

How Does DSAEK Surgery Can Change Corneal Biomechanical Properties in Patients with Pseudophakic Bullous Keratopathy

Faramarzi A, MD; Rikhtegar MH, MD; Najdi D, MD*

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

* Corresponding Author: danial1357@yahoo.com

Purpose: To compare corneal biomechanical properties and intraocular pressure (IOP) in eyes with pseudophakic bullous keratopathy (PBK) before and after Descemet stripping automated endothelial keratoplasty (DSAEK).

Methods: This prospective non-randomized intrasubject comparative study was conducted on 44 eyes of 22 patients with the diagnosis of PBK who underwent DSAEK in one eye. Intraocular pressure was measured by Goldmann applanation tonometer (IOP GAT), and central corneal thickness (CCT) was measured by ultrasound pachymetry. The ocular response analyser (ORA) was used to measure corneal hysteresis (CH), corneal resistance factor (CRF), Goldmann-related intraocular pressure (IOPg), and cornea-compensated intraocular pressure (IOPcc). The same measurements were performed in the normal fellow eyes which served as controls. All measurements were performed preoperatively and six months postoperatively.

Results: Mean patient age was 67 ± 14 years. Mean preoperative CH and CRF values in the DSAEK group were 5.77 ± 2.94 and 6.39 ± 2.72 mm Hg, respectively, which were significantly lower than those measured in the control group (8.2 ± 2.47 and 8.43 ± 2.49 mm Hg, respectively, $P=0.001$ for both comparisons). Postoperatively, CH and CRF demonstrated a significant increase (7.09 ± 3.68 mm Hg, $P=0.05$ and 8.21 ± 3.84 mm Hg, $P=0.03$, respectively) in operated eyes approaching the normal values measured in the control eyes.

Conclusion: Corneal biomechanical parameters were significantly lower in PBK eyes as compared to the normal fellow eyes. These metrics significantly increased after DSAEK and reached values measured in the normal fellow eyes.

Keywords: Corneal Biomechanics, Descemet Stripping Automated Endothelial Keratoplasty, Ocular Response Analyser, Pseudophakic Bullous Keratopathy

• Bina J Ophthalmol 2015; 21 (2): 117-123.

Received: 9 August 2015

Accepted: 20 September 2015

تغییرات ویژگی‌های بیومکانیک قرنیه پس از جراحی DSAEK در بیماران پseudofakic بولوس کراتوپاتی

دکتر امیر فرامرزی^۱، دکتر محمدحسن ریخته‌گر^۲ و دکتر دانیال نجدی^{۳*}

هدف: مقایسه ویژگی‌های بیومکانیک قرنیه و فشار داخل چشمی در چشم‌های با بولوس کراتوپاتی pseudofakic قبل و پس از جراحی DSAEK.

روش پژوهش: این مطالعه به صورت مقایسه‌ای، آینده‌نگر و غیرتصادفی بر روی ۴۴ چشم از ۲۲ بیمار با تشخیص بولوس کراتوپاتی pseudofakic که در یک چشم تحت جراحی DSAEK قرار گرفته بودند، صورت گرفت. فشار داخل چشم توسط دستگاه تونومتر گلدمن و ضخامت مرکزی قرنیه توسط دستگاه پاک‌متری اولتراسوند سنجیده شد. هیستریزیس قرنیه (CH)، عامل مقاومتی قرنیه (CRF)، فشار داخل چشمی مرتبط با گلدمن (IOPg) و فشار داخل چشمی جبران شده (IOPcc) توسط دستگاه آنالیز پاسخ چشمی (ORA) اندازه‌گیری شد. تمامی این معاینات در چشم طبیعی به عنوان گروه شاهد نیز صورت گرفت. اندازه‌گیری‌ها، قبل و شش ماه پس از جراحی انجام شدند.

یافته‌ها: میانگین سنی بیماران 67 ± 14 سال بود. میانگین CH و CRF پیش از عمل در گروه DSAEK به ترتیب 5.77 ± 2.94 و

۶/۳۹±۲/۷۲ میلی‌متر جیوه و به طور قابل ملاحظه‌ای کم‌تر از مقادیر گروه شاهد بود (به ترتیب ۸/۴۳±۲/۴۹ و ۸/۲±۲/۴۷ میلی‌متر جیوه، مقدار $P=0.001$ برای هر دو مقایسه). پس از عمل CH و CRF دچار افزایش معنی‌دار شدند (به ترتیب ۷/۱۰۹±۳/۶۸ میلی‌متر جیوه با $P=0.05$ و ۸/۲۱±۳/۸۴ میلی‌متر جیوه با $P=0.03$) و مقادیر آن‌ها در چشم‌های عمل‌شده به مقادیر طبیعی چشم‌های گروه شاهد نزدیک شد.

