

Corneal Graft Biomechanics after Penetrating Keratoplasty in Keratoconus

Feizi S, MD*; Yazdani S, MD; Malekifar P, MD; Javadi MA, MD; Hasanpoor H, MD

Ophthalmic Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

*Corresponding author: sepehrfeizi@yahoo.com

Purpose: To evaluate corneal hysteresis and corneal resistance factor in penetrating keratoplasty grafts in a group of keratoconic eyes using the ocular response analyzer (ORA) and to evaluate the relationship between donor size, donor-recipient disparity and central graft thickness (CGT), and ORA parameters.

Methods: This cross-sectional study was conducted on 34 eyes of 34 keratoconus patients who had undergone PKP. Corneal hysteresis (CH), corneal resistance factor (CRF), and cornea-compensated intraocular pressure were measured at least 6 months after complete suture removal. Two groups of donor-recipient disparity (0.25 vs. 0.50 mm) were compared using the independent t test. Multivariate regression analysis was used to investigate the correlation of donor trephine size and CGT with ORA parameters. Factors influencing intraocular pressure measured with the Goldmann applanation tonometer (IOP GAT) after PKP were determined using multiple regression analysis.

Results: Mean patient age and follow-up period were 29.6 ± 6.2 years and 82.4 ± 59.6 months, respectively. Mean CGT, CH, and CRF were 567.5 ± 38.8 μm , 10.2 ± 2.1 mm Hg, and 10.1 ± 2.2 mm Hg, respectively. CH and CRF had a significant positive correlation with donor trephine size and CGT. Significantly greater values of CH and CRF were observed in the 0.5-mm disparity group compared with the 0.25-mm disparity group. Among the studied parameters, only CH, CRF, and cornea-compensated intraocular pressure had a significant positive correlation with IOP GAT.

Conclusion: Graft biomechanics seem to be closer to normal values with larger grafts and greater donor-recipient disparity. These metrics had a significant correlation with IOP GAT after PKP.

Key Words: Keratoconus, Penetrating Keratoplasty, Graft Biomechanics

• Bina J Ophthalmol 2012; 17 (4): 333-338.

Received: 10 November 2010

Accepted: 29 May 2011

بیومکانیک قرنیه پیوندی پس از پیوند نافذ در قوز قرنیه

دکتر سپهر فیضی^۱، دکتر شاهین یزدانی^۲، دکتر پرویز ملکی فر^۳، دکتر محمدعلی جوادی^۴، دکتر حسین حسن پور^۵

هدف: اندازه‌گیری خواص بیومکانیکی قرنیه پیوندی پس از پیوند نافذ قرنیه در مبتلایان به قوز قرنیه با استفاده از تحلیل‌کننده پاسخ چشمی (ORA) و ارزیابی تاثیر اندازه تریفاین دهنده و گیرنده و اختلاف آن‌ها (Disparity)، ضخامت مرکزی پیوند و مدت زمان پی‌گیری پس از جراحی روی بیومکانیک بافت پیوند شده.

روش پژوهش: این مطالعه مقطعی بر روی ۴۵ چشم از ۳۴ بیمار مبتلا به قوز قرنیه که مورد جراحی پیوند نافذ قرنیه قرار گرفته بودند صورت گرفت. هیستریزیس (Hysteresis) قرنیه (CH) و عامل مقاومت قرنیه‌ای (CRF: Corneal Resistance Factor) حداقل ۶ ماه پس از برداشتن بخیه‌ها اندازه‌گیری شدند. تحلیل رگرسیون چند متغیره برای بررسی همبستگی بین اندازه تریفاین گیرنده و دهنده، اختلاف اندازه قرنیه گیرنده-دهنده، ضخامت مرکزی قرنیه پیوندی (CGT: Corneal Graft Thickness) و مدت زمان پی‌گیری، با مقادیر CH و CRF مورد استفاده قرار گرفت. علاوه بر آن عوامل تاثیرگذار بر فشار داخل چشمی (IOP) پس از پیوند نافذ قرنیه نیز بررسی شدند.

