

眼前段光学相干断层扫描仪测量前房深度与晶状体厚度的一致性和可重复性研究

刘杏 曾阳发 夏园玲 王涛 钟毅敏 肖辉

【摘要】 目的 探讨眼前段光学相干断层扫描仪 (AC-OCT) 检测前房深度 (ACD) 和晶状体厚度 (LT) 的一致性与可重复性。方法 对 30 例受试者 (30 只眼) 的中央前房和晶状体, 采用 AC-OCT 分别由测量者甲和乙, 以及测量者甲在两个不同的时间点进行水平方向扫描; 对其中的 10 例受试者 (10 只眼) 的中央前房和晶状体水平方向扫描重复 10 次。采用类内相关系数 (ICC) 和变异系数 (CV) 作为评价测量的一致性, 采用变异系数 (CV) 作为评价测量的可重复性。结果 ACD 和 LT 的平均值分别为 (3.16 ± 0.27) mm 和 (3.90 ± 0.26) mm。测量者间 ACD 和 LT 的 ICC 值分别为 0.996 ($F=499.347$, $P=0.000$) 和 0.996 ($F=539.069$, $P=0.000$); 变异系数的平均值分别为 $0.47\% \pm 0.24\%$ 和 $0.37\% \pm 0.20\%$ 。测量者内 ACD 和 LT 的 ICC 值分别为 0.999 ($F=2039.611$, $P=0.000$) 和 0.999 ($F=1654.961$, $P=0.000$); 变异系数的平均值分别为 $0.18\% \pm 0.22\%$ 和 $0.19\% \pm 0.16\%$ 。10 例受试者 (10 只眼) 的 ACD 及 LT 扫描 10 次的变异系数平均值分别为 $0.39\% \pm 0.12\%$ 和 $0.30\% \pm 0.14\%$ 。结论 AC-OCT 测量 ACD 和 LT 的一致性与可重复性较好, 是一种精确可靠的测量 ACD 与 LT 的工具。

【关键词】 眼前段光学相干断层扫描仪; 前房深度; 晶状体厚度; 青光眼

Repeatability and reproducibility of anterior chamber depth and lens thickness measurements by anterior chamber-optical coherence tomography LIU Xing, ZENG Yang-fa, XIA Yuan-ling, et al. State Key Laboratory of Ophthalmology, Zhongshan ophthalmic Center, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510060, China

【Abstract】 **Objective** To assess the repeatability and reproducibility of anterior chamber depth (ACD) and lens thickness (LT) measured by Anterior Chamber-Optical Coherence Tomographer (AC-OCT). **Methods** Thirty eyes of 30 normal subjects were enrolled. ACD and LT were measured using AC-OCT by two ophthalmologists at the same time, and the one observer repeatedly measured ACD and LT in two different times. Ten eyes selected randomly from 30 normal subjects were measured ACD and LT in ten times by one observer. Reproducibility was made with intraclass correlation coefficient (ICC) and coefficient of variation (CV), and repeatability was made with coefficient of variation. **Results** The mean of ACD and LT of 30 eyes were (3.16 ± 0.27) mm, and (3.90 ± 0.26) mm respectively. The ICC of interobservers of ACD and LT were 0.996 ($F=499.347$, $P=0.000$) and 0.996 ($F=539.069$, $P=0.000$), respectively. The mean of coefficient of variation of ACD and LT were $0.47\% \pm 0.24\%$ and $0.37\% \pm 0.20\%$, respectively. The ICC of ACD and LT in intraobservers were 0.999 ($F=2039.611$, $P=0.000$) and 0.999 ($F=1654.961$, $P=0.000$), respectively. The mean of coefficient of variation of ACD and LT were $0.18\% \pm 0.22\%$ and $0.19\% \pm 0.16\%$, respectively. The mean of coefficient of variation of ACD and LT from 10 normal subjects who be measured 10 times were $0.39\% \pm 0.12\%$ and $0.30\% \pm 0.14\%$, respectively. **Conclusions** ACD and LT are measured by AC-OCT with excellent repeatability and reproducibility. AC-OCT is a precise tool for evaluation of ACD and LT in the clinic.