نتیجه‌گیری: متغیرهای بیومکانیک قرنیه در چشم‌های بولوس کراتوپاتی پسادوفاکیک در مقایسه با چشم‌های طبیعی سمت مقابل پایین‌تر بود ولی این معیارها پس از جراحی DSAEK افزایش یافت و به مقادیر اندازه‌گیری‌شده در چشم‌های طبیعی سمت مقابل رسید.

• مجله چشم‌پزشکی بینا ۱۳۹۴؛ دوره ۲۱، شماره ۲: ۱۱۷-۱۲۳.

• پاسخ‌گو: دکتر دانیال نجدی (e-mail: danial1357@yahoo.com)

دریافت مقاله: ۱۸ مرداد ۱۳۹۴

تایید مقاله: ۲۹ شهریور ۱۳۹۴

۱- استادیار- چشم‌پزشک- مرکز تحقیقات چشم- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی- تهران- ایران

۲- چشم‌پزشک- مرکز تحقیقات چشم- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی- تهران- ایران

۳- فلوشیپ قرنیه- چشم‌پزشک- مرکز تحقیقات چشم- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی- تهران- ایران

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

مقدمه

پیوند قرنیه نفوذی به طور معمول برای تمام اختلالات قرنیه در نظر گرفته نمی‌شود. با پیش‌رفت‌های اخیر صورت گرفته در مورد پیوند قرنیه، امروزه تنها لایه غیرطبیعی با بافت طبیعی جایگزین می‌شود و تمایل به انجام جراحی DSAEK برای بیمارانی که تنها اختلال عملکرد اندوتلیال دارند بیش‌تر شده است.^۱ این روش جراحی، عوارض پیوند نفوذی تمام ضخامت قرنیه را ندارد و به عنوان مثال آستیگماتیسم بالا پس از جراحی و خطر جداشدگی زخم به دنبال آسیب با جراحی DSAEK کاهش یافته است. با وجود این مزیت‌ها، عارضه مشخصی که شامل بالا بودن فشار چشم است هنوز در این نوع عمل جراحی رخ می‌دهد که می‌تواند منجر به شکست پیوند شود.^۲ بنابراین نه تنها نظارت بر کنترل فشار داخل چشمی در تمام مدت پس از جراحی ضروری است بلکه اطمینان از اندازه‌گیری دقیق نیز اهمیت دارد. با این که تونومتر گلدمن (GAT) به منظور اندازه‌گیری بالینی فشار داخل چشمی استاندارد طلایی است، دقت این اندازه‌گیری تحت تاثیر ادم قرنیه، نامنظمی و هرگونه تغییر ضخامت قرنیه و بیومکانیک آن قرار می‌گیرد.^{۳،۴}

تغییرات در بیومکانیک قرنیه پس از جراحی DSAEK به دلایل زیر می‌باشد: کاهش ادم قرنیه، حذف لایه غشا دسمه از قرنیه گیرنده و افزایش قابل توجه در ضخامت قرنیه ناشی از اضافه شدن بافت دهنده (Lenticule).

کاهش سختی (ژئیدیتی) و مقاومت در قرنیه‌های ادماتو و افزایش ضخامت پس از جراحی DSAEK روی دقت اندازه‌گیری

IOP توسط تونومتر گلدمن اثر منفی می‌گذارد.^۵

(ORA; Reichert Ophthalmic Instruments, Buffalo, NY, USA) Ocular Response Analyser می‌تواند فشار داخل چشمی را با وابستگی کم‌تر به ویژگی‌های قرنیه از جمله ضخامت قرنیه اندازه‌گیری کند.^۶ مطالعات کمی در مورد ویژگی‌های بیومکانیک قرنیه پس از جراحی DSAEK صورت گرفته است.^{۷-۱۱} با توجه به دانش ما هیچ مطالعه‌ای به صورت ویژه این عوامل را در مورد بولوس کراتوپاتی پسادوفاکیک قبل و پس از جراحی DSEAK مورد بررسی قرار نداده است. هدف از انجام مطالعه پیش رو، تعیین تغییرات این عوامل (CH, CRF) در بولوس کراتوپاتی پسادوفاکیک توسط جراحی DSAEK می‌باشد. هم‌چنین در این مطالعه هم‌خوانی فشار داخل چشمی اندازه‌گیری شده با ORA و تونومتری گلدمن قبل و پس از جراحی مورد بررسی قرار گرفته است.

