测量仪的中央角膜厚度测量值差异无统计学意义($P=0.176$)。这与以往的国外文献报道的结果基本一致^[7]。Wong 等^[11]用波长为 820nmOCT、A 型超声测量仪及 Orbscan II 角膜地形图系统测量了正常人 39 例(74 眼), CCT 值分别为(523 \pm 34) μm 、(555 \pm 35) μm 和(556 \pm 32) μm , OCT 的测量值小于另两种仪器的测量值。同时 Bechmann 等^[12]的研究结果显示波长为 820nmOCT 的测量值比 A 型超声测量仪的测量值小,但两者测量值之间高度相关。Wong 等^[11]的研究也证明了波长为 820nmOCT、A 型超声测量仪及 Orbscan II 角膜地形图系统相关性较好。这表明 OCT 作为一种新的角膜测量仪器有很好的临床应用前景。国内也有研究报道 OCT 角膜厚度测量值比 A 超低^[13]。Zhao 等^[14]用 Visante OCT 和 A 型超声测量仪测量 CCT 的平均值分别为(527.0 \pm 34.1) μm 和(542.3 \pm 36.7) μm , Visante OCT 的测量值比 A 型超声测量仪测量值小。Li 等^[15]的研究证明 Visante OCT 和 SL-OCT 在测量中央角膜厚度有很好的重复性,本研究的 Visante OCT 的测量值(521.05 \pm 29.88) μm 与 A 型超声测量仪测量值(540.60 \pm 31.11) μm 同以往研究结果相近。Visante OCT 的测量值低于 A 型超声测量仪的测量值(19.55 \pm 8.64) μm ,也低于 Orbscan II z 测量值(12.96 \pm 12.21) μm 。但 Visante OCT 与 A 型超声测量仪、Orbscan II z 的 CCT 测量值之间均有很好的相关性。

本研究对三种光学测量仪器与A超对近视眼的CCT的测量值进行比较分析。Visante OCT、SL-OCT、Orbscan II z与A型超声测量仪四种仪器测量的CCT值相互间的相关程度较高。其中以Visante OCT与A型超声测量仪测量的CCT值的相关性最强($r=0.961$),与SL-OCT与A型超声测量仪的相关性接近($r=0.960$)。Visante OCT的CCT测量平均值比A型超声测量仪的测量值稍低(6.87 ± 8.89) μm ,SL-OCT和Orbscan II z的CCT测量值相近。但SL-OCT与A型超声测量仪($P=0.149$)、Orbscan II z($P=0.954$)测量值差异无统计学意义。SL-OCT的CCT测量平均值比Visante OCT的测量值高(12.69 ± 9.32) μm ($P=0.009$)。这应该和两种眼前节OCT在测量CCT时的扫描模式不同有关,SL-OCT测量CCT的单线扫描模式有遗漏中央角膜厚度最小值的可能。同样A超测量CCT时也有遗漏最小值的可能。同时A型超声测量仪测量时受到表面麻醉和操作技能熟练程度的影响,也有造成测量值偏高可能性。

三种光学测量仪器CCT测量值与A超测量值均有很好的相关性。Orbscan II z和SL-OCT中央角膜厚度测量值与A超的测量值基本一致,Visante OCT的测量值略低。三种光学测量仪器与A超相比具有非接触性、无创性、测量时间短等特点,更易被患者接受,有很好的应用前景。

参考文献

- 1 王勤美,陈跃国. 屈光手术学. 北京:人民卫生出版社 2004: 35
- 2 Medeiros FA, Sample PA, Weinreb RN. Corneal thickness measurements and visual function abnormalities in ocular hypertensive patients. *Am J Ophthalmol* 2003;135(2):131-137
- 3 Marsich MW, Bullimore MA. The repeatability of corneal thickness measures. *Cornea* 2000;19(6):792-795
- 4 Solomon OD. Corneal indentation during ultrasonic pachymetry. *Cornea* 1999;18(2):214-215
- 5 Asensio I, Rahhal SM, Alonso L, et al. Corneal thickness values before and after oxybuprocaine 0.4% eye drops. *Cornea* 2003;22(6):

527-532

- 6 Chakrabarti HS, Craig JP, Brahma A, et al. Comparison of corneal thickness measurements using ultrasound and Orbscan slit-scanning topography in normal and post-LASIK eyes. *J Cataract Refract Surg* 2001;27(11):1823-1828
- 7 Gonzalez-Mejome JM, Cervino A, Yebra-Pimentel E, et al. Central and peripheral corneal thickness measurement with Orbscan II and topographical ultrasound pachymetry. *J Cataract Refract Surg* 2003;29(1):125-132
- 8 Izatt JA, Hee MR, Swanson EA, et al. Micrometer-scale resolution imaging of the anterior eye *in vivo* with optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 1994;112(12):1584-1589
- 9 Wirbelauer C, Scholz C, Haberle H, et al. Corneal optical coherence tomography before and after phototherapeutic keratectomy for recurrent epithelial erosions(2). *J Cataract Refract Surg* 2002;28(9):1629-1635
- 10 Hoerauf H, Gordes RS, Scholz C, et al. First experimental and clinical results with transscleral optical coherence tomography. *Ophthalmic Surg Lasers* 2000;31(3):218-222
- 11 Wong AC, Wong CC, Yuen NS, et al. Correlational study of central corneal thickness measurements on Hong Kong Chinese using optical coherence tomography, Orbscan and ultrasound pachymetry. *Eye* 2002;16(6):715-721
- 12 Bechmann M, Thiel MJ, Neubauer AS, et al. Central corneal thickness measurement with a retinal optical coherence tomography device versus standard ultrasonic pachymetry. *Cornea* 2001;20(1):50-54
- 13 尹鸿芝,李福生,周跃华. 不同仪器测量中央角膜厚度比较. 国际眼科杂志 2012;12(9):1769-1770
- 14 Zhao PS, Wong TY, Wong WL, et al. Comparison of central corneal thickness measurements by visante anterior segment optical coherence tomography with ultrasound pachymetry. *Am J Ophthalmol* 2007;143(6):1047-1049
- 15 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* 2008;115(5):796-801