# Current Approaches for Management of post-Penetrating Keratoplasty Astigmatism

**Feizi S, MD*; Zare Joshaghani M, MD; Montahaei T, MD**

*Ophthalmic Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
**Corresponding author: sepehrfeizi@yahoo.com*

In addition to graft clarity, an acceptable refractive error is essential to consider a corneal transplant successful. The most common complication of penetrating keratoplasty (PK) is postkeratoplasty astigmatism which can result in decreased visual acuity, anisometropia, and mono-ocular diplopia. These complications can cause patient dissatisfaction, in spite of a successful transplant. Intraoperative measures to reduce post-PK astigmatism include round and central trephination with an appropriate size, evenly distributed suture tension, and perfect apposition of recipient and donor corneas. Suture manipulation in the early post operative period can effectively reduce astigmatism. If graft astigmatism is significant after complete suture removal and cannot be corrected using glasses or rigid gas-permeable contact lenses, further interventions such as relaxing incisions, compression sutures, laser refractive surgery, intrastromal corneal ring implants, wedge resection, and toric intraocular lens implantation can be considered. If these approaches fail to reduce astigmatism, then repeat PK becomes inevitable. A combination of the above mentioned approaches may be necessary to achieve an acceptable outcome.

**Key Words:** Penetrating Keratoplasty, Post Keratoplasty Astigmatism, Vector Analyser

- Bina J Ophthalmol 2011; 17 (2): 162-170. **Received:** 25 September 2011 **Accepted:** 3 November 2011

## رویکردهای رایج در کاهش آستیگماتیسم متعاقب کراتوپلاستی نافذ

**دکتر سپهر فیضی[1]*، دکتر محمد زارع جوشقانی[2] و دکتر طلیعه منتهایی[3]**

پس از پیوند قرنیه، عیب انکساری قابل قبول و شفاف بودن آن از اهمیت خاصی برخوردار است. آستیگماتیسم قرنیه شایع‌ترین عارضه جراحی پیوند نفوذی قرنیه (PK: penetrating keratoplasty) می‌باشد که با کاهش حدت بینایی، آنیزومتروپی و دیپلوپی یک چشمی همراه بوده و می‌تواند موجب عدم رضایت از یک پیوند قرنیه موفقیت آمیز گردد. اگر آستیگمات بالا در یک پیوند قرنیه شفاف موجب محدودیت حدت بینایی گردد، آن پیوند ناموفق تلقی می‌شود. اقداماتی که حین عمل جهت کاهش آستیگمات بعد از کراتوپلاستی انجام میشود شامل تریفاین گرد و مرکزی و با اندازه مناسب، بخیه‌های مناسب با کشش یکسان و روبروی هم قرار گرفتن بافت دهنده-گیرنده می‌باشد. دستکاری بخیه جهت به حداقل رسانیدن آستیگمات زودرس بعد از عمل نیز می‌تواند بطور موثر آستیگماتیسم بعد از PK را کاهش دهد. در صورتی که مقدار آستیگمات باقیمانده بعد از برداشتن بخیه‌ها، قابل ملاحظه باشد و با روش‌ها اپتیکی مانند عینک و لنز تماسی سخت اصلاح نگردد، مداخلات جراحی بیش‌تر شامل برش‌های شل کننده (Relaxing)، بخیه‌های فشاری (Compression sutures)، جراحی‌های لیزری رفراکتیو و کارگذاری حلقه‌های داخل استرومایی قرنیه، برداشتن گوه‌ای (wedge resection) و کارگذاری لنزهای داخل چشمی توریک ضرورت می‌یابد. در صورتی که آستیگمات با استفاده از یک یا چند روش مذکور کاهش نیابد، انجام کراتوپلاستی نفوذی مجدد اجتناب ناپذیر است. هیچ یک از روش‌های ذکر شده به عنوان روش مطلوب مطرح نشده و جراحان قرنیه برای رسیدن به یک نتیجه قابل قبول ممکن است نیازمند به استفاده از دو یا چند روش گردند. این مقاله مروری به بررسی روش‌های مختلف اصلاح



Archive of SID
www.SID.ir

آستیگمات بعد از پیوند نفوذی قرنیه به همراه بررسی معایب و مزایای هر یک می‌پردازد.

• مجله چشم‌پزشکی بینا ۱۳۹۰؛ دوره ۱۷، شماره ۲: ۱۷۰-۱۶۲.

• **پاسخ‌گو:** دکتر سپهر فیضی (e-mail: sepehrfeizi@yahoo.com)
۱- استادیار- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۲- دانشیار- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۳- دستیار چشم‌پزشکی- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
تهران- پاسداران- بوستان نهم- خیابان پایدارفرد (خیابان امیر ابراهیمی)- پلاک ۲۳- مرکز تحقیقات چشم

دریافت مقاله: ۳ مهر ۱۳۹۰
تایید مقاله: ۱۲ آبان ۱۳۹۰

## مقدمه

پیوند نفوذی قرنیه (Penetrating keratoplasty: PK) به عنوان یک روش نسبتاً ایمن در کدورت‌ها و نامنظمی‌های قرنیه مطرح شده است. شایع‌ترین علت دید کم بعد از پیوند قرنیه با وجود شفاف بودن آن، آستیگمات می‌باشد[۱و۲]. بر اساس مطالعات انجام شده، ۳۱- ۱۵ درصد از بیمارانی که تحت عمل جراحی PK قرار می‌گیرند، مبتلا به آستیگماتیسم بیش‌تر از ۵ دیوپتر می‌گردند[۳-۶]. در ضمن آستیگمات ممکن است نامنظم بوده و همراه با اعوجاجات رده بالا (Higher- order aberrations) باشد، به طوری که موجب محدودیت دید شده و منجر به ناتوانی بیمار در به کار بردن اصلاح اپتیکی در ۲۰-۱۰ درصد موارد شود[۷-۱۰].

عوامل موثر در میزان آستیگمات بعد از PK شامل علت بیماری زمینه‌ای (نظیر کراتوکونوس)، تریفاین بیضی یا خارج مرکز[۱۱]، اندازه تریفاین و اختلاف اندازه تریفاین دهنده و گیرنده[۱۲]، عدم همسانی ضخامت قرنیه دهنده و گیرنده[۱۳]، روش نامناسب بخیه[۱۳-۱۷] و زمان کشیدن بخیه‌ها یا تنظیم کشش آن‌ها[۱۴-۱۷] می‌باشد.

