

· 临床研究 ·

超声睫状体成形术治疗青光眼术后眼压失控的疗效评估



扫码观看
手术视频

崔晴晴 祁颖 黄雪桃 答晓宁 姚仁杰 张文静 刘超凡

郑州大学第一附属医院眼科 450052

通信作者: 祁颖, Email: qiyingszu@163.com

【摘要】 **目的** 观察超声睫状体成形术(UCP)治疗青光眼术后眼压失控的临床疗效。**方法** 采用系列病例观察研究方法,连续纳入 2018 年 7 月至 2019 年 10 月于郑州大学第一附属医院接受 UCP 治疗的青光眼术后眼压失控患者 28 例 28 眼,患者在可耐受最大剂量用药情况下眼压仍 ≥ 21 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa)。根据术前眼压和视力,将患者分为 8 扇区组 17 眼和 10 扇区组 11 眼。记录 UCP 手术持续时间,术前和术后 1 d、1 周、2 周、1 个月、3 个月眼压、最佳矫正视力(BCVA),术前和术后 3 个月降眼压药物使用种类、眼部疼痛分级、角膜内皮细胞计数,以及术中和术后不良反应。**结果** UCP 治疗时间为 3~7 min,平均 (4.30 ± 1.26) min。术后 1 d、1 周、2 周、1 个月、3 个月眼压分别为 (32.96 ± 10.49) 、 (25.89 ± 7.25) 、 (24.50 ± 6.23) 、 (24.07 ± 6.59) 和 (24.32 ± 6.52) mmHg,明显低于术前的 (45.82 ± 8.81) mmHg,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。8 扇区组和 10 扇区组眼压总体比较差异无统计学意义($F_{\text{组别}} = 1.271, P = 0.270$),2 个组手术前后眼压总体比较差异有统计学意义($F_{\text{时间}} = 54.388, P < 0.01$),术后各随访时间点眼压均低于术前,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。手术前后 BCVA 总体比较差异无统计学意义($F = 2.562, P = 0.075$)。8 扇区组和 10 扇区组 BCVA 总体比较差异有统计学意义($F_{\text{组别}} = 12.602, P = 0.001$),2 个组手术前后 BCVA 总体比较差异无统计学意义($F_{\text{时间}} = 1.701, P = 0.139$),其中各时间点 8 扇区组 BCVA 均好于 10 扇区组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。术前 8 扇区组和 10 扇区组使用降眼压药物种类分别为 3(2,3)种和 3(2,4)种,术后 3 个月使用降眼压药物种类为 0(0,1)种和 0(0,0)种。术后 3 个月术眼疼痛等级评分为 1(0,1)分,明显低于术前的 2(2,2)分,差异有统计学意义($Z = -4.824, P < 0.05$);8 扇区组和 10 扇区组术后 3 个月疼痛等级评分均低于术前,差异均有统计学意义($Z = -3.739, -3.127$, 均 $P < 0.05$)。术前角膜内皮细胞计数为 $(1\ 967.15 \pm 186.06)$ 个/ mm^2 ,术后 3 个月降至 $(1\ 861.08 \pm 206.63)$ 个/ mm^2 ,差异有统计学意义($t = 2.781, P = 0.017$)。术中未见严重并发症发生,术后不良反应包括球结膜水肿充血、角膜水肿、头痛、眼部疼痛、前房炎症反应等,未见低眼压、黄斑水肿、视力丧失、眼球萎缩等严重并发症发生。**结论** UCP 治疗无手术切口,8 扇区和 10 扇区均可有效降低青光眼术后眼压失控患者眼压,减少降眼压药物使用种类,缓解患者眼部疼痛,术中及术后不良反应少。

【关键词】 超声睫状体成形术; 眼压; 青光眼术后眼压失控

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(81970785)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20200324-00198

Clinical efficacy of ultrasound cycloplasty in the treatment of uncontrolled intraocular pressure after glaucoma surgery

Cui Qingqing, Qi Ying, Huang Xuetao, Zan Xiaoning, Yao Renjie, Zhang Wenjing, Liu Chaofan

Department of Ophthalmology, The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China

Corresponding author: Qi Ying, Email: qiyingszu@163.com

【Abstract】 **Objective** To observe the clinical efficacy of ultrasound cycloplasty (UCP) in the treatment of uncontrolled intraocular pressure (IOP) after glaucoma surgery. **Methods** An observational case series study was carried out. Twenty-eight consecutive patients (28 eyes) with uncontrolled IOP after glaucoma surgery who received UCP treatment in The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University from July 2018 to October 2019 were enrolled. The IOP of these patients was ≥ 21 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa) under the maximum tolerated dose. According to preoperative IOP and visual acuity, the patients were divided into 8-sector group (17 eyes) and 10-sector group (11 eyes). The duration of UCP operation, preoperative and postoperative 1-day, 1-week, 2-week, 1-month and 3-month IOP and BCVA, the types of drugs for lowering IOP preoperatively and postoperatively, preoperative and postoperative 3-month ocular pain grading and corneal endothelial cell counts, and adverse reactions during the operation and after surgery were recorded. This study adhered to the Declaration of Helsinki. The study protocol was approved by an Ethics Committee of The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University (No. 2020-KY-154).

