

囊袋张力环在高度近视合并白内障中的应用进展

邓菲菲, 古学军

引用: 邓菲菲, 古学军. 囊袋张力环在高度近视合并白内障中的应用进展. 国际眼科杂志 2023;23(7):1130-1133

作者单位: (330000) 中国江西省南昌市, 南昌大学附属眼科医院
江西省眼科疾病临床医学研究中心

作者简介: 邓菲菲, 南昌大学在读硕士研究生, 研究方向: 白内障。

通讯作者: 古学军, 毕业于南昌大学, 博士, 教授, 主任医师, 硕士研究生导师, 研究方向: 白内障. guxuejun1204@sina.com

收稿日期: 2022-07-14 修回日期: 2023-05-29

摘要

近年来, 高度近视合并白内障的发病率逐渐升高, 高度近视眼特殊的解剖构造及病变性质, 使得此类患者治疗难度及各类并发症远高于普通白内障手术。随着设计和材料的不断进步, 囊袋张力环(CTR)的适应证逐渐扩展, 尤其对于高度近视患者而言, 可以维持人工晶状体位置的稳定, 辅助悬韧带松弛部位, 抑制术后残留的晶状体上皮细胞的迁移和增生, 改善患者视觉质量以及降低视网膜脱离的发生率。本文就 CTR 的历史发展背景、临床使用情况以及在高度近视合并白内障中的应用效果等进行综述。

关键词: 高度近视; 白内障; 囊袋张力环; 适应证; 应用效果
DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2023.7.13

Progress on the application of capsular tension ring in high myopia combined with cataract

Fei-Fei Deng, Xue-Jun Gu

Affiliated Eye Hospital of Nanchang University; Jiangxi Clinical Research Center for Ophthalmic Disease, Nanchang 330000, Jiangxi Province, China

Correspondence to: Xue - Jun Gu. Affiliated Eye Hospital of Nanchang University; Jiangxi Clinical Research Center for Ophthalmic Disease, Nanchang 330000, Jiangxi Province, China. guxuejun1204@sina.com

Received: 2022-07-14 Accepted: 2023-05-29

Abstract

• In recent years, the incidence of high myopia complicated with cataract shows a gradual upward trend. Due to the special anatomical structure and lesion nature of high myopia, the difficulty and various complications of such patients are much higher than those of ordinary cataract surgery. With the continuous advancement of design and materials, the indications for capsular tension ring (CTR) have gradually expanded. Especially for

patients with high myopia, it can maintain the stability of intraocular lens position, assist the relaxation of the suspensory ligament, inhibit the migration and proliferation of residual lens epithelial cells after surgery, improve the visual quality of patients and reduce the incidence of retinal detachment. This paper reviewed the history of CTR, its clinical application, and the effect of CTR on high myopia complicated with cataract.

• **KEYWORDS:** high myopia; cataract; capsular tension ring; indication; apply effect

Citation: Deng FF, Gu XJ. Progress on the application of capsular tension ring in high myopia combined with cataract. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2023;23(7):1130-1133

0 引言

轴性高度近视是指眼轴 $\geq 26\text{mm}$ 的近视性疾病, 其发生与巩膜组织减少变薄有关, 主要表现为视力进行性下降、眼轴增长、玻璃体腔加深、眼底改变等, 常伴有弱视、白内障、视网膜脱离(retinal detachment, RD)等眼病, 是致盲的主要疾病之一^[1]。近年来, 近视的患病率逐年上升, 预计到 2050 年, 全球近视和高度近视的发病人数分别将达 50 亿和 10 亿^[2]。随着老龄化社会的到来, 高度近视并发性白内障的发病率也随之增加。与普通白内障相比, 高度近视患者白内障手术难度更大, 因为除了高度近视的本身解剖因素外, 此类人群的晶状体核硬度更高、皮质含量更多、黏度高; 手术过程中后囊膜薄弱, 悬韧带韧性差, 术后并发症如 RD、后囊混浊 (posterior capsular opacification, PCO) 和人工晶状体 (intraocular lens, IOL) 位置异常等发生率更高^[3], 使这种白内障的治疗变得复杂。为了降低术中风险和获得更好的手术效果, 囊袋张力环 (capsular tension ring, CTR) 在高度近视合并白内障的治疗中使用得越来越多。本文就囊袋张力环的历史发展背景、在临床中的使用情况以及在高度近视合并白内障中的应用效果等进行简要综述。

