

# 飞秒激光辅助白内障手术联合三焦点人工晶状体植入术的疗效观察

张舒琪<sup>1</sup>, 张素华<sup>2</sup>, 刘 迁<sup>2</sup>, 张 哲<sup>2</sup>

引用:张舒琪,张素华,刘迁,等.飞秒激光辅助白内障手术联合三焦点人工晶状体植入术的疗效观察.国际眼科杂志 2019;19(6):1044-1047

基金项目:山西省社会发展科技攻关项目(No.20140313014-9)  
作者单位:<sup>1</sup>(030000)中国山西省太原市,山西医科大学;  
<sup>2</sup>(030000)中国山西省太原市,山西医科大学附属山西省眼科医院  
作者简介:张舒琪,在读硕士研究生,研究方向:白内障。  
通讯作者:张素华,毕业于山西医科大学,本科,主任医师,教授,硕士研究生导师,研究方向:白内障.cfykys@163.com  
收稿日期:2018-12-17 修回日期:2019-05-07

## 摘要

目的:观察飞秒激光辅助白内障手术联合三焦点人工晶状体(IOL)植入术后的临床疗效。

方法:回顾性自身前后对照研究。选择2016-09/2017-11就诊于山西省眼科医院植入三焦点IOL的白内障患者42例59眼,随访至术后6mo,分别观察术前、术后1wk,1、3、6mo单眼裸眼远、中、近距离视力(LogMAR)、离焦曲线、屈光稳定性、高阶像差、患者满意度和脱镜率。

结果:所有患者在术后各随访时间点远、中、近距离均可获得优于0.1LogMAR的良好视力,术后各距离视力与术前相比显著提高( $P<0.05$ )。术后6mo离焦曲线在0~-2.5D之间曲线过渡平缓,术眼达到优于0.8的视力水平。术后6mo,63%(37眼)的患眼SE位于 $\pm 0.25D$ 之间,88%(52眼)的患眼SE则位于 $\pm 0.50D$ 之间。术后各时期全眼的总高阶像差、彗差、球差、三叶草像差明显低于术前( $P<0.05$ )。

结论:飞秒激光辅助白内障手术联合三焦点IOL植入术可以为患者提供舒适自然的全程视力,实现真正的脱镜,患者术后满意度高。

关键词:飞秒激光;三焦点IOL;屈光稳定性;高阶像差

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2019.6.34

## Femtosecond laser - assisted cataract surgery combined with trifocal intraocular lens implantation

Shu - Qi Zhang<sup>1</sup>, Su - Hua Zhang<sup>2</sup>, Qian Liu<sup>2</sup>, Zhe Zhang<sup>2</sup>

Foundation item: Shanxi Province Social Development Science and Technology Research Project (No.20140313014-9)

<sup>1</sup>Shanxi Medical University, Taiyuan 030000, Shanxi Province, China; <sup>2</sup>Department of Ophthalmology, Shanxi Provincial Eye

Hospital Affiliated to Shanxi Medical University, Taiyuan 030000, Shanxi Province, China

Correspondence to: Su-Hua Zhang. Department of Ophthalmology, Shanxi Provincial Eye Hospital affiliated to Shanxi Medical University, Taiyuan 030000, Shanxi Province, China. cfykys@163.com

Received: 2018-12-17 Accepted: 2019-05-07

## Abstract

• AIM: To evaluate the clinical efficacy of femtosecond laser - assisted cataract surgery combined with trifocal intraocular lens (IOL) implantation.

• METHODS: From September 2016 to November 2017, 42 cases (59 eyes) of cataract patients receiving trifocal IOL implantation in Shanxi Eye Hospital were retrospectively enrolled in this study. Moreover, the visual and refractive outcomes, defocus curve, refractive stability, high order aberrations, patient satisfaction, and spectacle independence were evaluated at 1wk, 1mo, 3mo and 6mo after surgery, respectively.

