

## Comparison of Corneal Thickness Progression from Center to Periphery in Keratoconus, Keratoconus Suspected and Normal Corneas

Mirzaie M, MD\*; Mirzaie S

Tabriz University of Medical Science, Tabriz, Iran

\*Corresponding author: m\_mir2004@yahoo.com

**Purpose:** To compare the corneal thickness progression (CTP) and progression index (PI) in keratoconus (KCN), keratoconus suspected (KS) and normal corneas, using Scheimpflug photography (Pentacam).

**Methods:** Three-hundred eyes were evaluated using rotating Scheimpflug photography (Pentacam). On the basis of anterior sagittal curvature, maximum posterior elevation (MPE) and thinnest point of pachimetry (TP) the eyes were divided into three equal groups. The normal group had normal anterior topography, pachimetry 500 $\mu$  or more and MPE less than 20 $\mu$ , KS group had a suspected topography and KCN group had definite topographic findings. The eyes were evaluated by "pachimetric map", "Corneal thickness spatial profile" and "percentage of corneal thickness" and mean of "progression Index" calculated for each eye and data analysis was performed with SPSS software.

**Results:** Mean MPE was 13.20 $\pm$ 3.95  $\mu$  in the normal group, 19.80 $\pm$ 6.75  $\mu$  in the KS group and 40.93 $\pm$ 16.21 in the KCN group. Mean TP was 541.53 $\pm$ 27.92  $\mu$  in the normal group, 504.15 $\pm$ 31  $\mu$  in the KS group and 461.09 $\pm$ 46.84  $\mu$  in the KCN group. Mean PI was 0.91 $\pm$ 0.15 in the normal group, 1.11 $\pm$ 0.20 in the KS group and 2.00 $\pm$ 0.73 in the KCN group. This study demonstrated that, all of three parameters (MPE, TP and PI) had statistically significant difference between three groups ( $P < 0.001$ ). A statistically significant but weak correlation was found between PI and the severity of keratoconus.

**Conclusion:** In addition to topography, central corneal thickness, posterior and anterior elevation, PI and CTP can be used to distinguish normal corneas from KS and KCN ones.

**Key Words:** Corneal Thickness, Pachymetric Progression Index, Keratoconus

• Bina J Ophthalmol 2012; 17 (4): 339-344.

Received: 14 May 2011

Accepted: 29 January 2012

### بررسی افزایش ضخامت قرنیه از نازک‌ترین نقطه به سمت محیط در مبتلایان به قوز قرنیه، مشکوک به قوز قرنیه و قرنیه‌های طبیعی

دکتر محمد میرزایی<sup>۱</sup> و سمیرا میرزایی<sup>۲</sup>

**هدف:** مقایسه روند افزایش ضخامت قرنیه از نازک‌ترین نقطه قرنیه به سمت محیط آن در چشم‌های مبتلا به قوز قرنیه، مشکوک به قوز قرنیه و قرنیه‌های طبیعی با استفاده از توموگرافی شیمپفلگ توسط دستگاه پنتاکم.

**روش پژوهش:** سیصد چشم براساس توبوگرافی سطح قدامی قرنیه، ضخامت نازک‌ترین نقطه و حداکثر برجستگی سطح خلفی قرنیه به طور مساوی در سه گروه قرار گرفته و قرنیه این چشم‌ها با استفاده از دستگاه پنتاکم و تصاویر "چهار نقشه رفتگیو" و "نقشه پاک‌متری"، ارزیابی شدند. چشم‌هایی که دارای توبوگرافی طبیعی، پاک‌متری ۵۰۰ میکرون و بالاتر و حداکثر برجستگی خلفی زیر ۲۰ میکرون بودند به عنوان گروه طبیعی، چشم‌هایی که دارای تغییرات خفیف در توبوگرافی سطح قدامی، پاک‌متری کم‌تر از ۵۰۰ میکرون و برجستگی خلفی ۲۰ میکرون بودند، در گروه مشکوک و چشم‌هایی که علایم واضح قوز قرنیه در توبوگرافی، پاک‌متری کم‌تر از ۵۰۰ میکرون و برجستگی خلفی بیش از ۲۰ میکرون را داشتند، در گروه قوز قرنیه قطعی قرار گرفتند. سپس با استفاده از نقشه پاک‌متری، "ضخامت مطلق" و "درصد افزایش ضخامت قرنیه" بررسی و میانگین

