

同轴 1.8mm 微切口白内障超声乳化吸除术的临床研究

惠娜, 喻磊, 王从毅, 杨新光

基金项目:陕西省科学技术研究发展计划项目[No. 2012K16-11(5)]

作者单位:(710004)中国陕西省西安市第四医院眼科

作者简介:惠娜,毕业于西安交通大学医学院,硕士,主治医师,研究方向:白内障。

通讯作者:喻磊,毕业于南京医科大学,主任医师,副主任,研究方向:白内障、眼内屈光。yulei402@126.com

收稿日期:2016-06-22 修回日期:2016-08-31

Clinical effects of coaxial 1.8mm microincision phacoemulsification

Na Hui, Lei Yu, Cong-Yi Wang, Xin-Guang Yang

Foundation item: Shaanxi Province Science and Technology Research and Development Project [No. 2012K16-11(5)]

Department of Ophthalmology, Xi'an No. 4 Hospital, Xi'an 710004, Shaanxi Province, China

Correspondence to: Lei Yu. Department of Ophthalmology, Xi'an No. 4 Hospital, Xi'an 710004, Shaanxi Province, China. yulei402@126.com

Received:2016-06-22 Accepted:2016-08-31

Abstract

• **AIM:** To observe and compare clinical effects of coaxial 1.8mm microincision phacoemulsification and 3.2mm small incision phacoemulsification.

• **METHODS:** A total of 117 eyes of 85 patients with age-related cataract in our hospital were divided randomly into two groups: 43 patients (59 eyes) in the coaxial 1.8mm microincision cataract surgery group (C-MICS), 42 patients (58 eyes) in the coaxial 3.2mm traditional small incision cataract surgery group (C-SICS). A total of 117 eyes were received phacoemulsification with intraocular lens implantation. Uncorrected visual acuity was recorded preoperatively and postoperatively at 1, 7, 30 and 90d. The effective phacoemulsification time and average ultrasound energy were recorded in surgery. Corneal endothelial cell and corneal topography were recorded preoperatively and postoperatively at 90 d.

• **RESULTS:** Uncorrected visual acuity (logMAR) was no overall statistical significance difference between C-MICS group and C-SICS group ($P>0.05$), but was significant statistical difference in different time-point within both groups ($P<0.05$). Uncorrected visual acuity in different time-point had nothing to do with corneal wound size in cataract surgery ($P>0.05$). On the 1 day after surgery, uncorrected visual acuity was 0.16 ± 0.11 in C-MICS group and 0.22 ± 0.18 in C-SICS group ($P<0.05$). AVE was $(7.00\pm 2.72)\%$ in C-MICS group and $(6.16\pm 3.16)\%$ in C-SICS

group ($P>0.05$). EPT was (3.09 ± 1.61) s in C-MICS group and (3.20 ± 1.92) s in C-SICS group ($P>0.05$). At 90 d after surgery, corneal endothelial cell loss percentage was $(5.81\pm 2.28)\%$ in C-MICS group and $(5.69\pm 2.38)\%$ in C-SICS group ($P>0.05$), SIA was (0.35 ± 0.11) D in C-MICS group and (0.61 ± 0.13) D in C-SICS group ($P<0.05$).

• **CONCLUSION:** Compared with coaxial 3.2mm traditional small incision cataract surgery, 1.8mm coaxial microincision cataract surgery can get earlier visual rehabilitation and significantly reduce SIA. The coaxial 1.8mm microincision cataract surgery is safe, effective and deserves further clinical applications.