• RESULTS: All patients had attained good visual acuity of  $>0.1$  LogMAR at different distances during the follow-up period; besides, the visual acuity at each distance was remarkably higher compared with that before surgery ( $P<0.05$ ). The defocus curve had displayed no significant decrease between 0D to  $-2.5D$  at 6mo postoperatively, with the visual acuity better than 0.8. At 6mo postoperatively, 63% (37 eyes) eyes had a spherical equivalent (SE) of  $\pm 0.25D$ , and 88% (52 eyes) eyes had a SE of  $\pm 0.50D$ . The incidences of high order aberrations, coma, spherical aberration and trefoil of all eyes were evidently lower than those before surgery, and the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ).

• CONCLUSION: Femtosecond laser - assisted cataract surgery combined with trifocal IOL implantation can provide patient with a comfortable and natural full-range vision, which can greatly improve the postoperative satisfaction of patients.

• KEYWORDS: femtosecond cataract; trifocal intraocular lens; refractive stability; high order aberrations

Citation: Zhang SQ, Zhang SH, Liu Q, et al. Femtosecond laser-assisted cataract surgery combined with trifocal intraocular lens implantation. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2019; 19(6): 1044-1047

## 0 引言

随着白内障手术技巧的日渐完善以及生物测量的精准性,特别是飞秒激光技术在白内障手术中的应用,白内

表 1 手术前后各时间点视力比较

视力	术前	术后 1wk	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo	F	P
UCDVA	0.89±0.10	0.03±0.08 <sup>a</sup>	0.02±0.12 <sup>a</sup>	0.01±0.06 <sup>a</sup>	0.03±0.11 <sup>a</sup>	842.75	P<0.01
UCIVA	0.72±0.19	0.13±0.13 <sup>a</sup>	0.12±0.07 <sup>a</sup>	0.10±0.11 <sup>a</sup>	0.10±0.09 <sup>a</sup>	116.17	P<0.01
UCNVA	0.80±0.16	0.11±0.07 <sup>a</sup>	0.10±0.08 <sup>a</sup>	0.12±0.09 <sup>a</sup>	0.09±0.11 <sup>a</sup>	207.25	P<0.01

注:<sup>a</sup>P<0.05 vs 术前。

障手术已进入屈光性手术时代。伴随人们生活水平的提高,追求舒适自然的全程视力成为白内障患者的主要需求<sup>[1]</sup>。传统的多焦点 IOL 实际只有两个焦点,患者术后可以拥有良好的远视力和近视力<sup>[2-6]</sup>,但患者在进行中间距离视物(例如看电脑、做家务)不够清晰,并且这类型的 IOL 存在眩光、光晕、对比敏感度下降等不足,因此不能满足患者全程视力的要求<sup>[6]</sup>。目前三焦点 IOL 在国内相关领域鲜有报道<sup>[7]</sup>,本研究通过观察 42 例 59 眼植入三焦点 IOL 的白内障患者,对其临床效果进行研究分析,为临床提供参考。

### 1 对象和方法

**1.1 对象** 回顾性自身前后对照研究。选择 2016-09/2017-11 就诊于山西省眼科医院符合手术要求的白内障患者 42 例 59 眼,其中男 17 例 29 眼,女 25 例 30 眼,年龄 38~85(56.57±12.17)岁,散光 0~0.75(0.32±0.18)D。纳入标准:(1)诊断为年龄相关性白内障,核硬度 III~IV 级;(2)0.1≤角膜球差≤0.3;角膜高阶像差<0.3;(3)Kappa 角<0.3mm,Alppa 角<0.5mm;(4)角膜规则散光及术源性散光≤0.75D;(5)B/F 值>82%。排除标准:(1)角膜病变;(2)眼部手术史和影响视力的全身疾病;(3)黄斑病变及其他眼底疾病。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,所有患者均签署知情同意书,且能按时随访。

**1.2 方法** 所有患者术前均行眼科常规检查。包括裸眼视力(UCVA)及最佳矫正视力(BCVA)、裂隙灯显微镜、IOP、眼 B 超、光学相干断层成像(OCT)、角膜内皮镜;IOL Master 测算 IOL 预留度数,Pentacam 眼前节分析系统测算角膜及全眼散光、角膜球差,iTrace 视功能分析仪测量患者术前波前像差。采用 SRK/T 公式计算 IOL 度数,设定目标屈光度接近于 0。术前左氧氟沙星滴眼液点术眼,q2h,持续 3d,普拉洛芬滴眼液,qid,持续 1d。