عددی "ضریب پیش‌رفت ضخامت قرنیه" استخراج شد و داده‌های بدست آمده با استفاده از روش‌های آماری توصیفی، آزمون تحلیل واریانس یک و دوطرفه و ضریب همبستگی توسط نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** میانگین حداکثر برجستگی خلفی در گروه طبیعی  $13/2 \pm 3/95$  میکرون، در گروه مشکوک  $19/8 \pm 6/75$  میکرون و در گروه قطعی  $40/93 \pm 16/21$  میکرون حاصل شد. میانگین نازک‌ترین نقطه قرنیه در گروه طبیعی  $541/53 \pm 27/92$  میکرون، در گروه مشکوک  $504 \pm 5/15$  میکرون و در گروه قطعی  $461/09 \pm 46/84$  میکرون و میانگین ضریب پیش‌رفت ضخامت قرنیه در گروه طبیعی  $0/91 \pm 0/15$ ، در گروه مشکوک  $1/11 \pm 0/02$  و در گروه قطعی  $2 \pm 0/73$  محاسبه شد. این مطالعه نشان داد که هر سه متغیر "حداکثر برجستگی خلفی" "نازک‌ترین منطقه قرنیه" و "ضریب پیش‌رفت ضخامت قرنیه" در هر سه گروه (طبیعی، مشکوک و قوز قرنیه) رابطه آماری معنی‌دار داشتند ( $P < 0/001$ ). هم‌چنین بین "ضریب پیش‌رفت ضخامت قرنیه" و سطح ابتلا به قوز قرنیه رابطه معنی‌دار آماری وجود داشت ( $P < 0/001$ ) ولی ضریب هم‌بستگی این دو متغیر، مثبت و ضعیف بود.

**نتیجه‌گیری:** در تشخیص افتراقی قرنیه‌های طبیعی از قرنیه‌های مشکوک و مبتلا به قوز قرنیه علاوه بر توپوگرافی، انحنا، ضخامت مرکزی و برجستگی سطوح قدامی و خلفی قرنیه می‌توان از میزان افزایش ضخامت قرنیه از نازک‌ترین نقطه به طرف محیط و مقدار عددی "ضریب پیش‌رفت" نیز جهت تشخیص استفاده کرد.

• مجله چشم‌پزشکی بینا ۱۳۹۱؛ دوره ۱۷، شماره ۴: ۳۳۹-۳۴۴.

• پاسخ‌گو: دکتر محمد میرزایی (e-mail: m\_mir2004@yahoo.com)

۱- دانشیار- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی تبریز

۲- دانشجوی پزشکی- دانشگاه علوم پزشکی تبریز

تبریز- خیابان عباسی- مرکز آموزشی درمانی چشم‌پزشکی نیکوکاری

## مقدمه

قوز قرنیه بیماری به نسبت شایعی است که در آن قسمت مرکزی یا نزدیک به مرکز قرنیه دچار نازکی پیش‌رونده و برآمدگی شده و به شکل قوز قرنیه ظاهر می‌یابد. در این بیماری تغییرات بافت‌شناسی زیر اتفاق می‌افتد: شکسته شدن لایه بومن، نازکی استرومای قرنیه و اپی‌تلیوم آن، چین‌خوردگی یا پارگی غشا دسمه و اسکار.

