

## Effects of Infusion and Bolus Intracameral Adrenaline during Phacoemulsification on Endothelial Density and Morphology

Rouhani MR, MD; Vafi M, MD; Izadi S, MD

**Purpose:** To compare the morphology and function of corneal endothelial cell in early postoperative period after phacoemulsification with infusion or bolus intracameral adrenaline.

**Methods:** In this prospective randomized study, 71 eyes of 71 patients scheduled for phacoemulsification were randomly assigned to two groups: one group (31 eyes) received bolus intraocular adrenaline at 1/10,000 concentration and the other group (30 eyes) received adrenaline infusion at 1/1,000,000 concentration intraoperatively. Pre- and one month postoperatively, a complete ophthalmologic examination as well as endothelial evaluation with ConfoScan III was performed. Effective phaco time (EPT) and pupillary condition during the surgery were recorded.

**Results:** Differences between the two groups were not statistically significant in demographic characteristics, lens opacity and EPT. Endothelial cell density was  $2737 \pm 321$  in the bolus group vs  $2742 \pm 426$  in the infusion group preoperatively ( $P=0.1$ ). After one month, the rate of cell loss was 7.21% in the infusion group and 8.87% in the bolus group ( $P=0.13$ ). Pupil diameter was  $>6$  mm in 48% of the infusion group vs 33% of the bolus group ( $P=0.5$ ).

**Conclusion:** Adrenaline was safe at the studied concentrations and there was no significant difference between bolus and infusion routes of administration in terms of effects on pupil and endothelial cells.

- Bina J Ophthalmol 2007; 12 (2): 182-187.

### مقایسه استفاده از ادرنالین به روش بولوس و به روش اینفیوژن حین جراحی آب‌مرورید از نظر اثر بر روی یاخته‌های اندوتلیوم قرنیه

دکتر محمدرضا روحانی<sup>۱</sup>، دکتر منصور وافی<sup>۲</sup> و دکتر شاهرخ ایزدی<sup>۱</sup>

**هدف:** مقایسه اثر استفاده از ادرنالین در جراحی آب‌مرورید با کارگذاری لنز به دو روش بولوس یا اینفیوژن حین عمل، بر روی تراکم و ویژگی‌های موفولوژیک یاخته‌های اندوتلیوم ناحیه مرکزی قرنیه با استفاده از ConfoScan-III. **روش پژوهش:** تعداد ۷۱ چشم مبتلا به آب‌مرورید از ۷۱ فرد ۷۰-۴۰ ساله به صورت تصادفی به دو گروه تقسیم شدند. در یک گروه، ادرنالین به صورت بولوس با غلظت ۱/۱۰,۰۰۰ در ابتدای عمل در داخل اتاق قدامی تزریق شد و در گروه دیگر، ادرنالین با غلظت ۱/۱,۰۰۰,۰۰۰ به صورت اینفیوژن در طول عمل استفاده شد. وضعیت دید، اندازه مردمک با مدریاتیک، کدورت عدسی بر اساس LOCS-III و وضعیت اندوتلیوم قبل از عمل و هم‌چنین وضعیت مردمک حین عمل و زمان موثر فیکو (EPT) ثبت می‌شد. برای همه بیماران از یک نوع لنز تاشوی اکریلیک هیدروفیلیک استفاده شد. یک ماه بعد، همه موارد تحت معاینه کامل و بررسی وضعیت یاخته‌های اندوتلیوم قرنیه قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** دو گروه از نظر سن، جنس، وضعیت مردمک، EPT و کدورت عدسی مشابه بودند. تعداد یاخته‌های اندوتلیوم قبل از عمل در گروه بولوس  $2737 \pm 321$  و در گروه اینفیوژن  $2742 \pm 426$  بود ( $P=0.1$ ). میزان پلومورفیسیم و پلی‌مگاتیسم یاخته‌های اندوتلیوم قبل از عمل، در گروه بولوس به ترتیب  $62/78 \pm 5/47$  و  $29/30 \pm 5/08$  درصد و در گروه اینفیوژن به

