DOI:10.16016/j.1000-5404.202008072

主动控制液流系统应用于原发性闭角型青光眼白内障超声乳化术的临床研究

谢 晶[1],徐江宁[2],刘美芳[1],李嘉文[1],刘 玺[1] 400038 重庆,陆军军医大学(第三军医大学)第一附属医院眼科[1];401331 重庆,重庆市医药高等专科学校[2]

[摘要] **目的** 对比主控系统和重力系统对原发性闭角型青光眼患者白内障超声乳化手术术中效率及术后中央角膜厚度、眼压及角膜内皮细胞计数的影响。**方法** 收集2016年6月至2019年12月就诊于陆军军医大学第一附属医院眼科24例(48眼)原发性闭角型青光眼合并白内障患者,使用Centurion视觉系统超声乳化仪手术。主控组24例24眼,患者一眼应用主动液流控制系统;重力组24例24眼,患者另一眼应用传统重力灌注系统。记录术中效率及术后1 d、1周、1个月角膜内皮细胞密度、眼压及中央角膜厚度变化。**结果** 术前两组患者的基本资料差异无统计学意义。主控组的总超声乳化时间、扭动超声使用时间、抽吸时间和液流使用量显著低于重力组($P<0.05$)。累计释放能量和扭动能量振幅两组无统计学差异。术后1 d、1周主控组的中央角膜厚度和眼压的变化程度低于重力组($P<0.01$)。术后1个月两组均无统计学差异。术后1 d、1周、1个月两组病例角膜内皮细胞丢失降低程度无统计学差异。**结论** Centurion Vision System主控系统相对于传统重力控制系统有更高的超声乳化手术效率,能保证原发性闭角型青光眼患者术后早期非接触眼压测量的准确性。

[关键词] 主动液流控制系统;重力液流控制系统;原发性闭角型青光眼;白内障超声乳化术;眼压
[中图法分类号] R197.39; R775.2; R779.66 [文献标志码] A

Application of active-fluidic pressure control phacoemulsification system for primary angle-closure glaucoma with cataract: reports of 24 cases

XIE Jing[1], XU Jiangning[2], LIU Meifang[1], LI Jiawen[1], LIU Xi[1] [1]Department of Ophthalmology, First Affiliated Hospital, Army Medical University(Third Military Medical University), Chongqing, 400038; [2]Chongqing Medical and Pharmaceutical College, Chongqing, 401331, China

[**Abstract**] **Objective** To compare the intraoperative efficacies of active-fluidic pressure control phacoemulsification system versus gravity-fluidics on intraoperative efficiency for primary angle-closure glaucoma with cataract, and investigate their effects on postoperative central corneal thickness (CCT), intraocular pressure(IOP), and count of corneal endothelial cells. **Methods** A total of 24 patients(48 eyes) with primary angle-closure glaucoma and also accompanied with cataract undergoing surgical treatment in our ophthalmology department from June 2016 to December 2019 were prospectively recruited in this study. With the aid of Alcon Centurion Phacoemulsification Vision System, these patients underwent phacoemulsification with active-fluidics configuration in one eye(active group), and with gravity-fluidics configuration in another eye(gravity group). Their intraoperative parameters, such as cumulative dissipated energy(CDE), total ultrasound(US) time, torsion use time, torsion amplitude, aspiration time, and fluid use, were noted and compared between configurations. Endothelial cell loss, and CCT and IOP changes were evaluated at 1 d, 1 week, and 1 month postoperatively. **Results** There were no significant differences in the baseline data between the 2 groups. The active group had significantly shorter total US time, torsion use time and aspiration time, and lower amount of fluid use than the gravity group($P<0.05$). But no statistical differences were seen

[通信作者] 刘 玺,E-mail: 17950394@qq.com

in the phacoemulsification energy and torsion amplitude between them. The active-fluidics configuration showed significantly less changes in CCT and IOP at 1 day and 1 week postoperatively than the gravity-fluidics configuration($P<0.01$). But such differences were disappeared in 1 month later. There was no notable difference in the loss of endothelial cells at all time points between the 2 groups. **Conclusion** The active-fluidics configuration achieve higher surgical efficiency than the gravity-fluidics configuration for angle-closure glaucoma eyes with coexisting cataract, and can guarantee the accuracy of IOP in early stage after surgery.