بیماری در زمان بلوغ و هم‌چنین در ۲۰-۳۰ سالگی پیش‌رفت بیش‌تری می‌کند. در مراحل اولیه به شکل خفیف (تحت بالینی یا forme fruste) یا مشکوک به قوز قرنیه و پس از آن به صورت قوز قرنیه آشکار بروز می‌کند. این افراد با تحذب قرنیه دچار نزدیک‌بینی و آستیگماتیسم شده و جهت اصلاح آن مراجعه می‌کنند. با توجه به این که این سنین جهت انجام جراحی‌های رفرتیو نیز مناسب می‌باشند، تشخیص قبل از عمل آن برای پیش‌گیری از عوارض ناخواسته دارای اهمیت است.<sup>۱</sup>

به تازگی شعاع انحنا و برجستگی‌های سطح خلفی قرنیه به عنوان عوامل غربالگری و کشف بیماری‌های نازک‌شدگی تحت بالینی قرنیه مورد توجه قرار گرفته‌اند.<sup>۲-۶</sup> ثبات قرنیه بر اساس

تحلیل پاکی متری قرنیه از روی حلقه‌های هم‌مرکز دور نازک‌ترین نقطه قرنیه تعیین می‌شود و اساس آن میزان افزایش ضخامت قرنیه از نازک‌ترین نقطه به طرف محیط آن می‌باشد که پیش‌رفت ضخامت قرنیه (CTP) نامیده می‌شود.<sup>۷</sup> از فن‌آوری‌های مورد استفاده برای ارزیابی سطح خلفی قرنیه، دستگاه ارباسکن (orbscan) که با استفاده از پلاسیدو دیسک و scanning-slit انجام می‌گیرد و نیز پنتاکم که با تهیه تصاویر شیمفلاگ تحلیل می‌شود را می‌توان نام برد.<sup>۸-۱۱</sup>

ما در این بررسی از دستگاه پنتاکم که اطلاعات قابل اعتماد و تکرارپذیر از سطوح قدامی و خلفی قرنیه و نیز از سایش قرنیه تهیه می‌کند، استفاده کردیم. یکی از قابلیت‌های پنتاکم، تعیین CTP و مقایسه آن بین افراد طبیعی و افراد دچار قوز قرنیه به اشکال آشکار و تحت بالینی می‌باشد. پنتاکم با تعیین ضریب شاخص پیش‌رفت (PI) در هر چشم توانایی تفکیک چشم‌های طبیعی و مبتلا به قوز قرنیه را دارد. PI در چشم‌های طبیعی برابر عدد یک بوده و با افزایش این عدد، احتمال قوز قرنیه یا خطر عدم ثبات قرنیه بیش‌تر می‌شود.<sup>۷</sup> این تحقیق نشان می‌دهد که از PI می‌توان جهت تشخیص قرنیه‌های طبیعی از قوز قرنیه‌های مشکوک و

قطعی، علاوه بر استفاده از نقشه توپوگرافی و برجستگی سطح خلفی استفاده نمود.