Written informed consent was obtained from each subject prior to any medical examination. **Results** The duration of UCP operation was 3 to 7 minutes, with an average of (4.30±1.26) minutes. The IOP at 1 day, 1 week, 2 weeks, 1 month and 3 months after operation was (32.96±10.49), (25.89±7.25), (24.50±6.23), (24.07±6.59), (24.32±6.52) mmHg, respectively, which were significantly lower than (45.82±8.81) mmHg before operation (all at $P<0.05$). There was no significant difference in IOP between the 8-sector group and 10-sector group ($F_{\text{group}}=1.271, P=0.270$), but there was a significant difference in IOP between the two groups before and after operation ($F_{\text{time}}=54.388, P<0.01$), and the postoperative IOP at various time points in the two groups were lower than the preoperative IOP, showing statistical significances (all at $P<0.05$). There was no significant difference in BCVA before and after surgery ($F=2.562, P=0.075$). There was a statistically significant difference in BCVA between the 8-sector group and 10-sector group ($F_{\text{group}}=12.602, P=0.001$), but no statistically significant difference was found in BCVA between the two groups before and after surgery ($F_{\text{time}}=1.701, P=0.139$), and the BCVA in the 8-sector group was better than the 10-sector group at various time points (all at $P<0.05$). The types of IOP lowering drugs used in the 8-sector group and 10-sector group were 3 (2,3) and 3 (2,4) before operation respectively, and 0 (0,1) and 0 (0,0) at 3 months after operation respectively. The preoperative ocular pain grade was 2 (2,2), and the postoperative 3-month ocular pain grade was reduced to 1 (0,1), and the difference was statistically significant ($Z=-4.824, P<0.05$). The postoperative 3-month pain grading in the 8-sector and 10-sector groups were significantly lower than the preoperative pain grading ($Z=-3.739, -3.127$; both at $P<0.05$). The corneal endothelial cell count was significantly decreased from (1 967.15±186.06) cells/mm² before operation to (1 861.08±206.63) cells/mm² at 3 months after operation ($t=2.781, P=0.017$). No serious complications occurred during the operation. Postoperative adverse reactions included chemosis and bulbar hyperemia, corneal edema, headache, ocular pain, anterior chamber inflammation, etc. Serious complications such as low IOP, macular edema, vision loss or eyeball atrophy were not observed. **Conclusions** UCP has no surgical incision. Treatment of both 8 sectors and 10 sectors can effectively reduce IOP, reduce the types of IOP lowering drugs, and relieve ocular pain in patients with uncontrolled IOP after glaucoma surgery with few intraoperative and postoperative adverse reactions.

[**Key words**] Ultrasound cycloplasty; Intraocular pressure; Uncontrolled intraocular pressure after glaucoma surgery

Fund program: General Project of National Natural Science Foundation of China (81970785)

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20200324-00198

青光眼是不可逆性致盲眼病,降眼压治疗是目前经循证医学证实有效的青光眼治疗方法,抗青光眼手术是重要的治疗手段之一^[1-2]。然而部分患者经多次手术后仍出现眼压失控,对患者生理、心理造成不良影响。既往临床多采用睫状体破坏手术治疗包括青光眼术后眼压失控在内的难治性青光眼患者,如经巩膜二极管激光光凝术和睫状体冷冻术。睫状体破坏手术后并发症较多,如视力下降甚至盲、低眼压、眼球萎缩、视网膜脱离和前葡萄膜炎等,其治疗的剂量-效应关系也不可预测^[3]。超声睫状体成形术(ultrasound cycloplasty,UCP)是一种使用微型传感器的新型高强度聚焦超声(high intensity focused ultrasound,HIFU)设备治疗青光眼的方法^[4]。国内外研究报道 UCP 治疗各种类型青光眼均具有良好的临床疗效,但其对青光眼术后眼压失控患者的治疗效果尚未见报道。本研究拟观察 UCP 治疗青光眼术后眼压失控的疗效及安全性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用系列病例观察研究方法,连续纳入 2018 年