یافته‌ها: متوسط سن بیماران 29.8 ± 6.1 سال، ضخامت مرکزی قرنیه پیوندی، هیستریزیس قرنیه و عامل مقاومت قرنیه‌ای به ترتیب 567.5 ± 38.8 میکرومتر، 10.2 ± 2.1 میلی‌متر جیوه و 10.1 ± 2.2 میلی‌متر جیوه بود. بین هیستریزیس قرنیه و عامل مقاومت قرنیه‌ای رابطه همبستگی مثبت معنی‌دار با اندازه تریفاین گیرنده و دهنده و CGT وجود داشت. ارتباط بین ضخامت مرکزی قرنیه پیوندی و مدت زمان پی‌گیری نیز معنی‌دار بود. مقادیر بیش‌تر عامل مقاومت قرنیه‌ای و هیستریزیس قرنیه در گروهی که اختلاف (Disparity) 0.5 میلی‌متر بود نسبت به گروهی که اختلاف 0.25 میلی‌متر بود مشاهده شد. از میان متغیرهای اندازه‌گیری شده فقط هیستریزیس قرنیه و عامل مقاومت قرنیه‌ای، ارتباط مثبت معنی‌دار با فشار داخل چشمی داشتند.

نتیجه‌گیری: بیومکانیک پیوند به طور واضح با پیوندهای بزرگ‌تر، اختلاف بیش‌تر میان قرنیه گیرنده و دهنده و پی‌گیری طولانی‌تر بهبود یافت. این سنجش‌ها تاثیر واضحی بر اندازه‌گیری فشار داخل چشم پس از پیوند نافذ قرنیه داشتند.

• مجله چشم‌پزشکی بینا ۱۳۹۱؛ دوره ۱۷، شماره ۴: ۳۳۳-۳۳۸.

• پاسخ‌گو: دکتر سهره فیضی (e-mail: sepehrfeizi@yahoo.com)

دریافت مقاله: ۱۹ آبان ۱۳۸۹

تایید مقاله: ۸ خرداد ۱۳۹۰

۱- استادیار- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۲- دانشیار- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۳- دستیار چشم‌پزشکی - دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۴- استادیار- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۵- چشم‌پزشک- بیمارستان شهید چمران تهران

تهران- پاسداران- بوستان نهم- خیابان پایدارفرد (خیابان امیر ابراهیمی)- پلاک ۲۳- مرکز تحقیقات چشم

مقدمه

هدف اصلی پیوند قرنیه، بهبود بینایی می‌باشد. پاسخ به این پرسش که آیا خواص بیومکانیکی در موارد خاص مانند قوز قرنیه و سایر اختلالات نازک‌شدگی قرنیه پس از پیوند بهبود می‌یابند نیاز به ارزیابی بیش‌تر دارد. این موضوع اهمیت ویژه‌ای را در تفسیر فشار داخل چشمی (IOP) و یا تصمیم‌گیری برای جراحی رفرکتیو قرنیه پیوندی دارا می‌باشد.

به تازگی فن‌آوری جهت اندازه‌گیری معیارهای جدیدی به نام‌های هیستریزیس قرنیه (CH)، عامل مقاومت قرنیه‌ای (CRF)، فشار داخل چشمی مرتبط با گلدمن (IOP_G) و فشار داخل چشمی جبران شده با قرنیه (IOP_{CC}) معرفی شده است.^۱ تحلیل‌کننده پاسخ چشمی (ORA: Buffalo, NY, USA) از یک هوای پرفشار (air puff) استفاده می‌کند که ابتدا موجب فرورفتگی و سپس برگشت قرنیه به حالت اول و در نتیجه دو اندازه‌گیری در زمان مسطح بودن قرنیه می‌شود. با محاسبه میانگین این دو مقدار اندازه‌گیری، IOP_G محاسبه می‌شود.^۱

هیستریزیس که محاسبه خواص ویسکوالاستیک قرنیه می‌باشد، اختلاف بین فشارهای اپلاناسیون به داخل و خارج بوده و تحت تاثیر ضخامت و سفتی قرنیه قرار می‌گیرد.^۲ عامل مقاومت قرنیه‌ای (CRF) متغیر دیگری است که توسط

تحلیل‌کننده پاسخ چشمی (ORA) اندازه‌گیری می‌شود. این عامل که نشانگر مقاومت کلی قرنیه می‌باشد تحت تاثیر خواص الاستیک آن قرار می‌گیرد. تغییرات در خواص بیومکانیکی با بیماری‌های متعدد قرنیه علاوه بر جراحی قرنیه گزارش شده‌اند.^{۳-۷}

