

Pentacam Indices Affecting Elevation Difference of Cornea in Patients with Mild and Moderate Keratoconus

Soltani Moghadam R, MD; Akbari M, MD*; Alizadeh Y, MD; Medghalchi A, MD; Zareie Ghanavati M, MD; Ghasemi H, MD; Pariman M, MD; Khakpour Y, MD; Kianmehr S, MS

Eye Research Center, Department of Eye, Amiralmomenin Hospital, Guilan University of Medical Science, Guilan, Iran

* Corresponding author: mitra.akbari20@gmail.com

Purpose: Pentacam indices affecting elevation difference of cornea in patients with mild and moderate keratoconus.

Methods: A total of 115 eyes were enrolled in different clinical stages. Elevation difference of anterior and posterior of cornea from Belin Ambrosio enhance system achieved. K max, K mean, corneal astigmatism, thinnest corneal thickness, horizontal and vertical distances of thinnest point to apex and asphericity (all measured by pentacam) were correlated with anterior and posterior elevation differences of cornea (measured with Belin/Ambrosio Enhanced Ectasia Display of Pentacam). All measured parameters were classified according to Amsler krumeich classification.

Results: Anterior elevation difference of the cornea had a direct and positive correlation with keratometric maximum (K max) ($r = 0.88$), mean keratometry ($r = 0.83$), corneal astigmatism ($r = 0.361$), and vertical point of thinnest point corneal apex ($r = 0.83$) and an inverse and positive correlation with with the Thinnest point ($r = -0.673$) and Asphericity ($r = -0.594$) ($P < 0.001$) (For all indicators). Correlation between elevation difference posterior with K max ($r = 0.849$), K mean ($r = 0.827$), astigmatism ($r = 0.26$), and vertical point of Thinnest point to corneal apex ($r = 0.413$) was direct, significant, and positive ($P < 0.001$ for all indices) and correlation between Thinnest point and elevation difference posterior was negative and inverse ($r = -0.598$; $P < 0.001$). After performing linear step wise regression test, K max ($P < 0.001$), astigmatism ($P = 0.005$), and K mean ($P = 0.007$) were the most important Pentacam indices associated with Elevation Anterior, and among the measured Pentacam indices, K mean ($P = 0.003$), K max ($P < 0.0001$), and astigmatism ($P < 0.0001$) were the strongest indices measured values related to elevation difference posterior, respectively. The best diagnostic points for K max at grade I, grade II, and grade III were 48.4, 51.65, and 74.2, respectively.

Conclusion: K max, K mean, and corneal astigmatism are pentacam indices mostly correlated with anterior and posterior elevation differences of cornea.

Keywords: Elevation Difference, Keratoconus, Pentacam

- Bina J Ophthalmol 2018; 23 (3): 182-188.

بررسی همبستگی بین شاخص‌های اندازه‌گیری شده توسط پنتاکم با Elevation Difference قرنيه در بیماران با کراتوکونوس خفیف و متوسط

دکتر رضا سلطانی مقدم^۱، دکتر میترا اکبری^۲، دکتر یوسف علیزاده^۱، دکتر عبدالرضا مدقالچی^۱، دکتر مهران زارعی قنواتی^۳، دکتر حامد قاسمی^۴، دکتر محمد پریمن^۵، دکتر یاسر خاکپور^۶، شیلا کیان‌مهر^۷

هدف: بررسی همبستگی بین شاخص‌های اندازه‌گیری شده توسط پنتاکم با Elevation Difference قرنيه در بیماران با کراتوکونوس خفیف و متوسط

روش پژوهش: صد و پانزده چشم مبتلا به کراتوکونوس در مراحل مختلف بالینی مورد بررسی قرار گرفتند. Elevation difference سطح قدامی و خلفی قرنيه، از نقشه difference نمودار Belin Ambrosio enhance سیستم Scheimflug

به دست آمد. شاخص‌های K max, Thinnest point, Asphericity, Astigmatism (Touristy), K mean و فاصله عمودی از Thinnest point با استفاده از دوربین‌های Scheimflug محاسبه شدند. همبستگی بین شاخص‌های ذکر شده و Elevation difference سطح قدامی و خلفی قرنیه در بیماران با کراتوکونوس خفیف و متوسط با طبقه بندی Amsler krumeich بررسی گردید.