روش‌هایی که جهت کاهش آستیگمات بعد از PK به کار می‌روند عبارتند از دستکاری بخیه بعد از عمل شامل تنظیم کشش (Tension) بخیه‌های به هم پیوسته و برداشتن انتخابی بخیه‌های جدا از هم[۱۴و۱۸-۲۱]، اصلاح دید شامل عینک و لنزهای تماسی[۲۲]، برش‌های شل‌کننده[۲و۱۰]، بخیه‌های فشاری[۲و۲۳] و ترکیبی از برش‌های شل‌کننده و بخیه‌های فشاری (برش‌های شل‌کننده تقویت شده)[۲۴-۲۶]، جراحی‌های رفرکتیو لیزری[۲۷-۳۳]، کارگذاری حلقه‌های داخل استرومایی قرنیه[۳۴]، برداشتن گوه‌ای[۹و۳۵-۳۹] لنزهای داخل چشمی فاکیک توریک[۴۰-۴۲] و در نهایت پیوند مجدد[۴۳] می‌باشد.

### ملاحظات عمومی

محل اتصال قرنیه دهنده-گیرنده به طور معمول طی یک سال بعد از پیوند ترمیم می‌یابد و پایداری سطح قرنیه ۴-۳ ماه پس از برداشتن تمام بخیه‌ها حاصل می‌شود. با این حال، این دوره به طور چشم‌گیری با توجه به سن بیمار، وضعیت سلامت عمومی (دیابت شیرین و بیماری‌های بافت همبند) و استفاده از داروهای سرکوب‌کننده‌های ایمنی موضعی و عمومی (سیستمیک) متغیر است. به این دلیل، هر گونه اقدام جراحی برای اصلاح آستیگمات بعد از PK باید تا حداقل ۴-۳ ماه بعد از خارج نمودن تمام بخیه‌ها به تعویق افتد. دوره‌های قبلی رد پیوند باید مورد توجه قرار گرفته و حداقل داروهای سرکوب‌کننده ایمنی برای شفاف ماندن پیوند استفاده شود[۴۴].

قبل از هر اقدام جراحی باید معاینه کامل چشم پزشکی شامل حدت بینایی اصلاح نشده (UCVA) و بهترین دید اصلاح شده با عینک (BSCVA) انجام گیرد. معاینه با اسلیت لامپ برای ارزیابی اندازه پیوند، مرکزیت و شفافیت آن‌ها و یافتن نواحی کدورت یا نورگ‌زایی انجام می‌شود. باید به محل اتصال دهنده-گیرنده جهت بررسی لبه‌های زخم توجه نمود. آستیگمات باید به کمک اندازه‌گیری عیب انکساری مانیفست (بعضی مواقع سیکلوپلژیک)، کراتومتری، توپوگرافی قرنیه و گاهی اوقات تحلیل آنالیز برداری ارزیابی شود. در مواقعی که روش‌های جراحی لیزری یا برشی انجام می‌گردد به ترتیب، پاکی‌متری مرکزی و محیطی مورد نیاز است.

### اقدامات حین عمل

برای دست یابی به مقادیر اندک آستیگمات بعد از عمل، در حین PK باید به بعضی نکات مهم توجه نمود. روش جراحی مناسب تریفاین نمودن گرد و مرکزی گیرنده و دهنده بوده که باید به اندازه‌ای بزرگ باشد تا مناطق غیر طبیعی (نظیر قرنیه نازک در قوز قرنیه) را بپوشاند. علاوه بر این بخیه‌های مناسب شامل بخیه‌های جدا، بخیه‌های پیوسته، و ترکیب بخیه‌های جدا و پیوسته با توزیع کشش یکسان این اطمینان را حاصل می‌کند که بیماران مقادیر اندک آستیگمات را پس از عمل تجربه



Archive of SID
www.SID.ir

می‌کنند[۱۱-۱۷].

**تنظیم کشش (Tension) و برداشتن انتخابی بخیه‌ها**

بعد از PK، بخیه‌ها باید حداقل به مدت ۱ سال حفظ شوند، مگر عوارضی نظیر بریده شدن بافت توسط بخیه (cheese wiring)، شل شدن آن‌ها و رگ‌زایی رخ دهد. در طی این مدت، آستیگمات بیش از ۴ دیوپتر را می‌توان با دستکاری بخیه‌ها شامل کشیدن انتخابی بخیه‌های جدا و تنظیم کشش بخیه‌های پیوسته کاهش داد[۱۵و۱۶].

استفاده از بخیه‌های جدا یا ترکیب بخیه‌های پیوسته و جدا امکان کشیدن انتخابی بخیه‌ها را با هدف کاهش آستیگمات فراهم می‌کند. بنابراین، بهبود موفقیت آمیز دید به طور نسبی به شناسایی دقیق بخیه‌های جدا با کشش زیاد بستگی دارد. می‌توان از رفراکشن و کراتومتری جهت شناسایی بخیه‌هایی که باید خارج گردند، استفاده نمود. توپوگرافی کامپیوتری قرنیه در به تصویر کشیدن دقیق تغییرات جزیی قدرت قرنیه در کل ناحیه اپتیکال و شناسایی مریدین‌های پرشیب، سودمند است[۲۱و۴۶].

در روش بخیه‌های جدا، برای کشیدن انتخابی آن‌ها می‌توان از ۲ ماه بعد از PK اقدام کرد، ولی بخیه‌های مجاور نباید تا ۶ ماه بعد از عمل خارج شوند. علت این مساله این است که خارج نمودن بخیه‌های مجاور نسبت به برداشتن متناوب و یا غیر مجاور بخیه‌ها در این دوره می‌تواند زخم را ناپایدار سازد. بعد از شروع برداشت بخیه‌ها، بخیه‌های غیر مجاور را می‌توان به فواصل ۶-۴ هفته‌ای بر حسب نیاز خارج نمود[۱۹و۲۰]. در مواردی که آستیگمات وجود دارد برداشتن یک بخیه در یک زمان، نسبت به برداشتن هم‌زمان چند بخیه نتایج بهتری دارد[۱۴و۲۱]. اگر از روش ترکیبی بخیه‌های پیوسته و جدا از هم استفاده شود، تعداد زیادی از بخیه‌های جدا از هم را می‌توان از ۱ هفته بعد از عمل خارج نمود. تنظیم کشش بخیه‌های پیوسته باید بعد از ۴-۲ هفته (زمانی که ادم قرنیه پیوندی از بین رفته باشد) ولی قبل از ۲ ماه بعد از عمل، یعنی زمانی که اسکار در سطح بینابینی گرافت میزبان ایجاد نشده است، صورت گیرد. برداشتن بخیه‌ها خطر عفونت و یا رد پیوند را می‌افزاید. بنابراین استفاده از آنتی‌بیوتیک و استرویید پس از هر بار دستکاری ضروری می‌باشد. زمانی که با دستکاری بخیه‌ها، حداقل آستیگمات حاصل شد، تا حد ممکن و تا زمان شل شدن، بخیه‌ها در محل حفظ می‌شوند[۱۶].

