

# 两种不同手术方式治疗晶状体不全脱位合并白内障的临床观察

朱巧平, 李武军, 李 红

引用:朱巧平,李武军,李红. 两种不同手术方式治疗晶状体不全脱位合并白内障的临床观察. 国际眼科杂志, 2026, 26(6): 1036-1042.

基金项目:榆林市科技计划项目(No.YF-2022-49)

作者单位:(719200)中国陕西省榆林市中医医院眼科

作者简介:朱巧平,硕士,副主任医师,研究方向:白内障。

通讯作者:李武军,硕士,主任医师,研究方向:眼底病及白内障临床治疗. lwjeye333@sina.com

收稿日期:2026-01-15 修回日期:2026-04-23

## 摘要

目的:观察两种不同手术方法治疗不同程度的晶状体不全脱位合并白内障的临床效果。

方法:前瞻性观察性研究。研究纳入2021年5月1日至2024年4月30日期间在榆林市中医医院就诊的晶状体不全脱位合并白内障患者。根据悬韧带异常或损伤范围确定手术方式。悬韧带异常或损伤范围 $\leq 6$ 个钟点且超声乳化完成后,囊袋完整、稳定性好,悬韧带损伤范围没有加重,采用超声乳化晶状体吸除联合囊袋张力环+IOL植入三联手术方式(张力环组);悬韧带异常或损伤范围 $>6-9$ 个钟点或术中因晶状体囊袋稳定性差,悬韧带损伤范围加重采用超声乳化晶状体吸除+IOL缝线囊内固定术(缝线组)。分别于术后不同时间记录所有患者视力(LogMAR)、等效球镜、眼压、角膜内皮细胞计数、前房深度以及并发症。

结果:本研究共40例40眼纳入最终数据分析,其中张力环组21例21眼(年龄 $60.62 \pm 1.65$ 岁,男15例,女6例),缝线组19例19眼(年龄 $64.26 \pm 1.69$ 岁,男15例,女4例)。张力环组悬韧带损伤范围中位数4.0(2.75, 5.25)个钟点,缝线组为7.0(6.5, 8.0)个钟点( $P < 0.001$ ),其余基本资料两组间无显著差异。两组患者术后1 mo视力均明显提高,张力环组较术前提高 $0.72 \pm 0.45$  ( $t = 5.44, P < 0.001$ ),缝线组较术前提高 $1.11 \pm 1.01$  ( $t = 4.09, P = 0.001$ ),术后12 mo两组间视力比较无差异( $t = 0.24, P = 0.81$ )。两组患者术后1、12 mo等效球镜比较无差异(均 $P > 0.05$ )。术后1 mo缝线组角膜内皮细胞计数明显低于张力环组( $t = 3.75, P = 0.001$ )。张力环组术后6 mo IOL水平倾斜度为 $3.06^\circ \pm 1.47^\circ$ , IOL水平偏心量 $0.25 \pm 0.10$  mm,均明显小于缝线组(均 $P < 0.001$ )。两组总并发症发生率无差异(23.8% vs 36.8%,  $\chi^2 = 0.807, P = 0.369$ )。

结论:对于悬韧带异常或损伤范围 $\leq 6$ 个钟点且超声乳化完成后,囊袋完整、稳定性好,采用超声乳化晶状体吸除联合囊袋张力环+IOL植入三联手术方式,而悬韧带异常或损伤范围 $>6-9$ 个钟点或术中囊袋稳定性差、悬韧带损伤

范围加重,采用超声乳化晶状体吸除+IOL缝线囊内固定术,均可获得良好的术后效果。全面的术前和术中评估有助于确定合适的手术方式。

关键词:晶状体不全脱位;白内障;囊袋张力环;角膜内皮细胞计数;IOL倾斜度

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2026.6.18

## Two different surgical methods in the treatment of lens subluxation combined with cataract

Zhu Qiaoping, Li Wujun, Li Hong

Foundation item: Yulin Municipal Science and Technology Plan Project (No.YF-2022-49)

Department of Ophthalmology, Yulin Hospital of Traditional Chinese Medicine, Yulin 719200, Shaanxi Province, China

Correspondence to: Li Wujun. Department of Ophthalmology, Yulin Hospital of Traditional Chinese Medicine, Yulin 719200, Shaanxi Province, China. lwjeye333@sina.com

Received:2026-01-15 Accepted:2026-04-23

## Abstract

• AIM: To observe the clinical efficacy of two different surgical methods in treating lens subluxation of varying degrees with cataracts.

• METHODS: Prospective observational study. Patients with lens subluxation and cataracts who were treated in Yulin Hospital of Traditional Chinese Medicine from May 1, 2021 to April 30, 2024 were included. The surgical method was determined according to the range of zonular abnormalities or injuries. If the zonular abnormality or injury range was  $\leq 6$  clock hours and the capsular bag was intact and stable with no aggravation of the zonular injury after completion of phacoemulsification, the triple procedure of phacoemulsification combined with capsular tension ring (CTR) implantation plus intraocular lens (IOL) implantation was adopted (CTR group); if the zonular abnormality or injury range is  $>6-9$  clock hours, or if the stability of the lens capsular bag was poor and the zonular injury range was aggravated intraoperatively, phacoemulsification combined with scleral-sutured intracapsular IOL fixation was performed (Suture group). Visual acuity (LogMAR), spherical equivalent, intraocular pressure, corneal endothelial cell count, anterior chamber depth and complications of all patients were recorded at different time points after surgery, respectively.

