

- abling cerebrovascular events trial[J].Stroke, 2016, 47(8):2025-2030.
- [13] STEFANOCORNARA, GABRIELECRIMI, ALBERTOSOMAS-CHINI, et al. Systemic inflammatory status is associated with increased platelet reactivity in the early period after acute coronary syndromes[J]. Platelets, 2018, 29(5):528-530.
- [14] WOO JS, KIM W, JANG HH, et al. Effect of platelet reactivity, endothelial function, and inflammatory status on outcomes in patients with stable angina pectoris on clopidogrel therapy[J]. Am J Cardiol, 2014, 113(5):786-792.
- [15] Ommen SR, Hodge DO, Rodeheffer RJ, et al. Predictive power of the relative lymphocyte concentration in patients with advanced heart failure[J]. Circulation, 1998, 97(1):19-22.
- [16] KAYA H, ERTAS F, ISLAMOGLU Y, et al. Association between neutrophil to lymphocyte ratio and severity of coronary artery disease[J]. Clin Appl Thromb Hemost, 2014, 20(9):50-54.
- [17] GAWAZ M. Role of platelets in coronary thrombosis and reperfusion of ischemic myocardium[J]. Cardiovasc Res, 2004, 61(3):498-511.
- [18] 庾建英, 杨雪荣, 刘继新, 等. 高同型半胱氨酸血症与缺血性脑血管病危险因素的关系及干预治疗[J]. 安徽医药, 2014, 18(8):1483-1485.
- [19] MARTIN-HERRERO F, MARTIN-MOREIRAS J, PABON P, et al. Homocysteine and outcome in young patients with acute coronary syndromes[J]. Int J Cardiol, 2007, 118(2):183-188.
- [20] KOZ ST, GOUWY NT, DEMIR N, et al. Effects of maternal hyperhomocysteinemia induced by methionine intake on oxidative stress and apoptosis in pup rat brain[J]. Int J Dev Neurosci, 2010, 28(4):325-329.
- [21] GURBEL PA, BLIDEN KP, HIATT BL, et al. Clopidogrel for coronary stenting: response variability, drug resistance and the effect of pretreatment platelet reactivity[J]. Circulation, 2003, 107(23):2908-2913.
- (收稿日期:2020-02-05, 修回日期:2020-03-12)

引用本文: 沈培清, 李永蓉. 超声乳化爆破模式在白内障手术中的应用[J]. 安徽医药, 2021, 25(8):1581-1584. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6469.2021.08.025.

◇ 临床医学 ◇



## 超声乳化爆破模式在白内障手术中的应用

沈培清, 李永蓉

作者单位: 合肥市第二人民医院眼科, 安徽 合肥 230011

**摘要:** **目的** 探讨超声乳化爆破模式在白内障术中应用及对角膜内皮细胞影响。**方法** 选取2018年8月至2020年1月合肥市第二人民医院年龄相关性白内障79例(83眼), 其中42眼采用爆破模式行白内障超声乳化术(爆破组)。另41眼作为对照组采用连续模式行白内障超声乳化术(连续组)。术中连续组最大能量50%, 最大负压240 mmHg, 流量26 mL/min; 爆破组最大能量50%, 最大负压300 mmHg, 流量30 mL/min。观察术中有效超声乳化时间(EPT)、平均超声乳化功率(AVE), 比较两组术前、术后1 d、1周、1个月角膜内皮细胞密度、六角形细胞比例、变异系数及中央角膜厚度等。**结果** 爆破组EPT( $12.31 \pm 8.30$ )s、AVE( $10.00 \pm 6.81$ )%均低于连续组EPT( $18.51 \pm 9.30$ )s、AVE( $15.01 \pm 7.90$ )%, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。术后1天、1周爆破组角膜内皮细胞密度、六角形细胞比例均高于连续组、变异系数低于连续组, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。**结论** 超声乳化爆破模式能提高超声乳化效率, 减轻角膜内皮细胞损伤。