**اصلاح دید**

عینک و لنز تماسی سخت (RGP)، ساده‌ترین راه برای اصلاح عیب انکساری بعد از عمل حتی زمانی که بخیه‌ها هنوز در محل وجود دارند، می‌باشند. اگر چه در صورت وجود مقادیر زیاد آستیگمات استفاده از عینک مقدور نمی‌باشد، لنزهای تماسی سخت نفوذ پذیر به گاز (RGP) در ۸۰ درصد موارد موثر بوده و حدت بینایی بیش‌تری را فراهم می‌نماید و معمولاً در مواردی با آستیگمات متوسط تا شدید مورد استفاده قرار می‌گیرد[۲۲]. متاسفانه، انتخاب لنزهای تماسی مناسب در اغلب موارد دشوار بوده و می‌تواند با نورگ‌زایی محیطی قرنیه منجر به واکنش رد پیوند و شکست آن گردد. علاوه بر این، بسیاری از بیماران، به ویژه بیماران مسن قادر به حفظ و مراقبت از لنزهای تماسی نمی‌باشند[۴۷و۴۸].

**کراتوتومی برشی**

برش‌های شل‌کننده با یا بدون بخیه‌های فشاری در مریدین مخالف (Counter-quadrant compression) یک روش موثر، ساده و ایمن جهت کاهش آستیگمات بالا بعد از PK می‌باشد[۱۰،۲۵،۲۶و۴۹-۵۳]. این روش برای بیمارانی که میزان آستیگمات آن‌ها بعد از خارج نمودن بخیه‌ها بر اساس کراتومتری بیش‌تر از ۴ دیوپتر باشد، در نظر گرفته می‌شود.

با استفاده از بی‌حسی موضعی و زیر دید مستقیم، برش‌های شل‌کننده معمولاً بر روی دو طرف پرشیب‌ترین (Steep) مریدین با طول قوس ۴۵ تا ۹۰ درجه تا لایه دسمه ایجاد می‌شوند. محل و میزان گسترش برش‌های شل‌کننده بر اساس توپوگرافی قرنیه تعیین می‌گردند[۵۴]. تاثیر برش‌های شل‌کننده در حین عمل توسط کراتوسکوپ دستی، ارزیابی می‌گردد. در صورتی که برش‌های شل‌کننده به تنهایی به اندازه کافی موثر نباشد، می‌توان از بخیه‌های فشاری جدا از هم با نایلون ۰-۱۰ استفاده نمود[۲۷].

هدف از به کار بردن این بخیه‌ها اصلاح بیش از حد (Overcorrection) آستیگمات در مریدین مخالف (۹۰ درجه دورتر) جهت برعکس نمودن محور آستیگمات که با مایرهای کراتوسکوپ نمایان می‌گردد، می‌باشد[۲۷].

برداشتن انتخابی بخیه‌ها از ۴-۳ هفته پس از عمل آغاز شده و تا حصول مقدار قابل قبول آستیگمات ادامه می‌یابد و برداشتن سایر بخیه‌ها تا زمانی که اثر بخیه‌ها مشاهده نگردد، به تعویق می‌افتد. محل برش شل‌کننده می‌تواند در قرنیه دهنده یا در سطح بینابینی دهنده-گیرنده باشد. به کار بردن این برش‌ها در قرنیه گیرنده توصیه نمی‌گردد، زیرا عقیده بر این است که اسکار در محل دهنده-گیرنده وضعیت بیومکانیکی قرنیه را تغییر می‌دهد؛ به نظر می‌رسد زخم کراتوپلاستی با به وجود آوردن یک لیمبوس



www.SID.ir

جدید، مانع اثر برش‌های شل‌کننده در قرنیه گیرنده می‌گردد[55].

با استفاده از آنالیز برداری یا تفریقی جهت محاسبه کاهش آستیگمات، طیف وسیعی از اصلاح بین ۳/۴ دیوپتر و ۹/۷ دیوپتر با به کار بردن این روش گزارش گردیده است[53-49و10،25،26]. اگر چه این روش با میزان بالای عود آستیگمات و قابلیت پیش‌بینی پایین نتایج آن همراه است[9]. سایر معایب آن شامل اصلاح بیش از حد، سوراخ شدن محل برش، از هم گسیختگی زخم و ناپایداری طولانی مدت توپوگرافی قرنیه می‌باشند[56و9،39]. علاوه بر این، هیچ نوموگرام استانداری برای ارتباط میزان آستیگمات کراتومتریک با میزان برش وجود ندارد و آن نوموگرام‌هایی که جهت آستیگمات مادرزادی ایجاد می‌گردند، برای اصلاح آستیگمات بعد از PK مورد قبول واقع نشده‌اند. برای افزایش ایمنی و کارایی، اخیراً تکنولوژی لیزر Femtosecond (FSL) برای کاربرد بالینی معرفی شده است.

Nebie و همکاران[57] سهولت و کارآیی (تاثیر) کراتوتومی آستیگماتیک را با به کار بردن FSL جهت درمان آستیگمات بعد از کراتوپلاستی نشان داده‌اند. بر اساس گزارش آن‌ها برش‌های دوتایی FSL که در پرشیب‌ترین مریدین، در محیط و داخل قرنیه دهنده و در عمق ۹۰ درصد ضخامت استروما قرار می‌گیرند، موجب کاهش قابل ملاحظه آستیگمات قبل از عمل از ۳/۰۷±۷/۱۶ دیوپتر به ۱,۵۵±۲/۲۳ دیوپتر شده که تا چندین ماه پایدار می‌ماند.

