

撕囊碎核镊预劈核技术在硬核白内障超声乳化手术中的应用

许 懋^{1,2}, 祁勇军¹, 杨 旻¹, 邓建华¹, 高竹阳¹

引用:许懋,祁勇军,杨旻,等. 撕囊碎核镊预劈核技术在硬核白内障超声乳化手术中的应用. 国际眼科杂志 2023; 23(6): 1024-1028

基金项目: 珠海市医学科研基金资助项目 (No. ZH3310200006PJL)

作者单位:¹(519000) 中国广东省珠海市, 广东省中医院珠海医院眼科;²(519000) 中国广东省珠海市, 广州中医药大学第一临床医学院

作者简介:许懋, 在职博士研究生, 主治医师, 研究方向: 白内障劈核技术、糖尿病性黄斑水肿。

通讯作者:祁勇军, 毕业于华中科技大学同济医学院(原同济医科大学), 硕士, 主任医师, 珠海市医学会眼科学分会主任委员, 研究方向: 白内障、青光眼。 qiyjk@163.com

收稿日期: 2022-12-24 修回日期: 2023-05-06

摘要

目的: 分析撕囊碎核镊预劈核技术在IV级硬核白内障超声乳化手术中应用的优势。

方法: 前瞻性研究。纳入年龄相关性IV级硬核白内障患者100例100眼, 利用随机数表法随机分为撕囊碎核镊预劈核组(A组)50例50眼, 拦截劈核组(B组)50例50眼。对两组的术前术后角膜内皮细胞计数、术中超声乳化能量释放时间(US time)、术后角膜内皮细胞丢失率、术后1、7d角膜水肿分级计数情况以及术前术后最佳矫正视力(BCVA)进行比较和统计学分析。

结果: A组平均US time为26.66(16, 40)s, 低于B组36.12(23, 46)s($Z = -5.65, P < 0.01$)。术后3mo, A组平均角膜内皮细胞计数为 $2308.12 \pm 368.18 \text{ cell/mm}^2$, 高于B组 $2104.06 \pm 379.87 \text{ cell/mm}^2$ ($t = 2.728, P = 0.008$)。术后3mo, A组平均角膜内皮细胞丢失率10%(8%, 12%), 低于B组17%(14%, 20%) ($Z = 13.231, P < 0.01$)。术后1d角膜水肿为0、1、2、3、4级的眼数, 在A组分别为0、23、21、6、0眼, 在B组分别为0、9、26、15、0眼。A组角膜水肿轻于B组($Z = 10.514, P = 0.005$)。术后1d A组患者BCVA优于B组患者, 两组不同等级BCVA的眼数分布有差异($Z = 7.176, P = 0.029$)。术后3mo 两组不同等级BCVA的眼数分布无差异($Z = 2.377, P = 0.372$)。

结论: 与拦截劈核技术相比, 在IV级硬核白内障超声乳化手术中, 撕囊碎核镊预劈核技术辅助白内障超声乳化手术使用超声能量少, 角膜内皮细胞损伤小, 适用于硬核白内障手术。

关键词: 白内障; 预劈核技术; 超声乳化手术; 硬核; 拦截劈核

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2023.6.28

Application of capsulorhexis–chop forceps assisted prechop technique in hard cataract phacoemulsification

Mao Xu^{1,2}, Yong-Jun Qi¹, Yang Yang¹, Jian-Hua Deng¹, Zhu-Yang Gao¹

Foundation item: Medical Research Fund of Zhuhai (No. ZH3310200006PJL)

¹Department of Ophthalmology, Guangdong Provincial Hospital of Chinese Medicine, Zhuhai 519000, Guangdong Province, China;

²The First School of Clinical Medicine, Guangzhou University of Chinese Medicine, Zhuhai 519000, Guangdong Province, China

Correspondence to: Yong-Jun Qi. Department of Ophthalmology, Guangdong Provincial Hospital of Chinese Medicine, Zhuhai 519000, Guangdong Province, China. qiyjk@163.com

Received:2022-12-24 Accepted:2023-05-06

Abstract

• **AIM:** To analyze the advantages of capsulorhexis–chop forceps assisted prechop (CCFP) technique in hard cataract phacoemulsification.

