

引文格式:张敏,季敏,吴坚,耿文静,黄叶萌,陈诵惟,等.飞秒激光辅助白内障超声乳化术中患者眼球旋转的临床观察[J].眼科新进展,2021,41(10):956-959. doi:10.13389/j.cnki.rao.2021.0201

【应用研究】

飞秒激光辅助白内障超声乳化术中患者眼球旋转的临床观察[△]

张敏 季敏 吴坚 耿文静 黄叶萌 陈诵惟 管怀进

作者简介:张敏(ORCID: 0000-0001-5605-8760),女,1996年11月出生,江苏南通人,硕士。研究方向:白内障。E-mail: 1273552898@qq.com

通信作者:管怀进(ORCID: 0000-0002-4205-2015),男,1962年1月出生,江苏南通人,硕士,教授,主任医师,博士生导师。研究方向:白内障。E-mail: guanhjye@163.com

收稿日期:2021-07-06

修回日期:2021-09-01

本文编辑:付中静

△基金项目:国家自然科学基金资助(编号:81770906,81974129);江苏省科技计划项目(编号:BE2016699);南通市科技计划项目(编号:MS22019012,JC2019078)

作者单位:226001 江苏省南通市,南通大学附属医院眼科

【摘要】 目的 探讨飞秒激光辅助白内障超声乳化术(FLACS)中眼球旋转的规律。方法 前瞻性分析2018年1月至2021年1月行FLACS的患者679例(775眼)的临床资料。术前应用VERION数字导航系统在坐位时采集术眼眼前节图像,术中应用配有VERION数字导航系统的Alcon LenSx飞秒激光手术设备获取患者仰卧位时眼前节图像,记录术中眼球旋转的方向和角度。结果 775眼中,719眼(92.77%)发生了旋转,内旋最多见。患者逆时针旋转度数($5.08^{\circ} \pm 3.49^{\circ}$)大于顺时针旋转度数($4.29^{\circ} \pm 2.85^{\circ}$),差异有统计学意义($P=0.001$)。患者内旋度数($5.12^{\circ} \pm 3.38^{\circ}$)大于外旋度数($3.86^{\circ} \pm 2.67^{\circ}$),差异有统计学意义($P<0.001$)。患者右眼与左眼相比,顺时针及逆时针旋转发生率、旋转度数、顺时针旋转度数、逆时针旋转度数、内旋度数差异均有统计学意义(均为 $P<0.05$)。男性患者外旋度数($4.58^{\circ} \pm 3.14^{\circ}$)大于女性患者($3.37^{\circ} \pm 2.18^{\circ}$),差异有统计学意义($P=0.001$)。年龄 <50 岁患者和年龄 ≥ 50 岁患者相比,眼球旋转方向和旋转度数差异均无统计学意义(均为 $P>0.05$)。结论 FLACS手术中,眼球普遍存在一定程度的旋转,眼球旋转的规律主要与眼别有关。VERION数字导航系统的应用可以使飞秒激光角膜切手术更加精确。

【关键词】 飞秒激光;白内障;眼球旋转;数字导航系统

【中图分类号】 R776.1

随着人们生活水平的提高,白内障患者已经不能满足于术后“复明”要求。飞秒激光辅助白内障超声乳化术(FLACS)是一种更精准的手术技术,不仅可以提高手术的成功率和安全性,还可以制作一定弧长及一定深度的角膜切口,以矫正角膜散光,提高患者视觉质量^[1-2]。但是FLACS采用的角膜曲率数据、术前眼前节图像以及角膜切口位置的设计都是基于患者坐位时的术前测量,术中却以仰卧位进行手术,因此,手术中患者体位的改变可引起眼球旋转,从而导致术前收集的数据和方位发生改变,可能会影响角膜切口对散光的矫正效果。VERION数字导航系统基于对虹膜、角膜缘、球结膜等组织结构的识别,能准确测得术中眼球旋转的方向和角度大小,并对散光矫正切口位置进行调整,提高FLACS术中角膜切口在散光矫正中的对准精度^[3]。为观察FLACS中的眼球旋转情况,我们采用VERION数字导航系统对679例行FLACS手术的患者进行了术中眼球旋转方向和角度的观察和研究。

