

doi: 10.3978/j.issn.1000-4432.2021.07.18

View this article at: <https://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1000-4432.2021.07.18>

白内障超声乳化手术中主控液流与重力液流系统对 青光眼患者视盘血流的影响

刘利娟¹, 赵广愚¹, 魏丽清², 方佳², 寿嘉惠², 聂莉²[1. 福州东南眼科医院(金山新院)白内障科, 福州 350000;
2. 温州医科大学附属眼视光医院杭州院区青光眼科, 杭州 310000]

[摘要] 目的: 比较重力液流与主控液流2种灌注方式下行白内障超声乳化手术对青光眼患者视盘血流的影响。方法: 采用随机数字表法将患者分为2组, 分别为重力液流灌注组和主控液流灌注组。记录术中超声乳化累积释放能量(cumulative dissipated energy, CDE), 术后1天、1周、1个月和3个月患者最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)、眼压、视盘血流密度及视网膜神经纤维层厚度。结果: 主控液流灌注组术中CDE小于重力液流灌注组(5.6 ± 1.3 vs 6.3 ± 1.2 , $P=0.034$)。术后1天重力液流灌注组视盘周围血管密度(circumpapillary vascular density, cpVD)、整个图像血管密度(whole en face image vessel density, wiVD)和视盘内血管密度(inside disc vascular density, inside disc VD)均高于主控液流灌注组($P<0.05$), 其余时间点差异无统计学意义($P>0.05$)。术后1周和1个月重力液流灌注组视网膜神经纤维层厚度大于主控液流灌注组($P<0.05$), 术后1天和3个月未见明显差异。结论: 相较于传统的重力液流灌注, 主控灌注能够在青光眼患者白内障超声乳化手术中减少超声能量的使用, 术后早期可减轻由术中高眼压引起的视盘炎症性充血, 可以减轻对视网膜神经纤维层的影响。

[关键词] 光学相干断层扫描血管成像; 青光眼; 视网膜微循环; 病理; 白内障超声乳化; 主控液流系统

Influence of active versus passive phacoemulsification fluidics systems on optic disc blood flow in patients with glaucoma

LIU Lijuan¹, ZHAO Guangyu¹, WEI Liqing², FANG Jia², SHOU Jiahui², NIE Li²

(1. Department of Cataract, Fuzhou Southeast Eye Hospital (Jinshan New Hospital), Fuzhou 350000; 2. Department of Glaucoma, Affiliated Eye Hospital (Hangzhou), School of Ophthalmology and Optometry, Wenzhou Medical University, Hangzhou 310000, China)

Abstract Objective: To compare the influence of active versus passive phacoemulsification fluidics systems on optic

收稿日期 (Date of reception): 2021-03-01

通信作者 (Corresponding author): 聂莉, Email: 26780197@qq.com

基金项目 (Foundation item): 温州市科技计划项目 (Y20190170); 温州医科大学眼视光医院科研启动项目 (KYQD202001)。This study was supported by the Wenzhou Municipal Science and Technology Bureau of China (Y20190170) and Research Initiation Project of the Affiliated Eye Hospital of Wenzhou Medical University (KYQD202001), China.

disc blood flow in patients with glaucoma. **Methods:** Patients were divided into 2 groups by a random number table method, namely the active fluidics system group and the passive fluidics system group. The intraoperative cumulative dissipated energy (CDE) was recorded, and the best corrected visual acuity (BCVA), intraocular pressure, optic disc blood flow density and retinal nerve fiber layer thickness were measured at the follow-up of 1 day, 1 week, 1 month and 3 months. **Results:** During phacoemulsification, CDE in the active fluidics system group was lower than that in the passive fluidics system group (5.6 ± 1.3 vs. 6.3 ± 1.2 , $P=0.034$). One day after the surgery, the circumpapillary vessel density (cpVD), whole image vessel density (wiVD) and inside disc vascular density (inside disc VD) in the passive fluidics system group were higher than those in the active fluidics system group ($P<0.05$), and the differences were not statistically significant at the rest of the follow-ups ($P>0.05$). The retinal nerve fiber layer in passive fluidics system group was thicker than that in active fluidics system group at the follow-ups of 1 week and 1 month ($P<0.05$), and the difference was not statistically significant at the follow-up of 1 day and 3 months. **Conclusion:** Compared with the traditional passive fluidics system, the active fluidics system can reduce the CDE during phacoemulsification surgery. It can reduce the inflammatory congestion of the optic disc caused by intraoperative high intraocular pressure on the early postoperative stage. In addition, it can also protect retinal nerve fiber layer.