所有手术均由同一位经验丰富的医师完成。术前散瞳,患者取仰卧位,术眼行表面麻醉后,使用飞秒激光(LenSx,Alcon)于角膜 120°轴位制作 2.2mm 透明角膜主切口,20°轴位制作 1.2mm 角膜侧切口,飞秒激光前囊膜切开的直径为 5.3mm<sup>[8]</sup>,预劈核处理后,患者转移至超声乳化手术室,常规消毒铺巾,置开睑器,前房注黏弹剂,撕囊镊取出游离的前囊膜片,超声乳化仪吸除晶状体核及皮质,充分注吸残余皮质并行前后囊膜抛光,囊袋内植入三焦点 IOL,完全吸除囊袋内黏弹剂,水密封口,成形前房。术毕涂妥布霉素地塞米松眼膏,包扎术眼。次日开始左氧氟沙星滴眼液点术眼,q2h,持续 3d,3d 后改为 qid,持续 2wk,泼尼松龙滴眼液点术眼 q2h,持续 3d,3d 后改为 qid,持续 2wk,普拉洛芬滴眼液点术眼,qid,持续 6wk。术后随访 6mo。分别于术前、术后 1wk,1,3,6mo 时采用标准对数视力表测量裸眼远视力(uncorrected distance visual acuity,UCDVA),检查距离为 5m;采用标准近视力表测量裸眼近视力(uncorrected near visual acuity,UCNVA)、裸眼

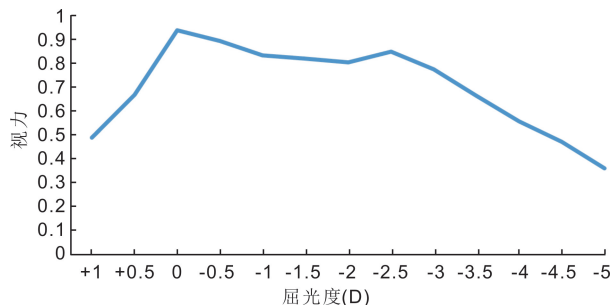


图 1 术后 6mo 离焦曲线。

中视力(uncorrected intermediate visual acuity,UCIVA),检查距离分别为 40、80cm。记录术前及术后各随访时间点 UCDVA、UCIVA、UCNVA,结果以 LogMAR 视力表示。术后 6mo 时使用综合验光仪,从+1D 至-5D,以 0.5D 为一档依次递减球镜度数,并测出相应球镜度数下的视力,以球镜度数为 X 轴,视力为 Y 轴,绘制离焦曲线图。采用以激光光束追踪法为原理的 iTrace 视觉功能分析仪测量患者在 3mm 瞳孔直径下的高阶像差,记录患者术前,术后 1wk,1,3,6mo 全眼的总高阶像差、彗差、球差、三叶草。所有检查均由熟练操作系统的同一位医师完成,患者双眼睁开固视视标,连续测量 3 次取平均值。记录术后 6mo 时患者的验光度数,并计算 SE 度数,按照不同区间±0.25D、±0.50D、±0.75D、±1.0D 记录患眼分布情况。术后各时期对患者的主观视觉质量进行问卷调查,其中包括脱镜情况及视觉干扰现象。患者术后脱镜情况的衡量包括:看电视(UCDVA)、读书(UCIVA)、看手机(UCNVA),视觉干扰现象包括眩光及光晕;术后 6mo 时随访患者分别使用从 4(非常满意)、3(比较满意)、2(满意)到 1(不满意)的分数对该三焦点 IOL 进行满意度评分。

**统计学分析:**采用 SPSS 20.0 软件进行统计分析。计量数据以  $\bar{x}±s$  表示,所有数据经正态检验和方差齐性检验。对于不同时间点各指标分析采用重复测量数据的方差分析。各时间点两两间比较采用 LSD-t 检验。以 P<0.05 为差异有统计学意义。

### 2 结果

**2.1 术后视力的比较** 所有患者在术后 1wk,1,3,6mo 远、中、近视力均可获得优于 0.1LogMAR 的良好视力,术后 1wk,1,3,6mo UCDVA、UCIVA、UCNVA 与术前相比差异均有统计意义(P<0.05),术后 1wk,1,3,6mo 的 UCDVA、UCIVA、UCNVA 的两两比较差异无统计学意义(P>0.05),见表 1。

