

引文格式:袁玉蓉,秦苗苗,陈威,宋佩,茆馨木,俞莹,等.白内障超声乳化术后立体视觉研究进展[J].

眼科新进展,2021,41(3):282-285. doi:10.13389/j.cnki.rao.2021.0059

【文献综述】

# 白内障超声乳化术后立体视觉研究进展<sup>△</sup>

袁玉蓉 秦苗苗 陈威 宋佩 茆馨木 俞莹 管怀进

作者简介:袁玉蓉 (ORCID:0000-0002-9461-4382),女,1993年10月出生,江苏南通人,硕士。E-mail:yuanyr1026@126.com  
通信作者:管怀进 (ORCID:0000-0002-4205-2015),男,1962年1月出生,江苏南通人,硕士,教授,主任医师,博士生导师。研究方向:白内障。E-mail:guanhjey@163.com

收稿日期:2020-06-02

修回日期:2020-06-22

本文编辑:王燕

<sup>△</sup>基金项目:国家自然科学基金 (编号:81770906、81974129、81700855);江苏省科技计划项目 (编号:BE2016699)

作者单位:226001 江苏省南通市,南通大学附属医院眼科研究所

【摘要】 白内障手术技术的发展极大地提高了手术的安全性和精准性。随着人工晶状体的不断改进和人们对生活质量要求的提高,白内障患者已不再是简单地要求“看得见”,而是要术后拥有良好的视觉质量和立体视觉。立体视觉现已成为白内障手术效果的评价指标之一。本文将主要对白内障术后立体视觉的检查方法和不同类型人工晶状体植入术后立体视觉的临床应用展开综述。

【关键词】 白内障;人工晶状体;视功能;立体视觉;立体视锐度

【中图分类号】 R770.42

白内障是全球首位致盲性眼病,手术是唯一公认有效的治疗方式。而白内障摘除后的无晶状体眼呈高度远视状态,必须采取措施才能提高视力恢复视功能。人工晶状体(IOL)是目前矫正无晶状体眼屈光不正最有效的方法。有文献报道 IOL 植入术后患者的视力和视功能恢复迅速<sup>[1-2]</sup>。随着白内障手术技术发展,IOL 的不断完善和人们对生活质量的要求不断提高,白内障患者不仅要求术后获得良好的视力,还要求有良好的视觉质量和立体视觉。而新型 IOL 由于设计上的改进,将焦点移远、焦点深度增加,使得白内障患者术后立体视觉质量的提高成为可能。本文旨在对近年来常用的立体视觉检查方法和白内障摘除联合 IOL 植入术后立体视觉的临床应用展开综述,为临床提供帮助。

## 1 立体视觉概述

**1.1 立体视觉定义** 立体视觉是视觉器官判断物体三维空间位置的感知能力,是建立在双眼同时视和融合功能基础上的高级视功能。按照中枢部位的不同分为静态和动态立体视觉。静态立体视觉是指日常生活中观察静止状态的物体,而动态立体视觉指通过双眼线索判断运动中物体的速度、轨迹、方向、轮廓<sup>[3]</sup>。立体视觉的衡量单位为立体视锐度,也称立体视锐度,是人们在三维空间分辨最小相对距离差别的能力,是以双眼视差的最小辨别阈值来表示的。立体视锐度达到 100"为有用立体视觉<sup>[4]</sup>,正常成年人立体视锐度可达到 60"。

**1.2 立体视觉影响因素** 影响立体视觉的众多因素当中,视力是最为主要的因素<sup>[5]</sup>。Odell 等<sup>[6]</sup>通过在眼前加镜片的方式制造视物模糊视力下降的模型并测量立体视锐度,发现随着视力下降,立体视觉也逐渐下降。其次,年龄、屈光参差、对比敏感度<sup>[7]</sup>和眼位<sup>[8]</sup>等多种因素也可以影响立体视觉。文献报道,老年人立体视觉在 75 岁前保持相对稳定,之后则严重下降,立体视觉随年龄增长显著下降,年龄与立体视阈值呈线性相关<sup>[9]</sup>;任何类型的屈光参差都能引起立体视觉降低,屈光参差越大,立体视觉下降越明显<sup>[10]</sup>。