### روش پژوهش

افرادی که به دلیل نزدیک بینی و نزدیک بینی همراه آستیگماتیسم کاندید جراحی رفراکتیو بودند یا در پاکی متری، قرنیه نازک (زیر ۵۰۰ میکرون) و یا در توپوگرافی اولیه یافته‌های مشکوک و یا آشکار به نفع قوز قرنیه داشتند با دستگاه پنتاکم مورد ارزیابی قرار گرفتند. تصویرهای مختلف موجود در سیستم پنتاکم، تصویرهای "چهار نقشه رفراکتیو" و "نقشه پاکی متری" جهت تفکیک قرنیه‌های طبیعی، مشکوک به قوز قرنیه و قوز قرنیه قطعی مورد استفاده قرار گرفتند. ابتدا با استفاده از تحلیل توپوگرافی سطح قدامی قرنیه در طرح "چهار نقشه رفراکتیو"، قرنیه‌ها در سه گروه طبیعی، مشکوک به قوز قرنیه و قوز قرنیه قرار گرفتند، سپس با استفاده از "طرح پاکی متری" قرنیه‌ها در دو گروه طبیعی (۵۰۰ میکرون و بالاتر) و غیرطبیعی (زیر ۵۰۰ میکرون) تقسیم‌بندی شدند، پس از آن با استفاده از طرح "برجستگی‌های سطح خلفی" با بهترین کره منطبق شده ۹ میلی‌متری، حداکثر برجستگی خلفی قرنیه در ۴ میلی‌متر مرکزی به صورت عددی مشخص، ثبت شد و عدد بالای ۲۰ میکرون غیر طبیعی و زیر ۲۰ میکرون طبیعی در نظر گرفته شد. بر اساس معیارهای فوق چشم‌هایی که دارای توپوگرافی طبیعی، پاکی متری ۵۰۰ میکرون و بالاتر و حداکثر برجستگی خلفی زیر ۲۰ میکرون بودند به عنوان گروه طبیعی (N)، چشم‌هایی که دارای توپوگرافی مشکوک (شیب خفیف قرنیه، توپوگرافی دمبل شکل غیر قرینه خفیف و IS-value کم‌تر از ۵/۱ دیوپتر) بودند به عنوان گروه مشکوک به قوز قرنیه (KS) و قرنیه‌هایی که علائم واضح قوز قرنیه را در توپوگرافی (شیب‌دار شدن واضح، توپوگرافی با نمای دمبلی شکل غیر قرینه یا شکسته و IS-Value بیش‌تر از ۵/۱ دیوپتر) داشتند، به عنوان گروه قوز قرنیه قطعی (KCN) در نظر گرفته شدند. با استفاده از "نقشه پاکی متری" میزان عددی نازک‌ترین نقطه قرنیه ثبت و روند افزایش ضخامت قرنیه از نازک‌ترین نقطه به طرف محیط آن از روی دو منحنی موجود به شکل "ضخامت مطلق" و "درصد افزایش ضخامت" بررسی و میانگین ضریب پیشرفت ضخامت (PI) استخراج شد. داده‌های به دست آمده با استفاده از روش‌های آماری توصیفی (میانگین، انحراف معیار، فراوانی و درصد) و آزمون تحلیل واریانس

یک‌طرفه و دو طرفه و نیز طبیعی بودن توزیع داده‌ها به وسیله کولموگروف- اسمیرنوف مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای بررسی ارتباط بین متغیرهای کمی از ضریب همبستگی اسپیرمن و رگرسیون خطی و در صورت معنی‌دار بودن آزمون تحلیل واریانس، از آزمون تعقیبی مناسب استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش ۱۷ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و مقدار P-value کم‌تر از ۰/۰۵ از نظر آماری معنی‌دار تلقی شد.