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که CH در قرنیه بیماران مبتلا به قوز قرنیه^{۱،۳،۴}، دیستروپی اندوتلیال فوکس^۵، نزدیک بینی^۶ بالا^۷ و بعد از جراحی‌های کراتورفاکتیو^۷ به طور واضح کاهش می‌یابد، ولی تاکنون گزارشی مبنی بر بررسی این عوامل به دنبال پیوند قرنیه (PKP) منتشر نشده است. در مطالعه حاضر خواص بیومکانیکی قرنیه پیوندی بعد از پیوند نافذ قرنیه (PKP) در قوز قرنیه ارزیابی می‌شوند و تاثیر سایر عوامل شامل اندازه و اختلاف تریفاین گیرنده و دهنده، ضخامت مرکزی پیوند و مدت زمان طی شده از جراحی روی این معیارها هم‌چنین عوامل تاثیر گذار بر روی فشار داخل چشمی (IOP) بعد از پیوند قرنیه بررسی می‌شوند.

روش پژوهش

در این مطالعه مقطعی، ۴۵ چشم از ۳۴ بیمار (۱۱ مرد) مبتلا به قوز قرنیه با سابقه جراحی پیوند نافذ قرنیه (PKP) مورد بررسی قرار گرفتند. تمامی بخیه‌ها حداقل ۶ ماه پیش از ورود به مطالعه خارج شده بودند. وجود بیماری‌های چشمی دیگر به غیر از قوز

اندازه‌گیری‌ها توسط یک چشم‌پزشک انجام شد.

تحلیل آماری

اطلاعات با توزیع طبیعی (نرمال) به صورت میانگین \pm انحراف معیار نمایش داده شدند. ارتباط بین اندازه تریفاین (trephine) گیرنده و دهنده، ضخامت مرکزی قرنیه پیوندی (CGT)، اختلاف گیرنده-دهنده (۰/۵ و ۰/۲۵ میلی‌متر) و دوره پی‌گیری و اندازه‌گیری‌های ORA با استفاده از تحلیل رگرسیون چند متغیره بررسی شدند. هم‌چنین از این آزمون آماری جهت مشخص کردن عوامل تاثیر گذار روی فشار داخل چشمی استفاده شد. یافته‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و پیرایش ۱۴ تحلیل شدند. P کم‌تر از ۰/۰۵ از نظر آماری معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

این پژوهش بر روی ۴۵ چشم مبتلا به قوز قرنیه که مورد جراحی پیوند نافذ قرنیه قرار گرفته بودند صورت گرفت. متوسط سن بیماران 29.8 ± 6.1 (۱۷-۴۴) سال بود. میانگین زمان پی‌گیری بعد از پیوند قرنیه، 91.2 ± 66.8 (۱۹-۲۹۶) ماه بود. اندازه متوسط تریفاین گیرنده و دهنده به ترتیب 7.78 ± 0.22 (۷/۵-۸) میلی‌متر و 8.09 ± 0.25 (۷/۷۵-۸/۵) میلی‌متر بود. اختلاف تریفاین دهنده-گیرنده در ۳۶ چشم ۰/۲۵ میلی‌متر و در ۹ چشم ۰/۵ میلی‌متر بود. معادل کروی عیب انکساری بعد از عمل جراحی، متوسط کراتومتری و آستیگماتیسم کراتومتری یک به ترتیب -2.87 ± 2.78 (محدوده -۱۱/۳۸ تا +۲/۲۵) دیوپتر و 4.47 ± 1.93 (محدوده ۴/۰ تا ۴۹/۷۵) دیوپتر، 4.47 ± 2.94 (محدوده صفر تا ۱۴/۵) دیوپتر بود.

قرنیه و نیز بیماری‌های سیستمیک از جمله دیابت شیرین، جراحی‌های اضافه‌تر مثل پیوند مجدد، جراحی آب‌مروارید و هرگونه جراحی رفرکتیو و استفاده از لنزهای تماسی، منجر به خروج بیمار از مطالعه می‌شدند.

این مطالعه توسط کمیته اخلاق مرکز تحقیقات چشم مورد تایید قرار گرفت و از تمامی شرکت کنندگان بعد از توضیح اهداف مطالعه، رضایت‌نامه کتبی اخذ شد.