1 资料与方法

1.1 一般资料 前瞻性分析。纳入2018年1月至2021年1月于南通大学附属医院眼科行FLACS的患者679例(775眼),其中男275例(312眼),女404例(463眼),年龄22~92(63.23 ± 12.72)岁,右眼408眼,左眼367眼。所有患者术前检查均符合FLACS要求,排除图像采集质量差、配合程度差以及

由于某些原因未能完成图像识别的患者。本研究遵循《赫尔辛基宣言》所要求的伦理学原则,所有患者均知情并签署知情同意书。

1.2 术前检查 术前所有患者均行常规眼部检查,包括裸眼远视力、最佳矫正远视力、眼压、裂隙灯、眼前节照相、Pentacam三维眼前节分析、超声生物显微镜、眼底照相、光学相干断层扫描、B超、A超、Lenstar LS900光学生物测量仪检查。

术前1 d,FLACS手术患者端坐于VERION测量仪(美国Alcon公司)前,坐姿、头位、眼位都保持正位,应用VERION数字导航系统于自然瞳孔下采集患者眼前节图像,输入Pentacam测得的角膜曲率数据,设计手术参数,将规划好的术眼参数导入手术室中配有VERION数字导航系统的Alcon LenSx飞秒激光手术系统。所有操作均由同一位操作熟练的技师完成。

1.3 手术方法 术前30 min患者术眼给予复方托吡卡胺滴眼液散瞳、非甾体抗炎药普拉洛芬滴眼液及10 g·L⁻¹盐酸丙美卡因滴眼液表面麻醉。手术时嘱患者平卧于手术床,保持头位水平。开睑器开睑,嘱患者固视指示灯,使术眼上下角膜缘连线呈水平位。此时应用Alcon LenSx飞秒激光手术设备第一次拍照获取带有结膜血管及角膜缘血管等特征性解剖结构的卧位患眼图像,系统自动与术前拍摄的坐位患眼图片比对,定位角膜子午线。用一带有软性角膜接触镜的接头固定眼球,负压吸引术眼后进行第二次拍照。VERION数字导航系统根据此次拍

到的角膜缘及虹膜纹理等角膜范围局部特征,与第一次拍照及术前获取的眼前节图像进行对比得出患者仰卧位时眼球旋转方向和度数(图1)。记录此时

眼球旋转方向和度数。在光学相干断层扫描图像实时引导下调整激光参数并进行激光发射。完成飞秒激光相关步骤后行超声乳化术并植入人工晶状体。

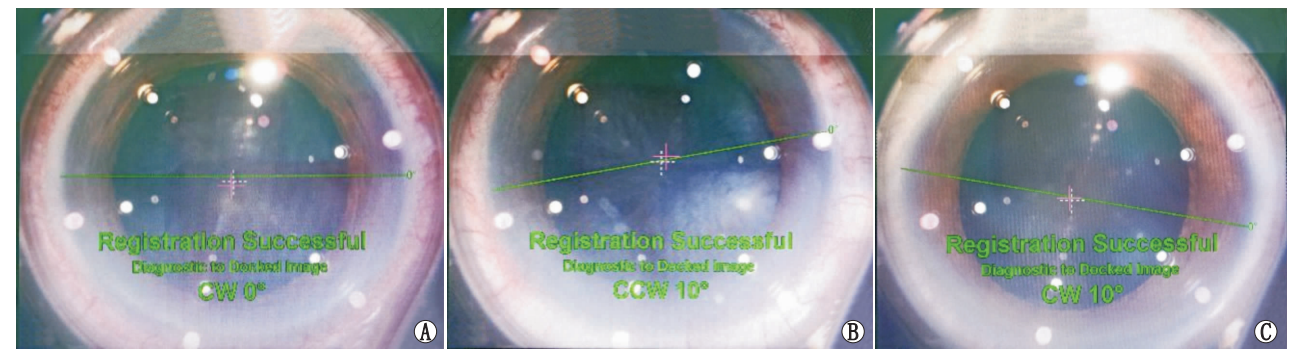


图1 FLACS 中患者的眼球旋转情况 A:未发生旋转(CW0°);B:逆时针旋转10°(CCW10°);C:顺时针旋转10°(CW10°)。

1.4 观察指标 术前观察指标包括年龄、性别、眼别。术中观察指标包括第二次拍照后显示的眼球旋转方向及度数。VERION 数字导航系统显示的旋转方向为顺时针旋转和逆时针旋转。人眼的旋转方向还可定义为内旋和外旋,眼球的上顶点向鼻侧旋转为内旋,眼球的上顶点向颞侧旋转为外旋。结合眼别,将右眼逆时针旋转和左眼顺时针旋转记为外旋,将右眼顺时针旋转和左眼逆时针旋转记为内旋。

