

引文格式:杨晓艳,李丽华,陈晓琴,刘春燕,陈松.光学生物测量仪 SW-9000 与 IOL-Master 测量青少年眼球生物学参数的对比[J].眼科新进展,2019,39(4):346-349. doi:10.13389/j.cnki.rao.2019.0078

【应用研究】

# 光学生物测量仪 SW-9000 与 IOL-Master 测量青少年眼球生物学参数的对比<sup>△</sup>

杨晓艳 李丽华 陈晓琴 刘春燕 陈松

## Comparison of a new optical biometry device SW-9000 and IOL-Master for measurement of ocular components of adolescents

YANG Xiao-Yan, LI Li-Hua, CHEN Xiao-Qin, LIU Chun-Yan, CHEN Song

**[Abstract] Objective** To compare the accuracy and consistency of SW-9000 and IOL-Master for measuring ocular components in adolescents. **Methods** 101 patients was conducted, whose eyes were respectively measured by SW-9000 and IOL-Master under natural pupil. Axial length (AL), flattest keratometry (FK), steepest keratometry (SK) and white-to-white (WTW) were the main evaluation indicators. Intraclass correlation coefficient (ICC) and Bland-Altman's limits of agreement (LoA) were used to analyze repeatability and agreement of the results measured by the two devices. **Results** The mean differences of the two devices for measuring AL, FK, SK and WTW were 0.09 mm, -0.08 D, -0.22 D and 0.12 mm, respectively. The 95% limit of consistency were 0.56 mm, 1.38 D, 1.81 D and 3.28 mm for AL, FK, SK and WTW, respectively. And the range of the WTW was the biggest among them. The ICC for AL, FK, and SK was 0.997, 0.987 and 0.983 and ICC for WTW was 0.179. **Conclusion** There is a high consistency between SW-9000 and IOL-Master for AL, FK and SK measurements for adolescents. The AL is a little longer measured by SW-9000 than by IOL-Master, and the corneal curvature is a little flatter measured by SW-9000 than by IOL-Master, but the consistency of WTW measurement is a little poor.

**[Key words]** ocular components; SW-9000; IOL-Master; adolescents

**【摘要】 目的** 比较 SW-9000 和 IOL-Master 测量青少年眼轴长度(axial length, AL)、角膜曲率及角膜直径的准确性和一致性。**方法** 选取来我院进行验光配镜的青少年患者 101 例,分别在自然瞳孔下进行 SW-9000 和 IOL-Master 测量,主要分析 AL、角膜平坦曲率(flattest keratometry, FK)、角膜陡峭曲率(steepest keratometry, SK)、角膜水平直径(白到白距离:white to white, WTW)等生物学参数指标在两种测量方法之间的一致性和相关性。应用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)和 Bland-Altman 一致性分析来评估两种检查设备的可靠性和一致性。**结果** 两种测量方法测得的 AL、FK、SK、WTW 平均差值分别为 0.09 mm、-0.08 D、-0.22 D、0.12 mm。两种测量方法测量的 95% 一致性界限范围,AL 为 0.56 mm,FK 为 1.38 D,SK 为 1.81 D,WTW 为 3.28 mm;其中 WTW 的范围最宽。2 种仪器所测结果进行 ICC 分析,结果显示,AL、FK、SK、WTW 的相关系数分别为 0.997、0.987、0.983 和 0.179。**结论** SW-9000 测量 AL、角膜曲率与 IOL-Master 的测量结果具有较高的一致性,SW-9000 测量 AL 略长于 IOL-Master,角膜曲率略平坦于 IOL-Master;角膜直径的测量两者一致性较差。

**【关键词】** 眼生物学参数; SW-9000; IOL-Master; 青少年

**【中图分类号】** R770.42

**作者简介:**杨晓艳,女,1981 年 9 月出生,在读博士研究生,主治医师,国际角膜塑形镜亚洲分会资深会员(SIAOA)。联系电话:13920268264; E-mail: yanzi2006tj@sina.com; ORCID: 0000-0002-0497-617X

**About YANG Xiao-Yan:** Female, born in September, 1981. PhD candidate. Tel: 13920268264; E-mail: yanzi2006tj@sina.com; ORCID: 0000-0002-0497-617X