روش پژوهش

این مطالعه به صورت آینده‌نگر، مقایسه‌ای و غیرتصادفی بر روی ۲۲ چشم از ۲۲ بیمار با تشخیص بولوس کراتوپاتی پسادوفاکیک و مقایسه با چشم سالم بیماران به عنوان گروه شاهد صورت گرفت. در تمامی شرکت‌کنندگان حداقل ۳ ماه قبل از ورود به مطالعه، تمامی بخیه‌ها خارج شدند. وجود هر بیماری دیگر چشمی غیر از اندیکاسیون پیوند قرنیه از جمله اسکار استرومای قرنیه، بیماری‌های سیستمیک مانند دیابت و هر نوع جراحی دیگری شامل پیوند مجدد قرنیه، جراحی‌های عیوب انکساری، استفاده از هر نوع قطره موضعی چشمی و لنز تماسی منجر به

توسط ORA صورت گرفت. برای این منظور از بیمار خواسته شد در حالت نشسته چشم‌هایش را باز نگه دارد و به نور سبز که در مرکز نور قرمز است، خیره شود. پس از آزاد شدن جت هوا، متغیرهای اندازه‌گیری شده بر روی صفحه نمایش مشخص می‌شدند. اندازه‌گیری در هر بیمار سه بار تکرار شد و از میان اندازه‌گیری‌های با کیفیت خوب، از دو قله متمایز میانگین گرفته شد. داده‌های حاصل شده شامل IOPg, IOPcc, CH, CRF بود.

ضخامت مرکزی قرنیه (CCT) پس از استفاده از قطره تتراکائین ۰/۵ درصد به صورت موضعی توسط پروب تماسی اولتراسونیک (A/B Scan; Sonomed Inc, Lake Success, NY) اندازه‌گیری شد. پروب به صورت عمود بر روی مرکز قرنیه نگه داشته شده و ۱۰ اندازه‌گیری بین طیف ± 2 میکرومتر به دست آمد که در نهایت برای تحلیل آماری میانگین آن محاسبه شد. همه این معاینات توسط یک چشم‌پزشک با تجربه انجام شد و شش ماه پس از جراحی نیز دوباره تمامی این معاینات تکرار شد. در زمان معاینه، نهایی، تمامی بخیه‌ها خارج شده بودند.

به منظور اندازه‌گیری ضخامت مرکزی گرافت، از یک میکروسکوپ کانفوکال (Confoscan3: NIDEK Technology, Padova, Italy) استفاده شد که تمام ضخامت مرکزی قرنیه را (از اندوتلیوم تا اپی‌تلیوم) طی حداکثر ۳۵۰ عکس (در هر ثانیه ۲۵ عکس) اسکن می‌کرد. با استفاده از Z اسکن سه‌بعدی، ضخامت مرکزی قرنیه و میانگین محاسبه شد.

تحلیل آماری

در تحلیل‌های آماری سن CH, CRF, IOP GAT، اندازه‌گیری شده توسط گلدمن دارای توزیع نرمال و توزیع IOPg, IOPcc و ضخامت مرکزی قرنیه (CCT) غیرنرمال بود.

معیارهای اندازه‌گیری قبل و پس از جراحی توسط Paired t test و ویلکاکسون به ترتیب برای متغیرهای با توزیع نرمال و غیرنرمال مورد تحلیل آماری قرار گرفت. همچنین یافته‌ها میان دو گروه مورد و شاهد با آزمون‌های t مستقل و من‌ویتنی تحلیل شدند. سه اندازه‌گیری انجام شده IOP یعنی IOPg, IOPcc, IOP GAT با یکدیگر توسط آزمون فریدمن مورد مقایسه قرار گرفتند. هم‌خوانی میان دو تنومتر با استفاده از منحنی Bland-Altman بررسی شد. تحلیل‌های آماری توسط نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۱ صورت گرفت. P کم‌تر از ۵ درصد از نظر آماری معنی‌دار در نظر گرفته شد. به منظور جلوگیری از اثرات مخدوش‌کننده اندازه‌گیری‌ها میان دو قرنیه از یک فرد، نتایج توسط فرمول

خروج بیماران از مطالعه گردید. این مطالعه توسط کمیته اخلاق مرکز تحقیقات چشم دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی مورد تایید قرار گرفت و پس از توضیح روش پژوهش به بیماران از تمامی شرکت‌کنندگان موافقت‌نامه کتبی اخذ شد.

روش جراحی

برای انجام جراحی DSAEK، ۸ میلی‌متر مرکزی اپی‌تلیوم قرنیه گیرنده به عنوان شاخصی برای خارج کردن غشا دسمه و جایگزینی بافت دهنده (Lenticule) علامت‌گذاری شد، اتا‌فک قدامی از طریق یک پاراستز با هوا پر شده و غشا دسمه گیرنده به صورت حلقوی زیر منطقه علامت‌گذاری شده با هوک سینسکی برش داده شد، در حالی که اتا‌فک قدامی فرم بود. غشا دسمه و اندوتلیوم توسط یک وسیله Descemet Stripper از یک برش ۳/۵ میلی‌متری از برش لیمبال خلفی خارج شدند.