Kumer و همکاران[58] روش کراتوتومی جهت اصلاح آستیگمات به کمک لیزر را در کاهش آستیگمات بعد از PK موثر دانسته و بر اساس گزارش آن‌ها حدت بینایی اصلاح نشده (UCVA) و بهترین دید اصلاح شده با عینک (BSCVA) به طور قابل ملاحظه‌ای بهبود می‌یابد؛ این در حالی است که رفراکشن بیمار ۶-۳ ماه پس از عمل پایدار می‌گردد.

اثرات زیان آوری که در این دو مطالعه رخ داده است، شامل اصلاح بیش از حد و میزان بالاتر پس زدن پیوند آلوگرافت بوده است. اصلاح بیش از حد، بخیه زدن دوباره را ایجاب نموده و پس زدن پیوند الوگرافت نیز به طور موفقیت‌آمیزی با کورتیکواستروییدهای موضعی درمان گردید[58و57]. به علاوه، این روش می‌تواند اعوجاجات رده بالا [59-57] را کاهش دهد.

در بیش‌تر موارد، برش‌های شل‌کننده با و بدون بخیه‌های فشاری در مریدین مخالف تنها عملی است که در یک زمان انجام می‌شود. اگرچه در بعضی مواقع، این روش با سایر مداخلات نظیر خارج نمودن عدسی کدرشده و جایگذاری لنز داخل چشمی (IOL) یا IOL فاکیک برای این که هم‌زمان کدورت لنز یا عیوب انکساری بالا را به ترتیب اصلاح کند، ترکیب می‌گردد.

جهت انتخاب قدرت دقیق IOL در این موارد، دانستن اثر دقیق مداخله بر شیب قرنیه پیوندی اهمیت دارد. برای دست‌یابی به نتایج انکساری مطلوب، بعد از جراحی ترکیبی باید هر گونه شیفت میوپی یا هیپروپی ممکن به دنبال این مداخلات را با تغییر در قدرت لنزهای داخل چشمی جبران نمود. افزایش میوپی تا ۱/۵ دیوپتر به دنبال برش‌های شل‌کننده قبلا گزارش گردیده است، که این مقدار باید در محاسبه قدرت لنز داخل چشمی حین روش‌های ترکیبی در نظر گرفته شود[27].

## جراحی رفراکتیو لیزری

روش‌های فوتوابلاسیون (برداشت بافت توسط لیزر) با استفاده از لیزر اگزایمر قادر به درمان آستیگمات است. استفاده از LASIK بعد از PK اولین بار توسط Arenas و Maglione در سال ۱۹۹۷ گزارش گردید[28]. PRK نیز جهت اصلاح عیوب انکساری بعد از PK به کار برده می‌شود[33و29]. مزیت PRK عدم وجود عوارض مربوط به فلاپ می‌باشد. اگر چه، نتایج PRK در بیماران بعد از پیوند نسبت به قرنیه‌های طبیعی کمتر موثر و قابل پیش بینی است[31].

سایر عوارض مربوط به PRK بعد از پیوند، افزایش وقوع آستیگمات نامنظم، پس‌رفت قابل ملاحظه و کدورت دیررس قرنیه می‌باشد[61و60و31]. کاهش بروز کدورت بعد از PRK در سال‌های اخیر، به دلیل بهبود لیزر، استفاده از میتومایسین C حین عمل و مراقبت‌های بهتر بعد از عمل می‌باشد[62]. علاوه بر این، معرفی تکنیک custom wovefront ablation می‌تواند موجب بهبود بیش‌تر نتایج جراحی لیزری در این گروه چشم‌ها گردد[63].

در مقایسه با PRK، مزایای LASIK شامل بازگشت سریع بینایی، کاهش اسکار استروما، حداقل پس‌رفت و توانایی در درمان مقادیر بالاتر عیوب انکساری می‌باشد[66-64و60و28]. عوامل دیگری که به جز روند ترمیم زخم بر نتایج درمان آستیگمات با LASIK تاثیر می‌گذارند عبارت از موقعیت محل اتصال فلپ نسبت به محل محور بینایی، قطر فلپ نسبت به قطر قرنیه پیوند شده و ضخامت فلپ می‌باشند[67و55]. علاوه بر این، ضخامت گرافت قرنیه و میزان عیب انکساری، کارایی این روش را محدود می‌سازد[68]. معایب این روش شامل میزان محدود اصلاح آستیگمات و عوارض بالقوه مربوط به فلاپ نظیر رشد درونی اپی‌تلیال، ایجاد سوراخ در فلپ آزاد یا ناکامل[68و28] و افزایش خطر رد پیوند ناشی از برداشت بافت توسط لیزر[71-69] می‌باشد. اگرچه، از دست رفتن سلول‌های اندوتلیال بعد از LASIK بیش‌تر از کاهش قابل انتظار بعد از کراتوپلاستی نمی‌باشد[73و72]. علاوه بر این، به دلیل اینکه فلپ لامالار (لایه‌ای) بزرگ‌تر از گرافت قرنیه می‌باشد نازک شدن سطح بینابینی



Archive of SID

www.SID.ir

دهنده-گیرنده که بعد از برش میکروکراتوم رخ می‌دهد، می‌تواند موجب از هم گسیختگی زخم گردد[۷۲،۷۴و۷۵]. به دلیل تغییر آستیگمات پس از ایجاد فلپ، بعضی از نویسندگان انجام LASIK را به دلیل تاثیر کراتوتومی لایه‌ای، در دو مرحله ابتدا ایجاد فلپ و به دنبال آن برداشتن سلول‌ها با لیزر ۱۲-۸ هفته بعد پیشنهاد می‌کنند[۷۶و۷۷]. ایجاد فلپ می‌تواند موجب تغییرات قابل ملاحظه‌ای در شکل گرافت گردد، زیرا زمانی که فشار وارد شده به قرنیه توسط نامنظمی‌های شکل زخم و ترمیم آن بعد از ایجاد فلپ از مرکز گرافت برداشته می‌شود، موجب تغییرات آستیگمات تا حداکثر ۴ دیوپتر می‌گردد[۷۷].

**حلقه‌های داخل استرومایی قرنیه**

در گروه کوچکی از بیماران با آستیگمات بعد از PK، کار گذاری Kerarings با کاهش متوسط شاخص‌های کراتومتری و بهبودی توپوگرافی قرنیه و حدت بینایی اصلاح نشده همراه بوده است[۳۴]. اگرچه عوارضی نظیر از هم گسیختگی کوچک سطح بینابینی گرافت- میزبان در حین جدا نمودن استروما، ارتشاح التهابی در اطراف حلقه بعد از جراحی و رگ‌زایی کانال‌ها استروما منجر به‌هاله‌های شبانه و خارج سازی حلقه گزارش شده است[۳۴].

