

眼球生物测量在白内障手术中的应用进展

谢海南, 陈穗桦

作者单位: (210002) 中国江苏省南京市, 南方医科大学南京临床医学院 南京军区南京总医院眼科

作者简介: 谢海南, 在读硕士研究生, 研究方向: 眼外伤及玻璃体视网膜疾病。

通讯作者: 陈穗桦, 主任医师, 第二军医大学教授, 第二军医大学硕士研究生导师, 南方医科大学硕士研究生导师, 全军眼科专业委员会眼外伤、眼整形、眼眶病学组委员, 享受军队优秀人才津贴, 研究方向: 眼外伤救治及眼眶整形、神经眼科疾病及玻璃体视网膜疾病。 chensuihua2013@hotmail.com

收稿日期: 2013-10-24 修回日期: 2013-12-09

Application progress of the biological measurements of ocular in cataract surgery

Hai-Nan Xie, Sui-Hua Chen

Department of Ophthalmology, Nanjing School of Clinical Medicine, Southern Medical University, Nanjing General Hospital of Nanjing Military Command of Chinese PLA, Nanjing 210002, Jiangsu Province, China

Correspondence to: Sui-Hua Chen. Department of Ophthalmology, Nanjing School of Clinical Medicine, Southern Medical University, Nanjing General Hospital of Nanjing Military Command of Chinese PLA, Nanjing 210002, Jiangsu Province, China. chensuihua2013@hotmail.com

Received: 2013-10-24 Accepted: 2013-12-09

Abstract

• The biological measurement of eye is the application of many relevant inspection methods for structural parameters measurements. The purpose is to supply evidence for the diagnosis and treatment of the ocular diseases. Accurate biometrics has important clinical significance because the axial length measurement error caused by the deviation of intraocular lens power calculation is the main cause of postoperative refractive errors in cataract surgery. We summarized the current common clinical ocular biometry instruments in the paper.

• **KEYWORDS:** biological measurements; A - scan ultrasound; IOL-Master; Lenstar

Citation: Xie HN, Chen SH. Application progress of the biological measurements of ocular in cataract surgery. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2014;14(1):62-64

摘要

眼球生物测量是指应用各种检查手段对眼球结构的各种参数进行测量, 为眼部疾病的诊断和治疗提供参考依据。在白内障手术中, 眼轴测量误差引起的人工晶状体度数计算偏差是导致术后屈光误差的主要原因, 因此精确的生物

测量具有重要的临床意义。本文对当前临床常见眼球生物测量仪器的进展作一综述。

关键词: 生物测量; A超; IOL-Master; Lenstar

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2014.01.17

引用: 谢海南, 陈穗桦. 眼球生物测量在白内障手术中的应用进展. *国际眼科杂志* 2014;14(1):62-64

0 引言

随着白内障手术的日益完善, 患者对视觉质量要求的日益增高, 白内障手术已经从过去单纯的复明手术逐渐转变为屈光手术^[1]。选择合适度数的人工晶状体 (intraocular lens power, IOL) 获得预期屈光状态是患者视觉质量的保障。影响人工晶状体度数测量的因素主要有人工晶状体计算公式选择的准确性和眼球生物测量的精确性。眼球生物测量是指应用各种检查手段对眼球结构的各种参数进行测量, 包括眼轴长度、前房深度、角膜曲率、角膜厚度、晶状体厚度、玻璃体腔深度、眼外肌厚度和视神经直径等, 为眼部疾病的诊断和治疗提供参考依据。目前最主要的测量方法是超声生物测量和光学生物测量。研究表明眼轴长度 (axial length, AL)、角膜曲率 (corneal curvature, K) 和前房深度 (anterior chamber depth, ACD) 等术前眼球生物参数是影响 IOL 度数计算的主要因素。Olsen 等^[2] 认为白内障术后屈光误差中 54% 来源于 AL 测量, 8% 来源于角膜曲率测量, 38% 来源于 ACD 测量。Eibschitz-Tsimhoni 等^[3] 研究提示 0.1mm 的眼轴测量误差可以导致 2.25 ~ 0.35D 的术后屈光误差。因此, 精确的生物测量成为影响预测患者术后屈光准确性的重要因素。