## 2 立体视觉检查方法

**2.1 Howard-Dolman 装置** Howard-Dolman 装置可测量立体视觉阈值,是立体视觉检查的金标准<sup>[11]</sup>。Ferrer-Blasco 等<sup>[12]</sup>研究发现白内障术后立体视觉检查用该装置最精确。该装置是一个带有两根垂直黑杆的盒子,其中一根为固定杆,患者通过移动另一根杆来调节使两根杆平行。检查时患者坐在装置正前方,眼位与盒子上开口保持对齐,移动装置上的操纵杆即可。立体视锐度 =  $(\Delta d/d^2) \times IPD$ ,其中  $\Delta d$  为两根杆之间的距离、 $d$  为可移动杆到人眼的距离、IPD 为瞳孔间的距离。由于检查繁琐费时,临床检查较少应用,大多数用于科研领域。

**2.2 Titmus 立体视图卡** Titmus 立体视图卡是目前临床上使用较多的一种检查方法,可测量局部近立体视锐度。整套图卡由三部分组成:3000"的“大苍蝇”视标、400"~100"的“小动物”视标以及 800"~20"的“圆圈”视标。其中,“大苍蝇”用于定性检查有无立体视觉,“小动物”和“圆圈”分别用于测量儿童和成人的近立体视锐度。检查时患者需要配戴偏振光眼镜,距离检查本 40 cm。检查本正放时检查立体视觉,旋转 180°用于检查反向立体视觉<sup>[13]</sup>。

**2.3 Randot 随机点立体图** Randot 随机点立体图可测量局部立体视锐度,有 3 个不同的检查图卡,可分别用于测量近立体视锐度、学龄前儿童立体视锐

度及3 m远立体视锐度。其中,Randot 学龄前儿童立体视图卡是国际公认的儿童专用图卡,测量结果比较可靠<sup>[14]</sup>。

**2.4 TNO 随机点立体图** TNO 随机点立体图是用红绿二色印刷的随机点立体图卡,共有7张,前3张用于定性筛选有无立体视觉,第4张用于测定有无单眼抑制,后3张用于测量近立体视锐度。检查时患者需配戴红绿眼镜,距离检查本40 cm,检查结果准确性高<sup>[5]</sup>。

**2.5 其他** 除了以上所述的常用检查方法,还可以用Frisby 立体视图卡<sup>[15]</sup>和Lang 立体视图卡<sup>[16]</sup>检查近立体视觉;CST<sup>[17]</sup>检查中距离立体视觉;同视机和Optec-6500 视功能分析仪<sup>[18]</sup>检查远立体视觉。另外,近年来还有人研究出用动态随机点立体图检查立体视觉,如赵堪兴等<sup>[19]</sup>研制出的视觉电生理仪和台湾国立大学研制的Motion Stereopsis 软件<sup>[20]</sup>。

### 3 立体视觉临床应用

白内障摘出联合IOL 植入术后患者视力恢复,立体视觉也会得到改善。现有文献大多数报道不同IOL 植入术后的立体视觉。目前临床上常用的IOL 有单焦点IOL、双焦点IOL、三焦点IOL、拟调节IOL 以及焦深延展型IOL(extended depth of focus intraocular lens,EDOF-IOL)等。

**3.1 立体视觉与单焦点IOL** 单焦点IOL 只有单一焦点,只能恢复白内障患者的远视力或者近视力,不能同时提供清晰的远视力和近视力。Hayashi 等<sup>[21]</sup>用Titmus 研究双眼植入单焦点IOL 的白内障患者术后近立体视觉,发现术后平均近立体视锐度为 $(57.1 \pm 36.9)''$ ,其中90%的患者术后近立体视锐度达到100'',表明植入单焦点IOL 的患者术后可以获得有用立体视觉。

