

# 高能聚焦超声睫状体成形术治疗青光眼的疗效及其影响因素

唐玉容<sup>1</sup>, 李富华<sup>2</sup>, 贺翔鸽<sup>3</sup>, 周晓虹<sup>1</sup>, 周毅<sup>3</sup>, 王薇<sup>3</sup>

引用:唐玉容,李富华,贺翔鸽,等. 高能聚焦超声睫状体成形术治疗青光眼的疗效及其影响因素. 国际眼科杂志, 2024, 24(4): 618-622.

作者单位:<sup>1</sup>(400060)中国重庆市,重庆南坪爱尔眼科医院;  
<sup>2</sup>(300190)中国天津市,天津爱尔眼科医院;<sup>3</sup>(400020)中国重庆市,重庆爱尔眼科医院

作者简介:唐玉容,女,在职硕士研究生,副主任医师,研究方向:青光眼、白内障。

通讯作者:王薇,女,在职博士研究生,副主任医师,青光眼科副主任,重庆爱尔特区青光眼学组组长,研究方向:青光眼. 93408173@qq.com

收稿日期:2023-09-25 修回日期:2024-03-05

## 摘要

**目的:**评估高能聚焦超声睫状体成形术(UCP)治疗青光眼的疗效,并探讨影响疗效的相关因素。

**方法:**收集天津爱尔眼科医院、重庆爱尔眼科医院、重庆南坪爱尔眼科医院2019-01/2022-01实施UCP治疗患者110例134眼,包括原发性闭角型青光眼、原发性开角型青光眼、继发性青光眼三组患者,记录术后6、12 mo的最佳矫正视力、眼内压,以及使用抗青光眼药物种类等的情况。

**结果:**术后6 mo,原发性闭角型青光眼组、原发性开角型青光眼组、继发性青光眼组的眼压与术前相比有差异(均 $P<0.05$ )。术后12 mo,原发性闭角型青光眼组及原发性开角型青光眼组的眼压与术前相比有差异(均 $P<0.05$ )。术后6、12 mo,各组视力与术前相比无差异(均 $P>0.05$ )。术后6 mo,眼压变化与年龄、既往青光眼手术史、基线白对白(角膜横径)和UCP治疗扇区有相关性(均 $P<0.05$ )。

**结论:**UCP能有效降低青光眼患者的眼压,其疗效可能受到年龄、既往青光眼手术史、基线白对白(角膜横径)和UCP治疗扇区的影响。UCP对视力没有影响,安全性好。

**关键词:**高能聚焦超声睫状体成形术;青光眼;疗效;影响因素

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2024.4.23

## Efficacy of high - intensity focused ultrasound cycloplasty in glaucoma and its influencing factor

Tang Yurong<sup>1</sup>, Li Fuhua<sup>2</sup>, He Xiangge<sup>3</sup>, Zhou Xiaohong<sup>1</sup>, Zhou Yi<sup>3</sup>, Wang Wei<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Chongqing Nanping Aier Eye Hospital, Chongqing 400060, China;

<sup>2</sup>Tianjin Aier Eye Hospital, Tianjin 300190, China; <sup>3</sup>Chongqing Aier Eye Hospital, Chongqing 400020, China

**Correspondence to:** Wang Wei. Chongqing Aier Eye Hospital, Chongqing 400020, China. 93408173@qq.com  
Received:2023-09-25 Accepted:2024-03-05

## Abstract

• **AIM:** To evaluate the efficacy of high-intensity focused ultrasound cycloplasty (UCP) in the treatment of glaucoma and to investigate related influencing factors.

• **METHODS:** The study involved a total of 110 patients (134 eyes) who received UCP treatment between January 2019 and January 2022 at three medical centers: Tianjin Eye Aier Eye Hospital, Chongqing Aier Eye Hospital, and Chongqing Nanping Aier Eye Hospital. Patients were classified into three categories: primary angle - closure glaucoma, primary open-angle glaucoma, and secondary glaucoma. Best corrected visual acuity, intraocular pressure, and the usage of anti-glaucoma medications, etc., were recorded at 6 and 12 mo postoperatively.

