

# 超声乳化逸散能量的控制与临床分析

王祥群 曾骏文

**【摘要】 目的** 本研究提出旨在控制超声乳化手术过程中无效超声逸散能量的模式,就其对降低乳化过程中无效超声能量逸散、减少非靶组织损伤的可行性进行评估。**方法** 选择 4 级硬核老年白内障手术 170 例 (174 眼), 年龄 65~76 岁, 平均 70.4 岁, 男 92 例 (96 眼), 女 78 例 (78 眼)。91 例 (94 眼) 术中对逸散的无效能量实施多维控制, 即在脚踏板控制超声能量输出的基础上, 通过控制乳化探头切面的位置、方向以及超声靶物相对位置对逸散的无效超声能量进行控制; 另外 79 例 (80 眼) 是单一脚踏板控制能量输出完成的回顾性对照组; 对两组病例的乳化累积能量参数、术后 8~10 小时眼压升高幅度以及术后 24 小时角膜组织水肿发生率进行观察, 分析逸散能量控制的临床效应。**结果** 相同乳化模式下, 逸散能量控制组累积超声能量使用水平低于对照组 ( $t=2.263, P<0.05$ ); 逸散能量控制组术后 8~10 小时眼压升高幅度明显低于使用同等累积超声能量的对照组 ( $t=2.069, P<0.05$ ); 术后 24 小时角膜组织水肿发生率亦低于使用同等累积超声能量的对照组 ( $\chi^2=5.41, P<0.02$ ), 表明通过乳化探头对乳化过程中无效逸散能量的控制是有效的, 可以减轻小梁网、角膜内皮等非靶组织的损伤。**结论** 超声乳化能量的实际终端效应是一个具有三维特征的能量场, 超声乳化探头切面位置、方向调整以及探头与靶物距离的合理控制能有效控制乳化操作过程中无效超声能量的逸散、降低非靶组织的损伤, 提高超声能量的使用效率和安全性。

**【关键词】** 超声乳化白内障吸除术; 能量; 眼压

**Energy dissipation control in phacoemulsification** WANG Xiang-qun, ZENG Jun-wen. Zhongshan Ophthalmologic center, Sun Yat-sen University, Guangzhou, 510060, China

**【Abstract】 Objective** According to actual terminal phacoemulsification energy effect in intraocular space, energy dissipation control model was put forward on the base of phaco-tip, which includes controls of phaco-tip direction, distance and target prevention. The results of this control mode were evaluated in this research. **Methods** Induced by high aspiration pressure (200~220mmHg), hard nucleus (Grade: IV) of senile cataract was chopped before phacoemulsification in 170 patients (174eyes). 91 patients (94 eyes) accepted multi-dimensional energy cone control model, ultimate direction of energy, distance between targets and phaco-tip and prevention of dissipated energy were adjusted on the base of phaco-tip besides traditional pedal energy control; Another 79 patients (80 eyes) were compared as the reviewed traditional foot pedal energy control group. The differences of accumulated energy complex and 8~10 hr post-operation intraocular pressures and 24hr postoperation corneal edema rate were compared between two groups. **Results** The difference of accumulated energy complex was compared between two groups. ( $t=2.263, P<0.05$ ). Difference of 8~10hr postoperation intraocular pressure existed between two groups. ( $t=2.069, P<0.05$ ); The rates of 24hr postoperation corneal edema was lower in energy dissipation control group than that in the reviewed group ( $\chi^2=5.41, P<0.02$ ). Phaco-tip could control phaco energy terminal effects more precisely and protect non-target tissues injuries from energy dissipation. **Conclusion** Phaco-tip could control the energy dissipation through controls of phaco-tip direction, distance and target prevention, which could minimize the level of dissipated energy and improve the accuracy and safety of phaco energy.