• **RESULTS:** A total of 40 cases (40 eyes) were included in study, including 21 cases (21 eyes) in CTR group (age  $60.62 \pm 1.65$  y, 15 males and 6 females) and 19 cases (19 eyes) in Suture group (age  $64.26 \pm 1.69$  y, 15 males and 4 females). The median range of zonular injury in the CTR group was 4.0 (2.75, 5.25) clock hours, while that in the Suture group was 7.0 (6.5, 8.0) clock hours ( $P < 0.001$ ), and there were no significant differences in other basic data between the two groups. The visual acuity of patients in both groups significantly improved one month after surgery. The CTR group showed an improvement of  $0.72 \pm 0.45$  logMAR compared with preoperative values ( $t = 5.44$ ,  $P < 0.001$ ), and the Suture group showed an improvement of  $1.11 \pm 1.01$  LogMAR compared with preoperative values ( $t = 4.09$ ,  $P = 0.001$ ). There was no significant difference in visual acuity between the two groups 12 mo after surgery ( $t = 0.24$ ,  $P = 0.81$ ). There was no significant difference in the spherical equivalent between the two groups at 1, 12 mo after surgery (both  $P > 0.05$ ). The corneal endothelial cell count in the Suture group was significantly lower than that in CTR group after surgery ( $t = 3.75$ ,  $P = 0.001$ ). In the CTR group, at postoperative 6 mo, IOL horizontal tilt was  $3.06^\circ \pm 1.47^\circ$ , and the IOL horizontal decentration was  $0.25 \pm 0.10$  mm, both of which were significantly lower than those in the Suture group (both  $P < 0.001$ ). There was no significant difference in the total incidence of complications between the two groups (23.8% vs 36.8%,  $\chi^2 = 0.807$ ,  $P = 0.369$ ).

• **CONCLUSION:** For cases with zonular abnormalities or injury involving  $\leq 6$  clock hours, where the capsular bag remains intact and stable after phacoemulsification, the triple procedure of phacoemulsification combined with CTR implantation and IOL implantation is adopted. In cases with zonular abnormalities or injury involving  $> 6$ –9 clock hours, or when intraoperative capsular bag stability is poor and zonular injury worsens, phacoemulsification combined with scleral-sutured intracapsular IOL fixation is performed. Both approaches can achieve favorable postoperative outcomes. Comprehensive preoperative and intraoperative evaluations help determine the appropriate surgical method.

• **KEYWORDS:** lens subluxation; cataract; capsular tension ring; corneal endothelial cell count; IOL tilt

**Citation:** Zhu QP, Li WJ, Li H. Two different surgical methods in the treatment of lens subluxation combined with cataract. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2026,26(6):1036–1042.

## 0 引言

晶状体不全脱位是由于先天性、外伤或其他病变导致晶状体悬韧带异常或损伤。常见于眼钝挫伤、Marfan 综合征、同型胱氨酸尿症、过熟期白内障、剥脱综合征等<sup>[1-3]</sup>。悬韧带薄弱,囊袋稳定性差会增加白内障摘除术中和术后的风险,致使晶状体不全脱位合并白内障的手术颇具挑战性。Cionni 等<sup>[4]</sup>将囊袋张力环(capsular tension rings, CTR)应用于悬韧带异常或损伤的患者,提高了对悬韧带薄弱患者进行白内障手术的安全性和有效性。CTR 能够支撑薄弱的悬韧带并抑制囊袋收缩,减少人工晶状体

(intraocular lens, IOL) 的偏位和倾斜<sup>[5]</sup>,促进术后患者视觉功能的恢复,可有效避免白内障手术后因囊袋不稳定而引起的各种并发症,提高手术安全性<sup>[6]</sup>。然而,对于悬韧带损伤较严重的情况,可能伴随玻璃体嵌顿或其他并发症,比如眼压(IOP)升高,植入 CTR 难以维持和稳定囊袋<sup>[7]</sup>。对于悬韧带损伤较严重,缺乏足够悬韧带支撑的患者,通过各种巩膜固定技术仍可在后房植入 IOL 且保留晶状体囊袋可以模拟自然晶状体位置,实现居中定位和长期稳定<sup>[8-10]</sup>。尽管更多的固定点能提高稳定性,降低 IOL 偏位和倾斜的风险,但多根缝线穿过巩膜和葡萄膜也会带来更高的并发症风险<sup>[11-12]</sup>。对于晶状体不全脱位合并白内障患者,不同的手术方式各有其优势和适应范围,但在临床应用中,全面的术前和术中评估有助于确定合适的晶状体摘除手术方式以及后续的 IOL 植入技术。对于不同病因、不同悬韧带薄弱程度的患者,选择哪种手术方式,仍有待进一步探讨。本文将基于我院治疗晶状体不全脱位合并白内障患者的病例资料,对两种手术方式的临床效果进行观察,旨在为临床治疗方案的选择提供更有力的依据。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 前瞻性观察性研究。对 2021 年 5 月 1 日至 2024 年 4 月 30 日期间我院就诊的晶状体不全脱位合并白内障患者进行评估。当患者双眼均符合纳入标准时,仅纳入右眼。根据以下标准纳入研究:(1)年龄 40–75 岁;(2)经散瞳后裂隙灯检查、眼部超声生物显微镜(UBM)检查确诊为晶状体不全脱位合并白内障且晶状体脱位范围在 3 个象限( $\leq 9$  个钟点)以内;如果有明确外伤史的患者,外伤到手术时间间隔大于 1 mo;(3)眼轴长度 19–26 mm,眼压 10–21 mmHg,有外伤史的患者,综合药物降眼压后眼压控制在正常范围;(4)晶状体核硬度  $< \text{III}$  级;(5)最佳矫正视力低于 4.5(标准对数视力表),且经检查确认视力下降主要由白内障和晶状体不全脱位引起;(6)角膜内皮细胞计数  $\geq 1\,500$  cells/mm<sup>2</sup>,角膜透明度良好,无角膜瘢痕、圆锥角膜等影响手术操作或术后视力的病变;(7)自愿参与研究,且能配合术后随访。排除标准:患有青光眼或葡萄膜炎等其他眼部疾病、先天性晶状体脱位,如 Marfan 综合征等、有眼内手术史、晶状体脱位范围超过 3 个象限或完全脱位至前房或玻璃体腔;患有高血压或糖尿病等全身性疾病,以及其他被认为会影响临床试验进行的情况。本研究取得医学伦理委员会审查批准(批准号:YLZYLL-2023-KY-003),所有参与者均签署知情同意书。