### یافته‌ها

سیصد چشم به طور مساوی در سه گروه با قرنیه طبیعی، مشکوک به قوز قرنیه (keratoconus suspected: K.S) و قوز قرنیه قطعی (keratoconus: KCN) مورد ارزیابی قرار گرفتند. این مطالعه نشان داد که هر سه متغیر حداکثر برجستگی خلفی، نازک‌ترین منطقه پاکی متری و ضریب پیش‌رفت ضخامت قرنیه، در سه گروه N، KS و KCN رابطه معنی‌دار آماری داشتند (جدول ۲)، به طوری که میانگین حداکثر برجستگی خلفی در گروه KCN (۴۰/۹۳ میکرون) بالاتر از گروه مشکوک به قوز قرنیه (KS) (۱۹/۸ میکرون) ( $P < 0/001$ ) و در گروه KS بالاتر از گروه طبیعی (۱۳/۲۰ میکرون) ( $P < 0/001$ ) به دست آمد، هم‌چنین میانگین ضخامت منطقه پاکی متری در گروه قوز قرنیه (۴۶۱/۰۹) کم‌تر از گروه مشکوک به قوز قرنیه (۵۰۴/۱۵ میکرون) ( $P < 0/001$ ) و در گروه مشکوک به قوز قرنیه کم‌تر از گروه طبیعی (۵۴۱/۳۵ میکرون) ( $P < 0/001$ ) محاسبه شد و نیز میانگین ضریب پیش‌رفت ضخامت قرنیه در گروه KCN به میزان قابل ملاحظه‌ای از گروه مشکوک به قوز قرنیه بالاتر (۲ در مقابل ۱/۱،  $P < 0/001$ ) و در گروه مشکوک به قوز قرنیه به مقدار چشم‌گیری از گروه طبیعی بیش‌تر بود (۱/۱۱ در مقابل ۰/۹۱،  $P < 0/001$ ) (جدول ۲ و ۱). در این پژوهش در بیماران مبتلا به قوز قرنیه قطعی براساس درجه بندی پنتاکم، دو چشم در سطح K-possible، ۳۱ چشم در سطح KL<sub>۱</sub>، ۳۴ چشم در سطح KL<sub>۲</sub>، ۲۸ چشم در سطح KL<sub>۳</sub> و ۵ چشم در سطح KL<sub>۴</sub> قرار داشتند و براساس آزمون اسپیرمن رابطه معنی‌دار آماری بین PI و سطح ابتلا به قوز قرنیه وجود داشت ( $P = 0/003$ )، ولی ضریب همبستگی این دو متغیر به صورت ضعیف مثبت بود ( $RS = 0/04$ ). در این مطالعه حساسیت و ویژگی دستگاه PI به ترتیب ۸۵ درصد و ۶۷ درصد محاسبه شد.

جدول ۱- توصیف متغیرهای مختلف در سه گروه طبیعی، مشکوک به قوز قرنیه (KS) و قوز قرنیه قطعی (KCN)

گروه	متغیر	حداقل	حداکثر	میانگین	معیار انحراف
طبیعی	حداکثر برجستگی خلفی	۴	۲۰	۱۳٫۲	۳٫۹۵
	نازک‌ترین منطقه قرنیه	۵۰۰	۶۲۲	۵۴۱٫۵۳	۲۷٫۹۳
	ضریب پیش‌رفت	۰٫۵	۱٫۳	۰٫۹۱	۰٫۱۵
مشکوک به قوز قرنیه	حداکثر برجستگی خلفی	۸	۴۰	۱۹٫۸	۶٫۷۵
	نازک‌ترین منطقه قرنیه	۴۱۶	۵۸۴	۵۰۴٫۱۵	۳۱٫۰۱
	ضریب پیش‌رفت	۰٫۷	۱٫۷	۱٫۱۱	۰٫۰۲
قوز قرنیه	حداکثر برجستگی خلفی	۸	۹۶	۴۰٫۹۳	۱۶٫۲۱
	نازک‌ترین منطقه قرنیه	۳۰۷	۵۸۸	۴۶۱٫۰۹	۴۶٫۸۴
	ضریب پیش‌رفت	۰٫۹	۴٫۳	۲	۰٫۷۳

جدول ۲- رابطه متغیرهای حداکثر برجستگی خلفی (MPE)، نازک‌ترین منطقه قرنیه (TL) و ضریب پیش‌رفت ضخامت قرنیه (PI) در هر سه از گروه‌های طبیعی (N)، مشکوک به قوز قرنیه (KS) و قوز قرنیه قطعی (KCN)

گروه	متغیر	میزان P	RS
طبیعی	MPE, PI	۰٫۷۷	۰٫۰۰۱
	TL, PI	۰٫۰۰۲	۰٫۱۰
	MPE, TL	۰٫۳۶	۰٫۰۰۸
مشکوک به قوز قرنیه	MPE, PI	۰٫۳۶	۰٫۰۰۸
	TL, PI	۰٫۰۰۵	۰٫۰۸
	MPE, TL	۰٫۴۷	۰
قوز قرنیه	MPE, PI	<۰٫۰۰۱	۰٫۱۵
	TL, PI	<۰٫۰۰۱	۰٫۱۵
	MPE, TL	<۰٫۰۰۱	۰٫۱۹