• **KEYWORDS:** microincision; phacoemulsification; average ultrasound energy; effective phacoemulsification time; endothelial cell loss percentage; surgery induced astigmatism

Citation: Hui N, Yu L, Wang CY, et al. Clinical effects of coaxial 1.8mm microincision phacoemulsification. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2016;16(10):1828-1831

摘要

目的:用前瞻性随机方法,对照研究 1.8mm 和 3.2mm 透明角膜切口同轴白内障超声乳化吸除术并人工晶状体植入的临床疗效。

方法:选取 2012-12/2014-12 在西安市第四医院眼科进行白内障超声乳化吸除人工晶状体植入术的年龄相关性白内障患者 85 例 117 眼,将患者按随机数字表法分为两组。微切口组 43 例 59 眼,行 1.8mm 同轴白内障超声乳化吸除术;小切口组 42 例 58 眼,行 3.2mm 同轴白内障超声乳化吸除术。术中分别记录平均超声能量(average ultrasound energy, AVE)和有效超声时间(effective phacoemulsification time, EPT),术前、术后 1、7、30 和 90d 分别进行裸眼 LogMAR 视力检查。术前、术后 90d 分别检查角膜内皮细胞密度和角膜地形图。比较两组患者术中 AVE 和 EPT、术后裸眼 LogMAR 视力和术后 90d 角膜内皮细胞丢失率和手术源性散光的差异。

结果:两组患者间视力的整体差异无统计学意义($F=2.222, P=0.139$)。两组内不同时间点的视力差异有统计学意义($F=231.968, P=0.000$)。不同长度角膜切口与不同时间点的视力未见交互作用($F=0.666, P=0.428$)。术后 1d 微切口组的裸眼 LogMAR 视力为 0.16 ± 0.11 ,小切口组的裸眼 LogMAR 视力为 0.22 ± 0.18 ,两组比较差异有统计学意义($P<0.05$),余时间点两组间视力差异无统计学意义($P>0.05$)。微切口组和小切口组术中 AVE 分别为 $(7.00\pm 2.72)\%$ 和 $(6.16\pm 3.16)\%$,EPT 分别为 3.09 ± 1.61 s 和 3.20 ± 1.92 s,两组间差异均无统计学意义($P>0.05$)。术后 90d 微切口组和小切口组角膜内皮细胞丢失率分别为 $(5.81\pm 2.28)\%$ 和 $(5.69\pm 2.38)\%$,两组间差异

无统计学意义($P>0.05$)。术后 90d 微切口组和小切口组 SIA 分别为 $0.35\pm 0.11D$ 和 $0.61\pm 0.13D$, 两组间差异有统计学意义($P<0.05$)。

结论:与 3.2mm 同轴小切口白内障超声乳化吸除术比较, 1.8mm 同轴微切口术具有术后早期视力恢复快、术后晚期手术源性散光小等优点, 而且不增加能量的使用, 不加重角膜内皮细胞的损伤。

关键词:微切口; 白内障超声乳化吸除术; 平均超声能量; 有效超声时间; 角膜内皮细胞丢失率; 手术源性散光

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2016.10.10

引用:惠娜, 喻磊, 王从毅, 等. 同轴 1.8mm 微切口白内障超声乳化吸除术的临床研究. 国际眼科杂志 2016; 16(10):1828-1831

0 引言

同轴微切口白内障超声乳化吸除术 (coaxial microincision cataract surgery, CMICS) 指手术切口 2.0mm 以下的白内障手术。由于手术切口缩小, 微切口白内障超声乳化吸除术具有前房稳定性好、手术源性散光小、切口密闭性佳、眼内炎几率小等优点。但是与微切口相配的超声乳化头直径也随之缩小, 是否带来超声乳化效率降低, 超声时间和能量延长, 角膜内皮的损伤加重, 这些都有待研究。本研究比较 1.8mm 透明角膜微切口与 3.2mm 透明角膜小切口白内障超声乳化吸除术中超声能量水平、术后视力、角膜内皮细胞密度和手术源性散光的变化, 为微切口白内障超声乳化吸除术的临床应用提供理论基础。