بافت قرنیه دهنده توسط بانک چشم جمهوری اسلامی ایران، از قبل به وسیله میکروکراتوم CB با سر ۳۵۰ میکرومتری (Moria Inc, Doylesrown, PA, USA) برش داده شد و در محلول Optisol GS نگه‌داری شد. هیچ علامتی روی استرومای بافت پیوندی گذاشته نشد. بافت دهنده از سمت اندوتلیالی توسط پانچ بارون (Katena, Denville, NJ) قبل از آن که استرومای قدامی آن برداشته شود، با قطر ۸ میلی‌متر بریده شد. میزان کمی ماده ویسکوالاستیک روی سطح اندوتلیوم قرار داده شده و بافت دهنده با روش Pull-through یا Busin Glide وارد اتا‌فک قدامی شد و با حباب هوا داخل اتا‌فک قدامی به لاملا‌ی سطح خلفی استرومای گیرنده به صورت باز شده می‌چسبید. پس از آن که محل زخم با نایلون ۰-۱۰ بخیه زده شد، از محل پاراستز توسط هوک سینسکی معکوس وارد و مرکزیت لنتیکول دهنده را تنظیم نموده و برای ۱۰ دقیقه اتا‌فک قدامی از هوا پر شد. پس از عمل، تمام بیماران قطره کلرامفنیکل ۰/۵ درصد هر ۶ ساعت تا ۱۴ روز و قطره بتامتازون ۰/۱ درصد هر ۶ ساعت دریافت نمودند که در مدت ۲-۳ ماه قطع شدند. به منظور ترمیم سریع‌تر و بهتر، لوبریکانت موضعی اضافه شد.

معاینات چشم‌پزشکی و اندازه‌گیری‌ها

قبل از عمل جراحی، معاینات چشمی شامل اندازه‌گیری دید اصلاح‌نشده (UCVA) و اصلاح‌شده با عینک (BCVA) با تابلوی اسنلن و معاینه با اسلیت‌لمپ، کراتومتری، اندازه‌گیری فشار داخل چشم با گلدمن (IOP GAT) و همچنین عوامل بیومکانیک قرنیه

Marginal Regression مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها

چهل و چهار چشم از ۲۲ بیمار (۱۵ نفر مرد)، برای مطالعه انتخاب شدند. میانگین سنی بیماران 67 ± 14 سال (دامنه تغییرات ۸۱-۲۶ سال) بود. تمامی چشم‌ها در گروه مورد و ۷۷٫۳ درصد از چشم‌ها در گروه شاهد (۱۷ از ۲۲ چشم) تحت جراحی فیکو و جایگذاری لنز داخل چشمی (سابقه جراحی آب‌مروراید) قرار گرفته بودند. در گروه مورد، میانگین زمانی از انجام جراحی آب‌مروراید تا جراحی DSAEK، $13/6 \pm 5/4$ ماه (دامنه تغییرات ۲۵-۶ ماه) و میانگین مدت دریافت داروی استروئید، 72 ± 11 روز بود. افزایش فشار داخل چشم به دنبال مصرف استروئید در ۳ چشم (۱۳٫۶ درصد) مشاهده شد که با دارو کنترل گردید. در مدت زمان پی‌گیری، هیچ موردی از جابجایی و یا کدورت گرفتگی مشاهده نشد و در زمان انجام اندازه‌گیری‌های پس از عمل، تمام قرنی‌ها شفاف بودند. در گروهی که تحت جراحی DSAEK قرار گرفته بودند، میانگین دید اصلاح نشده و بدون عینک قبل از عمل $1/59 \pm 0/55$ لوگمار بود که پس از جراحی به $1/04 \pm 0/78$ لوگمار ($P=0/001$) پیش‌رفت کرد. دید اصلاح شده با عینک پس از جراحی $0/31 \pm 0/22$ لوگمار بود.