1 眼轴长度测量

1.1 超声法 超声测量 AL 是目前公认较为准确的检测方法, 包括浸入式 A 超和接触式 A 超。浸入式 A 超测量时需要表面麻醉, 还要放置不同型号的浸润槽和适量的浸润液, 并且要防止浸润液中产生气泡等, 操作相对复杂, 目前临床上应用最多的是接触式 A 超。A 超的轴向分辨率高, 分辨率约 $\pm 0.15\text{mm}$ 。然而它的重复性和准确性受操作者经验和技术的影 响。其是利用超声波来测得眼球组织各个部分的厚度, 测量原理是将超声波从角膜顶点处垂直入射, 根据声波的时间与振幅的关系, 来探测声波的 回波情况, 声束向前传播, 遇到组织界面如角膜、晶状体前后表面以及视网膜底时, 就会在界面发生反射, 形成 4 个反射峰, 按时间排列在基线上, 波峰的高度表示回声强度, 回声愈强, 波峰愈高。由于各个组织密度不同, 超声波在其中的传播速度也不一样。Jansson 等^[4] 研究发现正常眼球中超声波的平均传播速度为 1550m/s, 在前房和玻璃体中的传播速度为 1532m/s, 在晶状体中的传播速度为 1641m/s。根据超声波在不同组织内的速度便可以计算出晶状体厚度、玻璃体长度、前房深度等。A 超测量时需选择一个平均超声速度, 但是不同的眼部情况需要选择不同的平均超声速度, 比如短眼轴和长眼轴由于眼内不同组织所占的比例不同, 所选择的平均超声速度是不同的。当眼球内的

屈光介质发生变化时,如在对硅油填充眼测量眼轴,由于硅油和玻璃体的屈光指数不同,超声波在两者中的传播速度不同,如果未对硅油中超声速度进行矫正就会出现明显的测量误差。A超是基于脉冲反射模式,因而不受屈光间质混浊的影响,对于角膜白斑、晶状体核IV级以上混浊及玻璃体积血等仍可准确测量眼轴长度,但具有一定的损伤性,不能避免探头的偏向及对角膜的压迫,压迫角膜通常造成0.10~0.30mm的测量误差^[5]。另外,A超需要将视轴与声波排成一线,对测试者能力和经验有一定要求,且在患眼有后葡萄肿的情况下,容易产生误差^[6]。

1.2 光学法 IOL-Master (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany) 是1999年Haigis等研制的一种基于部分相干干涉测量技术的光学生物测量仪。其由半导体激光发出的一束短相干长度的红外光线(波长780nm)分成两束,这两束光同时分别经过不同的光学路径入射到眼球上,当这两束光线路径距离的差值小于相干长度时,另一端的光学感受器就能测出干涉信号,这时根据干涉仪内反射镜的位置测出的距离即是角膜到视网膜的光学路径。IOL-Master可测量眼轴长度、角膜曲率、前房深度、水平角膜直径并计算人工晶状体度数,在眼轴测量模式中有晶状体眼模式、无晶状体眼模式、人工晶状体眼模式和硅油眼模式等多种选择。IOL-Master已经被证明在测量眼轴方面具有良好的重复性和精确性,分辨率达 $\pm 0.02\text{mm}$,其测量的眼轴长度是从角膜上皮层到视网膜色素上皮层的光学路径。在Lam等^[7]研究中,比较了两名测量者测量26名健康人的眼球生物参数的观察者间的一致性,结果显示眼轴的平均差异是0.0042mm,95%LoA是-0.039~0.047mm,眼轴比A超的测量结果稍短,但差异无统计学意义。

2008年由Haag-Streit公司研制的Lenstar是一种新型的基于低相干光反射测量原理设计的光学生物测量仪,可以一次完成对角膜曲率、角膜直径、中央角膜厚度、前房深度、瞳孔直径、晶状体厚度、眼轴长度、视网膜厚度、眼轴偏心距等9项结构参数的测量^[8],避免了多次定位视轴引起的误差,被认为是目前一次测量获得参数最多,测量速度最快的生物测量仪^[9]。其包括超级发光二极管、旋转玻璃立方体发出纵向扫描光线,对从角膜前表面和视网膜反射光的差异分析检测即可完成对眼轴长度的测量。旋转玻璃立方体以一定的频率和速度发出纵向扫描光线,使其经过耦合器后分为扫描光和对照光,扫描光通过眼球后,分辨出介质屈光指数相近的组织,与反射界面垂直的光束形成的干涉信号经内置的分析装置进行数据处理,分析完成对眼球结构参数的测量,所有参数的采集位置均来自视轴,每次测量不需要对视轴进行重新定位^[10]。Lenstar测量AL的原理同IOL-Master类似,即泪膜的前表面至色素上皮层之间的距离。而超声波测量角膜前表面和内界膜之间的距离。Lenstar的测量光束可以以 $<10\mu\text{m}$ 直径的光斑聚焦于视网膜,从而相比超声在分析眼球形态时拥有更高的分辨率。LenstarLS 900相对于IOL-Master,它采用的是光纤传导,无信号丢失,所以光源的强度可以明显降低,减少对患者的刺激,增加了患者的舒适度。收集散射光时可以让返回的信号不重叠,容易把每一层参数细致地区分,所以Lenstar一次操作可同时获得多项眼球结构参数。检测时患者眨眼或固视丢失都会被监测,只有符合标准的结果才会被计算机采纳分析,误差大大减小。

