

后房型人工晶状体植入术治疗有晶状体高度近视眼

梁日雄, 周 炜

作者单位: (530022) 中国广西壮族自治区南宁市第一人民医院眼科

作者简介: 梁日雄, 男, 副主任医师, 研究方向: 白内障。

通讯作者: 梁日雄. liangrixiong589@163. com

收稿日期: 2009-04-17 修回日期: 2009-07-22

Implantation of posterior chamber intraocular lens for phakic high myopia

Ri-Xiong Liang, Wei Zhou

Department of Ophthalmology, the First People's Hospital of Nanning City, Nanning 530022, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

Correspondence to: Ri-Xiong Liang, Department of Ophthalmology, the First People's Hospital of Nanning City, Nanning 530022, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China. liangrixiong589@163. com

Received: 2009-04-17 Accepted: 2009-07-22

Abstract

• Implantation of the posterior chamber intraocular lens (PCIOL) is used to correct phakic myopia. In the situations of preserving patient's crystalline lens, an implantable contact lens (ICL) is placed between iris and lens. It can correct high myopia and keep accommodation. The operation has reversibility and minimal complications. This paper reviewed development, patient's selection, methods, curative effect and complications of the operation.

• KEYWORDS: phakic myopia; posterior chamber lens; implantable contact lens; high myopia

Liang RX, Zhou W. Implantation of posterior chamber intraocular lens for phakic high myopia. *Int J Ophthalmol (Guoji Yanke Zazhi)* 2009;9(10):1941-1944

摘要

后房型人工晶状体植入术治疗有晶状体的近视眼,是在保留原有晶状体的情况下,在虹膜和晶状体之间植入人工晶状体。它可矫正高度近视,并保留了眼的调节力。手术具有可逆性和并发症少等优点。我们就其发展史、病例选择、手术方法、临床疗效、并发症等进行综述。

关键词: 有晶状体的近视眼; 后房型人工晶状体; 可植入隐形眼镜; 高度近视

DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-5123. 2009. 10. 031

梁日雄, 周炜. 后房型人工晶状体植入术治疗有晶状体高度近视眼. *国际眼科杂志* 2009;9(10):1941-1944

0 引言

近视矫正手术根据部位不同分为角膜屈光手术和眼

内屈光手术两大类。角膜屈光手术治疗低中度近视效果良好,但是对高度近视的矫正效果欠佳、稳定性下降,并发症也较多。眼内屈光手术包括透明晶状体置换手术和有晶状体眼的人工晶状体(phakic intraocular lens, PIOL)植入术。前者增加了视网膜脱离的危险性,并且导致调节力的丧失,同时后囊膜混浊也是它难以克服的并发症;PIOL植入术避免了前者的缺点,并具有可逆性和保留调节力等优点。根据 IOL 植入眼内位置的不同可分为前房型和后房型两大类。近年来,有晶状体眼后房型人工晶状体(posterior chamber intraocular lens, PCIOL)植入术更受学者们的关注。我们就 PCIOL 植入术的发展简史、手术方法、临床效果及并发症等综述如下。

1 PCIOL 植入术治疗近视的发展

PCIOL 植入术治疗近视是将与患者屈光不正度相近的凹透镜植入眼内后房间隙,从而使 5m 以远的物体能在视网膜上清晰成像。1991 年 Fyodorov 等^[1]报道了硅胶材料的 PCIOL 植入术。其光学区中心的厚度为 0.14~0.25(平均 0.18)mm,由于角膜切口大,操作困难,术后白内障发生率高而被淘汰。经过不断的改进,目前应用最广的是瑞士 Starr 公司生产的 ICL(implantable contact lens),其光学中心厚度 < 0.05mm,ICL 由新一代人工晶状体材料 Collamer 制成,Collamer 是 2-羟乙基甲基丙烯酸酯(HEMA)和胶原的共聚物,含有能吸收紫外线的基团,具有良好的光学性能和生物相容性^[2,3]。最新一代 ICL-V4 光学部向前拱起呈一定高度,结合平板型脚攀设计和更薄的镜片厚度,可做到不接触或最小程度接触晶状体,降低了继发白内障的几率。ICL-V4 可通过 3mm 的切口植入眼内,用于矫正近视、远视和散光。美国 FDA 于 2005-12 批准了 ICL-V4 用于治疗近视。目前,41 个国家准许销售 ICL-V4。最新的资料表明全球已有超过 50000 眼植入 ICL。