**收稿日期:**2018-07-11  
**修回日期:**2018-11-26  
**本文编辑:**方红玲

**△基金项目:**天津市科技计划项目(编号:17ZXHLSY00050)

**作者单位:**300020 天津市,天津医科大学眼科临床学院,天津市眼科医院,天津市眼科学与视觉科学重点实验室

**通讯作者:**陈松, E-mail: chensong9999@126.com; ORCID: 0000-0002-4213-3536

**Received date:** Jul 11, 2018

**Accepted date:** Nov 26, 2018

**Foundation item:** Item of Science Technology and Plan of Tianjin City (No:17ZXHLSY00050)

From the Clinical College of Ophthalmology, Tianjin Medical University, Tianjin Eye Hospital, Tianjin Key Lab of Ophthalmology and Visual Science, Tianjin 300020, China

**Responsible author:** CHEN Song, E-mail: chensong9999@126.com; ORCID: 0000-0002-4213-3536

**结论** SW-9000 测量 AL、角膜曲率与 IOL-Master 的测量结果具有较高的一致性,SW-9000 测量 AL 略长于 IOL-Master,角膜曲率略平坦于 IOL-Master;角膜直径的测量两者一致性较差。

**【关键词】** 眼生物学参数; SW-9000; IOL-Master; 青少年

**【中图分类号】** R770.42

近年来,青少年近视已成为一个严重的社会问题。我国对中小学生近视现状及近视影响因素的研究结果表明<sup>[1-2]</sup>,近视与年龄、父母近视家族史、视近距离、视近持续时间、读写姿势、教室内光线强度、饮食因素和睡眠时间等密切相关。既往研究也提示<sup>[3-4]</sup>,众多屈光要素也在影响着屈光状态,如屈光状态与眼轴长度(axial length, AL)、角膜平坦曲率

(flattest keratometry, FK)等均存在关联。因此,眼球光学生物测量成为屈光检查时必不可少的一项。目前有不少非接触眼球光学生物测量仪,如 IOL-Master、AL-scan、Lenstar-900 等,但由于是进口产品,价格昂贵,一些小的医院或私人诊所难以购置。SW-9000 光学生物测量仪作为目前唯一的国内光学生物测量仪,可同时测量 8 个参数,而且价格便宜。但

是,目前尚未见关于 SW-9000 新型光学测量仪生物测量准确性的相关报道。本研究通过对比 SW-9000 和 IOL-Master 2 种仪器测量青少年眼球生物学参数结果的准确性和一致性,为 SW-9000 的临床应用价值评价提供一定依据。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取 2017 年 10 - 12 月在天津市眼科医院视光中心进行屈光检查的患者 101 例,其中男 57 例、女 44 例;年龄 8 ~ 18 ( $11.63 \pm 2.05$ ) 岁。所有受试者行生物学检查前均接受裂隙灯显微镜和眼底镜检查,排除角膜炎、白内障、青光眼、眼底病等眼病,无角膜手术及外伤史,近 3 个月内未配戴角膜塑形镜或硬性透氧性角膜接触镜。

**1.2 方法** 所有患者均由同一位接受过专项培训的医师应用 SW-9000 (天津市索维电子技术有限公司) 和 IOL-Master (德国, Carl Zeiss 公司) 进行测量。SW-9000 测量时嘱患者注视仪器上红色注视灯,路径和视轴保持重合,机器自动测量 5 次,结果取平均值统计,仪器内部算法根据 A-Scan 的波形自动进行识别,丢弃因信噪比等问题无法识别的数据。IOL-Master 测量时嘱患者注视仪器上红色注视灯,路径和视轴保持重合,眼轴连续测量 5 次,角膜曲率和角膜直径连续测量 3 次,结果取平均值,均选择信噪比  $>2$  的测量结果。所有测量均在自然瞳孔下进行。对比两种方法测量 AL、FK、角膜陡峭曲率 (steepest keratometry, SK)、角膜水平直径 (白到白距离; white to white, WTW) 的一致性和相关性。所有分析均采