【Key words】 Anterior Chamber-Optical Coherence Tomographer; Anterior chamber depth; Lens thickness; Glaucoma

基金项目: 广州市科技计划项目 (2005J1-C0101)

作者单位: 510060 广州, 眼科学国家重点实验室, 中山大学中山眼科中心

通讯作者: 刘杏, E-mail: liuxing@mail.sysu.edu.cn

原发性闭角型青光眼与眼的结构, 尤其与眼前段的解剖结构密切相关, 前房深度 (Anterior chamber depth, ACD) 与晶状体厚度 (Lens

thickness, LT) 等生物学数据对这一类疾病的临床诊治和科学研究具有重要的价值。临床中活体测量 ACD 或 LT 的技术很多,但绝大多数仪器的测量与操作者的熟练程度有很大的关系,这对测量的准确性会产生一定的影响。光学相干断层扫描技术是一种非接触性、非创伤性、高分辨率影像学检查方法,目前眼科临床中运用的光学相干断层扫描仪 (Optical Coherence Tomography, OCT) 是这一技术的最有代表性的产品。既往的研究表明,它在中央角膜厚度 (Central corneal thickness, CCT) 及视网膜神经纤维层 (Retinal nerve fiber layer, RNFL) 厚度的测量中,有很好的一致性和可重复性^[1-3]。Carl Zeiss 公司新推出的眼前段相干光断层扫描仪 (Anterior Chamber-Optical Coherence Tomographer, AC-OCT),也是采用这一技术的影像学检查工具,它可对眼前节的组织结构进行精细的生物学测量。国外的研究表明^[4]前段 OCT 在 ACD 的测量中有很好重复性。但目前尚未见该仪器用于定量测量 LT 及其可信度分析的研究。为此,我们采用 AC-OCT 对一组正常青年人的 ACD、LT 进行定量测量,对其测量的可重复性及一致性进行了评价。

对象和方法

一、研究对象

收集 2006 年 3 月至 2006 年 4 月中山大学中山眼科中心的医护人员 30 例 (30 只眼),年龄 18~33 岁,平均 (27.67 ± 3.93) 岁。其中右眼 16 只,左眼 14 只;男、女各 15 例。所有受检者均被告知检查目的,并获得受检者的同意。

正常者入选标准:①屈光度 $-3.00\text{D} \sim +1.00\text{D}$,裸眼或矫正视力 ≥ 1.0 ;② NCT 眼压测量 $< 21\text{mmHg}$ ($1\text{mmHg}=0.133\text{kPa}$);③无眼部刺激症状、外伤史、糖尿病史、眼球手术史、青光眼及眼底疾病史;④选择受检者屈光度较小的眼进行测量。

二、研究方法

1. ACD、LT 测量:采用美国 Carl Zeiss 公司生产的 ZEISS Visante™ 眼前段相干光断层扫描仪 1000 型进行眼前节生物测量。AC-OCT 的轴向分辨率为 $18\mu\text{m}$,横向分辨率为 $60\mu\text{m}$,扫描深度 6mm ,图像像素 800×600 ,扫描成像速度 0.125 秒。受检者在正常瞳孔状态下进行检查。启动检查前根据患者的屈光状态调整内部的固视目标。扫描开始时,调整患者的固视角度,使视轴与眼轴相一致;进行

ACD 扫描时,同时调整扫描线使之中点正好经过角膜中央的反光点,以监视屏的图像出现角膜反射的现象为标准 (图 1);进行 LT 扫描时,则同时使晶状体前后极的反光点连线与水平线垂直 (图 2)。ACD、LT 的扫描均采用眼前段单线扫描 (Anterior Segment Single) 程序,所有的扫描均为水平方向扫描。采用 Caliper 程序进行定量测量分析。