1 囊袋张力环的研发背景

1991 年, 为了使白内障切除后囊袋赤道维持圆形轮廓, Hara 等^[4]设计了一种内表面有凹槽的封闭柔性硅胶棒, 并取名“囊袋赤道环”。但由于封闭环直径固定, 不能适应大小不同的囊袋, 且硅胶材料较软, 不能产生有效张力阻止囊袋缩小, 从而极大地限制了使用范围。为了克服这些缺点, Nagamoto 等^[5]设计发明了聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 材料的开放性囊袋张力环。1993 年, Legler 首次报道了将 PMMA 材料制成的囊袋张力环应用于人眼, 此环 2 个自由端各有 1 个小孔, 定义为标准囊袋张力环^[6]。此后, 标准囊袋张力环广泛应用于悬韧带松弛或脆弱的白内障患者治疗中。对严重悬韧带松弛及晶状体脱位患者

来说,标准囊袋张力环仍然不能保持晶状体及囊袋的长期稳定,于是 Cionni 等^[7]对标准囊袋张力环做了改良,称为改良囊袋张力环,该环上设有可绕过前囊膜表面的挂钩且端部带小孔,能让缝线穿过挂钩上的孔并直接与巩膜固定在一起,以维持囊袋完整和稳定。

2 囊袋张力环的临床应用

2.1 主要适应证 目前临床最常使用的是 PMMA 材质的标准开放式囊袋张力环。囊袋张力环主要作用原理是为悬韧带提供离心力,重新分配现存悬韧带之间的受力,防止受力集中,保护悬韧带的脆弱部位。为了适应临床需求, Morcher 公司设计了多种尺寸的标准囊袋张力环,其中开环/压缩直径为 13.0/11.0mm (TYPE 14C) 的囊袋张力环适合大部分囊袋;开环/压缩直径为 12.0/10.0mm (TYPE 14) 的囊袋张力环适合小眼球或小眼畸形;角膜水平直径 >12mm 或眼轴 >27mm 的大眼球可选用开环/压缩直径为 14.5/12.0mm (TYPE 14A) 的囊袋张力环。临床医生可根据患者角膜直径和眼轴长度^[8]选取合适的囊袋张力环。囊袋张力环的主要适应证包括晶状体不全脱位、高度近视、青光眼、假性囊膜剥脱综合征和某些遗传性疾病,如 Marchesani 综合征、马凡综合征、同型胱氨酸尿症、视网膜色素变性等^[9]。对于如何选取不同类型的囊袋张力环,申屠形超等^[10]建议悬韧带断裂范围在 1 个象限内时,可选择植入囊袋张力环或仅植入大 C 襟的后房型 IOL;1~2 个象限内的断裂,推荐超声乳化晶状体吸除+囊袋张力环+IOL 植入;9 个钟点以上的晶状体不全脱位建议选择双钩 M 囊袋张力环;大范围的晶状体不全脱位合并睫状体分离时可选择睫状沟 M 囊袋张力环顶压睫状体治疗^[11]。Tataru 等^[12]设计的“2L Cionni 囊袋张力环”可依靠 M 囊袋张力环的 Cionni 弯钩将 Toric IOL 固定在后囊膜上。然而,即使满足了囊袋张力环植入的适应证,手术医生也应依据术中的具体情况判断是否植入囊袋张力环及植入的类型,术中植入囊袋张力环不当可导致虹膜损伤、悬韧带断裂、囊膜撕裂、玻璃体脱出,甚至晶状体掉入玻璃体腔。