• **METHODS:** Prospective study. A total of 100 cases (100 eyes) with age-related grade IV hard cataract were included and randomly divided into 2 groups according to random number table, with 50 patients (50 eyes) in CCFP technique group (group A) and 50 cases (50 eyes) in stop-and-chop technique group (group B). The corneal endothelial cell count before and after operation, intraoperative US time, postoperative corneal endothelial cell loss rate, corneal edema grade at 1 and 7d and best corrected visual acuity (BCVA) were compared and statistically analyzed.

• **RESULTS:** The mean US time of group A was lower than that of group B [26.66 (16, 40)s vs. 36.12 (23, 46)s; $Z = -5.65, P < 0.01$]. The mean corneal endothelial cell count in group A was higher than that in group B at 3mo after operation ($2308.12 \pm 368.18 \text{ cell/mm}^2$ vs. $2104.06 \pm 379.87 \text{ cell/mm}^2$; $t = 2.728, P = 0.008$), and the loss rate of corneal endothelial cells in group A was lower than that in group B at 3mo after operation [10% (8%, 12%) vs. 17% (14%, 20%); $Z = 13.231, P < 0.01$]. The number of eyes with corneal edema of grade 0, 1, 2, 3 and 4 on 1d after surgery was 0, 23, 21, 6 and 0 in group A, respectively,

while it was 0, 9, 26, 15 and 0 respectively in group B. Corneal edema in group A was less than that in group B ($Z = 10.514, P = 0.005$). The BCVA of group A was better than that of group B at 1d after operation, and there was significant difference in the number of eyes with different BCVA grades between the two groups ($Z = 7.176, P = 0.029$). There was no significant difference in the number of eyes with different grades of BCVA between the two groups at 3mo after surgery ($Z = 2.377, P = 0.372$).

• **CONCLUSION:** Compared with the stop - and - chop technique, CCFP technique uses less ultrasonic energy, has less damage to corneal endothelial cells and is suitable for hard cataract surgery.

• **KEYWORDS:** cataract; prechop technique; phacoemulsification; hard; stop-and-chop technique

Citation: Xu M, Qi YJ, Yang Y, *et al.* Application of capsulorhexis - chop forceps assisted prechop technique in hard cataract phacoemulsification. *Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci)* 2023; 23(6):1024-1028

0 引言

在硬核白内障摘除手术中,为了保护角膜内皮,很多眼科医生选择小切口白内障囊外摘除手术。随着劈核技术的发展以及白内障超声乳化仪性能和稳定性的不断加强,越来越多的医生选择超声乳化技术治疗硬核白内障。硬核或者成熟白内障往往没有外层皮质软壳,或者合并悬韧带松弛,后囊膜薄弱等,这些危险因素使得白内障超声乳化手术处理硬核时发生并发症的风险更高。所以使用超声乳化技术处理硬核白内障仍然具有挑战性^[1]。核的处理是整个硬核白内障手术当中至关重要的一个部分,前人已经发明了很多的硬核劈核技术,这些技术在术中释放的超声乳化能量或多或少会损伤角膜内皮。1998年,日本眼科医生 Akahoshi^[2]首次介绍了白内障预劈核技术,使用 Akahoshi 预劈核器将晶状体核水平劈开,然后进行晶状体超声乳化吸除。随后,各式各样预劈核技术被陆续报道出来。我们团队在 2018 年首次报道了撕囊碎核镊辅助预劈核技术^[3],并将其运用在白内障超声乳化手术当中。我们首次将该技术运用在 IV 级硬核白内障手术中,现介绍如下。

1 对象和方法

1.1 对象 纳入 2021-06/2022-07 于我院就诊的年龄相关性白内障患者 100 例 100 眼,随机数表法分为撕囊碎核镊预劈核组(A 组)50 例 50 眼,拦截劈核组(B 组)50 例 50 眼。诊断标准:患者晶状体混浊且矫正视力低于 0.5。纳入标准:年龄 50~85 岁,全身情况稳定(血压、血糖在正常范围),皮质性、核性及后囊下性晶状体混浊,根据 Emery 核硬度分级标准,选择核硬度为 IV 级病例。排除标准:合并角膜病变、青光眼、高度近视、糖尿病视网膜病变、年龄相关性黄斑病变和葡萄膜炎等眼部并发症病例。主要仪器和材料:S4 玻切超声乳化一体机、眼科手术显微镜、裂隙灯显微镜、角膜内皮细胞计、角膜穿刺刀、撕囊碎核镊(专利号:ZL-2015-2-0078867.9)、透明质酸钠凝胶、预装式着色非球面后房人工晶状体。本研究经广东省中