جدول ۱ اطلاعات مربوط به قبل و پس از عمل جراحی بیومکانیک قرنی‌ه را نمایش می‌دهد. چنانچه در این جدول قابل مشاهده است، CCT بعد از عمل به طور قابل توجهی نازک‌تر از مقادیر قبل از عمل در گروه DSAEK بود ولی هر دو، نسبت به گروه شاهد بالاتر بودند. پس از جراحی میانگین ضخامت مرکزی گرفتگی که توسط اسکن کانفوکال اندازه‌گیری شد $158 \pm 21/5$ میکرومتر با محدوده ۱۰۴ تا ۱۹۷ میکرومتر بود. قبل از انجام جراحی، CH اندازه‌گیری شده در گروه DSAEK $5/77 \pm 2/84$ میلی‌متر جیوه و در گروه شاهد $8/2 \pm 2/47$ میلی‌متر جیوه ($P=0/001$) و هم‌چنین CRF قبل از عمل در گروه DSAEK نسبت به گروه شاهد کم‌تر بود ($6/39 \pm 2/72$ میلی‌متر جیوه در مقایسه با $8/43 \pm 2/49$ میلی‌متر جیوه، $P=0/001$). شش ماه پس از جراحی، افزایشی در CH و CRF در گروه DSEAK مشاهده شد به گونه‌ای که نتایج آن تقریباً مشابه و قابل قیاس با گروه شاهد بود ولی تفاوت قابل توجهی از نظر اندازه‌گیری‌ها در گروه شاهد یافت نشد (جدول ۱). IOP GAT قبل و پس از جراحی DSAEK تقریباً یکسان و برابر بود ($P=0/62$) و نیز بین گروه‌های مورد و شاهد قبل از عمل ($P=0/11$) و پس از عمل

($P=0/20$) تفاوتی مشاهده نشد. هم‌چنین تفاوتی میان دو گروه مطالعه شده در IOPg و IOP GAT قبل و پس از عمل وجود نداشت (جدول ۱). میان IOP GAT و IOPg در گروه DSAEK با $P=0/43$ قبل از عمل و $P=0/23$ پس از عمل و هم‌چنین در گروه شاهد با $P=0/28$ قبل از عمل و $P=0/12$ بعد از عمل، تفاوت قابل توجهی وجود نداشت. قبل و بعد از جراحی DSAEK، IOPcc در گروه مورد بالاتر از گروه شاهد بود ولی این تفاوت با توجه به جدول ۱ قابل توجه نبود.

IOPcc قبل از عمل نسبت به IOPg در هر دو گروه بالاتر بود با اختلاف $7/09 \pm 8/93$ میلی‌متر جیوه در گروه DSAEK ($P=0/002$) و $2/93 \pm 2/78$ میلی‌متر جیوه در گروه شاهد ($P<0/001$). پس از انجام جراحی متوسط اختلاف میان IOPcc و IOPg به ترتیب $4/74 \pm 2/67$ میلی‌متر جیوه ($P<0/001$) در گروه DSAEK و $2/53 \pm 2/85$ میلی‌متر جیوه ($P=0/001$) در گروه شاهد بود. هم‌چنین IOPcc با توجه به جدول شماره ۱ بالاتر از IOP GAT بود به طوری که میانگین تفاوت در گروه‌های DSAEK و شاهد به ترتیب قبل از عمل $7/76 \pm 9/18$ میلی‌متر جیوه ($P<0/001$) و $4/05 \pm 5/18$ میلی‌متر جیوه ($P=0/005$) و پس از جراحی $7/43 \pm 8/72$ میلی‌متر جیوه ($P=0/001$) و $3/74 \pm 3/57$ میلی‌متر جیوه ($P<0/001$) بود.

در گروه DSAEK، منحنی Bland-Altman ۹۵ درصد محدوده توافق ارزیابی میان IOPg و IOP GAT را $6/95$ تا $7/95$ قبل از عمل و $12/36$ تا $17/74$ بعد از عمل برآورد کرد (جدول ۱). این محدوده برای IOPcc و IOP GAT با توجه به تصویر ۱ از $1/23$ تا $25/75$ قبل از عمل و $9/26$ تا $24/52$ پس از عمل بود. تحلیل آماری Post Hoc نشان داد که مطالعه ما با قدرت ۷۹٫۸ درصد، تغییرات مشاهده شده CH را در گروه مورد تعیین کرده است.

بحث

هدف اصلی هر نوع پیوند قرنی‌ه، برگرداندن ویژگی‌های اپتیکی چشم است. با این حال درک ماهیت تغییرات در ویژگی‌های بیومکانیک در پیوند حائز اهمیت است زیرا کنترل فشار داخل چشمی پس از پیوند قرنی‌ه مهم و ضروری است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ویژگی‌های بیومکانیک قرنی‌ه در افراد مبتلا به بولوس کراتوپاتی پسودوفاکیک (PBK) در مقایسه با گروه شاهد به طور قابل توجهی تغییر می‌کند که با نتایج مطالعات دیگری که در آن‌ها اثبات شده متغیرهای بیومکانیک قرنی‌ه در قرنی‌ه‌های ادماتو مثل دیستروفی اندوتلیال فوکس پایین‌تر است، هم‌خوانی دارد.^{۹-۱۰}