## 1.2 方法

**1.2.1 术前检查及准备** 术前检查包括视力、裂隙灯检查、散瞳后眼底检查、UBM 检查、光学相干断层扫描(OCT)、角膜内皮计数、非接触眼压测量、IOL Master 700 测量眼轴、角膜曲率、白到白、前房深度,并计算预植入 IOL 屈光度。根据散瞳后裂隙灯检查及 UBM 检查评估悬韧带异常或损伤范围及位置以初步确定手术方式。超声乳化结束时,晶状体囊袋完整,悬韧带损伤范围没有加重,囊袋稳定性好,且悬韧带异常或损伤范围  $\leq 6$  个钟点采用超声乳化晶状体吸除联合 CTR+IOL 植入三联手术方式(张力环组);悬韧带异常或损伤范围  $> 6$ –9 个钟点或术中因晶状体囊袋稳定性差,悬韧带损伤范围加重,采用超声乳化晶状体吸除+IOL 缝线囊内固定术(缝线组),见图 1。若术前评估的悬韧带异常或损伤范围与术中发现存在差异,则

根据术中情况及时调整手术方式。术前莫西沙星滴眼液滴术眼,共10次,间隔15 min,1-2滴/次。

### 1.2.2 手术方法

**1.2.2.1 超声乳化晶状体吸除联合CTR+IOL植入三联手术** 采用球周麻醉。避开晶状体脱位中心区,在1:00-3:00位透明角膜做侧切口,注入适量弥散性黏弹剂填充前房。在9:00-11:00位透明角膜做主切口。连续环形撕囊,直径5-6 mm。在晶状体半脱位区域放置1-2个囊袋拉钩勾住脱离区撕囊边缘,少量多次水分离。采用低流量、低负压、低灌注参数,超声乳化吸除晶状体核。抽吸皮质时,先处理安全区域,允许残留少许皮质,缓慢将预装式CTR植入囊袋(劈核钩前端插入CTR顶端定位孔,缓慢退出CTR,使CTR顶端始终在瞳孔去可视范围),植入IOL,调整其位置居中,缩瞳,前房残留少许黏弹剂,防止IOL偏位,切口水密或缝合1针。

**1.2.2.2 超声乳化晶状体吸除+IOL缝线囊内固定术** 采用球周麻醉。避开晶状体脱位中心区,在1:00-3:00位透明角膜做侧切口,注入适量弥散性黏弹剂填充前房。在9:00-11:00位透明角膜做主切口。连续环形撕囊,直径5-6 mm。在晶状体半脱位区域放置1-2个囊袋拉钩勾住脱离区撕囊边缘,少量多次水分离。同样的方式进行超声乳化。结束超声乳化后,若发现囊袋不完整、部分玻璃体溢出前房或囊袋损伤范围加重,稳定性差,改为IOL单襻或双襻缝线固定。将8-0聚丙烯线穿入折弯的1 mL注射器针头,在晶状体脱位中心角巩缘后1.5-2 mm穿刺进针入后房,穿过囊袋内入前房,用23G膜镊在主切口夹出双线到眼外,套环固定在IOL襻上,然后通过2.4 mm主切口将IOL前襻及光学部送入囊袋内(IOL选择襻末端膨大的三片式豪雅晶状体)。如果IOL后襻能顺利送入囊袋内,调整IOL位置居中并收紧缝线。TA染色下23G玻切头切除前房的玻璃体,缩瞳。如果IOL后襻无法顺利送入囊袋内,采用上述同样的方法进行后襻IOL固定。调整缝线至IOL位正,处理前房玻璃体,缩瞳,前房残留少许黏弹剂,防止IOL偏位。固定IOL的8-0聚丙烯线采用不做结膜瓣和巩膜瓣的巩膜层间环形缝线,将线结埋在巩膜层间。

**1.2.2.3 术后用药** 术后第1 d,妥布霉素地塞米松滴眼液滴术眼,6次/日,1-2滴/次;莫西沙星滴眼液滴术眼,6次/日,1-2滴/次。

**1.2.3 观察指标** 随访时间为术后1、3、6、12 mo。随访期间采用标准对数视力表检查患者的视力,并记录术后1、12 mo等效球镜,小数视力转换为LogMAR视力后进行统计分析;非接触眼压计测量眼压;裂隙灯观察眼前节情况;眼底检查;记录并发症。因9例患者检查资料不完整,考虑到术后1 mo以后,角膜内皮细胞计数和前房深度测量趋于稳定<sup>[13-14]</sup>,因此角膜内皮细胞计数和前房深度测量(IOL Master 700)仅纳入术后1 mo完整数据。IOL位置:术后1、6 mo UBM图像分析IOL位置,采用术后6 mo的UBM图像计算IOL偏位和倾斜程度<sup>[7]</sup>,见图2。

统计学分析:采用SPSS 20.0统计学软件进行数据分析。计量资料采用Shapiro-Wilk检验进行正态性检验,符合正态分布数据以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,两组间比较采用独立样本 $t$ 检验;视力和眼压测量结果采用重复测量数据的方差分析,进一步两两比较采用LSD- $t$ 检验。非正态分布数据采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,两组间比较采用Mann-Whitney  $U$ 检验。计数资料以例数或率表示,组间

