

论著·临床研究

眼部湿化氧疗对高原地区硬核白内障超声乳化术后
角膜水肿的疗效研究

阮明辉, 黄婷婷, 李学蕊, 查超英, 袁 创

(昆明医科大学第二附属医院眼科, 云南 昆明 650106)

[摘要] **目的** 探讨眼部湿化氧疗对高原地区硬核白内障超声乳化术后角膜水肿的疗效。**方法** 选取 2022 年 6—10 月该院行白内障超声乳化抽吸联合人工晶体植入术的硬核白内障患者 69 例(69 眼), 将其分为对照组[35 例(35 眼)]和观察组[34 例(34 眼)]。对照组行常规治疗, 观察组在对照组基础上行眼部湿化氧疗。比较 2 组角膜内皮细胞计数(ECC)、平均细胞面积(AVG)、变异系数(CV)、六边形细胞百分比(HEX)、中央角膜厚度(CCT)、内皮细胞丢失率、角膜水肿好转情况、术中超声乳化时间及超声乳化能量。**结果** 2 组术前角膜 ECC、AVG、CV、HEX 水平比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。2 组术后角膜 ECC、AVG、CV、HEX 水平及内皮细胞丢失率比较, 差异有统计学意义($P<0.05$)。观察组术后 1 个月时角膜 ECC、AVG、CV、HEX 水平与术前比较, 差异有统计学意义($P<0.001$)。2 组术中超声乳化时间及超声乳化能量比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。观察组术后 2、3、5 d 时角膜水肿好转情况优于对照组, 差异有统计学意义($P<0.05$)。观察组术后 2、3、5、7、14 d 时 CCT 水平显著低于对照组, 差异有统计学意义($P<0.001$)。**结论** 眼部湿化氧疗可加快硬核白内障超声乳化术后角膜水肿患者恢复速度, 降低角膜内皮细胞丢失率。

[关键词] 眼部湿化氧疗; 硬核白内障; 角膜水肿; 白内障超声乳化

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2023.13.013 **中图分类号:**R776.1

文章编号:1009-5519(2023)13-2222-06 **文献标识码:**A

**Therapeutic effect of eye humidification oxygen therapy on corneal edema after
phacoemulsification for hard nucleus cataract in high altitude areas**

RUAN Minghui, HUANG Tingting, LI Xuerui, ZHA Chaoying, YUAN Chuang
(Department of Ophthalmology, the Second Affiliated Hospital of Kunming
Medical University, Kunming, Yunnan 650106, China)

[Abstract] **Objective** To explore the therapeutic effect of eye humidification oxygen therapy on corneal edema after phacoemulsification for hard nucleus cataract in high altitude areas. **Methods** A total of 69 patients(69 eyes) with hard nucleus cataract who underwent cataract phacoemulsification combined with intraocular lens implantation in the hospital from June to October 2022 were divided into the control group[35 cases (35 eyes)] and the observation group[34 cases(34 eyes)]. The control group received routine treatment, while the observation group received eye humidification oxygen therapy on the basis of the control group. The corneal endothelial cell count(ECC), average cell area(AVG), coefficient of variation(CV), hexagonal cell percentage(HEX), central corneal thickness(CCT), endothelial cell loss rate, improvement of corneal edema, intraoperative phacoemulsification time, and phacoemulsification energy were compared between the two groups. **Results** There were no statistically significant differences in the levels of corneal ECC, AVG, CV, and HEX before surgery between the two groups($P>0.05$). There were statistically significant differences in the levels of corneal ECC, AVG, CV, HEX, and endothelial cell loss rate after surgery between the two groups($P<0.05$). The levels of corneal ECC, AVG, CV and HEX in the observation group at one month after operation were significantly different from those before operation. ($P<0.001$). There were no statistically significant differences in the intraoperative phacoemulsification time and phacoemulsification energy between the two groups ($P>0.05$). The improvements of corneal edema at 2, 3, 5 days after surgery in the observation group were

better than those in the control group, with statistically significant differences ($P < 0.05$). The CCT levels at 2, 3, 5, 7, 14 days after surgery in the observation group were significantly lower than those in the control group, with statistically significant differences ($P < 0.001$). **Conclusion** Eye humidification oxygen therapy can accelerate the recovery rate of patients with corneal edema after phacoemulsification for hard nucleus cataract, and reduce the loss rate of corneal endothelial cells.

