

# 囊袋张力环对高度近视患者 Barrett universal II IOL 计算公式准确性的影响

刘晓静<sup>1,2</sup>, 张越<sup>2</sup>, 许衍辉<sup>2</sup>, 陈志敏<sup>2</sup>

引用: 刘晓静, 张越, 许衍辉, 等. 囊袋张力环对高度近视患者 Barrett universal II IOL 计算公式准确性的影响. 国际眼科杂志, 2024, 24(9): 1397-1402.

基金项目: 河北省重点研发计划项目 (No.192777103D); 邢台市重点研发计划项目 (No.2022zz073)

作者单位: <sup>1</sup>(050017) 中国河北省石家庄, 河北医科大学眼科学教研室; <sup>2</sup>(054001) 中国河北省邢台市, 河北省眼科医院 河北省眼科学重点实验室 河北省眼部疾病临床医学研究中心

作者简介: 刘晓静, 在读硕士研究生, 研究方向: 眼屈光与白内障。

通讯作者: 陈志敏, 主任医师, 副教授, 硕士研究生导师, 研究方向: 眼屈光与白内障. ykyyczm@126.com

收稿日期: 2024-01-20 修回日期: 2024-07-25

## 摘要

**目的:** 评估囊袋张力环 (CTR) 对 Barrett universal II 人工晶状体 (IOL) 计算公式在高度近视合并白内障患者术后屈光状态的稳定性与准确性的影响。

**方法:** 本研究为前瞻性研究。选取 2022-01/06 于我院就诊的高度近视白内障患者 40 例 80 眼。采用随机数字表法分为 CTR 组和空白组, 每组 40 眼, 所有患者均用 IOL Master 测量, 并按照 Barrett universal II 公式计算实际植入 IOL 屈光度及预测术后屈光度。记录患者术后 6 mo 的裸眼视力 (UCVA)、最佳矫正视力 (BCVA), 比较术后 6 mo 两组平均绝对屈光误差 (MAE), 评估术后屈光状态的稳定性及预测术后屈光度与 CTR 的关系。

**结果:** 术后 6 mo 两组患者 UCVA、BCVA 均较术前改善 ( $P>0.05$ ), 不同时间点两组 UCVA、BCVA 比较无差异 (均  $P>0.05$ ); 80 眼按照 Barrett universal II 公式植入 IOL 后, CTR 组预计术后屈光度为  $-2.01\pm 0.71$  D, 术后实际屈光度为  $-1.64\pm 0.88$  D, MAE 为  $0.37\pm 0.98$  D; 空白组预计术后屈光度为  $-2.12\pm 0.64$  D, 术后实际屈光度为  $-1.54\pm 0.88$  D, MAE 为  $0.58\pm 0.31$  D, 组间比较有差异 ( $P<0.05$ )。根据眼轴长度进行分组, 对于任意眼轴长度 CTR 的植入均能有效减少屈光误差 ( $P>0.05$ )。随着眼轴的增长, MAE 的值越大, 眼轴  $\geq 30$  mm 的患者术后 MAE 值比较两组间有差异 ( $P<0.05$ )。CTR 组、空白组中出现远视漂移的比例分别是 18% (7/40)、30% (12/40), 组间比较有差异 ( $P<0.05$ )。

**结论:** 对高度近视合并白内障患者, Barrett universal II 公式在预测术后屈光度方面具有较高的准确性, 术中植入 CTR 既能够保持囊袋的形态, 有效防止术中晶状体悬韧带断裂, 使 IOL 居中性更佳, 又能有利于白内障患者术后屈光度的早期稳定, 并提供更加稳定的屈光结果, 减少屈光漂移。对于术中考虑植入 CTR 的近视患者, 建议术前

增加  $-0.50$  D 的预留屈光度, 以达到理想屈光状态。

**关键词:** 高度近视; 白内障; 囊袋张力环; IOL 屈光度; 计算公式

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2024.9.09

## Effect of capsular tension ring on the accuracy of Barrett universal II intraocular lens calculation formula in patients with high myopia

Liu Xiaojing<sup>1,2</sup>, Zhang Yue<sup>2</sup>, Xu Yanhui<sup>2</sup>, Chen Zhimin<sup>2</sup>

**Foundation items:** Key Research and Development Plan Project of Hebei Province (No.192777103D); Key Research and Development Plan Project of Xingtai City (No.2022zz073)

<sup>1</sup>Department of Ophthalmology Teaching and Researching, Hebei Medical University, Shijiazhuang 050017, Hebei Province, China;

<sup>2</sup>Hebei Eye Hospital; Hebei Provincial Key Laboratory of Ophthalmology; Hebei Provincial Clinical Research Center for Eye Diseases, Xingtai 054001, Hebei Province, China

**Correspondence to:** Chen Zhimin. Hebei Eye Hospital; Hebei Provincial Key Laboratory of Ophthalmology; Hebei Provincial Clinical Research Center for Eye Diseases, Xingtai 054001, Hebei Province, China. ykyyczm@126.com

Received: 2024-01-20 Accepted: 2024-07-25

## Abstract

• **AIM:** To evaluate the effect of capsular tension ring (CTR) on the stability and accuracy of Barrett universal II intraocular lens (IOL) calculation formula in patients with high myopia and cataract.