[**Key words**] active-fluidic pressure control phacoemulsification system; gravity-fluidics pressure control phacoemulsification system; primary angle-closure glaucoma; phacoemulsification; intraocular pressure

Corresponding author: LIU Xi, E-mail: 17950394@qq.com

青光眼是一类眼压升高的慢性、致盲性眼病,持续的眼压升高会导致视功能不可逆的损害、视力下降、视野缩小。既往研究报道原发性闭角型青光眼(primary angle closure glaucoma,PACG)的致盲率在我国40岁以上的人群中高达40%[1]。而对PACG合并白内障的患者,超声乳化白内障摘除联合人工晶状体植入手术可以重新开放狭窄或关闭的房角,加深前房,从而降低眼压,目前已成为早期PACG患者首选的治疗方式[2]。重力液流系统和主动控制液流系统是目前白内障超声乳化手术中的两大灌注液流系统。既往文献报道在白内障超声乳化手术中,由于重力液流系统的灌注速度无法适应瞬间的抽吸速度变化,从而引起眼压波动,前房稳定性较差。更进一步,较大的眼压波动不仅造成患者术中舒适度降低,还会引起视神经血流灌注降低、视神经损伤加速和术后角膜水肿[3]。相比而言,主动控制液流系统通过控制术中超声乳化针头阻塞后的浪涌,以减少有效的超声乳化时间并减少液体的使用量,从而维持稳定的前房和眼压,使术中和术后眼压波动更小[4]。目前已有相关研究显示主控液流系统在普通白内障手术中效率更高,中央角膜厚度变化更小,术后视力恢复更快。由于中央角膜厚度对术后非接触性眼压的测量具有显著影响,那么在PACG患者的白内障手术中应用主动液流控制系统,是否由于术后中央角膜厚度的变化小,眼压测量准确性更高,更有利于了解闭角型青光眼患者术后眼压控制的情况,目前暂未见国内外报道。因此本研究拟对同一PACG患者的双眼白内障超声乳化手术中分别应用Centurion重力液流系统和主动控制液流系统,观察两组术中效率差异,包括累计释放能量(cumulative dissipated energy,CDE)、总超声乳化时间(ultrasound total time,UTT)、扭动能量振幅(torsional amplitude,TA)、扭动超声使用时间(torsion use time,TUT)、抽吸时间(aspiration time,AT)、液流使用量(fluid use,FU)、术后中央角膜厚度(central corneal thickness,CCT)、角膜内皮细胞计数(endothelial cell density,ECD)以及眼压(intraocular pressure,IOP)的变化,以探讨Centurion主动控制液流系统对于PACG合并白内障患者术后早期眼压准确检测的临床实践意义。

1 资料与方法

1.1 临床资料

本研究为前瞻性随机对照临床研究,收集2016年6月至2019年12月就诊于陆军军医大学第一附属医院眼科诊断为双眼PACG合并白内障的患者24例(48只眼)。其中,男性11例(22只眼),女性13例(26只眼)。年龄40~85(65.6±10.0)岁。本研究经陆军军医大学第一附属医院伦理委员会审核批准(审批号:KY2020168),患者及家属已签署知情同意书。

纳入标准:①年龄≥40岁;②临床诊断为双眼PACG合并白内障;③术前房角镜检查房角关闭范围至少180°,没有明显房角粘连;④至少需要滴用1种降眼压药物维持正常眼压;⑤术眼视野检查符合青光眼视野改变或者眼底检查发现典型青光眼视神经改变;⑥术眼晶状体核硬度按照Emery-Little分级系统均属Ⅰ~Ⅲ级;⑦接受白内障超声乳化吸除联合人工晶状体植入术;⑧术前眼压控制良好,眼压≤21 mmHg。