**2.2 术后离焦曲线** 术后 6mo 时所有术眼在+0~-2.5D 离焦范围内过渡平缓,术眼达到优于 0.8 的视力水平,见图 1。

**2.3 手术前后高阶像差比较** 术后 1wk,1,3,6mo 的总高阶像差、彗差、球差、三叶草像差与术前相比差异均有统计

表2 三焦点人工晶状体植入手术前后高阶像差的比较

( $\bar{x} \pm s, \mu\text{m}$ )

指标	术前	术后 1wk	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo	F	P
总高阶像差	0.438±0.283	0.090±0.027 <sup>a</sup>	0.098±0.024 <sup>a</sup>	0.094±0.029 <sup>a</sup>	0.095±0.025 <sup>a</sup>	23.347	<0.01
球差	0.070±0.193	0.001±0.017 <sup>a</sup>	0.005±0.015 <sup>a</sup>	0.007±0.043 <sup>a</sup>	0.003±0.016 <sup>a</sup>	3.784	<0.01
彗差	0.291±0.234	0.049±0.010 <sup>a</sup>	0.044±0.017 <sup>a</sup>	0.045±0.019 <sup>a</sup>	0.048±0.020 <sup>a</sup>	18.595	<0.01
三叶草像差	0.142±0.094	0.061±0.035 <sup>a</sup>	0.060±0.024 <sup>a</sup>	0.062±0.030 <sup>a</sup>	0.063±0.022 <sup>a</sup>	13.182	<0.01

注:<sup>a</sup> $P < 0.05$  vs 术前。

意义( $P < 0.05$ ),术后 1wk,1、3、6mo 的总高阶像差、球差、彗差、三叶草像差的两两比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表2。

**2.4 术后屈光稳定性** 术后 6mo,63%(37眼)的患眼 SE 位于±0.25D 之间,88%(52眼)的患眼 SE 则位于±0.50D 之间,97%(57眼)的患眼 SE 位于±0.75D 之间,而 SE 位于±1.00D 之间的患眼达 100%(59眼)。

**2.5 脱镜率及满意度** 所有患者在术后 1wk,1、3、6mo 视远、中距离时均无需戴镜,但有 2 例患者表示术后 1wk,1、3、6mo 视近距离时需配戴眼镜;6 例患者抱怨术后 1mo 时有光晕及眩光现象,但不影响日常生活,仅 1 例患者抱怨在术后 6mo 时仍有夜间眩光现象,术后 6mo 时,59%(35眼)的患者对该三焦点 IOL 表示非常满意(4分),25%(15眼)的患者则表示比较满意(3分),14%(8眼)的患者表示满意(2分),仅有 2%(1眼)的患者表示不满意(1分)。

### 3 讨论

伴随电子产品的普及,人们用眼习惯也发生很大改变,对中距离视力的需求增多<sup>[9-10]</sup>。对于白内障患者而言,他们期望术后能够获得视远、中、近距离都清晰的全程视力,摆脱眼镜的束缚。三焦点 IOL 的设计目的旨在提供优良的中距离视力的同时并不影响远近距离的视力,从而获得舒适自然的全程视力<sup>[11]</sup>。三焦点 IOL 为单片式非球面 IOL,主体及支撑部分由亲水性丙烯酸酯材料制成,具有疏水性表面特质,前表面采用折射和衍射相结合的设计<sup>[9]</sup>。

飞秒激光辅助白内障手术的开展是白内障手术的一场重大变革,2009 年 Nagy 等<sup>[12]</sup>首次报告用 LenSx 飞秒激光系统辅助进行白内障手术,取得成功。2013 年 LenSx 系统进入我国,辅助白内障手术取得良好的效果<sup>[13]</sup>。已有大量文献指出在晶状体环形撕囊、晶状体预劈核、透明角膜切口的制作及晶状体植入后的稳定性等方面飞秒激光所具备的优势<sup>[14-16]</sup>,该技术与传统手术相比具有更高的安全性及可控性<sup>[17]</sup>,并获得满意的屈光效果,减少并发症的发生几率<sup>[18]</sup>。