**关键词:** 超声乳化白内障吸除术; 白内障超声乳化; 爆破模式; 连续模式; 角膜内皮细胞

### Application of phacoemulsification blasting mode in cataract surgery

SHEN Peiqing, LI Yongrong

Author Affiliation: Department of Ophthalmology, the Second People's Hospital of Hefei, Hefei, Anhui 230011, China

**Abstract:** **Objective** To explore the application of blast phacoemulsification in cataract surgery and its effects on corneal endothelium. **Methods** Seventy-nine cases (83 eyes) of age-related cataracts in the Second People's Hospital of Hefei from August 2018 to January 2020 were selected. Among them, the blasting mode for cataract phacoemulsification was applied in 42 eyes (the blasting group), while the other 41 eyes used continuous mode for cataract phacoemulsification (the continuous group). In the continuous group, the maximum energy was 50%, the maximum negative pressure was 240 mmHg, and the flow rate was 26 mL/min; in the blasting group, the maximum energy was 50%, the maximum negative pressure was 300 mmHg, and the flow rate was 30 mL/min. The effective phacoemulsification time (EPT) and average phacoemulsification power (AVE) were observed during the surgery. The corneal endothelial cell density, hexagonal cell ratio, coefficient of variation, central corneal thickness and other parameters were checked and statistically ana-

lyzed before the surgery, one day, one week and one month after the surgery. **Results** EPT [(12.31±8.30) s vs. (18.51±9.30) s] and AVE [(10.00±6.81)% vs. (15.01±7.90)%] in the blasting group were decreased than those in the continuous group, and the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ). The density of the corneal endothelial cell, the ratio of hexagonal cells in the blasting group were higher than those in the continuous group on the day after the surgery and one week later, and the coefficient of variation was lower than that in the continuous group. The difference was statistically significant ( $P<0.05$ ). **Conclusion** The phacoemulsification blasting mode can improve the efficiency of phacoemulsification and reduce the damage of corneal endothelial cell.

**Key words:** Phacoemulsification; Cataract phacoemulsification; Blasting mode; Continuous mode; Corneal endothelial cells

白内障超声乳化手术经过半个世纪的发展,得到了不断地更新,现在可通过微小透明角膜切口下完成手术,具备手术散光小、恢复快等优点<sup>[1-2]</sup>。但在中重度硬核白内障超声乳化手术中,超声能量和乳化颗粒等会对角膜内皮细胞产生损伤<sup>[3-4]</sup>。术后角膜内皮细胞密度(corneal endothelial cell density, CD)、六角形细胞比例(hexagonal cell ratio, HCR)、变异系数(coefficient of variation, CV)等出现明显变化,损伤至一定程度可发生较严重的角膜水肿<sup>[5]</sup>,影响术后视力恢复,甚至可导致角膜内皮功能失代偿<sup>[6]</sup>。因此,降低术中超声乳化能量,对减轻手术损伤、保护角膜内皮十分重要。本研究采用连续、爆破超声乳化模式,探讨不同超声乳化能量模式对提高白内障超声乳化效率的作用,报告如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取2018年8月至2020年1月合肥市第二人民医院年龄相关性白内障79例(83眼),其中男37例(39眼),女42例(44眼),年龄范围为58~86岁之间,晶状体核硬度为Ⅲ~Ⅳ级(Emery分级)。术前常规裂隙灯、角膜曲率计、眼科A/B超检查,并采用拓普康角膜内皮计数仪(型号:SP-1P)行角膜内皮细胞检查。根据手术方式不同,采用随机数字表法分为爆破组40例(42眼),其中男19例(20眼),女21例(22眼),年龄(66.0±9.2)岁,年龄范围为60~86岁,包括Ⅲ级核17例18眼,Ⅳ级核23例24眼,采用爆破模式白内障超声乳化手术;连续组39例(41眼),其中男18例(19眼),女21例(22眼),年龄(63.3±8.5)岁,年龄范围为58~83岁,包括Ⅲ级核18例19眼,Ⅳ级核21例22眼,采用连续模式白内障超声乳化术。入组标准:(1)晶状体核硬度为Ⅲ~Ⅳ级(Emery分级标准);(2)符合年龄相关性白内障诊断标准;(3)角膜内皮细胞计数>1 800个/mm<sup>2</sup>;(4)可按医生规定时间正常随访;(5)病人或其近亲属知情同意,签署知情同意书。排除标准:(1)合并有角膜病变、青光眼、葡萄膜炎、瞳孔散大<6 mm、晶状体脱位或半脱位等;(2)眼压>21 mmHg;(3)有角膜屈光手术、内眼手术史;(4)严重的心脑血管疾病、糖尿病等全身性疾病。本研究符合《世界医学协会赫尔辛基宣言》相关要求。