• **RESULTS:** After 6 months of the UCP procedure, statistically significant differences in intraocular pressure were observed across all groups (all  $P<0.05$ ). At 12 mo postoperatively, intraocular pressure of the primary angle-closure and primary open-angle glaucoma groups showed differences (all  $P<0.05$ ). Notably, there were no significant changes in visual acuity at either the 6 or 12 mo compared to preoperative values across all patient groups (all  $P>0.05$ ). Furthermore, the study identified a statistically significant correlation between the changes in intraocular pressure at 6 mo and factors such as age, history of previous glaucoma surgery, baseline white-to-white (corneal diameter), and the extent of UCP treatment (all  $P<0.05$ ).

• **CONCLUSION:** The UCP procedure has been demonstrated to effectively lower intraocular pressure in patients with glaucoma. The efficacy appears to be influenced by variables including patient age, previous glaucoma surgery history, baseline white - to - white (corneal diameter), and the scope of UCP treatment. Importantly, UCP treatment did not adversely affect visual acuity, underscoring its favorable safety profile.

• **KEYWORDS:** high - intensity focused ultrasound ciliary plasty; glaucoma; efficacy; influencing factors

**Citation:** Tang YR, Li FH, He XG, et al. Efficacy of high - intensity focused ultrasound cycloplasty in glaucoma and its influencing factor. Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci), 2024, 24(4): 618-622.

## 0 引言

青光眼是全球第二大导致视力丧失的疾病,严重影响全球人口的视力健康。预计到2040年,全球将有更多的

人受到青光眼的影响,尤其是亚洲和非洲的人口,通过药物和手术来降低眼压是治疗青光眼的主要方法。高能聚焦超声睫状体成形术(UCP)使用高强度聚焦超声波选择性作用于睫状体,利用高能聚焦超声波对睫状体进行精确成形,减少房水生成,从而降低青光眼患者的眼压<sup>[1-3]</sup>,在欧洲大多用于开角型青光眼和剥脱综合征,虽然2020年中国青光眼指南中推荐UCP仅用于新生血管性青光眼治疗,但UCP治疗适应证广泛,国外文献报道已有用于原发性闭角型青光眼(PACG)<sup>[4]</sup>,也有作为PACG和原发性开角型青光眼(POAG)的首选手术治疗方式<sup>[5]</sup>。在我国大多数青光眼是闭角型青光眼,并且不同类型青光眼的治疗参数的选择和治疗的的安全性目前没有文献报道统一的标准,UCP运用于各类型青光眼的疗效是否有所不同?国内外人种的差异、青光眼类型的不同,所以UCP在我国青光眼人群中降低眼压效果和安全性需要更大样本量、更长时间的随访观察。本研究旨在通过收集天津爱尔眼科医院、重庆爱尔眼科医院、重庆南坪爱尔眼科医院三家医院实施UCP治疗的病例,回顾性分析UCP治疗青光眼的疗效,并探讨影响疗效的相关因素,以期为临床医生提供更多的治疗依据,进一步提高青光眼的治疗效果。

## 1 对象和方法

### 1.1 对象

回顾性病例系列研究。收集3家医院(天津爱尔眼科医院、重庆爱尔眼科医院、重庆南坪爱尔眼科医院)2019-01/2022-01实施UCP治疗的青光眼患者110例134眼,其中男61例,女49例。纳入患者根据疾病诊断分为三组:PACG、POAG、继发性青光眼(SG)。再分别根据随访时间分为术后6、12 mo。纳入标准:确诊为青光眼,年龄>18岁,在最大耐受限度下药物治疗时,眼压仍然达不到目标眼压。排除标准:未完成术后随访的手术患者、眼外伤、眼内或眼球后肿瘤史、葡萄膜炎、甲状腺相关眼病、妊娠及哺乳期妇女。本研究经医院伦理委员会批准,试验流程符合《赫尔辛基宣言》,患者或其家属均知情同意并签署同意书。