1.5 统计学方法 应用SPSS 22.0 统计学软件进行统计分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,眼球旋转度数比较采用独立样本 t 检验,眼球不同旋转方向发生率的比较采用卡方检验。检验水准: $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 患者旋转方向及角度大小 775 眼中,56 眼(7.23%)未发生旋转,719 眼(92.77%)发生了旋转,旋转 $0^\circ \sim 19^\circ (4.35^\circ \pm 3.32^\circ)$ 。其中旋转 $0^\circ \sim 4^\circ$ 者 472 眼(60.90%),旋转 $5^\circ \sim 9^\circ$ 者 247 眼

(31.87%),旋转 $10^\circ \sim 14^\circ$ 者 49 眼(6.32%),旋转 $\geq 15^\circ$ 者 7 眼(0.90%)。

顺时针旋转 360 眼(46.45%),顺时针旋转 $1^\circ \sim 16^\circ (4.29^\circ \pm 2.85^\circ)$ 。逆时针旋转 359 眼(46.32%),逆时针旋转 $1^\circ \sim 19^\circ (5.08^\circ \pm 3.49^\circ)$ 。顺时针、逆时针旋转度数差异有统计学意义($t = -3.283, P = 0.001$)。

内旋 471 眼(60.77%),内旋 $1^\circ \sim 19^\circ (5.12^\circ \pm 3.38^\circ)$ 。外旋 248 眼(32.00%),外旋 $1^\circ \sim 16^\circ (3.86^\circ \pm 2.67^\circ)$ 。内旋、外旋度数差异有统计学意义($t = 5.441, P < 0.001$)。

2.2 不同组别患者间眼球旋转方向的差异 患者右眼与左眼相比,顺时针、逆时针旋转发生率差异有统计学意义($\chi^2 = 69.316, P < 0.001$),内旋发生率、外旋发生率差异无统计学意义($\chi^2 = 0.169, P = 0.681$)。男性患者与女性患者相比、年龄 < 50 岁患者与年龄 ≥ 50 岁患者相比,顺时针旋转发生率、逆时针旋转发生率及内旋发生率、外旋发生率差异均无统计学意义(均为 $P > 0.05$)(表1)。

表1 不同组别患者间眼球旋转方向的比较

指标	<i>n</i>	逆时针旋转(眼/%)	顺时针旋转(眼/%)	内旋(眼/%)	外旋(眼/%)
眼别					
右眼	378	133(35.19%)	245(64.81%)	245(64.81%)	133(35.19%)
左眼	341	226(66.28%)	115(33.72%)	226(66.28%)	115(33.72%)
$\chi^2_{\text{眼别}}/P_{\text{眼别}}$		69.316/ < 0.001		0.169/0.681	
性别					
男	289	138(47.75%)	151(52.25%)	188(65.05%)	101(34.95%)
女	430	221(51.40%)	209(48.60%)	283(65.81%)	147(34.19%)
$\chi^2_{\text{性别}}/P_{\text{性别}}$		0.918/0.338		0.440/0.833	
年龄					
年龄 < 50 岁	96	50(52.08%)	46(47.92%)	57(59.38%)	39(40.63%)
年龄 ≥ 50 岁	623	309(49.60%)	314(50.40%)	414(66.45%)	209(33.55%)
$\chi^2_{\text{年龄}}/P_{\text{年龄}}$		0.205/0.650		1.844/0.174	

2.3 不同组别患者间眼球旋转度数大小的差异 患者右眼与左眼相比,右眼顺时针旋转度数大于左

眼,左眼旋转度数、逆时针旋转度数及内旋度数均大于右眼,差异均有统计学意义(均为 $P < 0.05$),外旋

度数差异无统计学意义($P=0.249$)。男性患者与女性患者相比,男性患者外旋度数大于女性患者,差异有统计学意义($P=0.001$),旋转度数、顺时针旋转度数、逆时针旋转度数、内旋度数差异均无统计学意义