**【Key words】** phacoemulsification; intraocular pressure; energy; corneal

作者单位: 510060 广州, 中山大学中山眼科中心; (王祥群, 博士研究生, 现在无锡市第二人民医院)

通讯作者: 曾骏文, E-mail: Zeng 163net@163.net

超声乳化白内障吸除术中精确控制超声能量、避免能量的无效逸散是手术者提高乳化效率、减少手术并发症所面临的重要问题。传统的超声能量控

制是以乳化仪器脚踏板作为开关控制超声能量输出的强度或者脉冲频次,并不具有控制超声能量场三维空间分布的能力,而乳化探头释放超声能量的实际终端效应是一个具有三维特征的锥形能量场,乳化探头切面的角度、切面的方向调整以及乳化靶物距离的差异均可以影响超声能量场的实际分布及效应,进而影响到超声能量逸散的幅度与范围。

本研究在传统的脚踏板能量控制基础上,提出基于乳化探头层面的超声能量控制,就其降低乳化操作中超声能量逸散、减少非靶组织损伤的可行性进行评估。

### 资料与方法

1. 病例:选择 4 级硬核老年白内障手术病例 170 例 (174 眼),年龄 65~76 岁,平均 70.4 岁;男 92 例 (96 眼),女 78 例 (78 眼),术前均排除青光眼,葡萄膜炎,角膜变性及糖尿病等眼部及全身性疾病。

2. 分组:全部病例均采用高负压 (200~220 mmHg) 主导下劈核乳化术式,其中 91 例 (94 眼) 接受术中逸散能量控制处理,该组病例在传统脚踏板控制能量输出强度的基础上,以乳化探头作为控制平台对超声能量场实际空间分布进行控制,即通过调整乳化探头切面的位置、切面的方向以及探头与靶物相对位置对能量场空间分布进行调控;另外 79 例 (80 眼) 是在传统脚踏板控制能量输出强度下完成的回顾性对照组病例。

3. 乳化操作过程:采用倍诺喜表面麻醉,距上方角膜缘后 1mm 做 3.2mm 巩膜隧道切口,爱维粘弹剂填充下 5~6mm 直径环形撕囊、水分离,在峰值负压为 200mmHg 的设置下,使用 Legacy-20000 乳化仪及 Kelman 乳化探头,以打桩包埋方式潜入晶状体硬核中心达 2/3 厚度以上、达到全堵塞状态;Chop 钩从晶状体下方赤道部向晶状体核质中心做对切式的劈割,完成晶状体核质的 1→2/2. 的分割,然后旋转核质 90°, 在高负压主导下继用 Chop 钩从赤道部向探头方向对切使其分开,重复动作,最终使核质分解,分解后碎核块逐一乳化吸除。全部病例均由同一熟练手术医师在相同乳化模式下完成,逸散能量控制组病例的特殊处理主要为三个方面:①安全距离控制:整个乳化操作过程中严格控制探头位置,维持其位置不高于瞳孔平面;②优化探头切面方向:使切面方向保持向下或者侧位、避免乳化探头切面向上的乳化操作,使超声能量场空间分

布及作用方向最大限度避开角膜内皮等非靶组织;③零距离能量启动:严格控制乳化能量的释放时机,只有乳化探头与靶物二者间距离为零,即,乳化能量的释放时机选择在乳化探头充分抵近、接触并施加负压固定靶物后。回顾性对照组病例手术中的能量控制是由单一的脚踏板控制完成。两组病例乳化完成后的后续手术操作程序相同。全部手术病例均植入折叠型 IOL, I/A 同步注吸彻底清除晶状体囊袋内以及前房内粘弹剂。

4. 观察指标与统计分析:比较相同乳化模式下,两组病例的累积能量符合参数<sup>[1]</sup>(累积能量符合参数=平均超声能量×乳化时间)使用水平;对两组病例的眼压进行 Goldmann 眼压计测量、记录;同时对两组病例术后 24 小时角膜水肿发生率(角膜水肿率=组内角膜水肿病例数/组病例总数×100%)进行记录;眼压测量及角膜水肿的观测由同一熟练医师完成,研究数据采用 SPSS10.0 软件进行统计分析,组间的差异显著性标准:P<0.05。