1 对象和方法

1.1 对象 选择 2012-12/2014-12 在我院眼科进行白内障超声乳化人工晶状体植入术的年龄相关性白内障患者 85 例 117 眼。纳入标准: (1) 根据 LOCS III 分级标准, 晶状体核硬度为 II ~ III 级; (2) 角膜屈光度 $<1.0D$; (3) 眼轴 22 ~ 24.5mm; (4) 角膜内皮细胞密度 >1500 个/ mm^2 。排除标准: (1) 角膜变性、葡萄膜炎、青光眼、高度近视眼、视神经病变、视网膜病变、年龄相关性黄斑变性、眼外伤病史、准分子激光手术和其他内眼手术史; (2) 全身严重疾病史不能耐受手术者。患者年龄 48 ~ 81 (平均 64.1 ± 8.6) 岁, 其中男 40 例 55 眼, 女 45 例 62 眼。将患者按数字表法随机分为两组, 微切口组 43 例 59 眼, 行 1.8mm 同轴白内障超声乳化吸除术; 小切口组 42 例 58 眼, 行 3.2mm 同轴白内障超声乳化吸除术。每位患者同意并签署知情同意书, 并经本院医学伦理委员会批准。微切口组年龄 64.8 ± 8.5 岁, 男 21 例, 女 22 例, II 级核 26 眼, III 级 33 眼; 小切口组年龄 63.3 ± 8.8 岁, 男 19 例, 女 23 例, II 级核 28 眼, III 级 30 眼。两组患者在年龄、性别和核硬度方面, 差异均无统计学意义($P=0.408, 0.743, 0.712$)。

1.2 方法

1.2.1 术前准备 术前予以左氧氟沙星眼药水滴术眼 3d, 每日 4 次。所有患者采用 IOL Master 进行生物学测量, 包括角膜曲率、前房深度和眼轴长度, 并用 SRK-T 公式计算人工晶状体的度数, 术前目标屈光度设定为 $0\pm 0.25D$ 。

1.2.2 手术方法 手术当日充分散瞳。超声乳化仪为 Bausch & Lomb Stellaris。术中参数设置为: 超声能量上限 30%, 负压 350mmHg, 灌注液瓶高度 80cm。手术由同一术者操作。常规消毒铺巾, 丙美卡因滴眼液滴术眼, 每次 1 滴, 间隔 2 ~ 3min, 共 3 次, 1mm 穿刺刀于 2:00 位透明角膜

做辅助切口, 前房注入适量黏弹剂。所有患者切口均位于 11:00 角膜, 微切口组做 1.8mm 透明角膜切口, 小切口组做 3.2mm 透明角膜切口。连续环形撕囊, 充分水分分离、水分层, 劈核, 超声粉碎核, 注吸皮质, 囊袋内注入黏弹剂, 植入折叠人工晶状体, 微切口组植入 Akreos MI60 一片式非球面人工晶状体, 小切口组植入 Adapt-AO 一片式非球面人工晶状体。彻底注吸黏弹剂, 水密角膜切口。

1.2.3 术中和术后评价 (1) 术后通过超声乳化仪的控制面板直接读取每一台手术的平均超声能量 (average ultrasound energy, AVE) 和有效超声时间 (effective phacoemulsification time, EPT)。(2) 术前、术后 1、7、30 和 90d 分别进行 LogMAR 视力检查。(3) 术前和术后 90d 分别检查角膜内皮细胞密度, (术前角膜内皮细胞密度 - 术后 90d 角膜内皮细胞密度) / 术前角膜内皮细胞密度 $\times 100\%$ 即为角膜内皮细胞丢失率。(4) 术前和术后 90d 分别检查角膜地形图检查: 记录术眼角膜曲率, 应用矢量分析方法 (余弦定律法) 计算手术源性散光 (surgically induced astigmatism, SIA)。所用公式为 $K_2 = [K_1^2 + K_3^2 - 2K_1 K_3 \cos(2\theta_3 - 2\theta_1)]^{1/2}$, K_1 、 K_2 、 K_3 分别为术前角膜散光、手术源性散光和术后角膜散光, θ_1 和 θ_3 分别为术前和术后角膜散光轴。