Keywords optical coherence tomography angiography; glaucoma; retinal microcirculation; pathology; phacoemulsification; active fluidics system

青光眼作为全球主要的不可逆致盲眼病,对视觉健康及生活质量产生严重影响,眼血流动力学改变被认为是原发性青光眼视神经、视功能损害机制中的一个重要的危险因素^[1]。白内障超声乳化术使眼内灌注压急剧增高,其对视网膜血流的影响是值得临床关注的问题。青光眼患者如何同时实现白内障手术的高效性与安全性具有重要的临床意义。

Centurion超声乳化手术系统具有新型的超声乳化针头及主控液流系统,因此能够有效减少白内障超声乳化术中累积释放能量(cumulative dissipated energy, CDE),更好地维持眼压,前房稳定性更佳^[2]。本研究旨在分析Centurion超声乳化手术系统重力液流系统和主控液流系统对青光眼患者视盘血流的影响,旨在客观评价主控液流系统对视网膜是否具有保护作用。

1 对象与方法

1.1 对象

收集2019年5月至2020年6月于福州东南眼科医院就诊的原发性闭角型青光眼合并白内障的患者,采用随机数字表法分为主控液流灌注组(以

下简称主控组)和重力液流灌注组(以下简称重力组),分别使用主控液流灌注和重力液流灌注方式进行手术,选取术后随访资料完整和图像清晰的60眼,两组各30例30眼。超声乳化仪为Alcon Centurion机器(美国),植入均为Alcon非球面人工晶状体。本研究符合《世界医学协会赫尔辛基宣言》相关要求,患者签署知情同意书。

1.2 纳入标准

1)均为原发性闭角型青光眼,有青光眼性视神经结构和视野改变;2)依照晶状体混浊分类系统III(lens opacities classification system III, LOCS III)分级,晶状体核透光性和晶状体核颜色评分为2.5~5.0分;3)术前眼压经药物治疗降至21 mmHg ($1\text{ mmHg}=0.133\text{ kPa}$)以下;4)白内障不影响眼底光学相干断层扫描血管成像(optical coherence tomography angiography, OCTA)检查,信号强度指数(signal strength index, SSI) >48 。

1.3 排除标准

既往有过急性闭角型青光眼大发作,角膜相关疾病及既往接受过内眼手术及其他影响术后视力的眼部疾病如葡萄膜炎、老年性黄斑变

性、糖尿病视网膜病变、眼外伤、高度近视/远视/散光等。

1.4 手术方法

1) 主控液流灌注组。术中采用主控液流系统, 设置目标眼压: 超声乳化50 mmHg, I/A 40 mmHg, 抛光32 mmHg; 2) 重力液流灌注组。术中采用重力液流系统, 设置灌注瓶高: 超声乳化90 cm, I/A 80 cm, 抛光60 cm。

所有手术均由同一位医师完成。术前行复方托吡卡胺滴眼液点眼散瞳, 爱尔卡因滴眼液表面麻醉后在Centurion系统(Alcon)超声乳化机下完成。行常规消毒, 于11:00点方位, 2.2 mm宝石刀作透明角膜切口, 前房注入粘弹剂(爱维, 山东博士伦福瑞达), 行5~6 mm连续环形撕囊, 水分离, 采用Centurion超声乳化机行超声乳化白内障吸出联合人工晶状体植入术, 直接快速劈核技术吸除晶状体核, 吸净残留皮质, 前后囊抛光, 植入人工晶状体, 水密切口。术后给予妥布霉素地塞米松、普拉洛芬、羟糖苷眼药水点眼, 共1个月。

1.5 OCTA 检查

OCTA检查使用光学相干断层扫描仪RTVue-XR SD OCT (AngioVue, version 2017.1.0.155, 美国)测量视盘, 扫描范围4.5 mm × 4.5 mm。扫描视网膜神经纤维层(retinal nerve fiber layer, RNFL)时, 采用以视盘为中心扫描直径为3.46 mm的环形扫描方式, 扫描3次, 取平均值。整个图像血管密度(whole image vessel density, wiVD)为在整个视盘扫描区测量的毛细血管的面积比例。视盘周围血管密度(circumpapillary vascular density, cpVD)由内径为2 mm、以视盘为中心的同圆心向外延伸1 mm的椭圆形环计算的毛细血管比例得出。视盘内血管密度(inside disc vascular density, inside disc VD)为视盘内毛细血管的面积比例。

