

Corneal Biomechanical Properties in Pseudoexfoliation Syndrome

Ahoor MH, MD; Sorkhabi R, MD*; Najafzadeh F, MD; Salimi M, MD; Shahbazi A, MD

Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

*Correspondence: sorkhabi_r@yahoo.com

Purpose: To evaluate corneal biomechanical properties in pseudoexfoliation syndrome (PEX).

Methods: This cross-sectional study enrolled 30 patients with PEX and 30 normals. All participants underwent complete ocular examination, including intraocular pressure (IOP) measurement. The ocular response analyzer (ORA) was used to measure corneal biomechanical properties. Corneal hysteresis (CH) and corneal resistance factor (CRF) values were analyzed and compared between the study groups.

Results: Both CH and CRF values in the PEX group (7.17 ± 0.75 mmHg and 7.09 ± 0.09 mmHg, respectively) were statistically significantly lower than those in the control group (10.01 ± 1.02 mmHg and 10.02 ± 1.44 mmHg, respectively) ($P < 0.001$). CH also showed a significant negative correlation with the severity of the syndrome.

Conclusion: CH and CRF were significantly lower in the PEX group compared to the controls. CH showed a negative correlation with the severity of PEX.

Keywords: Corneal Hysteresis, Corneal Resistance Factor, Pseudoexfoliation Syndrome

• Bina J Ophthalmol 2016; 22 (1): 14-20.

Received: 25 June 2016

Accepted: 17 August 2016

ویژگی‌های بیومکانیکی قرنیه در مبتلایان به سندرم سودواکسفولیاسیون

دکتر محمدحسین آهور، دکتر رعنا سرخابی^۱، دکتر فرهاد نجف‌زاده^۲، دکتر مرتضی سلیمی^۳ و دکتر احد شهبازی^۴

هدف: ارزیابی خصوصیات بیومکانیکی قرنیه در مبتلایان به سندرم سودواکسفولیاسیون و بررسی ارتباط بین یافته‌های فوق با شدت بیماری.

روش پژوهش: در این مطالعه مقطعی تحلیلی، ۳۰ بیمار مبتلا به سندرم سودواکسفولیاسیون و ۳۰ فرد طبیعی به عنوان گروه شاهد وارد مطالعه شدند. از کلیه شرکت‌کنندگان در مطالعه پس از معاینه کامل چشمی و اندازه‌گیری فشار داخل چشم، ORA به منظور ارزیابی خصوصیات بیومکانیکی قرنیه انجام شد و داده‌های مربوط به CH و CRF مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: CH و CRF در مبتلایان به سندرم سودواکسفولیاسیون (7.17 ± 0.75 ، 7.09 ± 0.09) به طور معنی‌داری کم‌تر از گروه شاهد (10.01 ± 1.02 ، 10.02 ± 1.44) بود ($P < 0.001$). به علاوه، CH در مبتلایان به سندرم سودواکسفولیاسیون با مرحله بالینی بیماری رابطه معنادار معکوسی داشت ($P < 0.001$) که نشان می‌دهد با افزایش شدت بیماری، CH بیش‌تر کاهش می‌یابد. **نتیجه‌گیری:** CH و CRF در افراد مبتلا به سندرم سودواکسفولیاسیون در مقایسه با افراد طبیعی کم‌تر است و CH با شدت بیماری ارتباط معنادار منفی دارد.

• مجله چشم‌پزشکی بینا ۱۳۹۵؛ دوره ۲۲، شماره ۱: ۱۴-۲۰.

• پاسخ‌گو: دکتر رعنا سرخابی (e-mail: sorkhabi_r@yahoo.com)

۱- استادیار- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی تبریز- تبریز- ایران

۲- دانشیار- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی تبریز- تبریز- ایران

۳- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی تبریز- تبریز- ایران

۴- تبریز- خیابان عباسی- بیمارستان نیکوکاری

دریافت مقاله: ۶ تیر ۱۳۹۵

تایید مقاله: ۲۷ مرداد ۱۳۹۵

مقدمه

Pseudoexfoliation Syndrome (PEX) سندرم سودواکسفولیاسیون یک اختلال وابسته به سن بوده و از نظر بالینی به صورت تجمع مواد رشته‌ای چندشکلی (پلی‌مورفیک) در اتاقک قدامی چشم تعریف می‌شود.^۱ این سندرم یک اختلال ماتریکس خارج سلولی سیستمیک و عمومی (ژنرالیزه) است که علاوه بر چشم اعضا دیگر بدن مانند پوست، عضلات خارج چشمی، قلب، ریه، کبد، کلیه و منتر را درگیر می‌نماید.^{۲،۳} و با ژن Lysyl Oxidase Like 1 (LOXL1) شبه لیزیل اکسیداز ۱ مرتبط است.^۴