[Key words] Eye humidification oxygen therapy; Hard nucleus cataract; Corneal edema; Cataract phacoemulsification

目前, 白内障仍是主要的致盲和导致视力下降的眼部疾病, 白内障超声乳化术是眼科最常见的手术之一。随着科学技术及手术方式的革命性改变, 白内障手术已由复明康复手术发展为视功能最优化的屈光性白内障手术^[1], 但仅将屈光性白内障手术理解为植入多焦点人工晶体是不全面的, 应是围手术期视觉质量及患者满意度的全方位改善。刘文雅等^[2]的研究发现, 术后角膜水肿导致视力不提高甚至下降成为患者术后满意度下降的主要因素。

尽管大多数白内障术后角膜水肿是短暂的、可逆的, 但每例患者恢复时间大不相同, 多数患者在 1 周内^[3]可见明显改善, 部分患者在 4 周内或数月内改善^[4-6], 甚至有极少数患者术后 1 年角膜水肿仍未完全消退^[7]。云南省处于高原、高辐射、低氧、低微量元素的西南地区, 其白内障发病率较平原及沿海地区高^[8], 而且患者就诊时白内障核硬度较全国其他地区高^[9]。核硬度越高, 手术时间越长, 超声乳化能量越高, 手术操作引起角膜直接损伤的可能性越高。以上均为白内障超声乳化术后角膜水肿的危险因素^[10-11]。尽管术前有沟通, 但术后心理落差仍会造成患者对医生信任度的下降。因此, 加快术后角膜水肿恢复、提升视力是每一位白内障手术医生的努力方向。本研究采用眼部湿化氧疗方式加快硬核白内障超声乳化术后角膜水肿恢复, 并取得了一定疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2022 年 6—10 月本院眼科就诊并入院行白内障超声乳化抽吸联合人工晶体植入术的硬核白内障患者 69 例(69 眼), 其中男 40 例(40 眼), 女 29 例(29 眼), 将其分为对照组[35 例(35 眼)]和观察组[34 例(34 眼)]。纳入标准: 白内障核硬度均大于Ⅲ级(晶状体混浊分级系统Ⅲ); 术后角膜水肿分级均为 3 级以上(谢立信分级^[12]), 即角膜弥漫性灰白色水肿, 角膜内皮面呈龟裂状, 虹膜纹理视不清; 白内障超声乳化术后第 1 天出现角膜水肿。排除标准: 有眼部手术史或创伤史; 有角膜病病史或角膜有瘢痕、云翳、斑翳、白斑等; 术前角膜内皮细胞计数(ECC)小于 2 000 个/平方毫米; 有葡萄膜炎病史; 有

青光眼病史或高血压; 有视网膜疾病病史; 眼球震颤或斜视; 不同意行眼部湿化氧疗; 糖尿病、高血压、风湿免疫疾病或有其他全身性疾病病史等。对照组中男 20 例(20 眼), 女 15 例(15 眼); 年龄(71.74 ± 27.08)岁; 眼压(15.19 ± 2.82)mm Hg。观察组中男 20 例(20 眼), 女 14 例(14 眼); 年龄(72.03 ± 20.45)岁; 眼压(14.82 ± 2.61)mm Hg。本研究获医院医学伦理委员会批准, 符合《赫尔辛基宣言》要求。所有患者均知情并自愿参与本研究。2 组性别、年龄、眼压比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。