本研究结果显示,所有患者在术后各随访时间内远、中、近视力均优于 0.1LogMAR,术后 6mo 结果显示,远、近视力可达 0.0LogMAR 甚至更佳。肖雪冰等<sup>[7]</sup>对 24 例 26 眼植入相同类型三焦点 IOL 研究结果中发现,术后 3mo 患者远、近视力可达 0.1LogMAR 以上,而中距离视力达 0.2LogMAR 以上,我们的结果似乎更令人满意。在 Kretz 等<sup>[19]</sup>的研究中,50 例行 AT LISA tri 839MP IOL 植入术的患者术后 3mo 随访发现,有 91%眼的远视力、87%眼的中视力以及 79%眼的近视力达到或优于 0.1LogMAR。Mojzis 等<sup>[20]</sup>将 30 例 60 眼分成两组,分别植入 AT LISA tri 839MP 三焦点 IOL 与 AT LISA tri 801MP 双焦点 IOL,对比研究之后发现,术后 3mo 两组远视力结果差异无统计学意义( $P > 0.01$ ),而三焦组近视力和中间视力明显更好

( $P < 0.01$ )。由此可见,三焦点 IOL 可以提供优越的中视力,使患者获得清晰舒适的全程视力<sup>[21]</sup>。

离焦曲线是反映患者连续视程的重要指标。图 1 显示,术后 6mo 的离焦曲线分别在 OD 和 -2.5D 出现两次峰值,这与 Mojzis 等<sup>[9]</sup>报道结果无明显差异。Lindstrom 等<sup>[22]</sup>对三焦点、双焦点、单焦点 IOL 进行对比之后发现,在 0.00D 处,也就是远距离视力,LISA tri 和单焦点 IOL 表现更佳;在 -1.50D 处,即中距离视力,LISA tri 要优于其他 IOL。周星延等<sup>[23]</sup>与 de Vries 等<sup>[24]</sup>对 Acrysof Restore+4D 和 +3D 的研究对比发现,离焦曲线在 -1.0~-1.5D 之间不存在明显的波谷,这表明三焦点 IOL 的全程视力与双焦点 IOL 相比具有明显的优越性,其在保证了近视力的同时,解决了中视力不佳的缺陷。因此,三焦点 IOL 可以使患者实现从远到近的清晰转换。这主要是由于三焦点 IOL 在近距离和中距离附加度数分别是 +3.33D 和 +1.66D,提供了舒适的阅读视力及自然的 40cm 和 80cm 之间的中距离视力。

以往白内障术后患者常抱怨眩光、复视、光晕等不良视觉现象,因此视觉质量评估显得尤为重要。Kosaki 等<sup>[25]</sup>在研究中指出高阶像差是影响白内障患者术后视物模糊、夜视力差、眩光等症状的主要原因,而高阶像差主要包括球差、彗差、三叶草像差等。白内障术后角膜及眼内的高阶像差有所改变<sup>[26]</sup>,因此测量三焦点 IOL 的总高阶像差有助于反映视觉质量的客观变化。本研究发现术后各时期全眼的总高阶像差、彗差、球差、三叶草像差明显低于术前,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),这与肖雪冰等<sup>[7]</sup>研究结果一致。有学者认为,这可能与飞秒激光制作的角膜切口的精准性及术后角膜水肿发生率低而没有引起角膜高阶像差的改变有关<sup>[27]</sup>。除此之外,Miháltz 等<sup>[28]</sup>研究表示飞秒激光撕囊因其囊袋的居中性及 IOL 偏位率低,可明显减少术后眼内高阶像差及彗差,由此可见,飞秒激光辅助下的三焦点 IOL 植入后并未引入较多高阶像差,可使患者获得较为满意的视觉质量。

