

引文格式:郝壮,赵超,蒋孟琪,张泸宁,马济远,何梦梅,等.囊袋张力环对高度近视患者白内障术后疗效影响的荟萃分析[J].眼科新进展,2023,43(1):47-52. doi:10.13389/j.cnki.rao.2023.0010

【应用研究】

# 囊袋张力环对高度近视患者白内障术后疗效影响的荟萃分析<sup>△</sup>

郝 壮 赵 超 蒋孟琪 张泸宁 马济远 何梦梅 周 健

作者简介:郝壮(ORCID:0000-0002-8661-9730),男,1993年1月出生,吉林长春人,硕士研究生。研究方向:白内障术后视觉质量的研究。E-mail:haozhuang23@163.com  
通信作者:周健(ORCID:0000-0001-7526-4033),女,1965年10月出生,主任医师、教授、博士研究生导师。研究方向:白内障的基础与临床研究。E-mail:zhoujian@fmmu.edu.cn

收稿日期:2022-06-16  
修回日期:2022-08-22

本文编辑:盛丽娜

△基金项目:空军军医大学临床研究项目(编号:2021LC2219);空军军医大学第一附属医院学科助推计划(编号:XJZT19D07)

作者单位:710032 陕西省西安市,空军军医大学西京医院眼科,全军眼科研究所(郝壮,赵超,蒋孟琪,张泸宁,马济远,何梦梅,周健);130000 吉林省长春市,空军航空大学门诊部(郝壮)

**【摘要】 目的** 基于荟萃分析评价术中联合植入囊袋张力环(CTR)对高度近视患者白内障手术疗效的影响。**方法** 全面检索 PubMed、Embase、Web of Science、The Cochrane Library、中国知网、万方、维普等7个数据库,检索时间范围为1990年1月1日至2022年3月20日,收集CTR在高度近视患者白内障手术中应用的随机对照试验和非随机对照试验。2名研究人员根据纳入和排除标准,独立检索文献、提取数据及进行方法学质量评价,采用 Review Manager 5.4 进行荟萃分析。**结果** 最终纳入8篇文献,共涉及1292例(1630眼)患者。荟萃分析结果显示,在改善患者最佳矫正视力(BCVA)方面,术后1个月、3个月、6个月CTR联合人工晶状体(IOL)植入组患者的BCVA均显著优于IOL植入组(均为 $P<0.05$ );在IOL倾斜角、偏心量方面,术后6个月时CTR联合IOL植入组患者较IOL植入组均显著降低(均为 $P<0.05$ );晶状体前囊口面积方面,术后3个月时CTR联合IOL植入组患者大于IOL植入组( $P=0.048$ );术后PCO发生率方面,CTR联合IOL植入组患者显著低于IOL植入组( $P<0.000\ 01$ );术后3个月时CTR联合IOL植入组患者角膜内皮细胞密度与IOL植入组相比差异无统计学意义( $P=0.48$ )。**结论** 对于高度近视患者,在白内障术中植入CTR有助于患者获得更好的BCVA、减少术后IOL倾斜与偏心、降低PCO以及囊袋皱缩的发生。

**【关键词】** 高度近视;囊袋张力环;白内障手术;荟萃分析;人工晶状体倾斜;人工晶状体偏心;后发性白内障;囊袋皱缩

**【中图分类号】** R776.1

高度近视是指眼轴长度 $>26\text{ mm}$ 或者屈光度 $\leq -6.0\text{ D}$ 的屈光不正。预计到2050年,全世界高度近视患者将达到9.38亿<sup>[1]</sup>。高度近视以眼轴延长为主要病理改变,易发生青光眼、黄斑劈裂、白内障等并发症<sup>[2]</sup>。手术是治疗高度近视患者白内障的有效方法<sup>[3]</sup>。由于高度近视引起的眼部病理改变,高度近视患者的晶状体悬韧带容易出现脆弱、松弛甚至断裂,使其白内障手术的难度增加,且术中和术后较年龄相关性白内障患者更容易出现并发症。一项病例对照研究结果表明,高度近视是白内障术后人工晶状体(IOL)移位的主要危险因素<sup>[4]</sup>。近年来,囊袋张力环(CTR)逐渐被用于存在晶状体囊袋和悬韧带问题的复杂白内障患者手术中<sup>[5]</sup>,它能增加囊袋稳定性、居中性<sup>[6]</sup>,减少术后IOL的倾斜与旋转<sup>[7]</sup>、降低后发性白内障(PCO)的发生率<sup>[8]</sup>等。目前,关于囊袋张力环在高度近视患者白内障手术中应用尚存争议。本研究旨在通过荟萃分析方法从术后视力、IOL的位置变化、角膜内皮细胞密度变化、PCO发生率等方面评估高度近视患者白内障术中使用囊袋张力环的安全性和优越性。

## 1 资料与方法

**1.1 文献检索策略** 由两位研究人员根据相同的检索策略独立对文献进行检索。采用计算机全面检

索 PubMed、Web of Science、Embase、The Cochrane Library、中国知网(CNKI)、万方(Wan Fang Database)、维普(VIP)等7个数据库,检索时间范围为1990年1月1日至2022年3月20日,采用主题词与自由词结合的方式进行文献检索,同时阅读检出文献的参考文献以期获得补充。中文检索词包括:高度近视、病理性近视、长眼轴、白内障、囊袋张力环;英文检索词包括:high myopia、pathology myopia、long axial length、cataract、capsular tension ring、equator ring、tension ring、bending ring。