1.6 观察指标

术中记录每位患者的CDE及术中并发症。CDE是由超声乳化机器根据术中超声能量的使用情况自动计算得出, $CDE = \text{纵向超声时间} \times \text{平均纵向超声能量}(\%) + \text{扭动超声时间} \times 0.4 \times \text{平均扭动超声能量}(\%)$ 。所有患者于术前1天、术后

1天、1周、1个月和3个月进行视力矫正以及眼压和OCTA检查。

1.7 统计学处理

应用SPSS 21.0软件进行数据分析, 各组数据满足正态分布及方差齐性, 计数资料采用 χ^2 检验, 计量资料两两比较采用两独立样本 t 检验, 每组不同时间点比较采用重复测量方差分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料比较

两组患者术前一般资料统计结果如表1所示。重力组和主控组患者的年龄、性别、眼轴、裂隙灯下杯盘比、平均视野缺损(mean deviation, MD)值、晶状体核透光性和晶状体核颜色评分比较, 差异无统计学意义(均 $P > 0.05$)。所有手术均顺利完成, 无后囊膜破裂及角膜内皮失代偿等并发症。

2.2 两组患者术前、术后最佳矫正视力、眼压及术中CDE比较

术前两组患者最佳矫正视力比较差异无统计学意义($P = 0.597$, 表2)。术后1天主控组患者最佳矫正视力较重力组明显提高, 差异有统计学意义($P = 0.023$); 术后1周、1个月和3个月两组间最佳矫正视力差异无统计学意义(均 $P > 0.05$)。重力组与主控组术前及术后不同时间点眼压和青光眼药物种类比较差异无统计学意义(均 $P > 0.05$)。主控组CDE小于重力组($P = 0.034$)。

2.3 两组术前、术后视盘毛细血管密度比较

术前两组患者视盘毛细血管密度(包括cpVD、wiVD和inside disc VD)差异无统计学意义($P > 0.05$)。cpVD、wiVD和inside disc VD在术后1天较术前增加, 差异具有统计学意义($P < 0.05$), 术后1周、1个月和3个月与术前比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。术后1天重力组视盘毛细血管密度(包括cpVD、wiVD和inside disc VD)较主控组高, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 其余时间点重力组视盘毛细血管密度(包括cpVD、wiVD和IDVD)和主控组差异无统计学意义($P > 0.05$, 表3)。

2.4 两组术前、术后视盘神经纤维层厚度比较

术前主控组RNFL厚度与重力组相比差异无统计学意义($P=0.857$, 表3)。术后1周和1个月重力组RNFL厚度大于主控组, 差异均有统计学意义($P<0.05$), 术后1天和3个月两组差异无统

计学意义($P>0.05$)。主控组术后1个月RNFL厚度较术前增加, 重力组术后1周和1个月RNFL厚度较术前增加, 差异有统计学意义($P<0.05$), 其余时间点和术前比较差异无统计学意义($P>0.05$)。

表1 两组患者术前一般资料比较

Table 1 Comparison of preoperative general data between the two groups

组别	性别 (男/女)	年龄/岁	眼别 (右/左)	眼轴/mm	杯盘比	视野 MD/dB	晶体核 透光性	晶体核 颜色评分
重力组	12/18	67.3 ± 13.6	21/9	22.1 ± 0.7	0.8 ± 0.2	-8.6 ± 3.7	4.6 ± 0.8	4.9 ± 0.6
主控组	14/16	69.8 ± 10.7	19/11	22.3 ± 0.8	0.8 ± 0.3	-7.6 ± 3.1	4.8 ± 0.6	5.0 ± 0.4
t/χ^2	0.27	0.79	0.30	1.03	0.16	1.13	1.10	0.76
P	0.602	0.432	0.584	0.307	0.853	0.261	0.278	0.451

表2 两组患者术前、术后最佳矫正视力、眼压、用药及术中CDE情况

Table 2 BCVA, intraocular pressure, medication and intraoperative CDE of the two groups before and after operation