### 结 果

相同乳化模式下,逸散能量控制组病例的累积超声能量使用水平低于对照组病例 (t=2.263, P<0.05); 术后 8~10 小时眼压升高幅度明显低于对照组 (t=2.069, P<0.05); 逸散能量控制组角膜水肿率 3.1%, 对照组 7.5%, 两组间差异具有统计学意义 ( $\chi^2=5.41, P<0.02$ )。研究表明:通过调控乳化探头切面角度、切面方向以及探头与靶物的距离,能够提高乳化能量的使用效率、降低乳化过程中超声能量的逸散,减轻小梁网以及角膜内皮等非靶组织在乳化操作过程中受到的损伤。

表 1 同等累积超声能量使用水平下逸散能量控制组与对照组的术后对比

	累积超声能量	术后 8 小时眼压 (mmHg)	术后 24 小时 角膜水肿率
控制组	0.96 ± 0.24	28.0 ± 7.24	3.1%
对照组	1.30 ± 0.31	37.5 ± 11.24	7.5%

### 讨 论

超声乳化能量的精确控制与运用是手术者提高乳化手术质量、避免能量相关并发症需要面对的重要问题之一<sup>[1]</sup>。传统的超声能量控制模式是通过单一的脚踏板控制实施,其实质是对乳化仪器能量输出强度进行的单维的控制,而超声能量通过乳化探

头释放在手术空间内的实际终端效应是一个具有三维立体分布特征的能量场 (图 1)



图 1 超声能量场具有三维分布特征

脚踏板作为开关控制超声能量输出的强度或者脉冲频次,并不具有控制超声能量场三维空间分布的能力,而乳化探头切面的角度、切面的朝向调整及其与靶物距离的差异均可以影响超声能量场的实际分布及效应,进而影响到超声能量逸散的范围与范围。超声乳化能量的完整控制应当是旨在对能量场的立体的、全面的控制,因此,有必要对超声能量的传统控制模式进行补充和延伸,建立旨在针对其实际终端效应能量场的立体的、全面的控制模式。

本研究在传统的脚踏板能量控制基础上,就乳化探头控制声能量场的可行性分析表明:合理地控制乳化探头可以影响超声能量场的分布以及乳化能量的实际使用效率。相关研究证实:术中粘弹剂的残留可以导致术后眼压升高,其升高幅度及持续时间与粘弹剂残留眼内的量及分子特征相关<sup>[2]</sup>,但即使在粘弹剂完全清除的条件下,超声乳化白内障手术病例的眼压经历一次曲线波动,首先表现为术后最初的小时眼压较术前的明显偏低,其中约 20.5% 患者的眼压可以低于 5mmHg,术后 4 小时眼压开始逐渐回升,术后 8~10 小时达到或超过正常眼压范围的术后峰值眼压,此后开始回落,术后 24 小时恢复至正常眼压范围。分析认为术后峰值眼压的出现与术中逸散的无效超声能量损伤小梁网、角膜内皮等非靶组织有关,损伤后将表现小梁网水肿、术后早期眼压升高、角膜水肿等术后并发症<sup>[3-5]</sup>。本研究结果显示:在彻底清除粘弹剂的情况下,通过术中调控乳化探头切面角度、切面方向以及探头与靶物的距离,能够提高乳化能量的使用效率、降低乳化过程中超声能量的逸散,减轻小梁网以及角膜内皮等非靶组织在乳化操作过程中受到的损伤。

本研究提出的乳化探头控制超声能量场逸散的模式主要包括以下两方面:(1)超声能量场最强作用方向的控制 超声能量在手术空间内产生的终端效应是具有立体三维分布特征的能量场,因此,必须