**1.2 文献纳入和排除标准** 根据Cochrane协作网提供的《Cochrane 干预措施系统评价手册》(5.0.1版)制定相关标准。文献纳入标准:(1)文献研究设计类型为CTR治疗高度近视合并白内障的随机对照试验和非随机对照试验,无论是否采用盲法;(2)文献研究对象为确诊的白内障、高度近视眼患者;(3)文献干预措施中,试验组患者行白内障摘除联合CTR植入、IOL植入术,对照组患者行白内障摘除联合IOL植入术,均不限制CTR和IOL的类型;(4)不限制文献的语种;(5)为保证纳入文献质量,纳入英文文献所在期刊均被SCI收录,中文文献所在期刊均被《中文核心期刊要目总览》收录;(6)对于同一组人群的研究,选取最新的研究结果分析。文献排除标准:(1)同一研究重复发表的文献;(2)数据类

型不符合要求的文献;(3)数据不详、无法提取数据的文献;(4)动物研究或以病例报告、综述等形式发表的论文。

**1.3 文献数据提取和风险质量评价** 对文献数据的提取以及方法学质量评价由两人独立完成,核对后遇到分歧时可通过协商或参考第三方意见来解决。数据提取由以下条目组成:第一作者姓名、发表年份、研究地区、研究设计类型、收集病例时间、随访时间、患者年龄、患者性别、样本量、眼轴长度、术前屈光度、IOL 类型、CTR 类型、PCO 发生例数、术后最佳矫正视力(BCVA)、IOL 倾斜角、IOL 偏心量、角膜内皮细胞密度、晶状体前囊口面积等。若研究中各区组或亚组数据不能合并,则单独作为一个研究进行分析。

**1.4 统计学分析** 应用 Review Manager 5.4 进行统计分析,二分类变量采用相对危险度(*OR*)作为效应指标,连续型变量采用均数差(*MD*)作为效应指标。计算各比较组的合并效应值及其相应的 95% 可信区间(95% *CI*),绘制效应指标的荟萃分析森林图。*I*<sup>2</sup> 统计量表示各研究间异质性,当 *I*<sup>2</sup> < 50%、*P* > 0.05

时,认为不存在明显的异质性,采用固定效应模型进行分析;反之,当 *I*<sup>2</sup> > 50%、*P* < 0.05 时,可认为纳入的研究间存在异质性,采用随机效应模型进行分析,并寻找异质性的可能来源,采用逐个剔除文献的方法进行敏感性分析,以便判断合并结果是否稳健可靠。

采用 Stata 15.1 进行 Egger 检验。对纳入文献超过 3 篇及以上的合并结果分别进行 Egger 检验,以判断文献的发表偏倚。检验水准:α = 0.05。

## 2 结果

**2.1 文献筛查结果及纳入文献的一般情况** 根据检索策略,初步筛查出 134 篇文献,排除重复文献后,详细阅读题目、摘要、全文,筛选出 8 篇研究<sup>[9-16]</sup>,其中中文文献 4 篇,英文文献 4 篇,共涉及 1292 例(1630 眼)患者。在本研究纳入的高度近视合并白内障患者中,试验组(CTR + IOL 组)为行超声乳化白内障吸除联合 CTR 及 IOL 植入术的患者,对照组(IOL 组)为行超声乳化白内障吸除联合 IOL 植入术的患者。纳入文献的基本情况 & 病例特征见表 1、表 2。

表 1 纳入文献的基本资料

第一作者(发表年)	地区	研究设计类型	收集病例时间/年	患者年龄/岁	性别(男/女)/例	例数(眼数)	随访时间
Halili(2012) <sup>[15]</sup>	阿尔巴尼亚	前瞻非随机	2004 ~ 2007	55.7 ± 10.1	25/9	34(68)	2 年
Keles(2014) <sup>[14]</sup>	土耳其	回顾病例对照	2004 ~ 2011	E:65 ± 9;C:68 ± 10	79/28	107(153)	7 年
Yang(2021) <sup>[10]</sup>	中国	前瞻非盲随机对照	2017 ~ 2018	E:60.27 ± 11.16;C:61.77 ± 9.57	11/9	20(20)	3 个月
Zhao(2016) <sup>[12]</sup>	中国	回顾病例对照	2013 ~ 2014	E:59(51 ~ 72);C:57(50 ~ 70)	17/17	34(34)	6 个月
范永琦(2021) <sup>[9]</sup>	中国	回顾病例对照	2018 ~ 2019	E:64.95 ± 7.36;C:64.25 ± 7.05	82/104	186(186)	6 个月
韩玉彤(2017) <sup>[13]</sup>	中国	前瞻队列研究	2012 ~ 2015	69(60 ~ 79)	17/19	36(40)	6 个月
彭华琮(2010) <sup>[16]</sup>	中国	前瞻随机对照	2006 ~ 2007	58.13 ± 9.10	328/499	827(1081)	18 个月
王洪亮(2020) <sup>[11]</sup>	中国	前瞻随机对照	2016 ~ 2018	E:63.63 ± 4.37;C:64.83 ± 7.09	24/24	48(48)	3 个月