این اختلال، ناشی از اشکال در تنظیم ساخت الاستین می‌باشد که منجر به تجمع رشته‌های الاستین نامنظم همراه با کاهش مشخص رشته‌های کلاژن می‌شود. این تغییر پاتولوژیک در شریان و ورید افتالمیک و هم‌چنین لامینا کیریوزا مشاهده می‌گردد.^۵ شیوع سندرم سودواکسفولیاسیون در مطالعات مختلف، متفاوت بوده و از ۰/۲-۳۰ درصد گزارش شده است. این نتایج متفاوت به علت جمعیت‌های گوناگون مورد بررسی و معیارها و روش‌های مختلف تشخیصی می‌باشد.^۶

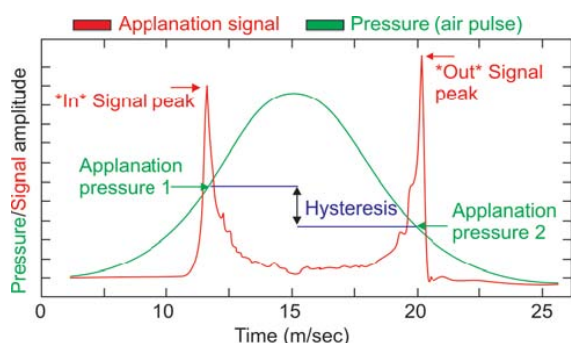
بیماری گلوکوم از علل مهم و شایع نابینایی است که به صورت یک نوروپاتی اپتیک پیش‌رونده و غیرقابل برگشت با الگوی مشخص آسیب میدان بینایی تعریف می‌شود.^۷

سندرم سودواکسفولیاسیون یک بیماری سیستمیک می‌باشد و گلوکوم ناشی از آن به عنوان گلوکوم سودواکسفولیاتیو Pseudoexfoliative Glaucoma (PEXG) شناخته می‌شود که شایع‌ترین نوع، گلوکوم زاویه باز با علت مشخص است.^۸ گلوکوم سودواکسفولیاتیو اغلب با (Intraocular Pressure, IOP) فشار داخل چشم بالاتر به همراه تغییرات روزانه بیش‌تر و سیر بالینی پیش‌رونده‌تر، به درمان‌های دارویی مقاوم‌تر بوده و بیش‌تر نیازمند روش‌های درمان جراحی در مقایسه با (POAG) گلوکوم زاویه باز اولیه می‌باشد.^{۹،۱۰}

فشار داخل چشم با وجود این که جز معیارهای تشخیصی گلوکوم نمی‌باشد، یک عامل خطر اولیه و بسیار مهم برای گلوکوم محسوب می‌شود و عاملی است که کاهش و کنترل آن می‌تواند باعث کندی پیش‌رفت گلوکوم شود.^{۱۱،۱۲} اندازه‌گیری فشار داخل چشم در حال حاضر به صورت معمول توسط دستگاه Goldmann Applanation Tonometer (GAT) تونومتر اپلاناسیون گلدمن انجام می‌گیرد. ویژگی‌های بیومکانیکی قرنیه شامل الاستیسیته و ویسکوزیته می‌توانند بر روی مقاومت قرنیه در مقابل مسطح شدن تاثیرگذار باشند و در نتیجه فشار داخل چشم اندازه‌گیری شده

توسط تونومتر گلدمن را تحت تاثیر قرار دهند.^{۱۳}

برای اندازه‌گیری خصوصیات بیومکانیکی قرنیه از دستگاه Ocular Response Analyzer (ORA) آنالیزور پاسخ چشمی استفاده می‌شود. این دستگاه با استفاده از یک ردیاب، تغییرات انحنای ۳ میلی‌متری مرکزی قرنیه به دنبال برخورد پالس هوا را اندازه‌گیری می‌کند. پالس هوا ابتدا باعث یک حرکت رو به داخل شده که قرنیه پس از مسطح شدن به شکل مقعر در می‌آید و با کاهش فشار هوا، قرنیه مسطح شود و پس از آن به حالت تحدب طبیعی خود باز می‌گردد. این حرکت رو به داخل و خارج در نمودار ORA ایجاد دو موج به نام موج‌های P1 و P2 می‌کند (تصویر ۱).