2 ICL 长度的选择

ICL 长度过长会导致 ICL 与虹膜后表面接触、摩擦,引起色素脱落,造成色素播散性青光眼;ICL 长度过短会导致 ICL 偏心或与晶状体接触,造成眩光和并发白内障。理想的长度应是使 ICL 略向前膨隆,以使其与晶状体间留有足够的空间,但又不造成其与虹膜的接触。患者所需 ICL 的具体长度取决于角膜横径(角膜缘白—白距离)和前房深度(从角膜顶点的内皮面到晶状体前顶点之间的距离)。Chang 等^[4]认为,由于中国人和白种人的前房深度和角膜缘白—白距离存在统计学差异,因此,对于前房深度 ≤ 3.0mm 的患者,在角膜横径加上 0.5mm 即为所需 ICL 的长度;对于前房深度 > 3.0mm 的患者,角膜横径加上 1.0mm 即为所需 ICL 的长度;前房深度 < 2.8mm 的近视眼患者一般不建议行 ICL 植入术。目前使用矫治近视眼的 ICL 长度为 11.5~13.0mm。ICL 的屈光力可根据生产商提供的屈光力计算软件来确定。

3 ICL 植入术的病例选择与禁忌证

3.1 病例选择 (1) 屈光不正度: 目前没有统一的人选标准,美国 FDA 近视临床治疗小组^[5]选择的屈光度

为-3.00~-2.00D。Lackner等^[6]术前筛选标准是近视屈光度>-9.00D;(2)前房深度:大多数国外学者要求术前前房深度 $\geq 2.8\text{mm}$ ^[5,8],前房角开放,房角 $\geq 30^\circ$ (Shaffer 3,4级或Scheie 0,1级);(3)角膜内皮细胞计数:在20岁左右时角膜内皮细胞计数 >2500 个/ mm^2 ,40岁左右时内皮细胞计数 >2000 个/ mm^2 ;(4)患者年龄要求要求在21~50岁之间;(5)对于角膜厚度较薄,用其他屈光手术不能矫正的高度近视;(6)周边部视网膜正常或周边部视网膜变性及裂孔行光凝术后病情已稳定不发展者;(7)进展性的高度近视眼已先行后巩膜加固手术者;(8)排除其他眼部疾病及全身疾病;(9)患者充分理解手术风险,同意并能耐受手术者。

3.2 禁忌证 葡萄膜炎,即使静止的病例也不宜手术;角膜内皮性病损,如角膜营养不良引起的角膜变性;青光眼患者或前房角狭窄的患者;手术眼或对侧眼有白内障;色素播散综合征;晶状体囊假性剥脱;瞳孔过大变形;视网膜较大裂孔,广泛周边视网膜变性。

4 手术方法^[9]

4.1 术前准备 手术前要检测视力(包括裸眼视力、矫正视力)、眼压、角膜曲率、角膜地形图、角膜厚度、角膜内皮、前房深度、裂隙灯显微镜、眼底镜和A/B超检查也需要进行,排除屈光不正以外的其他眼病,并散瞳验光了解其屈光不正度和调节力的情况,按照眼睫状肌麻痹后的屈光读数、角膜曲率仪读数、前房深度、角膜缘白-白距离读数(用卡尺或超声生物显微镜测定患眼角膜横径)、所需晶状体的长度及矫正目标等来预订合适的ICL。术前1~2wk在10:30和1:30时位(相隔约 90°)的中周边虹膜行ND:YAG激光虹膜切开术,以防止术后瞳孔阻滞高眼压发生。周切口要足够大,否则容易闭合。如果术前不做虹膜周切,约20%术后发生瞳孔阻滞性高眼压。