目前,国内关于三焦点的文章中尚未出现屈光稳定性方面的报道<sup>[7,23]</sup>,国外学者 Mojzis 等<sup>[9]</sup>研究发现有 86.67%的患眼在植入同种型号三焦点 IOL 术后 SE 位于±0.50D 之间,我们的研究中 SE 位于±0.50D 之间的患眼达 89%,这与 Kretz 等<sup>[29]</sup>的报道中有 90%的患眼植入三焦点 IOL 术后 3mo SE 位于±0.50D 之间结果基本相似。Law 等<sup>[30]</sup>的一项前瞻性研究结果显示,所有患者在术后随访中 SE 位于 -0.50~+0.75D 之间。笔者认为这主要得益于飞秒激光制作角膜切口的精确性以及居中正圆的环形撕囊,确保了有效的 IOL 位置,减少屈光误差,患者在长期随访中并未出现 IOL 偏位等影响视觉质量的现象,Wang 等<sup>[31]</sup>研究结果亦证实了这一点。

本研究结果显示术后 6mo 患者的满意度评分较高,



且术后视远、中距离脱镜患者达 100%。术后早期有 6 眼存在光晕及眩光现象,考虑可能与增加的 2 个焦点有关。随着时间的推移,术后 6mo 时有光晕者仅剩 1 例患者。这与 Mendicute 等<sup>[32]</sup>及 Voskresenskaya 等<sup>[33]</sup>提出的由光晕和眩光引起的视觉干扰随着时间的推移逐渐减少结果基本一致。三焦点 IOL 能够提供良好的远、中、近视力,摆脱对眼镜的依赖,从而提高患者对术后效果的满意度,然而三焦点 IOL 价格昂贵,患者期望值高也影响了患者的满意度。这也反映了术前把握三焦点 IOL 手术适应证及充分沟通的重要性。

本研究不足在于术后 6mo 的临床观察结果虽然有一定的参考价值,但仍需继续完善 1a 的长期随访,并且本试验只做手术前后自身稳定性对照分析而无其他对照组,对于手术的远期效果仍需要收集大样本量的临床研究进行进一步的探讨。

综上所述,飞秒激光联合三焦点人工晶状体植入术用于白内障患者治疗,不仅可以为患者提供舒适自然的全程视力,实现真正的脱镜,并且创伤小,恢复快,不良视觉症状较少,术后长期随访中保持较为理想的屈光状态,极大地提高了患者的术后满意度。

#### 参考文献

- Shen Z, Lin Y, Zhu Y, et al. Clinical comparison of patient outcomes following implantation of trifocal or bifocal intraocular lenses: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep* 2017; 7:45337
- 王文莹, 王军, 张晶, 等. 多焦点与单焦点非球面人工晶状体植入后视觉质量的临床观察. *中华眼科杂志* 2010;46(8):686-690
- Torun Acar B, Duman E, Simsek S. Clinical outcomes of a new diffractive trifocal intraocular lens with Enhanced Depth of Focus (EDOF). *BMC Ophthalmol* 2016; 16(1):208
- Kretz FT, Müller M, Gerl M, et al. Binocular function to increase visual outcome in patients implanted with a diffractive trifocal intraocular lens. *BMC Ophthalmol* 2015; 15(1):110
- Rick P, Gunnar GK. Comparison of visual outcomes and subjective visual quality after bilateral implantation of a diffractive trifocal intraocular lens and blended implantation of apodized diffractive bifocal intraocular lenses. *Clin Ophthalmol* 2016;10:805-811
- Rabsilber TM, Kretz FTA, Holzer MP, et al. Bilateral implantation of toric multifocal additive intraocular lenses in pseudophakic eyes. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38(8): 1495-1498
- 肖雪冰, 乌兰, 栾多, 等. 三焦点人工晶状体植入术后的早期临床效果. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2017;19(5):311-314
- 中华医学会眼科学分会白内障及人工晶状体学组. 我国飞秒激光辅助白内障摘除手术规范专家共识(2018年). *中华眼科杂志* 2018; 54(5):328-333
- Mojzis P, Pena-García P, Liehneova I, et al. Outcomes of a new diffractive trifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40(1): 60-69
- Cochener B, Vryghem J, Rozot P, et al. Visual and refractive outcomes after implantation of a fully diffractive trifocal lens. *Clin Ophthalmol* 2012;6:1421-1427
- 王思聪, 朱怡, 袁景, 等. 三焦点与双焦点人工晶状体临床应用效果的 Meta 分析. *中华眼外伤职业眼病杂志* 2017; 39(3):232-237
- Nagy Z, Takacs A, Filkorn T, et al. Initial Clinical Evaluation of an Intraocular Femtosecond Laser in Cataract Surgery. *J Refract Surg* 2009; 25(12):1053-1060
- 田芳, 张红, 李筱荣. 飞秒激光辅助超声乳化白内障吸除术的初步观察. *中华眼科杂志* 2014; 50(2):133-136