7 月至 2019 年 10 月于郑州大学第一附属医院眼科行 UCP 治疗的青光眼术后眼压失控患者 28 例 28 眼。纳入标准:(1)年龄≥18 岁;(2)曾行抗青光眼手术,术后眼压在可耐受最大剂量用药情况下仍≥21 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa),拒绝再次手术及长期药物治疗者。排除标准:(1)有眼部炎症者;(2)高度近视、脉络膜血管瘤、眼部肿瘤患者;(3)妊娠或哺乳期患者;(4)6 个月内有眼部激光操作或手术史者。纳入的 28 例 28 眼患者中,男 15 眼,女 13 眼;年龄 29~77 岁,平均(57.71±14.07)岁。所有患者均为晚期青光眼,残余视力低,其中新生血管性青光眼占 42.8%(12/28),开角型青光眼占 25.0%(7/28),闭角型青光眼占 14.3%(4/28),继发性青光眼占 17.8%(5/28);行 1 次抗青光眼手术者占 25.0%(7/28),行 2 次抗青光眼手术者占 67.8%(19/28),行 3 次抗青光眼手术者占 7.1%(2/28);首次手术行虹膜根切术者 6 眼,小梁切除术者 12 眼,青光眼白内障联合术者 10 眼;二次手术行小梁切除术者 6 眼,引流阀植入术者 15 眼;三次手术行引流阀植入术者 2 眼。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,研究方案经郑州大学第一附属医院伦理委员会批准(批文号:2020-KY-154),所有患者术前均签署

知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 治疗前准备 治疗前患者常规行眼部检查,包括视力、眼压、裂隙灯显微镜(苏州医疗器械厂)、眼底检查,采用角膜内皮镜(日本 Topcon 公司)进行角膜内皮细胞计数,采用超声生物显微镜(天津迈达医学科技有限公司)测量睫状沟位置,采用 IOL Master 人工晶状体生物测量仪(德国蔡司公司)测量角膜横径和眼轴长度,用于计算 EyeOP1 治疗探头的尺寸,评估患者是否可进行 UCP 治疗。

1.2.2 手术方法和治疗后处理 患者取仰卧位,常规消毒铺巾,采用质量分数 2% 盐酸利多卡因注射液 3.5 ml 行球后注射麻醉,启动 EyeOP1 青光眼治疗设备(法国 Eye Tech Care 公司),输入患者信息,综合患者术前眼压、视力情况决定 UCP 扇区范围,选择治疗扇区数量。区分标准:(1)术前视力光感以上者 16 眼,眼压 >31 mmHg 者选择 8 扇区;(2)术前无光感者 12 眼,眼压为 31~40 mmHg 者 1 眼选择 8 扇区,眼压 >40 mmHg 者 11 眼选择 10 扇区。连接治疗探头及定位环,将定位环居中置于眼表,确保定位环与眼表紧密接触,启动负压并通过系统检测。定位环内置入治疗探头并确保在整个治疗过程中定位环内注满常质量分数 0.9% 氯化钠溶液。每个扇区治疗 8 s,扇区之间停顿 20 s,治疗时嘱患者尽量保持不动,并确保定位环与眼表紧密接触。治疗结束后,将定位环内的氯化钠溶液吸入集液器,关闭负压,取出定位环及治疗探头(视频 1)。术后均给予患者普拉洛芬滴眼液 4 次/d、妥布霉素地塞米松滴眼液 4 次/d、妥布霉素地塞米松眼膏每晚 1 次减轻炎症反应(逐周减量),采用布林佐胺滴眼液 2 次/d、酒石酸溴莫尼定滴眼液 2 次/d、马来酸噻吗洛尔滴眼液 2 次/d、他氟前列素滴眼液每晚 1 次降低眼压,术后 1 周维持术前降眼压用药方案,随访时逐渐减少降眼压药物使用种类。

1.2.3 观察指标 (1)眼压 术前及术后 1 d、1 周、2 周、1 个月、3 个月均采用 Icare 眼压计(芬兰 ICARE 公司)测量眼压,重复测量 3 次,取平均值。(2)视力 术前及术后 1 d、1 周、2 周、1 个月、3 个月均采用标准对数视力表(常州威墅堰医疗器械公司)检查最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA),并转化为最小分辨角对数(logarithm of the minimum angle of resolution, LogMAR)视力,数指、手动、光感和无光感分别记作 2.6、2.7、2.8 和 2.9 LogMAR^[5]。(3)眼部疼痛分级 术前及术后 3 个月评估患者眼部疼痛情