注:E 为 CTR + IOL 组,C 为 IOL 组。

表 2 纳入文献的患眼特征及植入 IOL 和 CTR 的类型

纳入研究	眼轴长度/mm	术前屈光度/D	IOL 类型	CTR 类型
Halili 等(2012) <sup>[15]</sup>	E:28.8 ± 1.8 C:28.9 ± 1.6	E: -16.9 ± 4.2 C: -15.5 ± 4.4	Hydrophobic Acrylic IOL (美国,Alcon,MA60BM 或 MA60MA)	PMMA CTR (韩国,Lucid Korea)
Keles 等(2014) <sup>[14]</sup>	E:28.9 ± 2.19 C:28.1 ± 2.84	N/A	Hydrophobic Acrylic IOL	PMMA CTR
Yang 等(2021) <sup>[10]</sup>	高度近视亚组 E:30.76 ± 2.36 C:30.19 ± 1.86	N/A	Hydrophobic Acrylic IOL (Akreos MI60 IOL)	ACPi-11 CTR (Basuch&Lomb,美国)
Zhao 等(2016) <sup>[12]</sup>	E:27.3(25.4 ~ 29.6) C:28.1(25.7 ~ 30.5)	E: -9.44 ± 1.87 C: -9.90 ± 1.90	Toric IOL (Acrysof SN6ATY IQ)	ACPi-11 CTR (澳大利亚 CROMA GmbH 公司)
范永琦等(2021) <sup>[9]</sup>	E:29.39 ± 2.53 C:28.99 ± 2.39	N/A	Hydrophilic Acrylic IOL	N/A
韩玉彤等(2017) <sup>[13]</sup>	26.88(26.00 ~ 28.99)	N/A	Aqua Sense、BioVeu PAL 或 BioVeu	N/A
彭华琮等(2010) <sup>[16]</sup>	31.12 ± 2.1	N/A	N/A	EYEGOOD ZTR RA
王洪亮等(2020) <sup>[11]</sup>	E:30.41 ± 1.75 C:30.23 ± 1.98	E: -19.32 ± 9.13 C: -17.33 ± 7.40	N/A	276001G (荷兰 OPHTEC B. V 公司)

注:E 为 CTR + IOL 组,C 为 IOL 组,N/A 为文中未给出。

2.2 CTR 对高度近视眼患者白内障手术影响的荟萃分析结果

2.2.1 对术后 BCVA 的影响 纳入 8 篇文献中共有 3 篇研究<sup>[9,11,12]</sup> 对比了 CTR + IOL 组与 IOL 组患者术后 BCVA,因韩玉彤等<sup>[13]</sup> 研究未将 BCVA 数据转换为 logMAR 并且未提供原始数据,故未纳入荟萃分析。经分析,术后 1 个月、3 个月、6 个月,患者 BCVA 的 MD 分别为 -0.08、-0.07、-0.07;95% CI 分别为 -0.13~0.03、-0.11~-0.03、-0.11~-0.04;P 分别为 0.001、0.000 3、<0.000 1。术后 1 个月、3 个月、6 个月,CTR + IOL 组患者 BCVA 的 logMAR 值均低于 IOL 组,即联合 CTR 植入患者的 BCVA 要优于未联合 CTR 植入组,差异具有统计学意义,提示植入 CTR 有助于改善患者术后 BCVA (图 1)。

CTR+IOL			IOL			Weight	Mean Difference	
Study or Subgroup	Mean	SD	Total	Mean	SD		IV, Fixed, 95% CI	
王洪亮 2020	0.4	0.68	24	0.46	0.66	24	1.6%	-0.06 [-0.44, 0.32]
范永涛 2021	0.41	0.15	98	0.49	0.18	88	98.4%	-0.08 [-0.13, -0.03]
Total (95% CI)			122			112	100.0%	-0.08 [-0.13, -0.03]
Heterogeneity: Chi <sup>2</sup> = 0.01, df = 1 (P = 0.92); I <sup>2</sup> = 0%								
Test for overall effect: Z = 3.29 (P = 0.001)								
A								
CTR+IOL			IOL			Weight	Mean Difference	
Study or Subgroup	Mean	SD	Total	Mean	SD		IV, Fixed, 95% CI	
王洪亮 2020	0.33	0.59	24	0.36	0.52	24	1.4%	-0.03 [-0.34, 0.28]
范永涛 2021	0.32	0.11	98	0.39	0.15	88	98.6%	-0.07 [-0.11, -0.03]
Total (95% CI)			122			112	100.0%	-0.07 [-0.11, -0.03]
Heterogeneity: Chi <sup>2</sup> = 0.06, df = 1 (P = 0.80); I <sup>2</sup> = 0%								
Test for overall effect: Z = 3.59 (P = 0.0003)								
B								
CTR+IOL			IOL			Weight	Mean Difference	
Study or Subgroup	Mean	SD	Total	Mean	SD		IV, Fixed, 95% CI	
Zhao 2016	4.6	0.1	16	4.6	0.2	18	10.8%	0.00 [-0.10, 0.10]
范永涛 2021	0.31	0.11	98	0.39	0.14	88	89.2%	-0.08 [-0.12, -0.04]
Total (95% CI)			114			106	100.0%	-0.07 [-0.11, -0.04]
Heterogeneity: Chi <sup>2</sup> = 2.00, df = 1 (P = 0.16); I <sup>2</sup> = 50%								
Test for overall effect: Z = 4.06 (P < 0.0001)								
C								