**3.2 立体视觉与双焦点IOL** 双焦点IOL 根据衍射-折射的原理产生两个固定焦点,即视远、视近的焦点,以便患者获得良好的远视力和近视力。文献报道双焦点IOL 可以提供良好的远视力和近视力<sup>[22-25]</sup>。Ferrer-Blasco 等<sup>[26]</sup>用Titmus 研究健康非白内障患者双眼植入双焦点IOL 矫正术后的立体视觉,发现术前和术后的平均立体视锐度分别为 $(46.42 \pm 1.36)''$ 和 $(48.67 \pm 1.13)''$ ,手术前后立体视觉没有明显变化,表明双焦点IOL 有助于保持患者术后良好的立体视觉。然而现实生活中,并不是所有的患者都会双眼进行白内障手术,下面将分别对单眼白内障患者和双眼白内障患者植入双焦点IOL 后的立体视觉进行讨论。

**3.2.1 单眼白内障** 单眼白内障患者是否适合植入双焦点IOL 以及植入后的效果如何是手术时需要重点考虑的。Jacobi 等<sup>[27]</sup>用Titmus 研究95 例单眼白内障患者术后立体视觉,54 例植入双焦点IOL,41 例植入单焦点IOL,发现2 组患者术后近立体视锐度

达到100''分别占61%和22%,双焦组近立体视觉比单焦组明显要好。随后Shoji 等<sup>[28]</sup>用Titmus 研究植入双焦点IOL 的单眼白内障患者术后近立体视觉,发现相比较于非主导眼,主导眼植入双焦点IOL 近立体视觉效果更好。但是,Hayashi 等<sup>[29]</sup>研究发现植入单焦点IOL 和双焦点IOL 的患者术后近立体视觉没有差别,这与Jacobi 等的研究结果不同,可能是因为两者检查近立体视觉的条件不同,前者对近视力进行矫正后测量近立体视锐度,而后者直接使用裸眼视力来测量近立体视锐度。由此可见,良好的近视力是近立体视觉的基础。

**3.2.2 双眼白内障** 双眼白内障患者是否需要双眼植入相同类型的IOL 以及植入不同IOL 是否会对术后视觉质量产生影响是现阶段临床研究的热点。郭元懿等<sup>[30]</sup>用Titmus 和Optec-6500 视功能分析仪研究植入单焦点和双焦点IOL 的患者术后立体视觉,该研究发现双焦组远、近立体视锐度达到60''的分别占93%和80%,而单焦组分别占80%和20%,这表明双焦组术后近立体视觉明显优于单焦组,两组患者远立体视觉没有差别,双焦组术后大部分患者立体视觉可达正常人水平。另外,贾文妍等<sup>[31]</sup>研究也同样证实了双焦组术后近立体视觉明显好于单焦组,这与Jacobi 等<sup>[27]</sup>的研究结果相同。上述两项研究均讨论双眼植入相同IOL 后的立体视觉,近年来,有文献报道了双眼植入不同近附加度数的双焦点IOL 后的立体视觉。Bissen-Miyajima 等<sup>[32]</sup>研究发现双眼植入不同近附加度数的双焦点IOL 对患者术后近立体视觉没有影响。随后,Chang 等<sup>[33]</sup>研究发现双眼植入双焦点IOL 的患者主导眼保持正视,非主导眼预留1.00~1.25 D 近视对近立体视觉不产生影响。上述研究都是讨论成年白内障患者的立体视觉,以下将分析儿童白内障患者术后立体视觉情况。李莉等<sup>[18]</sup>研究报道了植入双焦点IOL 的儿童术后近立体视觉好于植入单焦点IOL。这与之前的研究结果相同,但是关于双焦点IOL 用于儿童白内障治疗的临床研究相对较少,有待更进一步的开展。

无论是单眼白内障患者还是双眼白内障患者,植入双焦点IOL 后的近立体视觉均好于单焦点IOL。对于单眼白内障患者,在主导眼植入双焦点IOL 的效果更好;对于双眼白内障患者,可根据病人不同视觉需求,双眼植入不同近附加度数的双焦点IOL。

**3.3 立体视觉与三焦点IOL** 三焦点IOL 可将衍射光分布到3 个焦点,为患者提供良好的远、中、近全程视力。文献报道三焦点IOL 可以改善中距离视力而不影响远视力和近视力<sup>[24,34]</sup>。巫雷等<sup>[35]</sup>用Titmus 研究双眼白内障患者术后立体视觉,18 例双眼植入三焦点IOL,20 例双眼植入单焦点IOL,发现两组分别有89%和15%的患者术后立体视锐度达到60'',表明植入三焦点IOL 的患者术后近立体视觉明显好于单焦点IOL,三焦点IOL 可使患者术后近立体