况,采用数字评价量表进行数字疼痛程度分级评分:0 分表示无痛,为 0 级;1~4 分表示轻度疼痛,为 1 级;5~9 分表示中度疼痛,为 2 级;10 分表示剧痛,为 3 级。(4)手术前后降眼压药物使用种类。(5)术前后 3 个月采用角膜内皮镜进行角膜内皮细胞计数。(6)不良反应 术后采用裂隙灯显微镜评估前房炎症,通过前房闪辉分级来评价:0 级为无前房闪辉,1 级为轻度前房闪辉,2 级为中度前房闪辉(可看到虹膜和晶状体),3 级为明显前房闪辉(无法辨认虹膜和晶状体),4 级为严重前房闪辉(纤维素成形性渗出);随访期间观察患者有无明显结膜出血、结膜水肿、角膜上皮缺损、点状浅层角膜炎、角膜水肿、低眼压、眼球萎缩、眼底病变等。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 25.0 统计学软件进行统计分析。计量资料数据经 Shapiro-Wilk 检验证实符合正态分布,以 $\text{mean} \pm \text{SD}$ 表示,非正态分布的连续变量以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示。治疗前后不同时间点眼压和 BCVA 总体比较均采用单因素方差分析,8 扇区组和 10 扇区组治疗前后不同时间点眼压和 BCVA 总体比较采用重复测量两因素方差分析,两两比较均采用 LSD-*t* 检验。术前与术后 3 个月角膜内皮细胞计数比较采用配对 *t* 检验。术前与术后 3 个月及 8 扇区组和 10 扇区组患眼疼痛等级评分比较均采用 Wilcoxon 符号秩检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术前后眼压及降眼压药物使用种类比较

术前后 1 d、1 周、2 周、1 个月、3 个月眼压分别为 (45.82 ± 8.81) 和 (32.96 ± 10.49) 、 (25.89 ± 7.25) 、 (24.50 ± 6.23) 、 (24.07 ± 6.59) 、 (24.32 ± 6.52) mmHg,总体比较差异有统计学意义($F = 52.693$, $P < 0.01$),其中与术前比较,术后不同时间点眼压均明显下降,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。8 扇区组和 10 扇区组眼压总体比较差异无统计学意义($F_{\text{组别}} = 1.271$, $P = 0.270$),2 个组手术前后不同时间点眼压总体比较差异有统计学意义($F_{\text{时间}} = 54.388$, $P < 0.01$),其中术后 1 d、1 周、2 周、1 个月和 3 个月眼压均较术前明显降低,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)(表 1)。

术前使用降眼压药物种类为 3(2,3)种,术后 3 个月使用降眼压药物种类为 0(0,0.75)种。其中,8 扇区组和 10 扇区组术前使用降眼压药物种类分别为 3(2,3)种和 3(2,4)种,术后 3 个月分别为 0(0,1)种和 0(0,0)种。

表 1 8 扇区组和 10 扇区组手术前后眼压比较 (mean±SD, mmHg)
Table 1 Comparison of intraocular pressure between the 8-sector group and the 10-sector group at various time points (mean±SD, mmHg)

组别	眼数	不同时间点眼压值					
		术前	术后 1 d	术后 1 周	术后 2 周	术后 1 个月	术后 3 个月
8 扇区组	17	43.47±10.05	30.65±11.97 ^a	26.24±7.17 ^a	24.24±5.55 ^a	23.35±5.35 ^a	24.24±6.10 ^a
10 扇区组	11	49.45±4.91	36.55±6.68 ^a	25.36±7.69 ^a	24.91±7.42 ^a	25.18±8.32 ^a	24.45±7.42 ^a

注: $F_{\text{组别}} = 1.271, P = 0.270; F_{\text{时间}} = 54.388, P < 0.01; F_{\text{交互作用}} = 1.504, P = 0.193$ 。与各自术前值比较, ^a $P < 0.05$ (重复测量两因素方差分析, LSD-*t* 检验) 1 mmHg=0.133 kPa
 Note: $F_{\text{group}} = 1.271, P = 0.270; F_{\text{time}} = 54.388, P < 0.01; F_{\text{interaction}} = 1.504, P = 0.193$ 。Compared with the respective preoperative values, ^a $P < 0.05$ (Repeated measurement two-way ANOVA, LSD-*t* test) 1 mmHg=0.133 kPa

2.2 手术前后视力比较

术前视力无光感者 12 眼, 光感以上者 16 眼, 术后无视力下降患者。术前和术后 1 d、1 周、2 周、1 个月、3 个月 BCVA 分别为 (2.31±0.84)、(2.42±0.78)、(2.41±0.78)、(2.31±0.84)、(2.31±0.84) 和 (2.28±0.85) LogMAR, 手术前后 BCVA 总体比较差异无统计学意义 ($F = 2.562, P = 0.075$)。8 扇区组和 10 扇区组手术前后不同时间点 BCVA 总体比较差异无统计学意义 ($F_{\text{时间}} = 1.701, P = 0.139$), 2 个组间 BCVA 总体比较差异有统计学意义 ($F_{\text{组别}} = 12.602, P = 0.001$), 其中各时间点 8 扇区组 BCVA 均好于 10 扇区组, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$) (表 2)。

表 2 8 扇区组和 10 扇区组手术前后 BCVA 比较 (mean±SD, LogMAR)
Table 2 Comparison of BCVA between the 8-sector group and 10-sector group at various time points (mean±SD, LogMAR)