组别	CDE	BCVA (logMAR)				
		术前	术后1 d	术后1周	术后1个月	术后3个月
重力组	6.3 ± 1.2	0.61 ± 0.32	0.27 ± 0.18	0.18 ± 0.14	0.14 ± 0.10	0.16 ± 0.07
主控组	5.6 ± 1.3	0.57 ± 0.26	0.18 ± 0.11	0.15 ± 0.12	0.15 ± 0.08	0.19 ± 0.09
t/χ^2	2.17	0.53	2.34	0.89	0.43	1.44
P	0.034	0.597	0.023	0.377	0.670	0.155
组别	药物种类					
	术前	术后1 d	术后1周	术后1个月	术后3个月	
重力组	1.6 ± 0.5	0.6 ± 0.4	0.5 ± 0.4	0.7 ± 0.6	0.9 ± 0.6	
主控组	1.8 ± 0.6	0.5 ± 0.7	0.5 ± 0.5	0.6 ± 0.8	0.8 ± 0.7	
t/χ^2	1.40	0.68	0.17	0.55	0.59	
P	0.166	0.499	0.865	0.586	0.554	
组别	IOP/mmHg					
	术前	术后1 d	术后1周	术后1个月	术后3个月	
重力组	16.4 ± 3.5	17.2 ± 6.9	14.4 ± 5.5	13.2 ± 4.1	16.1 ± 3.0	
主控组	15.9 ± 3.2	17.8 ± 6.2	15.3 ± 5.1	13.9 ± 3.2	15.9 ± 4.3	
t/χ^2	0.58	0.35	0.66	0.74	0.21	
P	0.566	0.724	0.514	0.464	0.835	

IOP, 眼压; MAR, 最小分辨视角。

IOP, intraocular pressure; MAR, minimal angle resolution.

表3 两组患者术前、术后视盘毛细血管密度及RNFL比较

Table 3 Comparison of optic disc blood flow and RNFL between the two groups

组别	wiVD/%				
	术前	术后1 d	术后1周	术后1个月	术后3个月
重力组	41.3 ± 6.1	45.8 ± 7.0	42.1 ± 7.3	41.8 ± 7.7	41.6 ± 7.5
主控组	40.7 ± 7.7	42.3 ± 5.6	40.1 ± 6.9	39.8 ± 6.7	40.2 ± 7.2
<i>t</i>	0.33	2.14	0.71	0.73	0.48
<i>P</i>	0.740	0.038	0.481	0.473	0.636
组别	Inside disc VD/%				
	术前	术后1 d	术后1周	术后1个月	术后3个月
重力组	45.3 ± 7.4	49.2 ± 6.5	46.7 ± 6.8	45.9 ± 6.1	45.1 ± 6.4
主控组	43.7 ± 7.2	45.6 ± 5.3	44.9 ± 5.6	44.5 ± 5.3	43.9 ± 6.7
<i>t</i>	0.85	2.35	1.12	0.95	0.71
<i>P</i>	0.399	0.022	0.268	0.347	0.481
组别	cpVD/%				
	术前	术后1 d	术后1周	术后1个月	术后3个月
重力组	41.3 ± 6.1	46.5 ± 7.6	40.9 ± 7.3	42.5 ± 6.2	41.8 ± 5.6
主控组	41.1 ± 5.5	43.4 ± 6.6	41.6 ± 6.8	41.3 ± 5.4	42.5 ± 6.3
<i>t</i>	0.133	2.06	0.38	0.79	0.45
<i>P</i>	0.904	0.043	0.702	0.427	0.651
组别	RNFL/ μm				
	术前	术后1 d	术后1周	术后1个月	术后3个月
重力组	77.3 ± 12.5	79.1 ± 11.6	87.0 ± 13.2	88.3 ± 12.7	82.3 ± 11.5
主控组	77.9 ± 13.2	78.4 ± 12.6	80.2 ± 11.8	82.1 ± 10.6	81.4 ± 10.6
<i>t</i>	0.18	0.22	2.10	2.05	0.31
<i>P</i>	0.857	0.823	0.039	0.044	0.753

3 讨论

OCTA能够在短时间内对视神经和视网膜血管密度进行无创、客观、准确、可重复的定量测量,是检测青光眼视乳头局部微循环的新方法。应用OCTA证实青光眼患者视盘的血管密度较正常眼显著降低,并与RNFL厚度、神经节细胞复合体和MD相关,青光眼术后视乳头血流密度也会发生相应的改变^[3]。通过对视乳头及视网膜局部微循环的血管成像, OCTA直观地反映出青光眼患者视盘及视网膜处血流受损程度^[1]。