4.2 手术方法 具备白内障人工晶状体植入手术经验者较易掌握该技术。术前准备、麻醉、手术方法及注意事项同白内障摘除IOL植入术。术前一定要充分散瞳,但不能用长效散瞳剂,因为ICL术后要立即缩瞳。一般在颞侧作宽3mm透明角膜切口,若有散光,切口作在较陡的径线上。前房内注入黏弹剂,如甲基纤维素、Healon或Ocucoat,一般不用Viscoat,因为其取出困难。用STARR公司特制的推注器将ICL经透明角膜切口植入前房,用调位钩将下襻植入虹膜和晶状体之间,轻推上襻进入虹膜和晶状体之间,注意植入时不要触及晶状体前囊膜和角膜内皮。调整ICL位置居中,用卡米可林缩小瞳孔,最后将黏弹剂抽吸干净。术后14d~1mo术眼点激素和抗生素眼液,4~6次/d。定期复查。

5 临床疗效

术后最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)和裸眼视力(uncorrected visual acuity, UCVA)是反映ICL植入术临床疗效的两个重要指标。美国FDA对ICL-V4进行多中心研究,报告210只高度近视眼[-8.00~-12.00(平均 -9.8 ± 1.7)D]术后1a的结果^[10],523只中、高度近视眼[-3.00~-20.00(平均 -10.00 ± 3.70)D]术后2a的结果^[5]和526只中、高度近视眼[-3.00~-20.00(平均 -10.10 ± 3.70)D]术后3a的结果^[11]。结果表明,ICL植入术术前、术后0.5a及术后1a,BCVA $\geq 20/20$ 者所占比例分别为75%,89%及90%;准分子激光原位角膜磨镶术组(laser in situ keratomileusis, LASIK)559眼(术前平均屈光度数为 $-9.10 \pm 0.97\text{D}$)分别为82%,82%及82%,两组

比较各时间差异均有统计学意义($P < 0.05$)。ICL植入术绝大多数患者术后UCVA可达到术前最佳矫正视力水平。ICL植入术组和LASIK组术前超过99%的患者UCVA $\leq 20/200$,术后2组UCVA均明显提高,但UCVA $\geq 20/20$ 的比例ICL组(50%)明显高于LASIK组(35%)($P < 0.01$)。Sanders^[12]对比研究两组在年龄、性别和术前屈光度等效球镜相匹配的近视患者(各164眼,术前屈光度数为-3.00~-7.88D)。结果表明,术后6mo,BCVA $\geq 20/20$ 者LASIK组为85%,ICL组为95%($P = 0.003$)。术后6mo,UCVA $\geq 20/15$ 者LASIK组为11%,ICL组为25%($P = 0.001$),UCVA $\geq 20/20$ 者LASIK组为49%,ICL组为63%($P = 0.001$)。因此,就中、高度近视眼术后BCVA和UCVA的提高效果而言,ICL植入术优于现行的LASIK术。美国FDA近年进行TICL(toric implantable collamer len)植入术治疗高度近视合并散光的研究,获得满意疗效^[13]。对210只中、高度近视合并散光眼124例,术前平均球镜度数为 -9.36 ± 2.66 (-2.38~-19.5)D,术前平均柱镜度数为 1.94 ± 0.84 (1~4)D植入TICL,术后1a,UCVA $\geq 20/20$ 者为83.1%,与术前BCVA $\geq 20/20$ 者所占比例相同(83.1%)。76.5%的术眼术后的UCVA等于或好于术前的BCVA;术后BCVA $\geq 20/20$ 者为96.8%,明显高于术前的83.1%;术后BCVA较术前提高 ≥ 1 行者的发生率为76.4%,术后BCVA较术前提高 ≥ 2 行者的发生率为18.9%。术后1a,残留散光 $\leq 1.00\text{D}$ 者91.4%,残留散光 $\leq 0.50\text{D}$ 者65.6%,残留散光 $\leq 0.25\text{D}$ 者40.9%。美国FDA的研究表明,术后屈光状态的预测性和稳定性方面ICL植入术优于LASIK^[5,10,11]。术后1mo~1a,实际屈光度数与预期屈光度数的差值为 $\pm 0.50\text{D}$ 和 $\pm 1.00\text{D}$ 者,ICL植入术组分别为66%和90%;LASIK组分别为53%和76%,两组比较差异均有统计学意义($P < 0.01$)。术后1~2a,ICL植入术组实际屈光度数与预期屈光度数差值为 $\pm 0.50\text{D}$ 和 $\pm 1.00\text{D}$ 者分别为61.6%和84.7%。术后2~3a,ICL植入术组实际屈光度数与预期屈光度数差值为 $\pm 0.50\text{D}$ 和 $\pm 1.00\text{D}$ 者分别为67.5%和88.2%。由此可见,ICL植入术后等效球镜度数在随访中基本稳定并优于美国FDA对LASIK的要求。