یافته‌ها: Elevation difference Anterior قرنیه با کراتومتري حداکثر (K max) ($r=0.188$) و کراتومتري میانگین (K mean) ($r=0.183$) و آستیگماتیسم قرنیه‌ای ($r=0.316$) و فاصله عمودی Thinnest point از آپکس قرنیه ($r=0.183$) همبستگی مستقیم و مثبت معنی‌دار و با Thinnest point ($r=-0.673$) و Asphericity ($r=-0.594$) همبستگی معکوس معنی‌دار داشت ($P<0.001$) برای همه شاخص‌ها). همبستگی Elevation difference posterior با K max ($r=0.149$) و K mean ($r=0.127$) و آستیگماتیسم ($r=0.26$) و فاصله عمودی Thinnest point تا آپکس قرنیه ($r=0.413$) همبستگی مستقیم مثبت معنی‌دار ($P<0.001$) برای همه شاخص‌ها) و همبستگی بین Thinnest point با Elevation difference posterior منفی و معکوس معنی‌دار بود ($r=-0.598$, $P<0.001$). بعد از انجام آزمون رگرسیون خطی (linear step wise Regression)، K max، Elevation difference Anterior، آستیگماتیسم ($P=0.005$) و K mean ($P=0.007$) از مهم‌ترین شاخص‌های پنتاکم مرتبط با Elevation difference Posterior بودند. بهترین نقاط تشخیصی برای K max در کراتوکونوس درجه ۱ (Grade I) ۴۸/۴، کراتوکونوس درجه ۲ (Grade II) ۵۱/۶۵ و کراتوکونوس درجه ۳ (Grade III) ۷۴/۲ بود.

نتیجه‌گیری: از بین شاخص‌های پنتاکم مورد مطالعه K max و K mean و آستیگماتیسم قرنیه بیش‌ترین ارتباط را با Anterior Elevation Difference دارند.

کلمات کلیدی: پنتاکم - کراتوکونوس - تفاوت برجستگی قرنیه

• مجله چشم‌پزشکی بینا ۱۳۹۶؛ دوره ۲۳، شماره ۳: ۱۸۸-۱۸۲.

• پاسخ‌گو: دکتر میترا اکبری (e-mail: mitra.akbari20@gmail.com)

۱- دانشیار- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی گیلان- گیلان- ایران

۲- استادیار- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی گیلان- گیلان- ایران

۳- دانشیار- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی تهران- تهران- ایران

۴- استادیار- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی تهران- تهران- ایران

۵- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی گیلان- گیلان- ایران

۶- دستیار چشم‌پزشکی- دانشگاه علوم پزشکی گیلان- گیلان- ایران

۷- کارشناس ارشد مدیریت خدمات بهداشتی درمانی- دانشگاه علوم پزشکی گیلان- گیلان- ایران

📍 رشت- خیابان امام خمینی- میدان دکتر حشمت- خیابان ۱۷ شهریور- بیمارستان امیرالمومنین (ع)

مقدمه

کراتوکونوس یک اختلال شایع قرنیه چشم است که در آن ضخامت ناحیه مرکزی و پاراسنترال قرنیه کاهش پیش‌رونده دارد، در حالی که برآمدگی و مخروطی شدن همان ناحیه به صورت پیش‌رونده حادث می‌شود. نوک (آپکس) مخروط تشکیل شده درست در زیر محور بینایی قرار می‌گیرد و باعث ایجاد نزدیک‌بینی و آستیگماتیسم منظم و نامنظم می‌شود.

بیماری در سنین بلوغ شایع‌تر است. توارث بیماری کاملاً مشخص نیست ولی سابقه گرفتاری خانوادگی در ۸-۶ درصد افراد مبتلا گزارش شده است. در موارد خفیف بیماری، دید بیمار حداقل برای مدت زمانی توسط عینک به میزان کافی اصلاح می‌شود، هرچند لنزهای تماسی سخت نفوذپذیر به گاز نیز مفید واقع می‌شوند.

اگر بتوان در مراحل اولیه بیماری را تشخیص داد، می‌توان با استفاده از UVA mediated cross Linking تا حدودی پیش‌رفت

کراتوکونوس با وجود حداقل یک علامت شایع و مشخص کراتوکونوس (حلقه فلشر، Vogt استریا، اسکار استرومال قدامی، نازک‌شدگی استروما، برآمدگی مخروطی در آپکس قرنیه و ...) در معاینه با دستگاه اسلیت‌لمپ و یا یافته‌های توپوگرافی مشخص‌کننده کراتوکونوس تعریف شد.^۲

معیارهای خروج از مطالعه شامل سن کم‌تر از ۱۲ سال، ابتلا به بیماری سیستمیک، جراحی قبلی قرنیه و داخل چشمی، تاریخچه آسیب‌های شیمیایی یا تأخیر در ترمیم اپیتلیوم قرنیه، بیماری عصب یا شبکه چشم (که باعث کاهش دید شده باشند)، حاملگی و شیردهی در نظر گرفته شدند.

