

## 散光型人工晶状体的临床研究进展

王桂芳 综述 钟敬祥 张广斌 审校

### Research progress in clinical study of Toric intraocular lens

Wang Guifang, Zhong Jingxiang, Zhang Guangbin. Department of Ophthalmology, Affiliated First Hospital of Jinan University, Guangzhou 510060, China

**Abstract** How to decline corneal astigmatism to improve the visual quality is an old question by the continuing improvement of the cataract operation and the request of the patients. Astigmatism can be reduced or eliminated with several techniques, including corneal relaxing incisions, limbal relaxing incisions or excimer laser keratectomy, but some deficiencies as the lack of veracity, the limit range of the treatment, hard to predict the result of the treatment and the rebounds limit its usage on clinic. Toric IOL can correct corneal astigmatism stably, reasonably and predictably. This article is the review about the progress of clinical study of Toric intraocular lens.

**Key word** intraocular lens; corneal astigmatism; phakic IOL; rotational stability

**摘要** 随着白内障手术技术的不断进步及患者对视觉质量要求的提高,如何减少角膜散光、提高术后视觉质量是临床研究一直探索的问题。目前存在多种矫正角膜散光的方法:角膜缘松解术、角膜切开术及准分子激光手术,但其缺乏准确度、屈光回退、结果难以预测、治疗范围有限等缺点限制了临床上的应用。而散光型人工晶状体(Toric IOL)能合理、有效及稳定地矫正角膜散光,提高患者术后裸眼视力。就 Toric IOL 的临床研究进展进行综述。

**关键词** 人工晶状体; 角膜散光; 有晶状体眼人工晶状体; 旋转稳定性

**分类号** R 776 **文献标识码** A **文章编号** 1003-0808(2009)08-0721-04

散光型人工晶状体(Toric intraocular lens, Toric IOL)是将散光矫正与人工晶状体的球镜度数相结合的一种新型屈光性人工晶状体。由于第1代散光型人工晶状体,旋转稳定性较差及大切口带来较大的散光,未能推广。近年来,Toric IOL 的材料及设计得到不断的改进,成为矫正角膜散光的一种合理、有效并且稳定的屈光矫正方式。

### 1 角膜散光的规律及矫正方法

#### 1.1 角膜散光的规律

白内障患者术前存在不同程度的角膜散光,据调查41%的患者术前存在0.5~1.0 D的角膜散光,27%的患者术前存在1.0~1.5 D的角膜散光,15%~29%的患者术前存在 $\geq 1.5$  D的角膜散光<sup>[1]</sup>。据调查轻中度近视患者角膜散光为 $(-1.0 \pm 0.6)$  D,高度近视患者角膜散光为 $(-1.2 \pm 0.6)$  D,高度近视患者较轻中

度患者具有更大的角膜散光<sup>[2]</sup>。据统计角膜散光在0.5~1.0 D,裸眼视力为0.6;角膜散光在1.0~2.0 D,裸眼视力为0.4;角膜散光在2.0~3.0 D,裸眼视力为0.2~0.3。

#### 1.2 矫正散光的方法

**1.2.1 柱镜片矫正** 对度数较低、视力尚好且无视力疲劳者,可暂不配戴眼镜。但是视力明显减退且视力疲劳者应及早戴镜。配镜原则是防止过矫,低度者应给足,高度者应分次矫正,因高度柱镜产生的畸变对视觉干扰较大。

**1.2.2 接触镜矫正**  $\pm 1.50$  D以下的散光及不规则散光可用软性接触镜矫正, $\pm 1.50$  D以上的散光及不规则散光可用硬性角膜接触镜矫正。

#### 1.3 手术治疗

手术时可选择在角膜陡峭的子午线上做切口,同时在切口对侧做松解切口,对于散光较大者可行角膜周边的“T”形或弧形切开等切口技术<sup>[3-6]</sup>,术后再行准分子激光原位角膜磨镶术(laser in situ keratomileusis, LASIK)进行散光矫正等。采用切口技术对散光的矫

作者单位:510060 广州,暨南大学第一附属医院眼科(王桂芳、钟敬祥);361001 厦门眼科中心(张广斌)