DSAEK، یک پدیده شایع است که در ۴۵-۳۵ درصد بیماران گزارش شده است^{۱۸-۱۶}. بنابراین فشار داخل چشمی باید به دقت اندازه‌گیری شده و در صورت ضرورت با دارو درمان شود. دقیق‌ترین روش اندازه‌گیری IOP، وارد کردن یک پروب مانومتریک به اتاق قدامی و اندازه‌گیری مستقیم فشار است ولی این روش به صورت عملی و بالینی امکان‌پذیر نیست. پس از آن، بیش‌ترین دقت اندازه‌گیری IOP در حال حاضر، تونومتر گلدمن است که استاندارد طلایی می‌باشد ولی به هر حال، دقت آن تحت تاثیر ادم قرنیه، نامنظمی و هر نوع تغییر در ضخامت و سفیدی قرنیه قرار می‌گیرد^{۳،۴}. به علاوه تونومتری گلدمن برای اندازه‌گیری IOP در قرنیه‌های طبیعی طراحی شده است. بنابراین هر تغییر بیومکانیک داخل گرافت یا کمپلکس گرافت- میزبان می‌تواند اثر منفی روی دقت اندازه‌گیری داشته باشد^{۱۹}. نتایج مطالعه انجام شده پیش رو نشان داد که تغییر اندکی در IOP GAT پس از جراحی DSAEK با وجود تغییرات پایه‌ای در بیومکانیک قرنیه پس از جذب آب اضافی قرنیه و اضافه کردن بافت گرافت جدید رخ می‌دهد. مطالعات اندکی بررسی کرده‌اند که چگونه تغییر در ضخامت قرنیه ناشی از ادم و جراحی DSAEK روی اندازه‌گیری IOP با وسایل تونومتری متفاوت تاثیر می‌گذارد. Clemmensen و همکاران^{۱۰} از طریق اندازه‌گیری فشار داخل چشمی توسط GAT، ORA، DCT (Dynamim Contour Tonometer) در چشم‌هایی که قرنیه آن‌ها دیستروفی فوکس اندوتلیال داشته و بررسی تغییرات آن پس از جراحی DSAEK، گزارش کردند که GAT و DCT فشار داخل چشمی را در هر دو گروه به طور صحیح اندازه‌گیری کرده‌اند در حالی که IOPcc اندازه‌گیری شده توسط ORA بالاتر از حد انتظار بود. Bochmann و همکاران^{۲۰} گزارش کردند که DCT، فشار داخل چشمی را به طور قابل توجهی بالاتر از تونومتر گلدمن در چشم‌هایی که تحت جراحی DSAEK قرار گرفته بودند، نشان داد. هم‌چنین Browning و همکاران^{۲۱} با کمک GAT و تونوپن و Ocular Blood Flow پنومتونومتری نشان دادند که رابطه مثبتی میان IOP و ضخامت مرکزی قرنیه در دیستروفی اندوتلیال فوکس وجود دارد.

Vajaranant و همکاران^{۲۲} گزارش کردند که یافته‌های ناشی از تونومتر گلدمن پس از جراحی DSAEK در محدوده طبیعی بود و هیچ ارتباط واضحی میان CCT و GAT IOP و پنومتونومتری و DCT وجود نداشت. هم‌چنین Change و همکاران^{۲۳} نشان دادند که اندازه‌گیری‌های تونوپن قرنیه‌های ضخیم ناشی از ادم ثانویه به فوکس و یا جراحی DSAEK نیاز به اصلاح ندارد. در مطالعه پیش

این کاهش سختی (رژیدیتی) قرنیه به شل شدن فیبرهای استروما در لایه‌های خلفی قرنیه در اثر ادم نسبت داده شده است^{۱۲}. نتایج مطالعه ما نشان داد که CH و CRF پس از عمل DSAEK به طور قابل توجهی بهبود می‌یابد و تقریباً مشابه چشم مقابل (که طبیعی بود) می‌شود. یافته‌های این مطالعه، متفاوت از آن است که توسط Hjordtal و Clemmensen^{۱۰} گزارش شده بود. آن‌ها بیان کرده بودند که CH و CRF پس از جراحی DSAEK هم‌چنان کم‌تر از طبیعی بوده و شبیه به ویژگی‌های بیومکانیک در قرنیه‌هایی با دیستروفی اندوتلیال فوکس می‌باشد. به علاوه John و همکاران^۶ نیز گزارش کرده بودند که CH و CRF پس از جدا کردن غشا دسمه و اندوکراتوپاتی در مقایسه با گروه طبیعی هم سن خود پایین‌تر است که علت این تغییرات را ناشی از خارج کردن غشا دسمه بافت گیرنده بیان نمودند و نتیجه‌گیری کردند که غشاء دسمه به عنوان یک پایه خلفی برای حفظ ویژگی‌های بیومکانیک قرنیه است. تفاوت مشاهده شده میان مطالعه ما و دو مطالعه بیان شده با چندین عامل قابل توضیح و توجیه است.