تصویر ۱- منحنی‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های سیستم ORA

Corneal Hysteresis (CH) از تفاضل دو موج P1 و P2 حاصل می‌شود و نشان‌دهنده ویژگی ویسکوزیته قرنیه است. از دیگر عوامل اندازه‌گیری شده توسط ORA، Corneal Resistance Factor (CRF) می‌باشد که مقاومت کلی قرنیه را بیان می‌کند. علاوه بر این (Goldman) IOPg و (Corneal Compensate) IOPcc از دیگر متغیرهای اندازه‌گیری شده توسط ORA می‌باشند، IOPcc کم‌تر تحت تاثیر ضخامت قرنیه می‌گیرد و IOPg تخمینی از فشار داخل چشمی اندازه‌گیری شده توسط دستگاه گلدمن را نشان می‌دهد.^{۱۴،۱۵}

مطالعات متعددی نشان داده‌اند که بیماران مبتلا به گلوکوم، CH و CRF کم‌تری نسبت به افراد طبیعی دارند و کاهش CH و CRF با شدت آسیب بیش‌تر ناشی از گلوکوم همراه است.^{۱۶،۱۷}

در بین بیماران مبتلا به گلوکوم زاویه باز، بیماران مبتلا به گلوکوم سودواکسفولیاتیو نسبت به گلوکوم زاویه باز اولیه، CH پایین‌تری داشته‌اند. این CH پایین می‌تواند توجیه‌کننده پیش‌آگهی بدتر در گلوکوم سودواکسفولیاتیو باشد.^{۱۸،۱۹}

هدف از انجام این مطالعه، مقایسه یافته‌های ORA به ویژه

خصوصیات بیومکانیکی قرنیه در دو گروه سنندرم سودواکسفولیاسیون و افراد طبیعی و بررسی خصوصیات بیومکانیکی قرنیه در مبتلایان به سنندرم سودواکسفولیاسیون براساس شدت و مرحله بیماری بود.

روش پژوهش

این مطالعه مقطعی مشاهده‌ای، از دی ماه سال ۱۳۹۴ تا اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۵ در مرکز آموزشی درمانی چشم‌پزشکی نیکوکاری تبریز صورت پذیرفت.

این پژوهش مطابق با بیانیه هلسینکی بود و توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی تبریز مورد تایید قرار گرفت. از تمامی بیماران پس از توضیحات کامل، رضایت‌نامه آگاهانه کتبی اخذ شد. در این تحقیق، ۳۰ بیمار مبتلا به سنندرم سودواکسفولیاسیون و ۳۰ نفر از افراد طبیعی به عنوان گروه شاهد وارد مطالعه شدند. سنندرم سودواکسفولیاسیون، وجود مواد رشته‌ای شوره مانند بر روی سطح کپسول قدامی عدسی، حاشیه مردمک و اندوتلیوم قرنیه بعد از حداکثر گشادشدن مردمک، می‌باشد.

معیارهای خروج از مطالعه شامل: سابقه استفاده از لنز تماسی و هرگونه جراحی چشمی، وجود بیماری‌های سیستمیک مانند بیماری بافت همبند و دیابت و بیماری مزمن کبدی و کلیوی، سابقه بیماری‌های قرنیه مثل نازک‌شدگی قرنیه، دیستروفی‌ها و اسکار، عیوب انکساری با اسفر بالای ۴ و سیلندر بالای ۳ دیوپتر بود.

تمامی بیماران تحت معاینه کامل چشمی قرار گرفتند که شامل اندازه‌گیری بهترین دید اصلاح‌شده، معاینه با اسلیت‌لمپ، معاینه فوندوس، اندازه‌گیری فشار داخل چشمی توسط دستگاه تونومتر اپلاناسیون گلدمن و گونیوسکوپی بود.