برای تمامی بیماران مورد مطالعه، معاینات چشمی شامل تعیین میزان حدت بینایی تصحیح‌نشده (UCVA) و بهترین دید اصلاح شده توسط عینک (BSCVA) با استفاده از تابلوی اسنلن، بیومیکروسکوپی توسط اسلیت لامپ، اندازه‌گیری فشار داخل چشمی (IOP) با استفاده از تونومتری تماسی گلدمن (ATOZO) (Carl Zeiss Meditec Inc., CA, USA)، عیب انکساری مانیفست (آشکار) و کراتومتری انجام شد.

دستگاه تحلیل‌کننده پاسخ چشمی (ORA) جهت اندازه‌گیری CH و CRF مورد استفاده قرار گرفت. از بیماران درخواست می‌شد که چشم‌های خود را به طور کامل باز کرده و به یک هدف نوری سبز در مرکز نورهای قرمز نگاه کنند. بعد از شلیک یک هوای پرفشار (air puff)، مولفه‌های اندازه‌گیری شده برای هر بیمار روی صفحه نمایش نشان داده می‌شدند. اندازه‌گیری‌ها، چهار بار تکرار و پس از خارج کردن اعداد پرت، میانگین محاسبه می‌شد. پس از آن، پستی مرکزی قرنیه با استفاده از یک پروب تماسی اولتراسونیک (A/BS Com; Sonomeal Inc., Lake Success, NY, USA) پس از تجویز تتراکایین ۰/۵ درصد انجام می‌شد. پروب به صورت عمودی نسبت به مرکز قرنیه قرار داده شده و ۵ اندازه‌گیری در محدوده ± 2 میکرومتر صورت می‌گرفت. تمام معاینات و

جدول ۱- متغیرهای مطالعه و توزیع آماری آن‌ها

متغیر	انحراف معیار \pm میانگین	دامنه
ضخامت مرکزی قرنیه پیوندی (میکرومتر)	567.5 ± 28.8	۴۴۱/۰-۶۵۴/۰
فشار داخل چشمی (میلی‌متر جیوه)	12.2 ± 2.4	۶/۰-۱۸/۰
هیستریزیس قرنیه (میلی‌متر جیوه)	10.2 ± 2.1	۶/۴-۱۵/۷
عامل مقاومت قرنیه (میلی‌متر جیوه)	10.1 ± 2.2	۵/۵-۱۶/۰

چندمتغیره، CH با اندازه تریفاین گیرنده ($P=0.03$) و دهنده ($P=0.02$) و ضخامت مرکزی قرنیه پیوندی ($P=0.01$) رابطه مثبت

جدول ۱، اطلاعات فشار داخل چشمی، ضخامت مرکزی قرنیه پیوندی، CH و CRF را نمایش می‌دهد. در تحلیل آماری رگرسیون

اختلاف اندازه تریفاین دهنده-گیرنده و معادل کروی عیب انکساری را نشان می‌دهد. تنها بین اختلاف اندازه دهنده-گیرنده و بیومکانیک پیوند رابطه آماری معنی‌داری وجود داشت ($P=0.02$). با استفاده از آزمون t مشخص شد که CH و CRF، هر دو به طور معنی‌داری در گروه با اختلاف اندازه قرنیه گیرنده و دهنده ۰/۵ میلی‌متر بیش‌تر از گروه ۰/۲۵ میلی‌متر بودند ($P<0.05$) (نمودار ۱).

و معنی‌داری داشت. بین CH و متوسط زمان پس از جراحی ارتباط معنی‌دار آماری وجود نداشت ($P=0.42$). CRF با اندازه تریفاین گیرنده ($P=0.04$) و دهنده ($P=0.01$)، ضخامت مرکزی قرنیه پیوندی ($P=0.01$) و دوره پی‌گیری ($P=0.04$) رابطه آماری معنی‌دار داشت. جدول ۲ رابطه بین بیومکانیک پیوند (شامل CH و CFR) با دیگر عوامل نظیر سن، طول حفره ویتیره، کراتومتری متوسط،