(均为 $P>0.05$)。年龄 <50 岁患者与年龄 ≥ 50 岁患者相比,以上各指标差异均无统计学意义(均为 $P>0.05$)(表2)。

表2 不同组别患者间眼球旋转度数比较

指标	<i>n</i>	旋转度数/°	顺时针旋转度数/°	逆时针旋转度数/°	内旋度数/°	外旋度数/°
眼别						
右眼	408	4.08 ± 3.02	4.60 ± 2.94	4.05 ± 2.79	4.60 ± 2.94	4.05 ± 2.79
左眼	367	4.64 ± 3.61	3.65 ± 2.53	5.68 ± 3.73	5.68 ± 3.73	3.65 ± 2.53
<i>t</i> _{眼别} / <i>P</i> _{眼别}		-2.370/0.018	3.125/0.002	-4.729/ <0.001	-3.490/0.001	1.155/0.249
性别						
男	312	4.41 ± 3.31	4.38 ± 2.92	5.17 ± 3.42	4.85 ± 3.22	4.58 ± 3.14
女	463	4.30 ± 3.33	4.23 ± 2.80	5.02 ± 3.55	5.29 ± 3.48	3.37 ± 2.18
<i>t</i> _{性别} / <i>P</i> _{性别}		0.421/0.674	0.507/0.613	0.391/0.696	-1.391/0.165	3.380/0.001
年龄						
年龄 <50	100	4.24 ± 2.75	4.07 ± 2.09	4.74 ± 3.08	4.84 ± 2.90	3.79 ± 2.15
年龄 ≥ 50	675	4.36 ± 3.40	4.33 ± 2.95	5.13 ± 3.56	5.15 ± 3.45	3.88 ± 2.76
<i>t</i> _{年龄} / <i>P</i> _{年龄}		-0.399/0.690	-0.750/0.455	-0.731/0.465	-0.745/0.458	-0.173/0.863

3 讨论

临床上超过0.75 D的散光可引起明显的视物模糊、眩光、重影,甚至是头晕、头痛等症状,严重影响患者视觉质量^[4]。据统计,40.78%~49.10%的白内障患者角膜散光度数 ≥ 1.0 D^[5-6],如何矫正角膜散光,提高术后视觉质量,已成为人们关注的焦点。FLACS术中矫正角膜散光,是一种安全、有效的治疗选择^[7]。

散光不仅有大小,还有方向,在做角膜切口时准确定位非常关键。对准分子激光原位角膜磨镶术(LASIK)患者进行的研究报道显示,LASIK手术中,随着坐位到仰卧位的体位改变,人眼会发生旋转,该旋转一定程度上会影响手术效果^[8-9]。对FLACS手术患者进行的研究报道,术中体位的改变会导致眼球的旋转^[10-11]。本研究结果显示,92.77%的患眼在坐位到仰卧位的体位改变时发生了眼球的旋转。

FLACS术前设计散光矫正切口位置主要依据坐位时测得的角膜散光轴向,当术中眼球发生旋转时,散光轴向也会发生相应的改变。如果散光矫正切口位置不随眼球旋转,就会产生偏位。已有研究表明,散光矫正切口5°的偏位会损失1.5%的散光矫正效果,15°的偏位损失达到13.4%,偏位30°时损失高达50.0%,而偏位45°时散光矫正效果消失殆尽^[12]。Hummel等^[10]应用虹膜标记法测量FLACS手术中的眼球旋转情况,结果显示,术中眼球旋转0°~17°(5.81°±4.20°),有133眼(39.5%)眼球旋转度数 $>6^\circ$ 。本研究中,眼球旋转0°~19°(4.35°±3.32°),303眼(39.1%)的眼球旋转 $\geq 5^\circ$ 。由此可见,探索FLACS手术中的眼球旋转规律,矫正眼球旋转导致的散光矫正切口的定位偏差,对成功矫正散光,提高术后视觉质量有着重要意义。尤其是对