组别	眼数	不同时间点 BCVA					
		术前	术后 1 d	术后 1 周	术后 2 周	术后 1 个月	术后 3 个月
8 扇区组	17	1.93±0.90	2.11±0.88	2.09±0.87	1.93±0.89	1.93±0.89	1.87±0.88
10 扇区组	11	2.90±0.00 ^a	2.90±0.00 ^a	2.90±0.00 ^a	2.90±0.00 ^a	2.90±0.00 ^a	2.90±0.00 ^a

注: $F_{\text{组别}} = 12.602, P = 0.001; F_{\text{时间}} = 1.701, P = 0.139; F_{\text{交互作用}} = 1.701, P = 0.139$ 。与 8 扇区组比较, ^a $P < 0.05$ (重复测量两因素方差分析, LSD-*t* 检验) BCVA: 最佳矫正视力
 Note: $F_{\text{group}} = 12.602, P = 0.001; F_{\text{time}} = 1.701, P = 0.139; F_{\text{interaction}} = 1.701, P = 0.139$ 。Compared with the corresponding values of the 8-sector group, ^a $P < 0.05$ (Repeated measurement two-way ANOVA, LSD-*t* test) BCVA: best corrected visual acuity

2.3 术中不良反应

术中未见严重并发症发生, 10 例患者在手术过程中诉眼部疼痛, 手术结束后疼痛缓解, 所有患者均未因疼痛而停止或中断手术。4 例患者因眼位配合不佳导致手术时间相对延长, 其余手术过程均在 5 min 内完成, 总体手术时间为 3~7 min, 平均 (4.3±1.3) min。

2.4 术后不良反应

28 例患者术后眼部疼痛均得到不同程度改善, 术

后 3 个月患眼疼痛等级评分为 1(0,1) 分, 明显低于术前的 2(2,2) 分, 差异有统计学意义 ($Z = -4.824, P < 0.05$)。8 扇区组和 10 扇区组术前疼痛等级评分均为 2(2,2) 分, 术后分别降至 1(0,1) 分和 1(1,1) 分, 手术前后疼痛等级评分比较差异均有统计学意义 ($Z = -3.739, -3.127$, 均 $P < 0.05$)。

术后随访期间发现前房炎症反应者 6 眼, 占 21.4%, 其中 2 眼在术后 1 d 发现 2 级前房炎症反应, 占 7.1%, 3 眼在术后 1 d 发现 1 级前房炎症反应, 占 10.7%, 1 眼在术后 7 d 发现 1 级前房炎症反应, 占 3.6%, 均采用妥布霉素地塞米松滴眼液点眼, 4 次/d, 治疗 2 周, 裂隙灯显微镜下复查可见炎症缓解。术前

有 15 眼由于角膜条件差无法测量角膜内皮细胞密度; 术后 3 个月, 15 眼中有 12 眼角膜内皮细胞密度可以测量; 术前及术后 3 个月角膜内皮细胞密度均可测量者 13 眼, 角膜内皮细胞计数由术前的 (1 967.15±186.06) 个/mm² 降至术后 3 个月的 (1 861.08±206.63) 个/mm², 差异有统计学意义 ($t = 2.781, P = 0.017$)。术后 1 d, 19 眼出现球结膜水肿、充血, 占 67.8%, 3 眼出现角膜水肿, 占 10.7%, 1 周后均缓解。术后诉头痛者 2 例, 占 7.1%, 眼部疼痛者 1 例, 占 3.6%, 均发生在术后 12 h 内, 对症处理后疼痛缓解; 术后未见黄斑水肿、严重低眼压 (眼压 ≤ 5 mmHg)、脉络膜脱离、眼球萎缩等并发症发生。

3 讨论

自 20 世纪 80 年代末以来, HIFU 开始被应用于治疗青光眼, 降眼压效果良好^[6]。当高强度超声波经换能器聚焦后, 在聚焦区域的组织会吸收声能并将其转化为热能, 这种局部的温度升高 (43~45 °C) 可造成细

胞肿胀、细胞膜破坏,最终发生凝固性坏死。HIFU 的独特优势是能量可以通过非光学透明介质聚焦,能量吸收相对可控,可减少对邻近组织的潜在影响。同样,病灶部位的能量沉积和组织加热不依赖于组织色素沉着,组织色素沉着可能变化很大,特别是在睫状体。与睫状体冷冻术和睫状体光凝术相比,HIFU 可选择性作用于睫状体,减少对邻近眼部结构的可能损害^[7]。虽然 HIFU 技术在青光眼的治疗中取得了明显的效果,但由于设备笨重、操作复杂、因无法有效控制剂量导致的严重并发症及激光治疗技术的竞争,该设备在上市后的 10 年内逐渐被市场所淘汰。直到 2010 年,Aptel 等^[8]针对第 1 代产品的缺点,提出了 HIFU 治疗设备的全新设计方案,大大简化了 HIFU 睫状体凝固术的治疗流程,且通过兔眼的组织病理学实验,再次展现了 HIFU 睫状体凝固术的疗效及可控性。这一新设计被迅速商品化成为 EyeOP1 青光眼治疗设备,分别于 2011 年和 2017 年获得欧盟和中国的上市许可,用于青光眼的降眼压治疗,并将治疗术式命名为 UCP。