统计学分析: 采用统计软件 SPSS 23.0 进行数据分析。计量资料用均数 \pm 标准差 ($\bar{x}\pm s$) 表示。重复测量的计量资料采用重复测量方差分析, 组内不同时间点两两比较采用 LSD- t 检验, 两组间同一时间点比较采用独立样本 t 检验, 以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者 AVE 和 EPT 比较 微切口组和小切口组术中 AVE 分别为 $(7.00\pm 2.72)\%$ 和 $(6.16\pm 3.16)\%$, EPT 分别为 $3.09\pm 1.61s$ 和 $3.20\pm 1.92s$, 两组比较差异无统计学意义 ($t_{AVE} = 1.551, t_{EPT} = -0.347; P>0.05$)。

2.2 两组患者术后裸眼 LogMAR 视力 两组间术前和术后视力的整体差异无统计学意义 ($F=2.222, P=0.139$)。两组内术前和术后不同时间点的视力差异有统计学意义 ($F=231.968, P=0.000$)。两组内不同时间点视力两两比较, 差异均有统计学意义 (LSD- $t=0.691, 0.714, 0.733, 0.749, 0.023, 0.042, 0.058, 0.019, 0.035, 0.016, P<0.01$)。不同长度角膜切口与不同时间点的视力未见交互作用 ($F=0.666, P=0.428$)。术后 1d 微切口组的裸眼视力为 0.16 ± 0.11 , 小切口组的裸眼视力为 0.22 ± 0.18 , 两组比较差异有统计学意义 ($t=-2.25, P=0.026$)。术前、术后 7、30 和 90d, 微切口组和小切口组的裸眼视力比较, 差异无统计学意义 ($t=-0.945, -1.760, -1.158, -0.638, P=0.347, 0.081, 0.249, 0.525$, 表 1)。

2.3 两组患者角膜内皮细胞丢失率 微切口组和小切口组术前角膜内皮细胞密度分别为 2635 ± 229 个/ mm^2 和 2641 ± 278 个/ mm^2 , 术后 90d 两组角膜内皮细胞密度分别为 2485 ± 250 个/ mm^2 和 2493 ± 290 个/ mm^2 , 两组比较差异无统计学意义 ($t=-0.115, -0.169, P=0.909, 0.866$)。术后 90d 微切口组和小切口组角膜内皮细胞丢失率分别为 $(5.81\pm 2.28)\%$ 和 $(5.69\pm 2.38)\%$, 两组比较差异无统计学意义 ($t=0.289, P=0.733$)。

表1 微切口组与小切口组手术前后 LogMAR 视力比较

组别	眼数	$\bar{x} \pm s$				
		术前	术后 1d	术后 7d	术后 30d	术后 90d
微切口组	59	0.83±0.59	0.16±0.11	0.15±0.09	0.14±0.09	0.12±0.08
小切口组	58	0.92±0.48	0.22±0.18	0.18±0.10	0.15±0.08	0.13±0.08
<i>t</i>		-0.945	-2.25	-1.760	-1.158	-0.638
<i>P</i>		0.347	0.026	0.081	0.249	0.525

2.4 两组患者术后手术源性散光变化 微切口组和小切口组的术前散光比较,差异无统计学意义($t=1.264, P=0.0209$)。术后 90d 微切口组和小切口组 SIA 分别为 $0.35 \pm 0.11D$ 和 $0.61 \pm 0.13D$; 两组 SIA 比较,差异有统计学意义($t=-11.892, P=0.000$)。

2.5 术中和术后并发症 所有患者中,白内障超声乳化吸除术均维持术中前房稳定,均无切口热损伤、后囊膜破裂、悬韧带断裂等严重并发症。术后无感染性眼内炎,仅 2 眼一过性高眼压,予以药物治疗后眼压恢复正常。