## 1.2 方法

### 1.2.1 术前检查

所有患者术前均进行详细的眼部检查:包括最佳矫正视力,接触性回弹眼压计测量眼压,裂隙灯显微镜眼前节及眼底检查,超声生物显微镜(UBM)测量横向两睫状突间的距离,IOL Master 500测量眼轴、前房深度及白到白测定,角膜内皮镜查角膜厚度。根据白到白测定结果和UBM图像拟合测算出患者适合的治疗探头型号。

### 1.2.2 设备

本研究采用UCP设备EyeOP1<sup>®</sup>,每探头上有6个传感器有规则地环状排列,作用在睫状体上产生6个规则排列的聚焦区域,探头直径11、12、13 mm。每次治疗时间间隔20 s。根据术前眼压的评估情况,本研究选择6扇区(眼压21-30 mmHg),8扇区(眼压>30-40 mmHg)或10扇区(眼压>40 mmHg)的治疗方案。

### 1.2.3 手术方法

术中所有患者均采用2%盐酸利多卡因注射液球后麻醉及结膜囊内滴入盐酸丙美卡因滴眼液3次表面麻醉。启动UCP治疗仪,输入患者基本信息、眼压、治疗扇区,固定负压吸引定位环,连接探头和负压吸引环,测试负压成功后,启动治疗,治疗结束后给予妥布霉素地塞米松眼膏涂眼,并记录治疗过程探头是否位于最佳定位中心。

### 1.2.4 术后随访

记录术后6、12 mo的最佳矫正视力(LogMAR视力)、眼内压(IOP)、使用抗青光眼药物种类(NAGD)。

统计学分析:采用SPSS16.0统计学软件进行数据处理。连续型变量采用 $\bar{x}\pm s$ 表示,分类变量采用n(%)表达;符合正态分布的连续型变量采用方差分析,最佳矫正视力、眼压及使用抗青光眼药物种类不符合正态分布,采用M( $P_{25}, P_{75}$ )表示,采用Wilcoxon符号秩检验,计数资料采用卡方检验;分析变量中符合正态分布的采用Pearson相关分析,不符合正态分布的采用Spearman相关分析。以P<0.05为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 患者的基本资料及UCP手术参数

PACG组术后6 mo为34例40眼,术后12 mo为16例18眼;POAG组术后6 mo为28例39眼,术后12 mo为13例17眼;SG组术后6 mo为14例15眼,术后12 mo为5例5眼。术后6 mo各类型青光眼患者年龄、性别、探头直径和探头居中比较,差异有统计学意义(均P<0.05);术后12 mo各类型青光眼患者年龄、性别、探头直径比较,差异有统计学意义(均P<0.05),见表1。

### 2.2 术后6 mo视力情况及治疗效果

三组青光眼患者术后6 mo最佳矫正视力与术前比较,差异无统计学意义(均P>0.05)。三组青光眼患者术后6 mo眼压与术前比较,差异有统计学意义(均P<0.05)。PACG组术后6 mo使用抗青光眼药物种类与术前比较差异有统计学意义(P<0.05),其他两组比较差异均无统计学意义(P>0.05),见表2,图1。