传统的白内障超声乳化手术使用的是重力液流系统,通过调节瓶高来维持液流,从而维持前房稳定性。本研究重力组设置的瓶高为临床最常用的瓶高设置参数,在超声乳化阶段为90 cm, I/A为80 cm,抛光为60 cm,理论上相应产生的眼压分别为66.2、58.8和44.1 mmHg^[4]。有学者^[5-6]通过实时监测白内障超声乳化术中眼压发现:眼压超过60 mmHg的时间占超声乳化手术过程的48%~85%。有研究^[4]将压力传感器与前房直接连接,观察了活体人眼常规白内障超声乳化手术过程(重力液流系统)的眼压波动,结果显示:

I/A和黏弹剂吸除、核乳化和前囊抛光眼压分别为 74.0 ± 5.1 、 58.0 ± 5.4 和 52.0 ± 5.0 mmHg。既往研究^[7]表明:眼血管在一定范围内具有自动调节能力,但是眼压大幅度波动将超出眼血管自动调节的能力并引起眼部灌注压的降低,存在引起暂时性视网膜缺血的风险。

Centurion白内障超声乳化仪采用主控液流系统,平衡盐液(balanced salt solution, BSS)袋嵌入在超声乳化仪内2块压力板之间的隔室,压力板对液流包中液体快速加压或减压,可动态维持设定的目标眼压,从而更有效地维持前房稳定性,使得在保证手术高效性的同时,维持安全的眼压。有研究^[7]显示:当眼压升高达到45~55 mmHg时,眼血流开始下降。因此,本研究主控组设置的眼压在超声乳化阶段为50 mmHg, I/A 40 mmHg, 抛光32 mmHg。本研究发现:术中主控组CDE小于重力组,且术后早期视力恢复较重力组快,结果与Nicoli等^[2]和Solomon等^[8]的研究相似。

本研究显示:超声乳化术后1天重力组视盘毛细血管密度(包括cpVD、wiVD和inside disc VD)较主控组高,后续时间点重力组视盘毛细血管密度和主控组差异无统计学意义,说明调节术中眼压对视盘血流仅能产生短期影响。本研究结果显示:重力液流和主控液流超声乳化术视盘血流在术后1天均较术前增加,1周后恢复至术前水平。现有的几篇报道^[9-11]显示:急性闭角型青光眼大发作后可引起视盘血流密度减少,这一结果与本研究不一致,其原因可能为两者眼压升高的持续时间以及严重程度不同。急性闭角型青光眼发作时眼压急剧升高,持续时间较长,可引起视网膜缺血再灌注损伤,视网膜毛细血管损伤后通透性增强,并出现视网膜微循环异常,OCTA可检测到视乳头血流密度减少。而白内障超声乳化术中高眼压一般持续2~5分钟,视网膜微循环损害轻,在术后早期视乳头血流密度增加可能是因为手术引起的炎症反应性充血,随着时间的推移,炎症性充血在术后1周即消失。有研究^[12]比较了单纯白内障超声乳化和白内障超声乳化联合iStent植入的视盘血流发现:联合iStent后术后视盘血流增加,而单纯白内障超声乳化术后视盘血流和术前未见明显变化。该研究术后1个月的观察结果与本研究结果接近。

Jha等^[13]对100名接受白内障超声乳化并人工

晶状体植入手术的患者进行光学相干断层扫描,发现神经纤维层厚度在术后升高,可见白内障超声乳化术对视网膜微细结构及功能均产生了不同程度的影响。其损伤机制^[14]可能为:1)手术引起的机械性损伤引起葡萄膜炎,炎性介质和前列腺素的释放等导致血-房水屏障和血-视网膜屏障的破坏、视网膜血管通透性增加,引起视神经损伤。2)超声能量直接对视网膜神经组织造成损伤。3)手术中前房涌动导致的眼压不稳定,超声能量导致的玻璃体液化致使玻璃体后脱离而出现玻璃体牵引综合征,视乳头受到牵拉会造成视盘水肿而出现视神经损伤。本研究显示:术后两组RNFL厚度较术前均有增加,且术后1周和1个月重力组RNFL厚度大于主控组,说明主控液流通过减少术中高眼压在术后早期达到神经保护的作用,但这一保护作用在术后3个月就没有明显差异了。