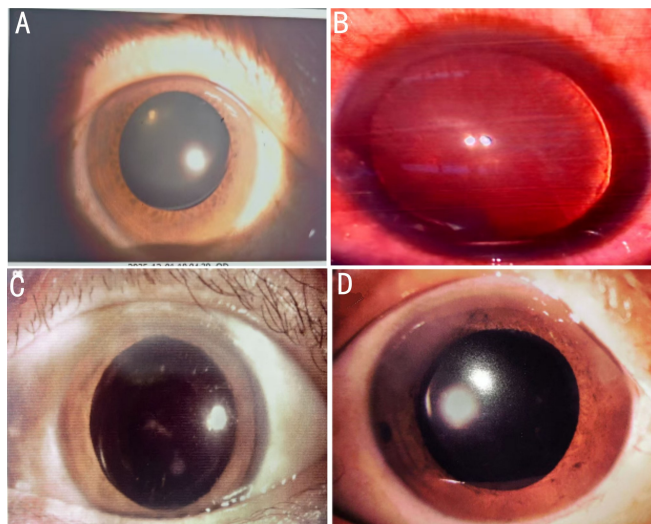


图1 悬韧带异常范围 A:张力环组术前,悬韧带范围3个钟点;B:缝线组术中发现悬韧带损伤范围大于6个钟点;C:张力环组术后,IOL位正;D:缝线组术后。

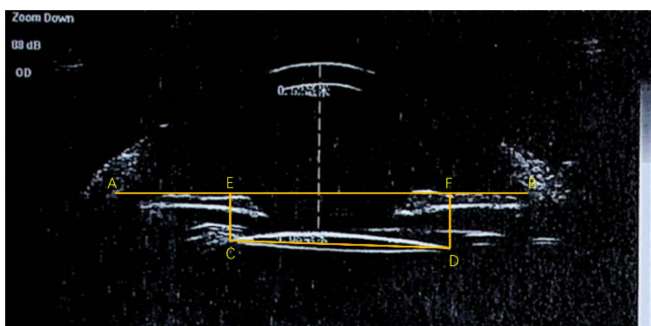


图2 IOL位置测量 两个巩膜突连线作为参考IOL位置的基线(AB线),从IOL的两个边缘点(C和D)向基线画两条垂直线,交点为(E和F)。IOL偏位等于AE和FB差值的一半;IOL倾斜度由CD连线与基线形成的角度确定,通过公式计算:倾斜度= $\arctan(CE-DF)/EF$ 。

比较采用卡方检验或连续性矫正卡方检验。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 患者基本资料** 本研究共纳入患者43例43眼,其中1例1眼未完成随访,2例2眼因术中发现悬韧带损伤范围超过3个象限而排除,共40例40眼纳入最终数据分析。张力环组21例21眼,缝线组19例19眼。张力环组悬韧带损伤范围中位数4.0(2.75, 5.25)个钟点位,缝线组为7.0(6.5, 8.0)个钟点位( $P < 0.001$ ),其余基本资料两组间无显著差异(均 $P > 0.05$ ),见表1。

**2.2 术后视力和屈光变化** 两组患者术后视力均明显提高( $F_{\text{时间}} = 55.1, P_{\text{时间}} < 0.001$ ),两组间比较无显著差异( $F_{\text{组间}} = 1.35, P_{\text{组间}} = 0.25$ )。术后1 mo张力环组视力较术前提高 $0.72 \pm 0.45$ ( $t = 5.44, P < 0.001$ ),缝线组视力较术前提高 $1.11 \pm 1.01$ ( $t = 4.09, P = 0.001$ ),两组间术后1 mo视力比较差异无统计学意义( $t = -0.23, P = 0.82$ )。术后12 mo两组间视力比较差异无统计学意义( $t = 0.24, P = 0.81$ ),见图3,表2。两组患者术后1、12 mo等效球镜比较差异无统计学意义(均 $P > 0.05$ ),见表2。

**2.3 术后眼压变化** 两组术后不同时间眼压差异无统计学意义( $F_{\text{时间}} = 4.03, P_{\text{时间}} = 0.052$ ),两组间比较无显著差异( $F_{\text{组间}} = 1.836, P_{\text{组间}} = 0.18$ )。张力环组术后眼压较术前明

表1 两组患者基本资料比较

参数	张力环组(n=21)	缝线组(n=19)	$\chi^2/t/Z$	P
性别(男/女,例)	15/6	15/4	0.03	0.85
眼别(左/右,眼)	10/11	11/8	0.42	0.52
年龄( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	60.62±1.65	64.26±1.69	-1.54	0.13
病因(眼,%)			0.07	0.79
外伤	17(81)	16(84)		
不明原因	4(19)	3(16)		
悬韧带损伤范围(中位数,个钟点)	4.0(2.75,5.25)	7.0(6.5,8.0)	-5.43	<0.001
视力( $\bar{x}\pm s$ ,LogMAR)	1.09±0.57	1.50±1.10	-1.38	0.18
眼压( $\bar{x}\pm s$ ,mmHg)	16.95±0.53	15.74±0.70	1.40	0.17
角膜内皮细胞计数( $\bar{x}\pm s$ ,cells/mm <sup>2</sup> )	2318.42±261.10	2252.26±400.58	0.63	0.54
眼轴( $\bar{x}\pm s$ ,mm)	22.67±0.94	22.72±0.72	-0.18	0.86
前房深度( $\bar{x}\pm s$ ,mm)	2.77±0.53	2.96±0.46	-1.16	0.25
白到白( $\bar{x}\pm s$ ,mm)	11.62±0.47	11.76±0.49	-0.92	0.37

注:张力环组为悬韧带异常或损伤范围≤6个钟点且超声乳化完成后,囊袋完整、稳定性好,悬韧带损伤范围没有加重,采用超声乳化晶状体吸除联合囊袋张力环+IOL植入三联手术方式;缝线组为悬韧带异常或损伤范围>6-9个钟点位或术中因晶状体囊袋稳定性差,悬韧带损伤范围加重,采用超声乳化晶状体吸除+IOL缝线囊内固定术。