گشادکردن مردمک با قطره چشمی تروپیکامید ۱ درصد صورت گرفت، پس از آن معاینه مجدد با اسلیت‌لمپ توسط یک چشم‌پزشک ماهر با توجه ویژه به سطح قدامی کپسول لنز، حاشیه مردمک و سطح خلفی انجام شد. برای افراد مبتلا به سنندرم سودواکسفولیاسیون بعد از تشخیص، شدت بیماری بر اساس سیستم زیر تعیین گردید.^{۲۰}

مرحله ۱: مشاهده جزایر تیره رنگ ماده رشته‌ای در ناحیه حلقوی میدپیری کپسول قدامی لنز

مرحله ۲: مشاهده جزایر به هم پیوسته از ماده رشته‌ای در ناحیه حلقوی میدپیری کپسول قدامی لنز

مرحله ۳: تشخیص لبه‌های ماده رشته‌ای به راحتی در لبه‌های

محیطی جزایر مرکزی و یا لبه‌های مرکزی ناحیه محیطی

مرحله ۴: رویت لبه حلقوی ماده رشته‌ای بر روی سطح عدسی

مرحله ۵: مشاهده شوره‌هایی از ماده رشته‌ای در حاشیه مردمک

مرحله ۶: مواد رشته‌ای در نواحی پشت قرنیه نیز دیده می‌شوند.

بررسی خصوصیات بیومکانیک قرنیه با استفاده از دستگاه ORA (Reichert Inc., Depew, New York, USA) قبل از هرگونه تماس با چشم و دیلاتاسیون، جهت حذف اثر آن‌ها صورت گرفت. برای کاهش اثر تغییرات شبانه‌روزی (Diurnal)، تمامی معاینات از ساعت ۹ الی ۱۲ انجام پذیرفت.

داده‌های حاصل شده توسط نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۹ تحلیل شدند که به صورت میانگین و انحراف معیار ارائه و P کم‌تر از ۰/۰۵ از نظر آماری معنادار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این مطالعه ۶۰ چشم از ۶۰ بیمار مورد بررسی قرار گرفت. از کل ۶۰ نفر مورد مطالعه، ۳۰ نفر در گروه شاهد و ۳۰ نفر در گروه سنندرم سودواکسفولیاسیون قرار داشتند. یافته‌های جمعیت‌شناسی افراد مورد مطالعه در جدول ۱ نمایش داده شده است. میانگین سنی در سنندرم سودواکسفولیاسیون $41/13 \pm 64$ سال و در گروه شاهد $49/49 \pm 61/87$ سال بود که از نظر آماری تفاوت معناداری وجود نداشت. هم‌چنین بین دو گروه مورد مطالعه از نظر جنس، چشم مورد مطالعه و نسبت کاپ به دیسک تفاوت آماری معناداری ملاحظه نشد ($P > 0/05$).

میانگین فشار داخل چشمی گرچه در هر دو گروه در محدوده طبیعی قرار داشت ولی در گروه سنندرم سودواکسفولیاسیون در مقایسه با گروه شاهد به طور معناداری بیش‌تر بود ($16/63 \pm 15/60$ در مقابل $17/72 \pm 13/73$ با $P < 0/001$).

مقایسه داده‌های مربوط به ORA در دو گروه سنندرم سودواکسفولیاسیون و گروه شاهد در جدول شماره ۲ نمایش داده شده است. CH در سنندرم سودواکسفولیاسیون $75/17 \pm 7/17$ و در گروه شاهد $102/101 \pm 10/101$ و از نظر آماری به صورت معناداری کم‌تر بود ($P < 0/001$). CRF هم به طور معناداری در سنندرم سودواکسفولیاسیون کم‌تر از گروه شاهد بود ($91/09 \pm 7/09$ در مقابل $144/02 \pm 10/02$ و $P < 0/001$).

IOP g هم به طور معناداری در سنندرم سودواکسفولیاسیون در مقایسه با گروه شاهد کم‌تر بود ($P = 0/04$) در حالی که دو گروه از نظر IOPcc تفاوت معناداری نداشتند ($P = 0/07$).

نتایج بررسی ارتباط مراحل بالینی سندرم سودواکسفولیاسیون با عوامل مختلف در جدول ۳ نشان داده است. CH در سندرم سودواکسفولیاسیون با شدت بالینی بیماری رابطه معنادار معکوسی داشت ($P < 0.001$) که نشان می‌دهد با افزایش شدت بیماری، CH کاهش بیش‌تری می‌یابد (نمودار ۲) ولی بین مرحله بیماری و سایر متغیرها ارتباط معناداری مشاهده نشد.