6 并发症

6.1 白内障 早期硅胶材料的PCIOL植入术并发白内障的发生率较高,Menezo等^[14]报道89眼植入硅胶材料的PCIOL,术后平均随访31.5mo,38眼(42.69%)发生白内障。随着PCIOL材料和设计的改进,手术技术的提高,特别是ICL-V4的问世,白内障的发生率已经得到很好控制。Sanders等^[15]对比了V3和V4两种型号的ICL植入术白内障的发生情况,ICL-V3(87眼)术后平均随访 $30.7 \pm 10.0\text{mo}$,ICL-V4(523眼)术后平均随访 $17.3 \pm 6.9\text{mo}$,晶状体前囊膜下混浊发生率V3为12.6%,明显高于V4的2.9%($P < 0.01$),白内障的发生率V3为9.2%,也高于V4的0.8%($P < 0.01$)。我们认为这与ICL-V3在眼内的低穹隆有关,ICL术后低穹隆的发生率V3组为23.6%明显高于V4组的4.3%($P < 0.01$)。低穹隆更易造成ICL与晶状体持续或间断的接触,导致晶状体前囊膜下混浊和白内障的发生。美国FDA长达5a的研究(526只中、高度近视眼植入ICL-V4,术后平均随访4.7a)结果表明^[16],晶状体前囊下混浊[晶状体前囊膜下出现混浊,且混浊程度 ≥ 0.6 级(LOCS III分类标准)发生率为5.9%],白内障(包括BCVA下降 ≥ 2 行,明显眩光或者行白内障摘除)发生

率为 1.3%。经过 Kaplan-Meier 估计, ICL 术 7a 以后, 大约有 6%~7% 术眼发展成晶状体前囊下混浊, 但仅有 1%~2% 的术眼发展成白内障。由此可见, ICL 植入术后晶状体混浊的发生率较低, 即使晶状体出现混浊, 多数情况下对视力的影响较小。目前认为白内障的发生与术前的激光虹膜切开术^[17]、术中损伤晶状体、术后房水循环特点改变、人工晶状体眼代谢改变和 ICL 与晶状体持续或间断的接触, 对晶状体前囊膜造成机械性刺激等因素有关。此外, 超高度近视 (> -12D) 和年长的患者 (年龄 > 40 岁) 也是白内障发生的两个重要因素^[16]。ICL 植入术后形成的白内障可以行 ICL 取出联合白内障摘除人工晶状体植入术治疗, 所以并不是一种很危险的并发症。