表2 两组患者术后视力和等效球镜比较

分组	视力(LogMAR)				等效球镜(D)	
	术后1mo	术后3mo	术后6mo	术后12mo	术后1mo	术后12mo
张力环组	0.37±0.20	0.29±0.15	0.27±0.16	0.27±0.15	-0.06±0.62	-0.16±0.60
缝线组	0.39±0.25	0.32±0.21	0.26±0.13	0.26±0.12	-0.24±0.66	-0.26±0.64
t	-0.23	-0.45	0.31	0.24	0.91	0.52
P	0.82	0.65	0.76	0.81	0.37	0.60

注:张力环组为悬韧带异常或损伤范围≤6个钟点且超声乳化完成后,囊袋完整、稳定性好,悬韧带损伤范围没有加重,采用超声乳化晶状体吸除联合囊袋张力环+IOL植入三联手术方式;缝线组为悬韧带异常或损伤范围>6-9个钟点位或术中因晶状体囊袋稳定性差,悬韧带损伤范围加重,采用超声乳化晶状体吸除+IOL缝线囊内固定术。

显下降(均 $P<0.05$ )。缝线组术后眼压变化不显著,所有随访期间眼压无显著改变(均 $P>0.05$ ),见图4。术后两组间眼压比较差异无统计学意义(均 $P>0.05$ ),见表3。

**2.4 术后角膜内皮细胞计数与前房深度变化** 两组患者术后角膜内皮细胞计数较术前明显减少。术后1mo张力环组角膜内皮细胞计数较术前减少 $547.56\pm 319.14$  cells/mm<sup>2</sup>( $t=6.659, P<0.001$ ),细胞丢失率23.1%;缝线组术后1mo角膜内皮细胞计数较术前减少 $802.73\pm 464.48$  cells/mm<sup>2</sup>( $t=7.251, P<0.001$ ),细胞丢失率33.7%。术后1mo缝线组角膜内皮细胞数明显低于张力环组( $t=3.75, P=0.001$ ),且缝线组细胞减少量大于张力环组( $t=-2.04, P=0.048$ )。术后1mo两组前房深度明显增加,张力环组较术前增加 $1.31\pm 0.70$  mm( $t=-8.19, P<0.001$ ),缝线组较术前增加 $0.94\pm 0.53$  mm( $t=-7.715, P<0.001$ )。术后1mo两组前房深度差异无统计学意义( $t=1.48, P=0.15$ ),见表4。

**2.5 术后IOL位置** 张力环组术后6mo IOL水平倾斜度为 $3.06^\circ\pm 1.47^\circ$ ,IOL水平偏心量 $0.25\pm 0.10$  mm,均明显小于缝线组,差异有统计学意义(均 $P<0.001$ ),见表5。

**2.6 并发症发生情况** 张力环组术后角膜水肿发生3眼,眼压一过性升高2眼;缝线组角膜水肿5眼,一过性眼压升高2眼,两组总并发症发生率无显著差异(23.8% vs 36.8%, $\chi^2=0.807, P=0.369$ )。所有角膜水肿及一过性眼压升高患者给予局部药物治疗均于1wk内恢复。

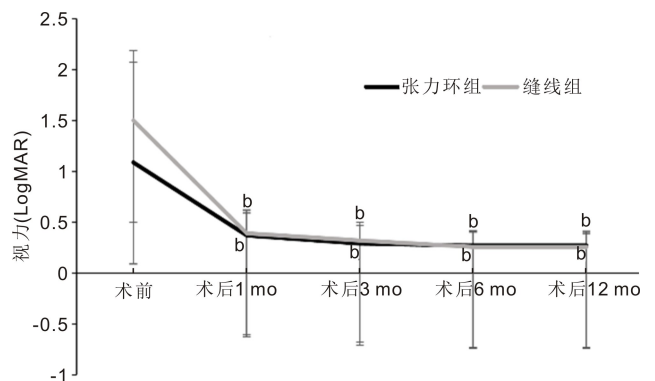


图3 两组患者术前术后不同时间视力变化 <sup>b</sup> $P<0.01$  vs 术前。

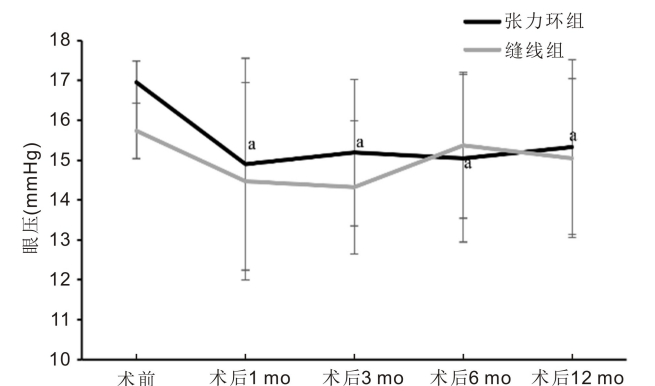


图4 两组患者术前术后不同时间眼压变化 <sup>a</sup> $P<0.05$  vs 术前。

表3 两组患者术后眼压变化

( $\bar{x} \pm s$ , mmHg)

分组	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo	术后 12 mo
张力环组	14.90±2.66	15.19±1.83	15.05±2.10	15.33±2.20
缝线组	14.47±2.48	14.32±1.67	15.37±1.83	15.05±1.99
<i>t</i>	0.53	1.57	-0.51	0.51
<i>P</i>	0.60	0.12	0.61	0.61