• **METHODS:** Prospective study. A total of 40 cases (80 eyes) of high myopia and cataract that visited our hospital from January to June 2022 were selected. The patients were divided into CTR group and blank group by random number table method, with 40 eyes in each group. All patients were measured by IOL Master, and the actual implanted IOL power and predicted postoperative power were calculated according to Barrett universal II formula. The uncorrected visual acuity (UCVA) and best corrected visual acuity (BCVA) at 6 mo after surgery were recorded, and the mean absolute error (MAE) was compared at 6 mo after surgery. Furthermore, the stability of postoperative refractive status and the relationship between the predicted postoperative diopter and CTR were evaluated.

• **RESULTS:** The UCVA and BCVA of the two groups were improved at 6 mo after operation ( $P>0.05$ ), and there was no significant difference in UCVA and BCVA between the two groups at each time point (all  $P>0.05$ ). After the implantation of IOL in 80 eyes based on the Barrett universal II formula, the predicted postoperative diopter was  $-2.01\pm 0.71$  D, the actual postoperative diopter was  $-1.64\pm 0.88$  D, and the MAE was  $0.37\pm 0.98$  D in the CTR group; in the blank group, the predicted diopter was  $-2.12\pm 0.64$  D, the actual diopter was  $-1.54\pm 0.88$  D, and the MAE was  $0.58\pm 0.31$  D. The difference between the two groups was statistically significant ( $P<0.05$ ). According to the axial length, CTR implantation can effectively reduce refractive error for any axial length ( $P>0.05$ ). With the growth of axial length, the MAE value increased. The postoperative MAE value of patients with axial length  $\geq 30$  mm was statistically different between the two groups ( $P<0.05$ ). The proportion of hyperopic drift was 18% (7/40) in the CTR group and 30% (12/40) in the blank group, respectively, with a significant difference between the two groups ( $P<0.05$ ).

• **CONCLUSION:** For patients with high myopia and cataract, the Barrett universal II formula has high accuracy in predicting postoperative diopter. Intraoperative implantation of CTR can not only maintain the shape of the capsule bag, effectively prevent the intraoperative rupture of the suspensory ligament of the lens and make the IOL more neutral, but also is conducive to the early stability of postoperative diopter of cataract patients. It also provides more stable refractive results and reduces refractive drift. For myopic patients considering CTR implantation, it is recommended to increase the preoperative reserve diopter of  $-0.50$  D to achieve the ideal refractive state.

• **KEYWORDS:** high myopia; cataract; capsule tension ring; intraocular lens power; calculation formula

**Citation:** Liu XJ, Zhang Y, Xu YH, et al. Effect of capsular tension ring on the accuracy of Barrett universal II intraocular lens calculation formula in patients with high myopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2024, 24(9): 1397-1402.

## 0 引言

近年来,随着高度近视的发病率显著增加,白内障合并高度近视的发病率也呈逐年上升趋势,已成为全球关注的公共卫生问题<sup>[1]</sup>。目前,手术是治疗白内障唯一有效的手段,其中白内障超声乳化术是临床中最常应用的手术方式<sup>[2]</sup>。随着设备、手术技术和人工晶状体(intraocular lens, IOL)度数计算公式的改进,白内障手术已经从简单的复明手术演变为屈光手术,患者对术后屈光状态以及视觉质量的要求逐渐增高<sup>[3]</sup>,因此,对高度近视合并白内障患者的精准治疗也越来越受到眼科医生的关注<sup>[4]</sup>。高度近视的典型特征是长眼轴,通常定义为眼轴 $\geq 26$  mm或屈光度 $\leq -6.00$  D。由于高度近视患者具有较深的前房以及后巩膜葡萄肿等解剖特点,目前在精确测量眼轴长度上还存在一定偏差,因此在计算IOL度数时仍然具有挑战性。近年来,随着新一代IOL计算公式Barrett universal II应用

