

## Study of Corneal Hysteresis and Corneal Resistance Factor in Pellucid Marginal Corneal Degeneration by Ocular Response Analyzer

Sedaghat M R<sup>1</sup>, Ostadi-moghadam H<sup>2,3</sup>, Askarizadeh F<sup>3,4</sup>, Momeni-moghadam H<sup>3,4</sup>, Narooie-noori F<sup>5</sup>

### Abstract

**Purpose:** The present research aimed to study the corneal hysteresis (CH) and corneal resistance factor (CRF) in Pellucid Marginal Corneal Degeneration (PMCD) by means of Ocular Response Analyzer (ORA)

**Methods:** This retrospective observational study performed based on patients' medical records from January 2013 to October 2015. A total of 102 eyes from 63 patients with age range of 20 to 50 years were included. Inclusion criteria for this study was diagnosis of PMCD based on clinical and paraclinical evaluations. Exclusion criteria for this study consisted of any other corneal disease, severe dry eye, glaucoma, using any ocular medication, pregnancy or nursing, systemic disease, history of previous eye surgery, older than 50 years and eyes suspect to another corneal ectasia. The data of CH, CRF and other outcomes of ORA were obtained and data analysis was performed using SPSS software for descriptive and analytical statistical methods.

**Results:** According to the outcomes of ORA in our study, CH, CRF, Goldmann-correlated intraocular pressure (IOP<sub>G</sub>) and corneal-compensated intraocular pressure (IOP<sub>cc</sub>) were (mean ± SD) 9.18±1.47, 8.48±1.72, 12.38±3.42 and 14.58±3.08 respectively. There is no statistically significant difference between male and female for CH (P=0.12), IOP<sub>G</sub> (P=0.07) and IOP<sub>cc</sub> (P=0.37) except for CRF (P=0.01).

**Conclusion:** These data provide normative values for PMCD measured using the ORA. Corneal biomechanical outcomes of ORA include CH and CRF in PMCD may be employed for diagnosis and treatment of PMCD.

**Keywords:** Pellucid Marginal Corneal Degeneration, Corneal Biomechanics, Corneal Hysteresis, Corneal Resistance Factor

Received: 2016.2.3; Accepted: 2016.4.13

مطالعه هیستریزیس و فاکتور مقاومت قرنیه در دژنراسیون حاشیه‌ای شفاف قرنیه با دستگاه تحلیل‌کننده پاسخ چشمی محمد رضا صداقت<sup>۱</sup>، هادی استادی مقدم<sup>۲-۳</sup>، فرشاد عسکری زاده<sup>۳-۴</sup>، حامد مومنی مقدم<sup>۳-۴</sup>، فروزان نارویی نوری<sup>۵</sup>

**هدف:** هدف این پژوهش، مطالعه برخی پارامترهای بیومکانیک قرنیه شامل هیستریزیس و فاکتور مقاومت قرنیه‌ای در دژنراسیون حاشیه‌ای شفاف قرنیه با دستگاه تحلیل‌کننده پاسخ چشمی می‌باشد.

**روش بررسی:** این مطالعه توصیفی براساس اطلاعات موجود در پرونده پزشکی بیماران از ژانویه سال ۲۰۱۳ تا اکتبر ۲۰۱۵ انجام شد و تعداد ۱۰۲ چشم از ۶۳ بیمار ۲۰ تا ۵۰ ساله در این مطالعه وارد شدند. تشخیص دژنراسیون حاشیه‌ای شفاف قرنیه براساس معاینات بالینی و تصویربرداری‌های پاراکلینیک شرط ورود به مطالعه و معیارهای خروج شامل سایر بیماریهای قرنیه‌ای، خشکی چشم شدید، گلوکوم، استفاده از داروهای چشمی، حاملگی یا شیردهی، بیماریهای سیستمیک، جراحی چشمی قبلی، سن بالای ۵۰ سال و چشمهای مشکوک به سایر اکتازی‌های قرنیه‌ای بودند. مقادیر هیستریزیس، فاکتور مقاومت قرنیه‌ای و سایر پارامترهای خروجی دستگاه تحلیلگر پاسخ چشمی استخراج شدند و با استفاده از نرم افزار SPSS مورد آنالیز آماری توصیفی و تحلیلی قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** در بررسی مقادیر خروجی از دستگاه تحلیلگر پاسخ چشمی در کل افراد تحت مطالعه، میانگین (±انحراف معیار) هیستریزیس قرنیه‌ای ۹/۱۸±۱/۴۷، فاکتور مقاومت قرنیه‌ای ۸/۴۸±۱/۷۲، فشار داخل چشمی جبران شده قرنیه‌ای