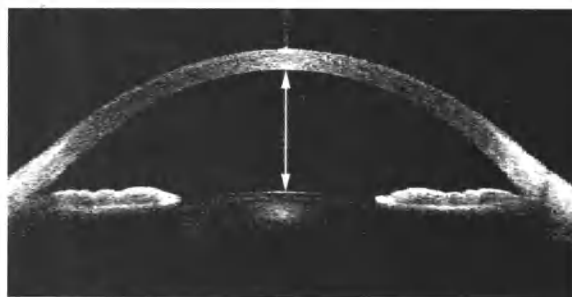


图 1 AC-OCT 前房深度扫描图像 两箭之间为前房深度

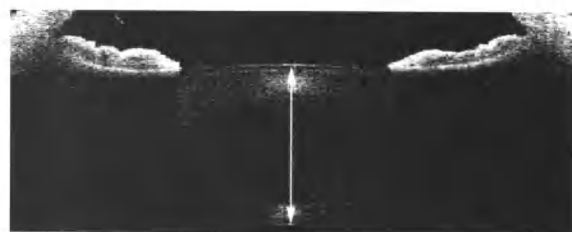


图 2 AC-OCT 扫描透明晶状体的图像 两箭之间为晶状体厚度

2. ACD、LT 一致性和可重复性测量:①测量者间的一致性:由两位测量者分别对 30 人 (30 只眼) 的 ACD 和 LT 进行水平扫描,两次扫描之间的时间间隔为 15 分钟。②测量者内的一致性:由测量者甲对 30 人 (30 只眼) 重复水平扫描 ACD 和 LT 两次,两次扫描之间的时间间隔为 15 分钟。③测量的可重复性:由测量者甲对其中 10 位受试者 (10 只眼) 的 ACD 和 LT 分别扫描 10 次。进行扫描时的外部光照环境以及仪器内部的参数设置均为一致。

3. 统计学分析方法

AC-OCT 测量的一致性分析采用变异系数 (CV) 以及信度分析中的类内相关系数 (ICC) 作为衡量指标,可重复性则采用变异系数作为衡量指标。

结 果

一、前房深度和晶体厚度

30 例 (30 只眼) 正常受试者的 ACD 的平均值为 (3.16 ± 0.27) mm,极差 (2.69, 3.63) mm, 95% 置信区间 (3.07, 3.26)。LT 的平均值为 (3.90 ± 0.26) mm,极差 (3.47, 4.43) mm, 95% 置信区间 (3.80, 4.00)。

二、测量者间一致性

ACD 值测量者间的类内相关系数 ICC 为 0.996 ($F=499.347$, $P=0.000$) (表 1), 95% 置信区间 (0.992, 0.998); 变异系数的平均值为 $(0.47 \pm 0.24)\%$, 极差 (0.00%, 1.00%), 95% 置信区间 (0.38%, 0.56%)。LT 值测量者间的类内相关系数 ICC 为 0.996 ($F=539.069$, $P=0.000$) (表 1), 95% 置信区间 (0.992, 0.998); 变异系数的平均值为 $(0.37 \pm 0.20)\%$, 极差 (0.00%, 0.74%), 95% 置信区间 (0.29%, 0.44%)。

表 1 测量者间和测量者内的一致性与变异系数

眼数	ICC 值		变异系数	
	测量者间	测量者内	测量者间	测量者内
ACD 30	0.996	0.999	0.38%	0.18%
LT 30	0.996	0.999	0.37%	0.19%

三、测量者内一致性

ACD 值测量者内的类内相关系数 ICC 为 0.999 ($F=2039.611$, $P=0.000$) (表 1), 95% 置信区间 (0.998, 1.000); 变异系数的平均值为 $(0.18 \pm 0.22)\%$, 极差 (0.00%, 0.66%), 95% 置信区间 (0.10%, 0.27%)。LT 值的类内相关系数 ICC 为 0.999 ($F=1654.961$, $P=0.000$) (表 1), 95% 置信区间 (0.997, 0.999); 变异系数的平均值为 $(0.19 \pm 0.16)\%$, 极差 (0.00%, 0.40%), 95% 置信区间 (0.13%, 0.25%)。