注:张力环组为悬韧带异常或损伤范围≤6个钟点且超声乳化完成后,囊袋完整、稳定性好,悬韧带损伤范围没有加重,采用超声乳化晶状体吸除联合囊袋张力环+IOL植入三联手术方式;缝线组为悬韧带异常或损伤范围>6-9个钟点位或术中因晶状体囊袋稳定性差,悬韧带损伤范围加重,采用超声乳化晶状体吸除+IOL缝线囊内固定术。

表4 两组患者术后角膜内皮细胞计数与前房深度变化

$\bar{x} \pm s$

分组	角膜内皮细胞计数 (cells/mm <sup>2</sup> )		前房深度 (mm)	
	术后 1 mo	术前-术后 1 mo	术后 1 mo	术后 1 mo-术前
张力环组	1770.86±271.71	547.56±319.14	4.09±0.51	1.31±0.70
缝线组	1449.52±269.01	802.73±464.48	3.89±0.25	0.94±0.53
<i>t</i>	3.75	-2.04	1.48	1.88
<i>P</i>	0.001	0.048	0.15	0.07

注:张力环组为悬韧带异常或损伤范围≤6个钟点且超声乳化完成后,囊袋完整、稳定性好,悬韧带损伤范围没有加重,采用超声乳化晶状体吸除联合囊袋张力环+IOL植入三联手术方式;缝线组为悬韧带异常或损伤范围>6-9个钟点位或术中因晶状体囊袋稳定性差,悬韧带损伤范围加重,采用超声乳化晶状体吸除+IOL缝线囊内固定术。

表5 两组患者术后 6 mo IOL 位置比较

$\bar{x} \pm s$

分组	IOL 水平倾斜度(°)	IOL 水平偏心量(mm)
张力环组	3.06±1.47	0.25±0.10
缝线组	6.32±1.63	0.45±0.17
<i>t</i>	-6.67	-4.72
<i>P</i>	<0.001	<0.001

注:张力环组为悬韧带异常或损伤范围≤6个钟点且超声乳化完成后,囊袋完整、稳定性好,悬韧带损伤范围没有加重,采用超声乳化晶状体吸除联合囊袋张力环+IOL植入三联手术方式;缝线组为悬韧带异常或损伤范围>6-9个钟点位或术中因晶状体囊袋稳定性差,悬韧带损伤范围加重,采用超声乳化晶状体吸除+IOL缝线囊内固定术。

### 3 讨论

晶状体不全脱位是一种复杂的眼科疾病,可能与外伤导致的眼部组织损伤有关,也可能是由于眼部炎症反应引起的晶状体位置改变<sup>[3]</sup>。由于外伤及炎症的影响,晶状体不全脱位常常合并白内障,导致患者视力进一步下降,影响日常生活,需手术治疗。但因部分悬韧带受损,导致囊袋稳定性较差,增加了白内障手术的难度。晶状体不全脱位最常见的原因因为眼钝挫伤。本研究纳入的晶状体不全脱位患者中眼外伤占 82% (33/40)。钝挫伤的冲击力可能直接作用于悬韧带,造成局部原纤维断裂,晶状体失去部分支撑力而发生移位;或者由于眼球前后径突发的短暂缩短,引起赤道部扩张,从而拉伸悬韧带致其断裂或损伤。常规的白内障超声乳化手术在此类悬韧带支撑薄弱的病例中可能并不适用。

CTR 和囊袋拉钩的出现,改善了晶状体悬韧带薄弱的白内障手术条件。囊袋拉钩在晶状体悬韧带受损或松弛的情况下,提供向内或向外的牵引力,帮助维持囊袋的形态,便于超声乳化操作顺利完成。CTR 可用于治疗轻度及中度悬韧带病变,它们既能改善超声乳化过程中的术中

支撑,又能提高术后 IOL 的居中效果<sup>[7,15]</sup>。Ameku 等<sup>[6]</sup>通过模拟术后晶状体囊袋组织的生长建立有限元生长与重塑模型,发现在常规白内障手术中同时植入 IOL 和 CTR,可降低后囊膜纤维化发生率。Jiang 等<sup>[7]</sup>报道了接受超声乳化术并植入 CTR 和后房型 IOL 的外伤性白内障合并悬韧带病变患者的临床特征和术后效果。研究者根据晶状体的移位程度和活动度,对悬韧带缺失或薄弱的程度进行评估,对于 6-8 个钟点位的晶状体悬韧带离断采用单点固定 CTR 治疗,8-12 个钟点位的晶状体悬韧带离断采用双点固定 CTR 治疗。术后有 80% 的患者矫正远视力达到 20/40 或更高,术后末次随访(随访时间 6-48 mo) IOL 的水平偏位为 0.27±0.12 mm,水平倾斜度为 6.1°±2.2°。我们的研究中张力环组悬韧带损伤范围更小(中位数 4.0 个钟点),囊袋相对稳定,因此我们并未对 CTR 进行单点或双点的固定,术后 6 mo 张力环组 IOL 水平倾斜度(3.06°±1.47°) 小于 Jiang 等<sup>[7]</sup> 的报道,水平偏心量(0.25±0.10 mm) 与其接近。Ucar 等<sup>[16]</sup> 观察到对于近乎完全的悬韧带断裂患者采用临时 CTR 辅助下行超声乳化晶状体摘除术及前段玻璃体切割术,患者术后最佳矫正视力显著改善,且术后黄斑囊样水肿和暂时性眼压升高等并发症的发生明显低于无 CTR 辅助组。张波等<sup>[17]</sup> 采用 CTR 治疗严重晶状体不全脱位患者 16 例,术后最佳矫正视力较术前明显提高,IOL 倾斜度 0.04°-2.67°,偏位 0.03-1.15 mm,且术后随访 6 mo IOL 位置稳定,无明显并发症,因其 IOL 倾斜度测量方法与本研究不同,采用 IOL 光轴与视轴之间的夹角,测量值偏小。本研究两种手术方式术后 12 mo 视力均较术前明显提高(张力环组 0.27±0.15,缝线组 0.26±0.12),且随访 12 mo 视力稳定。因术前患者有白内障,未进行屈光度的检查,术后 12 mo 等效球镜分别为-0.16±0.60 D(张力环组)和-0.26±0.64 D(缝线组),完全满足患者术后日常生活需要。