排除标准:①合并其他眼部疾病(如角膜病、葡萄膜炎、假性囊膜剥脱综合征、晶状体半脱位、Fuchs内皮营养不良等)或眼外伤;②术前3个月内连续使用类固醇药物;③术前内皮细胞计数小于1 500/mm^2;④合并严重的全身疾病(未控制的糖尿病、严重的心血管问题、出血和凝血障碍、慢性阻塞性肺疾病等)。

1.2 方法

1.2.1 术前检查 采用标准化最小分辨角对数(logarithm of minimum angle of resolution,LogMAR)视力表测量最佳矫正远视力(best corrected distance visual

acuity,BCVA);采用眼部 A 超、B 超和 IOL Master 测量眼轴长度、前房深度、中央角膜厚度、角膜曲率、角膜散光;非接触式镜检显微镜(SP 3000P,Topcon Medical Systems,Inc)检测角膜内皮细胞计数;裂隙灯显微镜下测量瞳孔直径并检查瞳孔、虹膜、晶状体、前囊膜、后囊膜、视网膜是否正常;眼部 OCT 检查以及电脑验光。术前术后所有患者的眼压固定同一台眼压计(Cannon,TX-F)进行测量,手术当天术前测量 3 个连续的 IOP 值,并将平均值用作基线 IOP。

1.2.2 分组方法 所有满足入组条件患者均在 2 周内先后行双眼白内障超声乳化吸除联合人工晶体植入,所有患者均为一眼应用主动液流控制系统(主控组),另一眼应用传统重力灌注系统(重力组)。患者在手术当天使用 Microsoft Excel 随机数发生器按 1∶1 的比例随机分配,以决定第一眼术中应用主动液流控制系统组或者重力灌注系统。在第 1 眼手术后的 14 d 内,采取相应另一种液流灌注系统行第 2 眼手术。

两种液流灌注系统均使用 Centurion 视觉系统超声乳化仪(Alcon Laboratories,Inc.)及 0.9 mm 45° Intrepid Balanced 超声乳化针头和 0.9 mm Intrepid Ultra 针头套管。主动液流控制组术中眼压设定为 55 mmHg,重力灌注系统组术中的灌注瓶高距离术眼的水平面高度为 75 cm。

术中记录每例患者手术效率指标参数包括 CDE、UTT、TA、TUT、AT、FU,以上参数值会自动显示在 Centurion 系统的界面上。

1.2.3 手术方法 手术均由同一位经验丰富的医师完成。患者取平卧位,以盐酸奥布卡因滴眼液(日本参天制药株式会社生产)对患者术眼进行表面麻醉,常规消毒铺巾,贴手术切口保护膜,置开睑器,分别用 15° 2.2 mm 穿刺刀在术眼 2:00 时钟位、10:00 时钟位做透明角膜侧、主切口,注入透明质酸钠(华熙生物科技有限公司生产)约 0.1 mL,撕囊镊做连续环形撕囊,撕囊口直径 5.0~5.5 mm,水分离,超声乳化晶状体核,抽吸晶状体皮质,后囊膜抛光,囊袋内植入人工晶状体并调至正位,注吸黏弹剂,水密闭合主、侧角膜透明切口,结膜囊内涂妥布霉素地塞米松眼膏(爱尔康公司生产),无菌纱布包眼,术毕。术后用药包括妥布霉素地塞米松滴眼液(爱尔康公司生产)滴眼,6 次/d;左氧氟沙星滴眼液(日本参天制药株式会社生产)滴眼,6 次/d;妥布霉素地塞米松滴眼膏(爱尔康公司生产)滴眼,1 次/晚。两种滴眼液 1 周后改为 4 次/d,2 周后停药。