表1 患者的基本资料及UCP手术参数

时间	组别	例数 (眼数)	年龄	性别 (男/女,例)	青光眼手术 史(是/否)	治疗扇区(眼,%)				探头直径(眼,%)			探头居中(眼,%)			
						NA	6	8	10	NA	11 mm	12 mm	13 mm	NA	是	否
术后	PACG组	34(40)	62.5±2.5	24/10	20/20	4(10)	3(8)	18(45)	15(38)	14(35)	2(5)	23(58)	1(3)	40(100)		
	POAG组	28(39)	52.8±2.6	12/16	26/13	14(36)	3(8)	10(26)	12(31)	18(46)	0	7(18)	14(36)	1(3)	36(92)	2(5)
	SG组	14(15)	50.54±5.4	6/8	8/7	2(13)	0	4(27)	9(60)	3(20)	1(7)	7(47)	4(27)	1(7)	11(73)	3(20)
	$F/\chi^2$		4.452	9.633	2.367			3.927			21.583			11.385		
	P		0.014	0.008	0.306			0.416			<0.001			0.023		
12 mo	PACG组	16(18)	64.2±2.2	13/3	10/8	4(22)	1(6)	9(50)	4(22)	9(50)	1(6)	8(44)	0	18(100)		
	POAG组	13(17)	50.8±2.9	4/9	9/8	5(29)	0	7(41)	5(29)	5(29)	0	4(24)	8(47)	1(6)	14(82)	2(12)
	SG组	5(5)	50.8±2.4	2/3	2/3	1(20)	0	1(20)	3(60)	1(20)	0	2(40)	2(40)	5(100)		
	$F/\chi^2$		5.152	10.790	0.481			3.690			10.476			4.388		
	P		0.011	0.005	0.786			0.450			0.033			0.356		

注:NA:数据丢失。

**2.3 术后 12 mo 视力情况及治疗效果** 三组青光眼患者术后 12 mo 最佳矫正视力与术前相比,差异无统计学意义(均  $P>0.05$ )。PACG 组、POAG 组术后 12 mo 眼压与术前相比差异有统计学意义(均  $P<0.05$ ),但 SG 组差异无统计学意义( $P>0.05$ )。三组青光眼患者术后 12 mo 使用抗青光眼药物种类与术前相比,差异无统计学意义(均  $P>0.05$ ),见表 3,图 2。

**2.4 眼压变化与影响因素的相关性分析** 术后 6 mo,年龄越大,眼压降幅越小( $r_s = -0.433, P<0.001$ );既往有青光眼手术史,眼压降幅越大( $r_s = 0.217, P=0.032$ );基线白对白(角膜横径)越大,眼压降幅越小( $r = -0.328, P = 0.034$ );UCP 治疗扇区越多,眼压降幅越大( $r_s = 0.270, P = 0.019$ );眼压变化情况与性别、青光眼类型、术前角膜厚度、基线眼轴长度、前房深度、UCP 探头直径、探头居中无相关性(均  $P>0.05$ )。术后 12 mo,眼压变化情况与年龄、性别、青光眼类型、既往青光眼手术史、术前角膜厚度、基线眼轴长度、基线白对白(角膜横径)、前房深度、UCP 治

疗扇区、UCP 探头直径、探头居中无相关性(均  $P>0.05$ ),见表 4。

### 3 讨论

UCP 是一种革新性的青光眼治疗方法,它不是传统意义上的睫状体破坏手术,与目前主流的内路小梁切开、外路 Schlemm 切开、赘宜引流管植入等一样属于青光眼微创手术<sup>[6]</sup>,并且手术无切口,对传统手术方法有顾虑或寻求非侵入性治疗的患者提供一种新手术治疗的选择<sup>[7-10]</sup>。

Aptel 等<sup>[11]</sup>研究表明,青光眼患者眼压在经过 UCP 治疗后平均降低了 38%,他们选择的 6 扇区,而我们的研究中大多患者选择 8 或 10 扇区,选择 6 扇区的患者较少,也侧面反映中国的青光眼患者较欧洲青光眼患者眼压普遍偏高,需要选择更多的扇区数量。广州中山眼科中心一项研究报道 UCP 治疗约 69.05% 的中国患者选择 12 mm 探头<sup>[12]</sup>,这与我们的研究中相似。我们的研究中 POAG 组和 SG 组共有 7 眼在治疗完发现探头没有位于最佳居中位置,这可能导致治疗疗效不佳。