图 1 CTR 对高度近视患者白内障术后不同时期 BCVA 影响的荟萃分析结果 A: 术后 1 个月;B: 术后 3 个月; C: 术后 6 个月。

2.2.2 对术后 IOL 倾斜角的影响 纳入 8 篇文献中共有 3 篇研究<sup>[9,11,13]</sup> 对比了 CTR + IOL 组与 IOL 组患者术后 IOL 倾斜角的变化,3 篇研究均采用 UBM 进行观察、分析及测量。经分析,术后 1 个月、3 个月及 6 个月,两项研究之间均存在高度异质性,采用随机效应模型对其进行合并分析,MD 分别为 -0.92、-1.73、-0.68;95% CI 分别为 -2.47~0.64、-4.03~0.56、-1.25~-1.11;P 分别为 0.25、0.14、0.02。术后 1 个月、3 个月,两组患者间 IOL 倾斜角差异均无统计学意义(均为 P>0.05)。术后 6 个月,两组患者间 IOL 倾斜角差异有统计学意义(P<0.05),即 CTR + IOL 组患者在术后 6 个月时 IOL 倾斜角显著低于 IOL 组,提示植入 CTR 能减少 IOL 的倾斜程度(图 2)。

2.2.3 对术后 IOL 偏心量的影响 纳入 8 篇文献中共有 2 篇研究<sup>[11,13]</sup> 对比了 CTR + IOL 组与 IOL 组患者术后 6 个月时 IOL 偏心量,2 篇研究均采用 UBM 进行测量。经分析,两组患者术后 IOL 偏心量间差异有统计学意义(MD = -0.21,95% CI: -0.26~-0.16,P<0.000 1),即 CTR + IOL 组患者术后 IOL

偏心量显著低于 IOL 组,提示 CTR 有减少 IOL 偏心的作用(图 3)。

CTR+IOL			IOL			Weight	Mean Difference	
Study or Subgroup	Mean	SD	Total	Mean	SD		IV, Random, 95% CI	
王洪亮 2020	1.59	0.32	24	3.34	1.77	24	47.6%	-1.75 [-2.47, -1.03]
范永涛 2021	3.05	0.86	98	3.21	0.79	88	52.4%	-0.16 [-0.40, 0.08]
Total (95% CI)			122			112	100.0%	-0.92 [-2.47, 0.64]
Heterogeneity: Tau <sup>2</sup> = 1.19; Chi <sup>2</sup> = 16.92, df = 1 (P < 0.0001); I <sup>2</sup> = 94%								
Test for overall effect: Z = 1.16 (P = 0.25)								
A								
CTR+IOL			IOL			Weight	Mean Difference	
Study or Subgroup	Mean	SD	Total	Mean	SD		IV, Random, 95% CI	
王洪亮 2020	2.01	0.66	24	4.92	0.81	24	49.7%	-2.91 [-3.33, -2.49]
范永涛 2021	4.35	0.62	98	4.92	0.69	88	50.3%	-0.57 [-0.76, -0.38]
Total (95% CI)			122			112	100.0%	-1.73 [-4.03, 0.56]
Heterogeneity: Tau <sup>2</sup> = 2.71; Chi <sup>2</sup> = 99.88, df = 1 (P < 0.00001); I <sup>2</sup> = 99%								
Test for overall effect: Z = 1.48 (P = 0.14)								
B								
CTR+IOL			IOL			Weight	Mean Difference	
Study or Subgroup	Mean	SD	Total	Mean	SD		IV, Fixed, 95% CI	
范永涛 2021	4.87	0.72	98	5.31	0.75	88	58.9%	-0.44 [-0.65, -0.23]
韩玉彤 2017	0.21	0.74	19	1.24	0.97	21	41.1%	-1.03 [-1.56, -0.50]
Total (95% CI)			117			109	100.0%	-0.68 [-1.25, -0.11]
Heterogeneity: Tau <sup>2</sup> = 0.13; Chi <sup>2</sup> = 4.08, df = 1 (P = 0.04); I <sup>2</sup> = 75%								
Test for overall effect: Z = 2.35 (P = 0.02)								
C								

图 2 CTR 对高度近视患者白内障术后不同时期 IOL 倾斜影响的荟萃分析结果 A: 术后 1 个月;B: 术后 3 个月;C: 术后 6 个月。

Experimental			Control			Weight	Mean Difference	
Study or Subgroup	Mean	SD	Total	Mean	SD		IV, Fixed, 95% CI	
王洪亮 2020	0.19	0.04	24	0.4	0.12	24	98.5%	-0.21 [-0.26, -0.16]
韩玉彤 2017	0.11	0.02	19	0.24	0.97	21	1.5%	-0.13 [-0.54, 0.28]
Total (95% CI)			43			45	100.0%	-0.21 [-0.26, -0.16]
Heterogeneity: Chi <sup>2</sup> = 0.14, df = 1 (P = 0.71); I <sup>2</sup> = 0%								
Test for overall effect: Z = 8.15 (P < 0.00001)								

图 3 CTR 对高度近视患者白内障术后 IOL 偏心量影响的荟萃分析结果

2.2.4 对术后角膜内皮细胞密度的影响 纳入 8 篇文献中有 2 篇研究<sup>[9,11]</sup> 对比了 CTR + IOL 组与 IOL 组患者术后 3 个月时角膜内皮细胞密度的变化。经分析,两组患者间角膜内皮细胞密度差异无统计学意义(MD = -9.42,95% CI: -35.40~16.56,P = 0.48),即 CTR + IOL 组患者术后角膜内皮细胞密度与 IOL 组患者相比无显著差异,提示植入 CTR 并不会加重对角膜内皮细胞的损伤(图 4)。