در این مطالعه شدت کراتوکونوس با توجه به نتایج مطالعه Ishii و همکاران^۲، براساس کراتومتري میانگین و ضخامت قرنیه و معادل کروی (Spherical Equivalent: SE) بیماران و طبق طبقه‌بندی Amsler-krumeich درجه‌بندی شده و بیماران درجه ۱ (Grade I) معادل کراتوکونوس خفیف و درجه‌های ۲ و ۳ (Grade II, III) معادل کراتوکونوس متوسط در نظر گرفته شدند. موارد کراتوکونوس شدید یا درجه ۴ (Grade IV) به دلیل اسکار موجود در قرنیه و عدم امکان ارزیابی و تصویربرداری توسط دستگاه پنتاکم از مطالعه خارج شدند.

پس از جمع‌آوری داده‌ها، اطلاعات وارد نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۷ گردیدند. جهت ارزیابی ارتباط بین شاخص‌های مورد مطالعه و Elevation Difference سطوح قدامی و خلفی قرنیه از ضریب همبستگی پیرسون و در صورت نرمال بودن توزیع داده‌ها، از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد. همچنین برای بررسی این که کدام شاخص بیش‌ترین تاثیر را بر روی Elevation Difference سطوح قدامی و خلفی دارد از step wise linear regression analysis استفاده گردید. سطح معنی‌دار آزمون‌ها (P) کم‌تر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این مطالعه، ۱۱۵ چشم مورد بررسی قرار گرفتند. میانگین و انحراف معیار سن نمونه‌ها برابر با ۲۷/۳±۸/۱ سال بود. کوچک‌ترین نمونه ۱۲ سال و بزرگ‌ترین آن‌ها، ۴۷ سال داشت. از لحاظ توزیع جنسی، ۵۸/۳ درصد از چشم‌ها مربوط به مردان و ۴۱/۷ درصد مربوط به زنان بود. در بررسی همبستگی Elevation Anterior و posterior اطلاعات جدول (۱) نشان می‌دهد که:

- Elevation difference Anterior با مقدار $K \max < 0.0001$ P و

بیماری را متوقف کرد و عملکرد بینایی را حفظ نمود. پیش‌رفت روزانه جراحی‌های انکساری (Refractive Surgery) و قابل پیش‌گیری بودن بیماری در مراحل اولیه و خفیف و تعیین نوع درمان بر حسب انواع خفیف و متوسط کراتوکونوس، کاربرد روش‌های دقیق و حساس‌تری جهت طبقه‌بندی بیماری را ضروری می‌سازد.^۱

در درجه‌بندی کلاسیک Amsler-krumeich classification شدت بیماری بر اساس مقدار K mean مرکزی قرنیه، آستیگماتیسم و مقدار نزدیک‌بینی قرنیه و ضخامت قرنیه طبقه‌بندی می‌شود. به طوری که در کلاس IV، قرنیه دارای اسکار شدید می‌باشد.^۲

دستگاه پنتاکم PENTACAM یکی از دستگاه‌های جدید جهت ارزیابی توپوگرافی قرنیه و شامل دو دوربین می‌باشد. یک دوربین ثابت در مرکز قرنیه قرار می‌گیرد و دوربین دوم با چرخش ۳۶۰ درجه تصاویر را تهیه می‌کند. در مدت ۲ ثانیه و یا کم‌تر، ۵۰ تصویر و ۲۷۶۰ نقطه Elevation از این تصاویر آماده می‌شود. این روش، سطح قدامی و خلفی قرنیه را از لیمبوس تا لیمبوس اندازه می‌گیرد و قدرت هر دو سطح را با استفاده از تفاوت Refractive Index هوا یا قرنیه محاسبه می‌کند.^۳ پنتاکم از انواع Elevation Based Topography است که Elevation سطوح قدامی و خلفی قرنیه را از یک سطح مرجع (رفرانس) معمولی محاسبه می‌کند. تفاوت Elevation بین Standard Best Fit Sphere (BFS) و Enhanced BFS در سطح قدامی یا خلفی، Elevation Difference نام دارد و کلید تشخیصی بین قرنیه‌های طبیعی از اکتاتیک است. هدف از این مطالعه، بررسی و ارزیابی همبستگی بین شاخص‌های اندازه‌گیری شده توسط دستگاه پنتاکم با Elevation difference سطح قدامی و خلفی قرنیه در بیماران با کراتوکونوس خفیف و متوسط می‌باشد.^۳