UCP 是一种新型的无切口睫状体破坏手术,主要通过破坏睫状体无色素上皮细胞直接减少房水产生。此外,由于治疗后睫状体收缩,睫状体和巩膜之间的潜在空间增大,导致房水通过葡萄膜巩膜通路流出增加^[9-10];体内研究还显示,治疗后 1 个月,巩膜内低反射间隙和结膜微囊增加,表明房水经巩膜流出增加^[3]。EyeOP1 青光眼治疗设备是与眼球几何形状精确匹配的微型 HIFU 设备,该装置允许在快速一步循环过程中对睫状体的圆柱形区域进行计算机辅助的顺序治疗,因此在治疗过程中不需要移动探针。圆形探针再现了睫状体的宏观解剖,允许与目标器官的高精度耦合,从而避免损伤邻近结构,并允许对目标器官的可重复性损伤进行非操作员依赖的治疗^[11],眼部鼻侧及颞侧未行超声治疗,避开睫状长神经,可减轻患者疼痛。UCP 既往采用 6 扇区和 8 扇区治疗,睫状体覆盖范围分别为 40% 和 55%,现增加至 10 扇区,睫状体覆盖范围扩大至 75%,使得其在对周围组织无影响的前提下明显提升降眼压效果。本研究根据术前眼压及视力情况将患者分为 8 扇区组和 10 扇区组,对于眼压 > 40 mmHg 的患者可采用 10 扇区治疗,术后 2 个组患者眼压均得到有效控制而且视力未见下降。因为本研究纳入的患者残余视力均较低,对于视力较好的患者,可能需要进一步考虑治疗扇区数。

关于 UCP 治疗青光眼的疗效,Aptel 等^[12]研究显示术中及术后均未发现严重并发症,术后 3 个月平均眼压下降 35.7%;Giannaccare 等^[13]于意大利 3 个青光

眼中心进行的多中心前瞻性研究表明,UCP 术后 1 年患者平均眼压由 (27.7 ± 9.2) mmHg 降至 (19.8 ± 6.9) mmHg,平均降眼压滴眼液和口服降眼压药物数量由 3.2 种和 0.5 种分别降至 2.3 种和 0.2 种,同时也发现 UCP 对高眼压患者可能更有效;Deb-Joardar 等^[14]进行的一项针对印度青光眼患者的临床研究显示,单次 UCP 治疗后 12 个月眼压控制成功率为 78.3%;也有研究证明首次 UCP 治疗有效的青光眼患者眼压回升后,重复 UCP 治疗仍有效,De Gregorio 等^[15]报道了 20 眼首次 UCP 治疗后未达到目标眼压 (≤ 21 mmHg) 的患者进行第 2 次 UCP 治疗后 4 个月眼压较基线眼压下降 20.3%,60% (12/20) 患眼接受第 3 次 UCP 治疗后 4 个月,眼压平均下降 34%;国内杨丛丛等^[16]、牟大鹏等^[17]和汤伟等^[18]也证实了 UCP 能安全、有效地降低药物无法控制的晚期青光眼患者的眼压,且未见明显并发症发生。本研究结果显示,青光眼术后眼压失控患者 UCP 术后眼压明显降低,降眼压药物使用数量减少,眼部疼痛评分明显降低。本研究中 1 例患者术后 3 个月眼压升至基线水平以上,该患者为 1 型糖尿病引起的新生血管性青光眼,既往血糖控制不佳,且患者未进行足疗程的视网膜激光光凝及抗血管内皮生长因子药物治疗,患者眼压控制不佳可能与虹膜新生血管形成有关。

本研究结果显示 UCP 治疗后不良反应主要为轻度和短暂性的,以前房炎症、结膜充血和角膜水肿常见。治疗前后患者视力无明显变化,治疗后患者眼部疼痛明显减轻。耿丽娟等^[19]通过对比研究 UCP 和睫状体冷冻术治疗难治性青光眼的疗效证实了 UCP 与睫状体冷冻术相当,但 UCP 组患者眼部疼痛明显减轻且治疗后不良反应少。也有报道提出 UCP 术后青光眼患者可能会出现瞳孔变形并伴有调节功能丧失的风险^[20]。Sousa 等^[21]研究指出,UCP 治疗后瞳孔对光反射灵敏性降低可能与瞳孔动力学的一过性改变有关,多于治疗后 3 个月内消失。Hu 等^[22]在 12 眼晚期难治性青光眼患眼中经 UCP 治疗后随访期间发现巩膜变薄,其中 1 眼在末次随访时出现视网膜脱离(不能排除与 UCP 治疗有关),因此,本研究排除高度近视及眼部肿瘤患者。目前尚未见视力丧失、眼球萎缩以及驱逐性出血等与 UCP 治疗有关的严重并发症的报道。此外,本研究发现 UCP 术后角膜内皮细胞计数平均减少 106 个/ mm^2 ,占 5.3%,但本研究认为角膜内皮细胞这种程度的减少是可以接受的,因为单纯超声乳化白内障摘出术和微创小梁切除术后角膜内皮细胞减少量亦分别达 8.5% 和 9.6%^[23-24]。