۱۴/۵۸±۳/۰۸ و فشار داخل چشمی مرتبط با گلدمن ۱۲/۳۸±۳/۴۲ میلیمتر جیوه بدست آمدند. همچنین برای هیستریزیس قرنیهای (p=۰/۱۲) فشار داخل چشمی جبران شده قرنیهای (p=۰/۳۷) و فشار داخل چشمی مرتبط با گلدمن (p=۰/۰۷) میان دو گروه مرد و زن، اختلاف معناداری وجود ندارد اما برای فاکتور مقاومت قرنیهای میان دو گروه مرد و زن، اختلاف معناداری (p=۰/۰۱) وجود دارد.

**نتیجه گیری:** این مطالعه، مقادیر طبیعی هیستریزیس و فاکتور مقاومت قرنیهای حاصل از دستگاه تحلیل کننده پاسخ چشمی را برای دژنراسیون حاشیه‌ای شفاف قرنیه نشان می‌دهد. این نتایج می‌توانند در ارزیابی بیومکانیک قرنیه بعنوان یک شاخص در فرآیند تشخیص و درمان این بیماری مورد استفاده قرار گیرند.

**کلمات کلیدی:** دژنراسیون حاشیه‌ای شفاف قرنیه، بیومکانیک قرنیهای، هیستریزیس قرنیهای، فاکتور مقاومت قرنیهای

**نویسنده مسئول:** فروزان نارویی نوری، [F.narooie.opt@gmail.com](mailto:F.narooie.opt@gmail.com)

آدرس: مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه علوم پزشکی مشهد، دانشکده علوم پیراپزشکی، گروه بینائی سنجی

۱- فوق تخصص قرنیه، دانشیار چشم پزشکی، مرکز تحقیقات قرنیه، بیمارستان چشم پزشکی خاتم الانبیاء، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

۲- استاد تمام گروه اپتومتری، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

۳- مرکز تحقیقات عیوب انکساری چشم، دانشکده علوم پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

۴- دانشجوی دکترای تخصصی اپتومتری، گروه آموزشی اپتومتری، دانشکده علوم پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

۵- دانشجوی کارشناس ارشد اپتومتری، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

## مقدمه

می‌شود لیکن شکل‌های غیر معمول دیگری به صورت درگیری ناحیه فوقانی (۳)، یکطرفه (۴) یا ترکیبی از این دو حالت (۵) نیز گزارش شده است. نتایج تصویر کلینیکی PMCD در یک عکس معمولی توپوگرافی، به صورت فلت شدگی در محور عمودی و وجود آستیگمات قابل توجه مخالف قرنیه دیده می‌شود و بیماران معمولاً در دهه چهارم یا پنجم زندگی دچار PMCD می‌شوند که با کاهش دید همراه است (۶،۷). PMCD علیرغم تشابه با کراتوکونوس (KCN)، به عنوان یک بیماری جداگانه مطرح می‌شود (۸،۹). علیرغم اختلافات قابل توجهی که بین PMCD و KCN وجود دارد، تشابهات نزدیکی در علائم و نشانه‌های کلینیکی، روشهای تشخیصی و درمانهای جراحی و غیر جراحی این دو بیماری دیده می‌شود (۱۰). از آنجایی که در کراتوکونوس تغییرات قابل توجهی در خصوصیات بیومکانیک قرنیه بوجود آمده است به طوری که مقادیر آن کمتر از قرنیه چشم نرمال است (۱۱،۱۲)، این انتظار می‌رود که خصوصیات بیومکانیک قرنیه در بیماران PMCD نیز کاهش یافته باشد. در صورت وجود تغییرات در بیومکانیک قرنیه در بیماران PMCD، این تغییرات به درک تظاهرات کلینیکی، تشخیص و روند درمان این بیماری کمک می‌کند. با توجه به مطالعات صورت گرفته، سن شروع PMCD دیرتر از