**رزکسیون گوه‌ای**

در این روش، برای اصلاح مقادیر بالای آستیگمات (معمولاً بیش‌تر از ۱۰ دیوپتر) بعد از PK، بافت گوه‌ای شکل شامل قرنیه گیرنده و یا دهنده از مریدین کم شیب‌تر (Flat) قرنیه برداشته می‌شود[۳۵-۳۹].

طول و عرض بافت گوه‌ای برداشته‌شده و نزدیکی آن به مرکز قرنیه تعیین کننده مقدار آستیگماتی است که اصلاح می‌گردد. در این روش از نوموگرام‌های مختلفی استفاده می‌شود. به طور کلی، تقریباً ۰/۱-۰/۰۵ میلی‌متر از بافت به ازای هر ۱ دیوپتر آستیگمات برداشته می‌شود[۳۶-۳۸]. محکم بودن بخیه‌ها و زمان برداشتن آن‌ها از جمله عواملی است که بر نتیجه عمل تاثیر می‌گذارد. بخیه‌ها باید به اندازه‌ای محکم باشند که لبه‌های زخم را به هم برساند. معمولاً ۸-۶ بخیه در هر زخم زده شده که برای مدت ۶-۳ ماه باقی می‌مانند.

اصلاح بیش از حد اولیه یک قانون بوده و نباید موجب برداشت زود هنگام بخیه‌ها گردد. این روش موجب افزایش انحنای کلی گرافت شده و در نهایت یک شیفت میوپی رخ می‌دهد[۳۶-۳۹]. یکی از معایب جراحی برداشتن گوه‌ای قرنیه، دشواری در برداشتن دستی عرض و عمق دقیق بافت بوده که می‌تواند علت قابلیت پیش‌بینی پایین نتایج این روش باشد[۳۶]. علاوه بر این سوراخ شدن قرنیه در حین عمل نیز ممکن است رخ دهد. اخیراً FSL به عنوان یک روش ایمن و موثر ، جایگزین روش دستی برای برداشتن گوه‌ای قرنیه شده است[۷۸]. این وسیله امکان برداشتن آسان‌تر، کنترل شده‌تر و دقیق‌تر بافت در عرض ، طول و عمق را به وجود آورده و خطر سوراخ شدن قرنیه را کاهش می‌دهد. با استفاده از این روش، Ghanem و Azar[۷۸] کاهش در آستیگمات بعد از کراتوپلاستی را به میزان ۱۴/۵ دیوپتر گزارش نموده‌اند.

**کارگذاری لنز داخل چشمی**

در موارد آستیگمات بالا بعد از کراتوپلاستی نفوذی، کارگذاری لنز داخل چشمی توریک روش جایگزین امیدوارکننده‌ای به جای کراتوتومی قوسی (Arcuate) با و بدون بخیه‌های فشاری می‌باشد.

این نوع از انواع لنزهای داخل چشمی در حین عمل جراحی آب‌مروارید یا در چشم‌های فاکیک به کار برده می‌شوند. خارج کردن عدسی کدرشده با کارگذاری لنزهای داخل چشمی توریک، یک گزینه جراحی جدید جهت اصلاح آستیگمات باقی مانده به دنبال کراتوپلاستی نفوذی با حداقل دستکاری مستقیم گرافت می‌باشد. Viestenz و همکاران[۴۰] کاهش سیلندر از ۷/۰±۲/۶ دیوپتر تا ۱/۶۳±۱/۵ دیوپتر بعد از عمل را گزارش نموده‌اند. آن‌ها الگوی توپوگرافی منظم و قرینه را در کارگذاری موفقیت آمیز لنزهای داخل چشمی توریک ضروری دانستند.

در چشم‌های فاکیک، لنزهای داخل چشمی توریک آرتیزان جهت اصلاح عیوب انکساری بعد از کراتوپلاستی به کار برده می‌شوند[۴۱و۴۲]. استفاده از لنزهای داخل توریک آرتیزان با محدوده قدرت ۷/۵ دیوپتر سیلندر و ۲۰/۵- دیوپتر نزدیک‌بینی و ۱۲/۵+ دیوپتر دوربینی، دامنه وسیعی را برای اصلاح آستیگمات و آمتروپی بعد از کراتوپلاستی فراهم می‌کند.

در گزارش Tahzib و همکاران[۴۲] معادل کروی از ۴/۳۱±۳/۱۹- دیوپتر (محدوده ۵/۵+ تا ۱۴/۲۵-) قبل از عمل به ۱/۲۰±۱/۰۳- دیوپتر (محدوده ۱/۰۰+ تا ۵/۲۵- دیوپتر) بعد از عمل و سیلندر از ۲۱/۱±۷/۰۶- دیوپتر به ۱/۵۳±۲/۰۰- دیوپتر در آخرین پی‌گیری کاهش یافت[۴۲]. بعد از ۳۶ ماه، متوسط از دست رفتن سلول‌های اندوتلیال بعد از عمل ۳۰/۴±۳۲/۰ درصد بوده است[۴۲]، که به طور قابل ملاحظه‌ای بالاتر از دست رفتن سلول‌های اندوتلیال بعداز کراتوپلاستی نفوذی (بین ۷/۸-۴/۲ درصد)[۷۹و۸۰] و کارگذاری لنز آرتیزان جهت اصلاح نزدیک‌بینی بالا (بین ۹/۱-۰/۷۸ درصد) بوده است[۸۱-۸۳]. احتمالاً بیش‌تر از دست رفتن



Archive of SID
www.SID.ir

سلول‌ها با افزایش حساسیت اندوتلیوم گرافت قرنیه که معمولاً تراکم سلولی پایین‌تری داشته و می‌تواند میزان بالاتری از سلول‌های اندوتلیال را از دست دهد، قابل توضیح است.

سایر عوارض بالقوه لنزهای توریک آرتیزان جهت اصلاح آستیگمات بعد از کراتوپلاستی شامل: از دست رفتن بیش از ۲ خط دید حدت بینایی اصلاح شده با عینک (BSCVA)، آستیگمات ایجاد شده توسط کارگذاری لنز داخل چشمی PMMA سخت از طریق برش ۶-۵/۵ میلی‌متری، رد پیوند برگشت‌پذیر ایمونولوژیکی و جبران برگشت‌ناپذیر قرنیه می‌باشد[۴۲و ۴۱].