于临床,关于长眼轴患者IOL度数计算的研究也出现了更多的报道<sup>[5]</sup>。CTR作为一个开口的环形囊袋内填充物,主要应用于有悬韧带松弛的患者,尤其对于高度近视合并白内障患者,应用CTR可以维持IOL-囊袋复合体的稳定性,减少术后IOL的倾斜度及偏中心量<sup>[6]</sup>,但CTR植入是否会影响长眼轴患者预测IOL度数准确性的研究尚不足。因此,本研究对高度近视合并白内障患者术前用Barrett universal II公式计算术后预测屈光度,术中植入CTR,进一步探讨CTR对Barrett universal II IOL计算公式在高度近视合并白内障患者术后屈光状态的稳定性与准确性,为临床应用提供参考。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 选择2022-01/06在河北省眼科医院就诊的高度近视白内障患者40例80眼,患者双眼均纳入。采用随机数字表法分为CTR组和空白组,每组20例40眼。两组患者的一般资料比较差异无统计学意义(均 $P>0.05$ ),见表1。该研究通过了河北省眼科医院伦理委员会的审核,在研究过程中严格遵守《赫尔辛基宣言》。

**1.1.1 纳入标准** (1)符合人民卫生出版社《眼科学》第3版关于白内障的诊断标准;(2)患者对本研究知情并签订同意书;(3)年龄 $\geq 18$ 岁;(4)符合高度近视的诊断标准(屈光度 $\leq -6.00$  D或者眼轴 $\geq 26$  mm);(5)晶状体核硬度分级II-III级(Emery-little分级法);(6)具有完整的病历资料。

**1.1.2 排除标准** (1)既往眼部疾病史:例如患有角膜病变、青光眼、泪囊炎、葡萄膜炎、眼外伤及年龄相关性黄斑变性等的患者;(2)既往眼部手术史、视网膜光凝治疗史以及全身情况不能耐受手术者;(3)既往圆锥角膜及视网膜脱落、裂孔、黄斑出血等严重眼底并发症的近视患者;(4)既往有严重肝肾功能不全、心功能不全、肺功能不全等全身疾病不能耐受手术者。

## 1.2 方法

**1.2.1 术前测量** 完成常规术前检查包括裂隙灯检查、裸眼视力(uncorrected visual acuity, UCVA)、最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)、眼压、角膜内皮细胞计数、IOL Master 700、自动验光仪、接触式A超。使用IOL Master 700和接触式A超进行生物学测量,将IOL Master测量值按照Barrett universal II公式计算实际植入IOL屈光度及预测术后屈光度,预留 $-1.00$ -- $-3.00$  D(两组比较无统计学差异)。术前由同一名经验丰富的眼科技师完成患者所有眼部相关参数测量及IOL度数计算,测量均重复3次,取平均值。

**1.2.2 手术方法** 手术均由同一位经验丰富的医师完成。CTR组:于10:00位透明角膜做2.8 mm的主切口,注入黏弹剂,15°穿刺刀做侧切口。行晶状体前囊膜连续环形撕囊,行水分离、水分层。超声乳化吸出晶状体核,1/A吸出残余皮质,黏弹剂充分填充晶状体囊袋,将CTR植入囊袋后,囊袋内植入疏水性丙烯酸酯折叠IOL(型号:AQBHL),吸出黏弹剂,水密切口。结膜囊内涂妥布霉素地塞米松眼膏,包扎术眼。空白组术中不植入CTR,其余手术步骤与CTR组一致。

**1.2.3 观察指标** 术后1 d, 1 wk, 1、3、6 mo分别进行UCVA、BCVA、裂隙灯等常规眼科检查;术后6 mo应用自动验光仪进行验光并结合基础配镜验光检查患者的术后屈光度,并且计算出平均绝对屈光误差(mean absolute