用单眼数据进行。

**1.3 统计学方法** 应用 SPSS 20.0 统计软件对数据进行处理。应用组内相关系数 (intraclass correlation coefficient, ICC) 分析 2 种仪器测量结果的可靠性。2 种仪器测量结果的一致性检验采用 Bland-Altman 一致性区间分析<sup>[5-6]</sup>。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两种方法测量眼球各项生物学参数结果及一致性分析** SW-9000 测量的 AL、FK、SK、WTW 分别为 ( $25.41 \pm 1.19$ ) mm、( $42.39 \pm 1.64$ ) D、( $43.93 \pm 1.83$ ) D、( $12.28 \pm 0.77$ ) mm; IOL-Master 测量的以上指标依次为 ( $25.32 \pm 1.23$ ) mm、( $42.48 \pm 1.51$ ) D、( $44.15 \pm 1.70$ ) D、( $12.16 \pm 0.39$ ) mm。SW-9000 和 IOL-Master 测量的 AL、FK、SK、WTW 平均差值分别为 0.09 mm、-0.08 D、-0.22 D、0.12 mm。对 SW-9000 和 IOL-Master 测量 AL、FK、SK 和 WTW 的结果进行组内分析,结果显示,两种仪器测量同一个体的 AL、FK 和 SK 均有较高的一致性 (ICC = 0.997、0.987、0.983, 均为  $P = 0.000$ ), WTW 的测量结果一致性较低 (ICC = 0.179,  $P = 0.279$ ), 而不同个体间的 WTW 变化不大。

**2.2 两种方法测量结果的 Bland-Altman 分析** 2 种仪器对 AL、FK 和 SK 值测量的 95% 可信区间宽度分别为 0.56 mm、1.38 D 和 1.81 D, 均相对较窄, 其中一致性最好的是 AL 测量。而 WTW 测量的 95% 可信区间范围为 3.28 mm, 较宽 (图 1)。

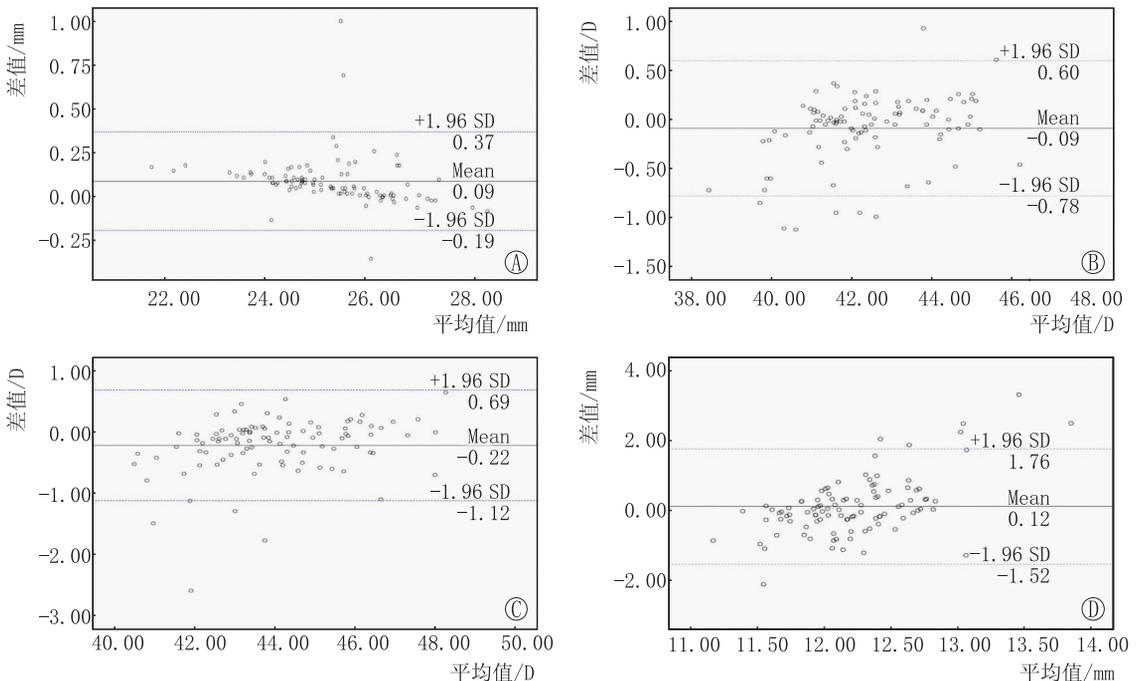


图 1 2 种仪器测量眼生物学参数结果的 Bland-Altman 分析图。A: AL; B: FK; C: SK; D: WTW (实线表示差值的均值, 虚线表示 95% 的一致性界限)