1.2 方法

1.2.1 治疗方法 对照组术后第 1 天开始使用妥布霉素/地塞米松滴眼液(6 次/天, 每次 1 滴, 2 d 后改为 4 次/天, 1 周后递减, 共使用 3 周)及羟糖苷滴眼液(4 次/天, 每次 1 滴)。观察组在对照组基础上行眼部湿化氧疗: 湿化瓶内装入浓氯化钠(10%)注射液 5 mL, 将面罩固定在术眼前方, 将氧流速调节到 6 L/min, 每天 2 次眼部湿化氧疗, 每次半小时, 连续治疗 3 d, 治疗时取坐位, 术眼自然睁开可眨眼。白内障患者本身存在对手术的担忧, 术后未见明显视力提升时会产生心理落差, 可导致患者焦虑、担心, 甚至恐惧等不良情绪, 可发展为对手术、术者、科室的不信任且不配合后续治疗。因此, 护理人员应加强对患者的心理疏导, 包括术前宣教, 术后对出现角膜水肿的患者解释水肿产生的原因和后续治疗方案, 同时介绍成功案例, 增强患者信心, 消除其不良情绪来配合治疗。

1.2.2 观察指标 观察 2 组术前及术后 1、3、5、7、14 d 及 1 个月时相应指标变化情况。裂隙灯下观察角膜水肿好转情况, 其中角膜水肿 1 级为角膜内皮面光滑、虹膜纹理清晰可见, 角膜水肿 0 级为角膜透明无水肿。采用前节光学相干断层扫描测量中央角膜厚度(CCT), 角膜内皮细胞显微镜观察角膜 ECC、平均细胞面积(AVG)、变异系数(CV)、六边形细胞百分比(HEX)及内皮细胞丢失率。比较 2 组术中超声乳化时间及超声乳化能量。

1.3 统计学处理 采用 SPSS26.0 统计学软件进行统计学分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 以 Shapiro-

Wilk 检验进行正态分布检验,组间比较采用 t 检验;计数资料以率或百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 2 组角膜 ECC、AVG、CV、HEX 水平及内皮细胞丢失率比较 2 组术前角膜 ECC、AVG、CV、HEX

水平比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。2 组术后角膜 ECC、AVG、CV、HEX 水平及内皮细胞丢失率比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。观察组术后 1 个月时角膜 ECC、AVG、CV、HEX 水平与术前比较,差异有统计学意义($P<0.001$)。见表 1。

表 1 2 组角膜 ECC、AVG、CV、HEX 水平及内皮细胞丢失率比较($\bar{x}\pm s$)

指标	对照组($n=35$)	观察组($n=34$)	P	
			术前与术后	组间
ECC(个/平方毫米)			<0.001	0.012
术前	$2\,437.57\pm250.15$	$2\,450.94\pm168.48$		
术后 1 个月	$2\,181.91\pm158.84$	$2\,277.79\pm150.51$		
内皮细胞丢失率(%)	10.21 ± 3.99	7.03 ± 2.14	—	<0.001
AVG(μm^2)			<0.001	0.009
术前	355.83 ± 39.57	360.91 ± 40.22		
术后 1 个月	447.60 ± 45.21	418.26 ± 45.68		
CV			<0.001	0.246
术前	33.74 ± 4.47	34.88 ± 2.18		
术后 1 个月	42.89 ± 4.16	43.88 ± 2.74		
HEX(%)			<0.001	0.576
术前	60.80 ± 5.68	59.00 ± 5.71		
术后 1 个月	49.40 ± 5.91	48.59 ± 6.07		

注:—表示无此项。

2.2 2 组超声乳化时间及超声乳化能量比较 2 组术中超声乳化时间及超声乳化能量比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

表 2 2 组术中超声乳化时间及超声乳化能量比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	平均超声乳化能量(%)	平均超声乳化时间(s)	t	P
对照组	35	19.10 ± 1.25	19.00 ± 1.43	0.318	0.752
观察组	34	38.27 ± 1.88	38.45 ± 2.07	0.375	0.708