表 2 三组术后 6 mo 视力情况及治疗效果

$M(P_{25}, P_{75})$

组别	时间	最佳矫正视力(LogMAR)	眼压(mmHg)	抗青光眼药物种类(种)
PACG 组( $n=40$ )	术前	0.40(0.10,2.30)	32.00(19.50,43.00)	3.0(1.0,4.0)
	术后 6 mo	0.46(0.22,0.46)	16.00(14.10,21.60)	1.0(1.0,3.0)
	Z	1.12	-4.07	-2.58
	P	0.26	<0.001	0.01
POAG 组( $n=39$ )	术前	0.70(0.22,1.46)	26.00(15.35,33.50)	3.0(1.0,3.0)
	术后 6 mo	0.30(0.05,1.50)	18.00(15.50,21.00)	1.0(1.0,2.0)
	Z	1.46	-4.02	-2.71
	P	0.15	<0.001	0.07
SG 组( $n=15$ )	术前	2.60(0.45,2.89)	47.00(30.50,60.00)	3.0(0.5,4.0)
	术后 6 mo	2.60(0.51,2.89)	30.00(18.50,36.50)	2.0(1.5,3.0)
	Z	0.51	-2.73	-0.32
	P	0.612	0.006	0.75

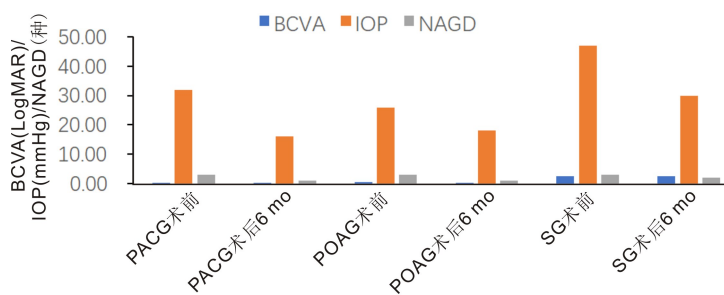


图 1 三组术后 6 mo 视力情况及治疗效果。

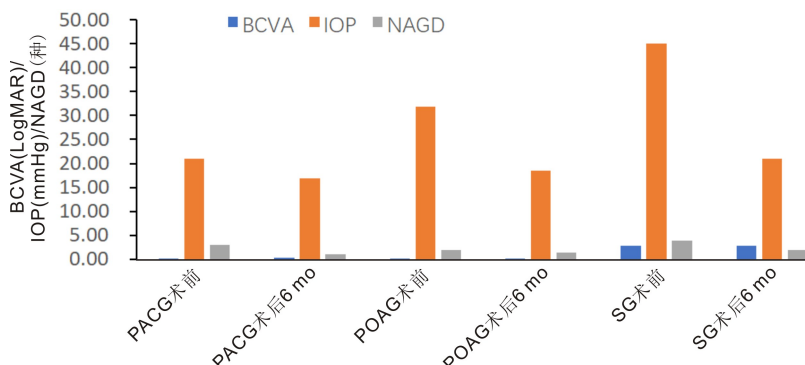


图 2 三组术后 12 mo 视力情况及治疗效果。

表3 三组术后12 mo 视力情况及治疗效果

$M(P_{25}, P_{75})$

组别	时间	最佳矫正视力(LogMAR)	眼压(mmHg)	抗青光眼药物种类(种)
PACG 组(n=18)	术前	0.22(0.10,0.60)	21.00(16.00,32.00)	3.0(2.0,4.0)
	术后6 mo	0.30(0.22,0.53)	17.00(13.00,19.00)	1.0(1.0,3.0)
	Z	0.21	-2.44	-1.67
	P	0.83	0.01	0.09
POAG 组(n=17)	术前	0.26(0.09,0.58)	31.85(20.62,38.50)	2.0(1.0,3.0)
	术后6 mo	0.16(0.00,1.71)	18.50(12.00,31.00)	1.5(0.25,3.0)
	Z	0.80	-3.21	-0.29
	P	0.42	0.001	0.78
SG 组(n=5)	术前	2.89(0.61,2.89)	45.00(23.50,60.00)	4.0(2.0,5.0)
	术后6 mo	2.89(0.26,2.89)	21.00(11.50,42.50)	2.0(2.0,3.0)
	Z	0.45	-1.21	-1.09
	P	0.66	0.23	0.28

表4 术后6、12 mo 眼压变化与影响因素的相关性分析