دکتر محمدرضا روحانی - دو روش استفاده از ادرنالین در جراحی آب مروارید

ترتیب ۳۵/۴±۲۳/۶۲ و ۷۸/۵±۶۱/۳۱ درصد بود که تفاوت دو گروه از نظر این دو مولفه، معنی دار نبود. قطر مردمک در زمان کارگذاری لنز، در گروه اینفیوژن در ۴۸ درصد موارد و در گروه بولوس در ۳۳ درصد موارد بیش از ۶ mm بود (P=۰/۵). بعد از عمل، تراکم یاخته‌های اندوتلیوم در گروه بولوس ۸/۸۷ درصد و در گروه اینفیوژن ۷/۲۱ درصد کاهش یافت (P=۰/۱۳). میزان افزایش پلی‌مگاتیسیم در روش بولوس ۱/۷۲±۲/۹۵ درصد و در روش اینفیوژن ۳/۵۶±۲/۰۳ درصد بود (P=۰/۱۳). میزان پلومورفیسیم در گروه بولوس ۰/۲۵ درصد و در گروه اینفیوژن ۰/۲۴ درصد افزایش یافت (P=۰/۸). نتیجه‌گیری: دو روش مصرف ادرنالین (بولوس و اینفیوژن) از نظر اثر بر روی مردمک و تاثیر بر روی تراکم و مورفولوژی یاخته‌های اندوتلیوم قرینه تفاوتی ندارند.

• مجله چشم‌پزشکی بینا ۱۳۸۵؛ دوره ۱۲، شماره ۲: ۱۸۷-۱۸۲.

• پاسخ‌گو: دکتر محمدرضا روحانی (email: dr\_mr\_rohani@yahoo.com)

۱- استادیار - چشم‌پزشک - دانشگاه علوم پزشکی زاهدان

۲- چشم‌پزشک

📍 زاهدان بلوار شهید مطهری - مرکز چشم‌پزشکی زاهدان

• این تحقیق به پشتوانه مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی زاهدان انجام شده است.

تاریخ دریافت مقاله: ۴ تیر ۱۳۸۵

تاریخ تایید مقاله: ۱ آبان ۱۳۸۵

## مقدمه

جراحی آب‌مروارید در دو دهه اخیر، پیش‌رفت قابل توجهی داشته است<sup>۱</sup>. به‌رغم پیش‌رفت روش‌های جراحی، داشتن مردمک گشاد حین عمل در تمام روش‌ها، یک ضرورت غیر قابل چشم‌پوشی است. جمع شدن مردمک حین عمل فیکوآمولسیفیکیشن و یا در زمان شستشو و تخلیه مواد عدسی (irrigation/aspiration) می‌تواند احتمال باقی ماندن مواد عدسی، پاره شدن کپسول خلفی عدسی، خروج زجاجیه (vitreous loss) و صدمه به عنبیه را افزایش دهد و حتی می‌تواند در کارگذاری لنز داخل چشمی (IOL) در کپسول مشکل ایجاد کند<sup>۲</sup>. هرچند مصرف قبل از عمل میدریاتیک‌ها اعم از آنتی‌کولینرژیک‌ها و سمپاتومیمتیک‌ها، اغلب می‌تواند باعث باز شدن مردمک در حد مورد نیاز در ابتدای عمل شود ولی فاصله زمانی مورد نیاز جهت اثر دارو و جمع شدن مردمک حین عمل، در بسیاری از موارد، استفاده از یک گشادکننده موثر دیگر حین عمل را ایجاب می‌کند<sup>۳</sup>. تزریق داخل چشمی زایلوکایین ۱ درصد نیز در موارد زیادی می‌تواند مردمک مناسب برای جراحی آب‌مروارید را تامین کند ولی اندازه مردمک در برخی موارد، وسعت لازم را ندارد<sup>۱</sup>.