جدول ۱- مشخصات جمعیت‌شناسی و بالینی بیماران

میزان P	شاهد (تعداد: ۳۰)	بیمار (تعداد: ۳۰)		
۰/۸۰**	۱۴ (۴۶/۷)	۱۳ (۴۳/۳)	زن	جنس: تعداد (درصد)
	۱۶ (۵۳/۳)	۱۷ (۵۶/۷)	مرد	
۰/۶۰**	۱۸ (۶۰/۰)	۱۶ (۵۳/۳)	چشم راست	چشم: تعداد (درصد)
	۱۲ (۴۰/۰)	۱۴ (۴۶/۷)	چشم چپ	
۰/۰۹*	۶۱,۸۷±۵,۴۹	۶۴,۱۳±۴,۵۱		سن (سال)
۰/۵۳*	۰/۳۳±۰/۱۱	۰/۴۰±۰/۱۰		نسبت کاپ به دیسک
<۰/۰۰۱*	۱۳,۷۳±۱,۷۲	۱۵,۶۰±۱,۶۳		فشار داخل چشمی (میلی‌متر جیوه)

* آزمون t مستقل، ** آزمون کای‌مربع

جدول ۲- ویژگی‌های بیومکانیکی قرنیه در سندرم سودواکسفولیاسیون و گروه شاهد

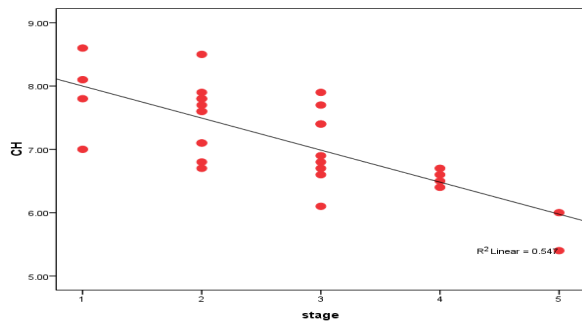
میزان P*	گروه شاهد (تعداد: ۳۰)	گروه بیمار (تعداد: ۳۰)	
<۰/۰۰۱	۱۰/۰۱±۱/۰۲	۷/۱۷±۰/۷۵	CH
<۰/۰۰۱	۱۰/۰۲±۱/۴۴	۷/۰۹±۰/۹۱	CRF
۰/۰۴	۱۳/۵۸±۲/۷۵	۱۴/۹۵±۲/۳۹	IOPg (میلی‌متر جیوه)
۰/۰۷	۱۶/۰۴±۲/۸۱	۱۷/۲۱±۲/۰۳	IOPcc (میلی‌متر جیوه)

* آزمون t مستقل

جدول ۳- بررسی ارتباط مرحله بیماری با عوامل مختلف

مرحله		
P میزان*	R	
۰/۴۱	۰/۰۲	سن
۰/۶۲	۰/۰۰۹	نسبت کاپ به دیسک
۰/۲۶	۰/۰۵	فشار داخل چشم (میلی‌متر جیوه)
<۰/۰۰۱	۰/۵۵	CH
۰/۰۶	۰/۱۲	CRF
۰/۳۸	۰/۰۳	IOPg (میلی‌متر جیوه)
۰/۲۸	۰/۰۴	IOPcc (میلی‌متر جیوه)

* Regression Linear



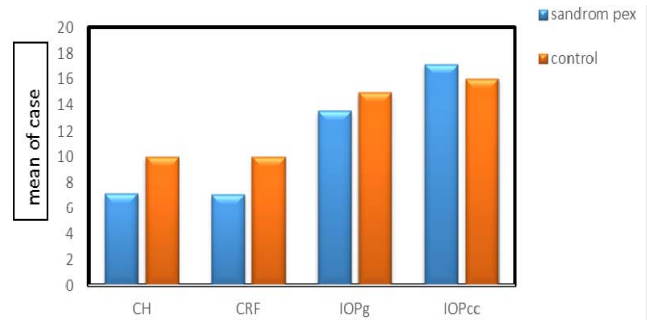
نمودار ۲- نمودار همبستگی بین CH و Stage بالینی بیماری

بیماران گلوکوم سودواکسفولیاتیو را با زاویه باز اولیه مقایسه کردند. این مطالعه بر روی ۳۸ بیمار مبتلا به گلوکوم زاویه باز اولیه و ۳۵ بیمار گلوکوم سودواکسفولیاتیو صورت گرفت و نشان داده شد که CH و CRF در گلوکوم سودواکسفولیاتیو در مقایسه با گلوکوم زاویه باز اولیه به طور معناداری پایین تر است ($P < 0.001$) و ($P = 0.0007$).