**کراتوپلاستی مجدد**

این مداخله درمانی به عنوان آخرین گزینه در درمان آستیگمات بالای نامنظم بعد از کراتوپلاستی در پیوند شفاف قرنیه، زمانی که سایر اقدامات قبلی با شکست مواجه شده باشد، به کار برده می‌شود. در گزارش گروه کوچکی از بیماران که تحت کراتوپلاستی مجدد با استفاده از لیزر اگزایمر (Zeiss MithMEL 60) ۱۹۳ میلی‌متر و بخیه‌های پیوسته دو تایی قرار گرفته‌اند، Szentmary و همکاران[۴۳] کاهش قابل ملاحظه‌ای در قدرت مرکزی گرافت و بهبودی آستیگمات را با وجود بخیه‌ها مشاهده نمودند.

اگرچه آستیگمات به طور قابل ملاحظه‌ای بعد از برداشتن دومین بخیه افزایش می‌یافت. آن‌ها پیشنهاد کردند با وجود تمام بخیه‌ها در محل، دید اصلاح شده با عینک (BCVA) و آستیگمات به طور قابل ملاحظه‌ای بعد از PK مجدد برای آستیگمات بالای نامنظم بهبود می‌یابد. اگر چه، برای پیش‌گیری از افزایش قابل ملاحظه آستیگمات برداشتن آخرین بخیه، باید حتی الامکان در این چشم‌ها به تعویق افتد.

**نتیجه‌گیری**

امروزه، طیف وسیعی از جراحی‌های رفراکتیو جهت اصلاح آستیگمات بعد از کراتوپلاستی به کار می‌رود. اگرچه هیچ یک از آن‌ها گزینه کاملی نبوده و جراحان قرنیه باید بر اساس نیاز بیمار و شرایط بالینی او روش درمانی را طراحی کنند. به عنوان مثال زمانی که میزان آستیگمات به حدی بالاست که با لیزر اگزایمر به تنهایی اصلاح نمی‌گردد، می‌توان میزان آن را با برش‌های شل‌کننده تا حدی کاهش داد که با PRK یا LASIK قابل درمان باشد. به طور مشابهی ترکیبی از برش‌های شل‌کننده و به دنبال آن کارگذاری لنز داخل چشمی و به دنبال آن لیزر اگزایمر را می‌توان جهت دست‌یابی به شرایط تقریباً آمتروپی به کار برد.

**منابع**


1. Williams KA, Hornsby NB, Bartlett CM, et al. Report from the Australian Corneal Graft Registry. Adelaide, Australia: Snap Printing; 2004.
2. Price NC, Steele AD. The correction of post-keratoplasty astigmatism. Eye. 1987;1(pt 5):562-566.
3. Troutman RC, Lawless MA. Penetrating keratoplasty for keratoconus. *Cornea* 1987;6:298-305.
4. Williams KA, Roder D, Esterman A, Muehlberg SM, Coster DJ. Factors predictive of corneal graft survival. Report from the Australian Corneal Graft Registry. *Ophthalmology* 1992;99:403-414.
5. Olson RJ, Pingree M, Ridges R, Lundergan ML, Alldredge C Jr, Clinch TE. Penetrating keratoplasty for keratoconus: a long-term review of results and complications. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:987-991.
6. Javadi MA, Motlagh BF, Jafarinasab MR, Rabbanikhah Z, Anissian A, Souri H, Yazdani S. Outcomes of penetrating keratoplasty in keratoconus. *Cornea* 2005;24:941-946.
7. Rajan MS, O'Brart DPS, Patel P, Falcon MG, Marshall J. Topography-guided customized laser-assisted subepithelial keratectomy for the treatment of postkeratoplasty astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:949-957.
8. Troutman RC, Swinger C. Relaxing incision for control of postoperative astigmatism following keratoplasty. *Ophthalmic Surg* 1980;11:117-120.
9. Krachmer JH, Fenzl RE. Surgical correction of high post-keratoplasty astigmatism. Relaxing incision vs wedge resection. *Arch Ophthalmol* 1980;98:1400-1402.
10. Lavery GW, Lindstrom RL, Hofer LA, Doughman DJ. The surgical management of corneal astigmatism after penetrating keratoplasty. *Ophthalmic Surg* 1985;16:165-169.
11. Cohen KL, Holman RE, Tripoli NK, Kupper LL. Effect of trephine tilt on corneal button dimensions. *Am J Ophthalmol* 1986;101:722-725.
12. Woodford SV. Control of postkeratoplasty astigmatism. In: Brightbill FS, ed. Corneal Surgery: Theory, Technique and Tissue. 3rd ed. New York: Mosby; 1999:431-440.
13. Karabatsas CH, Cook SD, Figueiredo FC, Diamond JP, Easty DL. Combined interrupted and continuous versus single continuous adjustable suturing in penetrating keratoplasty: a prospective, randomized study of induced astigmatism during the first postoperative year. *Ophthalmology* 1998;105:1991-1998.
14. Burk LL, Waring GO 3rd, Radjee B, Stulting RD. The effect of selective suture removal on astigmatism following penetrating keratoplasty. *Ophthalmic Surg* 1988;19:849-854.
15. Musch DC, Meyer RF, Sugar A. The effect of removing