CTR+IOL			IOL			Weight	Mean Difference	
Study or Subgroup	Mean	SD	Total	Mean	SD		IV, Fixed, 95% CI	
王洪亮 2020	2,006.57	90.54	24	2,018.44	49.52	24	39.6%	-11.87 [-53.16, 29.42]
范永涛 2021	2,002.25	112.48	98	2,010.06	119.31	88	60.4%	-7.81 [-41.24, 25.62]
Total (95% CI)			122			112	100.0%	-9.42 [-35.40, 16.56]
Heterogeneity: Chi <sup>2</sup> = 0.02, df = 1 (P = 0.88); I <sup>2</sup> = 0%								
Test for overall effect: Z = 0.71 (P = 0.48)								

图 4 CTR 对高度近视患者白内障术后 3 个月角膜内皮细胞密度影响的荟萃分析

2.2.5 对术后晶状体前囊口面积的影响 纳入 8 篇文献中有 2 篇研究<sup>[9-10]</sup> 对比了 CTR + IOL 组与 IOL 组患者术后 3 个月晶状体前囊口面积的变化,由于两项研究之间存在中度异质性,故采用随机效应模型对其进行合并分析,结果显示,两组患者间差异有统计学意义(MD = 3.24,95% CI: 0.07~6.40,P = 0.048),即 CTR + IOL 组患者晶状体前囊口面积大于 IOL 组,提示 CTR 有防止前囊环收缩的作用(图 5)。



Study or Subgroup	CTR+IOL			IOL			Weight	Mean Difference IV, Random, 95% CI
	Mean	SD	Total	Mean	SD	Total		
范永涛 2021	24.52	3.05	98	22.43	3.14	88	66.5%	2.09 [1.20, 2.98]
Yang 2021	22.48	3.71	11	16.97	5.03	9	33.5%	5.51 [1.56, 9.46]
Total (95% CI)			109			97	100.0%	3.24 [0.07, 6.40]
Heterogeneity: Tau <sup>2</sup> = 3.71; Chi <sup>2</sup> = 2.74, df = 1 (P = 0.10); I <sup>2</sup> = 63%								
Test for overall effect: Z = 2.00 (P = 0.048)								

图5 CTR对高度近视患者白内障术后3个月晶状体前囊口面积影响的荟萃分析

**2.2.6 对术后PCO发生率的影响** 纳入8篇文献中共有4篇研究<sup>[9,14-16]</sup>对比了CTR+IOL组与IOL组患者术后PCO的发生情况,经分析,两组患者间差异有统计学意义( $OR=0.20, 95\% CI: 0.11 \sim 0.35, P<0.000\ 01$ ),即CTR+IOL组患者术后PCO发生率显著低于IOL组(图6),提示CTR有助于预防PCO的发生。

Study or Subgroup	CTR+IOL		IOL		Weight	Odds Ratio M-H, Fixed, 95% CI
	Events	Total	Events	Total		
Halili 2012	29	34	34	34	8.6%	0.08 [0.00, 1.47]
Kelles 2014	6	78	16	75	24.0%	0.31 [0.11, 0.83]
彭华琼 2010	5	549	35	532	56.0%	0.13 [0.05, 0.34]
范永涛 2021	3	98	7	88	11.4%	0.37 [0.09, 1.46]
Total (95% CI)		759		729	100.0%	0.20 [0.11, 0.35]
Total events	43		92			
Heterogeneity: Chi <sup>2</sup> = 2.66, df = 3 (P = 0.45); I <sup>2</sup> = 0%						
Test for overall effect: Z = 5.43 (P < 0.00001)						

图6 CTR对高度近视患者白内障术后PCO发生的荟萃分析

**2.2.7 发表偏倚分析** 发表偏倚采用Egger检验进行评价。研究PCO发生率时纳入4篇研究<sup>[9,14-16]</sup>,Egger检验结果显示, $P$ 为0.627,提示本研究中不存在明显的发表偏倚。其他各类研究纳入文献均少于3篇,故不进行偏倚分析。

3 讨论

高度近视眼在解剖结构上常有前房加深、眼轴增长、玻璃体液化、晶状体后囊膜变薄、晶状体悬韧带异常等特点,进行白内障手术时易出现后囊膜破裂、视网膜脱离、晶状体悬韧带断裂等风险<sup>[3]</sup>。此外,有研究表明,高度近视患者白内障术后容易出现IOL移位<sup>[17]</sup>,这限制了散光矫正、多焦点等功能性IOL在高度近视患者中的应用<sup>[18]</sup>。

1993年,Legler等<sup>[19]</sup>首次将CTR应用于白内障手术,因其具有在手术中维持囊袋形状、便于术者操作,补偿悬韧带功能不全、减少IOL倾斜和偏位,并且可能降低PCO发生率从而改善术后视觉质量等优点<sup>[14-16]</sup>,之后便广泛应用在晶状体半脱位、高度近视和Marfan综合征等有悬韧带异常的白内障患者手术中<sup>[20]</sup>。

本荟萃分析通过纳入的8篇文献,从比较术后BCVA、IOL倾斜和偏位、角膜内皮细胞密度、晶状体前囊口面积、PCO发生率等角度来评估CTR在高度近视患者白内障术后的优势和安全性,结果显示,相较于常规超声乳化白内障吸除联合IOL植入手术,