通讯作者:钟敬祥(E-mail:lafangme@126.com)

正是有限度的,3 mm 宽的颞侧透明角膜切口对散光的矫正为  $0.3 \sim 0.53 D^{[7]}$ ;如在屈光力强的子午线上做  $4.5 \sim 5.5 mm$  大小的切口,则矫正  $0.9 \sim 1.34 D^{[5]}$ ;如同时在切口对侧做一松懈切口,则最多可中和  $2 D^{[4]}$ 。Rao 等<sup>[5]</sup>报道在陡峭子午线上做  $4.5 mm$  的切口,可减少  $0.37 \sim 1.5 D$  散光, $5.5 mm$  切口可减少  $0.75 \sim 2.0 D$  散光。Lever 等<sup>[4]</sup>报道了 33 例术前角膜散光为  $1.0 \sim 3.0 D$  的白内障患者,术中采用 CCI 加对侧角膜的松懈切口,结果术后剩余的散光在  $0 \sim 1.75 D$ 。由此可见,切口技术对散光的矫正效果与预期的有不同程度的差别,很难预测。如果术后再行 LASIK 矫正散光,不但增加了患者的费用,同时患者也不容易接受。比较理想的方法是手术中植入 1 片带有一定散光度数的人工晶状体来矫正术前角膜散光。

## 2 Toric IOL 设计的理念

Toric IOL 是将散光矫正与人工晶状体的球镜度数相结合的一种新型屈光性人工晶状体。Till<sup>[8]</sup>应用了 Misawa 提到的 Toric IOL,即在人工晶状体的光学球面上附加一柱镜。Schimizu 等<sup>[9]</sup>设计出了第 1 代 Toric IOL,为 3 片式 PMMA 材料,光学部  $6.5 mm \times 5.5 mm$ ,附加  $2 D$  和  $3 D$  的散光度,人工晶状体上的 2 个定位孔即是散光的轴向。由于旋转稳定性较差以及大切口带来较大的散光,未能推广。理想的 Toric IOL 应具备的性能:(1)具有可折叠性,一则适应白内障手术微小切口的发展趋势,二则可减少手术本身对散光的影响。(2)具有良好的稳定性,在囊袋内不发生旋转。(3)具有充足的可选的散光度数,可适用于矫正任何度数的角膜散光。直到 1997 年新 1 代的折叠式 Toric IOL 才推向市场。近年来,Toric IOL 从材料的选择到其形状及襟的设计得到不断的改进,并通过临床应用观察 Toric IOL 可有效地解决白内障患者的散光问题,其优点:(1)不需要特殊的技术及工具。(2)预测性强。(3)良好的稳定性。(4)可逆性。其缺点是价格昂贵及人工晶状体旋转的问题。适用范围:术前角膜散光规则且  $> 0.75 D$  的年龄相关性白内障患者,连续环形撕囊且保持囊袋完整,人工晶状体植入囊袋内。

## 3 后房型 Toric IOL 设计的发展

### 3.1 人工晶状体材料

Starr Toric IOL 采用硅凝胶材料;HumanOptics Toric IOL 光学面为硅凝胶材料,襟为聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)材料;而 Acrysof<sup>®</sup> Toric IOL 采用疏水性丙

烯酸酯材料。硅凝胶与囊膜的黏附性较差,植入后容易旋转,而疏水性丙烯酸酯柔软,有延展性,定位时操作方便,高度的生物相容性、生物黏性可以防止植入后发生旋转。此外,Acrysof<sup>®</sup> Toric IOL 采用 Natural 蓝光滤过技术,能够减少蓝光对视网膜的损伤及增加患者对比敏感度。