خواص مکانیکی بافت زنده به نحوه ساختار بندی فیبرها، سلولها و ماده زمینه‌ای در ساختمان بافت بستگی دارد و یکی از روشهای شناخت و بررسی قرنیه، ارزیابی بیومکانیک آن می‌باشد که در آن میزان از فرم خارج شدن قرنیه و تعادل آن تحت هر گونه فشار هم در محیط زنده بافت و هم در محیط آزمایشگاهی مورد بحث قرار گیرد (۱۲). بررسی بیومکانیک قرنیه در بافت زنده، توسط تعداد کمی از دستگاه‌های مرتبط انجام می‌شود که یکی از مهمترین آنها، دستگاه تحلیلگر پاسخ چشمی است (۲۱). دژنراسیون حاشیه‌ای شفاف قرنیهای (PMCD) بیماری غیر التهابی و پیشرونده اکتازی قرنیهای است که قسمت تحتانی قرنیه را به صورت هلالی شکل درگیر می‌کند (۱). PMCD به کمک مشخصه مکانی ناحیه درگیر شده از سایر موارد بیماری قرنیهای تشخیص داده می‌شود. ناحیه نازک شده معمولاً از ساعت ۴ تا ۸ ادامه می‌یابد و فاصله اندکی با ناحیه لیمبوس دارد و ناحیه فوقانی قسمت نازک شده دارای اکتازی می‌باشد و همچنین ناحیه بین لیمبوس و قسمت نازک شده شفاف، بدون هیچگونه زخم، رسوب لیپید یا رگ سازی می‌باشد (۲). اگرچه PMCD عمدتاً به صورت یک وضعیت دوطرفه که قسمت تحتانی را درگیر می‌کند، تعریف

معیارهای ورود بیماران به عنوان PMCD در این مطالعه عبارت بودند از: نازک شدگی مشخص قسمت تحتانی- محیطی قرنیه، اکتازی قرنیه در بالای قسمت نازک بدون هیچ گونه نشانه رگ‌زایی، التهاب و رسوب. آستیگماتیسم مخالف قاعده همراه با استیپ شدن تحتانی و الگوی پروانه‌ای در قسمتهای نازال و تمپورال دو طرف و نیز نقشه پاکیمتری مشخصه PMCD (۲۰۱۰). معیارهای خروج در این مطالعه عبارت بودند از: جراحی چشمی قبلی، اسکار قرنیه‌ای، رگ‌زایی، التهاب و کدورت، تاریخچه کراتیت هرپسی، خشکی چشم شدید، عفونت قرنیه‌ای فعال، گلوکوم، مشکوک به گلوکوم، استفاده از داروهای کاهنده فشار چشم، حاملگی یا شیردهی، بیماری- های اتو ایمن و یا سیستمیک. همچنین چشمهایی که با عنوان مشکوک به PMCD و مشکوک به کراتوکونوس (۹) بودند از این مطالعه خارج شدند.

تمامی تصویربرداری‌های قرنیه‌ای و اندازه‌گیری‌های مربوطه به وسیله یک اپراتور ثابت و بر اساس دستورالعمل استفاده از دستگاه‌ها انجام و ثبت شده بودند. دستگاه ORA از نظر روایی و پایایی در مطالعات دیگر بررسی شده است و روایی و پایایی این دستگاه مورد قبول است (۱۷،۱۸). خروجی- های ORA شامل سه اندازه‌گیری متوالی بودند که میانگین نتایج توسط دستگاه محاسبه و مستند شده بودند. اگر اندازه‌گیری‌ها براساس درجه‌بندی خود دستگاه دارای کیفیت بالا بودند، پارامترهای بیومکانیک قرنیه در مطالعه وارد و مورد آنالیز قرار می‌گرفتند.

تمام اطلاعات عددی وارد نرم‌افزار شده و آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۳ تحت ویندوز (IBM Inc., Chicago, Illinois, USA) انجام شدند. آمارهای توصیفی شامل میانگین پارامترها همراه با انحراف معیار آنها محاسبه شدند. نرمال بودن داده‌های اندازه‌گیری شده به وسیله آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شدند و با توجه به نتایج، آزمونهای پارامتری و غیر پارامتری متناسب با داده‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. تست لون برای ارزیابی متغیرهای واریانس برای دو گروه مستقل مرد و زن انجام شد و سپس آزمون تی ساده و دو تایی برای مقایسه میانگین متغیرها در دو گروه مورد استفاده قرار گرفت. همچنین آنالیز واریانس یکطرفه (Anova) به منظور تعیین اختلاف قابل ملاحظه بین

سن شروع KCN می‌باشد (۱۳) و بنابراین در بیمارانی که کاندید عمل جراحی رفراکتیو قرنیه‌ای هستند و نشانه‌های کلینیکی و تحت کلینیکی اکتازی قرنیه‌ای را ندارند، کاهش بیومکانیک قرنیه می‌تواند احتمالاً به دلیل شروع یا وجود PMCD در این بیماران باشد. همچنین تشخیص زودهنگام خصوصیات بیومکانیکی، می‌تواند بروز ریسک فاکتورهای جراحی رفراکتیو را در بیماران PMCD به حداقل برساند (۱۴). دستگاه تحلیل کننده پاسخ چشمی (Ocular Response Analyzer) می‌تواند هیستریزیس قرنیه‌ای و فاکتور مقاومت قرنیه‌ای را به همراه اطلاعات دیگر اندازه‌گیری کند و به کمک این دستگاه می‌توان بیومکانیک قرنیه را در شرایط *in-vivo* ارزیابی کرد (۱۵).