2.2 囊袋张力环应用的拓展 对于长眼轴患者,囊袋张力环的植入应更为慎重,IOL-囊袋张力环囊袋复合体的脱位屡有报道。尽管有不少研究报道囊袋张力环可降低术中风险及提升术后效果,但鉴于此类患者复杂的眼内情况,目前对于术中是否常规植入囊袋张力环尚未达成共识。存在眼底病变时,可考虑使用储存贝伐单抗的囊袋药物环 (capsular drug ring, CDR) 治疗年龄相关性黄斑变性^[13]等。为降低 PCO 的发生率,2001 年 Nishi 等^[14]在标准囊袋张力环的基础上,设计了横截面呈矩形的囊袋曲折环,其宽大的侧壁对囊袋有牵拉作用,可防止 PCO 的形成。为避免硬性张力环因植入不当造成囊膜撕裂,2005 年 Dick^[15]设计了可折叠封闭式囊袋环 (closed foldable capsular rings, CFCRs),其由“中间细,两头粗”的 8 个亲水环片段和 8 个疏水环片段交替拼接而成。硬疏水环段增加了环的硬度和形状记忆;“中间细,两头粗”的柔性亲水片段设计保证了 CFCRs 的可折叠性和灵活性;拼接部分的矩形设计及侧面 0.8mm 的高度可减少 PCO 的发生。随着材料及设计的更新,囊袋张力环的适应证定会有更深的拓展,临床可根据需要,选择适当类型的囊袋张力环。

3 囊袋张力环在高度近视合并白内障中的应用

3.1 有利于维持人工晶状体有效位置及屈光度稳定 人工晶状体有效位置 (effective lens position, ELP) 变化是造成白内障患者术后屈光漂移的主要影响因素之一^[16-17]。ELP 改变包括 IOL 偏心、倾斜、旋转以及 IOL 在囊袋内前后轴移动。临床中影响 ELP 的因素众多,包括晶状体后囊膜破裂,晶状体脱位,前房深度,眼后段手术史以及撕囊口的大小和外形^[18]。而高度近视眼前后径变长,悬韧带的弹性及韧性较差,眼球对巩膜及晶状体后囊膜支撑力减弱^[19],玻璃体液化较早加之术中液流的影响,使 IOL 在大的囊袋内活动增加,ELP 不稳定,最终影响患者术后屈光状态。当直径 6.0mm IOL 光学部发生 0.5mm 偏移时可使有效光学区缩小约 11%,IOL 偏心量大于 1.0mm 或倾斜度超过 5°时就会对患者视力造成影响^[20-21]。目前,对高度近视合并白内障手术后屈光误差尚缺乏有效的防治措施,囊袋张力环辅助治疗逐渐成为一个新的趋势。王洪亮等^[22]观察 48 例高度近视合并白内障患者术后 3mo 内 IOL 倾斜及偏心率情况发现,试验组 (行超声乳化联合 IOL 及囊袋张力环植入术) IOL 水平偏心量、垂直偏心量和总偏心量均比对照组 (行超声乳化联合 IOL 植入术) 低,且差异具有统计学意义。但韩玉彤等^[23]研究发现,垂直方向偏心量的差异没有统计学意义,其他结果与王洪亮等^[22]一致。上述研究结果虽存在一定差异,但均证明囊袋张力环对此类患者具有维持 IOL 居中稳定的作用。对于合并散光的患者,在 IOL 植入过程中 IOL 的稳定问题显得尤为重要^[24]。Zhao 等^[25]研究纳入 34 例高度近视患者,其中 16 例患者接受 IOL 联合囊袋张力环植入术 (联合组),18 例患者单纯接受 IOL 植入术 (单纯组),随访至术后 6mo,单纯组患者 IOL 旋转发生率 (12 例 12 眼) 明显高于联合组 (4 例 4 眼),单纯组患者 IOL 旋转角度 20°~30° 1 例 1 眼、10°~20° 4 例 4 眼、<10° 7 例 7 眼,而联合组为 2°~5° 4 例 4 眼,说明囊袋张力环可有效增强 IOL 的旋转稳定性。

目前,临床上关于囊袋张力环植入对术后屈光预测误差的影响还未形成定论。Schild 等^[26]回顾性分析了高度近视合并白内障患者术中植入囊袋张力环对术后屈光的影响,发现囊袋张力环组与未植入张力环组在绝对屈光度预测误差均值上无统计学差异,但囊袋张力环组的绝对屈光度预测误差方差较低。Zhao 等^[25]研究发现,术后 6mo 时囊袋张力环组术后残留散光与残留散光预测值差异无统计学意义,未植入张力环组术后残留散光与散光残留预测值差异有统计学意义。而 Saadet 等^[27]研究显示,普通白内障患者植入囊袋张力环与未植入张力环的平均屈光误差和平均绝对屈光误差差异无统计学意义。囊袋张力环对高度近视合并白内障患者屈光度的影响,还需要大样本的长期随访结果进一步说明,此类患者植入囊袋张力环对维持晶状体囊袋复合体的稳定性具有很大的作用,增强了 ELP 的稳定性,也可通过增强环面上 IOL 旋转稳定性达到散光矫正的效果,对于合并角膜散光的高度近视合并白内障患者可以考虑联合植入囊袋张力环^[28]。