时间	统计值	年龄	性别	青光眼类型	既往青光眼手术史	术前角膜厚度	基线眼轴长度	基线白对白	前房深度	UCP 治疗扇区	UCP 探头直径	探头居中
术后6 mo	$r_s/r$	-0.433	0.020	0.011	0.217	-0.074*	0.024	-0.328*	0.008*	0.270	0.227	0.060
	P	<0.001	0.843	0.917	0.032	0.540	0.871	0.034	0.976	0.019	0.081	0.559
术后12 mo	$r_s$	-0.054	-0.085	-0.199	0.300	NA	0.291	-0.172	NA	0.277	0.185	-0.086
	P	0.746	0.607	0.237	0.064	NA	0.274	0.539	NA	0.154	0.397	0.604

注: \* :采用 Pearson 相关分析,其余均采用 Spearman 相关分析;NA:缺失值。

UCP 的疗效已经得到了广泛的研究和证实。它在多项研究中都显示出了显著地降低眼压的效果。蒋玲等<sup>[13]</sup>回顾性对比 UCP 和睫状体冷冻术治疗难治性青光眼 3 mo 后,UCP 降压疗效明显高于对照组。黄雪桃等<sup>[14]</sup>回顾性分析 UCP 治疗新生血管性青光眼术后 6 mo 眼压降低约 49.18%。同样,我们的研究回顾性分析多个眼科中心的 UCP 术后 1 a 仍有一定的降压效果。杨丛丛等<sup>[15]</sup>、Giannaccare 等<sup>[16]</sup>研究均发现,UCP 对闭角型青光眼的降眼压效果最明显,优于对开角型青光眼的降眼压效果,我们的研究结果与其相似,在 UCP 治疗 6 mo 后,所有类型的青光眼患者的眼压都显著降低,其中 PACG 组和 SG 组因术前眼压较高,术后降压幅度较 POAG 组更大,术后 PACG 组能显著减少降眼压药物的使用,总体上 PACG 组的治疗疗效优于 POAG 组和 SG 组的具体原因尚不明显,我们推测是否与 PACG 组 UCP 治疗后睫状体位置或形态有变化,改变了前节部分结构开放部分房角有关,但还需要后续更多的临床研究观察,并且术后 6 mo 的前房深度、眼轴长度与眼压变化并未表现出统计学上的相关性。而在 UCP 治疗 12 mo 后,PACG 组和 POAG 组的眼压与术前相比仍显著降低,SG 组的眼压在术后 12 mo 也有所降低,但这种降低在统计学上并没有达到显著性,我们考虑可能为 SG 没有解除其继发病因,单纯 UCP 治疗效果可能不佳。各类型青光眼术后 12 mo 使用降眼压药物种类没有显著减少,因此 UCP 术后 12 mo 需要联合与术前相同种类的降眼压药物控制眼压。

UCP 对视力的影响是评估其安全性的重要指标。Aptel 等<sup>[11]</sup>的研究显示 UCP 治疗 12 mo 后,患者的视力没有显著变化。最近一篇针对 UCP 治疗青光眼的效果和安全性 Meta 分析报告指出,UCP 对最佳矫正视力的改善