对于终末期青光眼患者来说,局部疼痛严重影响生活质量,这可能是由于长期高血压环境下角膜内皮失代偿引起的角膜水肿和眼压失控所致。随着现代医学技术的发展,传统医学模式也逐渐转变,疾病治疗的目标已经不再局限于缓解临床症状和维持生命,而是尽可能改善患者的生理、心理和社会功能。本研究结果显示 UCP 治疗后患者眼部疼痛减轻。

本研究的不足之处在于未设置对照组且随访时间相对较短,下一步的研究中将纳入更多的临床病例,延长随访时间,以观察 UCP 治疗青光眼术后眼压失控患者的长期疗效。

综上所述,本研究结果表明 UCP 治疗无手术切口,8 扇区和 10 扇区均可有效降低青光眼术后眼压失控患者的眼压,减少降眼压药物使用种类,可以有效缓解患者的眼部疼痛,且并发症少。UCP 治疗操作相对简单,学习曲线短,易于重复,值得临床推广。但由于本研究样本量小,对于其具体的疗效及扇区选择等,未来仍需扩大样本量进一步研究。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 梁远波,江俊宏,王宁利.中国青光眼流行病学调查研究回顾[J].中华眼科杂志,2019,55(8):634-640. DOI:10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2019.08.018.
- [2] 陈君毅,孙兴怀.青光眼手术治疗的合理选择[J].中华实验眼科杂志,2018,36(4):241-244. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2018.04.001.
Chen JY, Sun XH. How to make an appropriate choice of glaucoma surgery[J]. Chin J Exp Ophthalmol, 2018, 36(4):241-244. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2018.04.001.
- [3] Mastropasqua R, Fasanella V, Mastropasqua A, et al. High-intensity focused ultrasound circular cyclocoagulation in glaucoma; a step forward for cyclodestruction? [J/OL]. J Ophthalmol, 2017, 2017:7136275 [2021-02-25]. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28512580/. DOI:10.1155/2017/7136275.
- [4] Charrel T, Aptel F, Biret A, et al. Development of a miniaturized HIFU device for glaucoma treatment with conformal coagulation of the ciliary bodies[J]. Ultrasound Med Biol, 2011, 37(5):742-754. DOI:10.1016/j.ultrasmedbio.2011.01.017.
- [5] Roberts MF, Fishman GA, Roberts DK, et al. Retrospective, longitudinal, and cross sectional study of visual acuity impairment in choroideraemia[J]. Br J Ophthalmol, 2002, 86(6):658-662. DOI:10.1136/bjo.86.6.658.
- [6] Valtot F, Kopel J, Haut J. Treatment of glaucoma with high intensity focused ultrasound[J]. Int Ophthalmol, 1989, 13(1-2):167-170. DOI:10.1007/BF02028659.
- [7] Aptel F, Lafon C. Therapeutic applications of ultrasound in ophthalmology[J]. Int J Hyperthermia, 2012, 28(4):405-418. DOI:10.3109/02656736.2012.665566.
- [8] Aptel F, Charrel T, Palazzi X, et al. Histologic effects of a new device for high-intensity focused ultrasound cyclocoagulation[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2010, 51(10):5092-5098. DOI:10.1167/iops.09-5135.
- [9] Mastropasqua R, Agnifili L, Fasanella V, et al. Uveo-scleral outflow pathways after ultrasonic cyclocoagulation in refractory glaucoma; an anterior segment optical coherence tomography and *in vivo* confocal study[J]. Br J Ophthalmol, 2016, 100(12):1668-1675. DOI:10.1136/bjophthalmol-2015-308069.
- [10] Aptel F, Béglé A, Razavi A, et al. Short-and long-term effects on the ciliary body and the aqueous outflow pathways of high-intensity focused ultrasound cyclocoagulation[J]. Ultrasound Med Biol, 2014, 40(9):2096-2106. DOI:10.1016/j.ultrasmedbio.2014.04.017.
- [11] Posarelli C, Covello G, Bendinelli A, et al. High-intensity focused ultrasound procedure; the rise of a new noninvasive glaucoma procedure and its possible future applications [J]. Surv Ophthalmol, 2019, 64(6):826-834. DOI:10.1016/j.survophthal.2019.05.001.
- [12] Aptel F, Charrel T, Lafon C, et al. Miniaturized high-intensity focused ultrasound device in patients with glaucoma; a clinical pilot study[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2011, 52(12):8747-8753. DOI:10.1167/iops.11-8137.