对于存在严重悬韧带断裂或薄弱的情况,需要对 IOL

进行固定,以实现 IOL 的居中定位和长期稳定。本研究对于悬韧带异常或损伤范围>6-9 个钟点或术中因晶状体囊袋稳定性差,悬韧带损伤范围加重的患者,我们采用超声乳化晶状体吸除+IOL 单襻或双襻缝线囊内固定术(缝线组)。虽然术后 6 mo IOL 倾斜度  $6.32^{\circ} \pm 1.63^{\circ}$  与偏心量  $0.45 \pm 0.17$  mm 高于张力环组,但 IOL 水平倾斜度与 Jiang 等<sup>[7]</sup>的研究结果  $6.1^{\circ} \pm 2.2^{\circ}$  一致,因其纳入患者的损伤范围 6-12 个点位更接近我们缝线组患者。而对于悬韧带损伤范围较大(中位数 7.0 个钟点)的缝线组,我们的研究术后偏心量较大( $0.45 \pm 0.17$  mm),考虑为 Jiang 等<sup>[7]</sup>的研究将两种手术方式的资料作为整体进行分析的差异,且 IOL 缝线囊内固定术减少了手术操作流程,尽量避免对悬韧带的进一步损伤。且缝线组术后视力明显改善,随访期间,视力和等效球镜与张力环组无明显差异。Chang 等<sup>[18]</sup>在治疗缺乏足够囊膜支撑的晶状体脱位患者时,分别采用带襻巩膜内单点 IOL 固定与两点经巩膜 IOL 固定术,术后 1 a 时,两组患者视力、屈光状态或并发症发生率均无显著差异。张蕾等<sup>[19]</sup>回顾性分析了 IOL 囊袋内单襻缝线固定术与 IOL 睫状沟固定术两种不同的手术方法治疗 44 例白内障合并晶状体脱位小于 3 个象限的患者,研究发现两种手术方法均能有效改善患者视力,但 IOL 囊袋内缝线固定术后 IOL 稳定性更好,且低眼压发生率及术后炎症反应少。因此我们的研究采用了 IOL 囊袋内固定术,该手术尽可能保留晶状体囊袋,维持原有的局部解剖结构,避免了对玻璃体的扰动,可有效减少术后并发症的发生。

悬韧带部分断裂后,晶状体失去支撑向前移位或倾斜时,会占据前房容积,同时推挤虹膜根部向前,可能阻塞房角或影响房水排出,导致前房变浅、眼压升高,虹膜震颤、晶状体赤道部暴露。本研究张力环组患者术后眼压较术前明显下降,但缝线组眼压虽比术前减小,但差异无统计学意义。两组患者前房深度均明显增加,且两组间眼压和前房深度无显著差异。两组患者术后 1 mo 角膜内皮细胞计数较术前明显减少,且缝线组减少程度较大。既往研究发现,超声乳化白内障手术术后角膜内皮丢失率大约 20%-25%<sup>[13,20]</sup>,本研究张力环组角膜内皮细胞计数丢失率为 23.1%,与既往研究相同,而缝线组 33.7%,高于此水平。可能的原因包括我们纳入的病例合并晶状体不全脱位且大多数有外伤史,手术过程较单纯超声乳化白内障手术更复杂,尤其是缝线组手术过程中缝线反复穿过前房,以及器械多次进出前房,手术时间较长及术后炎症反应有关。因此我们强调术中采用低流量、低负压、低灌注参数,合理使用黏弹剂,这样不仅保护角膜内皮,还避免了对悬韧带的进一步损伤。缝线组术后角膜水肿的发生率(5/19)也高于张力环组(3/21),但两组总并发症发生率无显著差异(23.8% vs 36.8%,  $P=0.369$ )。传统的缝线固定 IOL 的方法,采用制作结膜瓣、巩膜瓣,0/10 聚丙烯线的直弯针或双大弯针缝合固定,手术操作复杂,多年后 0/10 聚丙烯线会降解,导致 IOL 脱位或明显移位。本研究采用不做结膜瓣和巩膜瓣,0/8 聚丙烯线缝合固定,手术操作简单,术后不易降解,稳定性好,术后刺激轻。