Yazgan و همکاران^{۳۱} در مطالعه‌ای به بررسی ویژگی‌های بیومکانیکی قرنیه در ۳ گروه مجزا شامل: سندرم سودواکسفولیاسیون، گلوکوم سودواکسفولیاتیو و گروه شاهد پرداختند.^{۳۱} این بررسی نشان داد که CH و CRF در سندرم سودواکسفولیاسیون به طور معناداری کم تر از گروه شاهد می‌باشد. در مطالعه ما هم تغییرات مشابهی با مطالعه فوق مشاهده شد. CH و CRF به طور معناداری در سندرم سودواکسفولیاسیون در مقایسه با گروه شاهد کم تر بود. هم‌چنین فشار داخل چشمی و IOP g، افزایش معناداری در گروه سندرم سودواکسفولیاسیون نشان داد.

Jonas و همکاران^{۳۰} در یک مطالعه جمعیتی به بررسی شیوع سندرم سودواکسفولیاسیون و ارتباط آن با عوامل مختلف پرداختند. در این مطالعه هم برای مرحله‌بندی بیماری از روش مشابه استفاده شد. شیوع سندرم سودواکسفولیاسیون در افراد بالای ۳۰ سال، $1/49 \pm 0/18$ درصد بود. در این مطالعه سندرم سودواکسفولیاسیون شدید با افزایش سن، نمایه توده بدنی پایین و افزایش فشارخون دیاستولیک ارتباط داشت ولی با افزایش فشار داخل چشم مرتبط نبود. در مطالعه ما نیز بین افزایش شدت و مرحله بیماری با فشار داخل چشم ارتباط معنی دار مشاهده نشد ($P = 0/26$).

ما برای نخستین بار ارتباط بین شدت و مرحله بالینی در سندرم سودواکسفولیاسیون را با یافته‌های ORA مورد بررسی قرار دادیم. این مطالعه نشان داد که CH و مرحله بالینی با یکدیگر



نمودار ۱- نمودار میله‌ای داده‌های ORA در PEX syndrome و گروه شاهد

بحث

قرنیه انسان دارای خصوصیات فیزیکی و ساختاری مثل ضخامت، قطر و هم‌چنین دارای ویژگی‌های رفتاری مانند خاصیت بیومکانیکی می‌باشد.^{۲۱} ویژگی‌های بیومکانیکی قرنیه در بسیاری از زمینه‌های چشم پزشکی مهم بوده و ارزیابی آن، آگاهی ما را در مورد تغییرات پاتولوژی قرنیه افزایش می‌دهد.

ORA وسیله‌ای است که ویژگی‌های بیومکانیکی قرنیه را اندازه‌گیری می‌کند. داده‌های ORA شامل CH، CRF، IOPg و IOPcc می‌باشند. CH مهم‌ترین داده ORA است که ویسکوزیتی قرنیه را مشخص می‌کند. CH توانایی بافت قرنیه را در جذب و پخش کردن انرژی نشان می‌دهد و محدوده طبیعی آن ۹/۶ تا ۱۲/۲ است.^{۲۲} این متغیر غیروابسته به فشار داخل چشمی در چشم‌های طبیعی می‌باشد، اما در بیماران مبتلا به گلوکوم ارتباط معکوسی با فشار داخل چشم دارد.^{۲۳}

تغییرات بیومکانیکی قرنیه با تغییرات و آسیب‌های ناشی از گلوکوم هم‌خوانی دارد. از جمله در مطالعه Prata و همکاران^{۲۴} مشخص شد که CH پایین با نسبت کاپ به دیسک بیش‌تر، مستقل از فشار داخل چشمی و اندازه دیسک همراه است. CH هم‌چنین با یافته‌های GDX مطابقت دارد.