CTR应用可以显著改善患者术后BCVA,降低IOL倾斜和偏心,减少PCO发生率和囊袋收缩,而且不会对角膜内皮细胞产生额外损伤。

本研究结果表明,联合植入CTR可显著提高高度近视患者白内障术后的BCVA。有研究发现,对于光学部直径为6 mm的IOL,当它偏心0.5 mm时将导致有效光学区降低11%,若偏心量>1.0 mm或倾斜度>5°时,视力会受到影响<sup>[21-22]</sup>。高度近视患者晶状体囊袋较松弛,推测CTR通过360°撑开晶状体囊袋的赤道部以使植入囊袋内的IOL维持居中,降低其发生倾斜的可能性,进而提高IOL眼的视觉质量。需要指出的是,在纳入观察术后BCVA的3篇文献中,Zhao等<sup>[12]</sup>的研究在纳入标准中对患者眼底情况做了“眼底无病理性改变”的限制,而其他两项研究<sup>[9,11]</sup>未对眼底病变做明确的说明,因此,采用术后BCVA对联合植入CTR进行效果评估存在一定混杂因素。

联合植入CTR对患者术后屈光度的影响尚存争议。Baranwal等<sup>[23]</sup>进行的一项单臂回顾性分析结果发现,对25例通过术前UBM检查发现存在悬韧带松弛的患者进行CTR联合IOL植入后,术后存在+0.5~+2.0 D的远视漂移,并建议在这类患者术前选择IOL时应给予+1.0~+1.5 D的调整。Belov等<sup>[24]</sup>发现,假性剥脱综合征患者应用CTR后,相比较未植入CTR组,同样出现约+0.5 D的远视漂移,差异有统计学意义[CTR+IOL组为(0.41±0.52)D,IOL组为(0.04±0.59)D, $P=0.043$ ]。但是更多的研究认为,联合植入CTR对患者术后预测屈光度无明显影响<sup>[6,25-27]</sup>,Schild等<sup>[25]</sup>甚至认为联合植入CTR可以提高患者术后预测屈光度的准确性。

本研究发现,联合植入CTR可降低IOL倾斜度和偏心量,这有利于提高术后患者视觉质量。有研究表明,术后IOL移位多见于年轻男性<sup>[28]</sup>,这与高度近视年轻人多发的流行病学特点一致。对于高度近视患者,Four-eyelet CTR能更加有效地增强Toric IOL的旋转稳定性<sup>[18]</sup>。

本研究结果表明,联合植入CTR时增加的手术操作未对角膜内皮细胞带来更多的损伤,提示其安全性良好。但手术操作中仍应该注意避免CTR滑出囊外,减少不必要的机械操作,以保护角膜内皮细胞<sup>[9]</sup>。此外,在植入CTR后还应仔细检查是否因操作出现晶状体后囊膜破裂,必要时应在术中及时改变术式,如采用缝线固定CTR等<sup>[6]</sup>。

此外,本研究结果提示,植入CTR可降低高度近视患者白内障术后PCO的发生率,这与文献<sup>[8]</sup>荟萃分析结果一致。植入CTR可预防PCO的原因可能是:(1)CTR使IOL与晶状体后囊膜间隙缩小,同时增加晶状体前囊膜与后囊膜的距离<sup>[9]</sup>,并且部分CTR为直角方边设计,与赤道部囊膜紧密贴合形成阻隔,共同作用抑制晶状体上皮细胞向后囊膜中心

移行、增殖<sup>[14]</sup>; (2) 由于高度近视患者悬韧带功能不良, 导致植入的 IOL 襻对囊袋不均匀牵拉<sup>[29]</sup>, 而不平衡力度是导致囊袋皱缩的关键因素, CTR 的植入克服了囊袋受力不均的问题, 进而降低了囊袋皱缩的概率。此外, 由于降低了囊袋皱缩的发生, 减少了囊袋对 IOL 的包裹和因囊袋皱缩而导致的 IOL 倾斜、偏位, 从而降低了患者术后发生屈光漂移的可能, 这可能是提高患者术后 BCVA 的另一个原因。

尽管如此, PCO 仍是联合植入 CTR 的白内障术后主要的并发症。目前, 治疗 PCO 的主要方法为 Nd:YAG 激光后囊膜切开术。对于植入 CTR 眼, 后囊膜切开后, 囊袋内力学环境发生变化, 可能导致 CTR 脱入玻璃体, 甚至造成视网膜损伤, 给后续治疗增添困难。另外, 高度近视过长的眼轴也会发生 CTR-IOL-囊袋复合体脱位。因此, 对高度近视白内障患者, 应准确把握 CTR 使用适应证, 评估必要性, 避免带来不必要的损伤。

本研究有以下局限性: (1) 纳入研究数量少, 样本量小、随访时间短, 亟需多中心、高质量的 RCT 研究; (2) 由于纳入研究的目的各不相同, 导致就单一目的纳入研究的文献数量较少, 会给研究结论带来一定误差。

根据本次荟萃分析结果, 我们建议进一步开展大样本、多中心、长期随访的 CTR 在高度近视白内障患者应用的 RCT 研究, 为临床治疗高度近视并发白内障患者提供更加科学、安全、有效、优化的诊疗方案。