### 3.2 人工晶状体形状及襟的改进

Starr Toric IOL 采用 1 片平板式设计,平板式襟,柱镜面设计在人工晶状体光学部的前表面上,光学面直径  $6.0 mm$ ,总长度  $10.8 mm$  或  $11.2 mm$ ,平板式襟上有 2 个固定孔,可通过纤维组织增生使人工晶状体固定,但是植入术后旋转发生率高。HumanOptics Toric IOL 采用 3 片式设计,改良的“Z”形襟,柱镜面设计在人工晶状体光学部的后表面上,光学面直径  $6.0 mm$ ,总长度  $11.6 mm$ ,具有很好的旋转稳定性,但是人工晶状体不能通过推助器植入,术中需扩大切口至  $3.4 mm$  以上才能植入。Acrysof<sup>®</sup> Toric IOL 为 1 片折叠式设计,改良的“L”形襟,柱镜面设计在人工晶状体光学部的后表面上,光学面直径  $6.0 mm$ ,总长度  $13.0 mm$ ，“L”形襟具有更好的旋转稳定性,进一步提高了人工晶状体的囊袋顺应性,对于不同大小的囊袋会有理想的囊袋稳定性和居中性。

### 3.3 球柱镜度数的选择

Starr Toric IOL 球镜度数为  $+10 \sim +28.0 D$ ,柱镜仅有  $2.0 D$  和  $3.5 D$  2 个度数,可供选择的柱镜度数范围较少。HumanOptics Toric IOL 球镜度数为  $-3.0 \sim +30.0 D$ ,柱镜度数为  $2.0 \sim 12.0 D$ ,以  $0.5 D$  递增,可供选择的柱镜度数范围增加。Acrysof<sup>®</sup> Toric IOL 主要有 SN60T3(柱镜度数  $1.50 D$ )、SN60T4(柱镜度数  $2.25 D$ )、SN60T5(柱镜度数  $3.00 D$ ) 3 种型号,每种型号球镜度数范围  $+6.0 \sim +34.0 D$ , $16 \sim 25 D$  区间以  $0.5 D$  递增,柱镜度数与球镜等效度数相结合。SN60T3 适合矫正术前角膜散光在  $0.75 \sim 1.50 D$ ,SN60T4 适合矫正术前角膜散光在  $1.75 \sim 2.00 D$ ,SN60T5 适合矫正术前角膜散光在  $2.25 \sim 2.50 D$ 。

### 3.4 人工晶状体的计算

Starr Toric IOL 的计算是依据主观验光、术前角膜散光及角膜曲率采用 SRK/T 公式,没有考虑手术源性散光的影响。HumanOptics Toric IOL 的计算依据眼球轴长、角膜曲率及目标球镜度数采用 Haigis 公式确定,同样未考虑手术源性散光的影响。Acrysof<sup>®</sup> Toric IOL 球镜采用 SRK/T 公式计算,柱镜度数及轴位的选择通过在线计算器的运用([www.acrysoftoriccalculator.com](http://www.acrysoftoriccalculator.com)),结合所需晶状体的球镜度数和角膜地形图测量出术前

角膜散光的大小、方向和类型,且考虑切口位置因素和手术源性散光。通过在线计算器的运用提高了晶状体型号选择和囊袋内晶状体轴向位置的准确性,同时医师可以使用他们习惯的白内障摘出和晶状体植入技术。Hill<sup>[10]</sup>报道人工晶状体计算考虑手术源性散光能更明显地降低术后散光,手术切口的位置对人工晶状体的选择具有影响,颞侧切口相对上方切口所需人工晶状体柱镜度数较高。

#### 4 后房型 Toric IOL 植入的临床效果及影响因素

据报道植入 Starr Toric IOL 术后眼部的散光减少 ( $2.76 \pm 1.20$ ) D,术后 1 个月内约有 10% 的患者行二次手术调整人工晶状体的位置,75% 的患者人工晶状体的旋转度  $< 20^\circ$ ,18% 的患者人工晶状体的旋转度  $20^\circ \sim 40^\circ$ ,7% 的患者轴位旋转度超过  $40^\circ$ 。另有报道患者植入长轴 (11.2 mm) 和短轴 (10.8 mm) 的 Starr Toric IOL 比较,发现短轴的重新调位率达到 50%,而长轴的重新调位率接近 0。说明长轴较短轴具有更好的稳定性,足够的轴长对于晶状体的稳定性非常重要<sup>[11-12]</sup>。de Silva 等<sup>[13]</sup>观察植入 HumanOptics Toric IOL 术后 6 个月,眼部散光由术前的 ( $3.52 \pm 1.11$ ) D 降至 ( $1.23 \pm 0.90$ ) D,而角膜散光无明显变化。所有患者术后 6 个月人工晶状体旋转均  $< 15^\circ$ 。另有报道 Acrysof Toric IOL 植入术后 6 个月,术眼散光由 ( $-2.34 \pm 1.28$ ) D 降至 ( $-0.72 \pm 0.43$ ) D,平均轴位偏移 ( $3.63 \pm 3.11$ ) D,96.7% 的术眼人工晶状体旋转  $< 10^\circ$ ,Acrysof Toric IOL 具有良好的稳定性<sup>[14-17]</sup>。