اول این که بافت دهنده در گروه DSAEK ضخیم است و انتظار می‌رود برای تغییر شکل این قرنیه که به علت اضافه شدن بافت دهنده، ضخیم است، نیروی بیش‌تری نیاز باشد و منجر به افزایش سختی قرنیه می‌شود، توجیه دیگر برای تفاوت مشاهده شده این است که سن شرکت‌کنندگان در مطالعه ما پایین‌تر بود. گزارش شده که افزایش سن با کاهش قابل توجهی در CH و CRF همراه است^{۱۳،۱۴}. به علاوه در مطالعاتی که توسط Clemmensen و همکاران^{۱۰} و John و همکاران^{۱۱} انجام شد، ویژگی‌های بیومکانیک قرنیه قبل از جراحی کراتوپلاستی اندازه‌گیری نشده بود.

سه عامل ممکن است در تغییرات CH و CRF پس از جراحی DSAEK نقش داشته باشند که شامل تغییرات بیومکانیک قرنیه‌های پیوند شده، پاسخ ترمیمی میان قرنیه گیرنده و دهنده و ویژگی بیومکانیک قرنیه باقی مانده است. تغییرات در رژیدیتی و سفیدی قرنیه پس از جراحی DSAEK، می‌تواند ناشی از جذب ادم استروما، حذف غشا دسمه و اندوتلیوم آن و اضافه شدن گرافت دهنده باشد^{۱۱-۱۵}. با توجه به نتایج مطالعه ما اثر جمعی عوامل ذکر شده، بهبود ویژگی‌های بیومکانیک قرنیه پس از جراحی DSAEK را موجب می‌شود.

مطالعه انجام شده علاوه بر موارد بالا، یکسان بودن فشار داخل چشمی به دست آمده توسط ORA و GAT در بیماران پسودوفاکیک بولوس کراتوپاتی قبل و بعد از جراحی را نیز مورد ارزیابی قرار داد. افزایش فشار داخل چشم بیش‌تر از ۲۱ میلی‌متر جیوه پس از

شاهد تحت جراحی آب‌مرورید قرار گرفته بودند. بنابراین اثر این جراحی بر روی متغیرهای بیومتریکی قرنیه را نمی‌توان حذف نمود. البته ویژگی‌های بیومکانیک قرنیه پس از جراحی آب‌مرورید در مدت زمان ۱ هفته تا ۳ ماه به مقادیر قبل از عمل برمی‌گردد^{۲۴،۲۵} و از آن جایی که ما ویژگی‌های بیومکانیک قرنیه را حداقل ۶ ماه پس از جراحی آب‌مرورید اندازه‌گیری کردیم، این اثر نسبتاً قابل چشم‌پوشی است.

نتیجه‌گیری

ویژگی‌های بیومکانیک قرنیه در بولوس کراتوپاتی پسودوفاکیک پایین‌تر و ضعیف‌تر از قرنیه‌های طبیعی است. جراحی DSAEK می‌تواند این اندازه‌گیری‌ها را بازگرداند و CH و عامل مقاومتی قرنیه (CRF) را به مقادیر نزدیک چشم‌های طبیعی برساند. این تفاوت‌ها در بیومکانیک قرنیه، لازم است در تفسیر مقادیر IOP در بیماران PBK، قبل و پس از جراحی DSAEK در نظر گرفته شوند.

رو، IOPg و IOP GAT قبل و بعد از عمل، تقریباً مشابه بودند. IOPg میان دو گروه مورد و شاهد پس از عمل تقریباً یکسان بود که با نتایج یک مطالعه دیگر هم‌خوانی دارد^۱. در مطالعه ما، IOPcc بالاترین مقادیر فشار را در بیماران PBK و بعد از DSAEK نشان داد. هدف این اندازه‌گیری، جبران خصوصیات بیومکانیک است و باید کم‌تر از GAT تحت تاثیر ضخامت قرنیه (CCT) در قرنیه‌های با ضخامت غیرطبیعی قرار بگیرد^۶.

بر اساس نتایج این مطالعه واضح نیست که IOPcc فشار دقیق را تخمین بزند و برای تصمیم‌گیری در مورد این که IOP GAT، IOPg و IOPcc کدامیک دقت بیش‌تری دارد باید هم‌زمان IOP به طور مستقیم از داخل اتاقک قدامی اندازه‌گیری شود. نتایج مطالعه انجام شده دارای یک سری محدودیت‌هاست. در مطالعه ما حجم و تعداد موردها کم بود که در صورت نمونه‌گیری با تعداد بیش‌تر و بزرگ‌تر، تفاوت‌ها میان یافته‌های ORA و GAT با دقت بیش‌تر قابل مقایسه است. دوم این که تمامی موارد DSAEK و بیش‌تر گروه