بر اساس اطلاعات ما، مطالعه‌ای مشخص و اختصاصی جهت ارزیابی پارامترهای بیومکانیکی قرنیه‌ای در بیماران PMCD بوسیله دستگاه ORA صورت نگرفته است و تنها مطالعه صورت گرفته در این زمینه بر روی این بیماری، مطالعه Labiris و همکارانش بود که در آن ظرفیت تشخیصی شاخص اکتازی در چشمهای PMCD ارزیابی شده است (۱۶). هدف مطالعه ما، اندازه‌گیری خصوصیات بیومکانیکی قرنیه‌ای به صورت *in-vivo* با در نظر گرفتن هیستریزیس قرنیه‌ای و فاکتور مقاومت قرنیه‌ای در بیماران PMCD بوسیله دستگاه ORA می‌باشد.

### روش بررسی

این مطالعه گذشته‌نگر توصیفی در مرکز کلینیک چشم صداقت در مشهد انجام شد. داده‌های این مطالعه از پرونده پزشکی بیماران مراجعه کننده به کلینیک چشم صداقت بین سالهای ژانویه ۲۰۱۳ تا اکتبر ۲۰۱۵ جمع‌آوری شدند. این اطلاعات شامل مشخصات کامل بیمار، حدت بینایی تصحیح نشده، رفراکشن بدون سایکلوپلژی، منظمی و نامنظمی رفلکس رتینوسکوپ، رفراکشن سایکلوپلژی، بهترین حدت بینایی تصحیح شده، تونومتری غیر تماسی، افتالموسکوپ، بیومیکروسکوپ اسلیت لمپی، توپوگرافی مبتنی بر پلاسیدو (Tomey)، توموگرافی مبتنی بر شیمفلاگ (Pentacam HR, Oculus) و دستگاه تحلیلگر پاسخ چشمی مبتنی بر تماس دوسویه دینامیک (ORA) بودند. در این مطالعه پرونده بیمارانی که تشخیص PMCD در آنها داده شده بود انتخاب شدند.

میانگین متغیرها در گروه‌های سنی مختلف استفاده شده،  $p < 0/05$  از نظر آماری مهم در نظر گرفته شده است. حجم نمونه براساس مطالعه پیش‌آزمون ( Pilot Study) تعیین شد. بر این اساس، پرونده گذشته ۱۰ بیمار دارای PMCD، مطابق معیارهای ورود و خروج، مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از فرمول  $n = (Z1 - \alpha/2) \cdot 2 \cdot SD / d2$ ، تعداد حجم نمونه ۷۴ چشم محاسبه شد. به منظور افزایش دقت مطالعه، تلاش شد تا بیشترین حجم نمونه ممکن، مورد ارزیابی قرار گیرد. بنابراین، تعداد ۱۰۲ چشم از پرونده بیماران دارای PMCD بررسی شدند و میانگین ( $\pm$  انحراف معیار) مقادیر بیومکانیک قرنیه بیماران PMCD، یعنی هیستریزیس قرنیه‌ای و فاکتور مقاومت قرنیه‌ای و نیز دو پارامتر ارائه شده دیگر توسط دستگاه ORA، تعیین و مورد ارزیابی قرار گرفتند. همچنین در این مطالعه سعی شد که ارتباط میانگین ( $\pm$  انحراف معیار) CH، CRF، IOPCC، IOPG با جنسیت و نیز سن، مشخص شود. بدین منظور، پرونده‌های بیماران PMCD، براساس سن به گروه‌های سنی ۲۰-۳۰، ۳۱-۴۰، ۴۱-۵۰ تقسیم شدند.