6.2 角膜内皮细胞丢失 ICL 位于虹膜瞳孔后, 固定于睫状沟, 与角膜内皮细胞有一定距离, 接触的可能性较小, 因此术前对角膜内皮细胞的要求可相对放宽。尽管如此, 仍有文献报道术后术眼角膜内皮细胞部分丢失^[7,8]。角膜内皮细胞丢失的可能原因: (1) 手术创伤: 在切口所在部位, 由于制作切口、进出器械、植入 ICL 等, 角膜内皮细胞受损、丢失, 角膜内皮细胞密度下降。这些改变启动角膜内皮细胞的重塑机制^[18,19], 导致周边部角膜内皮细胞密度增加和靠近中央部位的角膜内皮细胞向切口部位移行, 其结果是中央部位的角膜内皮细胞密度缓慢下降。目前认为手术创伤是导致 ICL 植入术后 3a 角膜内皮细胞持续性丢失的主要原因。美国 FDA 长达 4a 的随访研究表明^[20], 术前平均角膜内皮细胞密度为 2657 个/mm², 角膜内皮细胞丢失率术后 3mo 为 2.1%, 术后 3mo~1a 为 0.9%, 术后 1~2a 为 2.3%, 术后 2~3a 为 3.2%; 术后 3a 的角膜内皮细胞总丢失率为 8.5%; 术后 4a 与术后 3a 比较, 角膜内皮细胞丢失率下降 0.1%。说明术后 3a 角膜内皮细胞基本稳定, 不再丢失。(2) 角膜内皮细胞的生理性丢失: 研究表明角膜内皮细胞的生理性丢失大约为每年 0.5%~0.6%^[5,21]。但是, 周边部角膜内皮细胞在一定程度上对这种丢失进行补偿, 因此角膜内皮细胞的生理性丢失量较小。(3) 术后前房炎性反应: 部分学者认为 ICL 植入术后的角膜内皮细胞减少可能与前房炎性反应有关。但是, ICL 植入术后的炎性反应持续时间较短^[7,22,23], 而且反应轻。因此, 炎性反应不是导致 ICL 植入术后角膜内皮细胞丢失的主要原因。

6.3 高眼压 ICL 植入术后发生高眼压的常见原因是瞳孔阻滞^[24], 周边虹膜切除口不够大或被黏弹剂堵塞是造成瞳孔阻滞的常见原因。刘彦等^[25]报道 21 眼 ICL 植入术有 2 眼术后因黏弹剂堵塞发生高眼压, 经前房冲洗后眼压正常。美国 FDA 长达 2a 的研究结果显示^[5], ICL 术后 1mo 有 21 眼 (4.0%) 因周边虹膜切除口过小被黏弹剂堵塞, 导致术后高眼压。其中 16 眼采用激光行周边虹膜切除口扩大术, 3 眼行前房冲洗术, 2 眼行周边虹膜切除术, 术后眼压均恢复至正常水平。因此, ICL 植入术前要求做 2 个足够大彼此相隔约 90° 的周边虹膜切口, 术中彻底清除黏弹剂。美国 FDA 长达 3a 的研究结果^[11]显示, 只有 1 眼 (0.2%) 的眼压 > 25mmHg。可见, ICL 植入术后高眼压的发生率较低, 而且多发生于术后早期, 易随访发现, 利于及时处理, 一般不需长期使用降眼压药物。此外, 术后长期使用类固醇激素也是发生高眼压的原因。

6.4 色素播散综合征 Brandt 等^[26]报道 1 例双眼植入 PCIOL 术后 1mo, 发生双眼色素播散综合征。由于 PCIOL 与虹膜后表面机械性接触和摩擦, 出现色素脱落是很难避

免的。但是, ICL 的亲水性光滑表面有助于减少 ICL 和虹膜表面间的机械摩擦, 从而减少色素脱落。Abela 等^[27]观察到 ICL 术后房角检查可发现小梁网色素沉着, 但不引起眼压升高。目前并无证据表明 ICL 植入术后可出现持续性色素脱落或因此而致青光眼。