- Conradhengerer I, Hengerer FH, Schultz T, et al. Effect of femtosecond laser fragmentation on effective phacoemulsification time in cataract surgery. *J Refract Surg* 2012;28(12):879-883
- Palanker DV, Blumenkranz MS, Andersen D, et al. Femtosecond Laser - Assisted Cataract Surgery with Integrated Optical Coherence Tomography. *Sci Transl Med* 2010; 2(58):58-85
- Nagy Z, Takacs A, Filkorn T, et al. Initial Clinical Evaluation of an Intraocular Femtosecond Laser in Cataract Surgery. *J Refract Surg* 2009; 25(12):1053-1060
- Krátnitz K, Miháltz K, Sándor GL, et al. Intraocular lens tilt and decentration measured by scheinpflug camera following manual or femtosecond laser - created continuous circular capsulotomy. *J Refract Surg* 2012; 28(4):259-263
- 张哲, 张素华, 曹伟芳, 等. 飞秒激光超声乳化白内障吸除术与 2.2mm 同轴微切口超声乳化白内障吸除术早期临床效果对比. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2015;17(11):679-684
- Kretz FT, Choi CY, Mailer M, et al. Visual outcomes, patient satisfaction and spectacle independence with a trifocal diffractive intraocular lens. *Korean J Ophthalmol* 2016;30(3):180-191
- Mojzis P, Kukuckova L, Majerova K, et al. Comparative Analysis of the Visual Performance After Cataract Surgery With Implantation of a Bifocal or Trifocal Diffractive IOL. *J Refract Surg* 2014; 30(10): 666-672
- Xu Z, Cao D, Chen X, et al. Comparison of clinical performance between trifocal and bifocal intraocular lenses: A meta-analysis. *PLoS One* 2017; 12(10):e0186522
- Lindstrom RL, Macrae SM, Pepose JS, et al. Corneal inlays for presbyopia correction. *Curr Opin Ophthalmol* 2013; 24(4):281-287
- 周星延, 王静, 赵江月, 等. 三焦点人工晶状体术后早期临床观察. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2018;20(6):360-364
- de Vries NE, Webers CA, Montés-Micó R, et al. Long-term follow-up of a multifocal apodized diffractive intraocular lens after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34(9): 1476-1482
- Kosaki R, Kozaki J, Maeda N. Higher-order aberrations in eye implanted with aspherical intraocular lenses. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi* 2013; 117(1):27-34
- Villarrodona L, Barrett GD, Johnson B. High-order aberrations in pseudophakia with different intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30(3): 571-575
- 曾凡超, 司马晶, 杨浩江, 等. 飞秒激光白内障手术源性散光及术后角膜像差的变化研究. *临床眼科杂志* 2016; 24(2):97-100
- Miháltz K, Knorz MC, Alió JL, et al. Internal aberrations and optical quality after femtosecond laser anterior capsulotomy in cataract surgery. *J Refract Surg* 2011; 27(10):711-716
- Kretz FTA, Breyer D, Diakonis VF, et al. Clinical Outcomes after Binocular Implantation of a New Trifocal Diffractive Intraocular Lens. *J Ophthalmol* 2015;2015:962891
- Law EM, Aggarwal RK, Hosam K. Clinical Outcomes with a New Trifocal Intraocular Lens. *Eur J Ophthalmol* 2014; 24(4):501-508
- Wang X, Zhang Z, Li X, et al. Evaluation of Femtosecond Laser Versus Manual Clear Corneal Incisions in Cataract Surgery Using Spectral-Domain Optical Coherence Tomography. *J Refract Surg* 2018; 34(1):17-22
- Mendicute J, Kapp A, Lévy P, et al. Evaluation of visual outcomes and patient satisfaction after implantation of a diffractive trifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2016;42(2):203-210
- Voskresenskaya A, Pozdeyeva N, Pashtae N, et al. Initial results of trifocal diffractive IOL implantation. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2010; 248(9): 1299-1306