### 3 讨论

随着近视发病率的增加和发病年龄的提前,眼科医师及家长对儿童近视的关注度越来越高,目前的验光不仅仅停留在观察屈光度数,更加关注 AL。因为一些儿童虽然目前近视度数不高,但是有较长的眼轴,那么仍然可能出现高度近视眼底病变,如变性、裂孔或视网膜脱离等并发症。因此,AL 的测量成为验光前的一项必查项目。同时 AL 的变化也成为观察近视度数增加的一项指标。有研究表明,眼轴每增长 1 mm,将引起近 -3.00 D 的近视增加<sup>[7]</sup>。角膜塑形镜是目前控制近视效果最佳的方法之一,越来越多的儿童和家长接受这一矫正方法。而在验配角膜塑形镜之前,角膜曲率、角膜直径和 AL 也是必查项目。因此,本研究重点对 2 种仪器测量 AL、角膜曲率和角膜直径的一致性进行分析。

光学生物测量仪 SW-9000 为精密光机电一体化仪器,该仪器采用全光纤方案,借助参考臂在深度上扫描来显示样品臂深度上的信号。其设计与 Lenstar-LS 900(瑞士, Haag-Streit AG)的原理相近,可以同时测量角膜厚度、前房深度、晶状体厚度、AL、角膜曲率、轴位角、WTW、瞳孔大小共 8 个参数。考虑到临床上 IOL-Master 使用比例较高,且重复性、稳定性已得到证实<sup>[6-7]</sup>。而 SW-9000 在一些私立医院和诊所也有不少使用,但是没有临床对比数据,一些患者拿着 SW-9000 检查结果来复查或会诊,我们无法了解真实的差距,难以给予解释。因此,选取 IOL-Master 作为对照,比较 2 种仪器测量 AL、FK、SK 和 WTW 的一致性,拟对临床工作提供指导和参考。

AL 是评价近视程度、近视进展以及预判潜在高度近视眼底病变的主要指标。因此,AL 测量已成为基础的视光检查手段。IOL-Master 采用 PCI 技术完成 AL 测量。Lam 等<sup>[8]</sup>研究表明,IOL-Master 测量 AL 具有较好的重复性和准确性;Vogel 等<sup>[9]</sup>同样在 IOL-Master 测量 AL 的研究中得到了组内变异  $\pm 0.025$  mm 和组间变异  $\pm 0.022$  mm 的理想结果;吴敏等<sup>[10]</sup>研究表明,IOL-Master 成为测量硅油填充眼 AL 的首选;孙飒等<sup>[11]</sup>研究表明,IOL-Master 在测量白内障患者 AL 方面与 A 超具有较高的一致性和较好的准确性。与之类似,本研究在 SW-9000 测量 AL 的结果中同样得到了与 IOL-Master 测量结果较好的一致性(ICC = 0.997),我们发现 IOL-Master 和 SW-9000 测量 AL 的 95% 可信区间较窄,2 种仪器 95% 的测量差异为 -0.19 ~ 0.37 mm,而两组的平均差异为 0.09 mm。一般来说,AL 测量 0.10 mm 的误差将导致 0.27 D 的屈光偏差<sup>[9]</sup>,因此,0.09 mm 的偏差不会带来明显的屈光度变化。极个别的较大的偏差可能由于采集数据时儿童配合不佳引起,在操作时注意多次提醒儿童注视正前方视标,睁大眼睛可适当减少误差。当然,我们要意识到 SW-9000 所