6.5 其他并发症 术中过多刺激虹膜可以引起虹膜炎。ICL 偏中心, 多因 ICL 长度不合适所致, 严重的偏位, 可导致晶状体混浊, 应及早取出更换长度合适的 ICL。

7 ICL 植入术治疗高度近视的优点

ICL 植入术治疗高度近视眼具有以下优点: (1) 容易被有白内障手术经验的医师掌握; (2) 该术保留了原有的调节功能, 术后屈光矫正结果可以预测; (3) 患者术后不适感极少, 视力恢复迅速, 结果稳定; (4) 由于它是眼的一种附加物, 如果度数和大小不合适还可以取出, 取出时操作也简单, 取出后可以更换再植入; (5) ICL 植入术可以矫治 LASIK 不能治疗的圆锥角膜^[28]和超高度近视; (6) ICL 植入术可以矫治患有单侧高度近视的儿童。这类儿童给予传统的治疗如带框架眼镜或接触镜常易失败, 很容易形成弱视和斜视。Lesueur 等^[29]对患有高度近视合并弱视的 11 名儿童 12 眼植入了 ICL, 这些儿童平均年龄 8.9 (3~16) 岁, 术后平均随访 20.53mo, 没有发生任何并发症。平均球面屈光度由术前 -12.7 ± 3.27 (-8.00~-18.00)D 降到术后 +0.71 ± 0.86 (-0.75~+2.00)D, 术前 BCVA 为指数 ~20/60, 术后 BCVA 平均提高到 20/60。7 眼恢复了正常眼位, 6 眼获得双眼视力, 生活质量大大提高。

8 展望

ICL 植入术对治疗高度近视已表现出明显的优越性。术后裸眼视力大幅度改善的同时, 可保留原有的调节功能。屈光状态具有可预测性和可控制性。术眼术后恢复快, 手术具有可逆性, 并发症较少。但这种手术的并发症、长效性还有待进一步观察和研究。可以相信, 不久的将来, 随着显微技术的普及, 晶状体材质和设计的更加优化, 检查手段和手术技术的不断提高, 该手术将日臻完善。

参考文献

- 1 Fyodorov SN, Zuev VK, Aznabayev BM. Intraocular correction of high myopia with negative posterior chamber lens. *Ophthalmol Surg (Moscow)* 1991;3:57-58
- 2 Kohnen T, Baumeister M, Magdowski G. Scanning electron microscopic characteristics of phakic intraocular lenses. *Ophthalmology* 2000;107(5):934-939
- 3 Risto JU, Esko A, Nida HS. Implantable contact lens for high myopia. *J Cataract Refract Surg* 2002;28(1):29-36
- 4 Chang JS, Meau AY. Collamer phakic intraocular lens in high myopic Asian eyes. *J Refract Surg* 2007;23(1):17-25
- 5 Sanders DR, Vukich JA, Doney K, et al. Food and drug administration clinical trial of the implantable contact lens for moderate to high myopia. *Ophthalmology* 2003;110:255-266
- 6 Lackner B, Pieh S, Schmidinger G, et al. Outcome after treatment of ametropia with implantable contact lenses. *Ophthalmology* 2003;110(11):2153-2161
- 7 Jimenez-Alfaro I, Benitez del Castillo JM, Garcia-Feijoo J, et al. Safety of posterior chamber phakic intraocular lenses for the correction of high myopia anterior segment changes after posterior chamber phakic intraocular lens implantation. *Ophthalmology* 2001;108(1):90-99
- 8 Dejaco-Ruhswurm I, Scholz U, Pieh S, et al. Long-term endothelial changes in phakic eyes with posterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2002;28(9):1589-1593
- 9 Fink AM, Gore C, Rosen E. Cataract development after implantation of the Staar Collamer posterior chamber phakic lens. *J Cataract Refract*