综上所述,青光眼患者在行白内障超声乳化手术时,主控灌注系统能够减少术中超声能量的使用,帮助患者在早期获得更好的视力恢复。主控液流和重力液流均能使视盘血流密度在短期内增加,但主控液流对术后早期视盘血流的增加作用不如重力液流明显,术后1周后两者差异无统计学意义。白内障超声乳化主控液流和重力液流均能使RNFL厚度短期内增加,主控液流可以短期内减轻对RNFL的影响,具有一定的视神经保护作用。

参考文献

1. 许欢,孔祥梅.原发性开角型青光眼黄斑区视网膜微循环和结构损伤的研究[J].中华眼科杂志,2017,53(2):98-103.
XU Huan, KONG Xiangmei. Study of retinal microvascular perfusion alteration and structural damage at macular region in primary open-angle glaucoma patients[J]. Chinese Journal of Ophthalmology, 2017, 53(2): 98-103.
2. Nicoli CM, Dimalanta R, Miller KM. Experimental anterior chamber maintenance in active versus passive phacoemulsification fluidics systems[J]. J Cataract Refract Surg, 2016, 42(1): 157-162.
3. In JH, Lee SY, Cho SH, et al. Peripapillary vessel density reversal after trabeculectomy in glaucoma[J]. J Ophthalmol, 2018, 2018: 8909714.
4. Zhao Y, Li X, Tao A, et al. Intraocular pressure and calculated diastolic ocular perfusion pressure during three simulated steps of

- phacoemulsification in vivo[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2009, 50(6): 2927-2931.
5. Jensen JD, Boulter T, Lambert NG, et al. Intraocular pressure study using monitored forced-infusion system phacoemulsification technology[J]. J Cataract Refract Surg, 2016, 42(5): 768-771.
 6. Khng C, Packer M, Fine IH, et al. Intraocular pressure during phacoemulsification[J]. J Cataract Refract Surg, 2006, 32(2): 301-308.
 7. Pillunat LE, Anderson DR, Knighton RW, et al. Autoregulation of human optic nerve head circulation in response to increased intraocular pressure[J]. Exp Eye Res, 1997, 64(5): 737-744.
 8. Solomon KD, 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.
 9. Moghimi S, SafiZadeh M, Xu BY, et al. Vessel density and retinal nerve fibre layer thickness following acute primary angle closure[J]. Br J Ophthalmol, 2020, 104(8): 1103-1108.
 10. Zhang S, Wu C, Liu L, et al. Optical coherence tomography angiography of the peripapillary retina in primary angle-closure glaucoma[J]. Am J Ophthalmol, 2017, 182: 194-200.
 11. Moghimi S, SafiZadeh M, Fard MA, et al. Changes in optic nerve head vessel density after acute primary angle closure episode[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2019, 60(2): 552-558.
 12. Alnawaiseh M, Müller V, Lahme L, et al. Changes in flow density measured using optical coherence tomography angiography after iStent insertion in combination with phacoemulsification in patients with open-angle glaucoma[J]. J Ophthalmol, 2018;2018: 2890357.
 13. Jha B, Sharma R, Vanathi M, et al. Effect of phacoemulsification on measurement of retinal nerve fiber layer and optic nerve head parameters using spectral-domain-optical coherence tomography[J]. Oman J Ophthalmol, 2017, 10(2): 91-95.
 14. 孙冉, 张健, 刘大川, 等. 老年白内障在超声乳化术后视盘周围视网膜神经纤维层厚度的变化[J]. 中华眼外伤职业眼病杂志, 2011, 33(2): 100-104.
SUN Ran, ZHANG Jian, LIU Dachuan, et al. The changes of retinal nerve fiber layer thickness of senile cataract patients after phacoemulsification[J]. Chinese Journal of ocular trauma and occupational eye disease, 2011, 33(2): 100-104.

本文引用: 刘利娟, 赵广愚, 魏丽清, 方佳, 寿嘉惠, 聂莉. 白内障超声乳化手术中主控液流与重力液流系统对青光眼患者视盘血流的影响[J]. 眼科学报, 2021, 36(8): 642-648. doi: 10.3978/j.issn.1000-4432.2021.07.18

Cite this article as: LIU Lijuan, ZHAO Guangyu, WEI Liqing, FANG Jia, SHOU Jiahui, NIE Li. Influence of active versus passive phacoemulsification fluidics systems on optic disc blood flow in patients with glaucoma[J]. Yan Ke Xue Bao, 2021, 36(8): 642-648. doi: 10.3978/j.issn.1000-4432.2021.07.18