3.2 提高视觉质量和改善高阶像差 人眼视网膜成像质量评价主要有主观视觉质量与客观光学质量。主观视觉

质量的评价指标主要有视力、立体视觉、眩光、对比敏感度水平,测量较简单,易受个人因素影响,且无法真实、全面、定量评估视觉质量,故可靠性较差。客观光学质量评价指标包括波前像差参数、点扩散函数、散射光参数、调制传递函数等,其中波前像差参数被广泛用于屈光手术前后的评价及术中引导。由于角膜与晶状体表面曲率存在局部偏差、角膜与晶状体轴不一致、角膜与晶状体内含物质不均、折射率偏离等原因,因此角膜和晶状体是人眼光学系统中像差的主要来源。术后 IOL 倾斜及偏心可使眼内像差增大,尤以彗差的增大为主要表现,出现头晕、眩光、单眼复视及夜视力差等系列症状,极大地影响了术后的视觉质量^[20-21,29]。范永琦等^[30]分析了高度近视合并白内障患者术后的视觉质量,98 例患者行超声乳化联合囊袋张力环植入术(联合组),88 例患者仅行超声乳化术(对照组),两组患者术后总高阶像差的均方根值(root mean square value,RMS)均比术前增加,联合组患者术后总高阶像差 RMS 较对照组低,差异具有统计学意义,分析原因可能与囊袋张力环植入能够保持 IOL 位置精准,降低 IOL 倾斜度及偏心程度,进而降低术后高阶像差有关。影响年龄相关性白内障患者术后视觉质量的主要因素包括术前生物测量、手术方式及切口、超声乳化能量模式、瞳孔大小、IOL 类型、ELP、PCO^[31]。高度近视合并白内障患者术后获得良好的视觉质量仍存在诸多困难,而囊袋张力环植入可通过增强 IOL 居中稳定性和减少囊袋皱缩综合征(capsular contraction syndrome,CCS)改善患者的视觉质量。近年来飞秒激光辅助白内障联合囊袋张力环植入已被证实为一种安全有效的方法,可为提高高度近视合并白内障患者的视觉质量开辟一条新道路^[32]。

3.3 抑制晶状体上皮细胞增生及减少 PCO 和囊袋收缩

PCO 作为白内障术后常见的并发症主要包括纤维型和再生型两种类型。前者因术后残留晶状体上皮细胞(lens epithelial cells,LECs)从赤道部向后囊膜中心大量繁殖、移行,随后生成大量细胞外基质蛋白,引起囊膜纤维化而表现出囊膜混浊皱缩。再生型 PCO 由赤道部 LECs 增生而成,表现为晶状体囊袋周围部有 Soemmerring 环及散在晶状体后囊膜 Elschnig 珍珠小体出现^[33]。白内障术后不同类型、不同密度、不同分布的 PCO 对患者的屈光状态有不同的影响。既往研究表明,囊袋张力环植入在减少 PCO 的形成和防止囊袋收缩方面卓有成效^[34],但最新研究^[35]显示,白内障术后 3a PCO 发生率为 4.7%~18.6%,5a 为 7.1%~22.6%,而需要 Nd:YAG 激光切开晶状体后囊膜治疗的患者比例,3a 为 2.4%~12.6%,5a 为 5.8%~19.3%。目前 PCO 的治疗方式主要是 Nd:YAG 激光切开晶状体后囊膜,但可能导致眼压升高,IOL 损伤及 RD 等并发症^[36],解决和抑制 PCO 的问题仍然值得特别关注。Zhang 等^[34]对 2020-06 前发表的囊袋张力环和 PCO 的相关文献进行荟萃分析,纳入 8 项研究,涉及 379 例患者和 333 例对照者,结果显示,Nd:YAG 激光后囊切开后囊袋张力环植入组与未植入组差异有统计学意义($OR=0.241,95\%CI:0.145\sim0.400,I^2=42.1\%$),且植入囊袋张力环后 PCO 评分较低($SMD=-1.402,95\%CI:-2.448\sim-0.355,I^2=95.0\%$),提示囊袋张力环不仅能降低 Nd:YAG 激光的后囊切开