تزریق داخل چشمی ادرنالین از دیرباز به عنوان یک مدریاتیک خوب و قوی حین عمل استفاده می‌شود و

گزارش‌های زیادی، بی‌ضرری آن را بر روی اندوتلیوم قرینه، در صورتی که بدون ماده نگه‌دارنده سولفیت (sulfite) باشد؛ حتا با غلظت بالا (۱/۱۰۰۰)، تایید کرده‌اند<sup>۴-۶</sup>. برای ایجاد مردمک مناسب، نیاز به غلظت بالای ادرنالین نیست و دیده شده است که غلظت ۱/۴۰۰,۰۰۰ نیز به اندازه غلظت ۱/۲۵,۰۰۰ موثر است<sup>۳</sup>. هم‌چنین می‌توان از اینفیوژن ادرنالین با غلظت ۱/۱,۰۰۰,۰۰۰ در طول عمل، بدون نگرانی استفاده کرد و این غلظت می‌تواند در حفظ انبساط مردمک، کاملاً موثر باشد<sup>۲</sup>. به هر حال، با توجه به این که شایع‌ترین علت ادم قرینه، صدمه به اندوتلیوم است<sup>۷</sup> و از طرفی، ادرنالین با ماده نگه‌دارنده، در ایران به صورت گسترده‌ای استفاده می‌شود و تاکنون مقایسه‌ای از نظر تفاوت شکل (پلومورفیسیم) و تفاوت اندازه (پلی‌مگاتیسیم) یاخته‌ها منتشر نشده است؛ در این مطالعه، اثرات آمپول اپی‌نفرین دارای ماده نگه‌دارنده سولفیت ساخت کارخانه داروپخش ایران را به دو روش اینفیوژن و بولوس در عمل جراحی آب‌مروارید به روش فیکو، بر روی وضعیت اندوتلیوم قرینه بررسی نموده‌ایم.

## روش پژوهش

در یک کارآزمایی بالینی یک‌سوکور، ۷۱ چشم از ۷۱ بیمار کاندید جراحی آب‌مروارید مراجعه‌کننده به مرکز چشم‌پزشکی

مسدود گردیدند. روی صلیبه، برش Frown به طول حدود ۳/۵ میلی‌متر در خلف لیمبوس جراحی ایجاد شد و تونل صلیبه‌ای تا قرنیه شفاف، به وسیله Crescent تامین گردید. برش استاب (stab Incision) با چاقوی ۱۵ درجه با فاصله بین ۵۰ تا ۷۰ درجه نسبت به برش اصلی، در قرنیه شفاف ایجاد شد. در گروه بولوس، ۰/۵ میلی‌متر ادرنالین (آمپول ۱ mg/ml، ساخت شرکت داروپخش) رقیق شده با ۹ حجم محلول نمکی متعادل یا BSS (غلظت ۱/۱۰,۰۰۰) در اتاق قدامی تزریق شد و سپس اتاق قدامی در هر دو گروه، با میتل سلولز ۲ درصد (Coatel)، شکل‌دهی گردید و توسط سوزن کج نمبر ۲۷، کپسولورکسیس قدامی صورت گرفت. پس از هیدرودایسکشن برای تمام افراد با دستگاه اشتورز مدل Protégé، فیکوامولسیفیکیشن عدسی با روش D&C (divide and conquer) انجام پذیرفت. باقی‌مانده مواد قشر عدسی با سوزن دومجراحی خارج شدند و بعد از شکل‌دهی مجدد اتاق قدامی با ویسکوالاستیک و افزایش اندازه برش، IOL تاشونده از نوع هیدروفیلیک آکرلیک با هولدر در کپسول عدسی کار گذاشته شد. پس از شستشوی اتاق قدامی از مواد ویسکوالاستیک، برای تمام افراد حدود ۰/۲ میلی‌لیتر میوکول (Myocohle) در اتاق قدامی از طریق یکی از برش‌های ورودی تزریق گردید. لازم به توضیح است که برای گروه اینفیوژن، در ۵۰۰ ml محلول BSS مصرفی عمل، ۰/۵ میلی‌لیتر از آمپول ادرنالین با مشخصات ذکر شده بالا، حل می‌شد (غلظت ۱/۱,۰۰۰,۰۰۰).