于散光度数较高的患者,如果散光矫正切口不能随眼球的旋转而校正位置,会引起较大的矫正误差,很可能会影响术后的视觉质量。

本研究成功测量了775眼患者在FLACS手术中的眼球旋转情况,结果发现术中眼球旋转以内旋(60.77%)为主。Hummel等^[10]研究发现,内旋(67.4%)比外旋(30.9%)更常见,和本研究结果一致。而Srujana等^[11]认为,顺时针旋转(59.1%)(右眼内旋和左眼外旋)更常见。本研究结果显示,患者逆时针旋转度数(5.08°±3.49°)大于顺时针旋转度数(4.29°±2.85°),内旋度数(5.12°±3.38°)大于外旋度数(3.86°±2.67°)。Lin等^[3]用VERION数字导航系统测量Ziemer Femto LDV Z8飞秒激光辅助白内障手术中的眼球旋转,测得顺时针旋转度数(8.08°)大于逆时针旋转度数(2.66°)。我们考虑这些差异可能与测量方法和使用设备不同有关。

本研究分析了不同眼别、不同性别和不同年龄段患者间眼球旋转方向和旋转度数的差异。结果显示,患者右眼与左眼相比,右眼以顺时针旋转为主,左眼以逆时针旋转为主,双眼均以内旋为主。患者右眼的顺时针旋转度数($P<0.05$)、外旋度数($P>0.05$)大于左眼,左眼的旋转度数、逆时针旋转度数、内旋度数大于右眼,差异均有统计学意义(均为 $P<0.05$)。既往对FLACS手术患者进行的研究也表明,右眼与左眼的旋转方向和度数存在显著差异^[10-11]。我们推断FLACS术中眼球旋转的规律主要与眼别有关。本研究结果显示,男性患者与女性患者相比,男性患者的外旋度数要大于女性患者,差异有统计学意义($P=0.001$)。Srujana等^[11]研究显示,男性以眼球顺时针旋转较多见,女性以眼球逆时针旋转多见。本研究结果表明,眼球旋转规律与性别有一定关系。本研究中年龄 <50 岁患者与年龄 \geq

50 岁患者相比,眼球旋转方向和角度的差异均无统计学意义(均为 $P > 0.05$),与 Srujana 等^[11] 研究结果一致。我们推测眼球旋转规律与年龄无关。

综上所述,FLACS 中眼球大多会发生旋转。术中眼球旋转的规律对 FLACS 术中角膜散光矫正的精准定位具有重要意义。VERION 数字导航系统的应用能辅助飞秒激光角膜切开术的精准定位。但在我们收集数据的过程中发现,某些情况下,VERION 数字导航系统在术中不能成功识别术眼,相信随着设备和技术的不断完善,该问题有可能迎刃而解。

参考文献

[1] BYUN Y S, KIM S, LAZO M Z, CHOI M H, KANG M J, LEE J H, et al. Astigmatic correction by intrastromal astigmatic keratotomy during femtosecond laser-assisted cataract surgery: Factors in outcomes[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2018, 44 (2): 202-208.

[2] 陈威,周婧,杜君,季敏,吴坚,黄叶萌,等. 飞秒激光弧形角膜切开术对白内障合并角膜散光患者的矫正效果[J]. 眼科新进展, 2019, 39 (12): 1137-1140.

CHEN W, ZHOU J, DU J, JI M, WU J, HUANG Y M, et al. The effect of femtosecond-assisted arcuate keratotomy on cataract patients with corneal astigmatism[J]. *Rec Adv Ophthalmol*, 2019, 39 (12): 1137-1140.

[3] LIN H Y, CHUANG Y J, LIN P J, HO Y J. Novel method for preventing cyclorotation in Ziemer Femto LDV Z8 femtosecond laser-assisted cataract surgery with Verion image-guided system[J]. *Clin Ophthalmol*, 2019, 13: 415-419.

[4] 管怀进,颜华. 眼科手术操作技术[M]. 北京: 科学出版社,

2020: 505.

GUANG H J, YAN H. Operation technique of ophthalmic surgery[M]. Beijing: Science Press, 2020: 505.

[5] MA W, ZUO C, CHEN W, ZHENG S, XU J, GONG R, et al. Prevalence of corneal astigmatism in patients before cataract surgery in western China[J]. *J Ophthalmol*, 2020; 5063789-5063794.