医院医学伦理委员会许可,手术前每位患者及其家属均充分理解该研究和手术风险,并自愿签署了科研和手术知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 手术方法 两组所有手术均由课题组同一位熟练掌握两种劈核技术的白内障专业主任医师完成,除劈核方式以外的所有主要步骤,包括切口制作、连续环形撕囊、吸除皮质、人工晶状体植入都按照相同的标准步骤进行。使用 megaTRON S4 超声乳化仪,采用线性模式控制超声乳化能量。超声乳化仪手术参数为:超声乳化能量为 0~60%,负压为 250~300mmHg(1mmHg=0.133kPa),流量为 25~30ml/min。术眼表面麻醉,完成切口制作,连续环形撕囊。然后分别用撕囊碎核镊预劈核技术和拦截劈核技术完成碎核并吸除核块,吸除皮质,植入疏水性丙烯酸酯人工晶状体。

1.2.1.1 撕囊碎核镊预劈核组 不做水分离,用撕囊碎核镊(图 1A、B)勾住晶状体前表面中心并稳定住。同时在囊袋内用劈核钩勾住 5:00 位晶状体赤道部,使劈核钩内刃朝向晶状体核中心(图 2A)。然后将撕囊碎核镊从劈核钩对侧撕囊口边缘插进晶状体核中(图 2B),使劈核钩与撕囊碎核镊在同一子午线方向上相向用力水平劈开晶状体核(图 2C)。当两个器械接触,弹开撕囊碎核镊,将晶状体核完整地分成两块(图 2D)。随后囊袋内转动晶状体核,再次将劈核钩伸到赤道部囊袋下,将下方 1/2 晶状体核劈成两个 1/4 核块(图 2E),继续转动核块完成剩下的 1/4 劈核。随后用超声乳化针头吸除碎裂核块(图 2F)。

1.2.1.2 拦截劈核组 充分水分离,超乳针头刻出一条长 4~5mm,深约 1/2~2/3 晶状体厚度,宽 2~3mm 左右的槽,把超乳针头和劈核钩伸入到晶状体槽的底部,抵住晶状体槽侧壁,将晶状体核水平分开,转动已劈开的晶状体核,用超乳针头吸住 1/2 核,劈核钩勾住赤道部,拦截劈开,重复劈核动作,吸除碎裂核体。

1.2.2 观察和随访 记录两组患者术中实际超声乳化能量释放时间(US time)、术前及术后 3mo 角膜内皮细胞计数,计算术后 3mo 角膜内皮细胞丢失率、术后 1、7d 角膜水肿情况、术后 1d,3mo 最佳矫正视力(BCVA)。按照 Kausar 等^[4]的标准对角膜水肿和混浊程度分级记录两组角膜水肿情况,0 级:角膜透明;1 级:角膜轻度雾状混浊;2 级:角膜混浊,但前房结构清晰可见;3 级:角膜混浊加重,前房观察困难;4 级:角膜严重混浊,虹膜结构不能观察,前房不能窥见。

统计学分析:采用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。两组术中 US time、术后角膜内皮细胞丢失率、术后两组不同等级 BCVA 眼数分布、角膜水肿分级计数的比较采用 Wilcoxon 秩和检验。术后两组间角膜内皮细胞计数采用独立样本 *t* 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况 本研究纳入患者 100 例 100 眼,年龄 52~85 (平均 74.59±8.59) 岁,随机分为撕囊碎核镊预劈核组(A 组)50 例 50 眼,拦截劈核组(B 组)50 例 50 眼。撕囊碎核镊预劈核组年龄 74.6±8.5 岁(男 16 例 16 眼,女 34 例 34 眼),