人工晶状体轴位的旋转会降低柱镜度数的准确性,影响 Toric IOL 植入术后矫正散光的效果。Novis<sup>[18]</sup>报道每旋转  $1^\circ$ ,会导致 3.3% 的晶状体柱镜度数的丧失, $30^\circ$  的旋转会导致散光矫正的完全失效,旋转超过  $30^\circ$ ,将导致更大的散光或视觉问题。IOL 的稳定性是靠前后囊的融合实现的。这与 IOL 材料、IOL 光学部及襻的设计以及环形撕囊的大小有关。Acrysof Toric IOL 采用疏水性丙烯酸酯材料对囊膜的黏附性最好,“L”形襻设计提高了人工晶状体的囊袋顺应性,极大地增加了人工晶状体囊袋内旋转的稳定性。

#### 5 虹膜固定型有晶状体眼 Toric IOL

虹膜固定型有晶状体眼 Toric IOL (toric phakic intraocular lens, TPIOL) 为 1 片式硬性人工晶状体,其材料为 PMMA,长 8.5 mm,宽 5 mm,中央光学部分前凸后凹,其前表面为球面,后表面为环曲面。球镜范围  $-2.0 \sim -21.0$  D,  $+2.0 \sim +12.5$  D,柱镜范围为

$2.0 \sim 7.5$  D,均以 0.5 D 递增,现有 A 型、B 型,A 型柱镜轴位在  $0^\circ$ ,即平行于 TPIOL 的轴位,矫正  $0^\circ \sim 45^\circ$  或  $135^\circ \sim 180^\circ$  散光;B 型柱镜轴位在  $90^\circ$ ,即与 TPIOL 本身的轴位垂直,矫正  $45^\circ \sim 135^\circ$  散光。目前临床上 Artisan 及 Verisyse 多运用人工晶状体屈光度专用计算软件,输入屈光度、前房深度及角膜曲率而获得。有研究表明虹膜固定型有晶状体眼 Toric IOL 矫正伴有散光的屈光不正具有矫正屈光范围广、预测性和稳定性好、可逆性、保留调节功能并能提高对比敏感度<sup>[19-20]</sup>。

近来出现可折叠的虹膜固定型有晶状体眼 Toric IOL (Artiflex/Veriflex) 开始应用于临床,为凹凸 3 片式设计,光学部材料为聚硅氧烷,襻为 PMMA 材料,全长 8.5 mm,光学区直径 6 mm,可通过 3.2 mm 切口植入,可减少手术源性散光,矫正角膜散光具有更好的临床效果<sup>[12]</sup>。

手术技巧:(1)术前准备:最好行 YAG 激光虹膜周边切除术,可预防瞳孔阻滞,术前缩瞳,并于角巩缘标记散光轴位。(2)固定 TPIOL:植入镊夹住人工晶状体,将散光轴位放在标记的方向,然后用虹膜固定针通过辅助切口分别将两端少量中周部虹膜组织挑起,钳夹于人工晶状体襻的“爪”缝中。TPIOL 两襻分别由对合良好的 2 片“爪”构成,钳夹于虹膜前表面的 3:00 和 9:00 方位,由于固定于虹膜中周部,此部位虹膜运动较少,加上此处血管少,能更好的承受“爪抓”的压力而不易脱落,不会影响虹膜收缩。