- Surg* 1999;25(2):278-282
- 10 Sanders DR, Vukich JA. Comparison of implantable contact lens and laser assisted *in situ* keratomileusis for moderate to high myopia. *Cornea* 2003;22(4):324-331
- 11 Sanders DR, Doney K, Poco M, *et al*. United States Food and Drug Administration clinical trial of the Implantable Collamer Lens (ICL) for moderate to high myopia: three-year follow-up. *Ophthalmology* 2004;111(9):1683-1692
- 12 Sanders DR. Matched population comparison of the visian implantable collamer lens and standard LASIK for myopia of -3.00 to -7.88 diopters. *Refract Surg* 2007;23(6):537-553
- 13 Sanders DR, Schneider D, Martin R, *et al*. Toric Implantable Collamer Lens for moderate to high myopic astigmatism. *Ophthalmology* 2007;114(1):54-61
- 14 Menezo JL, Peris-Martínez C, Cisneros-Lanuza AL, *et al*. Rate of cataract formation in 343 highly myopic eyes after implantation of three types of phakic intraocular lenses. *J Refract Surg* 2004;20(4):317-324
- 15 Sanders DR, Vukich JA. ICL in treatment of myopia (ITM) study group. Incidence of lens opacities and clinically significant cataracts with the implantable contact lens: comparison of two lens designs. *J Refract Surg* 2002;18(6):673-682
- 16 Sanders DR. Anterior subcapsular opacities and cataracts 5 years after surgery in the vision implantable collamer lens FDA trial. *J Refract Surg* 2008;24(6):566-570
- 17 Zadok D, Chayet A. Lens opacity after neodymium: YAG laser iridectomy for phakic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 1999;25(4):592-593
- 18 Amann J, Holley GP, Lee SB, *et al*. Increased endothelial cell density in the paracentral and peripheral regions of the human cornea. *Am J Ophthalmol* 2003;135(5):584-590
- 19 Bednarz J, Engelmann K. Indication for precursor cells in adult human corneal endothelium. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001;42:274
- 20 Edelhauser HF, Sanders DR, Azar R, *et al*. Corneal endothelial assessment after ICL implantation. *J Cataract Refract Surg* 2004;30(3):576-583
- 21 Bourne WM, Nelson LR, Hodge DO. Central corneal endothelial cell changes over a ten-year period. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1997;38(3):779-782
- 22 Arne JL, Lesueur LC. Phakic posterior chamber lenses for high myopia: functional and anatomic outcomes. *J Cataract Refract Surg* 2000;26(3):369-374
- 23 Sanders DR, ICL in Treatment of Myopia Study Group. Postoperative inflammation after implantation of the implantable contact lens. *Ophthalmology* 2003;110(12):2335-2341
- 24 Hoyos JE, Dementiev DD, Cigales M, *et al*. Phakic refractive lens experience in Spain. *J Cataract Refract Surg* 2002;28(11):1939-1946
- 25 刘彦,王育良,高卫萍,等.有晶状体眼后房人工晶状体植入矫治高度近视的临床观察. *国际眼科杂志* 2009;9(6):1198-1199
- 26 Brandt JD, Mockovak ME, Chayet A. Pigmentary dispersion syndrome induced by a posterior chamber phakic refractive lens. *Am J Ophthalmol* 2001;131(2):260-263
- 27 Abela-Formanek C, Kruger AJ, Dejaco-Ruhswurm I, *et al*. Gonioscopic changes after implantation of a posterior chamber lens in phakic myopic eyes. *J Cataract Refract Surg* 2001;27(12):1919-1925
- 28 Alfonso JF, Palacios A, Montes-Mico R. Myopic phakic STAAR collamer posterior chamber intraocular lenses for keratoconus. *J Refract Surg* 2008;24(9):867-874
- 29 Lesueur LC, Arne JL. Phakic intraocular lens to correct high myopic amblyopia in children. *J Refract Surg* 2002;18(5):519-523