منابع

- Lee WB, Jacobs DS, Musch DC, et al. Descemet's stripping endothelial keratoplasty: safety and outcomes: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2009;116:1818-1830.
- Suh LH, Yoo SH, Deobhakta A, et al. Complications of Descemet's stripping with automated endothelial keratoplasty: survey of 118 eyes at one institute. *Ophthalmology* 2008;115:1517-1524.
- Kwon TH, Ghaboussi J, Pecknold DA, et al. Role of corneal biomechanical properties in applanation tonometry measurements. *J Refract Surg* 2010;26:512-519.
- Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Vico E, et al. Effect of corneal thickness on dynamic contour, rebound, and goldmann tonometry. *Ophthalmology* 2006;113:2156-62.
- Espana EM, Robertson ZM, Huang B. Intraocular pressure changes following Descemet's stripping with endothelial keratoplasty. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2010;248:237-242.
- Luce DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:156-162.
- Abdelkader A. Influence of different keratoplasty techniques on the biomechanical properties of the cornea. *Acta Ophthalmol* 2013;91:567-572.
- Hosny M, Hassaballa MA, Shalaby A. Changes in corneal biomechanics following different keratoplasty techniques. *Clin Ophthalmol* 2011;5:767-70.
- del Buey MA, Cristóbal JA, Ascaso FJ, et al. Biomechanical properties of the cornea in Fuchs' corneal dystrophy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2009;50:3199-3202.
- Clemmensen K, Hjortdal J. Intraocular pressure and corneal biomechanics in Fuchs' endothelial dystrophy and after posterior lamellar keratoplasty. *Acta Ophthalmol* 2014;92:350-4.
- John T, Taylor DA, Shimmyo M, et al. Corneal hysteresis following descemetorhexis with endokeratoplasty: early results. *Ann Ophthalmol* 2007;39:9-14.
- Hjortdal JO. Extensibility of the normo-hydrated human cornea. *Acta Ophthalmol Scand* 1995;73:12-17.
- Kamiya K, Shimizu K, Ohmoto F. Effect of aging on corneal biomechanical parameters using the ocular response analyzer. *J Refract Surg* 2009;25:888-893.
- Kida T, Liu JH, Weinreb RN. Effects of aging on corneal biomechanical properties and their impact on 24-hour measurement of intraocular pressure. *Am J Ophthalmol* 2008;146:567-572.
- Sullivan-Mee M, Katiyar S, Pensyl D, et al. Relative importance of factors affecting corneal hysteresis measurement. *Optom Vis Sci* 2012;89:803-811.
- Vajaranant TS, Price MO, Price FW, et al. Visual acuity and intraocular pressure after Descemet's stripping endothelial keratoplasty in eyes with and without preexisting glaucoma. *Ophthalmology* 2009;116:1644-1650.
- Allen MB, Lieu P, Mootha VV, et al. Risk factors for intraocular pressure elevation after descemet stripping automated endothelial keratoplasty. *Eye Contact Lens* 2010;36:223-227.
- Wiaux C, Baghdasaryan E, Lee OL, et al. Outcomes after Descemet stripping endothelial keratoplasty in glaucoma patients with previous trabeculectomy and tube shunt implantation. *Cornea* 2011;30:1304-1311.
- Papastergiou GI, Kozobolis V, Siganos DS. Effect of

- recipient corneal pathology on Pascal tonometer and Goldmann tonometer readings in eyes after penetrating keratoplasty. *Eur J Ophthalmol* 2010;20:29-34.
20. Bochmann F, Kaufmann C, Becht C, et al. Comparison of dynamic contour tonometry with Goldmannapplanation tonometry following Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty (DSAEK). *Klin Monbl Augenheilkd* 2009;226:241-244.
 21. Browning AC, Bhan A, Rotchford AP, et al. The effect of corneal thickness on intraocular pressure measurement in patients with corneal pathology. *Br J Ophthalmol* 2004;88:1395-1399.
 22. Vajaranant TS, Price MO, Price FW, et al. Intraocular pressure measurements following Descemet stripping endothelial keratoplasty. *Am J Ophthalmol* 2008;145:780-786.
 23. Chang DT, Pantcheva MB, Noecker RJ. Corneal thickness and intraocular pressure in edematous corneas before and after Descemet stripping with automated endothelial keratoplasty. *Cornea* 2010;29:1125-1130.
 24. Kandarakis A, Soumplis V, Karamelas M, et al. Response of corneal hysteresis and central corneal thickness following clear corneal cataract surgery. *Acta Ophthalmol* 2012; 90:526-529.
 25. Hager A, Loge K, Füllhas MO, et al. Changes in corneal hysteresis after clear corneal cataract surgery. *Am J Ophthalmol* 2007; 144:341-346.