四、测量前房深度和晶状体厚度的可重复性

分别对 10 例受试者 (10 只眼) 的 ACD 及 LT 进行水平扫描 10 次。10 次扫描的 ACD 值变异系数的平均值为 $(0.39 \pm 0.12)\%$, 极差 (0.25%, 0.58%), 95% 置信区间 (0.30%, 0.48%)。LT 值变异系数的平均值为 $(0.30 \pm 0.14)\%$, 极差 (0.16%, 0.64%), 95% 置信区间 (0.20%, 0.40%)。

讨 论

一、AC-OCT 的成像原理

光学相干断层扫描技术是 20 世纪 90 年代初发展起来的非接触性、非创伤性、高分辨率、可在活体上动态观察的影像学检查方法。这一技术的代表产品—OCT, 已在眼科临床中广泛使用, 其工作原理已广为熟知^[5]。新推出的 AC-OCT 的成像原理与其基本相同^[6]: 从固体激光光源发出的光被分光镜分成参照光和测量光, 测量光进入眼内, 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, 可精确地获得光波回声的延迟时间, 再由计算机进行处理, 最后转化为图像信息。这两种 OCT 存在的差异是: 两者所利用的固体激光所发出的相干光的波长不同。眼后段 OCT 的相干光波长为 820nm, 而 AC-OCT 采用的是 1310nm 波长的固体激光作为相干光源。一般而言, 光波的穿透能力与它的频率正相关, 故 AC-OCT 的穿透能力比 OCT 强, 能穿透巩膜及色素上皮层以前的虹膜组织, 在使用的过程中我们发现, 除部分皮质性白内障外, 它能对绝大多数混浊的晶状体成像。

二、AC-OCT 测量前房深度和晶状体厚度

Goldsmith 等^[4]采用 CAS OCT (1310nm 波长) 测量了 20 例正常人 ACD, 其平均值为 (2.99 ± 0.32) mm。Baikoff^[6]等采用 AC-OCT 测量了 107 例正常人 ACD, 平均值为 (3.53 ± 0.35) mm。本研究测得正常人 30 只眼 ACD 的平均值为 (3.16 ± 0.27) mm, 与上述结果相比有一定的差异。我们推测可能有两个原因: Goldsmith 与本研究的样本量较小, 测得的结果并不能客观地反映他们所代表人群的正常值。其二, 前房深度和晶状体厚度受年龄的影响较大, 随着年龄增长晶状体逐渐增厚, ACD 随之变浅。由于本研究的受试者均为青年人 (均小于 33 岁), 以此来推测 ACD 的正常值可能会有一定的偏差。国外曾有学者利用 AC-OCT 观察调节状态下晶状体厚度改变的个案报告^[7], 但未见其他关于 AC-OCT 测量晶状体厚度的研究。本研究首次对正常人在非调节状态下晶状体的中央厚度进行了测量, 平均值为 (3.90 ± 0.26) mm, 小于既往研究所得的中国人的正常值^[8]。这也可能同样是与本研究的受试对象年龄偏小有关。

临床活体测量 ACD 或 LT 的方法很多, 包括超声波 (A 超、B 超和 UBM 等)、光学 (裂隙灯系统、Scheimpflug 系统和 Orbscan 系统等) 以及 IOL Master 系统等。临床中这些技术较为成熟, 使用较为广泛, 并且各自均有自身的一些特点和优点。AC-OCT 是一种新的眼前段影像学检查工具, 具有非接触性、非创伤性、高分辨率的优点。与传统的 ACD 或 LT 测量方法比较, 它能对眼前段除睫状体外几乎所有的结构进行断层扫描, 一幅扫描图像可包含整个角膜在内的眼前节横截面结构的信息, 可以较全面地评价前房、晶状体与眼前段其它结构的关系。对闭角型青光眼而言, 全面地评价眼前段各组织间相互结构的关系可能比单纯地评价 ACD、LT 以及房角等更具临床意义。此外, AC-OCT 在