error, MAE), 即术后测得屈光度实际值与术前预留屈光度的绝对差值。

统计学分析:应用统计学软件 SPSS24.0 进行数据分析。采用 Kolmogorov-Smirnov 检验法对数据进行正态性检验。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 两组间比较采用独立样本  $t$  检验; 组内比较采用配对样本  $t$  检验。不同时间点重复测量数据的比较采用重复测量数据的方差分析, 不同时间点的比较采用 LSD- $t$  检验。计数资料以  $n(\%)$  表示, 组间比较采用  $\chi^2$  检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 两组 UCVA 及 BCVA 比较 术前术后不同时间两组 UCVA、BCVA 比较, 组间和交互均无差异 (UCVA:  $F_{\text{组间}} = 0.195, P_{\text{组间}} = 0.667; F_{\text{组内} \times \text{组间}} = 0.846, P_{\text{组内} \times \text{组间}} = 0.530$ ; BCVA:  $F_{\text{组间}} = 0.497, P_{\text{组间}} = 0.494; F_{\text{组内} \times \text{组间}} = 1.456, P_{\text{组内} \times \text{组间}} = 0.293$ ), 时间有差异 (UCVA:  $F_{\text{时间}} = 17.054, P_{\text{时间}} < 0.001$ ; BCVA:  $F_{\text{时间}} = 34.991, P_{\text{时间}} < 0.001$ )。术后随访 6 mo, 两组患者 UCVA、BCVA 较术前改善 (均  $P > 0.05$ ), 各时间点两组 UCVA、BCVA 比较, 差异无统计学意义 (均  $P > 0.05$ ), 见表 2、3, 图 1、2。

表 1 两组患者基线资料比较

组别	例数	性别(例)		眼别(眼)		年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	Emery 分级(眼)		眼轴长度( $\bar{x} \pm s$ , mm)
		男	女	右眼	左眼		Ⅱ级	Ⅲ级	
空白组	20	11	9	19	21	55.28±8.63	16	24	29.51±3.09
CTR 组	20	12	8	18	22	58.77±3.19	19	21	28.11±3.41
$Z/t/\chi^2$		0.466		0.737		0.529	0.563		1.103
$P$		0.783		0.335		0.671	0.517		0.189

注: CTR 组为术中植入 CTR; 空白组为术中不植入 CTR。

表 2 两组患者不同时间点 UCVA 情况比较

组别	眼数	术前	术后 1 wk	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
CTR 组	40	1.00±0.19	0.37±0.17 <sup>a</sup>	0.38±0.19 <sup>a</sup>	0.37±0.17 <sup>a</sup>	0.38±0.18 <sup>a</sup>
空白组	40	1.00±0.06	0.38±0.14 <sup>a</sup>	0.39±0.08 <sup>a</sup>	0.38±0.75 <sup>a</sup>	0.38±0.21 <sup>a</sup>
$t$		-0.766	-0.741	-0.452	-0.102	-0.091
$P$		0.461	0.473	0.662	0.921	0.979

注: CTR 组为术中植入 CTR; 空白组为术中不植入 CTR。<sup>a</sup> $P < 0.05$  vs 同组术前。

表 3 两组患者不同时间点 BCVA 情况比较

组别	眼数	术前	术后 1 wk	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
CTR 组	40	0.87±0.13	0.37±0.19 <sup>a</sup>	0.18±0.22 <sup>a</sup>	0.16±0.26 <sup>a</sup>	0.15±0.24 <sup>a</sup>
空白组	40	0.60±0.09	0.30±0.20 <sup>a</sup>	0.13±0.28 <sup>a</sup>	0.15±0.23 <sup>a</sup>	0.15±0.24 <sup>a</sup>
$t$		-1.953	-0.402	-0.730	-0.213	-0.112
$P$		0.053	0.695	0.480	0.835	0.913