یافته‌های بیومکانیکی قرنیه به ویژه CH می‌تواند در تعیین پیش‌آگهی نقش مهمی ایفا کند. De Moraes و همکاران^{۲۵} در یک مطالعه کوهورت گذشته‌نگر اثبات کردند که CH پایین با پیش‌رفت سریع‌تر گلوکوم همراه است.

ویژگی‌های بیومکانیکی قرنیه به خصوص CH در انواع مختلف گلوکوم مانند مادرزادی، فشار طبیعی، زاویه باز اولیه، سودواکسفولیاتیو و زاویه بسته اولیه، مورد بررسی قرار گرفته و در همه این مطالعات، CH نسبت به افراد طبیعی پایین‌تر بوده است.^{۲۶}

Ozkok و همکاران^۷ ویژگی‌های ویسکوالاستیک قرنیه در

بیماری ارتباط منفی معناداری دارد.

با توجه به اهمیت یافته‌های بیومکانیکی قرنیه در انواع مختلف گلوکوم از داده‌های ORA به خصوص CH، می‌توان از این یافته‌ها جهت بررسی افراد مبتلا به سندرم سودواکسفولیاسیون، جهت مشخص کردن خطر بیماری گلوکوم و نیاز به پیگیری‌های منظم‌تر استفاده نمود.

سپاس‌گزاری

در پایان از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز که از نظر تامین اعتبار انجام طرح مذکور در قالب طرح تحقیقاتی ما را یاری نمودند و همچنین از تمامی بیماران که در طول این تحقیق مشارکت داشتند، سپاس‌گزاری و قدردانی می‌نماییم.

دارای ارتباط منفی معناداری هستند. بدین ترتیب با افزایش شدت بیماری، CH کاهش بیش‌تری یافت، در حالی که سایر یافته‌های ORA شامل CRF، IOPg و IOPcc ارتباطی معناداری با مرحله بالینی بیماری نداشتند.

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به تعداد کم نمونه به خصوص در زیرگروه‌های مراحل مختلف سندرم سودواکسفولیاسیون اشاره نمود. در صورت تکرار مطالعه بر روی تعداد بیش‌تری از افراد، نتایج دقیق‌تری حاصل خواهد شد.

نتیجه‌گیری

خصوصیات بیومکانیکی قرنیه در افراد مبتلا به سندرم سودواکسفولیاسیون در مقایسه با افراد طبیعی تغییرات مشخص و قابل پیش‌بینی داشته و مهم‌ترین یافته ORA یعنی CH با شدت