جدول ۲- همبستگی بین بیومکانیک قرنیه پیوندی و عوامل مختلف

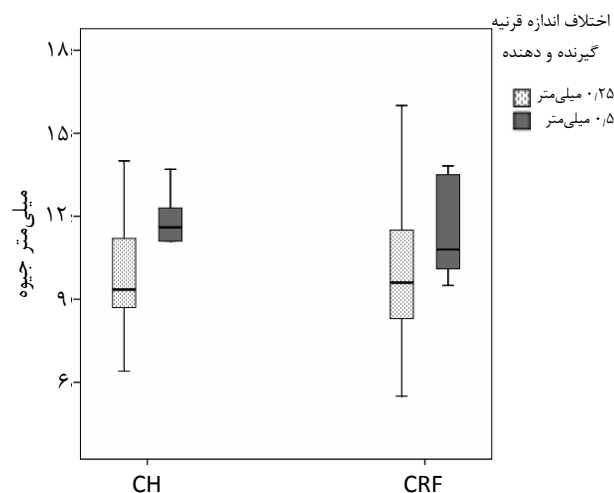
متغیر	هیستریزیس قرنیه		عامل مقاومت قرنیه	
	ضریب همبستگی	میزان P	ضریب همبستگی	میزان P
سن	۰/۰۰۱	۰/۹۹	۰/۰۰۲	۰/۷۵
طول حفره ویتیره	-۰/۱۴	۰/۲۳	۰/۰۶	۰/۶۸
اختلاف اندازه قرنیه دهنده-گیرنده	۰/۵۴	۰/۰۴	۰/۶۱	۰/۰۲
کراتومتری متوسط	۰/۳۴	۰/۵۱	۰/۱۶	۰/۲۷
معادل کروی عیب انکساری	۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۶۱

و دوره پی‌گیری مشاهده نشد ($P=0.10$).

بحث

قوز قرنیه یک بیماری غیر التهابی پیش‌رونده است که با نازک‌شدگی قرنیه مشخص می‌شود. علاوه بر الگوی غیر طبیعی توپوگرافیک، بیومکانیک قرنیه‌های مبتلا به قوز قرنیه غیرطبیعی می‌باشد. گزارش مطالعات پیشین حاکی از آن است که هیستریزیس قرنیه‌ای در قوز قرنیه کم‌تر از چشم‌های طبیعی است^{۱،۴} و این معیار هنگامی که بیماری پیش‌رفت می‌کند، کاهش بیش‌تری نشان می‌دهد^۴. با این وجود، این معیارها در قرنیه‌های طبیعی و مبتلا به قوز قرنیه خفیف، هم‌پوشانی (overlap) دارند که این امر موجب می‌شود ORA قادر به تشخیص بیماری خفیف از چشم‌های طبیعی نباشد^۴. پیوند نافذ قرنیه یک انتخاب درمانی مناسب برای قوز قرنیه هنگامی که سایر درمان‌ها مثل عینک و لنزهای تماسی سخت نفوذ پذیر به گاز موثر نبوده و یا غیرقابل تحمل هستند، می‌باشد^۸.

پیوند نافذ قرنیه، برای بیماران دید قابل قبول فراهم می‌کند و در پی‌گیری طولانی مدت بیش از ۹۰ درصد بقا (survival) دارد^۸. با این وجود، گزارشی که مشخص کند که PKP می‌تواند خواص بیومکانیکی قرنیه مبتلا به قوز قرنیه را بهبود بخشد، وجود ندارد.



نمودار ۱- مقایسه CH و CRF بین دو گروه با اختلاف اندازه دهنده-گیرنده ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی‌متر

تحلیل رگرسیون چندمتغیره نشان دهنده رابطه معنی‌دار میان فشار داخل چشمی به صورت مثبت با CH ($P=0.007$) و CRF ($P=0.003$) بود، با وجود این تغییرات CGT ($P=0.26$)، اندازه تریفاین گیرنده ($P=0.80$) و دهنده ($P=0.65$) و مدت پی‌گیری ($P=0.56$) روی IOP موثر نبود. هم‌چنین ارتباط معنی‌دار بین CGT

نتایج در رابطه با خواص بیومکانیکی پیوند می‌شود و بنابراین می‌تواند نتایج رفرکتیو پایدارتری را فراهم کند.