视觉达正常水平。

**3.4 立体视觉与拟调节 IOL** 拟调节 IOL 可以模拟人眼的自然调节过程,利用睫状肌收缩,使 IOL 前移而产生调节力,从而提供良好的近视力而不影响远视力。但是文献报道拟调节 IOL 可提供良好远视力,近视力不如双焦点 IOL<sup>[36]</sup>。Mesci 等<sup>[37]</sup>用 Titmus 研究单眼白内障患者术后立体视觉,分别植入单焦点 IOL、双焦点 IOL 和拟调节 IOL,发现 3 组分别有 25%、60% 和 43% 的患者术后近立体视锐度达到 100",表明植入双焦点 IOL 的患者近立体视觉明显好于单焦点 IOL 和拟调节 IOL,而植入拟调节 IOL 的患者术后近立体视觉是否优于单焦点 IOL 还需要进一步研究。

**3.5 立体视觉与 EDOF-IOL** EDOF-IOL 利用 Echelle 衍射光栅技术,将焦点延长,景深增大,从而使得在景深范围内的物体都变得清晰,为白内障患者提供连续视程。目前临床上常用的 EDOF-IOL 就是 symfony<sup>®</sup>。文献报道植入 symfony<sup>®</sup> 的白内障患者在保证远视力的同时,可获得足够的中、近距离视力<sup>[38-39]</sup>。但也有文献报道植入 EDOF-IOL 的患者术后近视力不如植入三焦点 IOL 的患者<sup>[40]</sup>。Tititay 等<sup>[41]</sup>用 Randot 立体视图卡研究 50 例双眼植入 symfony<sup>®</sup> 的患者的术后立体视觉,发现 82% 的患者术后可获得有用近立体视觉,36% 的患者术后近立体视觉可达到正常成年人水平。该研究首次对双眼植入 EDOF-IOL 的患者术后的立体视觉进行评估,但是并没有与其他任何类型的 IOL 进行比较。同时,2017 年美国眼科学会颁布的标准共识指出关于 EDOF-IOL 的临床研究样本量至少达到 100<sup>[42]</sup>,而 Tititay 等<sup>[41]</sup>的研究仅纳入观察 50 例患者术后情况,相对于指南要求样本量较少,无法很好地反映大多数患者植入 EDOF-IOL 后实际的立体视觉情况,需要进一步研究。

## 4 总结与展望

白内障超声乳化手术的发展使得当今的白内障手术已向屈光手术转变,患者术后的视觉质量至关重要。除了手术技术的发展,最需要考虑的就是如何优选 IOL 使患者获得良好的视觉体验。以往研究更多的关注 IOL 植入术后的视力、对比敏感度、像差等情况,较少关注术后立体视觉。但是目前关于 IOL 植入术后立体视觉的研究多以前瞻性、小样本、早期疗效观察和双焦点 IOL 为主,且更多的讨论患者术后的静态立体视觉,尚未见多中心大规模的临床报道和动态立体视觉的研究。且关于三焦点和焦深延展型等 IOL 的报道较少,有待进一步研究。基于术后视觉质量优选 IOL 是白内障手术的内在要求和必然发展趋势。只有深入了解不同类型 IOL 植入术后的视觉效果,结合患者的生活工作习惯,制定个性化的白内障治疗方案,最大程度地发掘患者的视觉潜

力,才能更有力地推动白内障手术向屈光手术转变,让患者从手术中获得最大利益。因此,我们需要进一步明确不同类型 IOL 植入术后的立体视觉效果,以便临床医师给患者选择最合适的治疗方案。