注: CTR 组为术中植入 CTR; 空白组为术中不植入 CTR。<sup>a</sup> $P < 0.05$  vs 同组术前。

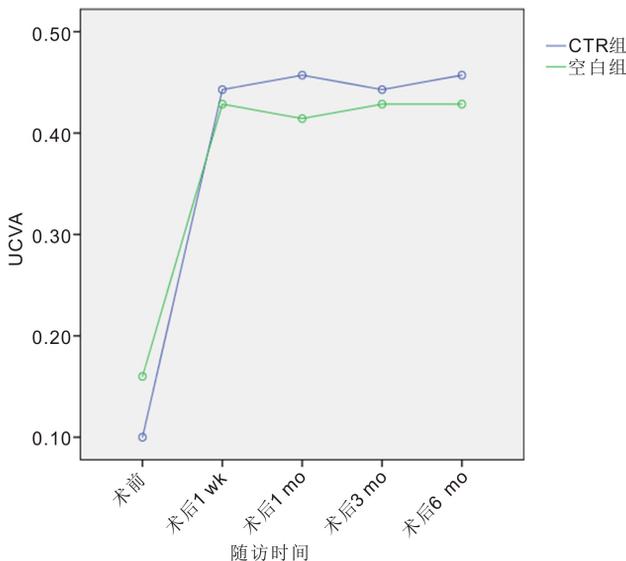


图 1 两组患者 UCVA 交互效应轮廓图。

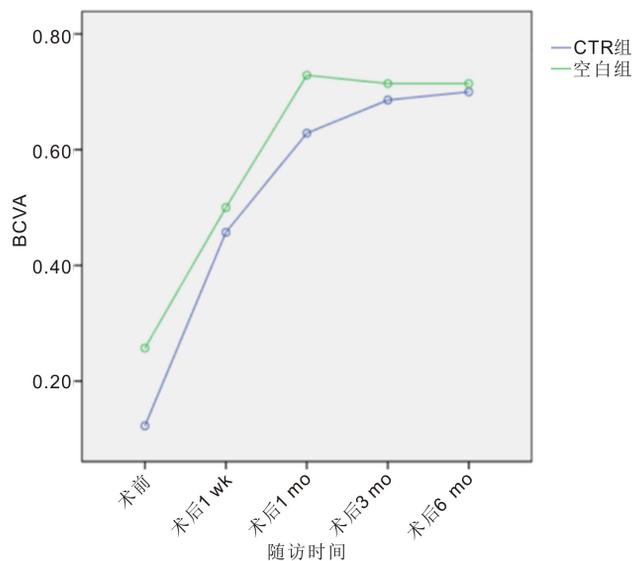


图 2 两组患者 BCVA 交互效应轮廓图。

**2.2 术后屈光结果** 术后 6 mo 两组患者 IOL 均处于正常位置。80 眼按照 Barrett universal II 公式植入 IOL 后,CTR 组 MAE 为  $0.37\pm 0.98$  D,空白组 MAE 为  $0.58\pm 0.31$  D,差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ),见表 4,图 3。根据眼轴长度进行分组,对于任意眼轴长度 CTR 的植入均能有效地减少屈光误差 ( $P=0.168$ )。随着眼轴的增长,MAE 的值越大,术后 6 mo 两组眼轴  $\geq 30$  mm 的患者 MAE 值比较,差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ),见表 5。CTR 组、空白组患者中出现远视漂移的比例分别是 18% (7/40)、30% (12/40),差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ),见图 4。

### 3 讨论

近年来,全球尤其是中国高度近视患者比例不断增加,高度近视合并白内障的发病率也呈现逐年增长的趋势,手术是唯一有效的方法,其中白内障超声乳化术为目前主要的治疗方式,效率高,安全性高<sup>[7]</sup>。由于高度近视往往具有眼轴长,后巩膜葡萄肿、晶状体悬韧带松弛等特点,导致手术难度增加,因此越来越多的眼科医生选择将 CTR 应用于高度近视患者中,以弥补悬韧带功能,支撑晶状体囊袋,提高手术安全性。然而目前临床上缺少 CTR 植入是否会影响 Barrett universal II 计算公式预测屈光度的研究,同时,临床医生也需要关注植入 CTR 后是否需要调整术前预留屈光度以达到满意的视觉效果。截止到目

前为止,既往研究只对比分析不同的 IOL 计算公式在高度近视患者中应用的准确性<sup>[8]</sup>,且未对影响计算公式准确性的外部因素进行分析。因此,本研究将 CTR 作为研究对象,分析其植入对新一代 Barrett universal II 计算公式准确性及预留目标屈光度是否有影响作为本研究关注的重点。

随着白内障患者对视力需求的不断提高,白内障手术不仅以 IOL 代替混浊的晶状体为目标,更重要的是获得理想的屈光效果以及较佳的视觉质量,而白内障手术后的屈光效果不仅取决于精细的手术过程,还取决于准确的 IOL 度数计算<sup>[9]</sup>。由于高度近视眼具有特殊的解剖结构和病理改变,导致此类患者在 IOL 计算公式上的误差明显增大,在 IOL 类型的选择以及预计目标屈光度设定等方面面临更多的问题。随着第五代 Barrett universal II 计算公式的出现,高度近视 IOL 度数预测方面得到了进一步的发展<sup>[10]</sup>。

IOL 屈光度计算公式已应用于临床 30 余年,随着不同类型的生物测量仪和角膜屈光度测量技术的发展,IOL 屈光度计算公式也出现不断地更新。随着高度近视合并白内障患者手术量的增加和对术后屈光状态要求的提高,精准地预测术后屈光状态就变得尤为重要<sup>[7]</sup>。IOL 屈光度计算的准确性取决于 3 个方面:(1)生物参数测量的准确性;(2)IOL 的生产质量;(3)IOL 计算公式的正确性<sup>[11]</sup>,其中 IOL 计算公式的选择是影响计算结果准确性的重要环节。本研究应用 IOL Master 700 进行眼部生物学参数测量及 IOL 屈光度数预测,具有良好的稳定性和重复性<sup>[12]</sup>,检查均由同一名技师进行,最大可能地排除人为因素的干扰,同时本研究所有的 IOL 均来自同一厂家的单焦点折叠型 IOL,因此,IOL 计算公式成为影响本研究屈光度准确性的主要因素<sup>[13]</sup>。