Lenstar测量AL具有良好的重复性,95%LoA为-0.056~+0.04mm^[11]。Schulle等^[12]分别在视中心,鼻侧、颞侧 10° ,鼻侧、颞侧 30° 测量成人的AL,发现Lenstar

测量AL的重复性良好,优于A超。Bjelos等^[13]通过2位不同检查者应用Lenstar测量22例32眼白内障患者的中央角膜厚度、晶状体厚度、前房深度、眼轴长度、视网膜厚度、角膜曲率、角膜直径、瞳孔直径8个眼球结构参数,分析观察者自身和观察者之间的重复性,认为除角膜直径测量值重复性差外,其它参数测量结果均具有良好的可重复性。Cruysberg等^[14]通过应用LenstarLS 900测量38名76眼健康志愿者眼球结构参数认为Lenstar重复性极好。

Buckhurst等^[15]分别用Lenstar与IOL-Master测量AL为 $23.25\pm 2.21\text{mm}$ 和 $23.24\pm 2.19\text{mm}$,其95%LoA为-0.04~0.06mm,与Holzer等^[16]研究结果相近,这种良好的一致性在高度近视患者中同样存在。这种相差幅度在临床上是可以接受的,两种方法在临床上可以相互替代。使用两种仪器测量的微小差异可能是由于Lenstar基于低相干反射原理测量眼轴,相对于IOL-Master穿透力更强,信噪比更高,更有效性减少A-scan模式波峰的伪像。刘斌等^[17]研究发现Lenstar和IOL-Master间眼轴和角膜曲率半径的测量一致性良好,眼轴的相关性最高。Lenstar的AL大于IOL-Master,差异有统计学意义但很小,临床上的Lenstar和IOL-Master的AL测量结果可以相互替代。Cruysberg等^[18]研究也得到了类似的结果。Bjelos Roncevic等^[19]对22例32眼白内障患者应用Lenstar与A超分别进行眼轴长度的生物测量,分析表明两种方法测量眼轴长度的一致性较好。近期的研究表明Lenstar测量AL比A超长0.292mm,但是两种仪器测量结果具有高度的相关度($r=0.979, P<0.001$)。

Lenstar和IOL-Master属非接触测量法,避免了对角膜的压迫产生的误差及上皮的损伤,但在在测量眼轴方面都存在一定的局限,对屈光介质混浊、高度散光、视网膜脱离或固视不佳的患者无法准确测量。Freeman等^[20]研究发现LOCS三分级后囊下混浊3以上的晶状体混浊将严重影响IOL-Master的测量结果。Suto等^[21]研究表明白内障会对IOL-Master的信噪比产生影响,信噪比 <2 组与信噪比 ≥ 2 组的眼轴存在差异。

2 前房深度测量

准确测量前房深度对于白内障手术起着重要的作用。Lenstar测量ACD具有良好的重复性,95%LoA为-0.22~+0.18mm^[13]。Shen等^[22]测量776例正常人的ACD发现。Lenstar测量结果比前节OCT小0.12mm,但两者高度相关($r=0.997, P<0.001$)。Zhao等^[23]报道Lenstar与Pentacam临床测量ACD中可以相互替代。Buckhurst等^[17]用Lenstar、IOL-Master和A型超声分别测量白内障患者ACD,Lenstar测得的数值为 $3.19\pm 0.93\text{mm}$,略高于后两者的测量结果,差异有统计学意义。Tappeiner等^[24]用Lenstar和A超测量ACD,虽然结果Lenstar比A超深0.05mm,但差异没有统计学意义,具有良好的相关性。Gursoy等^[25]在对565名学龄儿童散瞳后的研究中也得到Lenstar测量值较深的结果,但是差值没有临床意义。