## 参考文献

- [1] YOO Y S, WHANG W J, BYUN Y S, PIAO J J, KIM D Y, JOO C K, et al. Through-focus optical bench performance of extended depth-of-focus and bifocal intraocular lenses compared to a monofocal lens[J]. *J Refract Surg*, 2018, 34(4): 236-243.
- [2] COCHENER B, BOUTILLIER G, LAMARD M, AUBERGER-ZAGNOLI C. A comparative evaluation of a new generation of diffractive trifocal and extended depth of focus intraocular lenses[J]. *J Refract Surg*, 2018, 34(8): 507-514.
- [3] TIDBURY L P, O'CONNOR A R, WUERGER S M. The effect of induced fusional demand on static and dynamic stereoacuity thresholds: the digital Synoptophore[J]. *BMC Ophthalmol*, 2019, 19(1): 6.
- [4] CRISTOBAL J A, REMON L, DEL BUEY M A, MONTES-MICO R. Multifocal intraocular lenses for unilateral cataract in children[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2010, 36(12): 2035-2040.
- [5] ROWE F J, HEPWORTH L R, HOWARD C, CHEAN C S, MISTRY M. Comparative analysis of the Lang Stereopad in a non-clinic population[J]. *Strabismus*, 2019, 27(3): 182-190.
- [6] ODELL N V, HATT S R, LESKE D A, ADAMS W E, HOLMES J M. The effect of induced monocular blur on measures of stereoacuity[J]. *J AAPOS*, 2009, 13(2): 136-141.
- [7] OKAMOTO F, MORIKAWA S, MORIYA Y, SUGIURA Y, MURAKAMI T, TOMIOKA M, et al. Vision-related parameters that affect stereopsis in patients with macular hole[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 2805.
- [8] MOHNEY B G, COTTER S A, CHANDLER D L, HOLMES J M, WALLACE D K, YAMADA T, et al. Three-year observation of children 3 to 10 years of age with untreated intermittent exotropia[J]. *Ophthalmology*, 2019, 126(9): 1249-1260.
- [9] RUBIN G S, WEST S K, MUÑOZ B, BANDEEN-ROCHE K, ZEGGER S, SCHEIN O, et al. A comprehensive assessment of visual impairment in a population of older Americans. The SEE Study. Salisbury eye evaluation project[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 1997, 38(3): 557-568.
- [10] NABIE R, ANDALIB D, KHOJASTEH H, ASLANZADEH S A. Comparison of the effect of different types of experimental anisometropia on stereopsis measured with titmus, randot and TNO stereotests[J]. *J Ophthalmic Vis Res*, 2019, 14(1): 48-51.
- [11] KNIGHT K K, APSEY D A, JACKSON W G, DENNIS R J. A comparison of stereopsis with ANVIS and F4949 night vision goggles[J]. *Aviat Space Environ Med*, 1998, 69(2): 99-103.
- [12] FERRER-BLASCO T, MADRID-COSTA D, GARCIA-LAZARO S, CERVINO A, MONTES-MICO R. Stereopsis in bilaterally multifocal pseudophakic patients[J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2011, 249(2): 245-251.
- [13] DATTOLO M, VASSENEIX C, BRUCE B B, SITKO K R, BIOUSSE V, NEWMAN N J, et al. Correlation between Stereopsis and Reverse Stereopsis[J]. *Ophthalmology*, 2017, 124(3): 411-413.
- [14] READ J C A, RAFIQ S, HUGILL J, CASANOVA T, BLACK C, O'NEILL A, et al. Characterizing the randot preschool stereotest: Testability, norms, reliability, specificity and sensitivity in children aged 2-11 years[J]. *PLoS One*, 2019, 14(11): e0224402.
- [15] CHUNG Y W, PARK S H, SHIN S Y. Distant stereoacuity in children with anisometropic amblyopia[J]. *Jpn J Ophthalmol*, 2017, 61(5): 402-407.
- [16] YANG Y, WU H. Screening for Stereopsis of Children Using an Autostereoscopic Smartphone[J]. *J Ophthalmol*, 2019, 2019: 1570309.
- [17] 胡聰, 孟岩, 黃欣, 李慧, 楊先. 中远距离立体视觉检查仪的研制和初步试用报告[J]. 眼视光学杂志, 1999, 1(4): 227-229. HU C, MENG Y, HUANG X, LI H, YANG X. Report on development of an intermediate and long distance Computer Stereo-Test(CST) and its application in the clinic[J]. *J Opt Ophthalmol*, 1999, 1(4): 227-229.