1.2.4 术后随访 分别于术后 1 d、1 周、1 个月门诊随访。裂隙灯显微镜下观察前房反应、角膜水肿、后囊膜混浊、IOL 异常等并发症。记录术后 CCT、IOP 以及 ECD 变化情况,每个随访时间节点取 3 次测量结果的平均值作为最终结果。

1.3 统计学分析

使用 SPSS 25.0 统计学软件进行描述性统计和差异性分析。符合正态分布的计量资料使用 $\bar{x}\pm s$ 表示,不符合正态分布的计量资料采用中位数(范围)表示,分别采用独立样本 t 检验或 Mann-Whitney U 检验进行组间差异性检验,包括视力、角膜中央厚度、眼压、角膜内皮细胞计数等。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本资料

本研究共纳入患者 24 例,其中主控液流组 24 只眼,重力液流组 24 只眼。术前两组患者的最佳矫正远视力、眼轴长度、前房深度、中央角膜厚度、眼压、角膜内皮细胞计数的组间差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

2.2 主控组和重力组在 PACG 患者白内障超声乳化手术中的效率对比

如表 2 所示:两组 UTT 结果显示,主控组显著低于重力组($P<0.05$);主控组 TUT 同样显著低于重力组($P<0.05$);AT 结果显示,主控组显著低于重力组($P<0.001$);主控组 FU 显著少于重力组($P<0.001$)。术中两组之间 CDE 和 TA 差异无统计学意义。术中两组之间 CED 和 TA 同样均无统计学差异。

2.3 主控组和重力组患者术后 IOP、CCT 及 ECD 变化

如表 3 所示,术后 1 d、1 周、1 个月,两组病例 ECD 差异均无统计学意义($P>0.05$)。术后 1 d、1 周、1 个月两组间 ECD 下降程度差异无统计学意义($P>0.05$)。术后 1 d、1 周重力组中央角膜厚度明显高于主控组($P<0.05$)。术后 1 d、1 周重力组△CCT 明显高于主控组($P<0.05$)。术后 1 个月,两组间 CCT 和△CCT 差异均无统计学意义($P>0.05$)。术后 1 d、1 周、1 个月,两组病例 IOP 差异均无统计学意义($P>0.05$)。术后 1 d、1 周重力组△IOP 明显低于主控组($P<0.05$)。术后 1 个月,两组间△IOP 差异无统计学意义($P=0.807$)。

24 例入组患者无 1 例出现后囊破裂、人工晶体未植入、切口愈合不良、黄斑囊样水肿等术中、术后并发症。

表 1 两组 PACG 合并白内障患者白内障超声乳化手术术前基本资料比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	最佳矫正远视力(logMAR)	眼轴长度/mm	前房深度/mm	中央角膜厚度/μm	眼压/mmHg	角膜内皮细胞计数/个·mm^{-2}
主控组	24	0.30±0.13	22.30±0.72	2.66±0.36	557.50±13.0	19.40±1.20	2 473.20±486.00
重力组	24	0.33±0.18	22.45±0.71	2.70±0.38	554.50±13.40	19.10±1.00	2 413.80±496.30
t 值		−0.82	−0.73	−0.37	0.77	0.80	0.42
P 值		0.37	0.47	0.71	0.45	0.43	0.68

表 2 两组 PACG 合并白内障患者白内障超声乳化手术术中参数比较

组别	n	累计释放能量[中位数(范围)]	总超声乳化时间[s,中位数(范围)]	扭动能量振幅[中位数(范围)]	扭动超声使用时间[s,中位数(范围)]	抽吸时间(s,$\bar{x}\pm s$)	液流使用量(mL,$\bar{x}\pm s$)
主控组	24	4.55(0.03~21.70)	25.50(1.00~162.00)	35.65(7.70~60.00)	18.50(1.00~154.00)	144.83±88.62	37.58±20.40
重力组	24	7.15(0.07~18.11)	68.00(2.00~176.00)	36.90(7.40~59.40)	45.00(2.00~171.00)	261.5±138.21	62.33±21.93
检验量		U=204.50	U=87.50	U=282.50	U=146.50	t=−3.41	t=−3.96
P 值		0.09	<0.001	0.91	0.004	<0.001	<0.001