对于IOL-Master和Lenstar测量ACD的差异可能与以下因素有关:IOL-Master只使用部分相干光测量眼轴,前房深度测量采用图像分析技术,容易受角膜形态和瞳孔形状影响,并且同一参数的多次测量或不同参数的测量都需要重新对视轴进行定位调整。Lenstar使用830nm波长的激光为光源,一次测量完成16次扫描,所有的长度测量均是依据光学低相干反射原理获得,根据角膜前后表面和晶状体前表面的反射信号波峰精确计算前房的深度。因此,Lenstar测量ACD可能具有更好的重复性和准确性。

3 角膜曲率测量

角膜作为屈光间质最重要的部分,占到全眼球屈光力的70%左右。角膜曲率检查是反映眼部屈光状态的一项重要检查项目,1.00D的角膜曲率测量误差会导致IOL度数计算时出现0.80~1.30D的误差^[26]。其主要的测量方法有角膜曲率计、IOL-Master, Lenstar, Orbscan、角膜地形仪、Placido盘等。角膜曲率计基于光学反射的原理,测量角膜前表面中央半径3mm直径区域内2条互相垂直经线的曲率半径值,并按修正后的角膜生理屈光指数1.3375计算角膜曲率值。IOL-Master与角膜曲率计在测量角膜曲率的原理上是相同的,其利用角膜中央6个反光点之间的距离来计算K值。Lenstar通过仪器的照相机记录投射在角膜前表面2个同心圆32个光点的反射,测量获得环形的表面曲率半径数据,可以排除偏移所造成的误差。对于固视不佳的患者,2个同心圆分析点也能保证测量的稳定性。Lenstar连续3次测量曲率的变异系数为(0.3±0.3)% ,精确度为0.05±0.05mm,重复性非常高^[17]。ElChehab等^[27]报道Lenstar和角膜曲率计(TONOREF II, Nidek公司)的Km值没有显著差异($P=-0.0327$)。沈政伟等^[28]发现Lenstar测量的K1值比角膜曲率计测量的K1值小0.187D, K2值和Km值分别比角膜曲率计测量的K2值、Km值大0.237D和0.075D,但差异均无统计学意义。黄锦海等^[29]研究结果显示Lenstar和IOL-Master在AL、K1和Km测量时差异无统计学意义, K2和ACD差异有统计学意义,但是两种仪器测量上述参数结果均具有高度相关性。Holzer等^[16]比较Lenstar和IOL-Master测量100个正常人200眼的角膜曲率,两者的K1分别为42.41D和42.45D, K2分别为43.33D和43.37D,差异没有统计学意义,并且具有高度的相关性($r>0.99, P<0.01$)。Rohrer等^[10]的研究也有相似结果,两者测量曲率半径相差0.01mm,相关系数大于0.9。

4 结语

随着检查方法的不断更新,白内障术前准确、可靠的生物参数为患者术后的视觉质量提供了重要保障。A超和IOL-Master相对Lensta是成熟的检查方法,后者还需通过大量的临床实践来验证其有效性和准确性。临床上应该根据患者的具体条件选择合适的检查方法,以使患者达到最佳的屈光状态。

参考文献

- 1 周璐,黄振平.波前像差与角膜地形图联合分析非球面人工晶状体对术眼视觉质量的影响.医学研究生学报 2013;26(2):151-155
- 2 Olsen T. Sources Of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg* 1992;18(2):125-129
- 3 Mehdizadeh M. Effect of axial length and keratometry measurement error on intraocular lens implant power prediction formulas in pediatric patients. *J AAPOS* 2008;12(4):425-426
- 4 Jansson F, Kock E. Determination of the velocity of ultrasound in the human lens and vitreous. *Acta Ophthalmol* 1962;40(1):420-433
- 5 Neely DE, Plager DA, Borger SM, et al. Accuracy of intraocular lens calculations in infants and children undergoing cataract surgery. *J AAPOS* 2005;9(2):160-165
- 6 Ben-Zion I, Neely DE, Plager DA, et al. Accuracy of IOL calculations in children; A comparison of immersion versus contact A-scan biometry. *J AAPOS* 2008;12(5):440-444
- 7 Lam AK, Chan R, Pang PC. The repeatability and accuracy of axial length and anterior chamber depth measurements from the IOL Master. *Ophthalmic Physiol Opt* 2001;21(6):477-483
- 8 O'Donnell C, Hartwig A, Radhakrishnan H. Correlations between refractive error and Biometric parameters in human eyes using the Lenstar 900. *British Contact Lens Association* 2010;34(1):26-31