#### 6 后房型有晶状体眼 Toric IOL

由 STAAR 公司推出的后房型有晶状体眼 Toric IOL (visian Toric implantable collamer lens, TICL) 采用 1 片平板式中央凹凸形设计,可减少与晶状体前表面接触,材料为新型的胶原共聚物,与人的晶状体纤维更相似,具有更好的生物相容性及优质的视觉效果,并具有可折叠性,可通过 2.8 mm 的切口植入到后房。TICL 矫正近视球镜度数为  $-3.0 \sim -20.0$  D,柱镜度数为  $+1.0 \sim +4.50$  D。有研究将 TICL 与准分子激光角膜切削术对比研究发现,TICL 矫正高度近视伴散光更安全、有效、稳定并具有可逆性<sup>[21-25]</sup>。

#### 7 展望

目前在眼科领域,Toric IOL 的研究和应用尚处于研究探讨阶段。从国内外的临床使用效果及对比研究来看,均达到了预期的目的,临床医师对其应用均持肯定态度。但是,对于 Toric IOL 旋转稳定性需长期的随访观察和全面的跟踪检测。对于矫正外伤眼较大的角

膜散光也有一定的应用价值。

参考文献

1 Weiss JS. Refractive surgery, 2004 - 2005. Section 14. United States; Am Acad Ophthalmol, 2004: 161

2 黄金鸥, 吴仁毅. 近视眼角膜散光与全眼散光的相关分析[J]. 中国全科医学, 2006, 9(21): 1768 - 1769

3 Kohnen S, Neuber R, Kohnen T. Effect of temporal and nasal unsutured limbal tunnel incisions on induced astigmatism after phacoemulsification [J]. Cataract Refract Surg, 2002, 28: 821 - 825

4 Lever J, Dahan E. Opposite clear corneal incisions to correct pre-existing astigmatism in cataract surgery [J]. Cataract Refract Surg, 2000, 26: 803 - 805

5 Rao SN, Konowal A, Murchison AE, et al. Enlargement of the temporal clear corneal cataract incision to treat pre existing astigmatism [J]. Refract Surg, 2002, 18: 463 - 467

6 Faktorovich E, Maloney R, Price F, et al. Effect of astigmatic keratotomy on spherical equivalent: results of the astigmatism reduction clinical trial [J]. Am J Ophthalmol, 1999, 127: 260 - 269

7 Pflieger T, Skorpic C, Menapace R. Long-term course of induced astigmatism after clear corneal incision in cataract surgery [J]. Cataract Refract Surg, 1993, 22: 72 - 77

8 Till JS, Wilcox TK, Yoder PR, Jr, et al. Toric intraocular lens implantation: 100 consecutive cases [J]. Cataract Refract Surg, 2002, 28: 295 - 301

9 Shimizu K, Misawa A, Suzuki Y. Toric intraocular lenses: correcting astigmatism while controlling axis shift [J]. Cataract Refract Surg, 1994, 20: 523 - 526

10 Hill W. Expected effects of surgically induced astigmatism on AcrySof toric intraocular lens results [J]. Cataract Refract Surg, 2008, 34: 364 - 367

11 Chang DF. Early rotational stability of the longer Staar toric intraocular lens: fifty consecutive cases [J]. Cataract Refract Surg, 2003, 29 (5): 935 - 940

12 Jampaulo M, Olson MD, Miller KM. Long-term Staar Toric intraocular lens rotational stability [J]. Am J Ophthalmol, 2008, 146(4): 550 - 553

13 de Silva DJ, Ramkissoon YD, Bloom PA. Evaluation of a toric intraocular lens with a Z-haptic [J]. Cataract Refract Surg, 2006, 32(9): 1942 - 1948

14 Mendicute J, Irigoyen C, Aramberri J, et al. Foldable toric intraocular lens for astigmatism correction in cataract patients [J]. J Cataract Refract Surg, 2008, 34: 601 - 607

15 Chang DF. Comparative rotational stability of single-piece open-loop acrylic and plate-haptic silicone toric intraocular lenses [J]. J Cataract Refract Surg, 2008, 34: 1842 - 1847

16 Ruiz-Mesa R, Carrasco-Sánchez D, Díaz-Álvarez SB, et al. Refractive lens exchange with foldable Toric intraocular lens [J]. Am J Ophthalmol, 2009, 147: 990 - 996