不明显<sup>[17]</sup>。我们的研究也同样表明,患者的最佳矫正视力在 UCP 治疗后 6、12 mo 与术前相比没有显著变化,这说明 UCP 对视力没有影响。但有报道 UCP 可能会引起短暂的视力下降,不过在大多数情况下视力会在术后的几周内恢复<sup>[16]</sup>。此外,UCP 还可能会引起角膜水肿,从而影响视力,这通常也会在术后一段时间内恢复<sup>[18]</sup>。总的来说,UCP 对视力的影响较小,但可能受到多种因素的影响,这需要更多更深入的研究。

UCP 的疗效在术后 6 mo 可能受到多种因素的影响,包括患者的年龄、既往青光眼手术史、基线白对白、UCP 治疗扇区,与性别、青光眼类型、术前角膜厚度、基线眼轴长度、前房深度、UCP 探头直径等均无相关性。而在术后 12 mo 疗效与各种因素在统计学上均无关联,这可能与我们的 12 mo 的样本量较少有关。尽管统计上治疗疗效与探头居中无关,但在临床上探头居中是保证治疗效果、避免严重并发症的关键,我们发现 1 例 UCP 治疗效果不佳行白内障手术时因探头偏位导致周边皮质混浊<sup>[19]</sup>。术后 6 mo 时年龄较大的患者眼压降幅可能较小,这可能是随着年龄的增长,睫状体的结构和功能可能发生变化,影响 UCP 的效果<sup>[20]</sup>。此外,既往有青光眼手术史的患者,眼压降幅可能较大,这可能是因为既往的手术已经改变了房水的流动路径,使 UCP 的效果更加明显<sup>[21]</sup>。基线白对白(角膜横径)越小,选择的探头型号越小,或者治疗扇区越多,均可以导致所对应的睫状体实际治疗范围会越多,降眼压效果越好,这与 UCP 治疗设备在设计上是相符的<sup>[22]</sup>。这也提示我们在临床上 UCP 的应用需要考虑到患者的个体差异,如年龄、基线白对白(角膜横径)、有无青光眼手术史等,术前应该进行充分的个体化评估,来确定探头型号及治疗扇区,术中保证探头的居中性良好。

UCP 疗效的持久性是评估其临床应用价值的重要指标。有研究发现,部分患者的眼压在 UCP 治疗 2 a 后可能会重新升高<sup>[23]</sup>。我们的研究观察时间仅为 1 a,后续还需要更长时间的观察,因此对 UCP 治疗的患者进行长期随访,监测其眼压变化,对于评估 UCP 的长期疗效和安全性至关重要。

总体来说,UCP 是一种有效的青光眼治疗方法,具有良好的疗效和安全性。我们也注意到 UCP 的疗效可能会受到多种因素的影响。因此,我们强调需要进行个体化治疗,以提高 UCP 的疗效。我们的研究为 UCP 的临床应用提供了有价值的信息,但还需要更多的研究来进一步了解 UCP 的疗效、安全性和作用机制。

#### 参考文献

[1] Bolek B, Wylegała A, Wylegała E. Ultrasound ciliary plasty in glaucoma treatment: A long-term follow-up study. *Acta Ophthalmol*, 2021,101(3):293-300.

[2] Torky MA, Alzafiri YA, Abdelhameed AG, et al. Phaco-UCP; combined phacoemulsification and ultrasound ciliary plasty versus phacoemulsification alone for management of coexisting cataract and open angle glaucoma: a randomized clinical trial. *BMC Ophthalmol*, 2021,21(1):53.

[3] Torky MA, Al Zafiri YA, Hagraas SM, et al. Safety and efficacy of ultrasound ciliary plasty as a primary intervention in glaucoma patients. *Int J Ophthalmol*, 2019,12(4):597-602.

[4] Almobarak FA, Alrubean A, Alsarhani WK, et al. Outcomes of ultrasound cyclo plasty in primary angle closure glaucoma. *J Glaucoma*, 2023,32(5):407-413.