**1.2 手术方法** 两组均采用德国蔡司手术显微镜(型号:OPMIN Lumera),美国眼力健超声乳化仪(型号:verign)完成。术前复方托吡卡胺眼水散瞳,2%利多卡因球周麻醉或丙美卡因表面麻醉,2点方位做透明角膜侧切口并向前房内注入少许黏弹剂,11点方位制作3 mm宽透明角膜主切口,补充黏弹剂加深前房,连续环形撕囊,水分离水分层,吸除浅表皮质,使用超声能量将超乳针头钻刻埋于中心部核实质内,6点钟方位晶状体核赤道部置劈核钩,与超乳针头对峙并向12点方位劈拉,将晶状体核劈为两半;不断地旋转核,同法将晶状体核劈成小块,并分别在连续或爆破能量模式下完成晶状体核的超声乳化吸除,清除晶状体皮质,囊袋内植入折叠式人工晶体。吸除黏弹剂,侧切口注水加深前房,水密关闭切口,球结膜下注射地塞米松2.5 mg,包盖术眼。

**1.3 超声乳化方式及参数设置** (1)连续组:最大能量设置为50%,最大负压为240 mmHg,流量为26 mL/min,脚踏板线性控制能量的释放,3档最低处能量释放为50%;(2)爆破组:最大能量设置为50%,最大负压为300 mmHg,流量为30 mL/min,一次堵塞爆破时间为80 ms,3档位置脚踏板下踩时,能量簇发射越来越密集,3档最低处为连续式爆发。

**1.4 观察指标** 记录两组病人术中有效超声乳化时间(effective phaco time, EPT)和平均超声乳化能量(average phaco power, AVE),并于术前、术后1 d、1周、1个月对两组病人术眼角膜内皮细胞相关指标进行检测,主要包括CD、HCR、CV、中央角膜厚度(central corneal thickness, CCT)等参数。

**1.5 统计学方法** 用SPSS20.0统计软件包进行统计学分析,计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 $t$ 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组术中EPT、AVE比较** 爆破组EPT、AVE均低于连续组,差异有统计学意义。提示,爆破超声乳化模式可显著提高超声乳化效率。见表1。

**2.2 两组手术前后CD比较** 两组术前CD差异无统计学意义( $P>0.05$ );两组术后各时间点CD均比术前降低,各时间点爆破组CD均高于连续组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。见表2。

**表1** 年龄相关性白内障79例(83眼)两组术中有效超声乳化时间(EPT)及平均超声乳化能量(AVE)比较/ $\bar{x} \pm s$ 

| 组别         | 例数(眼)  | EPT/s      | AVE/%      |
|------------|--------|------------|------------|
| 连续组        | 39(41) | 18.51±9.30 | 15.01±7.90 |
| 爆破组        | 40(42) | 12.31±8.30 | 10.00±6.81 |
| <i>t</i> 值 |        | -3.026     | -3.094     |
| <i>P</i> 值 |        | 0.002      | 0.003      |

**2.3 两组手术前后HCR比较** 两组术前HCR差异无统计学意义( $P>0.05$ );两组术后1 d、1周HCR均低于术前,术后1 d、1周HCR爆破组高于连续组,差异有统计学意义( $P<0.05$ );术后1个月随着角膜内皮细胞修复,两组HCR均明显提升,组间比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。见表3。