#### یافته‌ها

ابتدا، نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مورد ارزیابی و تایید قرار گرفت. از میان ۶۳ بیمار (۱۰۲ چشم) دارای PMCD، ۴۶ نفر (۷۴ چشم) مرد و ۱۷ نفر (۲۸ چشم) زن بودند که بدین ترتیب ۷۳ درصد بیماران مرد و ۲۷ درصد بیماران زن بودند. میانگین سن، در کل افراد تحت مطالعه  $32/64 \pm 9/23$  (حداقل سن ۲۰ و حداکثر ۵۰ سال) و به ترتیب در مردان،  $33/41 \pm 9/85$  (حداقل سن ۲۰ و حداکثر ۵۰ سال) و در زنان،  $30/61 \pm 7/13$  (حداقل سن ۲۱ و حداکثر ۴۹) بود. نتایج میانگین ( $\pm$  انحراف معیار) CH، CRF، IOPCC و IOPG، در کل نمونه‌ها، مردان و زنان در جدول ۱ نشان داده شده است. با استفاده از آزمون Independent Samples Test، فرض برابری میانگین‌های CH، CRF، IOPCC و IOPG در دو گروه مستقل زنان و مردان مورد ارزیابی قرار گرفت. ابتدا، فرض برابری واریانس‌ها، توسط آزمون تساوی واریانس لون، برای متغیرهای CH، CRF، IOPCC و IOPG و سن، آزموده شد. این آزمون نشان داد که برای میانگین CH با فرض

برابری واریانس‌ها ( $p = 0/91$ )، میان دو گروه مرد و زن، از لحاظ آماری اختلاف معناداری وجود ندارد ( $p = 0/12$ ). و برای میانگین CRF با فرض برابری واریانس‌ها ( $p = 0/84$ )، میان دو گروه مرد و زن، از لحاظ آماری اختلاف معناداری وجود دارد ( $p = 0/01$ ). همچنین میانگین IOPCC با فرض برابری واریانس‌ها ( $p = 0/21$ )، میان دو گروه مرد و زن، از لحاظ آماری قابل توجهی وجود ندارد ( $p = 0/37$ ) و میانگین IOPG با فرض برابری واریانس‌ها ( $p = 0/8$ )، میان دو گروه مرد و زن، از لحاظ آماری اختلاف معناداری وجود ندارد ( $p = 0/07$ ). همچنین نشان داده شد که برای میانگین سن با فرض برابری واریانس‌ها ( $p = 0/16$ )، میان دو گروه زن و مرد، از لحاظ آماری اختلاف معناداری وجود ندارد ( $p = 0/17$ ). به منظور تعیین ارتباط میان میانگین CH، CRF، IOPCC و IOPG با گروه‌های سنی (۲۰-۳۰، ۳۱-۴۰، ۴۱-۵۰)، از آزمون آماری ANOVA استفاده شد. میانگین CH، میان گروه‌های سنی مختلف، از لحاظ آماری تفاوت قابل توجهی ندارد. میانگین ( $\pm$  انحراف معیار) IOPCC، میان گروه‌های سنی ۲۰-۳۰ و ۳۱-۴۰، از لحاظ آماری تفاوت قابل توجهی وجود دارد ( $p = 0/036$ ). میانگین IOPG در میان گروه‌های سنی مختلف، از لحاظ آماری تفاوت قابل توجهی وجود ندارد. میانگین پارامترهای خروجی دستگاه ORA در تمام افراد تحت مطالعه، مردان و زنان در نمودار ۱ نشان داده شده است.

#### بحث و نتیجه‌گیری

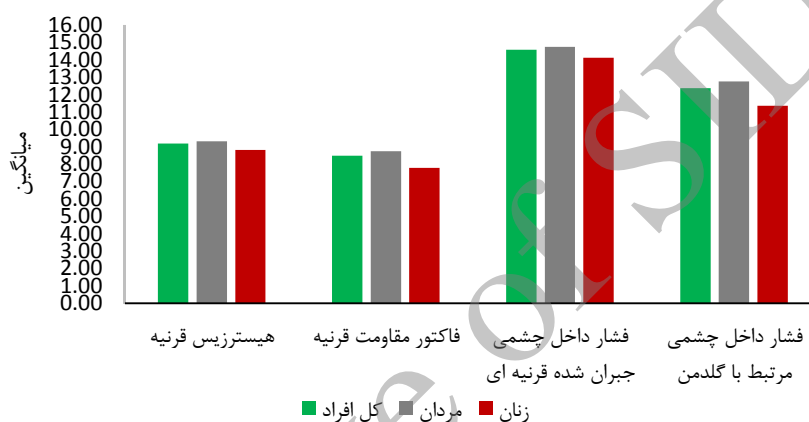
دژنراسیون حاشیه‌ای شفاف یکی از انواع دژنراسیون‌های قرنیه‌ای می‌باشد که علیرغم شیوع کم، شناخت ابعاد مختلف این بیماری، اهمیت فراوانی دارد و دلایل این اهمیت، تظاهرات بالینی و تحت بالینی در آناتومی و اپتیک قرنیه و نیز تاثیر این بیماری در نتایج جراحی‌های رفرکتیو لیزری قرنیه می‌باشد (۱۰). همچنین، تشابهات فراوان بین این بیماری و کراتوکونوس، باعث گردیده PMCD اهمیتی مشابه با کراتوکونوس داشته باشد (۱۹). امروزه روش‌های مختلفی برای بررسی شرایط قرنیه قبل از جراحی بکار می‌رود که این بررسی‌ها شامل ارزیابی‌های بالینی و تحت بالینی (تصویربرداری‌های پاراکلینیکی) می‌باشند (۲۰).