率,而且能减少白内障手术相关并发症。范永琦等^[30]分析原因主要有以下几点:(1)囊袋张力环使得 IOL 光学部和后囊膜之间的空隙减小,而囊袋赤道部和 IOL 边缘之间的距离变大,从而抑制了 LECs 移行、增生并减少了发生 PCO 的风险^[37];(2)悬韧带各个方向受力不均匀是引起囊袋收缩最主要的因素,囊袋张力环能均衡囊袋支撑力并有效对抗囊袋收缩和缓解囊袋皱缩^[38]。目前对 PCO 的预防仍未取得突破性进展,免疫导向治疗、基因治疗等分子生物学方法均能特异性地抑制 LECs 增生,为 PCO 的预防提供了新的思路,但多数药物研究还停留在体外细胞实验和动物实验阶段,囊袋张力环植入仍是预防 PCO 的有效方法之一。

3.4 维持眼前节和玻璃体腔稳定及减少视网膜脱离风险

Kim 等^[39]对 1455968 例 2191510 眼患者进行分析,发现与 RD 有关的风险因素包括年龄、近视、男性等。Thylefors 等^[40]根据眼轴长度对白内障手术患者的 RD 病变更发生率进行分析,结果显示,眼轴长度 $\geq 25\text{mm}$ 的患者 RD 发生率为 1.86%;眼轴长度 23~25mm 的患者 RD 发生率为 0.39%;眼轴长度 $<23\text{mm}$ 的患者 RD 发生率为 0.11%。说明眼轴长度是白内障术后 RD 发生的独立危险因素。高度近视患者的特殊解剖结构及病理特点使其手术时前房加深,房水涌动,从而增加术后 RD 及黄斑囊样水肿的发生率。韩光^[41]就囊袋张力环植入对超高度近视合并白内障患者角膜及黄斑的影响等进行观察发现,植入囊袋张力环组术后 1wk 中央角膜厚度大于未植入囊袋张力环组,术后 1wk,1mo 中心凹视网膜厚度均小于对照组。说明囊袋张力环植入能有效减轻白内障超声乳化术对此类患者角膜和视网膜的损害,增加手术的安全性。囊袋张力环可减少术中损伤的原因分析如下:(1)植入囊袋张力环有助于稳定前房,便于术中操作,1/A 吸出残余晶状体皮质的时间减少,避免因操作不当造成囊袋破裂;(2)植入合适的囊袋张力环可为松弛的囊袋提供环形支撑力,减少囊袋的非对称性张力,增加悬韧带及 IOL 囊袋复合体的稳定性^[42],从而预防液化的玻璃体经松弛的悬韧带流失,保证玻璃体腔环境稳定,减少玻璃体后脱离的发生;(3)囊袋张力环可抑制 PCO 的形成,相应地减少 Nd:YAG 激光治疗的可能性,以避免损伤后囊膜的机械屏障作用;(4)术后远期可以稳定玻璃体前界膜,减轻玻璃体腔体积的波动,减轻玻璃体后脱离进程和程度,尤其是对伴随悬韧带断裂的患者。因此,对于高度近视患者,术前结构和功能评估是必不可少的,选择适当时机植入囊袋张力环可降低 RD 的发生率。

4 小结

高度近视合并白内障术中应用囊袋张力环,有利于维持 IOL 位置及屈光度稳定,增强 IOL 居中稳定性及减少囊袋皱缩综合征,提高视觉质量和改善高阶像差,抑制 LECs 增生,减少 PCO 和囊膜皱缩,维持眼前节和玻璃体腔稳定,减少 RD 风险。随着现代白内障手术已进入屈光手术时代,白内障术后患者最终的满意度更取决于术后视力的提高和长期的维护。对于高度近视合并白内障等特殊人群,尽管囊袋张力环的植入可通过使术后屈光度更加稳定,部分患者实际屈光度与目标屈光度还是存在差异,预