در صورت نیاز، برای آب‌بندی شدن زخم، یک بخیه مجزا در محل برش اصلی زده می‌شد. طبق روتین بخش، تزریقات زیرملتحمه‌ای شامل ۱۰۰ mg سفازولین و ۴۰ mg جنتامایسین همراه با ۴ mg بتامتازون انجام گردید و چشم تا صبح روز بعد بسته شد. روز بعد از عمل، قطره بتامتازون هر ۲ ساعت و قطره سیپروفلوکساسین هر ۴ ساعت شروع شد که سیپروفلوکساسین بعد از یک هفته قطع گردید ولی قطره بتامتازون در عرض ۵ هفته، به تدریج کاهش می‌یافت و قطع می‌شد.

یک ماه بعد از عمل با همان شرایط قبل از عمل، دوباره قرنیه به وسیله دستگاه Confo Scan ارزیابی گردید. داده‌های مطالعه با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS، نگارش ۱۱ و Stata، نگارش ۶ تحت تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. از آزمون t

الزه‌های زاهدان در سال ۸۴-۱۳۸۳، وارد مطالعه شدند. بعد از معاینه اولیه و مشخص شدن واجد شرایط بودن بیمار، در مورد انجام مطالعه با او گفتگو می‌شد و پس از توضیح، در صورت تمایل به شرکت در طرح، از وی رضایت‌نامه گرفته می‌شد.

معیارهای ورود به مطالعه شامل سن بین ۷۰-۴۰ سال و کدورت هسته عدسی بر مبنای طبقه‌بندی LOCS III کم‌تر یا مساوی IV بود. افراد دارای سابقه دیابت شیرین یا سابقه جراحی داخل چشمی و یا دارای بیماری چشمی از جمله یوویت و گلوکوم و هر نوع لک قرنیه و یا علایم بالینی سندرم سودواکسفولیاسیون و نیز بیمارانی که اندازه قطر مردمک قبل از عمل با میدریاتیک به بیش از ۵ میلی‌متر نمی‌رسید؛ وارد مطالعه نمی‌شدند. افرادی که حین عمل دچار عارضه خروج زجاجیه می‌شدند؛ از مطالعه خارج و فرد واجد شرایط بعدی جایگزین آن‌ها می‌گردید.

بررسی‌های قبل از عمل شامل تعیین حدت بینایی، فشار داخل چشمی (IOP)، وضعیت شبکیه، کراتومتری، رفرکشن، وضعیت عدسی بر مبنای طبقه‌بندی LOCS III و اندازه مردمک با قطره میدریاتیک بودند. روز قبل از عمل، با دستگاه Confo Scan III، از قسمت مرکزی قرنیه تصویربرداری کامل جهت بررسی بعدی انجام شد. قدرت IOL مورد نیاز به وسیله فرمول SRK.II و با استفاده از دستگاه اشتورز کلاس I (Storz مدل UAB 1000) تعیین گردید و نوع عدسی مورد استفاده در همه موارد، لنز هیدروفیلیک اکریلیک (Lenstec) بود.

بیماران به روش تصادفی بر حسب زمان مراجعه به دو گروه تقسیم شدند. یک ساعت قبل از عمل، یک بار قطره دیکلوفناک و سه بار قطره تروپیکامید به فاصله ۵ دقیقه ریخته می‌شد. بیمار با روش پری‌بولبار و آکینزی اوبرین (Obraïn Akinesia) جهت عمل آماده می‌گردید. همه بیماران توسط یک فرد، جراحی شدند.