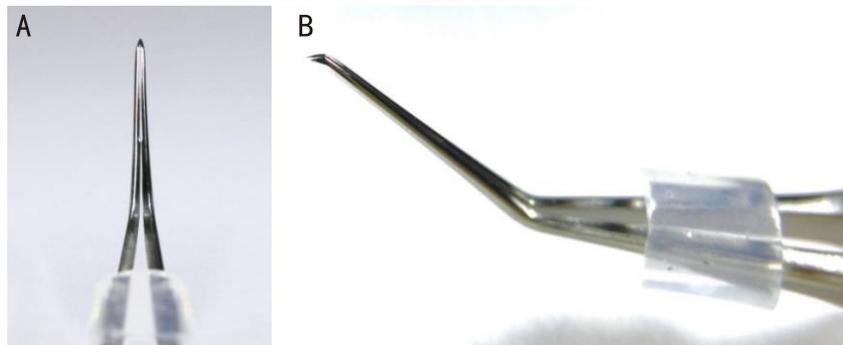


图1 撕囊碎核镊 A:正面;B:侧面。

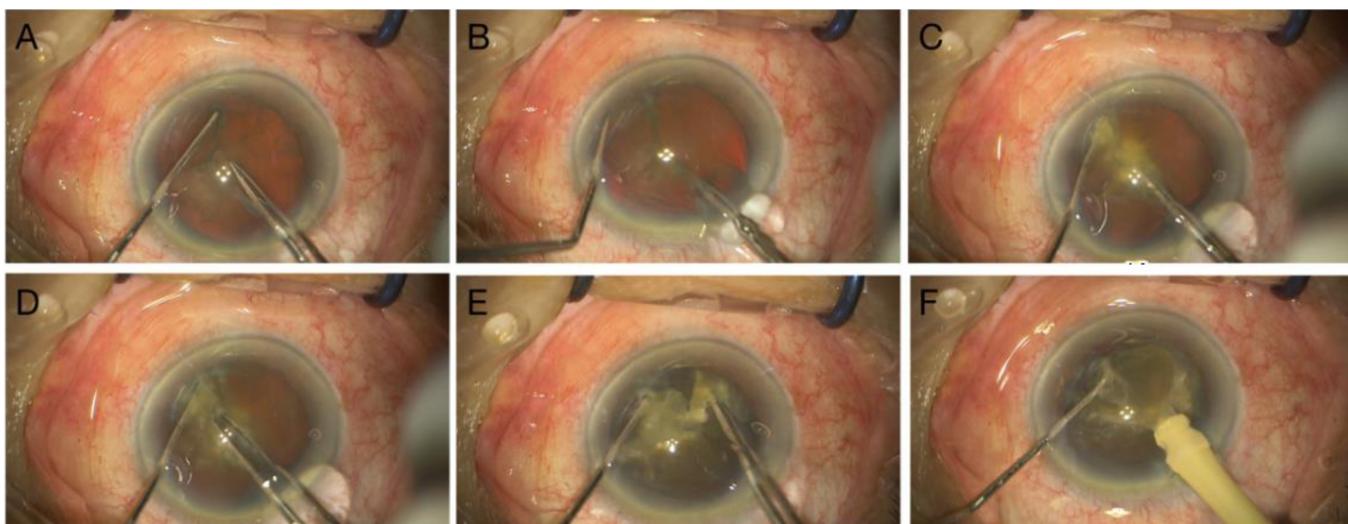


图2 撕囊碎核镊预劈核组手术过程 A:撕囊碎核镊勾住晶状体前极,劈核钩勾住5:00位晶状体赤道部;B:撕囊碎核镊自撕囊口边缘插入晶状体内核;C:撕囊碎核镊与劈核钩相向用力;D:晶状体核被水平劈成两半;E:进行1/4预劈核;F:超声乳化针头吸除碎裂核块。

术前平均角膜内皮细胞计数 $2546.18 \pm 367.27 \text{ cell/mm}^2$; 拦截劈核组年龄 74.4 ± 8.8 岁(男 19 例 19 眼,女 31 例 31 眼),术前平均角膜内皮细胞计数 $2511.80 \pm 399.78 \text{ cell/mm}^2$ 。两组术前 BCVA 均 ≤ 0.3 。两组患者性别分布、年龄、术前角膜内皮细胞计数、术前 BCVA 比较,差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。两组所有患者均顺利完成手术,无严重并发症出现。