Archive of SID
www.SID.ir

running sutures on astigmatism after penetrating keratoplasty. *Arch Ophthalmol* 1988;106:488-492.
16. Spadea L, Cifariello F, Bianco G, Balestrazzi E. Long-term results of penetrating keratoplasty using a single or double running suture technique. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2002;240:415-419.
17. McNeill JI, Aaen VJ. Long-term results of single continuous suture adjustment to reduce penetrating keratoplasty astigmatism. *Cornea* 1999;18:19-24.
18. Davis EA, Azar DT, Jakobs FM, Stark WJ. Refractive and keratometric results after triple procedure; experience with early and late suture removal. *Ophthalmology* 1998;105:624-630.
19. Binder PS. The effect of suture removal on postkeratoplasty astigmatism. *Am J Ophthamol* 1988;105:637-645.
20. Van Meter WS, Gussler JR, Soloman KD, Wood TO. Postkeratoplasty astigmatism control. Single continuous suture adjustment versus selective interrupted suture removal. *Ophthalmology* 1991;98:177-183.
21. Strelow S, Cohen EJ, Leavitt KG, Laibson PR. Corneal topography for selective suture removal after penetrating keratoplasty. *Am J Ophthalmol* 1991;112:657-665.
22. Price FW Jr, Whitson WE, Marks RG. Progression of visual acuity after penetrating keratoplasty. *Ophthalmology* 1991;98:1177-1185.
23. Limberg MB, Dingeldein SA, Green MT, Klyce SD, Insler MS, Kaufman HE. Corneal compression sutures for the reduction of astigmatism after penetrating keratoplasty. *Am J Ophthalmol* 1989;108:36-42.
24. Mandel MR, Shapiro MB, Krachmer JH. Relaxing incisions with augmentation sutures for the correction of postkeratoplasty astigmatism. *Am J Ophthalmol* 1987;103(3 pt 2):441-447.
25. McCartney DL, Whitney CE, Stark WJ, Wong SK, Bernitsky DA. Refractive keratoplasty for disabling astigmatism after penetrating keratoplasty. *Arch Ophthalmol* 1987;105:954-957.
26. Javadi MA, Feizi S, Yazdani S, Sharifi A, Sajjadi H. Outcomes of augmented relaxing incisions for postpenetrating keratoplasty astigmatism in keratoconus. *Cornea* 2009;28:280-284.
27. Malecha MA, Holland EJ. Correction of myopia and astigmatism after penetrating keratoplasty with laser in situ keratomileusis. *Cornea* 2002;21:564-569.
28. Arenas E, Maglione A. Laser in situ keratomileusis for astigmatism and myopia after penetrating keratoplasty. *J Refract Surg* 1997;13:27-32.
29. Yoshida K, Tazawa Y, Demong TT. Refractive results of post penetrating keratoplasty photorefractive keratectomy. *Ophthalmic Surg Lasers* 1999;30:354-359.
30. McDonnell PJ, Moreira H, Clapham TN, D'Arcy J, Munnerlyn CR. Photorefractive keratectomy for astigmatism. Initial clinical results. *Arch Ophthalmol* 1991;109:1370-1373.
31. Bilgihan K, Ozdek SC, Akata F, Hasanreisoğlu B. Photorefractive keratectomy for post-penetrating keratoplasty myopia and astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1590-1595.
32. John ME, Martines E, Cvintal T, Mellor Filho A, Soter F, Barbosa de Sousa MC, Boleyn KL, Ballew C. Photorefractive keratectomy following penetrating keratoplasty. *J Refract Corneal Surg* 1994;10(2 Sppl):S206-S210.
33. Maloney RK, Chan WK, Steinert R, Hersh P, O'Connell M. A multicenter trial of photorefractive keratectomy for residual myopia after previous ocular surgery. Summit Therapeutic Refractive Study Group. *Ophthalmology* 1995;102:1042-1052.
34. Arriola-Villalobos P, Díaz-Valle D, Güell JL, Iradier-Urrutia MT, Jiménez-Alfaro I, Cuiña-Sardiña R, Benítez-del-Castillo JM. Intrastromal corneal ring segment implantation for high astigmatism after penetrating keratoplasty. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:1878-1884.
35. Lugo M, Donnenfeld ED, Arentsen JJ. Corneal wedge resection for high astigmatism following penetrating keratoplasty. *Ophthalmic Surg* 1987;18:650-653.
36. Frucht-Pery J. Wedge resection for postkeratoplasty astigmatism. *Ophthalmic Surg* 1993;24:516-518
37. Troutman RC. Corneal wedge resections and relaxing incisions for postkeratoplasty astigmatism. *Int Ophthalmol Clin* 1983;23:161-168.
38. Geggel HS. Limbal wedge resection at the time of intraocular lens surgery for reducing postkeratoplasty astigmatism. *Ophthalmic Surg* 1990;21:102-108.
39. Lindstrom RL, Lindquist TD. Surgical correction of postoperative astigmatism. *Cornea* 1988;7:138-148.
40. Viestenz A, Küchle M, Seitz B, Langenbucher A. Toric intraocular lenses for correction of persistent corneal astigmatism after penetrating keratoplasty. *Ophthalmologe* 2005;102:148-152.
41. Nuijts RM, Abhilakh Missier KA, Nabar VA, Japing WJ. Artisan toric lens implantation for correction of postkeratoplasty astigmatism. *Ophthalmology* 2004;111:1086-1094.
42. Tahzib NG, Cheng YY, Nuijts RM. Three-year follow-up analysis of Artisan toric lens implantation for correction of postkeratoplasty ametropia in phakic and pseudophakic eyes. *Ophthalmology* 2006;113:976-984.
43. Szentmáry N, Seitz B, Langenbucher A, Naumann GO. Repeat keratoplasty for correction of high or irregular postkeratoplasty astigmatism in clear corneal grafts. *Am J Ophthalmol* 2005;139:826-830.
44. Preschel N, Hardten DR, Lindstrom RL. LASIK after penetrating keratoplasty. Int Ophthalmol Clin 2000;40:111-123.
45. Javadi MA, Naderi M, Zare M, Jenaban A, Rabei HM, Anissian A. Comparison of the effect of three suuring techniques on postkeratoplasty astigmatism in keratoconus. *Cornea* 2006;25:1029-1033.
46. Wilson SE, Klyce SD. Quantitative descriptors of corneal topography. A clinical study. *Arch Ophthalmol* 1991;109:349-353.
47. Hardten DR, Lindstrom RL. Surgical correction of refractive errors after penetrating keratoplasty. *Int Ophthalmol Clin* 1997;37:1-35.
48. Chang DH, Hardten DR. Refractive surgery after corneal transplantation. *Curr Opin Ophthalmol* 2005;16:251-255.