### روش جراحی

پس از پرپ و درپ، اسپکولوم گذاشته شد و کولدوساک بالا و پایین با سرم رینگر به دقت شستشو گردید. ملتحمه از ناحیه فوقانی لیمبوس (در چشم راست سوپراتمپورال و در چشم چپ سوپرانازال) باز شد و عروق خون‌ریزی‌دهنده با کوتر دوقطبی

مستقل جهت تجزیه و تحلیل آماری، در سطح معنی داری  $P < 0.05$  استفاده شد.

از گروه بولوس بود؛ به طوری که مردمک بیش از ۶ میلی متر در گروه بولوس در ۴۸ درصد موارد و در گروه اینفیوژن در ۳۳ درصد موارد ایجاد شد ( $P = 0.268$ ).

میانگین زمان موثر فیکو در گروه بولوس  $29.72 \pm 22.6$  ثانیه و در گروه اینفیوژن  $33.2 \pm 22.1$  ثانیه بود ( $P = 0.05$ ). رنگ هسته عدسی (NC) و کدورت هسته عدسی (NO) بر مبنای تقسیم بندی LOCS III در دو گروه مشابه بود؛ متوسط NO در گروه بولوس ۲/۱۱ و در گروه اینفیوژن ۲/۳۹ ( $P = 0.13$ ) و متوسط NC در گروه بولوس ۱/۹۱ و در گروه اینفیوژن ۲/۱۹ ( $P = 0.07$ ) بود. وضعیت یاخته های اندوتلیوم، قبل و بعد از عمل، در دو گروه تفاوتی نداشت. میزان یاخته های اندوتلیومی از دست رفته در گروه بولوس،  $8.87 \pm 4.62$  درصد و در گروه اینفیوژن،  $7.21 \pm 4.49$  درصد بود ( $P = 0.13$ ). میزان تغییرات پلومورفیسم و پلی مگاتیسم در دو گروه نیز تفاوت معنی داری نداشت. البته تغییرات پلی مگاتیسم بیش تر مشهود بود؛ به طوری که تغییرات در گروه بولوس ۶/۳۸ درصد و در گروه اینفیوژن ۵/۳۶ درصد بود (جدول ۱).

#### یافته ها

در این مطالعه ۳۶ چشم در گروه بولوس و ۳۵ چشم در گروه اینفیوژن قرار گرفتند. گروه بولوس شامل ۱۹ زن و ۱۶ مرد با میانگین سنی  $63.3 \pm 9.5$  سال و گروه اینفیوژن شامل ۲۱ زن و ۱۵ مرد با میانگین سنی  $64.0 \pm 6.2$  سال بودند. دو گروه از نظر توزیع سنی و جنسی، تفاوت آماری معنی داری نداشتند. اندازه قطر گشاد شده مردمک قبل از عمل در گروه بولوس، ۶/۹۸ mm و در گروه اینفیوژن ۶/۹۴ mm بود ( $P = 0.45$ ). متوسط حجم مایع BSS مصرف شده حین عمل در گروه بولوس حدود ۱۷۵ میلی لیتر و در گروه اینفیوژن ۱۸۶ میلی لیتر بود ( $P = 0.39$ ). برای انجام کپسولورکسیس، کپسول در ۵ نفر با تریپان آبی (Trepan Blue) رنگ شد که از این تعداد، ۴ نفر در گروه بولوس و تنها یک نفر در گروه اینفیوژن بودند. وضعیت مردمک در زمان گذاشتن IOL در گروه اینفیوژن بهتر