测准确的屈光结果仍是亟待解决的问题。关于高度近视合并白内障手术在囊袋张力环干预下,是否会影响 ELP 变化,如何在此类患者中优化 IOL 度数计算和囊袋张力环个性化选择仍有待进一步观察和研究。

参考文献

- 1 McBrien NA, Cornell LM, Gentle A. Structural and ultrastructural changes to the sclera in a mammalian model of high myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001;42(10):2179-2187
- 2 Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology* 2016;123(5):1036-1042
- 3 姚克. 复杂病例白内障手术学. 北京: 科学技术出版社 2008:36-40
- 4 Hara T, Hara T, Yamada Y. Equator ring for maintenance of the completely circular contour of the capsular bag equator after cataract removal. *Ophthalmic Surg* 1991;22(6):358-359
- 5 Nagamoto T, Bissen-Miyajima H. A ring to support the capsular bag after continuous curvilinear capsulorhexis. *J Cataract Refract Surg* 1994;20(4):417-420
- 6 Assia EI, Shelach M, Israel HM, et al. Experimental studies of capsular equator rings of soft latex. *J Cataract Refract Surg* 2001;27(3):457-462
- 7 Cionni RJ, Osher RH. Management of profound zonular dialysis or weakness with a new endocapsular ring designed for scleral fixation. *J Cataract Refract Surg* 1998;24(10):1299-1306
- 8 Dong EY, Joo CK. Predictability for proper capsular tension ring size and intraocular lens size. *Korean J Ophthalmol* 2001;15(1):22-26
- 9 曾维银, 李小禹, 兰长骏, 等. 囊袋张力环的临床应用研究. 国际眼科杂志 2022;22(10):1666-1670
- 10 申屠形超, 平嘉源. 晶状体不全脱位的诊治策略. 中华眼科杂志 2021;57(1):72-76
- 11 蓝莉娜, 陈佳惠, 蒋永祥. 手术治疗睫状体分离的方式选择. 国际眼科纵览 2020;44(3):176-181
- 12 Tataru CP, Dogaroiu AC, Tataru CI, et al. Enhancing rotational stability of toric intraocular lenses using a type 2L Cionni capsular tension ring in patients with high myopia. *J Cataract Refract Surg* 2019;45(9):1219-1221
- 13 Molokhia SA, Sant H, Simonis J, et al. The capsule drug device: novel approach for drug delivery to the eye. *Vision Res* 2010;50(7):680-685
- 14 Nishi O, Nishi K, Menapace R, et al. Capsular bending ring to prevent posterior capsule opacification; 2 year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2001;27(9):1359-1365
- 15 Dick HB. Closed foldable capsular rings. *J Cataract Refract Surg* 2005;31(3):467-471
- 16 杜雅莉, 金创, 林丽瑜, 等. 后巩膜葡萄肿深度与高度近视合并白内障患者术后屈光误差的关系. 眼科新进展 2018;38(11):1070-1072
- 17 竺向往, 常瑞琪, 卢奕. 不可忽视的高度近视白内障术后屈光误差与屈光漂移. 中国眼耳鼻喉科杂志 2018;18(2):130-133
- 18 张帆, 张健, 周琳, 等. 影响白内障术后人工晶状体稳定性的相关因素分析. 国际眼科杂志 2017;17(10):1859-1863
- 19 焦婷婷, 刘澍, 马桶, 等. 晶状体悬韧带松弛继发急性闭角型青光临床特点及相关治疗. 临床眼科杂志 2018;26(4):332-334
- 20 Nabh R, Ram J, Pandav SS, et al. Visual performance and contrast sensitivity after phacoemulsification with implantation of aspheric foldable intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2009;35(2):347-353
- 21 Guyton DL, Uozato H, Wisnicki HJ. Rapid determination of intraocular lens tilt and decentration through the undilated pupil.