3 讨论

我们研究发现,术后 1d 微切口组裸眼视力优于小切口组,提示微切口白内障超声乳化吸除术后的视力恢复比小切口白内障手术快。姚克等^[1]发现术后 1d 时 1.8mm 组裸眼 LogMAR 视力优于 3.0mm 小切口组。Orczykowska 等^[2]也发现术后 1d 时 1.8mm 透明角膜组的裸眼视力明显优于 2.75mm 透明角膜组,并将这归功于 1.8mm 白内障手术的微创切口。术后 7、30 和 90d,微切口组和小切口组的裸眼视力差异无统计学意义,说明微切口组与小切口组具有相同的视力疗效,这与 Shentu 等^[3]通过 Meta 分析研究的结果相似。

超声乳化针头以高于声波的频率进行振动产生超声能量。调整释放的能量时,振动频率并无改变,只是调整振动幅度,从而控制总能量。手术时 Stellaris 超乳仪自动计算 AVE 和 EPT。AVE 是指在有超声能量释放的总时间内,所产生能量的平均值,即最大超声能量的百分比。EPT 指手术中超声乳化仪释放的总能量换算成 100% 能量释放时,所对应的超声时间。完全超声时间 (absolute phacoemulsification time, APT) 指手术中实际超声乳化时间。EPT=(AVE×APT)/100%。1.8mm 透明角膜切口的超乳针头内径 0.79mm,外径 0.95mm,远小于 3.2mm 透明角膜切口的超乳针头 (1.1mm),而且抽吸管道 (内径 1.1mm) 也比标准管道 (内径 1.5mm) 更小。超乳针头内径的缩小与白内障核的接触面积减小,是否造成超乳效率降低、超乳时间延长呢?

我们研究发现,微切口组 AVE 略高于小切口组,而 EPT 略低于小切口组,但是二者的差异均无统计学意义。Wylegala 等^[4]发现微切口组术后 1、7 和 30d 中央角膜增厚较小切口组小,但是 EPT 和 AVE 与小切口的差异均无统计学意义。姚克等^[1]也发现超声乳化吸除术中的 EPT 和 AVE 在微切口组和小切口组之间差异无统计学意义,与我们的研究结果相一致。Can 等^[5]比较同轴 2.8mm、同轴 2.2mm 和双轴 1.4mm 白内障超声乳化吸除术后发现,2.8mm 组平均 EPT 为 $2.56 \pm 2.46s$,2.2mm 组平均 EPT 为 $1.98 \pm 1.91s$,1.4mm 组平均 EPT 为 $1.29 \pm 1.85s$,三者的差异有统计学意义,提示微切口组 EPT 小于小切口组。而 Dosso 等^[6]对比 1.6mm 微切口和 2.8mm 小切口白内障超声乳化吸除术后得出 1.6mm 微切口组的超声时间

(ultrasound time, UST) 和手术时间均长于小切口组的结论。Crema 等^[7]研究发现微切口组 UST 长于小切口组,平均超声能量两组无异常。Shentu 等^[3]通过 Meta 分析发现微切口组和小切口组的 EPT 和累积耗散超声能量均差异无统计学意义。但是微切口组的 UST 长于小切口组,认为 UST 延长造成高灌注压下前房内的灌注时间延长,但是并不意味着前房内的能量释放增加,因为不同的超声乳化仪具有不同的声学能量模式,而且 EPT 和 AVE 才是更好衡量手术中超声乳化效率的指标^[3]。超声乳化针头在快速前后振动时主要产生以下四方面的作用:一是空穴作用使周围组织破碎;二是超声波的震荡作用;三是机械作用;四是粉碎作用。其中空穴作用在超声乳化的机制中起了最主要的作用。Stellaris 超声乳化仪采用改进的六晶片低频 (28.5kHz) 手柄能量输出,产生持续稳定高效的切割动力,达到最佳的空穴作用。虽然针头内径减小,但是超声乳化效率提高,所以与小切口组相比,手术过程中不会增加超声能量,也不增加有效超声乳化时间。