以立体的控制意识控制其最强的作用方向。本研究结果显示:在使用相同乳化模式的条件下,合理调整乳化探头位置、使超声能量场的最强作用方向对准并紧贴靶物后再进行乳化操作,此时逸散到角膜组织的超声能量损伤明显低于未经过精确调位的乳化探头。选择乳化探头切面向下操作的乳化过程中,手术者必须同步强化对负压的控制意识与精度,避免负压对非靶组织的损伤<sup>[6]</sup>,见图 2~3。本研究认为建立超声能量场的三维控制意识,可以使超声能量更为集中、有效地作用于靶物,提高乳化能量的使用效率,减少无效逸散超声能量对角膜内皮、小梁网等非靶组织的损伤。(2)靶物距离的控制 能量场的辐射范围与乳化探头至靶物或非靶组织距离的平方成正比,因此提示,应尽可能抵近靶物时再释放能量,避免过多的能量逸散以及由此导致的非靶组织损伤。高压负压核后进入碎核块的乳化阶段,当乳化探头吸住一块碎核并对其进行乳化时,控制乳化探头位置与方向的同时,可以用 Chop 钩或者碎核块遮蔽超声能量场范围内的非靶组织,减少逸散的无效超声能量对非靶组织的损伤。

本研究对乳化探头控制超声逸散能量的研究概括为:通过超声乳化探头可以控制超声能量的逸散;在脚踏板控制的基础上,建立对超声能量场实际终端效应的立体控制意识,通过乳化探头对超声能量场空间分布、最强作用方向以及超声靶物空间位置的精细控制和调整,可以使超声能量的实际终



图 2 探头切面控制不当导致能量场损伤非靶组织



图 3 调整探头切面的方向可以精确控制能量场的逸散范围

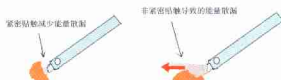


图 4-5 抵近施放原则可以降低超声能量场逸散的范围与幅度

端效应与乳化探头的实际操作状态及操作环境达到最佳程度的匹配,减少无效超声能量的逸散,提升超声能量使用的效率与安全性。

### 参 考 文 献

- 1 王祥群,周丽钧.超声乳化白内障吸除术中建立累积能量复合参数指标的临床意义.中华眼科杂志,2002,38(10):610~613
- 2 Rainer G, Menapace R, Findl O, et al. Intraocular pressure after small incision cataract surgery with Healon5 and Viscoat. J Cataract Refract Surg 2000;26:271-276
- 3 Thong JT, Miller KM. Intraocular pressure changes after suture less phacoemulsification and foldable posterior chamber lens implantation. Cataract Surg 1998;24:256-262
- 4 Barak A, Desatnik H, Ma-Naim T, et al. Early post operation intraocular pressure pattern in glaucomatous and nonglaucomatous patients. J

- Cataract Refract Surg 1996;22:607-611 (眼压升高的危害)
- 5 Schwenn O, Dick HB, Krummenauer F et al. Intraocular pressure after small incision cataract surgery: temporal sclerocorneal incision. J Cataract Refract Surg 2001;27:421-425
- 6 Shingleton BJ, Wadhvani RA, O'Donoghue MW, et al. Evaluation of intraocular pressure in the immediate period after phacoemulsification. J Cataract Refract Surg 2001;27:524-527
- 7 Browning AC, Alwitry A, Hamilton R, et al. Role of intraocular pressure measurement on the day of phacoemulsification cataract surgery. J Cataract Refract Surg 2002;28:1601-1606
- 8 Jurgens I, Matheu A, Castilla M. Ocular hypertension after cataract surgery: a comparison of three surgical techniques and two viscoelastics. Ophthalmic Surg Laser 1997;28:30-36
- 9 王祥群,何明光,曾骏文.负压的多维控制模式及其在白内障超声乳化术中意义.中国实用眼科杂志,2005,23(3):234~237 (收稿时间:2006-06)