2.3 2 组角膜水肿好转情况比较 观察组术后 2、3、5 d 时角膜水肿好转情况优于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 3。

2.4 2 组术后 CCT 水平比较 2 组术后第 1 天 CCT 水平明显高于术前,但随着随访时间的增加,2 组 CCT 水平随角膜水肿程度的消退而下降。见图 1。观察组术后 2、3、5、7、14 d 时 CCT 水平显著低于对照组,差异有统计学意义($P<0.001$)。见表 4。

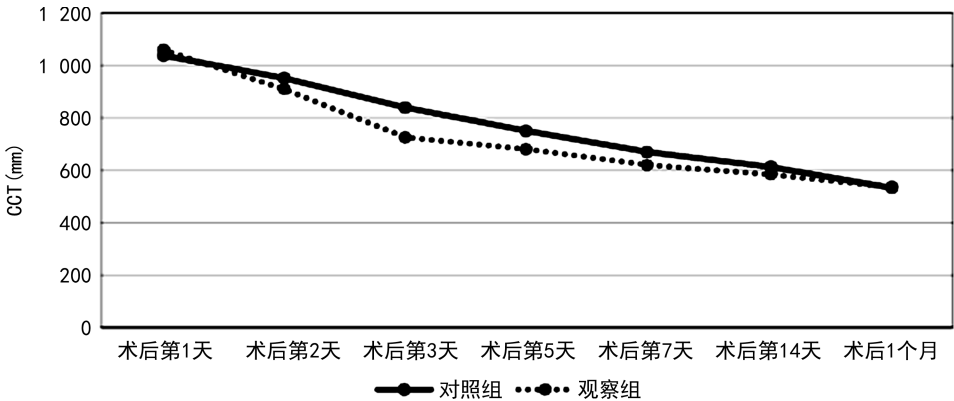


图 1 观察组与对照组术后 CCT 随访时间的变化

表 3 2 组角膜水肿好转情况比较(n)

组别	n	术后第 2 天	术后第 3 天	术后第 5 天	术后第 7 天	术后第 14 天	术后 1 个月
对照组	35	9	17	24	32	34	35
观察组	34	20	29	32	33	34	34
χ^2	—	2.909	3.478	2.853	1.000	0.985	—
P	—	0.005	0.001	0.006	0.322	0.328	—

注：—表示无此项。

表 4 2 组术后 CCT 水平比较($\bar{x} \pm s$, mm)

组别	n	术后第 1 天	术后第 2 天	术后第 3 天	术后第 5 天	术后第 7 天	术后第 14 天	术后 1 个月
对照组	35	1038.06±55.47	951.80±27.73	839.34±33.52	750.09±20.53	669.17±27.86	613.60±24.75	533.37±12.88
观察组	34	1059.97±97.08	910.71±39.65	725.53±30.43	680.15±33.51	620.26±16.54	584.21±14.48	536.29±26.33
t	—	1.155	5.001	14.753	10.487	8.897	6.042	0.588
P	—	0.252	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.588

注：—表示无此项。

3 讨 论

白内障仍是我国致盲的主要病因,特别是在经济文化相对落后地区,群众眼部卫生知识普及不足,导致老年患者就诊时多为硬核白内障,其治疗难度均高于普通白内障。目前,白内障的治疗方式主要采取手术治疗。超声乳化术自 20 世纪 60 年代开始,历经多重革新与发展后,其不仅可提高术后恢复效果,达到理想视力,而且损伤少,术后恢复时间短。但是,该术式仍可能发生术后并发症,特别是对于硬核白内障。角膜水肿是白内障超声乳化术后的常见并发症之一,其源于术中的机械损伤、炎性反应、感染和(或)术前已存在的内皮损伤等,术后受损的角膜内皮细胞不可再生,而由周围的角膜细胞填充。当角膜 ECC 水平下降到 800 个/平方毫米以下^[13]时,角膜内皮稳态严重受损,将出现角膜失代偿而产生严重后果。