表 3 两组 PACG 合并白内障患者白内障超声乳化手术前后随访指标比较($\bar{x}\pm s$)

随访指标	主控组(n=24)	重力组(n=24)	t 值	P 值
角膜内皮细胞计数/个·mm^{-2}				
术前	2 473.20±486.00	2 413.80±496.30	0.42	0.68
术后 1 d	2 339.31±496.07	2 291.36±471.41	0.34	0.73
术后 1 周	2 369.60±481.07	2 313.18±499.93	0.40	0.69
术后 1 个月	2 421.80±471.67	2 370.27±488.10	0.37	0.71
△角膜内皮细胞计数/个·mm^{-2}				
术后 1 d	−133.84±134.83	−122.45±106.66	−0.33	0.77
术后 1 周	−103.56±60.88	−100.63±90.19	−0.13	0.90
术后 1 个月	−51.35±131.00	−43.54± 126.84	−0.21	0.83
中央角膜厚度/μm				
术前	557.50±13.0	554.50±13.40	0.77	0.45
术后 1 d	580.96±9.99	602.29±28.99	−4.37	0.001
术后 1 周	568.79±12.84	580.21±15.30	−2.93	0.005
术后 1 个月	562.75±12.90	560.88±13.66	0.6	0.554
△中央角膜厚度/μm				
术后 1 d	23.42±7.35	47.75±15.48	−6.96	<0.001
术后 1 周	11.25±4.08	25.67±7.86	−7.98	<0.001
术后 1 个月	5.21±3.49	6.33±1.74	−1.41	0.16
眼压/mmHg				
术 前	19.40±1.20	19.10±1.00	0.80	0.43
术后 1 d	16.39±2.17	18.37±2.82	−0.19	0.85
术后 1 周	16.01±2.83	17.52±2.05	0.64	0.53
术后 1 个月	16.80±2.36	16.72±2.39	0.12	0.90
△眼压/mmHg				
术后 1 d	−3.00±2.69	−0.75±3.00	−2.73	0.009
术后 1 周	−3.38±2.99	−1.61±2.53	−2.21	0.032
术后 1 个月	−2.59±2.42	−2.41±2.63	−0.25	0.807

3 讨论

PACG 是国人中常见的眼病,其患病率随着年龄增长而增加,因此 PACG 常常合并白内障[1]。PACG 患者的晶体通常较厚,而且其位置相对靠前,是导致其房角关闭的重要因素之一。白内障摘除术可显著加深前房和开放房角引流通道,从而显著降低闭角型青光眼的眼内压。因此单纯白内障摘除术可以考虑作为伴有白内障的早期 PACG 患者的首选治疗方案,不联合小梁切除术的单纯白内障手术既可以最大程度地避免小梁切除手术后浅前房、恶性青光眼等并发症的发生,同时也可以减少手术时间,减轻术后早期炎症反应[2]。

目前为止,小切口白内障超声乳化手术已经被证明是安全有效的治疗白内障的手术方式。其不仅缩短了手术时间,减少了手术风险,同时还有更好的术后效果[5]。Centurion Vision 系统的主动控制液流系统的出现,使得白内障超声乳化手术拥有更稳定的前房,更小的术中眼内压波动,同时该系统通过更好地控制术中超声乳化针头阻塞后的浪涌,以减少有效的超声乳化时间并减少液体的使用量,从而使超声乳化效率相对于传统的重力液流控制系统而言,得到了极大的提高。除此之外,Centurion Vision 白内障超声乳化系统还配备了 Intrepid balanced 超声乳化针头。这种新设计的超声乳化针头与传统的 Kelman 针头相比,术中针头侧向运动幅度增加了 50%,从而减少了术中扭动超声能量释放,以及超声乳化针头在切口位置震动所产生的热量,从而减少术后角膜水肿、伤口渗漏和散光漂移等并发症的发生率[6]。