- [13] Giannaccare G, Vagge A, Sebastiani S, et al. Ultrasound cyclo-plasty in patients with glaucoma; 1-year results from a multicentre prospective study[J]. Ophthalmic Res, 2019, 61(3):137-142. DOI:10.1159/000487953.
- [14] Deb-Joardar N, Reddy KP. Application of high intensity focused ultrasound for treatment of open-angle glaucoma in Indian patients[J]. Indian J Ophthalmol, 2018, 66(4):517-523. DOI:10.4103/ijo. IJO_1024_17.
- [15] De Gregorio A, Pedrotti E, Stevan G, et al. Safety and efficacy of multiple cyclocoagulation of ciliary bodies by high-intensity focused ultrasound in patients with glaucoma[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2017, 255(12):2429-2435. DOI:10.1007/s00417-017-3817-4.
- [16] 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[J].眼科新进展,2018,38(10):982-985. DOI:10.13389/j.cnki.rao.2018.0232.
Yang CC, Jiang T, Wang DB. Clinical effect and safety of ultrasound ciliary body plasty in the treatment of refractory glaucoma[J]. Rec Adv Ophthalmol, 2018, 38(10):982-985. DOI:10.13389/j.cnki.rao.2018.0232.
- [17] 牟大鹏,唐炳,安文在,等.超声睫状体成形术治疗难治性青光眼半年随访效果的临床研究[J].中华眼科医学杂志:电子版,2019,9(6):366-371. DOI:10.3877/cma.j.issn.2095-2007.2019.06.008.
Mou DP, Tang X, An WZ, et al. Half-year follow-up of ultrasound cycloplasty for refractory glaucoma [J]. Chin J Ophthalmol Med (Electronic Edition), 2019, 9(6):366-371. DOI:10.3877/cma.j.issn.2095-2007.2019.06.008.
- [18] 汤伟,韩宇逸,武志峰,等.超声睫状体成形术治疗晚期青光眼的效果[J].中华眼外伤职业眼病杂志,2019,41(6):406-410. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-1477.2019.06.002.
Tang W, Han YY, Wu ZF, et al. Efficacy of ultrasound cyclo-plasty for the treatment of advanced glaucoma[J]. Chin J Ocul Traum Occupat Eye Dis, 2019, 41(6):406-410. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-1477.2019.06.002.
- [19] 耿丽娟,刘贺婷,许育新,等.两种术式治疗难治性青光眼的疗效分析[J].国际眼科杂志,2019,19(9):1546-1549. DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2019.9.23.
Geng LJ, Liu HT, Xu YX, et al. Therapeutic effect of two surgical methods for refractory glaucoma [J]. Int Eye Sci, 2019, 19(9):1546-1549. DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2019.9.23.
- [20] Rivero-Santana A, Pérez-Silguero D, Pérez-Silguero MA, et al. Pupil ovalization and accommodation loss after high-intensity focused ultrasound treatment for glaucoma; a case report [J]. J Curr Glaucoma Pract, 2019, 13(2):77-78. DOI:10.5005/jp-journals-10078-1256.
- [21] Sousa DC, Ferreira NP, Marques-Neves C, et al. High-intensity focused ultrasound cycloplasty; analysis of pupil dynamics [J]. J Curr Glaucoma Pract, 2018, 12(3):102-106. DOI:10.5005/jp-journals-10028-1253.
- [22] Hu D, Tu S, Zuo C, et al. Short-term observation of ultrasonic cyclocoagulation in Chinese patients with end-stage refractory glaucoma; a retrospective study [J/OL]. J Ophthalmol, 2018, 2018:4950318 [2021-02-28]. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30271627/. DOI:10.1155/2018/4950318.
- [23] 张丽琼,侯勤英,陈彬彬,等.不同条件的白内障超声乳化术后角膜内皮细胞损失率的研究[J].中国实用眼科杂志,2005,23(2):143-144. DOI:10.3760/cma.j.issn.1006-4443.2005.02.015.
- [24] 王平西,李丹怡,孙玲,等.微创小梁切除联合生物羊膜移植术治疗青光眼观察[J].中国实用眼科杂志,2014,32(2):146-148. DOI:10.3760/cma.j.issn.1006-4443.2014.02.014.
Wang PX, Li DY, Sun L, et al. Clinical observation of micro-invasive trabeculectomy combined with biological amniotic membrane implantation[J]. Chin J Pract Ophthalmol, 2014, 32(2):146-148. DOI:10.3760/cma.j.issn.1006-4443.2014.02.014.

(收稿日期:2021-03-24 修回日期:2021-07-28)

(本文编辑:刘艳 施晓萌)