17 Novis C. Astigmatism and the toric intraocular lens and other vertex distance effects [J]. Surv Ophthalmol, 1997, 42: 268 - 270

18 Novis C. Astigmatism and toric intraocular lenses [J]. Curr Opin Ophthalmol, 2000, 11: 47 - 50

19 Schwenn M, Dick HB. Iris-fixated toric phakic intraocular lens: Three-year follow-up [J]. J Cataract Refract Surg, 2006, 32(8): 1301 - 1306

20 Dick HB, Tehrani M, Aliyeva S. Contrast sensitivity after implantation of toric iris-claw lenses in phakic eyes [J]. Cataract Refract Surg, 2004, 30: 2284 - 2289

21 Dick HB, Buchner SE. Toric phakic intraocular lenses [J]. Ophthalmologie, 2007, 104(12): 1032 - 1040

22 Güell JL, Morral M, Cris O, et al. Five-year follow-up of 399 phakic Artisan-Verisyse implantation for myopia, hyperopia, and/or astigmatism [J]. Ophthalmology, 2008, 115(6): 1002 - 1012

23 Marinho A. Foldable toric phakic IOLs emerging as option for high myopic astigmatism. <http://www.esrs.org/Publications/Eurotimes/07dec/Foldabletoricphakic.pdf>. 2008

24 Schallhorn S, Tanzer D, Sanders DR, et al. Randomized prospective comparison of visian toric implantable collamer lens and conventional photorefractive keratectomy for moderate to high myopic astigmatism [J]. Refract Surg, 2007, 23(9): 853 - 867

25 Tehrani M, Dick HB, Schwenn O, et al. Postoperative astigmatism and rotational stability after artisan toric phakic intraocular lens implantation [J]. J Cataract Refract Surg, 2003, 29(9): 1761 - 1766

(收稿: 2008-10-06 修回: 2009-06-26)

(本文编辑: 高 红)

· 临床经验 ·

波前像差引导 LASEK 矫正近视的临床观察

薛丽霞 万艳丽 刘力红

准分子激光上皮瓣下角膜磨镶术(LASEK)是一种新型角膜屈光手术,已成为激光屈光手术一种新的选择。许多研究证明波前像差引导的角膜屈光手术能提高术后的视觉质量<sup>[1]</sup>。我院对不适宜行LASIK的近视眼采用波前像差引导的LASEK,取得了良好的效果,报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2006年6月—2007年12月我院收治的不适宜行LASIK近视患者25例49眼,其中男16例,女9例;年龄18~40岁,平均(27.8±7.60)岁;术前等值球镜度数(-2.0~-10.00)D,平均(-5.70±2.80)D,柱镜为(-0.25~-4.50)D,平均(-1.20±1.15)D;矫正视力≥4.9;术前A型

超声测得角膜厚度为450~525 μm,平均(485.0±13.0) μm。其中角膜相对较薄,预测LASIK术后角膜床不足280 μm者15例29眼,角膜曲率>47 D者5例10眼,1例同时伴睑裂过小、眼窝深,4例8眼角膜45 μm≤后Diff≤50 μm;1例2眼LASIK术后剩余角膜厚度不适合再作LASIK。

1.2 术前检查 术前常规检查包括裸眼远近视力、矫正视力、电脑验光、主导眼、睫状肌麻痹下及主观验光、非接触眼压计测量眼压、裂隙灯检查、直接检眼镜检查、间接检眼镜检查,必要时行三面镜检查、超声角膜测厚、Orbscan II眼前节分析系统及Zywave波前像差检查。

1.3 手术方法 常规准备后,做上皮瓣前在Technolos217z100型准分子激光操作界面中选择zyoptix个性化治疗程序,对患者进行虹膜识别定位,识别成功后再做角膜上皮瓣。用新鲜配制的20%乙醇浸泡角膜上皮10~20 s(时间越短越好)后分离制

作者单位:471002 洛阳市第三人民医院眼科  
通讯作者:薛丽霞 (Email:xlx.318@163.com)