روش پژوهش

در این مطالعه مقطعی، ۱۱۵ چشم مبتلا به کراتوکونوس مورد بررسی قرار گرفتند. بیماران پس از مراجعه به درمانگاه و انجام معاینات کامل چشم‌پزشکی شامل UCVA، BCVA، عیوب انکساری، معاینه با استفاده از دستگاه اسلیت‌لمپ، اندازه‌گیری فشار چشم و افتالموسکوپی و همچنین تصویربرداری از قرنیه توسط دستگاه پنتاکم مورد بررسی قرار گرفته و در صورت دارا بودن معیارهای لازم، برای مطالعه انتخاب شدند. معیار اصلی ورود به مطالعه، تشخیص قطعی کراتوکونوس بود.

تشخیصی کراتوکونوس Grade 1 براساس Thinnest point ۴۸۶ (۷۲/۷ درصد = حساسیت و ۷۶/۶ درصد = ویژگی) و برای کراتوکونوس درجه ۲، ۴۵۵/۵ (۹۵/۵ درصد = حساسیت و ۷۲/۲ درصد = ویژگی) محاسبه گردید. بهترین نقاط تشخیصی کراتوکونوس درجه ۳ براساس Thinnest point، ۴۴۷/۵ (۹۵/۵ درصد = حساسیت و ۸۵/۷ درصد = ویژگی) بود (جدول ۲). براساس نمودار ROC بهترین نقطه k max جهت تشخیص کراتوکونوس درجه ۱ برابر با ۴۸/۴ محاسبه شد (۹۵/۷ درصد = حساسیت و ۹۰/۹ درصد = ویژگی) (نمودار ۱).

هم‌چنین نقطه برش (cut off) تشخیصی براساس k max برای کراتوکونوس درجه ۲ برابر ۵۱/۶۵ (۹۷/۹ درصد = حساسیت و ۹۵/۹ درصد = ویژگی) و کراتوکونوس درجه ۳ میزان ۷۴/۲ (۹۵/۲ درصد = حساسیت و ۹۵/۵ درصد = ویژگی) محاسبه گردید (جدول ۳).

نمودارهای ۴، ۵ و ۶ به ترتیب نمودارهای ROC سطح پیش‌بینی‌کنندگی AUC بیماری کراتوکونوس در درجات ۱، ۲ و ۳ را بر اساس Ele. Diff. Post و Ele. Diff. Ant. نمایش می‌دهند.

و با K mean ($r=0.188$ و $P<0.0001$) و با آستیگماتیسم (نمودار ۲) ($r=0.316$ و $P<0.0001$) و فاصله عمودی Thinnest point از آپکس قرنیه ($r=0.183$ و $P<0.0001$) همبستگی مستقیم و مثبت معنی‌داری و با ضخامت (Thinnest point) ($P<0.0001$) و $r=0.673$ (نمودار ۳) و هم‌چنین با Asphericity ($P<0.0001$) و $r=-0.594$ همبستگی معکوس معنی‌دار داشت. اما همبستگی Elevation difference Anterior با فاصله افقی Thinnest point از آپکس قرنیه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱).

Elevation difference posterior با k max ($P<0.0001$) و $r=0.1849$ و با k mean ($r=0.1827$ و $P<0.0001$) و با آستیگماتیسم ($r=0.126$ و $P\leq 0.005$) و با فاصله عمودی Thinnest point تا آپکس قرنیه ($r=0.413$ و $P<0.0001$) همبستگی مستقیم مثبت معنی‌داری داشت. اما همبستگی بین ضخامت Thinnest point و آستیگماتیسم با Elevation difference posterior، همبستگی منفی و معکوس معنی‌دار بود ($P<0.0001$) و $r=-0.598$ همبستگی Thinnest point افقی با آپکس قرنیه با Elevation difference posterior معنی‌دار نبود. بهترین نقاط

جدول ۱- ضریب همبستگی شاخص‌های پنناکم با Elevation Difference Anterior و Elevation Difference Posterior