2.2 术中实际超声乳化能量释放时间 撕囊碎核镊预劈核组实际超声乳化能量释放时间 [$26.66(16, 40) \text{ s}$] 低于拦截劈核组 [$36.12(23, 46) \text{ s}$], 差异有统计学意义 ($Z = -5.65, P < 0.01$)。

2.3 术后 3mo 角膜内皮细胞计数情况 术后 3mo, 撕囊碎核镊预劈核组平均角膜内皮细胞计数 ($2308.12 \pm 368.18 \text{ cell/mm}^2$) 高于拦截劈核组 ($2104.06 \pm 379.87 \text{ cell/mm}^2$), 差异有统计学意义 ($t = 2.728, P = 0.008$)。

2.4 术后 3mo 角膜内皮细胞丢失率 术后 3mo, 撕囊碎核镊预劈核组角膜内皮细胞丢失率 [$10\%(8\%, 12\%)$] 低于拦截劈核组 [$17\%(14\%, 20\%)$], 差异有统计学意义 ($Z = 13.231, P < 0.01$)。

2.5 角膜水肿情况 术后 1d, 角膜水肿为 0、1、2、3、4 级的眼数, 在 A 组分别为 0、23、21、6、0 眼; 在 B 组分别为 0、9、26、15、0 眼。撕囊碎核镊预劈核组角膜水肿轻于拦截劈

核组, 差异有统计学意义 ($Z = 10.514, P = 0.005$)。术后角膜水肿分级等于或高于 3 级的, 予术眼外点 50% 葡萄糖注射液, 1 次 1 滴, 每天 3 次以减轻角膜水肿。术后 1wk 两组患者角膜水肿均消退。

2.6 术后视力 术后 1d 两组患者视力较术前均有提高, A 组优于 B 组, 两组不同等级 BCVA 的眼数分布差异有统计学意义 ($Z = 7.176, P = 0.029$)。术后 3mo 两组不同等级 BCVA 的眼数分布差异无统计学意义 ($Z = 2.377, P = 0.372$), 见表 1。

2.7 术后眼压 术前两组患者眼压都在正常范围内, 术后 A 组眼压 $> 21 \sim 25 \text{ mmHg}$ 4 眼, $> 25 \sim 30 \text{ mmHg}$ 3 眼。术后 B 组眼压 $> 21 \sim 25 \text{ mmHg}$ 5 眼, $> 25 \sim 30 \text{ mmHg}$ 3 眼。其余患者眼压均在正常范围。眼压偏高患者给予局部降眼压治疗, 术后 1wk 随访眼压均在正常范围。

3 讨论

自从白内障超声乳化技术发明以来, 保护角膜内皮, 减少角膜内皮损伤一直是眼科医生关注的热点。在团队之前的研究中^[5], 为了保护角膜内皮, 提高劈核时一次完成二分核的成功率, 减少反复握持核块释放超乳能量, 我们提出了压核进钩劈核技术。但是硬核或者成熟白内障往往缺少外层皮质软壳, 或者合并悬韧带松弛, 后囊膜薄弱, 内皮细胞计数可能更少, 手术时需要更多的超声能量, 手术时间也相对更长, 这一系列因素使得白内障超声乳化

表 1 两组术后不同时间点的不同等级 BCVA 眼数分布比较

组别	眼数	术后 1d			术后 3mo		
		≥0.6	>0.3~0.5	≤0.3	≥0.6	>0.3~0.5	≤0.3
A 组	50	30(60)	16(32)	4(8)	38(76)	10(20)	2(4)
B 组	50	21(42)	15(30)	14(28)	31(62)	15(30)	4(8)
Z			7.176			2.377	
P			0.029			0.372	