## بحث

مرکزیت نازک‌ترین نقطه قرنیه که هر یک شاخص مهمی در تشخیص بیماری‌های نازک‌شدگی قرنیه به شمار می‌روند. مواردی وجود دارد که داده‌های سونوگرافی نسبت به آن چه به عنوان نازک‌ترین نقطه در پنتاکم اندازه‌گیری شده، بیش‌تر است، در این صورت با تکرار اندازه‌گیری سونوگرافی در جایی که پنتاکم به عنوان نازک‌ترین نقطه تعیین کرده است، به طور معمول به مقادیر کم‌تر از آن چه در مرکز حاصل شده، می‌رسیم. اندازه‌گیری اشتباه نازک‌ترین نقطه قرنیه، شاید توصیف مناسبی برای بیمارانی باشد که با وجود داشتن یک توپوگرافی و پاکی متری طبیعی بعد از لیزیک دچار نازک‌شدگی قرنیه می‌شوند.<sup>۷</sup> در این تحقیق در گروه طبیعی، میانگین نازک‌ترین نقطه قرنیه

تشخیص هرگونه بیماری نازک‌شدگی قرنیه از جمله قوز قرنیه مخفی و آشکار قبل از اقدام به جراحی‌های انکساری، مهم و تعیین‌کننده است. از تصاویر شیمفلاگ پنتاکم اطلاعاتی در مورد سطوح قدامی و خلفی حاصل می‌شود که به غربالگری این بیماری‌ها کمک شایانی می‌کند. دستگاه پنتاکم با استفاده از عملکردهای مختلف، توصیف اطلاعات پاکی متری را ارتقا داده و ارزیابی پاکی متری با این دستگاه، چند نکته اساسی را در اختیار جراح چشم قرار می‌دهد، از جمله تعیین نازک‌ترین نقطه قرنیه، مشخص کردن فاصله و موقعیت نازک‌ترین نقطه نسبت به مرکز قرنیه و مرکز مردمک و نیز تعیین روند افزایش ضخامت قرنیه به

توجه قرارداد زیرا این افزایش کم ممکن است نشان دهنده شروع روند بیماری مانند نازک‌شدگی و عدم ثبات قرنیه باشد.

در گروه قوز قرنیه قطعی (KCN) هر سه متغیر MPE و TL و PI اختلاف معنی‌دار آماری با دو گروه طبیعی و مشکوک به قوز قرنیه داشتند ( $P < 0.001$ ). مطالعه Renstein<sup>۱۶</sup> و همکاران<sup>۱۲-۱۶</sup> مقدار TL را با استفاده از دستگاه Artemis،  $45.0 \pm 4.3/9$  میکرون و مطالعه Ambrosio<sup>۱۵</sup> و همکاران<sup>۱۵</sup> مقدار TL را با استفاده از پنتاکم،  $42.8 \pm 7.2$  میکرون در چشم‌هایی با قوز قرنیه گزارش کردند.

مقدار عددی PI در گروه قوز قرنیه قطعی ۲ بود. با توجه به این که هرچه مقدار عددی PI بالاتر از یک باشد نشان دهنده احتمال بیش‌تر قوز قرنیه یا خطر بیش‌تر ناپایداری قرنیه است، بر آن شدید تا ارتباط آماری PI را در گروه قوز قرنیه قطعی، با سطوح مختلف ابتلاء به KCN در دستگاه تصویربرداری پنتاکم تعیین نماییم. در دستگاه پنتاکم، سطح‌بندی ابتلاء به قوز قرنیه بر اساس داده‌های سطح قدامی قرنیه انجام می‌گیرد ولی در این سطح‌بندی از تحلیل هر چهار گروه داده‌های مربوط به انحنا، ارتفاع، فوریر و زرنیکه استفاده می‌شود<sup>۱۶</sup> و بر اساس ۸ ضریب، سطح ابتلاء از احتمال قوز قرنیه (K-possible) تا قوز قرنیه خیلی پیش‌رفته (KL۴) تعیین می‌شود. در بررسی ما، رابطه PI و سطح ابتلاء به KCN از نظر آماری معنی‌دار بود ( $P < 0.003$ ) و ارتباط و همبستگی این دو متغیر  $0.704$  به دست آمد که نشان دهنده همبستگی مثبت و ضعیف بین این دو متغیر است. به نظر می‌رسد توزیع غیر طبیعی موارد مبتلا در هر رتبه (سطح ابتلاء) علت اصلی این همبستگی ضعیف باشد و بررسی این موضوع نیاز به بررسی تعداد موارد بیش‌تر در هر سطح دارد.