ولی موانعی نیز جهت استفاده از پیوندهای بزرگ با اختلاف ۰/۵ میلی‌متر وجود دارد. استفاده از اندازه بزرگ قرنیه دهنده، قرنیه را بیش‌تر در نزدیکی بافت عروقی لیمبال قرار می‌دهد.^۸ علاوه بر این استفاده از یک دهنده بزرگ‌تر، حجم بیش‌تری از آنتی‌ژن را به سیستم ایمنی گیرنده عرضه می‌کند که احتمال تسریع یک واکنش آلوگرافت را افزایش می‌دهد.^۸ اشکال استفاده از یک قرنیه دهنده با اختلاف دهنده و گیرنده ۰/۵ میلی‌متر این است که موجب قرنیه شیب‌دارتر و در نتیجه نزدیک‌بینی پس از جراحی می‌شود.^{۱۴} بنابراین انتخاب اختلاف اندازه تریفاین گیرنده و دهنده باید با دقت فراوان انجام شود تا مزیت بهبود بیومکانیک پیوند با اندازه بزرگ‌تر در مقایسه با کاهش شانس رد پیوند و بالا بودن عیب انکساری در نظر گرفته شود.

مطالعه حاضر تاثیر طول مدت پی‌گیری را بر روی بیومکانیک پیوند بررسی کرد. مقاومت زخم پیوند قرنیه که ابتدا پایین می‌باشد،^۸ در طول زمان افزایش می‌یابد اما ممکن است به حد قرنیه دست نخورده نرسد. مقاومت زخم پیوند قرنیه حتی تا چندین سال پس از عمل پائین است و در ضربات به چشم مستعد بازشدن می‌باشد.^{۱۵}

با استفاده از تجزیه و تحلیل هولوگرافیک استرسی، Calkins و همکاران^{۱۶} نشان دادند که محل اتصال گیرنده- دهنده بعد از PKP ضعیف می‌باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که طول دوره پی‌گیری، رابطه معنی‌دار و مثبت با CRF دارد. با وجود این، همراهی بین CH و دوره پی‌گیری دیده نشد. CH به عنوان سختی قرنیه شناخته می‌شود که به ساختمان کلاژن و میزان آب آن نسبت داده می‌شود در حالی که CRF مقاومت کلی آن را نشان می‌دهد.^{۱۷} بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مقاومت کلی قرنیه PKP با گذشت زمان افزایش می‌یابد^{۱۷}، در حالی که کلاژن و میزان آب پیوند تغییر نمی‌کند. این فرضیه را می‌توان با توجه به عدم رابطه معنی‌دار بین دوره پی‌گیری و CGT نیز مطرح کرد.

در مطالعه حاضر وابستگی اندازه‌گیری فشار داخل چشمی توسط GAT با خواص بیومکانیکی (CH و CRF) و خواص آناتومیکی (اندازه و ضخامت مرکزی) بررسی شد و همراهی مثبت معنی‌دار با CRF و CH حاصل شد.

میزان فشار داخل چشمی مستقل از CGT، اندازه تریفاین گیرنده- دهنده و دوره پی‌گیری بود. ثابت شده است که ضخامت مرکزی قرنیه در چشم‌های دست نخورده بر روی فشار داخل

Shin و همکاران^۹ بیومکانیک قرنیه پیوندی در بررسی ۲۶ بیمار که مورد PKP یک‌طرفه با علل مختلف مانند کراتوپاتی بولوس، کراتیت هرپسی، ضربه و سندرم ICE (Iridocorneal Endothelial Syndrome) قرار گرفته بودند به این نتیجه رسیدند که CH و CRF در مقایسه با چشم‌های مقابل طبیعی به ترتیب کاهش و افزایش می‌یابند. با وجود این، اختلاف‌ها به سطح معنی‌داری نرسید. یافته‌های مطالعه ذکر شده به دلیل اندیکاسیون‌های متفاوت عمل و اینکه زمان جراحی تا زمان مطالعه از یک ماه تا صد و هشت ماه متغیر بود (که نشان می‌دهد که اندازه‌گیری‌های ORA در برخی بیماران با وجود بخیه انجام شده) قابل نتیجه‌گیری نمی‌باشد.