持续性角膜水肿是白内障术后的严重并发症,其发生原因是角膜内皮细胞损伤。成年人的角膜内皮细胞损伤后无增生,其修复靠细胞的移行与扩展。当角膜内皮细胞严重损伤、功能无法代偿时,可能发生持续性角膜水肿。白内障超声乳化过程中超声能量的释放、灌注液的湍流、晶状体碎块和手术器械的机械性损伤,都可能损伤角膜内皮细胞的数量或影响角膜内皮细胞的功能。我们研究中所有手术均由同一术者完成,患者核硬度为 II ~ III 级,术中使用同样的超声乳化仪和灌注液,术后角膜内皮细胞丢失率可反映超声能量对角膜内皮细胞的损伤情况。我们发现术后 90d,微切口组和小切口组的 ECL 差异无统计学意义,与姚克等^[1]研究结果相一致。使用 OZil Torsional 超声乳化手柄进行 2.2mm 微切口白内障手术表明^[8-9],术后 6mo 时 2.2mm 组的 ECL 均低于 2.8mm 组。而 Crema 等^[7]发现术后 3mo, ECL 在微切口组和小切口组分别为 $(4.45 \pm 5.06)\%$ 和 $(4.66 \pm 6.10)\%$,两者之间差异无统计学意义,但是术后 1a,微切口组 ECL 为 $(8.82 \pm 7.39)\%$,高于小切口组的 $(6.00 \pm 6.72)\%$ 。Shentu 等^[3]通过 Meta 分析也发现术后 7d 和 30d,微切口组和小切口组的 ECL 差异均无统计学意义,但是术后 60d 及以后,微切口组表现出对角膜内皮细胞更多的损伤。有研究发现白内障术后角膜内皮细胞的丢失可持续至术后 10a 甚至更久。Luo 等^[10]分析认为,和小切口相比,微切口更影响透明角膜切口的完整性,如后弹力层脱离、切口对合不整齐、切口间隙等。Cheng 等^[11]研究 2.2mm 和 3.0mm 透明角膜切口白内障超声乳化吸除术后 1、5 和 24h 切口情况后发现,对于 I ~ IV 级核,两组切口差异不大,但是对于 V 级核,3.0mm 切口组发生后弹力层脱离、内皮细胞间隙的情况较 2.2mm 组少。微切口影响切口的完整性,可能是造成术后晚期微切口组 ECL 高的原因之一。另外, Hwang 等^[12]

研究发现,术后 1wk 时 IL-1 β 、IL-6、VEGF 和 PGE2 等炎症因子在微切口组的浓度和表达均高于小切口组。他认为和小切口组比较,微切口组的血-房水屏障更易被破坏。术后血-房水屏障破坏,炎症因子释放多,有可能是引起微切口组 ECL 高的另一原因。

手术源性散光(SIA)是指手术所引起的角膜散光,是影响白内障术后视觉质量的主要因素。SIA 是一个矢量,既有大小又有方向,计算 SIA 时既要考虑大小,还要考虑方向。矢量分析法能将 SIA 的散光及其轴位变化都设计在内,结果可靠性高。SIA 在术后一段时间内是一个变量,随着角膜切口的愈合,逐渐趋于稳定。SIA 受手术技巧、切口的类型、位置和大小、手术缝线等因素影响。切口越靠近角膜中央,散光越大。本研究所有手术均由同一术者完成,手术切口均位于 11:00 角膜,手术切口均不缝合。去除其他因素的影响,手术切口的大小成为影响 SIA 的重要因素。Wei 等^[13]研究发现,术后 3wk 时 3.5mm 透明角膜切口组的 SIA 大于 2.5mm 透明角膜切口组。Masket 等^[14]发现,3.0mm 传统切口的 SIA 约为 0.67 \pm 0.48D,而 2.2mm 同轴微切口的 SIA 约为 0.35 \pm 0.21D,说明减小手术切口可降低 SIA。Luo 等^[10]研究发现,术后 30d 时 1.8mm 和 2.2mm 切口的 SIA 明显小于 3.0mm 切口。Shentu 等^[3]通过 Meta 分析研究发现,微切口白内障手术比小切口白内障手术的 SIA 小。我们的研究结果发现术后 90d 微切口组的 SIA 较小切口组小,与上述文献报道相一致。