## 参考文献

- [1] HOLDEN B A, FRICKE T R, WILSON D A, JONG M, NAIDOO K S, SANKARIDURG P, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050 [J]. *Ophthalmology*, 2016, 123 (5): 1036-1042.
- [2] IKUNO Y. Overview of the complications of high myopia[J]. *Retina*, 2017, 37 (12): 2347-2351.
- [3] YAO Y, LU Q, WEI L, CHENG K, LU Y, ZHU X. Efficacy and complications of cataract surgery in high myopia[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2021, 47 (11): 1473-1480.
- [4] FAN Q, HAN X, LUO J, CAI L, QIU X, LU Y, et al. Risk factors of intraocular lens dislocation following routine cataract surgery: a case-control study [J]. *Clin Exp Optom*, 2021, 104 (4): 510-517.
- [5] RAI G, SAHAI A, KUMAR P R. Outcome of capsular tension ring (CTR) implant in complicated cataracts[J]. *J Clin Diagn Res*, 2015, 9 (12): NC05-NC07.
- [6] MIYOSHI T, FUJIE S, YOSHIDA H, IWAMOTO H, TSUKAMOTO H, OSHIKA T. Effects of capsular tension ring on surgical outcomes of premium intraocular lens in patients with suspected zonular weakness [J]. *PLoS One*, 2020, 15 (2): e0228999.
- [7] ALIÓ J L, PLAZA-PUCHE A B, PIÑERO D P. Rotationally asymmetric multifocal IOL implantation with and without capsular tension ring: refractive and visual outcomes and intraocular optical performance [J]. *J Refract Surg*, 2012, 28 (4): 253-258.
- [8] ZHANG K, DONG Y, ZHAO M, NIE L, DING X, ZHU C. The effect of capsule tension ring on posterior capsule opacification: a meta-analysis [J]. *PLoS One*, 2021, 16 (3): e0246316.
- [9] 范永琦, 申飞, 张晨霞, 朱珂珂. 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 [J]. 国际眼科杂志, 2021, 21 (9): 1535-1538.
- [10] FAN Y Q, SHEN F, ZHANG C X, ZHU K K. Phacoemulsification combined with CTR implantation in the treatment of high myopia with cataract [J]. *Int Eye Sci*, 2021, 21 (9): 1535-1538.
- [11] YANG S, JIANG H, NIE K, FENG L, FAN W. Effect of capsular tension ring implantation on capsular stability after phacoemulsification in patients with weak zonules: a randomized controlled trial. CTR implantation in cataract patients with weak zonules [J]. *BMC Ophthalmol*, 2021, 21 (1): 19.
- [12] 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 [J]. 中华实验眼科杂志, 2020, 38 (2): 114-120.
- [13] WANG H L, LIU G, JIA W C. Application of capsular tension ring implantation during phacoemulsification for ultra-high myopia complicated with cataract [J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2020, 38 (2): 114-120.
- [14] ZHAO Y, LI J, YANG K, LI X, ZHU S. Combined special capsular tension ring and toric IOL implantation for management of astigmatism and high axial myopia with cataracts [J]. *Semin Ophthalmol*, 2018, 33 (3): 389-394.
- [15] 韩玉彤, 陈彬川, 朱光举, 徐一帆, 雷方. 超声生物显微镜观察囊袋张力环应用后 IOL 的偏心量和倾斜度 [J]. 眼科新进展, 2017, 37 (6): 562-565.
- [16] HAN Y T, CHEN B C, ZHU G J, XU Y F, LEI F. Decentration and tilt of IOL after capsule tension ring implantation observed by ultrasonic biomicroscope [J]. *Rec Adv Ophthalmol*, 2017, 37 (6): 562-565.
- [17] KELES S, KARTAL B, APIL A, ONDAS O A, TOPDAGI E, EKINCI M, et al. Nd:YAG laser posterior capsulotomy rates in myopic eyes after implantation of capsular tension ring [J]. *Med Sci Mon*, 2014, 20: 1469-1473.
- [18] HALILI I, MUTLU F M, ERDURMAN F C, GÜNDÜGAN F C, KILIC S. Influence of capsular tension ring on posterior capsule opacification in myopic eyes [J]. *Indian J Ophthalmol*, 2014, 62 (3): 311-315.
- [19] 彭华琮, 袁媛, 刘保松. 晶状体囊袋张力环植入对高度近视白内障术后发性白内障发生的影响 [J]. 眼科新进展, 2010, 30 (11): 1065-1067.
- [20] PENG H C, YUAN Y, LIU B S. Effects of capsular tension ring insertion on PCO formation after high myopic cataract surgery [J]. *Rec Adv Ophthalmol*, 2010, 30 (11): 1065-1067.
- [21] POTEKIN V V, ASTAKHOV S Y, GOLTSMAN E V, YUAN V S. Assessment of risk factors for the development of late intraocular lens dislocation [J]. *Oftalmologiya*, 2021, 18 (1): 103-119.
- [22] JIANG H M, LIANG K, TAO L M. Comparative evaluation of rotational stability of toric IOLs with four-eyelet vs two-eyelet capsular tension rings in eyes with high myopia [J]. *Int J Ophthalmol*, 2021, 14 (3): 378-382.
- [23] LEGLER U F C, WITSCHER B M. The capsular ring: a new device for complicated cataract surgery [J]. *German J Ophthalmol*, 1994, 3: 265.
- [24] WEBER C H, CIONNI R J. All about capsular tension rings [J]. *Curr Opin Ophthalmol*, 2015, 26 (1): 10-15.
- [25] NABH R, RAM J, PANDAV S S, GUPTA A. Visual performance and contrast sensitivity after phacoemulsification with implantation of aspheric foldable intraocular lenses [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2009, 35 (2): 347-353.
- [26] GUYTON D L, UOZATO H, WISNICKI H J. Rapid determination of intraocular lens tilt and decentration through the undilated pupil [J]. *Ophthalmology*, 1990, 97 (10): 1259-1264.
- [27] BARANWAL V K, KUMAR S, MISHRA A, DUTTA A K. A study to evaluate whether CTR increases refractive unpredictability between predicted and actual IOL position [J]. *Med J Armed Forces India*, 2014, 70 (1): 36-38.
- [28] BELOV D, NIKOLAENKO V, POTEKIN V. Effect of capsular tension ring implantation during phacoemulsification on postoperative refraction [J]. *Eur J Ophthalmol*, 2022, 32 (4): 2189-2193.
- [29] SCHILD A M, ROSENTERETER A, HELLMICH M, LAPPAS A, DINSLAGE S, DIETLEIN T S. Effect of a capsular tension ring on refractive outcomes in eyes with high myopia [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2010, 36 (12): 2087-2093.
- [30] ALIÓ J L, ELKADY B, ORTIZ D, BERNABEU G. Microincision multifocal intraocular lens with and without a capsular