مطالعه حاضر نخستین مطالعه‌ای است که خواص بیومکانیکی قرنیه‌های پیوندی را در یک گروه یکنواخت (هموژن) از بیماران مبتلا به قوز قرنیه نشان می‌دهد. برخلاف راهنمایی کارخانه سازنده، این مطالعه نشان می‌دهد که ORA می‌تواند به صورت مطمئن در قرنیه‌های پیوند شده مورد استفاده قرار گیرد بدون این که این اندازه‌گیری‌ها سبب باز شدن زخم شوند. این بدین معنی است که بعد از برداشتن کامل بخیه‌ها، زخم PK به حد کافی تحمل تغییر شکل ناشی از معاینه با ORA را دارد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که هر دو شاخص CH و CRF به طور معنی‌دار زمانی که اندازه تریفاین دهنده و گیرنده و ضخامت مرکزی قرنیه پیوندی افزایش می‌یابد، بهبود می‌یابند.

همچنین، ارتباط مثبت معنی‌داری بین CRF و دوره پی‌گیری حاصل شد. تاثیرات اندازه تریفاین روی بینایی و نتایج رفرکتیو^{۱۸} گزارش شده است. پیوندهای قرنیه‌ای که قطر بزرگ‌تر گیرنده را به کار می‌برند، سلول‌های اندوتلیال بیش‌تری را منتقل می‌کنند^{۱۱} و اجازه می‌دهند که مرز دهنده- گیرنده بیش‌تر به محیط انتقال یابد، بنابراین موجب آستیگماتیسم کم‌تر می‌شوند.^{۱۱} اگر اندازه تریفاین گیرنده کوچک باشد قرنیه نازک گیرنده در محل باقی می‌ماند که منجر به آستیگماتیسم زیاد خواهد شد.^{۱۲} مطالعه جاری مزیت جدیدی به انتخاب اندازه تریفاین بزرگ‌تر در چشم‌های مبتلا به قوز قرنیه می‌افزاید. با برداشتن یک قرنیه غیر طبیعی تا حد ممکن و جایگزینی آن با یک بافت دهنده طبیعی، بیومکانیک پیوند به طور معنی‌داری بهبود می‌یابد.

وقتی قرنیه دهنده ۰/۵ میلی‌متر بزرگ‌تر از بستر گیرنده باشد، مقادیر CH و CRF بالاتری حاصل می‌شود. با توجه به این دو مشاهده می‌توان نتیجه گرفت که تریفاین گیرنده بزرگ‌تر به همراه اختلاف دهنده-گیرنده ۰/۵ میلی‌متر در قوز قرنیه، موجب بهترین

به طور خلاصه، بیومکانیک پیوند بعد از PKP در چشم‌های مبتلا به قوز قرنيه به شکل معنی‌داری با استفاده از یک دهنده بزرگ و اختلاف دهنده- گیرنده ۰/۵ میلی‌متر افزایش می‌یابد. هم‌چنین عامل مقاومت قرنيه‌ای پیوندی (CRF) در طول زمان، افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که بیومکانیک پیوند نقش مهم‌تری در اندازه‌گیری فشار داخل چشمی بعد از جراحی نسبت به ویژگی‌های آناتومیک ایفا می‌کند.

نتیجه‌گیری

انجام پیوند قرنيه با اندازه بزرگ منجر به بهبود بیومکانیک قرنيه می‌شود. این نکته در بیماران مبتلا به قوز قرنيه که دارای CH و CRF کم‌تر از حد طبیعی می‌باشند دارای اهمیت می‌باشد.

چشمی اثر می‌گذارد. تخمین بیش از حد IOP (Over estimated) در چشم‌های با قرنيه‌های ضخیم‌تر و تخمین کم‌تر از حد آن (Underestimated) در قرنيه‌های نازک گزارش شده است.^{۱۸} با این وجود، در این مطالعه ارتباطی بین ضخامت مرکزی پیوند و اندازه‌گیری فشار داخل چشمی توسط GAT مشاهده نشد. این مشاهده با سایر مطالعات که ارتباط بین ضخامت مرکزی پیوند و فشار داخل چشم را بررسی کرده‌اند، هم‌خوانی دارد.^{۱۹-۲۱} این احتمال وجود دارد که اسکار تشکیل شده بین دهنده و گیرنده در ویژگی‌های بیومکانیک قرنيه پیوندی تاثیر بیش‌تری نسبت به ضخامت و سن داشته باشد. بنابراین اختلال CH و CRF اثرات تجمعی سختی قرنيه، ویسکوزیته، الاستیسیته و آنچه که بوسیله اسکار اعمال می‌شود را اندازه‌گیری می‌کنند و ارتباط بهتری با IOP نسبت به CGT دارند.