由此可见,各种类型的 CTR 出现以及 IOL 缝线固定技术的进步使晶状体悬韧带受损或者悬韧带薄弱的白内障患者可以安全地进行白内障手术,获得良好的术后视

力。孟克青等<sup>[21]</sup>考虑到合并高度近视的白内障患者因眼轴长,晶状体悬韧带松弛,玻璃体液化等因素而导致囊袋支撑能力薄弱,采用超声乳化联合 CTR 及 IOL 植入术,CRT 能够加固囊袋,提高手术的成功率,减少并发症的发生。因此,全面的术前评估和术中应变至关重要,这有助于确定合适的手术方式以及 IOL 植入技术。本研究探讨了对于不同程度的晶状体不全脱位合并白内障患者采用不同的手术策略以及术中根据疾病的进一步发展及时调整手术方式的可行性。当悬韧带损伤范围较小,囊袋尚有一定支撑力时,张力环植入术能够较好地利用囊袋结构,重建晶状体的稳定性,手术操作相对简单,对角膜损伤小,术后效果良好。但如果悬韧带损伤范围较大,超过 2 个象限甚至更多,囊袋支撑力严重不足,此时 IOL 囊内缝线固定术则更为合适,能够确保 IOL 的稳定,更好地改善视力,减少并发症。本研究对于悬韧带异常或损伤范围≤6 个钟点且超声乳化完成后,囊袋完整、稳定性好,采用超声乳化晶状体吸除联合囊袋张力环+IOL 植入三联手术方式;悬韧带异常或损伤范围>6-9 个钟点或术中囊袋稳定性差、悬韧带损伤范围加重,采用超声乳化晶状体吸除+IOL 缝线囊内固定术,均获得良好的术后效果。需要重点考虑悬韧带损伤的程度,并在尽可能的情况下保留囊袋,大小合适且居中的连续环形撕囊至关重要,有助于在手术中保留稳定的囊袋。术中应尽量减少核旋转操作,以避免对悬韧带的进一步损伤。在临床实践中,术者还应充分考虑患者的年龄、身体状况、眼部整体情况以及患者的个体需求和期望,权衡手术风险和收益。同时,术后的密切随访也至关重要,及时发现并处理可能出现的并发症,确保长期的手术效果。本研究的不足之处在于纳入标准比较严格,研究对象相对较少,没有分析影响术后效果的正面或负面的因素,并且内皮细胞计数和前房深度仅纳入术后 1 mo 数据,缺少长期观察具体数据。我们在之后的研究中会修改相应的纳入标准,尽量将不同程度和病因及合并不同疾病的晶状体不全脱位合并白内障的患者,以及更多的手术方式纳入研究,进一步分析术后效果的影响因素,为更多的临床治疗提供选择依据。

**利益冲突声明:** 本文不存在利益冲突。

**作者贡献声明:** 朱巧平论文选题与修改,初稿撰写;李红文献检索,数据收集分析;李武军选题指导,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

#### 参考文献

- [1] Verma S, Kumar S, Singh VK, et al. Sunrise in the eye; Bilateral superonasal lens subluxation in Marfan syndrome. *Romanian J Ophthalmol*, 2024, 68(2): 170-172.
- [2] Liu X, Liu XH, Liu JF, et al. Identification and functional analysis of cystathionine beta-synthase gene mutations in Chinese families with classical homocystinuria. *Biomedicine*, 2025, 13(4): 919.
- [3] 申屠形超, 平熹源. 晶状体不全脱位的诊治策略. *中华眼科杂志*, 2021, 57(1): 72-76.
- [4] 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.
- [5] Lin HW, Zhang JQ, Zhang YF, et al. Capsular tension ring implantation for intraocular lens decentration and tilt in highly myopic eyes: a randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmol*, 2024, 142(8):

708-715.

- [6] Ameku KA, Berggren CC, Pedrigi RM. Implantation of a capsular tension ring during cataract surgery attenuates predicted remodeling of the post-surgical lens capsule along the visual axis. *Front Bioeng Biotechnol*, 2024,11:1300830.
- [7] Jiang H, Zhang W, Chu YH. Technique of using Cionni-modified capsular tension ring in the management of severely traumatic lens subluxation. *Int J Ophthalmol*, 2023,16(7):1078-1083.
- [8] Ibrahim HA, Sabry HN. The balanced two-string technique for sulcus intraocular lens implantation in the absence of capsular support. *J Ophthalmol*, 2015,2015:153963.
- [9] 王珏雪, 万修华. 晶状体脱位的手术治疗. *国际眼科纵览*, 2021,45(6):523-529.
- [10] Kumari N, Anand A, Sinha R, et al. Factors affecting visual outcomes following scleral-fixed intraocular lens implantation at a tertiary care center in eastern India. *Cureus*, 2024,16(12):e76154.
- [11] Yang YF, Bunce C, Dart JG, et al. Scleral-fixed posterior chamber intraocular lenses in nonvitrectomised eyes. *Eye*, 2006,20(1):64-70.
- [12] Aznabayev RA, Zaidullin IS, Absalyamov MSH. Intrasceral-fixed intraocular lenses for aphakic correction in the absence of capsular support. *Eur J Ophthalmol*, 2007,17(5):714-719.
- [13] Yang YQ, Chai HT, Ding ZX, et al. Meta-analysis of corneal endothelial changes after phacoemulsification in diabetic and non-

diabetic patients. *BMC Ophthalmol*, 2023,23(1):174.

- [14] 周林, 马迎春, 杨玉萍. 青光眼白内障联合手术治疗晶状体悬韧带异常继发性闭角型青光眼的效果分析. *中华眼外伤职业眼病杂志*, 2025,47(12):897-905.
- [15] Hasanee K, Butler M, Ahmed II. Capsular tension rings and related devices: current concepts. *Current Opinion Ophthalmol*, 2006,17(1):31-41.
- [16] Ucar F, Cinal A. Surgical management of dislocated lenses with temporary use of capsular tension ring. *Retina*, 2025,45(10):1886-1893.
- [17] 张波, 黄彦俏, 曹乾忠, 等. 双钩囊袋张力环在严重晶状体不全脱位手术中应用的初步观察. *中华眼科杂志*, 2018,54(5):343-348.
- [18] Chang CH, Hung JH, Chang YS, et al. Comparison of flanged intrasceral haptic fixation and 2-point transscleral Gore-Tex-sutured IOL fixation: 12-month cohort study. *J Cataract Refract Surg*, 2026,52(3):289-295.
- [19] 张蕾, 王骞, 屈林, 等. 白内障伴晶状体不全脱位两种术式的临床效果对比. *中华眼外伤职业眼病杂志*, 2018,40(8):597-600.
- [20] Lundberg B. Corneal endothelial changes seven years after phacoemulsification cataract surgery. *Int Ophthalmol*, 2024,44(1):169.
- [21] 孟克青, 张武林, 许衍辉, 等. 超声乳化联合囊袋张力环及人工晶状体植入术治疗高度近视合并白内障. *国际眼科杂志*, 2024,24(3):432-435.