جدول ۱- وضعیت یاخته های اندوتلیوم قبل و بعد از جراحی آب مروارید به تفکیک دو گروه

میزان *P	میانگین (انحراف معیار)		وضعیت یاخته های اندوتلیوم	شمار
	اینفیوژن	بولوس		
۰/۱	۲۷۴۳ (۴۲۶)	۲۷۳۷ (۳۲۱)	قبل از عمل	
۰/۶	۲۵۴۷ (۴۳۵)	۲۴۹۸ (۳۴۸)	بعد از عمل	
۰/۱۳	۳۱/۳۳ (۵/۷۸)	۲۹/۳۸ (۵/۰۸)	قبل از عمل	پلی مگاتیسم (درصد)
۰/۱۲	۳۳/۰۴ (۴/۸۱)	۳۱/۴۱ (۴/۰۶)	بعد از عمل	
۰/۸	۶۲/۲۳ (۴/۳۵)	۶۲/۷۸ (۵/۴۷)	قبل از عمل	پلومورفیسم (درصد)
۰/۵۳	۶۲/۰۶ (۴/۰۲)	۶۲/۶۷ (۴/۱۳)	بعد از عمل	

\* آزمون t زوج

#### بحث

امروزه روش فیکوآمولسیفیکیشن در جراحی آب مروارید، روش ارجح می باشد<sup>۸،۹</sup>. در این مطالعه سعی شده است که با تکیه بر جراحی به روش معمول فیکو آمولسیفیکیشن، اثر دو روش استفاده از ادرنالین که عمدتاً در ایران به کار می روند؛ بر

میانگین دید اصلاح نشده یک ماه بعد از عمل در گروه بولوس  $0.43 \pm 0.18$  لوگمار و در گروه اینفیوژن  $0.39 \pm 0.13$  لوگمار بود ( $P = 0.24$ ). میانگین دید اصلاح شده یک ماه بعد از عمل نیز در گروه بولوس و اینفیوژن به ترتیب  $0.69 \pm 0.22$  و  $0.67 \pm 0.17$  لوگمار بود ( $P = 0.06$ ).

میزان از دست رفتن یاخته‌های اندوتلیوم در گروه اینفویژن  $7/21 \pm 0/74$  درصد و در گروه بولوس  $8/78 \pm 0/87$  درصد بود. میزان کاهش تراکم یاخته‌های اندوتلیوم قرنیه در بررسی‌های مختلف، متفاوت گزارش شده است؛ حداکثر میزان گزارش شده با روش‌های نوین در مطالعه Pirazzoli<sup>۱۱</sup> با روش فیکو فرکچر  $(13/8 \pm 4/3)$  و حداقل آن در مطالعه Kiss<sup>۱۲</sup> با فیکوچاپ  $(0/3 \pm 8/5)$  درصد بوده است. میزان کاهش تراکم یاخته‌ای، بسته به جراح، روش عمل، محلول‌های به کار رفته، طول مدت عمل و دستگاه فیکو متفاوت گزارش شده است<sup>۱۳-۱۴</sup>. ادرنالین مصرف شده در اکثر مطالعات، نوع بدون بی‌سولفیت بوده است. این ماده بافرکننده را مسبب سمیت بر روی یاخته‌های اندوتلیوم قرنیه دانسته‌اند<sup>۵</sup>. هر چند ما در این بررسی از ادرنالین دارای این ماده استفاده کردیم و شاید اگر از ادرنالین خالص استفاده می‌شد؛ میزان کاهش یاخته‌ای کم‌تر می‌شد.

با توجه به نتایج این تحقیق، به نظر نمی‌رسد که ادرنالین دارای بی‌سولفیت سمیت بالایی بر روی قرنیه داشته باشد. به علاوه، تفاوت قابل توجهی بین دو روش معمول استفاده از ادرنالین از نظر تاثیر بر اندوتلیوم و وضعیت مردمک حین جراحی‌های معمول آب‌مرورید وجود ندارد.

وضعیت یاخته‌های اندوتلیوم بررسی شود. در منابع، تعداد یاخته‌های اندوتلیوم در افراد بالغ، به طور متوسط  $2400$  یاخته  $(1500-3500)$  در میلی‌متر مربع گزارش شده است<sup>۹</sup> ولی در این مطالعه، تعداد یاخته‌های اندوتلیوم  $2740 \pm 375$  بود که شاید علت آن، حذف بیماران بالای ۷۰ سال و افراد مبتلا به بیماری سیستمیک باشد. در یک مطالعه انجام شده در فیلیپین، متوسط تراکم یاخته‌های اندوتلیوم شبیه به تحقیق حاضر بود  $(2798 \pm 307 \text{ cell/mm}^2)$ <sup>۱۰</sup>.