[6] WU Z, LIU C, CHEN Z. Prevalence and age-related changes of corneal astigmatism in patients undergoing cataract surgery in northern China[J]. *J Ophthalmol*, 2020; 6385098-6385103.

[7] RUCKL T, DEXL A K, BACHERNEGG A, REISCHL V, RIHA W, RUCKHOFER J, et al. Femtosecond laser-assisted intrastromal arcuate keratotomy to reduce corneal astigmatism[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2013, 39 (4): 528-538.

[8] KOHNEN T, KUHN C, CICHOCKI M, STRENGER A. Cyclorotation of the eye in wavefront-guided LASIK using a static eyetracker with iris recognition[J]. *Ophthalmologe*, 2007, 104 (1): 60-65.

[9] 李海燕,孙同,谭勇. 角膜屈光手术中眼球旋转和瞳孔中心移位测量[J]. 眼科新进展, 2007, 27 (11): 836-838.

LI H Y, SUN T, TAN Y. Measurement of eye cyclotorsion and pupil centroid shift during corneal refractive surgery[J]. *Rec Adv Ophthalmol*, 2007, 27 (11): 836-838.

[10] HUMMEL C D, DIAKONIS V F, DESAI N R, ARANA A, WEINSTOCK R J. Cyclorotation during femtosecond laser-assisted cataract surgery measured using iris registration[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2017, 43 (7): 952-955.

[11] SRUJANA D, SINGH R, TITIYAL J S, SINHA R. Assessment of posture-induced cyclotorsion during cataract surgery using the Verion image-guided system[J]. *Med J Armed Forces India*, 2021, 77 (3): 293-296.

[12] ALPINS N A. Vector analysis of astigmatism changes by flattening, steepening, and torque[J]. *J Cataract Refract Surg*, 1997, 23 (10): 1503-1514.

Clinical observation of cyclotorsion during femtosecond laser-assisted cataract surgery

ZHANG Min, JI Min, WU Jian, GENG Wenjing, HUANG Yemeng, CHEN Songwei, GUAN Huaijin

Department of Ophthalmology, the Affiliated Hospital of Nantong University, Nantong 226001, Jiangsu Province, China
Corresponding author: GUAN Huaijin, E-mail: guanhjeye@163.com

[Abstract] Objective To investigate the rules of cyclotorsion in femtosecond laser-assisted cataract surgery (FLACS). **Methods** The clinical data of 679 patients (775 eyes) who underwent FLACS from January 2018 to January 2021 were prospectively analyzed. Before operation, VERION digital navigation system was used to collect the anterior segment image of the operating eye in sitting position. During operation, Alcon LenSx femtosecond laser surgical equipment equipped with VERION digital navigation system was used to obtain the anterior segment image in supine position, and the direction and angle of cyclotorsion during operation were recorded. **Results** During the FLACS, cyclotorsion occurred in 719 eyes (92.77%), and incyclotorsion was the most common. The degree of counterclockwise rotation ($5.08^{\circ} \pm 3.49^{\circ}$) was greater than that of clockwise rotation ($4.29^{\circ} \pm 2.85^{\circ}$), and the difference was statistically significant ($P = 0.001$). The degree of incyclotorsion ($5.12^{\circ} \pm 3.38^{\circ}$) was greater than that of excyclotorsion ($3.86^{\circ} \pm 2.67^{\circ}$), and the difference was statistically significant ($P < 0.001$). There were significant differences in clockwise and counterclockwise rotation rate, rotation angle, clockwise rotation angle, counterclockwise rotation angle and incyclotorsion angle between the right eye and the left eye (all $P < 0.05$). The male excyclotorsion ($4.58^{\circ} \pm 3.14^{\circ}$) was greater than female excyclotorsion ($3.37^{\circ} \pm 2.18^{\circ}$) with significant difference ($P = 0.001$). There was no significant difference in the direction and angle of cyclotorsion between patients aged < 50 years and patients aged ≥ 50 years (both $P > 0.05$). **Conclusion** In FLACS, eye cyclotorsion generally exists to a certain extent, and the rules of cyclotorsion are mainly related to eye type. The application of VERION navigation can make femtosecond laser keratotomy more accurate.

[Key words] femtosecond laser; cataract; cyclotorsion; digital navigation system