测 AL 较 IOL-Master 平均偏长 0.09 mm 左右,以便于我们作正确评估。

对近视度数的推算来说,K 值是另一个重要的参数。IOL-Master 测量 K 值良好的重复性已被很多文献证明<sup>[12-13]</sup>,Shirayama 等<sup>[14]</sup>也报道了组内变异系数为 0.09%、组内相关系数为 0.996 的结果。有研究<sup>[15]</sup>比较了 IOL-Master 和 Lenstar LS900 测量 K 值的一致性,得到的 95% 可信区间为 (-0.44 ~ 0.24 D),说明二者具有较好的一致性;也有研究<sup>[16]</sup>指出,IOL-Master 和电脑验光仪在测量准分子激光术前术后的角膜曲率上具有较高的一致性。本研究结果也提示,SW-9000 所测 FK、SK 结果与 IOL-Master 具有较高的一致性(ICC = 0.987、0.983),FK 平均值较 IOL-Master 结果平坦 0.08 D,SK 较 IOL-Master 平坦 0.22 D,小于 0.25 D 的误差在临床上没有实际意义。但是从 Bland-Altman 图的可信区间来看,2 种仪器测量的 K 值可信区间略宽,FK 的 95% 一致性界限为 -0.78 ~ 0.60 D,SK 的 95% 一致性界限为 -1.12 ~ 0.69 D。提示测量结果离散性略大。因此,我们在使用 SW-9000 的角膜曲率结果时要慎重。通常我们只是参考其值作为屈光度预估,如果要验配角膜接触镜,都会进行角膜地形图检查,以角膜地形图曲率作为标准。因此,角膜曲率测量的少量偏差对临床治疗不会产生太大的影响。

在进行角膜塑形镜验配时,准确测量 WTW 对首次试戴片的选择和提高首次试戴成功率至关重要。有研究表明,IOL-Master 测量 WTW 具有较高的重复性和可靠性<sup>[17]</sup>。但本研究结果表明,SW-9000 与 IOL-Master 相比,两者结果一致性较低,ICC 仅为 0.179。二者测量结果的 95% 一致性界限较宽,为 -1.52 ~ 1.76 mm,这与之之前 Huang 等<sup>[18]</sup>在 Lenstar 与 IOL-Master 的比较研究中得到的结论一致。考虑可能与每种仪器对角膜边界的识别标准不一致,识别度变异较大有关。虽然两者测量结果具有差异,只要我们了解差异的程度,还是可以帮助临床医师进行下一步治疗。正如本研究的结果,SW-9000 所测结果较 IOL-Master 所测值平均大 0.12 mm,我们在评估时要做到心中有数。另外,在验配角膜接触镜时,最终 WTW 的确定还是通过试戴来确定的。因此,WTW 测量的误差不会影响最终的订片结果。

总的来说,SW-9000 光学生物测量仪在 AL、FK 和 SK 测量中与 IOL-Master 结果具有较高的一致性,但由于二者 WTW 测量结果的一致性较低,临床使用中对其结果的解读应该慎重。需要指出的是,本研究有两个局限点:一是仅比较了其测量结果与标准仪器的一致性,未分析其测量重复性;二是纳入人群均为青少年,未纳入白内障、IOL 植入术后、屈光术后或塑形镜术后患者,SW-9000 测量这些人群的眼球生物学参数的重复性及其与 IOL-Master 测量结果的一致性还有待更全面深入研究及探讨。

## 参考文献

[1] SONG H P, LIU Y Y, SONG Y Z, DUAN J L, ZHAO H, GUO X, et al. Prevalence of myopia and the impact factors among students in Beijing [J]. *Chin J School Health*, 2010, 31 (7): 818-820.  
宋惠平, 刘颖颖, 宋玉珍, 段佳丽, 赵宏, 郭欣, 等. 北京市中小学生近视状况及其影响因素分析 [J]. *中国学校卫生*, 2010, 31 (7): 818-820.

[2] GAO F, XU Y, YE J. Myopia and influencing factors among 1 880 pupils in Chongqing [J]. *J Third Milit Med Univ*, 2013, 35 (11): 1137-1140.  
高凡, 徐燕, 叶剑. 重庆市城区 1880 名小学生近视状况及其影响因素分析 [J]. *第三军医大学学报*, 2013, 35 (11): 1137-1140.