[5] Almobarak FA, Alrubean A, Alsarhani WK, et al. Two-year outcomes of ultrasound cyclo plasty as a first procedure in glaucoma. *Semin Ophthalmol*, 2023,38(5):482-489.

[6] 中华医学会眼科学分会青光眼学组. 中国微创青光眼手术适应证选择专家共识(2023). *中华实验眼科杂志*, 2023,41(6):521-526.

[7] Balas M, Mathew DJ. Minimally invasive glaucoma surgery: a review of the literature. *Vision*, 2023,7(3):54.

[8] Afflitto GG, Swaminathan S. Minimally invasive glaucoma surgery. *Int Ophthalmol Clin*, 2023,63:33-60.

[9] Mathew DJ, Buys YM. Minimally invasive glaucoma surgery: a critical appraisal of the literature. *Annu Rev Vis Sci*, 2020,6:47-89.

[10] Zhang C, Fan X. Attaching importance to the health economic evaluation of minimally invasive glaucoma surgery. *Chin J Ophthalmol*, 2023,59(9):687-690.

[11] Aptel F, Denis P, Rouland JF, et al. Multicenter clinical trial of high-intensity focused ultrasound treatment in glaucoma patients without previous filtering surgery. *Acta Ophthalmol*, 2016,94(5):e268-e277.

[12] Zheng SY, Wang DQ, Huang ZH, et al. Distribution of ultrasound cyclo plasty probe models in Chinese patients with glaucoma. *Int Ophthalmol*, 2023,43(12):4435-4441.

[13] 蒋玲, 巫灵鲜. 高聚焦超声睫状体成形术和睫状体冷冻术治疗难治性青光眼的疗效比较. *国际眼科杂志*, 2022,22(2):270-273.

[14] 黄雪桃, 祁颖, 崔晴晴, 等. 超声睫状体成形术治疗新生血管性青光眼的疗效及安全性. *国际眼科杂志*, 2020,20(5):842-846.

[15] 杨丛丛, 姜涛, 王大博. 超声睫状体成形术治疗难治性青光眼的临床效果及安全性. *眼科新进展*, 2018,38(10):982-985.

[16] Giannaccare G, Vagge A, Gizzi C, et al. High-intensity focused ultrasound treatment in patients with refractory glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2017,255(3):599-605.

[17] Wu TH, Yin X, Li J, et al. Efficacy and safety of ultrasound cycloplasty for the treatment of glaucoma: a Meta-analysis. *Int J Ophthalmol*, 2023,16(8):1317-1325.

[18] Aptel F, Dupuy C, Rouland JF. Treatment of refractory open-angle glaucoma using ultrasonic circular cyclocoagulation: a prospective case series. *Curr Med Res Opin*, 2014,30(8):1599-1605.

[19] Luo J, Liu Z, Zhao L, et al. Postoperative complicated peripheral cortical cataract after ultrasound cycloplasty: a case report. *BMC Ophthalmol*, 2021,21(1):16.

[20] Aptel F, Charrel T, Lafon C, et al. Miniaturized high-intensity focused ultrasound device in patients with glaucoma: a clinical pilot study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2011,52(12):8747-8753.

[21] Denis P, Aptel F, Rouland JF, et al. Cyclocoagulation of the ciliary bodies by high-intensity focused ultrasound: a 12-month multicenter study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2015,56(2):1089-1096.

[22] Aptel F, Denis P. Optical coherence tomography quantitative analysis of iris volume changes after pharmacologic mydriasis. *Ophthalmology*, 2010,117(1):3-10.

[23] Melamed S, Simon GJB, Goldenfeld M, et al. Efficacy and safety of gold micro shunt implantation to the supraciliary space in patients with glaucoma: a pilot study. *Arch Ophthalmol*, 2009,127(3):264-269.