tension ring, optical quality and clinical outcomes[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2008, 34(9):1468-1475.

[27] KWON H, CHOI A, KIM B, JEON S. Effect of capsular tension ring on refractive outcomes in patients with implantation of the quadrifocal acrysof PanOptix TFNT00 IOL[J]. *J Refract Surg*, 2021, 37(3):174-179.

[28] LEE G I, LIM D H, CHI S, KIM S W, HAN J, SHIN D W, et al. Incidence and characteristics of intraocular lens dislocation after phacoemulsification: an eight-year, nationwide, population-based study[J]. *J Clin Med*, 2021, 10(17):3830.

[29] 刘刚, 王洪亮, 贾万程, 张淑萍, 张春娣, 裴响华, 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[J]. *眼科新进展*, 2020, 40(5):439-443.

LIU G, WANG H L, JIA W C, ZHANG S P, ZHANG C D, PEI X H, et al. Clinical effect of combined application of capsular tension ring implantation in patients having ultra-high myopia combined with cataract at different axial lengths[J]. *Rec Adv Ophthalmol*, 2020, 40(5):439-443.

## Meta-analysis on the roles of capsular tension ring in cataract surgery efficacy of patients with high myopia

HAO Zhuang<sup>1,2</sup>, ZHAO Chao<sup>1</sup>, JIANG Mengqi<sup>1</sup>, ZHANG Luning<sup>1</sup>, MA Jiyuan<sup>1</sup>, HE Mengmei<sup>1</sup>, ZHOU Jian<sup>1</sup>

1. Department of Ophthalmology, Xijing Hospital, Air Force Medical University, Eye Institute of PLA, Xi'an 710032, Shaanxi Province, China  
2. Department of Clinics, Aviation University of Air Force, Changchun 130000, Jilin Province, China

**Corresponding author:** ZHOU Jian, E-mail: zhoujian@fmmu.edu.cn

**[Abstract] Objective** To evaluate the effect of implanted capsular tension ring (CTR) on the cataract surgery of patients with high myopia. **Methods** Seven databases, including PubMed, Embase, Web of Science, the Cochrane Library, CNKI, Wanfang Data and Weipu, were comprehensively searched with a time range from January 1, 1990 to March 20, 2022. Randomized controlled trials and non-randomized controlled trials of the application of CTR in cataract surgery of patients with high myopia were collected. Two researchers independently searched the literatures, extracted the data, and assessed methodological quality according to the inclusion and exclusion criteria. Meta-analysis was performed using Review Manager 5.4. **Results** Eight articles were finally included, involving 1292 patients (1630 eyes). Meta-analysis showed that the best corrected visual acuity (BCVA) of patients who underwent CTR combined with intraocular lens (IOL) implantation was significantly higher than that in the patients who underwent IOL implantation at 1 month, 3 months and 6 months after the surgery (all  $P < 0.05$ ). In the patients who underwent CTR combined with IOL implantation, the angle of inclination and eccentricity of IOL were significantly lower than those in the patients who underwent IOL implantation at 6 months after the surgery (both  $P < 0.05$ ). The anterior lens capsular orifice area in the patients who underwent CTR combined with IOL implantation was significantly higher than that in the patients who underwent IOL implantation 3 months after the surgery ( $P = 0.048$ ); the incidences of posterior capsule opacification (PCO) in the patients who underwent CTR combined with IOL implantation was significantly lower than that in the patients underwent IOL implantation ( $P < 0.0001$ ). There was no significant difference in the endothelial cell density between the two groups 3 months after the surgery ( $P = 0.48$ ). **Conclusion** For high myopic patients, implanting CTR in cataract surgery is conducive to a higher BCVA, less inclination and eccentricity, lower incidences of PCO and capsular bag shrinkage.

**[Key words]** high myopia; capsular tension ring; cataract surgery; meta-analysis; inclination of intraocular lens; eccentricity of intraocular lens; posterior capsule opacification; capsular bag shrinkage