- [18] 李莉,郑广瑛,赵雅婷,李云,孔德倩. 儿童白内障摘出联合非球面多焦点人工晶状体植入术后远期临床观察[J]. 中华实验眼科杂志,2018,36(3):209-214.  
LI L,ZHENG G Y,ZHAO Y T,LI Y,KONG D Q. Long-term clinical effect of aspheric multifocal intraocular lens implantation for developmental cataracts in childhood[J]. *Chin J Exp Ophthalmol*,2018,36(3):209-214.
- [19] 赵堪兴,李丽华,亢雷,刘洁,蒋宏亮. 动态随机点立体图刺激所引发的立体视觉诱发电位[J]. 中国眼耳鼻喉科杂志,2000,5(2):8-10.  
ZHAO K X,LI L H,KANG L,LIU J,JIANG H L. VEP induced by drds stimulation[J]. *China J Ophthalmol Otolaryngol*,2000,5(2):8-10.
- [20] ZHONG J,DENG D M,CHEN Z D,LI J R,YUAN J P,FENG L,et al. Evaluation of dynamic stereopsis in intermittent exotropia patients[J]. *Int J Ophthalmol*,2019,12(1):83-88.
- [21] HAYASHI K,HAYASHI H. Stereopsis in bilaterally pseudophakic patients[J]. *J Cataract Refract Surg*,2004,30(7):1466-1470.
- [22] GUNENC U,CELIK L. Long-term experience with mixing and matching refractive array and diffractive CeeOn multifocal intraocular lenses[J]. *J Refract Surg*,2008,24(3):233-242.
- [23] CILLINO S,CASUCCIO A,DI PACE F,MORREALE R,PILITTERI F,CILLINO G,et al. One-year outcomes with new-generation multifocal intraocular lenses[J]. *Ophthalmology*,2008,115(9):1508-1516.
- [24] YESILIRMAK N,AKOVA Y A,DONMEZ O. Comparison of mix-and-match implanted bifocal IOLs and bilateral implanted trifocal IOLs after femtosecond laser-assisted cataract surgery[J]. *J Refract Surg*,2019,35(9):559-564.
- [25] NEGISHI K,HAYASHI K,KAMIYA K,SATO M,BISEN-MIYAJIMA H,SURVEY WORKING GROUP OF THE JAPANESE SOCIETY OF C,et al. Nationwide prospective cohort study on cataract surgery with multifocal intraocular lens implantation in Japan[J]. *Am J Ophthalmol*,2019,208(133-144).
- [26] FERRER-BLASCO T,MONTES-MICO R,CERVINO A,ALFONSO J F,GONZALEZ-MELJOME J M. Stereoacuity after refractive lens exchange with AcrySof ReSTOR intraocular lens implantation[J]. *J Refract Surg*,2009,25(11):1000-1004.
- [27] JACOBI P C,DIETLEIN T S,LUKE C,JACOBI F K. Multifocal intraocular lens implantation in prepresbyopic patients with unilateral cataract[J]. *Ophthalmology*,2002,109(4):680-686.
- [28] SHOJI N,SHIMIZU K. Binocular function of the patient with the refractive multifocal intraocular lens[J]. *J Cataract Refract Surg*,2002,28(6):1012-1017.
- [29] HAYASHI K,MANABE S,YOSHIMURA K,HIRATA A. Binocular visual function with a diffractive multifocal intraocular lens in patients with unilateral cataract[J]. *J Cataract Refract Surg*,2013,39(6):851-858.
- [30] 郭元懿,张劲松,孔珺. 双眼多焦点人工晶状体植入术后立体视觉临床研究[J]. 眼科新进展,2011,31(11):1071-1074.  
GUO Y Y,ZHANG J S,KONG J. Clinical study on stereopsis after bilateral implantation of AcrySof ReSTOR multifocal intraocular lens[J]. *Rec Adv Ophthalmol*,2011,31(11):1071-1074.
- [31] 贾文妍,赵桂秋,王青,车成业,成伟,王谦. ReSTOR 多焦点人工晶状体植入术后全程立体视觉质量分析[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志,2010,12(6):416-419.  
JIA W Y,ZHAO G Q,WANG Q,CHE Y C,CHENG W,WANG Q. Clinical evaluation of stereovision at different distances after the implantation of ReSTOR multifocal intraocular lenses[J]. *Chin J Opt Ophthalmol Vis Sci*,2010,12(6):416-419.
- [32] BISEN-MIYAJIMA H,OTA Y,NAKAMURA K,HIRASAWA M,MINAMI K. Binocular visual function with staged implantation of diffractive multifocal intraocular lenses with three add powers[J]. *Am J Ophthalmol*,2019,199:223-229.