- 9 Salouti R, Nowroozzadeh MH, Zamani M, et al. Comparison of the ultrasonographic method with partial coherence interferometry methods for intraocular lens power calculation. *American Optometric Association* 2011; 82(3):140-147
- 10 Rohrer K, Frueh BE, Walti R. Comparison and evaluation of ocular Biometry using a new noncontact optical low coherence reflectometer. *Ophthalmology* 2009;116(11):2087-2092
- 11 Shammam HJ, Hoffer KJ. Repeatability and reproducibility of biometry and Keratometry measurements using a noncontact optical low-coherence reflectometer and keratometer. *Am J Ophthalmol* 2012;153(1):55-61
- 12 Schulle KL, Bernitsen DA. Repeatability of on-and off-axis eye length measurements using the lenstar. *Optom Vis Sci* 2013;90(1):16-22
- 13 Bjeloš Roncevic 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. *Grades Arch Clin Exp Ophthalmol* 2011;249(1):83-87
- 14 Cruysberg LP, Doors M, Verbakel F, et al. Evaluation of the Lenstar non-contact biometer. *Br J Ophthalmol* 2010;94(1):106-110
- 15 Buckhurst PJ, Wolffsohn JS, Shah S, et al. A new optical low coherence reflectometry device for ocular biometry in cataract patients. *Br J Ophthalmol* 2009;93(7):949-953
- 16 Holzer MP, Mamusa M, Auffarth GU. Accuracy of anew partial coherence interferometry analyser for biometric measurements. *Br J Ophthalmol* 2009;93(6):807-810
- 17 刘斌,丁小虎,黄群笑,等.应用Lenstar和IOL-Master测量眼球生物参数的比较研究.中华眼外伤职业眼病杂志 2013;35(2):98-102
- 18 Cruysberg LP, Doors M, Verbakel F, et al. Evaluation of the Lenstar non-contact biometer. *Br J Ophthalmol* 2010;94(1):106-110
- 19 Bjeloš Roncevic M, Bušić M, Cima I, et al. Comparison of optical low-coherence reflectometry and applanation ultrasound biometry on intraocular lens power calculation. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2011;249(1):69-75
- 20 Freeman G, Pesudovs K. The impact of cataract severity on measurement acquisition with the IOL Master. *Acta Ophthalmol Scand* 2005;83(4):439-442
- 21 Suto C, Sato C, Shimamura E, et al. Influence of the signal-to-noise ratio on the accuracy of IOL Master measurements. *J Cataract Refract Surg* 2007;33(12):2062-2066
- 22 Shen P, Ding X, Congdon NG, et al. Comparison of anterior ocular biometry between optical low-coherence reflectometry and anterior segment optical coherence tomography in an adult Chinese population. *J Cataract Refract Surg* 2012;38(6):966-970
- 23 Zhao J, Chen Z, Zhou Z, et al. Evaluation of the repeatability of the Lenstar and comparison with two other non-contact biometric devices in myopes. *Clin Exp Optom* 2013;96(5):92-99
- 24 Tappeiner C, Rohrer K, Frueh BE, et al. Clinical comparison of biometry using the non-contact optical low coherence reflectometer (LenstarLS900) and contact ultrasound biometer (TomeyAL3000) in cataract eyes. *Br J Ophthalmol* 2010;94:666-667
- 25 Gursoy H, Sahin A, Basmak H, et al. Lenstar versus ultrasound for ocular biometry in apediatric population. *Optom Vis Sci* 2011; 88(8):912-919
- 26 Eibschitz-Tsimhoni M, Tsimhoni O, Archer SM, et al. Effect of axial length and keratometry measurement error on intraocular lens implant power prediction formulas in pediatric patients. *J AAPOS* 2008;12(4):173-176
- 27 El Chehab H, Giraud JM, Le Corre A, et al. Comparison between Lenstar LS 900 non-contact biometry and Ocu Scan RXP contact biometry for task delegation. *J Fr Ophthalmol* 2011;34(3):175-180
- 28 沈政伟,尹禾,薛林平,等.白内障患者Lenstar与A型超声或角膜曲率计眼部生物学参数测量结果的比较.中华实验眼科杂志 2012;30(12):1114-1117
- 29 黄锦海,杨欣,王勤美,等.新型光学低相干反射仪Lenstar与IOLMaster测量人工晶状体度数的比较研究.中华眼科杂志 2012;48(11):1005-1010