منابع

- Luce DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:156-162.
- Shah S, Laiquzzaman M, Cunliffe I, Mantry S. The use of the Reichert ocular response analyzer to establish the relationship between ocular hysteresis, corneal resistance factor and central corneal thickness in normal eyes. *Cont Lens Anterior Eye* 2006;29:257-262.
- Kirwan C, O'Malley D, O'Keefe M. Corneal hysteresis and corneal resistance factor in keratectasia: findings using the Reichert ocular response analyzer. *Ophthalmologica* 2008;222:334-337.
- Shah S, Laiquzzaman M, Bhojwani R, Mantry S, Cunliffe I. Assessment of the biomechanical properties of the cornea with the ocular response analyzer in normal and keratoconic eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48:3026-3031.
- del Buey MA, Cristóbal JA, Ascaso FJ, Lavilla L, Lanchares E. Biomechanical properties of the cornea in Fuchs' corneal dystrophy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2009;50:3199-3202.
- Shen M, Fan F, Xue A, Wang J, Zhou X, Lu F. Biomechanical properties of the cornea in high myopia. *Vision Res* 2008;48:2167-2171.
- Ortiz D, Pinero D, Shabayek MH, Arnalich-Montiel F, Alió JL. Corneal biomechanical properties in normal, post-laser in situ keratomileusis, and keratoconic eyes. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1371-1375.
- Javadi MA, Motlagh BF, Jafarinasab MR, Rabbanikhab Z, Anissian A, Soury H, et al. Outcomes of penetrating keratoplasty in keratoconus. *Cornea* 2005;24:941-946.
- Shin JY, Choi JS, Oh JY, Kim MK, Lee JH, Wee WR. Evaluation of corneal biomechanical properties following penetrating keratoplasty using the ocular response analyzer. *Korean J Ophthalmol* 2010;24:139-142.
- Price MO, Thompson RW Jr, Price FW Jr. Risk factors for various causes of failure in initial corneal grafts. *Arch Ophthalmol* 2003;121:1087-1092.
- Skeens HM, Holland EJ. Large-diameter penetrating keratoplasty: indications and outcomes. *Cornea* 2010;29:296-301.
- Lim L, Pesudovs K, Goggin M, Coster DJ. Late onset post-keratoplasty astigmatism in patients with keratoconus. *Br J Ophthalmol* 2004;88:371-376.
- Williams KA, Muehlberg SM, Lewis RF. The Australian Corneal Graft Registry, 1996 report.
- Shimmura S, Ando M, Ishioka M, Shimazaki J, Tsubota K. Same-size donor corneas for myopic keratoconus. *Cornea* 2004;23:345-349.
- Kawashima M, Kawakita T, Shimmura S, Tsubota K, Shimazaki J. Characteristics of traumatic globe rupture after keratoplasty. *Ophthalmology* 2009;116:2072-2076.
- Calkins JL, Hochheimer BF, Stark WJ. Corneal wound healing: holographic stress-test analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1981;21:322-334.
- Sullivan-Mee M, Billingsley SC, Patel AD, Halverson KD, Alldredge BR, Qualls C. Ocular Response Analyzer in subjects with and without glaucoma. *Optom Vis Sci* 2008;85:463-470.
- Mok KH, Wong CS, Lee VW. Tono-Pen tonometer and corneal thickness. *Eye* 1999;13:35-37.
- Rao VJ, Gnanaraj L, Mitchell KW, Figueiredo FC. Clinical comparison of ocular blood flow tonometer, Tonopen, and Goldmannapplanation tonometer for measuring intraocular pressure in postkeratoplasty eyes. *Cornea* 2001;20:834-838.
- Ceruti P, Morbio R, Marraffa M, Marchini G. Comparison of dynamic contour tonometry and Goldmannapplanation tonometry in deep lamellar and penetrating keratoplasties. *Am J Ophthalmol* 2008;145:215-221.
- Viestenz A, Langenbucher A, Seitz B, Viestenz A. Evaluation of dynamic contour tonometry in penetrating keratoplasties. *Ophthalmologie* 2006;103:773-776.