### نتیجه‌گیری

در تشخیص افتراقی قرنیه‌های طبیعی از قرنیه‌های مشکوک و مبتلا به قوز قرنیه علاوه بر بررسی توپوگرافی، انحنا، ضخامت و برجستگی سطوح قدامی و خلفی قرنیه، می‌توان از میزان افزایش ضخامت قرنیه از نازک‌ترین نقطه به طرف محیط قرنیه و مقدار عددی ضریب پیش‌رفت (PI) نیز استفاده نمود زیرا ارزیابی تغییرات زودرس و نحوه پیش‌رفت ضخامت قرنیه ممکن است در تشخیص قوز قرنیه زودرس یا مشکوک کمک‌کننده باشد.

۵۴۱ میکرون و میانگین ضریب افزایش ضخامت قرنیه از نازک‌ترین نقطه به طرف محیط قرنیه (ضریب پیش‌رفت:  $PI = 0.791$ ) حاصل شد. با توجه به این که در دستگاه پنتاکم ضریب پیش‌رفت برای قرنیه‌های طبیعی حدود عدد یک است<sup>۷</sup> و برای تعیین PI از نمودار فضایی ضخامت قرنیه و انجام پاکی متری در نقاط کثیری بر روی ۲۲ دایره هم‌مرکز، به فاصله  $0.4$  میلی‌متر از مرکز نازک‌ترین منطقه قرنیه به طرف محیط استفاده می‌شود بنابراین می‌توان چنین استنباط کرد که عدد  $0.791$  به عنوان ضریب افزایش ضخامت قرنیه‌های طبیعی بیان‌کننده شیب ملایم افزایش ضخامت قرنیه از نازک‌ترین نقطه به طرف محیط قرنیه است. این یافته با مطالعه Reinstein<sup>۱۶</sup> و همکاران<sup>۱۲-۱۶</sup> و Ambrosio<sup>۱۵</sup> و همکاران<sup>۱۵</sup> مطابقت دارد. آن‌ها نشان دادند که در قرنیه‌های طبیعی افزایش ضخامت قرنیه از نازک‌ترین نقطه به طرف محیط، شیب ملایم و یک‌نواختی دارد.

در گروه مشکوک به قوز قرنیه (KS) میانگین MPE،  $19.8 \pm 6.7/5$  میکرون (حداقل ۸ و حداکثر ۴۰ میکرون) حاصل شد و این عدد در مقایسه با  $13.2 \pm 3.9/5$  میکرون در گروه طبیعی، بیش‌تر است. با توجه به این که در دستگاه پنتاکم اعداد بالاتر از ۱۷ میکرون در رابطه با برجستگی خلفی در ۴ میلی‌متر مرکزی مشکوک تلقی می‌شود و مطالعه Belin<sup>۱۶</sup> برجستگی خلفی بالاتر از ۲۰ میکرون را غیر طبیعی نشان داد، بنابراین عدد  $19.8$  میکرون در محدوده مشکوک قرار دارد و اختلاف بین میانگین حداکثر برجستگی خلفی در دو گروه طبیعی و مشکوک به قوز قرنیه از لحاظ آماری معنی‌دار بود ( $P < 0.001$ ) (جدول ۲). میانگین نازک‌ترین نقطه قرنیه در گروه مشکوک به قوز قرنیه،  $50.4 \pm 3.1/15$  میکرون به دست آمد که در قیاس با  $54.1 \pm 3.2/15$  میکرون گروه طبیعی، اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت ( $P < 0.001$ ).