- Ophthalmology* 1990;97(10):1259-1264
- 22 王洪亮, 刘刚, 贾万程. 囊袋张力环植入在超高度近视并发白内障超声乳化白内障摘出术中的应用. 中华实验眼科杂志 2020;38(2):114-120
- 23 韩玉彤, 陈彬川, 朱光举, 等. 超声生物显微镜观察囊袋张力环应用后人工晶状体的偏心量和倾斜度. 眼科新进展 2017;37(6):562-565
- 24 冯珂, 郭海科, 张英朗, 等. 多焦点与单焦点散光型人工晶状体植入术后的视功能研究. 中华眼科杂志 2017;53(4):274-280
- 25 Zhao Y, Li JX, Yang K, et al. Combined special capsular tension ring and toric IOL implantation for management of astigmatism and high axial myopia with cataracts. *Semin Ophthalmol* 2018;33(3):389-394
- 26 Schild AM, Rosentreter A, Hellmich M, et al. Effect of a capsular tension ring on refractive outcomes in eyes with high myopia. *J Cataract Refract Surg* 2010;36(12):2087-2093
- 27 Saadet GI, Fatih Ö. Effect of the capsular tension ring on refractive outcome after phacoemulsification. *Rom J Ophthalmol* 2021;65(1):59-63
- 28 林灏文, 谈旭华, 张佳晴, 等. 囊袋张力环在高度近视眼白内障中的应用进展. 中华眼科杂志 2022;58(11):979-983
- 29 王莹, 马忠旭, 刘汝瑜, 等. 不同人工晶状体植入术后倾斜和偏心及视觉质量的临床研究. 天津医科大学学报 2011;17(4):521-524
- 30 范永琦, 申飞, 张晨霞, 等. 超声乳化白内障摘出联合 CTR 植入治疗高度近视并发白内障. 国际眼科杂志 2021;21(9):1535-1538
- 31 蒋港港, 李莉. 年龄相关性白内障术后视觉质量影响因素的研究新进展. 中国实用眼科杂志 2016;34(12):1237-1241
- 32 莒瑞红, 武哲明, 陈韵, 等. 飞秒激光辅助超声乳化白内障剔除联合张力环及人工晶状体植入术治疗晶状体不全脱位的临床观察. 中华眼科医学杂志(电子版) 2019;9(3):134-139
- 33 Wormstone IM, Wormstone YM, Smith AJO, et al. Posterior capsule opacification; what's in the bag? *Prog Retin Eye Res* 2021;82:100905
- 34 Zhang KK, Dong YC, Zhao MS, et al. The effect of capsule tension ring on posterior capsule opacification; a meta-analysis. *PLoS One* 2021;16(3):e0246316
- 35 Ursell PG, Dhariwal M, O'Boyle D, et al. 5 year incidence of YAG capsulotomy and PCO after cataract surgery with single-piece monofocal intraocular lenses; a real-world evidence study of 20,763 eyes. *Eye* 2020;34(5):960-968
- 36 郑丽娅, 陈峰, 郑景伟, 等. 改良式后囊膜切开术治疗人工晶状体眼晶状体后囊膜混浊. 中华眼视光学与视觉科学杂志 2017;19(12):711-719
- 37 林楠, 龚莹莹, 蒋炎云. 视网膜光凝/冷凝对超声乳化 IOL 植入联合视网膜脱离复位术后囊袋收缩综合征的影响. 国际眼科杂志 2018;18(3):535-538
- 38 王志亮, 陈志敏, 许衍辉, 等. 清除 LECs 对高度近视合并白内障患者囊袋稳定性的影响. 国际眼科杂志 2020;20(2):294-296
- 39 Kim J, Ryu SY, Hong JH, et al. Incidence and risk factors for retinal detachment after cataract surgery in Korea; a nationwide population-based study from 2011 to 2015. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2019;257(10):2193-2202
- 40 Thylefors J, Jakobsson G, Zetterberg M, et al. Retinal detachment after cataract surgery; a population-based study. *Acta Ophthalmol* 2022;100(8):e1595-e1599
- 41 韩光. 囊袋张力环植入对超高度近视合并白内障患者中央角膜厚度和黄斑区视网膜厚度的影响. 中国现代药物应用 2022;16(17):36-39
- 42 侯芳, 王海燕, 王军. 伴有高度近视眼晚期自发性人工晶状体囊袋复合体脱位的临床观察. 中国中医眼科杂志 2021;31(1):25-29