پلی‌مگاتیسم، ضریب تغییرات اندازه یاخته‌ها در شرایط عادی تا ۳۰ درصد است و وقتی بیش از ۴۰ درصد باشد؛ احتمال عدم تحمل داخل چشمی وجود دارد<sup>۹</sup>. در این بررسی، پلی‌مگاتیسم قبل از عمل، به طور متوسط  $31/33 \pm 5/78$  درصد و بعد از عمل  $33/04 \pm 4/81$  درصد بود که به هر حال، در محدوده هنجار می‌باشد.

گفته می‌شود که اگر پلومورفیسیم یاخته‌های اندوتلیوم از ۵۰ درصد بیش‌تر باشد؛ تحمل جراحی داخل چشمی مشکل است<sup>۹</sup> ولی در این مطالعه، به‌رغم این که پلومورفیسیم قبل از عمل به طور متوسط  $62/23 \pm 4/35$  درصد بود؛ هیچ‌یک از بیماران دچار ادم مزمن قرنیه نشدند. علت این مغایرت، برای ما روشن نیست.

#### منابع

- 1- Lundberg B, Bending A. Intracameral mydriatics in phacoemulsification cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:2366-2371
- 2- Liou SW, Yang CY. The effect of intracameral adrenaline infusion on pupil size, heart rate and blood pressure during phacoemulsification. *J Ocul Pharmacol Ther* 1998;14:357-361.
- 3- Liou SW, Chen CC. Maintenance of mydriasis with one bolus of epinephrine injection during phacoemulsification. *J Ocul pharmacol Ther* 2001;17:249-253.
- 4- Liou SW, Chiu CJ, Wong IJ. Effect of intraocular epinephrine on the corneal endothelium rabbits. *J Ocul Pharmacol Ther* 2002;18:469-473.
- 5- Hyndiuk RA, Schultz RO. Overview of the toxicity of surgical solutions and drugs and clinical concepts in corneal edema. *Lens Eye Toxic Res* 1992;9:331-506.
- 6- Jaffe Norman S, Jaffe Mark S. Cataract and its complications. 6th ed. St. Louis: Mosby; 1997.
- 7- Alio JL, Mulet ME, Shalaby AMM, Attia WH. Phacoemulsification in the anterior chamber. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:67-75.
- 8- Ravalico G, Tognetto D. Corneal endothelial function after extracapsular cataract extraction and phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 1997;23:1000-1005.
- 9- American Academy of Ophthalmology. Examination techniques for the external eye and cornea. In: Basic and clinical science course. 2004-2005; Sec. 8: 33-34.
- 10- Padilla MD, Sibayan SA, Gonzales CS. Corneal endothelial cell density and morphology in normal Filipino eyes. *Cornea* 2004;23:129-135.
- 11- Pirazzoli G, Eliseo D, Ziosi M, Acciarri R. Effect of phacoemulsification time on the

- corneal endothelium using phaco fracture and phaco chop techniques. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:967-969.
- 12- Kiss B, Findl O, Menapace R, Petternel V, Wirtitsch M, Lorang T, et al. Corneal endothelial cell protection with a dispersive viscoelastic material and irrigating solution during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:733-740.
- 13- Vargas LG, Holzer MP, Solomon KD, Sandoval HP, Auffarth GU, Apple DJ. Endothelial cell integrity after phacoemulsification with 2 different handpieces. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:478-482.
- 14- Slack JW, Edelhauser HF, Helenek MJ. Bisulfite-free intraocular epinephrine solution. *Am J Ophthalmol* 1990;110:77-82.