虽然既往研究已经证实主动控制液流系统相对于传统重力液流控制系统的优势,但其术后早期角膜水肿相对较轻的优势对于早期 PACG 白内障手术后早期眼压监测的准确性是否具有临床意义未见报道。因此,我们设计了该前瞻性研究,对比主动控制液流系统相对于传统重力液流控制系统在 PACG 患者白内障手术治疗中的区别。需要指出的是,为了排除需要较多超声乳化能量和时间才能完成的硬核晶体对于本研究结果的影响,本研究纳入的患者仅仅为晶状体核硬度按照 Emery-Little 分级系统小于Ⅲ级的白内障患者,我们认为这对于日常的临床工作更具代表意义。

本研究结果显示,主动控制液流组的总超声时间、扭动超声时间、抽吸时间和液流使用量均明显低于重力液流系统组。更重要的是,在两组累计释放超声能量和扭动超声幅度没有显著差别的情况下,主动控制液流组的总抽吸时间和液流使用量明显低于重力液流系统组,由此可见主动控制液流组的手术效率明显高于重力液流系统组。虽然既往有少量关于主动液流控制系统和重力液流控制系统的研究[7-8],但其研究均采用了不同的超声乳化系统(Centurion Vision System 和 Infiniti Vision System)和不同的超声乳化针头(Intrepid balance 和 Kelman 针头)。本研究的两组病例手术所使用的系统均统一为 Centurion Vision System 和 Intrepid balance 针头,避免由于超乳针头不一致对研究结果产生的影响。因此本研究结果对于主控液流系统在白内障超声乳化手术中的优势,可能更具临床代表意义。

眼压测量的准确性对于诊断和治疗青光眼尤为重要,而 CCT 测量的准确性对于压平式眼压计所测量的 IOP 的准确性有着至关重要的影响,如果 CCT 测量值较大,IOP 测量值也会偏大,从而影响评估眼压的准确性。CCT 与压平式眼压计所测量 IOP 的正相关性已被很多研究所报道[9]。在关于 CCT 的 Meta 分析中显示,CCT 每变化 50 μm,IOP 将会变化 2.5 mmHg[10]。本研究结果显示,虽然两组病例术后 1 个月中央角膜厚度没有统计学差异,但在术后 1 d 和 1 周,重力液流控制系统组的角膜水肿程度明显高于主动液流控制组,由此可见主动液流控制组术后早期 CCT 的变化程度明显较小,对于术后早期 IOP 测量的准确性影响相对较小。

本研究旨在揭示主动控制液流系统对于 PACG 合并白内障患者术后的 IOP 测量准确性是否优于传统重力液流控制系统组。虽然两组病例术后 1 d、1 周和 1 个月 IOP 均较术前基线值有所降低,但两者比较无统计学差异。在术后 1 d 和 1 周,重力液流控制系统组 IOP 下降程度明显低于主动液流控制组,其原因与重力液流控制系统组术后 CCT 波动较大有关。很多研究证明单纯白内障超声乳化术可以显著降低 PACG 患者的眼压[11-12],本研究也证实了此结果。但眼压下降的机制仍不清楚,也许是由于术后前房深度加深,房角的开放或者房水外流增加等,但其中一定也有术后早期 CCT 对于测量误差的影响。术后 1 个月,当角膜水肿减轻以后,两组间 IOP 对比无统计学差异。由此可知,相对于重力液流控制组而言,主控液流组术后早期角膜水肿相对较轻,术后早期 IOP 测量的准确性更好。

既往研究表明减少白内障超声乳化术后角膜内皮细胞丢失以及术后角膜水肿的关键因素是术中所使用的 CDE[13]。本研究结果显示,主动液流控制组术后 1 d、1 周和 1 个月,角膜内皮细胞数量以及角膜内皮细胞丢失率与重力液流控制组比较无统计学差异。主要原因是与入组患者的晶体硬度分级小于Ⅲ级,术中所用 CDE 较少有关。