**表3** 年龄相关性白内障79例(83眼)两组手术前后角膜六角形内皮细胞比例(HCR)比较/(%, $\bar{x} \pm s$ )

| 组别         | 例数(眼)  | 术前         | 术后1 d       | 术后1周        | 术后1个月       |
|------------|--------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 连续组        | 39(41) | 51.95±9.04 | 39.24±13.27 | 41.63±10.72 | 45.49±10.42 |
| 爆破组        | 40(42) | 51.81±8.20 | 45.17±11.63 | 46.57±9.80  | 48.86±8.79  |
| <i>t</i> 值 |        | -0.075     | 2.164       | 2.191       | 1.594       |
| <i>P</i> 值 |        | 0.941      | 0.033       | 0.031       | 0.115       |

**2.4 两组手术前后角膜内皮细胞CV比较** 两组术前角膜内皮细胞变异系数差异无统计学意义( $P>0.05$ );术后各时间点两组角膜内皮细胞变异系数均较术前上升,术后各时间点爆破组角膜内皮细胞变异系数低于连续组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。见表4。

**2.5 两组术前及术后各时间点中央角膜厚度比较** 两组术前中央角膜厚度差异无统计学意义( $P>0.05$ ),两组术后1 d、1周中央角膜厚度均比术前增厚,两时间点内连续组中央角膜厚度明显高于爆破组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。见表5。

**表4** 年龄相关性白内障79例(83眼)两组手术前后不同时间点角膜内皮细胞变异系数(CV)比较/ $\bar{x} \pm s$ 

| 组别         | 例数(眼)  | 术前         | 术后1 d      | 术后1周       | 术后1个月      |
|------------|--------|------------|------------|------------|------------|
| 连续组        | 39(41) | 28.61±8.92 | 39.76±8.84 | 42.46±9.99 | 42.73±8.35 |
| 爆破组        | 40(42) | 28.95±8.98 | 34.98±8.89 | 37.45±9.07 | 38.21±8.09 |
| <i>t</i> 值 |        | 0.174      | -2.455     | -2.393     | -2.503     |
| <i>P</i> 值 |        | 0.862      | 0.016      | 0.019      | 0.014      |

### 3 讨论

白内障超声乳化手术已成为白内障的主要术式,现在部分V级硬核白内障通过超声乳化手术也可获得较好效果。但硬核白内障会增加超声能量使用,超声能量越高、时间越长,对眼部组织尤其是角膜内皮造成的损伤就越重<sup>[7-8]</sup>,当角膜内皮细胞损伤超过一定程度可导致角膜内皮功能失代偿<sup>[9]</sup>。因此提高超声乳化效率、降低超声能量使用,对减少手术损伤尤为重要<sup>[10]</sup>。本文从能量使用及角膜内皮细胞损伤两个方面对比了爆破、连续两种超声乳化能量模式。

连续超声乳化模式超声能量呈线性升降,整个超声过程中无能量的自动间断,因此超声能量使用较高、时间长,效率降低;而爆破模式为瞬间高能量,每次簇发能量持续时间极短,可充分发挥超声乳化效率,是最经济的能量输出模式,与连续超声模式比较,爆破模式具有以下优势:(1)瞬间高能量,每次簇发功率后有一短时间停顿,既能避免热量累积、减少热损失,又可提高超声乳化效率,能量使用明显低于连续模式;(2)降低气穴效应能量,可减少局部液压冲击,保持流量和压力的稳定,晶状体核追随能力增加,可迅速形成针头全堵状态;(3)爆破间隔期停止能量释放,晶状体核追随能力进一步增加,减少核碎块冲击造成的角膜内皮损伤。

本观察提示:使用爆破模式进行白内障超声乳化手术,可缩短超声乳化时间,降低超声能量使用,比连

**表2** 年龄相关性白内障79例(83眼)两组手术前后角膜内皮细胞密度(CD)比较/(个/毫米<sup>2</sup>, $\bar{x} \pm s$ )

| 组别         | 例数(眼)  | 术前              | 术后1 d           | 术后1周            | 术后1个月           |
|------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 连续组        | 39(41) | 2 768.46±233.04 | 2 443.17±331.26 | 2 314.93±326.64 | 2 281.54±284.25 |
| 爆破组        | 40(42) | 2 770.52±237.19 | 2 609.95±315.71 | 2 458.83±308.72 | 2 415.26±275.36 |
| <i>t</i> 值 |        | 0.040           | 2.348           | 2.063           | 2.177           |
| <i>P</i> 值 |        | 0.968           | 0.021           | 0.042           | 0.032           |