表 4 两组患者术后 6 mo MAE 结果比较 ( $\bar{x}\pm s, D$ )

分组	眼数	术前预测屈光度	术后实际屈光度	MAE
CTR 组	40	$-2.01\pm 0.71$	$-1.64\pm 0.88$	$0.37\pm 0.98$
空白组	40	$-2.12\pm 0.64$	$-1.54\pm 0.88$	$0.58\pm 0.31$
<i>P</i>		0.132	0.086	0.041

注:CTR 组为术中植入 CTR;空白组为术中不植入 CTR。

表 5 两组患者不同眼轴长度分组术后 6 mo MAE 值比较 ( $\bar{x}\pm s, D$ )

组别	眼轴长度 (mm)	眼数	术前预测屈光度	术后实际屈光度	MAE
CTR 组	26-30	23	$-2.03\pm 0.69$	$-1.68\pm 0.33$	$-0.35\pm 0.26$
	>30	17	$-2.05\pm 0.77$	$-1.59\pm 0.21$	$-0.46\pm 0.17$
空白组	26-30	25	$-2.01\pm 0.79$	$-1.48\pm 0.68$	$-0.53\pm 0.33$
	>30	15	$-2.00\pm 0.84$	$-1.29\pm 0.37$	$-0.71\pm 0.38$

注:CTR 组为术中植入 CTR;空白组为术中不植入 CTR。

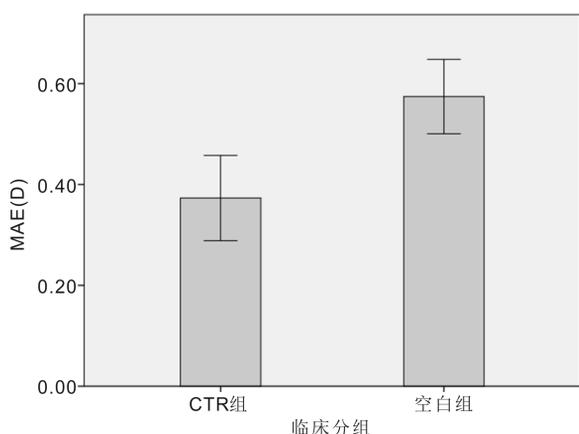


图 3 两组患者术后 6 mo MAE。

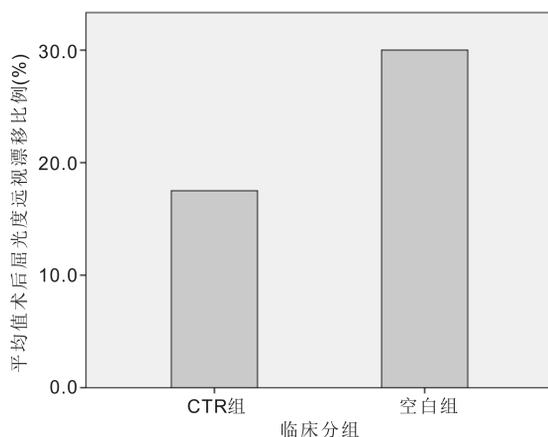


图 4 两组患者术后 6 mo 远视漂移比例。

高度近视合并白内障患者术中应用 CTR,可以在囊袋内形成环形支撑,减少囊袋非对称性张力,保持囊袋形态,从而保持 IOL 的居中和稳定<sup>[14]</sup>。既往数据指出,植入 CTR 可能有助于提供更准确和精确的屈光结果<sup>[15]</sup>。本研究结果显示,两组患者术后 6 mo BCVA、UCVA 均优于术前,组间比较未见明显统计学差异,表明手术方式和应用 CTR 可明显改善患者的视觉质量,且应用 CTR 不会对患者的术后视力恢复速度和结果造成影响,与既往的研究结果一致<sup>[7]</sup>。术后 6 mo,两组患者 IOL 均处于正常位置,CTR 组 MAE 为  $0.37\pm 0.98$  D,空白组 MAE 为  $0.58\pm 0.31$  D,经统计学分析得出结论,Barrett universal II 计算公式术后 MAE 值较小,且放置 CTR 术后屈光漂移率低,能够获得更为稳定的术后屈光值,与此同时,本研究发现,对于植入 CTR 的患者在术后 1 mo 时屈光度达到稳定,而未植入 CTR 的患者术后屈光误差有较大的波动。既往研究表明,对于高度近视患者 Barrett universal II 公式预测准确度高,尤其是眼轴长度大于  $26.5$  mm<sup>[10,16]</sup>。同时 Boomer 等<sup>[17]</sup>也通过研究发现,植入 CTR 的患者较未植入 CTR 的患者在术后屈光预测准确性方面有更准确的结果,主要是由于 CTR 可以支撑晶状体囊膜,维持囊膜形态,减少非对称的囊袋张力,有利于 IOL 与后囊膜的紧密贴合,避免后囊膜的皱缩,增加 IOL 在囊袋内的稳定性,从而减少术后屈光漂移,并提供更加稳定的屈光结果。因此,对于高度近视计划在术中植入 CTR 的患者,本研究建议术前增加  $-0.50$  D 的术前预留屈光度,以达到理想的屈光状态。