[3] YU W H, CHEN X L. Relationship between diopter and refractive factors in children at the age of 4 - 13 [J]. *Chin J Pract Ophthalmol*, 2003, 21 (4): 288-290.  
于伟泓, 陈晓隆. 4 - 13 岁儿童眼屈光不正与屈光要素关系分析 [J]. *中国实用眼科杂志*, 2003, 21 (4): 288-290.

[4] WANG W P, ZHOU R, ZHANG J, REN W N, LI Y T, ZHANG W F. Correlation between refractive status and refractive parameters of school-age children aged 5 - 12 years in Lanzhou [J]. *Int Eye Sci*, 2013, 13 (11): 2299-2302.

[5] BLAND J M, ALTMAN D G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement [J]. *Lancet*, 1986, 1 (8476): 307-310.

[6] MIU H Z, CHEN L, LIU Y X. Confidence interval estimation for the bland-altman limits of agreement in quantitative method comparison studies [J]. *Chin J Health Statist*, 2014, 31 (1): 64-67.  
缪华章, 陈林, 刘玉秀. 定量方法对比研究一致性评价 Bland-Altman 法 LoA 的可信区间估计 [J]. *中国卫生统计*, 2014, 31 (1): 64-67.

[7] OLSEN T. Calculation of intraocular lens power: a review [J]. *Acta Ophthalmol Scand*, 2007, 85 (5): 472-485.

[8] LAM A K, CHAN R, PANG P C. The repeatability and accuracy of axial length and anterior chamber depth measurements from the IOL-Master [J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2001, 21 (6): 477-483.

[9] VOGEL A, DICK H B, KRUMMENAUER E. Reproducibility of optical biometry using partial coherence interferometry: intra observer and inter observer reliability [J]. *J Cataract Refract*

*Surg*, 2001, 27 (12): 1961-1968.

[10] WU M, XIAO L B, HU Z L, XUE L P, LI Y Q. Outcome analysis of IOL-Master in measure of Oxane HD filled eyes [J]. *Rec Adv Ophthalmol*, 2014, 34 (11): 1049-1051.  
吴敏, 肖丽波, 胡竹林, 薛黎萍, 李云琴. IOL-Master 在 Oxane HD 填充眼轴测量中的应用 [J]. *眼科新进展*, 2014, 34 (11): 1049-1051.

[11] SUN S, GUO H K. Accuracy and consistency research of AL-Scan, IOL-Master and A-type ultrasound scan for axial length measurement in cataract patients [J]. *Rec Adv Ophthalmol*, 2016, 36 (9): 876-878.  
孙飒, 郭海科. AL-Scan, IOL-Master 和 A 超测量白内障患者眼轴长度的准确性和一致性分析 [J]. *眼科新进展*, 2016, 36 (9): 876-878.

[12] SANTODOMINGO RUBIDO J, MALLÉN E A, GILMARTIN B, WOLFFSOHN J S. A new non-contact optical device for ocular biometry [J]. *Br J Ophthalmol*, 2002, 86 (4): 458-462.

[13] SHAMMAS H J, CHAN S. Precision of biometry, keratometry, and refractive measurements with a partial coherence interferometry-keratometry device [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2010, 36 (9): 1474-1478.

[14] SHIRAYAMA M, WANG L, WEIKERT M P, KOCH D D. Comparison of corneal powers obtained from 4 different devices [J]. *Am J Ophthalmol*, 2009, 148 (9): 528-535.

[15] JASVINDER S, KHANG T F, SARINDER K K, LOO V P, SUBRAYAN V. Agreement analysis of LENSTAR with other techniques of biometry [J]. *Eye (Lond)*, 2011, 25 (6): 717-724.

[16] JIANG X M, YANG B, ZHONG G B, ZHANG Y X, LUO L Y. Changes of corneal curvature, anterior chamber depth and ocular axis length after LASIK [J]. *Rec Adv Ophthalmol*, 2016, 36 (8): 735-737.  
江先明, 杨斌, 钟广斌, 张颖翔, 罗林翼. LASIK 术后角膜曲率、前房深度及眼轴长度的改变 [J]. *眼科新进展*, 2016, 36 (8): 735-737.