测量中能根据受试对象的屈光状态调整仪器内部的固视目标,可以使测量在非调节的状态下进行,能更客观地反映眼前段自然状态下的结构,这是AC-OCT的另一个优点。

三、AC-OCT测量前房深度和晶状体厚度的一致性与重复性

光学相干断层扫描技术运用于眼科临床以来,已有学者用OCT进行CCT、黄斑厚度和RNFL厚度测量的一致性与重复性研究^[1,9,11]。Muscat^[11]等采用OCT测量CCT显示了相当好的一致性与重复性,两个测量者间与同一测量者在两个不同的时间测量CCT的类内相关系数(ICC)分别为:0.998,0.979,10次重复水平扫描CCT的可重复性系数(coefficient of repeatability)为1.76%。我们既往的研究也证明^[2,3,11],OCT测量RNFL和CCT均有较好一致性和重复性。此前有学者证实1310nm波长的AC-OCT测量ACD和前房横径具有很好的一致性^[5],但目前尚未见AC-OCT对LT测量的信度研究。本研究的结果表明AC-OCT测量ACD与LT的一致性和可重复性均较好,测量者间与测量者内的类内相关系数(ICC)均大于0.995,平均变异系数低于0.5%;在所有的受试者中,测量者内与测量者间的最大变异系数均不超过1.0%。对10只眼分别水平扫描10次的ACD值与LT值的平均变异系数均小于0.5%;在所有10只眼中,个体重复测量的最大变异系数不超过1.0%。

新推出的AC-OCT可以利用自带程序在启动检查前根据受试者的屈光状态调整仪器内部的固视目标,使之能在自然舒适的状态下进行检查,尽可能地消除因受试者的调节引起的ACD和LT改变而

带来的测量误差,这可能是AC-OCT测量的一致性和可重复性较好的另一个原因。此外,本研究所有的受试对象均为年青的医务人员,良好的合作和理解能力亦可能是本研究测量信度较好的一个因素。

参 考 文 献

- 1 Muscat S, McKay N, Parks S, et al. Repeatability and reproducibility of corneal thickness measurements by optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2002;43(6):1791-1795
- 2 刘杏, 凌运兰, 骆荣江, 等. 应用光学相干断层成像术测量正常人视网膜神经纤维层厚度. *中华眼科杂志*; 2000,36(5):362-365
- 3 刘杏, 曾阳发, 黄晶晶, 等. 相干光断层扫描仪检测正常人及青光眼患者中央角膜厚度. *中华眼科杂志*. 2006;42(3):199-203
- 4 Goldsmith JA, Li Y, Chalita MR, et al. Anterior Chamber Width Measurement by High-Speed Optical Coherence Tomography. *Ophthalmology*. 2005;112:238-244
- 5 Liu X, Ling YL, Luo RJ, et al. Optical coherence tomography in measuring retinal nerve fiber layer thickness in normal subjects and patients with open-angle glaucoma. *Chinese Medical Journal*. 2001; 114(5):524-529
- 6 Baikoff G, Rozot P, Lutun E, et al. Assessment of capsular block syndrome with anterior segment optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg.* 2004; 30:2448-2450
- 7 Baikoff G, Lutun E, Wei J, et al. Anterior chamber optical coherence tomography study of human natural accommodation in a 19-year-old albino. *J Cataract Refract Surg.* 2004; 30:696-701
- 8 周文炳, 吴中耀, 罗苔青. 265只正常眼的活体结构超声测定. *中华眼科杂志*, 1982, 18(4): 210-213
- 9 Muscat S, Parks S, Kemp E, et al. Repeatability and reproducibility of macular thickness measurements with the Humphrey OCT System. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2002; 43(2):490-495
- 10 Koozekanani D, Roberts C, Katz SE, et al. Intersession repeatability of macular thickness measurements with the Humphrey 2000 OCT. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2000;41(6):1486-1491
- 11 曾阳发, 刘杏, 黄晶晶, 等. 三种仪器测量中央角膜厚度的比较. *中山大学学报(医学科学版)*. 2006; 27:455-458
- 12 曾发阳, 刘杰, 蔡小于等. AC-OCT与OCT测量中央角膜厚度的比较. *中山大学学报(医学科学版)* 2007;28:230-233
(收稿时间: 2006-11)