مطالعات متعددی نتایج دستگاه تحلیل‌کننده پاسخ

جدول ۱: میانگین متغیرهای مورد مطالعه در جامعه هدف

متغیرها	میانگین $\pm$ انحراف معیار در کل افراد	میانگین $\pm$ انحراف معیار در مردان	میانگین $\pm$ انحراف معیار در زنان	دامنه در زنان
CH	۹/۱۸ $\pm$ ۱/۴۷	۹/۳۲ $\pm$ ۱/۴۳	۸/۸۲ $\pm$ ۱/۵۴	۸/۲۲ تا ۹/۴۱
CRF	۸/۴۸ $\pm$ ۱/۷۲	۸/۷۴ $\pm$ ۱/۶۷	۷/۷۹ $\pm$ ۱/۷۰	۷/۱۳ تا ۸/۴۵
IOPCC	۱۴/۵۸ $\pm$ ۳/۰۸	۱۴/۷۵ $\pm$ ۲/۹۶	۱۴/۱۳ $\pm$ ۳/۴۰	۱۲/۸۲ تا ۱۵/۴۵
IOP <sub>G</sub>	۱۲/۳۸ $\pm$ ۳/۴۲	۱۲/۷۶ $\pm$ ۳/۳۰	۱۱/۳۶ $\pm$ ۳/۵۸	۹/۹۷ تا ۱۲/۷۵

Corneal Resistance Factor :CRF · Corneal Hysteresis :CH  
Goldmann Correlated IOP :IOP<sub>G</sub> · Corneal Compensated IOP :IOP<sub>CC</sub>



نمودار ۱: میانگین پارامترهای ORA در دژنراسیون حاشیه‌ای شفاف قرنیه

قرنیه طبیعی می‌باشند، می‌توان از این روش به عنوان روشی برای تشخیص بیماری PMCD استفاده نمود. مطالعات مختلف پارامترهای بیومکانیک قرنیه طبیعی شامل هیستریزیس و فاکتور مقاومت قرنیه‌ای را بیان نموده‌اند (۱۲). Ortiz و همکارانش در سال ۲۰۰۷ نشان دادند که هیستریزیس و فاکتور مقاومت قرنیه‌ای در قرنیه‌های دارای کراتوکونوس به ترتیب  $7/5 \pm 1/2$  میلی‌متر جیوه و  $6/2 \pm 1/9$  میلی‌متر جیوه می‌باشند (۱۱). همچنین Shah و همکارانش در سال ۲۰۰۷ نشان دادند که هیستریزیس قرنیه در قرنیه‌های دارای کراتوکونوس کمتر از مقادیر این پارامترها در چشم‌های طبیعی است. در مطالعه آنان نشان داده شد که هیستریزیس قرنیه‌ای در قرنیه‌های دارای کراتوکونوس  $9/6 \pm 2/2$  میلی‌متر جیوه می‌باشد که این مقدار کمتر از قرنیه‌های طبیعی با هیستریزیس  $10/7 \pm 2/0$  میلی‌متر جیوه می‌باشد (۲۳) تنها مطالعه‌ای که بر روی قرنیه‌های مبتلا به PMCD با