در گروه KS میانگین ضریب پیش‌رفت ضخامت قرنیه (PI) نیز با مقدار  $1.11 \pm 0.02$  در مقایسه با PI گروه طبیعی ( $0.791 \pm 0.15$ ) دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود ( $P < 0.001$ ). با توجه به افزایش مقدار عددی PI در گروه مشکوک نسبت به گروه طبیعی می‌توان چنین استنباط کرد که حتی افزایش مقادیر کم PI را باید مورد

منابع

1. External Disease and cornea. Basic and clinical science courses, section 8. American Academy of Ophthalmology. 2010-11; 296-300.
2. Pinero DP, Gonzales CS, Alio JL. Intraobserver and interobserver repeatability of curvature and aberrometric measurements of the posterior corneal surface in normal eyes using scheinplflug photography. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:113-120.
3. Edmund C. Posterior eorneal curvature and its influence on corneal dioptric power. *Acta Ophthalmol* 1994;72:715-720.
4. Schlegel Z, Hoang-Xuan T, Gatinel D. Comparison of and correlation between anterior and posterior corneal elevation maps in normal eyes and keratoconus eyes. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:789-795.
5. Desanctis U, Loiacono C, Richiardi L, Turco D, Mutani B, Grignolo FM. Sensitivity and specificity of posterior corneal elevation measured by pentacam in discriminating Keratoconus/ Subclinical keratoconus. *Ophthalmology* 2008;115:1534-1539.
6. Rao SN, Raviv T, Majmudar PA, Epstein RJ. Role of orbscan II in screening keratoconus suspects before refractive corneal surgery. *Ophthalmology* 2002;109:1642-1646.
7. Khanlari M. An introduction to pentacam and its applications in refractive surgery. Tehran, Teimoorzadeh Pub, 2009: 29-53.
8. Cairns G, McGhee CNU. Orbscan computerized topography attributes, applications and limitations. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:205-220.
9. Maldonado MJ, Nieto JC, Diez-Cuenca M, Pinero DP. Repeatability and reproducibility of posterior corneal curvature measurement by combined scanning-slit and placido-disc topography after LASLK. *Ophthalmology* 2006;113:1918-1926.
10. Kawamorita T, Uozato H, Kamiya K, Bax L, Tsutsui K, Aizawa D, et al. Repeatability, reproducibility and agreement characteristics of rotating scheinplflug photography and scanning-slit corneal topography for corneal power measurement. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:127-133.
11. Hashemi H, Mehravaran SH. Corneal changes after laser refractive surgery for myopia: Comparison of Orbscan II and Pentacam findings. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:841-847.
12. Reinstein DZ, Gobbe M, Archer TJ, Silverman RH, Coleman DJ. Epithelial, stromal and total corneal thickness in keratoconus: Three- Dimensional display with Artemis very-high frequency digital ultrasound. *J Refract Surg* 2010;26:259-271.
13. Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M, Silverman RH, Coleman DJ. Epithelial thickness in the normal cornea: Three- dimensional display with Artemis veryhigh-frequency digital ultrasound. *J Refract Surg* 2009;24:571-581.
14. Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M, Silverman RH, Coleman DJ. Stromal thickness in the normal cornea: Three-dimensional Display with Artemis very high-frequ digital ultrasound. *J Refract Surg* 2009;25:776-786.
15. Ambrosio R, Alonso Rs, Luz A, Guillermo L. Corncal-thickness spatial profile and corneal-volume distribution: Tomographic indices to detect keratoconus. 2006;32:1851-1859.
16. Belin MW, Khachikian SS. Corneal diagnosis and evaluation with the OCULUS Pentacam. *Highlights of Ophthalmology* 2007;35:5-8.