生理状态下,角膜保持脱水状态是由内皮细胞的泵功能发挥作用,即 Na-K-ATP 泵。这种泵利用氧气和能量将水运出基质,从而维持角膜厚度稳定和角膜透明度^[14]。睁眼时,角膜直接由外界空气供氧;角膜水肿时,角膜增厚,进入角膜内皮细胞的氧气减少;角膜缺氧时,基质内葡萄糖转化为乳酸^[15],降低了基质内、外层传输的渗透压力差,使水更难释放。已有动物研究明确指出,增加角膜供氧可明显升高前房氧分压,这对眼前段疾病有潜在治疗效果^[16]。有研究发现,与仅使用药物患者相比,高压氧舱中患者角膜水肿明显消退。本研究中,观察组增加了角膜表面氧浓度,加快了角膜水肿的恢复。有研究先后对健康受试者和白内障术后角膜水肿患者的角膜进行吹氧治疗,结果显示,氧浓度的增加改善了内皮功能,同时恢复

了角膜透明度^[17-18]。本研究的氧气湿化瓶中为高渗盐水,高渗盐水有助于形成角膜内外渗透压差,促进水的释放,加快角膜水肿的恢复。以往治疗各种眼科手术术后角膜水肿时,常直接配置高浓度氯化钠溶液并直接滴在角膜上,如 KHRIPUN 等^[19]利用 3%的氯化钠溶液,ROULAND^[20]使用 5%无防腐剂高渗滴眼液,均取得了不错的治疗效果,患者角膜透明度明显提升,且未报道有任何不良事件或药物不良反应。高渗溶液或高浓度氯化钠在板层角膜移植、穿透性角膜移植术后角膜水肿^[21]、大疱性角膜病变^[22]等的治疗上都有不错的疗效,在 20 世纪 70 年代也有 5%氯化钠软膏和氯化钠聚合物^[23]等运用于眼部治疗的先例。

角膜内皮细胞层是角膜组织分层的最里层,其很重要的作用是将角膜基质层的水含量控制在 78%以下^[24]。角膜内皮细胞为六边形细胞,其细胞间的紧密连接可防止水分进入层间^[25],因此角膜内皮细胞具有保持角膜透明和正常厚度的屏障功能。本研究将 10%氯化钠注射液作为眼部湿化氧疗的湿化溶液,在术后 1 个月的角膜内皮相关监测结果显示,观察组角膜 ECC、AVG 水平均显著优于对照组,体现出眼部湿化氧疗的优势及安全性。

HAVVA 等^[26]研究发现,角膜水肿患者高压氧治疗 120 min 后 CCT 水平显著降低,但 2 型糖尿病患者未见明显变化。SHAH RAM 等^[27]的研究认为,CCT 水平与角膜 ECC 水平没有直接相关性,但只要角膜 ECC 水平没有突破极限值,CCT 水平仍可保持相对稳定,同时较快降低的 CCT 水平有助于增加角膜内皮细胞氧供,从而可能减少角膜内皮细胞的损耗。本研究结果显示,观察组 CCT 水平下降程度及速度显著优于对照组,角膜内皮细胞丢失率也优于对

照组。胚胎发育后,角膜 ECC 水平开始下降,20~39 岁时为 3 000 个/平方毫米,且每年损失率为 0.3%~0.6%^[28-29],即角膜 ECC 水平随年龄增长自发降低。各类眼部疾病、眼部手术或眼部药物等均会导致角膜 ECC 水平降低,因此保护现有角膜内皮细胞是现代眼科医生追求的目标。本研究结果显示,观察组术后 1 个月时角膜 ECC 水平显著高于对照组,提示眼部湿化氧疗对角膜内皮具有保护性。