**表5** 年龄相关性白内障79例(83眼)两组术前及术后不同时间点中央角膜厚度比较/( $\mu\text{m}$ , $\bar{x} \pm s$ )

| 组别         | 例数(眼)  | 术前           | 术后1 d        | 术后1周         | 术后1个月        |
|------------|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 连续组        | 39(41) | 532.07±29.73 | 593.56±41.43 | 569.85±37.81 | 537.83±33.42 |
| 爆破组        | 40(42) | 530.48±30.19 | 575.36±38.33 | 551.26±36.08 | 536.02±31.69 |
| <i>t</i> 值 |        | -0.243       | -2.079       | -2.292       | -0.253       |
| <i>P</i> 值 |        | 0.809        | 0.041        | 0.024        | 0.801        |



续性超声乳化模式能明显提高超声乳化效率。我们认为硬核白内障手术时采用爆破模式结合拦截劈裂技术是较好的方法,此法利用高负压牢牢固定晶状体核,借助劈核钩将核劈成碎块再乳化吸出。我们的体会是:硬核白内障核往往比较大,囊袋内操作空间有限,高负压抓核后应轻轻提起减少对囊袋及悬韧带的压力;对于Ⅲ级及以上硬核,爆破模式具有明显优势,但对于Ⅱ级以下软核不宜选择爆破模式;术者选择爆破模式前应熟练脚踏板的精确控制;最后剩下的核块应更换连续模式或脉冲模式乳化吸出。

白内障超声乳化手术最常见的并发症之一是角膜内皮细胞受损<sup>[11]</sup>,角膜内皮细胞为一层六角形立方上皮,细胞间形成紧密连接具有房水屏障功能,内皮细胞的离子泵能主动泵出水分从而维持角膜相对脱水状态,保持角膜的透明性<sup>[12]</sup>。角膜的解剖及生理学特性,使内皮细胞容易受到手术损伤<sup>[13]</sup>,其一些指标变化可以作为衡量手术安全性的重要依据<sup>[14]</sup>。

研究表明,超声乳化手术导致角膜内皮细胞损伤的因素众多,包括:年龄、晶状体核硬度、手术时间、超声乳化能量、前房操作、灌注液、黏弹剂使用等<sup>[15]</sup>。在角膜内皮细胞损伤的诸多因素中,超声乳化时间及能量备受关注。有研究提示<sup>[16]</sup>,超声乳化时间越长,使用超声能量越高,引起角膜的损伤越大。我们在观察中发现,与连续模式相比,同等条件下使用爆破模式进行白内障超声乳化手术可明显提高超声乳化效率,超声乳化时间及能量均降低,对应的角膜内皮细胞损伤也减轻。

我们选择角膜内皮细胞密度、六角形细胞比率、变异系数及角膜厚度来观察角膜受损程度。其中,角膜内皮细胞密度、六角形细胞比率是反映角膜内皮功能状态的重要指标,术前术后角膜内皮细胞密度的变化反映了手术中细胞丢失率,可直接用来检测内皮细胞损害程度,角膜内皮细胞变异系数用来度量细胞面积的变异率,也是评估内皮细胞损伤的敏感指标<sup>[14]</sup>,当角膜内皮细胞受损达到一定程度时,其房水屏障功能及离子泵功能也同时受损,从而导致角膜水肿,角膜厚度增加<sup>[17]</sup>,因此通过中央角膜厚度测量,也可间接反映角膜内皮受损程度。

本研究显示,两组术后与术前相比,角膜内皮各项指标不同程度受损,后期随着细胞的自我修复,形态趋于好转<sup>[18]</sup>。同时我们看到爆破组由于超声乳化效率提高,角膜内皮细胞指标变化好于连续组,因此我们认为,在对硬核白内障进行超声乳化手术时,选择爆破模式更安全并能改善术后效果。