本研究结果提示,与传统小切口白内障超声乳化吸除术比较,微切口白内障术后视力恢复快,术中不增加超声能量释放和有效超声乳化时间,术后不增加早期角膜内皮丢失率,具有高效性和安全性。但是,本研究未涉及 V 级硬核,硬核进行微切口白内障手术的超声效率、角膜内皮细胞丢失率和角膜水肿等问题仍需进一步研究。角膜内皮细胞丢失率的观察时间应适当延长,以得到更有价值的结果。

参考文献

- 1 姚克,王玮,吴炜,等.同轴 1.8mm 微切口超声乳化白内障手术临床效果评价.中华眼科杂志 2011;47(8):903-907
- 2 Orczykowska M, Owidzkaz M, Synder A, et al. Comparative analysis of early distance visual acuity in patients after coaxial phacoemulsification

through the microincision (1.8 mm) and after standard phacoemulsification through the small incision (2.75 mm). *Klin Oczna* 2014;116(1):7-10

- 3 Shentu X, Zhang X, Tang X, et al. Coaxial microincision cataract surgery versus standard coaxial small-incision cataract surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One* 2016; 11(1):e0146676
- 4 Wylegała E, Rebekowska-Juraszek M, Dobrowolski D, et al. Influence of 3.0 mm incision coaxial phacoemulsification and microincision cataract surgery (MICS) on corneal thickness. *Klin Oczna* 2009;111(7-9):207-211
- 5 Can I, Takmaz T, Yildiz Y, et al. Coaxial, microcoaxial, and biaxial microincision cataract surgery prospective comparative study. *J Cataract Refract Surg* 2010;36(5):740-746
- 6 Dosso AA, Cottet L, Burgener ND, et al. Outcomes of coaxial microincision cataract surgery versus conventional coaxial cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(2):284-288
- 7 Crema AS, Walsh A, Yamane Y, et al. Comparative study of coaxial phacoemulsification and microincision cataract surgery: One-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2007;33(6):1014-1018
- 8 Berdahl JP, Jun B, DeStafeno JJ, et al. Comparison of a torsional handpiece through microincision versus standard clear corneal cataract wounds. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(12):2091-2095
- 9 Park YG, Chung SH, Joo CK. Comparison of microcoaxial with standard clear corneal incisions in torsional handpiece cataract surgery. *Ophthalmologica* 2012;227(1):55-59
- 10 Luo L, Lin H, He M, et al. Clinical evaluation of three incision size-dependent phacoemulsification systems. *Am J Ophthalmol* 2012;153(5):831-839
- 11 Cheng B, Liu Y, Liu Y, et al. Early changes in morphology and intraocular pressure by size of clear corneal incision. *Cornea* 2011;30(6):634-640
- 12 Hwang HS, Ahn YJ, Lee HJ, et al. Comparison of macular thickness and inflammatory cytokine levels after microincision versus small incision coaxial cataract surgery. *Acta Ophthalmol* 2016;94(3):e189-194
- 13 Wei YH, Chen WL, Su PY, et al. The influence of corneal wound size on surgically induced corneal astigmatism after phacoemulsification. *J Formos Med Assoc* 2012;111(5):284-289
- 14 Masket S, Wang L, Belani S. Induced astigmatism with 2.2- and 3.0-mm coaxial phacoemulsification incisions. *J Cataract Refract Surg* 2009; 25(1):21-24