云南省昆明市平均海拔 2 000 m,与平原地区 200 m 以下海拔相比,其紫外线强度明显增高,同时氧分压明显降低,因此强紫外线及缺氧导致白内障发病率显著增高^[30]。在该地区,很多患者就诊时已是低视力甚至盲^[31],增加了治疗难度。目前,国家级防盲工作及很多白内障光明行活动均惠及了云南边远的农村地区,就术后治疗角膜水肿相关药物种类而言,昆明地区同国内大多数地区无太大差异,然而对于省内偏远地区及高山地区医院或医疗机构而言,可供选择的药物较少,眼部湿化氧疗的治疗药物获取简单,治疗手段易学,值得推广。

综上所述,硬核白内障超声乳化术后角膜水肿经眼部湿化氧疗后,加快了角膜水肿的恢复,降低了角膜内皮细胞丢失率。特别是对于云南高原地区硬核白内障甚至超硬核白内障患者,该方式简单、可行、效果明显。本研究观测角膜水肿及疗效的方法仍为裂隙灯检查,存在主观性,术后第 1 天到 1 个月间相关角膜内皮观察指标由于重复性及可信度较低未能纳入研究。但是,眼部湿化氧疗仍不失为白内障术后角膜水肿治疗的重要方案,值得进一步研究和推广。

参考文献

- [1] SO G, NAOYUKI M. Corneal topography for intraocular lens selection in refractive cataract surgery[J]. *Ophthalmology*, 2020, 128(11): e142-e152.
- [2] 刘文雅,宋旭东,刘识,等.老年性白内障患者术后医疗纠纷的原因分析[J]. *眼科*, 2017, 26(4): 243-247.
- [3] TAO A, CHEN Z, SHAO Y, et al. Phacoemulsification induced transient swelling of corneal descemet's endothelium complex imaged with ultra-high resolution optical coherence tomography[J]. *PLoS One*, 2017, 8(11): 80986-80996.
- [4] BOLZ M, SACU S, DREXLER W, et al. Local corneal thickness changes after small-incision cataract surgery[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2006, 32(10): 1667-1671.
- [5] BUDIMAN B. Comparison of endothelial cell density, morphological changes and central corneal thickness after phacoemulsification between diabetic and non-diabetic[J]. *Open Ophthalmol J*, 2020, 14: 15-20.
- [6] AMON M, MENAPACE R, RADAX U, et al. Endothelial cell density and corneal pachometry after no-stitch, small-incision cataract surgery[J]. *Doc Ophthalmol*, 1992, 81(3): 301-307.
- [7] DIEZ-AJENJO M A, LUQUE-COBIJA M J, PERIS-MARTINEZ C, et al. Refractive changes and visual quality in patients with corneal edema after cataract surgery[J]. *BMC Ophthalmol*, 2022, 22(1): 242.
- [8] 刘巨平,赵少贞,李筱荣,等.云南省高海拔农村多民族聚居区 40 岁及以上人群白内障患病率调查[J]. *中国实用眼科杂志*, 2012, 2(3): 340-344.
- [9] 张士元.我国白内障的流行病学调查资料分析[J]. *中华眼科杂志*, 1999, 35(5): 16-20.
- [10] SHARMA N, SINGHAL D, NAIR S P, et al. Corneal edema after phacoemulsification[J]. *Indian J Ophthalmol*, 2017, 65(12): 1381-1389.
- [11] SHO I, NAOKO K, MASARU T. Quantitative evaluation of corneal epithelial edema after cataract surgery using corneal densitometry: A prospective study[J]. *BMC Ophthalmol*, 2018, 18(1): 334.
- [12] 谢立信,姚瞻,黄钰森,等.超声乳化白内障吸除术后角膜内皮细胞损伤和修复的研究[J]. *中华眼科杂志*, 2004, 40(2): 21-4.
- [13] RAM K, DIPTI W, PUNITA T. Comparison of changes in endothelial cell count and central corneal thickness after phacoemulsification and small-incision cataract surgery: A prospective observational study at a tertiary care center of eastern Uttar Pradesh[J]. *Indian J Ophthalmol*, 2022, 70(11): 3954-3959.
- [14] MENCUCCI R, PONCHIETTI C, VIRGILI G, et al. Corneal endothelial damage after cataract surgery: Microincision versus standard technique[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2006, 32(8): 1351-1354.
- [15] BONANNO J A. Molecular mechanisms under-