## 参考文献

- [1] 章成芝,徐青.同轴微切口白内障超声乳化术后泪膜及角膜规则性的研究[J].眼科新进展,2016,36(6):559-562.
- [2] SETHI HS, SALUJA K, NAIK MP. Comparative analysis of coaxial phacoemulsification with 2.2- and 2.8-mm clear corneal incisions[J].International ophthalmology,2018,38(1):215-222.
- [3] CHEN X, CHEN K, HE J, et al. Comparing the curative effects between femtosecond laser assisted cataract surgery and conventional phacoemulsification surgery: a Meta analysis [J]. PLoS One, 2016, 11(3): e0152088. DOI: 10.1371/journal.pone.0152088.
- [4] TURNO-KRECICKA A, GRZYBOWSKI A, MISIUK-HOJLO M, et al. Ocular changes induced by drugs commonly used in dermatology[J]. Clinics in dermatology, 2016, 34(2): 129-137.
- [5] 陈冬斌,董万江,廖文勇,等.硬核白内障超声乳化手术中预劈核与拦截劈核技术的比较[J].中华眼视光学与视觉科学杂志,2016,18(7):433-435.
- [6] 马瑶,马忠旭,高原,等.高阶像差及散射光对非球面IOL视网膜成像质量的影响[J].中华实验眼科杂志,2016,34(3):254-259.
- [7] KAYA A. Preoperative usage of ultrasound biomicroscopy in pediatric cataract[J]. Arquivos brasileiros de oftalmologia, 2016, 79(1): 62.
- [8] 谢洪涛,刘钊臣.2.2mm微切口对白内障角膜内皮细胞丢失率及散射光变化分析[J].国际眼科杂志,2017,17(1):43-46.
- [9] 曹端荣,龚静青,金玲,等.白内障患者术后角膜内皮细胞计数减少的多因素分析[J].国际眼科杂志,2018,18(4):716-719.
- [10] YANG WJ, WANG XH, ZHAO F, et al. Torsional and burst mode phacoemulsification for patients with hard nuclear cataract: A randomized control study [J/OL]. Medicine, 2019, 98 (22): e15870. DOI: 10.1097/MD.00000000000015870.
- [11] 董永孝,许淑云,杜建英,等.1.8mm同轴微切口白内障超声乳化术对角膜内皮及视力的影响[J].国际眼科杂志,2017,17(8):1441-1445.
- [12] PARK S, KANG S, LEE E, et al. Ultrasound biomicroscopic study of the effects of topical latanoprost on the anterior segment and ciliary body thickness in dogs[J]. Veterinary Ophthalmology, 2016, 19(6):498-503.
- [13] 韩卫,陈彬川,李佳佳.囊袋内软壳技术在硬核白内障超声乳化术中的应用效果及安全性[J].中华实验眼科杂志,2016,34(3):239-243.
- [14] 李宁,王剑锋,卜京丽,等.超声乳化白内障摘除术与小切口白内障摘除术对角膜内皮细胞影响的对比研究[J].中华全科医学,2017,15(10):1666-1668,1703.
- [15] BELKIN A, ABULAFIA A, MICHAELI A, et al. Wound temperature profiles of coaxial mini-incision versus sleeveless microincision phacoemulsification[J]. Clin Exp Ophthalmol, 2017, 45(3): 247-253.
- [16] 姜茂华,马青青,杨芳,等.钩针预劈核在白内障超声乳化术中的应用[J].安徽医药,2019,23(10):2026-2028.
- [17] 谢驰,方芳,方严.2型糖尿病与白内障术后干眼相关性的临床分析[J].眼科新进展,2017,37(8):773-775.
- [18] MAVRAKANAS N, DHALLA KA, JECHA J, et al. Results and safety profile of trainee cataract surgeons in a community setting in East Africa[J]. Indian journal of ophthalmology, 2016, 64(11): 818-821.

(收稿日期:2020-04-28,修回日期:2020-05-23)