منابع

1. Naumann GO, Schlutzer U, Kuchle M. Pseudoexfoliation syndrome for the comprehensive ophthalmologist. *Ophthalmology*. 1998;105:951-68.
2. Ritch R, Schlutzer U. Exfoliation syndrome. *Surv Ophthalmol*. 2001;45:265-315.
3. Schlutzer U, Koca MR, Naumann GO, et al. Pseudoexfoliation syndrome: ocular manifestation of a systemic disorder. *Arch Ophthalmol*. 1992;110:1752-1756.
4. Thorleifsson G, Magnusson KP, Sulem P. Common sequence variants in the LOXL1 gene confer susceptibility to exfoliation glaucoma. *Science*. 2007;317:1397-1400.
5. Schlutzer U, Kuchle M, Hofmann C, et al. Latent TGF-beta 1 binding protein; a new marker for intra and extraocular PEX deposits. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2000;216:412-419.
6. Astrom S, Linden C. Incidence and prevalence of pseudoexfoliation and open-angle glaucoma in northern Sweden. *Acta Ophthalmol Scand*. 2007;85:828-831.
7. Ozkok A, Tamcelik N, Ozdamar A, et al. Corneal viscoelastic differences between pseudoexfoliative glaucoma and primary open-angle glaucoma. *Journal of glaucoma*. 2013;22:740-745.
8. Ritch R. Exfoliation syndrome-the most common identifiable cause of open-angle glaucoma. *Journal of glaucoma*. 1994;3:176-177.
9. Brooks AM, Gillies WE. The presentation and prognosis of glaucoma in pseudoexfoliation of the lens capsule. *Ophthalmology*. 1988;95:271-276.
10. Konstas AG, Stewart WC, Stroman GA, et al. Clinical presentation and initial treatment patterns in patients with exfoliation glaucoma versus primary open-angle glaucoma. *Ophthalmic surgery and lasers*. 1997;28:111-117.
11. Congdon NG, Broman AT, Bandeen-Roche K, et al. Central corneal thickness and corneal hysteresis associated with glaucoma damage. *American journal of ophthalmology*. 2006;141:868-875.
12. Leske MC, Heijl A, Hussein M, et al. Factors for glaucoma progression and the effect of treatment: the early manifest glaucoma trial. *Archives of ophthalmology*. 2003;121:48-56.
13. Mansouri K, Leite MT, Weinreb RN, et al. Association between corneal biomechanical properties and glaucoma severity. *American journal of ophthalmology*. 2012;153:419-427.
14. Luce DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. *Journal of cataract and refractive surgery*. 2005;31:156-162.
15. Murugesan V, Bypareddy R, Kumar M, et al. Evaluation of corneal biomechanical properties following penetrating keratoplasty using ocular response analyzer. *Indian journal of ophthalmology*. 2014;62:454-460.
16. Medeiros FA, Meira-Freitas D, Lisboa R, et al. Corneal hysteresis as a risk factor for glaucoma progression: a prospective longitudinal study. *Ophthalmology*. 2013;120:1533-1540.
17. Pensyl D, Sullivan-Mee M, Torres-Monte M, et al. Combining corneal hysteresis with central corneal thickness and intraocular pressure for glaucoma risk assessment. *Eye*. 2012;26:1349-1356.
18. Beyazyildiz E, Beyazyildiz O, Arifoglu HB, et al. Comparison of ocular response analyzer parameters in primary open angle glaucoma and exfoliative glaucoma patients. *Indian journal of ophthalmology*. 2014;62:782-787.
19. Deol M, Taylor DA, Radcliffe NM. Corneal hysteresis and its relevance to glaucoma. *Current opinion in ophthalmology*. 2015;26:96-102.
20. Jonas JB, Nangia V, Matin A, Sinha A, Bhojawni.

- Pseudoexfoliation: normative data and associations. PLOS . 2013;8:76770-76775.
21. Hjortdal JO. On the biomechanical properties of the cornea with particular reference to refractive surgery. Acta ophthalmologica Scandinavica Supplement. 1998;1-23.
 22. Pakravan M, Afroozifar M, Yazdani S. Corneal biomechanical changes following trabeculectomy, phaco-trabeculectomy, ahmed glaucoma valve implantation and phacoemulsification. Journal of ophthalmic & vision research. 2014;9:7-13.
 23. Sun L, Shen M, Wang J, et al. Recovery of corneal hysteresis after reduction of intraocular pressure in chronic primary angle-closure glaucoma. American journal of ophthalmology. 2009;147:1061-1066.
 24. Prata TS, Lima VC, Guedes LM, et al. Association between corneal biomechanical properties and optic nerve head morphology in newly diagnosed glaucoma patients. Clinical & experimental ophthalmology. 2012;40:682-688.
 25. De Moraes CV HV, Tello C, Liebmann JM, et al. Lower corneal hysteresis is associated with more rapid glaucomatous visual field progression. Glaucoma. 2012;21:209-213.
 26. Anand A, De Moraes CG, Teng CC, et al. Corneal hysteresis and visual field asymmetry in open angle glaucoma. Investigative ophthalmology & visual science. 2010;51:6514-6518.
 27. Kaushik S, Pandav SS, Banger A, et al. Relationship between corneal biomechanical properties, central corneal thickness, and intraocular pressure across the spectrum of glaucoma. American journal of ophthalmology. 2012;153:840-849.
 28. Morita T, Shoji N, Kamiya K, et al. Corneal biomechanical properties in normal-tension glaucoma. Acta ophthalmologica. 2012;90:48-53.
 29. Narayanaswamy A, Su DH, Baskaran M, et al. Comparison of ocular response analyzer parameters in chinese subjects with primary angle-closure and primary open-angle glaucoma. Archives of ophthalmology. 2011;129:429-434.
 30. Sullivan-Mee M, Billingsley SC, Patel AD, et al. Ocular Response Analyzer in subjects with and without glaucoma. Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry. 2008;85:463-470.
 31. Yazgan S, Celik U, Alagoz N, et al. Corneal biomechanical comparison of pseudoexfoliation syndrome, pseudoexfoliative glaucoma and healthy subjects. Informa. 2014;40:470-475.