本研究的不足之处在于样本量较少,无法全面了解两种手术方式术中及术后可能面临的并发症发生率。同时本研究随访时间较短,未纳入其他青光眼患者进展随访指标,例如房角开放程度、视野损失范围、视神经杯盘比等相关指标。其次,本研究中的眼压测量均采用非接触眼压计(non-contact tonometry,NCT)测量,未使用 Goldmann 压平眼压计测量,可能会对 IOP 的评估存在一定偏差。但是有研究显示无论是 NCT 眼压计或者 Goldmann 压平眼压计测量均会被 CCT 所影响[14-15],甚至 NCT 的测量结果更容易被 CCT 所影响[15],而在日常的临床工作中,多数患者的眼压测量均是由 NCT 测量完成,所以本研究结果所显示 CCT 的数值对于 PACG 合并白内障患者术后的眼压测量准确性更具有至关重要的作用,同时也更具有临床实践意义。最后,本研究纳入的患者仅仅为晶状体核硬度按照 Emery-Little 分级系统小于Ⅲ级的白内障患者,未纳入硬核白内障患者,结果可能有一定局限性。但需要指出的是虽然目前白内障超声乳化技术已相当成熟,但白内障超声乳化手术术后内皮细胞损失仍然可在 4%~25%之间[16]。在许多可能导致角膜内皮细胞功能损伤的众多因素之中,超声能量释放已被证明是导致术后角膜内皮细胞丢失的重要因素之一,而超声能量释放与晶状体核硬度呈正相关[17-18]。因此本研究未纳入硬核白内障患者正是为了排除硬核白内障术后早期角膜高度水肿对结果导致的影响。同时,对于仅仅需要单纯白内障手术的早期青光眼患者而言,合并硬核白内障的患者仅为少数,我们认为在该研究中排除硬核白内障患者对于日常的临床工作更具实践意义。

综上所述,本研究结果显示单纯白内障超声乳化手术可以降低闭角型青光眼患者眼压,相对于传统重力液流控制系统,Centurion Vision System 主动控制液流系统超声乳化手术有着更少的超声乳化时间和更少的液流使用量。Centurion Vision System 主动控制液流系统超声乳化手术的高效率使得术后早期角膜水肿程度更轻,角膜厚度变化更小,更有利于 PACG 患者术后早期眼压的准确检测。

参考文献:

[1] 刘美玲,王友信. 我国 40 岁以上自然人群闭角型青光眼致盲率研究系统评价和 Meta 分析[J]. 中华眼科杂志,2017,53(5):373-377.
LIU M L, WANG Y X. The prevalence of blindness caused by primary angle closure glaucoma in middle-aged Chinese population:a systematic review and meta-analysis[J]. Chin J Ophthalmol, 2017,53(5):373-377.

[2] LAI J, CHOY B N, SHUM J W. Management of primary angle-closure Glaucoma[J]. Asia Pac J Ophthalmol(Phila), 2016, 5(1): 59-62. DOI: 10.1097/apo.0000000000000180.

[3] MALIK P K, DEWAN T, PATIDAR A K, *et al*. Effect of IOP based infusion system with and without balanced phaco tip on cumulative dissipated energy and estimated fluid usage in comparison to gravity fed infusion in torsional phacoemulsification[J]. Eye Vis Lond Engl, 2017, 4: 22. DOI: 10.1186/s40662-017-0087-5.

[4] 王海伟, 岳岩坤. 重力液流系统和主动控制液流系统对白内障超声乳化术中累积释放能量及术后视力恢复和角膜内皮参数的影响[J]. 眼科新进展, 2019, 39(1): 68-71.
WANG H W, YUE Y K. Effects of gravity fluid flow system and active control fluid flow system on cumulative dissipated energy in post-phacoemulsification vision recovery and corneal endothelium[J]. Recent Adv Ophthalmol, 2019, 39(1): 68-71.