目前,对于高度近视患者术前预留多少屈光度数尚未有统一的标准,叶子等<sup>[18]</sup>通过对白内障合并高度近视的研究发现,建议术后保留  $-3.00$ -- $-3.50$  D 较为适宜,在一定程度上保留足够的近视度数能够使患者在视近时更为舒适,减少视近时睫状肌收缩所造成的对锯齿缘的牵拉作用。Yokoi 等<sup>[19]</sup>也认为高度近视白内障患者术后应保留  $-2.25$ -- $-3.25$  D 的近视状态,以满足患者视近物距离的生活习惯。洪思缘等<sup>[20]</sup>也表明,为了防止高度近视患者术后屈光状态发生明显的改变影响生活习惯,术后应预留一定的近视度数。在本研究中,考虑到高度近视合并白内障患者多以中年患者为主,其生活习惯及阅读习惯等长期保持近视的生活状态,并且在选择 IOL 度数时应将远视漂移误差考虑在内,因此,本研究保留部分近视屈光度 ( $-1.00$ -- $-3.00$  D),术后随访期间,患者均对预留的屈光状态感到满意。与此同时,为了进一步探讨其他因素对术前预留屈光度的影响,我们对白内障合并高度近视患者按照眼轴长度进行重新分组,结果表明,对于任意眼轴长度 CTR 的植入均能有效地减少屈光误差,另外,本研究还发现,随着眼轴的增加,白内障术后屈光准确性越低,在  $AL>30$  mm 的患者人群中体现更为明显。导致这种现象的原因可能是随着眼轴长度增加,后巩膜葡萄肿的深度也随之增加,对术前眼轴测量造成一定误差,进而影响 IOL 屈光

度的计算;眼轴长度的增加也会造成晶状体囊袋直径的增加,由于本研究选用的 CTR 尺寸固定,而囊袋直径的增加导致 CTR 不能在剩余悬韧带之间提供离心力,重新分配现存的悬韧带受力时不能分散到整个一圈悬韧带上,这就导致了当囊袋收缩时,悬韧带薄弱的部分易受到牵拉,使 IOL 襻受挤压变形,IOL 光学面向后移动发生远视漂移。

白内障术后的 54% 屈光误差来自眼轴的测量,每 1 mm 的眼轴测量误差可产生  $2.00$ -- $3.00$  D 的术后屈光误差<sup>[20]</sup>。随着生物测量仪器及 IOL 计算公式的不断更新迭代,Barrett universal II 作为目前新型的计算公式,相较于前几代公式,该公式提出使用晶状体因子预测有效晶状体位置,其中晶状体因子包括角膜屈光力、眼轴长度、前房深度、晶状体厚度、白到白距离共 5 个因素,并且在使用过程中无需熟知 IOL 的材料与结构或 IOL 常数,对 IOL 的计算受眼轴的影响更小,因此被推荐适用于任何眼轴的 IOL 度数计算<sup>[10]</sup>。本研究结果显示,对高度近视合并白内障患者 Barrett universal II 计算公式对术后屈光误差值影响小,与蔡金彪等<sup>[21]</sup>研究结果一致,随着眼轴的增加,大多计算公式的准确性均有所下降,但 Barrett universal II 仍具有一定的优势,并且 Barrett universal II 计算公式能够更加准确地预测高度近视患者术后的屈光度,且植入 CTR 后术后屈光状态更为稳定,可以作为长眼轴患者 IOL 度数计算公式的首选。

但是本研究还存在一些局限性,临床上使用的 IOL 种类较多,本研究只对一种 IOL 类型 (AQBHL) 进行统计分析,尚不清楚 CTR 对其他 IOL 的影响是否与本研究结果一致,需要后期扩大样本量降低偏倚和长期的研究来进一步观察及探讨结果。