- [33] CHANG J S M,LIU S C T,NG J C M,MA P L. Monovision with a bifocal diffractive multifocal intraocular lens in presbyopic patients: A prospective, observational case series[J]. *Am J Ophthalmol*,2020,212:105-115.
- [34] KOHNEN T,TITKE C,BOHM M. Trifocal intraocular lens implantation to treat visual demands in various distances following lens removal[J]. *Am J Ophthalmol*,2016,161:71-77.
- [35] 巫雷,王文惠. 三焦点人工晶状体植入术后中期立体视功能及视觉质量研究[J]. 眼科新进展,2019,39(10):956-960.  
WU L,WANG W H. Mid-term stereopsis vision and visual quality after implantation of trifocal intraocular lenses[J]. *Rec Adv Ophthalmol*,2019,39(10):956-960.
- [36] ALIO J L,SIMONOV A N,ROMERO D,ANGELOV A,ANGELOV Y,VAN LAWICK W,et al. Analysis of accommodative performance of a new accommodative intraocular lens[J]. *J Refract Surg*,2018,34(2):78-83.
- [37] MESCI C,ERBIL H H,OLGUN A,YAYLALI S A. Visual performances with monofocal, accommodating, and multifocal intraocular lenses in patients with unilateral cataract[J]. *Am J Ophthalmol*,2010,150(5):609-618.
- [38] KOHNEN T,BOHM M,HEMKEPLER E,SCHONBRUNN S,DELORENZO N,PETERMANN K,et al. Visual performance of an extended depth of focus intraocular lens for treatment selection[J]. *Eye (Lond)*,2019,33(10):1556-1563.
- [39] AKELLA S S,JUTHANI V V. Extended depth of focus intraocular lenses for presbyopia[J]. *Curr Opin Ophthalmol*,2018,29(4):318-322.
- [40] RUIZ-MESA R,ABENGOZAR-VELA A,ARAMBURU A,RUIZ-SANTOS M. Comparison of visual outcomes after bilateral implantation of extended range of vision and trifocal intraocular lenses[J]. *Eur J Ophthalmol*,2017,27(4):460-465.
- [41] TITTIYAL J S,KAUR M,BHARTI N,SINGHAL D,SAXENA R,SHARMA N. Optimal near and distance stereoacuity after binocular implantation of extended range of vision intraocular lenses[J]. *J Cataract Refract Surg*,2019,45(6):798-802.
- [42] MACRAE S,HOLLADAY J T,GLASSER A,CALOGERO D,HILMANTEL G,MASKET S,et al. Special report: american academy of ophthalmology task force consensus statement for extended depth of focus intraocular lenses[J]. *Ophthalmology*,2017,124(1):139-141.

## Progress of stereopsis after cataract phacoemulsification

YUAN Yurong, QIN Miaomiao, CHEN Wei, SONG Pei, MAO Xinmu, YU Ying, GUAN Huaijin

Department of Ophthalmology, the Affiliated Hospital of Nantong University, Nantong 226001, Jiangsu Province, China

Corresponding author: GUAN Huaijin, E-mail: [guanhjey@163.com](mailto:guanhjey@163.com)

**[Abstract]** The development of cataract surgery technology has greatly improved the safety and accuracy of surgery. With the continuous improvement of intraocular lens and people's requirements of life quality, cataract patients no longer simply demand "visible", but require good visual quality and stereopsis after surgery. Stereopsis has now become one of the evaluation indexes for the effect of cataract surgery. This paper reviews the methods of stereopsis examination after cataract surgery and the clinical application of stereopsis after different types of intraocular lens implantation.

**[Key words]** cataract; intraocular lens; visual function; stereopsis; stereoacuity