[5] GOLOZAR A, CHEN Y, LINDSLEY K, *et al*. Identification and description of reliable evidence for 2016 American academy of ophthalmology preferred practice pattern guidelines for cataract in the adult eye[J]. JAMA Ophthalmol, 2018, 136(5): 514-523. DOI:10.1001/jamaophthalmol.2018.0786.

[6] YOO A, NAM K Y, TCHAH H, *et al*. Heat generation and efficiency of a new modified phaco tip and sleeve[J]. PLoS ONE, 2016, 11(8): e0159049. DOI: 10.1371/journal.pone.0159049.

[7] GONZALEZ-SALINAS R, GARZA-LEON M, SAENZ-DEVITERI M, *et al*. Comparison of cumulative dissipated energy delivered by active-fluidic pressure control phacoemulsification system versus gravity-fluidics[J]. Int Ophthalmol, 2018, 38(5): 1907-1913. DOI: 10.1007/s10792-017-0674-4.

[8] SOLOMON K D, LORENTE R, FANNEY D, *et al*. Clinical

study using a new phacoemulsification system with surgical intraocular pressure control[J]. J Cataract Refract Surg, 2016, 42(4): 542-549. DOI:10.1016/j.jcrs.2016.01.037.

[9] WEI W, FAN Z S, WANG L H, *et al*. Correlation analysis between central corneal thickness and intraocular pressure in juveniles in Northern China: the Jinan City eye study[J]. PLoS ONE, 2014, 9(8): e104842. DOI:10.1371/journal.pone.0104842.

[10] FARVARDIN M, HEIDARY F, SAYEHMIRI K, *et al*. A comprehensive meta-analysis on intra ocular pressure and central corneal thickness in healthy children[J]. Iran J Public Health, 2017, 46(6): 724-732.

[11] YOO C, AMOOZGAR B, YANG K S, *et al*. Glaucoma severity and intraocular pressure reduction after cataract surgery in eyes with medically controlled Glaucoma[J]. Medicine(Baltimore), 2018, 97(42): e12881. DOI:10.1097/md.0000000000012881.

[12] SEOL B R, SHIN J Y, CHOI S, *et al*. Intraocular pressure (IOP) change and frequency of IOP spike after cataract surgery in normal-tension glaucoma: a case-control study[J]. J Glaucoma, 2019, 28(3): 201-206. DOI:10.1097/ijg.0000000000001172.

[13] MAHDY M A, EID M Z, MOHAMMED M A, *et al*. Relationship between endothelial cell loss and microcoaxial phacoemulsification parameters in noncomplicated cataract surgery[J]. Clin Ophthalmol, 2012, 6: 503-510. DOI:10.2147/opth.s29865.

[14] MANSOORI T, BALAKRISHNA N. Effect of central corneal thickness on intraocular pressure and comparison of Topcon CT-80 non-contact tonometry with Goldmann applanation tonometry[J]. Clin Exp Optom, 2018, 101(2): 206-212. DOI:10.1111/cxo.12620.

[15] HARADA Y, HIROSE N, KUBOTA T, *et al*. The influence of central corneal thickness and corneal curvature radius on the intraocular pressure as measured by different tonometers: noncontact and goldmann applanation tonometers[J]. J Glaucoma, 2008, 17(8): 619-625. DOI:10.1097/ijg.0b013e3181634f0f.

[16] 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. DOI:10.1016/j.jcrs.2006.02.070.

[17] WALKOW T, ANDERS N, KLEBE S. Endothelial cell loss after phacoemulsification: relation to preoperative and intraoperative parameters[J]. J Cataract Refract Surg, 2000, 26(5): 727-732. DOI:10.1016/s0886-3350(99)00462-9.

[18] SETHI H S, SALUJA K, NAIK M P. Comparative analysis of coaxial phacoemulsification with 2.2-and 2.8-mm clear corneal incisions[J]. Int Ophthalmol, 2018, 38(1): 215-222. DOI:10.1007/s10792-017-0450-5.

(**收稿**:2020-08-08;**修回**:2020-09-21)

(编辑 张 维)