Archive of SID
www.SID.ir

49. Chang SM, Su CY, Lin CP. Correction of astigmatism after penetrating keratoplasty by relaxing incision with compression suture: a comparison between the guiding effect of photokeratoscope and of computer-assisted videokeratography. *Cornea* 2003;22:393-398.
50. Fronterrè A, Portesani GP. Relaxing incisions for postkeratoplasty astigmatism. *Cornea* 1991;10:305-311.
51. Kirkness CM, Ficker LA, Steele AD, Rice NS. Refractive surgery for graft-induced astigmatism after penetrating keratoplasty for keratoconus. *Ophthalmology* 1991;98:1786-1792.
52. Claesson M, Armitage WJ. Astigmatism and the impact of relaxing incisions after penetrating keratoplasty. *J Ref Surg* 2007;23:284-290.
53. Geggel HS. Arcuate relaxing incisions guided by corneal topography for postkeratoplasty astigmatism: vector and topographic analysis. *Cornea* 2006;25:545-557.
54. Wilkins MR, Mehta JS, Larkin DF. Standardized arcuate keratotomy for postkeratoplasty astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:297-301.
55. Roberts C. The *Cornea* is not a piece of plastic. *J Refract Surg* 2000;16:407-413.
56. Duffey RJ, Jain VN, Tchah H, Hofmann RF, Lindstrom RL. Paired arcuate keratotomy. A surgical approach to mixed and myopic astigmatism. *Arch Ophthalmol* 1988;106:1130-1135.
57. Nubile M, Carpineto P, Lanzini M, Calienno R, Agnifili L, Ciancaglini M, Mastropasqua L. Femtosecond laser arcuate keratotomy for the correction of high astigmatism after keratoplasty. *Ophthalmology* 2009;116:1083-1092.
58. Kumar NL, Kaiserman I, Shehadeh-Mashor R, Sansanayudh W, Ritenour R, Rootman DS. IntraLase-enabled astigmatic keratotomy for post-keratoplasty astigmatism: on-axis vector analysis. *Ophthalmology* 2010;117:1228-1235.
59. Bahar I, Levinger E, Kaiserman I, Sansanayudh W, Rootman DS. Intralase-enabled astigmatic keratotomy for postkeratoplasty astigmatism. *Am J Ophthalmol* 2008;146:897-904.
60. Lazzaro DR, Haight DH, Belmont SC, Gibralter RP, Aslanides IM, Odrich MG. Excimer laser keratectomy for astigmatism occurring after penetrating keratoplasty. *Ophthalmology* 1996;103:458-464.
61. 61- Campos M, Hertzog L, Garbus J, Lee M, McDonnell PJ. Photorefractive keratectomy for severe postkeratoplasty astigmatism. *Am J Ophthalmol* 1992;114:429-436.
62. 62- Carones F, Vigo L, Scandola E, Vacchini L. Evaluation of the prophylactic use of mitomycin-C to inhibit haze formation after photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:2088-2095.
63. Pedrotti E, Sbado A, Marchini G. Customized transepithelial photorefractive keratectomy for iatrogenic ametropia after penetrating or deep lamellar keratoplasty. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1288-1291.
64. Parisi A, Salchow DJ, Zirm ME, Stieldorf C. Laser in situ keratomileusis after automated lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty. *J Cataract Refract Surg* 1997;23:1114-1118.
65. Donnenfeld ED, Korstein HS, Amin A, Speaker MD, Seedor JA, Seedor JA, Sforza PD, Landrio LM, Perry HD. Laser in situ keratomileusis for correction of myopia and astigmatism after penetrating keratoplasty. *Ophthalmology* 1999;106:1966-1974.
66. Forseto AS, Francesconi CM, Nosé RA, Nosé W. Laser in situ keratomileusis to correct refractive errors after keratoplasty. *J Cataract Refract Surg* 1999;25:479-485.
67. Weber SK, Lawless MA, Sutton GL, Rogers CM. LASIK for post penetrating keratoplasty astigmatism and myopia. *Br J Ophthalmol* 1999;83:1013-1018.
68. Kwitko S, Marinho D, Rymer S, Ramos Filho S. Laser in situ keratomileusis after penetrating keratoplasty. *J Cataract Refract Surg* 2001;27(3):374-379.
69. Epstein RJ, Robin JB. Corneal graft rejection episode after excimer laser phototherapeutic keratectomy. *Arch Ophthalmol* 1994;112:157.
70. Hersh PS, Jordan AJ, Mayers M. Corneal graft rejection episode after excimer laser phototherapeutic keratectomy. *Arch Ophthalmol* 1993;111:735-736.
71. Kovoor TA, Mohamed E, Cavanagh HD, Bowman RW. Outcomes of LAIK and PRK in previous penetrating corneal transplant recipients. *Eye Contact Lens* 2009;35:242-245.
72. Barraquer C C, Rodriguez-Barraquer T. Five-year results of laser in-situ keratomileusis (LASIK) after penetrating keratoplasty. *Cornea* 2004;23:243-248.
73. Hardten DR, Chittcharus A, Lindstrom RL. Long-term analysis of LASIK for the correction of refractive errors after penetrating keratoplasty. *Cornea* 2004;23:479-489.
74. Chan CC, Rootman DS. Corneal lamellar flap retraction after LASIK following penetrating keratoplasty. *Cornea* 2004;23:643-646.
75. Ranchod TM, McLeod SD. Wound dehiscence in a patient with keratoconus after penetrating keratoplasty and LASIK. *Arch Ophthalmol* 2004;122:920-921.
76. Alió JL, Javaloy J, Osman AA, Galvis V, Tello A, Haroun HE. Laser in situ keratomileusis to correct post-keratoplasty astigmatism; 1-step versus 2-step procedure. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:2303-2310.
77. Busin M, Arffa RC, Zambianchi L, Lamberti G, Sebastiani. Effect of hinged lamellar keratotomy on postkeratoplasty eyes. *Ophthalmology* 2001;108:1845-1851.
78. Ghanem RC, Azar DT. Femtosecond-laser arcuate wedge-shaped resection to correct high residual astigmatism after penetrating keratoplasty. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1415-1419.
79. Bourne WM, Hodge DO, Nelson LR. Corneal endothelium five years after transplantation. *Am J Ophthalmol* 1994;118:185-96.
80. Bourne WM, Nelson LR, Hodge DO. Continued endothelial cell loss ten years after lens implantation. *Ophthalmology* 1994;101:1014-1022.
81. Malecaze FJ, Hulin H, Bierer P, Fournié P, Grandjean H, Thalamas C, Guell JL. A randomized paired eye comparison of two techniques for treating moderately high myopia: LASIK and artisan phakic lens. *Ophthalmology* 2002;109:1622-1630.
82. Pop M, Payette Y. Initial results of endothelial cell counts after Artisan lens for phakic eyes: an evaluation




Archive of SID

www.SID.ir

of the United States Food and Drug Administration Ophtec Study. *Ophthalmology* 2004;111:309 -317.
83. Landesz M, Worst JG, van Rij G. Long-term results of correction of high myopia with an iris claw phakic intraocular lens. *J Refract Surg* 2000;16:310-316.

Archive of SID



www.SID.ir