注:A 组:撕囊碎核镊预劈核组;B 组:拦截劈核组。

手术处理硬核时发生角膜内皮损伤及其他并发症的风险更高。为了避免这些问题,很多医生选择小切口白内障囊外摘除术。国内外眼科医生发明了一些针对硬核白内障超声乳化手术的劈核技术,比如:terminal chop^[1],step-by-step chop in situ^[6],crater-and-chop technique^[7],打孔劈核技术^[8],multilevel chop technique^[9],石板打孔式乳化劈核技术^[10],拨号盘劈核技术^[11],钻孔联合预劈核技术^[12]等,使用这些技术劈核时,超乳针头在主切口处来回移动,加上超乳针头本身的热效应,可能会造成角膜切口的损伤。另外IV级或者更硬的白内障核不仅硬,有些还很黏,超声乳化手术中很难完整将晶状体核一分为二。不同的劈核技术处理核的效率不同,对角膜内皮的影响也是不同的^[13]。

1998年,日本眼科医生 Akahoshi^[2]介绍了一种预劈核技术,作者使用 Akahoshi 预劈核器将晶状体核水平一分为二,减少了超声乳化能量的使用,使得白内障超声乳化手术安全性得到进一步提高。随后也出现了其他的预劈核技术:劈核钩预劈核技术^[14],飞秒激光预劈核技术^[15]、针尖预劈核技术^[16]、反向劈核钩预劈核技术^[17]等。近些年随着技术的进步,以及患者对视觉质量的要求越来越高,飞秒激光辅助白内障手术在临床的运用越来越多了。飞秒激光对晶状体核的预劈核可以有效减少随后的超声能量和时间,保护角膜内皮^[18]。但是飞秒激光设备比较昂贵,大部分的基层医院很难配备。我们团队在针尖预劈核技术的启发下,发明了撕囊碎核镊(专利号:ZL-2015-2-0078867.9),并将其运用在白内障超声乳化手术当中,于2018年首次报道了撕囊碎核镊辅助预劈核技术^[3]。在我们之前的研究中,我们的撕囊碎核镊预劈核技术可以完整地完二分之一劈核,也可以在此基础之上将核劈得更多块,可以减少术中超声乳化能量的使用,减轻了角膜内皮的损伤。

在此研究基础之上,我们尝试将该技术运用在IV级硬核白内障超声乳化手术之中。同样,该技术在1/2劈核前不进行水分离。在此次研究中发现,撕囊碎核镊预劈核组术中实际超声乳化能量释放时间低于拦截劈核组,说明该技术可有效减少超声乳化能量的释放。撕囊碎核镊预劈核组的术后1d角膜水肿轻于拦截劈核组,术后3mo撕囊碎核镊预劈核组角膜内皮细胞计数高于拦截劈核组,角膜内皮细胞计数丢失率低于拦截劈核组。说明术中超声乳化能量释放时间的缩短可以减轻对角膜内皮的损伤,术后角膜水肿会轻一些。该技术吸除核块前,预先劈开晶状体核,且可以将核劈成多个碎块,可以省去拦截劈核技术利

用超乳针头刻槽以及握持核块时需要的超声乳化能量,术后角膜水肿会轻一些。术后1d撕囊碎核镊预劈核组不同级别BCVA眼数高于对照组,但是术后3mo两组不同级别BCVA眼数无统计学差异,说明该技术早期的视力改善更好一些,远期视力预后则与拦截劈核技术无明显差异。以上结果证实该技术在术中消耗更少的超声乳化能量,减少了超声乳化能量对角膜内皮细胞的影响,更好地保护了角膜内皮细胞,术后视力恢复更快。

在运用该技术时,IV级或以上硬度白内障预劈核难度更大一些。硬核白内障常常无外层皮质软壳,可能合并悬韧带松弛、后囊膜薄弱、患眼角膜内皮细胞计数低等。此次研究中,两组都未出现后囊破裂等手术并发症。在使用该技术时,术者用左手劈核钩与右手撕囊碎核镊对向用力时,撕囊碎核镊要指向晶状体核心^[3],与劈核钩在同一经线方向相对用力,不施加往下的压力以保护悬韧带和后囊。旋转晶状体核块时,以器械为支点,减少囊袋扭动。做前房内操作时,双手要协调均衡用力,让双手器械的劈核力量集中在晶状体核心,以免一侧力量高于另一侧,导致晶状体移位损伤悬韧带。在完成二分之一劈核以后,若发现转核困难,仍然可以补做水分离,帮助转动核块,完成剩下核块的乳化吸除。