### · 病例报告 ·

## 误诊为正常眼压性青光眼的视网膜脱离一例

赵蓉 吴玲玲

患者男 48 岁 2006 年 7 月 26 日以左眼视物不清 3 年为主诉来我院初诊,患者 3 年前无外伤等明显诱因觉左眼视物不清,偶伴眼胀。2005 年到外院就诊,眼部检查及 FFA 检查未见异常。近半年自觉症状加重,眼前雾感,上方视物不清,无眼红、视物变形、眼前黑影等症状。2 周前到外院检查后发现视盘杯盘比大、视野缺损,诊断为“正常眼压性青光眼”,为进一步诊治来我院。既往史中除高血压病史 30 年外余无殊。家族史:其母患有青光眼病史。

眼部检查:视力:右-2.75DS -1.0DC × 165° =1.0,左-8.00DS=0.4。眼压:右 13.2mmHg,左 11.2mmHg,双眼角膜清,KP(-),前房中深,PAC>ICT,双瞳孔等大等圆,约 3.5mm 对光反射灵敏,右眼前节未见异常。左眼晶体核混浊度,玻璃体未见明显混浊。眼底视乳头边清色略淡,C/D:右 0.7,左 0.8。右眼黄斑部中心凹反光存在,左眼黄斑部看不清(有白内障)。辅助检查:24 小时眼压曲线(Goldmann):右眼 12-16mmHg,左眼 10-14mmHg,中央角膜厚度(超声波角膜测厚法),双眼 542μm,双眼房角正常开放。视野:右眼无局限性视野缺损,左眼上方扇形视野缺损,呈弓形暗点。HRT-II 检查结果。初步诊断:正常眼压性青光眼。

在患者随访复查过程中,对照视野反复检查患者的视盘,考虑左眼上方视野缺损的严重程度与视盘下方盘沿丢失程度不相符合,再次散瞳详查眼底,发现下方视网膜距视乳头约 1.5PD 远 4-8 点浅脱离伴视网膜下皱褶,波及黄斑部,赤道部可见马蹄形裂孔。最后诊断:左眼孔源性视网膜脱离,

并发性白内障。立即收住院手术治疗。术后左眼视力(孔镜) 0.25,眼压右眼 13.1mmHg,左眼 12.7mmHg,视网膜复位,顶压峭清楚。

讨论 该患者因为双眼视盘杯盘比明显增大,左眼上方弓形暗点,加上患有高度近视,母亲有青光眼病史,很容易引导医生考虑青光眼的可能。该病例留给我们的教训和体会如下。①在青光眼的诊断过程中,要避免一遇到视盘杯盘比增大,合并视野某些异常,就诊断青光眼。视盘杯盘比增大不一定是青光眼,生理性大视杯就是一个典型的例子。一定要仔细观察视盘盘沿有否不规则丢失和视网膜神经纤维层有否缺损,并检查视野缺损的位置和程度是否与之相符合。该患者存在白内障,给视网膜神经纤维层缺损的观察带来难度,虽然视盘杯盘比增大,但是下方盘沿组织的不规则丢失不那么明显,与上方视野的弓形暗点不相符合,这就需要我们追究视野缺损的其它原因。②正常眼压性青光眼具有类似于原发性开角型青光眼的视盘改变、视网膜神经纤维层损害及视野缺损,治疗前 24 小时眼压测量均 ≤ 21mmHg (2.79 kPa),房角开放,但是应注意在确诊前必须排除造成视神经损害、视野缺损的其他眼部或全身原因。就象该患者出现类似青光眼的视神经与视野损害时,医生常常把注意力过多的放在青光眼问题上,而容易忽略存在眼部其他问题的可能。患者 48 岁,却有明显的核性白内障,其实已经提示我们眼部可能存在青光眼以外的器质性病变。③此患者视网膜脱离为下方扁平脱离伴下方裂孔,所以进展相当缓慢,逐渐出现上方视野缺损的自觉症状,容易误以为是青光眼的视野恶化;如果不能及时确诊而手术治疗,后果极其严重。

作者单位:100083 北京,北京大学第三医院,北京大学眼科中心(赵蓉,进修医生,现在空军总医院眼科)

通讯作者:赵蓉, E-mail: ydc@263.net

(收稿时间:2006-08)