چشمی را در قرنیه‌های طبیعی، کراتوکونوس، گلوکوم، دیستروفی اندوتلیال فوکس و بعد از جراحی رفراکتیو لیزری بیان نموده‌اند (۱۲) اما مطالعه اختصاصی در زمینه بررسی پارامترهای بیومکانیک قرنیه شامل هیستریزیس و فاکتور مقاومت قرنیه توسط دستگاه تحلیل‌کننده پاسخ چشمی صورت نگرفته است (۱۱). با توجه به اینکه انجام جراحی رفراکتیو لیزری در قرنیه‌های دارای هیستریزیس و فاکتور مقاومت قرنیه‌ای کمتر از حد نرمال، می‌تواند ریسک اکتازی بعد از جراحی را در حد قابل توجهی افزایش دهد (۲۲) و از طرف دیگر بیماری PMCD نیز یکی از ریسک فاکتورهای ایجاد اکتازی قرنیه بعد از جراحی رفراکتیو لیزری می‌باشد (۱۴) لذا بررسی بیومکانیک قرنیه در بیماری PMCD نیز اهمیت قابل توجهی دارد. در صورتی که مشخص شود، پارامترهای بیومکانیک قرنیه‌ای حاصل از دستگاه تحلیل‌کننده پاسخ چشمی در بیماری PMCD، غیر طبیعی و کمتر از

یافته‌های این مطالعه می‌تواند احتمال وجود PMCD در این بیماران را تقویت نمایند.

### سیاسگزاری

این مقاله حاصل بخشی از پروژه تحقیقاتی پایان‌نامه کارشناسی ارشد با کد ۹۴۰۷۷۶ در دانشگاه علوم پزشکی مشهد می‌باشد. نویسندگان مقاله مراتب تشکر خود را از معلونت محترم پژوهشی دانشگاه و از پرسنل کلینیک چشم دکتر صداقت جهت همکاری بی‌شائبه آنان اعلام می‌دارند.

### منابع

1. Krachmer JH. Pellucid marginal corneal degeneration. Arch Ophthalmol 1978; 96: 1217-21.
2. Sridhar MS, Mahesh S, Bansal AK, Nutheti R, Rao GN. Pellucid marginal corneal degeneration. Ophthalmology 2004; 111(6): 1102-7.
3. Sridhar MS, Mahesh S, Bansal AK, Rao GN. Superior pellucid marginal corneal degeneration. Eye (Lond) 2004; 18(4): 393-9.
4. Basak SK, Hazar TK, Bhattacharya D, Sinha TK. Unilateral pellucid marginal degeneration. Indian J Ophthalmol 2000; 48(3): 233-234.
5. Dundar H, Kara N, Kaya V, Bozkurt E, Yazici AT, Hekimhan PK. Unilateral superior pellucid marginal degeneration in a case with ichthyosis. Cont Lens Anterior Eye 2011; 34(1): 45-8.
6. Karabatsas CH, Cook SD. Topographic analysis in pellucid marginal corneal degeneration and keratoglobus. Eye 1996; 10: 451-5.
7. Maguire LJ, Klyce SD, McDonald MB, Kaufman He. Corneal topography of pellucid marginal degeneration. Ophthalmology 1987; 94: 519-24.
8. Kayazawa F, Nishimura K, Kodama Y, et al. Keratoconus with pellucid marginal corneal degeneration. Arch Ophthalmol 1984; 102: 895-6.
9. Gomes JA, Tan D, Rapuano CJ, Belin MW, Ambrósio R Jr, Guell JL, Malecaze F, Nishida K, Sangwan VS; Group of Panelists for the Global Delphi Panel of Keratoconus and Ectatic Diseases.

دستگاه تحلیل‌کننده پاسخ چشمی انجام شده است، مطالعه Labiris و همکارانش در سال ۲۰۱۴ است که هدف اصلی آن بررسی نرم‌افزار ورژن ۳/۰۱ برای بررسی ظرفیت تشخیصی بیماری PMCD بوده و مقادیر اختصاصی هیستریزیس و فاکتور مقاومت قرنیه‌ای برای این بیماری در جمعیت با تعداد بالا بررسی نشده است (۱۶). در حقیقت در مطالعه Labiris و همکارانش، حساسیت و ویژگی آماری شاخص match index Keratoconus (KMI) و همچنین حساسیت و ویژگی شاخص Keratoconus Match Probability (KMP) در ورژن ۳/۰۱ دستگاه تحلیلگر پاسخ چشمی مورد بررسی قرار گرفته است (۱۶).

افزایش روز افزون جراحی‌های غیوب انکساری و تاثیر بیماری PMCD در انجام این روشها علت اصلی انجام این مطالعه بوده است. در این مطالعه مشخص شد که میانگین ( $\pm$  انحراف معیار) هیستریزیس قرنیه‌ای در کل افراد تحت مطالعه،  $9/18 \pm 1/47$  و فاکتور مقاومت قرنیه‌ای،  $8/48 \pm 1/72$  می‌باشد. این فاکتورها با فاکتور جنس و سن در جمعیت مورد مطالعه، ارتباط معنی‌داری ندارند.