综上所述,对高度近视合并白内障患者,Barrett universal II 公式在预测术后屈光度方面具有较高的准确性,可作为高度近视患者 IOL 度数计算的首选公式。对于长眼轴患者,术中植入 CTR 既能够保持囊袋的形态,有效防止术中晶状体悬韧带断裂,使 IOL 居中性更佳,又能有利于白内障患者术后屈光度的早期稳定,并提供更加稳定的屈光结果,减少屈光漂移。对于术中考虑植入 CTR 的近视患者,建议术前增加  $-0.50$  D 的预留屈光度,以达到理想屈光状态。

#### 参考文献

- [1] 赵梅,李晨华.用超声乳化术治疗高度近视合并白内障的效果探察.当代医药论丛,2017,15(13):33-34.
- [2] 梁希希,唐媛,朱明善,等.白内障超声乳化手柄故障原因分析及改进对策.护理学报,2021,28(9):76-78.
- [3] Bernardes J, Raimundo M, Lobo C, et al. A comparison of intraocular lens power calculation formulas in high myopia. J Refract Surg, 2021,37(3):207-211.
- [4] Ma YY, Xiong RL, Liu ZZ, et al. Network meta-analysis of intraocular lens power calculation formula accuracy in 1016 eyes with long axial length. Am J Ophthalmol, 2024,257:178-186.

- [5] Kuthirummal N, Vanathi M, Mukhija R, et al. Evaluation of Barrett universal II formula for intraocular lens power calculation in Asian Indian population. *Indian J Ophthalmol*, 2020,68(1):59-64.
- [6] 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.
- [7] 张灵波. 囊袋张力环植入联合超声乳化术治疗高度近视并发白内障的效果. *临床医学*, 2023,43(7):24-28.
- [8] 李凯, 张康玉, 张霜, 等. 四种人工晶状体计算公式在超高度近视并发白内障患者中的应用. *国际眼科杂志*, 2023,23(3):462-465.
- [9] Moshirfar M, Durnford KM, Jensen JL, et al. Accuracy of Six Intraocular Lens Power Calculations in Eyes with Axial Lengths Greater than 28.0 mm. *J Clin Med*, 2022,11(19):5947.
- [10] 石采灵, 肖伟. 高度近视并发白内障患者人工晶状体度数计算的研究进展. *国际眼科杂志*, 2022,22(7):1153-1156.
- [11] 胡爱梅. 非接触式光学相干生物测量仪在高度近视白内障眼人工晶状体度数测量中的应用. *实用临床医学*, 2014,15(12):94-95,100.
- [12] 臧晶, 陈立伦, 鲍炯琳, 等. IOL-Master 在不同公式下对轴性高度近视眼术后屈光准确度评估. *眼科新进展*, 2016,36(6):554-558.
- [13] 许泽鹏, 田妮, 李松调, 等. Olsen 公式对高度近视合并白内障患者术后屈光力的预测性. *国际眼科杂志*, 2020,20(8):1388-1392.
- [14] 刘刚, 王洪亮, 贾万程, 等. 超声乳化术中联合应用囊袋张力环对不同眼轴长度超高度近视合并白内障患者的临床疗效. *眼科新进展*, 2020,40(5):439-443.
- [15] Nistad K, Göransson F, Støle E, et al. The use of capsular tension rings to reduce refractive shift in patients with implantation of trifocal intraocular lenses. *J Refract Surg*, 2017,33(12):802-806.
- [16] 谭倩, 王勇. 六种人工晶状体计算公式预测三焦点人工晶状体屈光度准确性的比较. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2020,22(2):136-142.
- [17] Boomer JA, Jackson DW. Effect of the Morcher capsular tension ring on refractive outcome. *J Cataract Refract Surg*, 2006,32(7):1180-1183.
- [18] 叶子, 李朝辉, 何守志, 等. 白内障合并高度近视手术预留近视度数计算方法探讨. *解放军医学院学报*, 2016,37(10):1072-1074,1085.
- [19] Yokoi T, Moriyama M, Hayashi K, et al. Evaluation of refractive error after cataract surgery in highly myopic eyes. *Int Ophthalmol*, 2013,33(4):343-348.
- [20] 洪思缘, 李青, 吴文捷. 外伤性晶状体不全脱位合并高度近视白内障患者人工晶体计算公式的选择. *创伤与急诊电子杂志*, 2018,6(3):182-184.
- [21] 蔡金彪, 王剑锋, 周琦, 等. 不同人工晶状体计算公式预测高度近视白内障术后屈光度的准确性比较. *临床眼科杂志*, 2022,30(3):200-205.