如果碰到硬且比较黏的晶状体核,首先要保证左手劈核钩勾住晶状体核赤道部,前部劈开后,若后部纤维仍然没有完全断开,可以用撕囊碎核镊顺着劈开的晶状体核内面继续分离后部没有完全断开的晶状体纤维,保证晶状体核完全的分开成两半。我们撕囊碎核镊的镊头合起来的时候是尖锐的,在进行预劈核时,利用类似斧头刃劈柴的效应,可以顺利劈开较硬的核。该技术容易学习掌握,可以让眼科医生在面对硬核白内障手术时,选择超声乳化这一切口更小的手术,减少术源性散光等各种小切口白内障手术相关的并发症,充分利用超声乳化手术的优势。

综上所述,撕囊碎核镊预劈核辅助白内障超声乳化手术在IV级硬核白内障中应用时,减少了术中超声乳化能量对角膜内皮细胞的影响,保护了角膜内皮细胞,是安全有效的。

参考文献

- 1 Prasad R, Badhani A, Dogra GB. Terminal chop: new technique for full thickness nuclear segmentation in mature hard cataract. *Indian J Ophthalmol* 2017;65(12):1415-1418
- 2 Akahoshi T. Phaco prechop: manual nucleofracture prior to phacoemulsification. *Operative Tech Cataract Refract Surg* 1998;1:69-91
- 3 许懋, 祁勇军, 杨旻, 等. 撕囊碎核镊辅助白内障预劈核技术的临

- 床疗效观察. 中国实用眼科杂志 2018;36(4):286-289
- 4 Kausar A, Farooq S, Akhter W, *et al.* Transient corneal edema after phacoemulsification. *J Coll Physicians Surg Pak* 2015;25(7):505-509
- 5 许懋, 杨吻, 邓建华, 等. 压核进钩劈核技术与乳化劈核技术在白内障超声乳化手术的应用比较. 国际眼科杂志 2021;21(7):1227-1230
- 6 Vasavada A, Singh R. Step-by-step chop *in situ* and separation of very dense cataracts. *J Cataract Refract Surg* 1998;24(2):156-159
- 7 Vanathi M, Vajpayee RB, Tandon R, *et al.* Crater - and - chop technique for phacoemulsification of hard cataracts. *J Cataract Refract Surg* 2001;27(5):659-661
- 8 Kim DY, Jang JH. Drill and chop: modified vertical chop technique for hard cataract. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2012;43(2):169-172
- 9 Vasavada AR, Raj SM. Multilevel chop technique. *J Cataract Refract Surg* 2011;37(12):2092-2094
- 10 Chen D, Tang QW, Yu F, *et al.* Consecutive drilling combined with phaco chop for full thickness segmentation of very hard nucleus in coaxial microincisional cataract surgery. *BMC Ophthalmol* 2019;19(1):20
- 11 Ifantides C, Sieck EG, Christopher KL. Rotary chop: a new technique for teaching chop and tackling mature cataracts. *Ophthalmol Ther* 2020;9(2):321-327
- 12 Xu M, Qi YJ, Weng YD, *et al.* Drill - and - prechop technique: modification of the drill-and-crack technique for mature cataracts. *BMC Ophthalmol* 2022;22(1):449
- 13 王美华, 金华丽, 毛明鸾. 不同超乳劈核术式治疗硬核白内障疗效及对角膜内皮的影响. 国际眼科杂志 2021;21(9):1589-1592
- 14 Henriques JS, Alió JL, Akahoshi T, *et al.* Prechopping surgical techniques. *Tech Ophthalmol* 2009;7(4):139-145
- 15 Moshirfar M, Churgin DS, Hsu M. Femtosecond laser - assisted cataract surgery: a current review. *Middle East Afr J Ophthalmol* 2011;18(4):285-291
- 16 Chen X, Liu BS, Xiao Y, *et al.* Cystotome - assisted prechop technique. *J Cataract Refract Surg* 2015;41(1):9-13
- 17 赵阳, 朱思泉. 反式劈核钩预劈核技术与常规拦截劈核技术在IV级硬核白内障手术中的应用比较. 中华实验眼科杂志 2016;34(7):613-618
- 18 孙智勇, 颜华. 飞秒激光在白内障手术中的应用进展. 眼科新进展 2021;41(1):94-97