- lying the corneal endothelial pump[J]. *Exp Eye Res*, 2012, 95(1): 2-7.
- [16] FITCH C L, SWEDBERG S H, LIVESEY J C. Measurement and manipulation of the partial pressure of oxygen in the rat anterior chamber [J]. *Curr Eye Res*, 2009, 20(2): 121-126.
- [17] SHARIFIPOUR F, IDANI E, ZAMANI M, et al. Oxygen tension in the aqueous humor of human eyes under different oxygenation conditions[J]. *J Ophthal Vis Res*, 2013, 8(2): 119-125.
- [18] SHARIFIPOUR F, PANAHI-BAZAZ M, IDANI E, et al. Oxygen therapy for corneal edema after cataract surgery [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2015, 41(7): 1370-1375.
- [19] KHRIPUN K V, NIZAMETDINOV Y S, VARGANOVA T S. Therapeutic efficacy of 3 NaCl hypertonic solution in postoperative corneal edema[J]. *Ophthalm J*, 2018, 11(2): 81-86.
- [20] ROULAND J F. Clinical pilot study to evaluate the efficacy of a preservative-free hypertonic ophthalmic solution for patients with symptomatic corneal edema [J]. *J Fr Ophtalmol*, 2015, 38(9): 800-808.
- [21] YIN G H W, LEVY N, HOFFART L. Clinical results after 5% sodium chloride treatment in post-operative corneal oedema [J]. *J Eye Dis Disord*, 2018, 3(1): 658.
- [22] KNEZOVIĆ I, DEKARIS I, GABRIĆ N, et al. Therapeutic efficacy of 5% nacl hypertonic solution in patients with bullous keratopathy[J]. *Coll Antropol*, 2006, 30(2): 405-408.
- [23] LUXENBERG M, KEITH G. Reduction of corneal edema with topical hypertonic agents[J]. *Am J Ophthalmol*, 1971, 71(4): 847-853.
- [24] HSUEH Y J, MEIR Y J, YEH L K, et al. Topical ascorbic acid ameliorates oxidative stress-induced corneal endothelial damage via suppression of apoptosis and autophagic flux blockage[J]. *Cells*, 2020, 9(4): 943-960.
- [25] JALBERT I, STAPLETON F, PAPAS E, et al. In vivo confocal microscopy of the human cornea[J]. *Brit J Ophthalmol*, 2003, 87(2): 225-236.
- [26] HAVVA K, KÜRSAT A, BANU C, et al. Efficacy of hyperbaric oxygen therapy on central corneal thickness, intraocular pressure and nerve fiber layer in patients with type 2 diabetes: A prospective cohort study [J]. *Korean J Ophthalmol*, 2020, 35(1): 124-132.
- [27] SHAHRAM B, ALIREZA B, REZA S M, et al. Changes in corneal thickness and corneal endothelial cell density after phacoemulsification cataract surgery: A double-blind randomized trial[J]. *Electr Phys*, 2018, 10(4): 6616-6623.
- [28] WHITE I A, SABATER A L. Current strategies for human corneal endothelial regeneration [J]. *Regen Med*, 2019, 14(4): 257-261.
- [29] PERE C, GILLES T, HELI S, et al. Approaches for corneal endothelium regenerative medicine [J]. *Prog Retin Eye Res*, 2021, 87: 100987-101011.
- [30] NEALE R E, PURDIE J L, HIRST L W, et al. Sun exposure as a risk factor for nuclear cataract[J]. *Epidemiology*, 2003, 14: 707-712.
- [31] PAN C W, CHEN Q, SHENG X, et al. Ethnic variations in myopia and ocular biometry among adults in a rural community in China: The yunnan minority eye studies [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2015, 56(5): 3235-3241.

(收稿日期: 2022-12-27 修回日期: 2023-03-16)