با توجه به طیف وسیع تغییرات قرنیه در بیماری PMCD، این فرضیه مطرح می‌گردد که بیومکانیک قرنیه در این بیماری، با افراد نرمال تفاوت داشته باشد و با توجه به تشابهات فراوان این بیماری با کراتوکونوس، می‌توان این فرضیه را مطرح کرد که هیستریزیس و فاکتور مقاومت قرنیه‌ای بیماران دارای PMCD، نسبت به افراد نرمال، همانند بیماران کراتوکونوس، کمتر باشد. با توجه به تعداد بالای جمعیت مورد مطالعه در این پژوهش، می‌توان از نتایج این مطالعه در مباحث شناخت، ارزیابی، پیگیری، درمان و انجام یا عدم انجام جراحی رفرکتیو لیزری قرنیه‌ای دارای PMCD استفاده نمود. البته از محدودیتهای این مطالعه می‌توان به گذشته‌نگر بودن آن اشاره کرد که علت این حالت، شیوع کم این بیماری در جامعه است. بطور خلاصه، با توجه به اینکه علائم بالینی و تصویربرداری‌های پاراکلینیکی در بیماران حدود ۲۰ تا ۳۰ سال که برای جراحی رفرکتیو لیزری مراجعه می‌نمایند، ممکن است مشخص‌کننده PMCD نباشند، بنابراین هیستریزیس و فاکتور مقاومت قرنیه‌ای غیرطبیعی براساس

- Global consensus on keratoconus and ectatic diseases. *Cornea* 2015; 34(4): 359-69.
10. Jinabhai A, Radhakrishnan H, O'Donnell C. Pellucid corneal marginal degeneration: A review. *Cont Lens Anterior Eye* 2011; 34(2): 56-63.
11. Ortiz D, Piñero 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(8): 1371-5.
12. Garcia-Porta N, Fernandes P, Queiros A, Salgado-Borges J, Parafita-Mato M, González-Méijome JM. Corneal biomechanical properties in different ocular conditions and new measurement techniques. *ISRN Ophthalmol* 2014 (2014): Article ID 724546: 19.
13. Vazirani J, Basu S. Keratoconus: current perspectives. *Clin Ophthalmol* 2013; 7: 2019-30.
14. Tatar MG, Aylin Kantarci F, Yildirim A, Uslu H, Colak HN, Goker H, Gurler B. Risk Factors in Post-Lasik Corneal Ectasia. *J Ophthalmol.* 2014; 2014: 204191.
15. Piñero DP, Alcón N. In vivo characterization of corneal biomechanics. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40(6): 870-87.
16. Labiris G, Giarmoukakis A, Sideroudi H, Song X, Kozobolis V, Seitz B, et al. Diagnostic capacity of biomechanical indices from a dynamic bidirectional applanation device in pellucid marginal degeneration. *Journal of cataract and refractive surgery* 2014; 40(6): 1006-12.
17. David VP, Stead RE, Vernon SA. Repeatability of ocular response analyzer metrics: a gender-based study. *Optom Vis Sci* 2013; 90(7): 691-9.
18. Moreno-Montañés J, Maldonado MJ, García N, Mendiluce L, García-Gómez PJ, Seguí-Gómez M. Reproducibility and clinical relevance of the ocular response analyzer in nonoperated eyes: corneal biomechanical and tonometric implications. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008; 49(3): 968-74.
19. Fuchihata M, Maeda N, Toda R, Koh S, Fujikado T, Nishida K. Characteristics of corneal topographic and pachymetric patterns in patients with pellucid marginal corneal degeneration. *Jpn J Ophthalmol* 2014; 58(2): 131-8.
20. Belin MW, Ambrósio R. Scheimpflug imaging for keratoconus and ectatic disease. *Indian J Ophthalmol* 2013; 61(8): 401-6.
21. Terai N, Raiskup F, Haustein M, Pillunat LE, Spoerl E. Identification of biomechanical properties of the cornea: the ocular response analyzer. *Curr Eye Res* 2012; 37(7): 553-62.
22. Ambrósio R Jr, Dawson DG, Salomão M, Guerra FP, Caiado AL, Belin MW. Corneal ectasia after LASIK despite low preoperative risk: tomographic and biomechanical findings in the unoperated, stable, fellow eye. *J Refract Surg* 2010; 26(11): 906-11.
23. Shah S, Laiquzaman 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(7): 3026-31.