[17] BAUMEISTER M, TERZI E, EKICI Y, KOHNEN T. Comparison of manual and automated methods to determine horizontal corneal diameter [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2004, 30 (2): 374-380.

[18] HUANG J, MCALINDEN C, SU B, PESUDOVS K, FENG Y, HUA Y, et al. The effect of cycloplegia on the lenstar and the IOL-Master biometry [J]. *Optom Vis Sci*, 2012, 89 (12): 1691-1696.

## (上接第 345 页)

[2] TAKA AO M, KISHI S, TAKANO M, KISHI S. Foveal retinoschisis and retinal detachment in severely myopic eyes with posterior staphyloma [J]. *Am J Ophthalmol*, 1999, 128 (4): 472-476.

[3] GAUCHER D, HAOUCHINE B, TADAYONI R, PASCALE M, ALI E, NATHANAEL B, et al. Long-term follow-up of high myopic foveoschisis: Natural course and surgical outcome [J]. *Am J Ophthalmol*, 2007, 143 (3): 4620.

[4] SHIMADA N, OHNO-MATSUI K, BABA T, SOH, F, TAKASHI T, MANABU M, et al. Natural course of macular retinoschisis in highly myopic eyes without macular hole or retinal detachment [J]. *Am J Ophthalmol*, 2006, 142 (3): 500.

[5] KWOK A K, LAI T Y, YIP W K. Vitrectomy and gas tamponade without internal limiting membrane peeling for myopic foveoschisis [J]. *Br J Ophthalmol*, 2005, 89 (9): 1180-1183.

[6] HUANG D, SWANSON E A, LIN C P, SCHUMAN J S, STINSON W G, CHANG W, et al. Optical coherence tomography [J]. *Science*, 1991, 254 (5035): 1178-1181.

[7] LIANG H, CREW THER D P, CREW THER S G, BARILA A M. A role for photoreceptor outer segments in the induction of deprivation myopia [J]. *Vis Res*, 1995, 35 (9): 1225.

[8] CHENG X, XU L, LI L Q, CHEN C X. The morphological changes in form-deprived chickens' retinas [J]. *Ophthalmol CHN*, 2000, 9 (2): 108-110.  
程序, 徐亮, 李辽青, 陈长喜. 鸡形觉剥夺性近视眼视网膜光镜

下形态改变 [J]. *眼科*, 2000, 9 (2): 108-110.

[9] WEI Y T, LING Y L, HUANG X G, ZHANG Z T, MA H Z, ZHANG T, et al. Microinvasive vitrectomy combined with internal limiting membrane stripping for macular structure and function after high myopia macular splitting [J]. *Chin J Ocul Fundus Dis*, 2013, 29 (2): 193-195.  
魏雁涛, 凌运兰, 黄雄高, 张钊填, 马海智, 张婷, 等. 微创玻璃体切割联合内界膜剥除治疗高度近视黄斑劈裂手术后黄斑结构与功能研究 [J]. *中华眼底病杂志*, 2013, 29 (2): 193-195.

[10] IKUNO Y, SAYANAGI K, SOGA K, YUSUKE O, MASA HITO O, YASUO T Y, et al. Foveal anatomical status and surgical results in vitrectomy for myopic foveoschisis [J]. *Jpn J Ophthalmol*, 2008, 52 (4): 269-276.

[11] IKUNO Y, GOMI F, TANO Y. Potential retinal arteriolar traction as a possible cause of myopic foveoschisis [J]. *Am J Ophthalmol*, 2005, 139 (3): 462-467.

[12] HIDEO K, KISHI S. Vitreous surgery for highly myopic eyes with foveal detachment and retinoschisis [J]. *Ophthalmology*, 2003, 110 (9): 1702-1707.

[13] BROOKS H L. Macular hole surgery with and without internal limiting membrane peeling [J]. *Ophthalmology*, 2000, 107 (10): 1939-1948.

[14] ZHU Z, JI X, ZHANG J. Posterior scleral reinforcement in the treatment of macular retinoschisis in highly myopic patients [J]. *Clin Exp Ophthalmol*, 2010, 37 (7): 660-663.