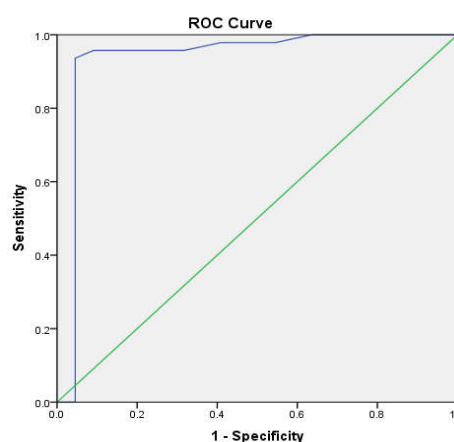
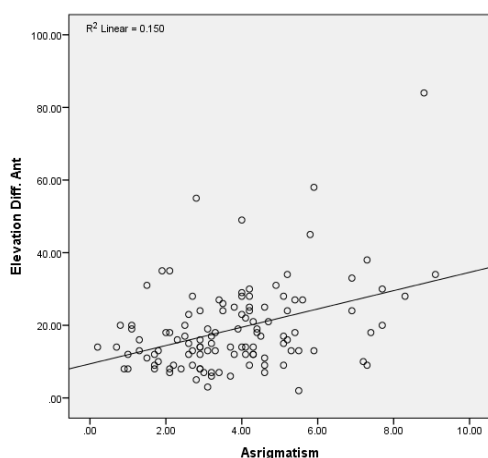
Correlations (1)							
Aspherty	Y	X	Thinst-local	Asrigmatism	K mean	K max	
-۰.۵۹۴	۰.۳۹۹	۰.۱۳۷	-۰.۶۷۳	۰.۳۱۶	۰.۱۸۳۰	۰.۱۸۸۰	ضریب همبستگی
۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۱۴۴	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	میزان P Elevation_Diff_Ant
۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	حجم نمونه
-۰.۶۱۵	۰.۴۱۳	۰.۰۹۶	-۰.۵۹۸	۰.۲۶۰	۰.۱۸۲۷	۰.۱۸۴۹	ضریب همبستگی
۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۳۱۰	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۵	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	میزان P Elevation_Diff_Post
۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	حجم نمونه

جدول ۲- سطح پیش‌بینی‌کننده (AUC) کراتوکونوس و بهترین نقاط جداسازی cut off براساس Thinnest Poin

Area Under the Curve									
ویژگی	حساسیت	نقطه برش	K max		خطای معیار	ناحیه	I	II	III
			دامنه اطمینان ۹۵ درصد						
			حدود پایینی	حدود بالایی					
٪۷۶.۶	٪۷۲.۷	۴۸۶	۰.۱۸۸۷	۰.۶۳۳	۰.۰۰۱	۰.۰۶۵	۰.۷۶۰		
٪۷۲.۳	٪۹۵.۵	۴۵۵.۵	۰.۹۹۰	۰.۷۹۷	.	۰.۰۴۹	۰.۸۹۴		
٪۸۵.۷	٪۹۵.۵	۴۴۷.۵	۱	۰.۸۶۴	.	۰.۰۴۳	۰.۹۴۸		

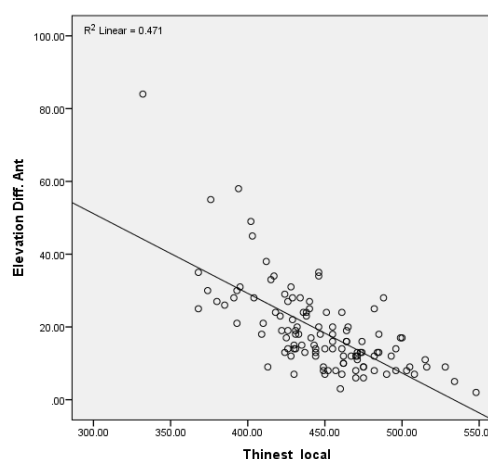
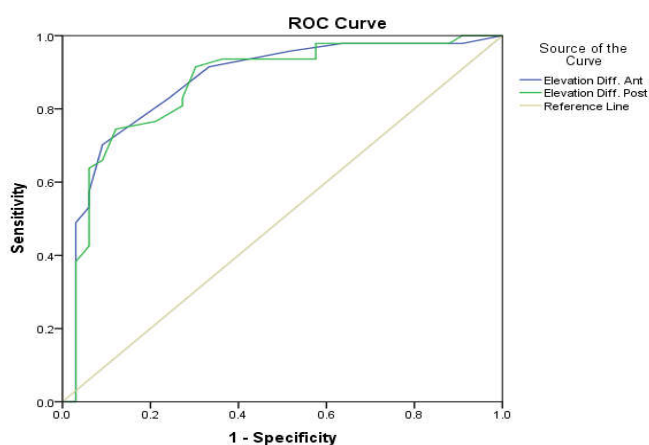
جدول ۳- سطح پیش بینی کننده (AUC) و بهترین نقاط جداسازی تشخیص درجات کراتوکونوس براساس K max

ویژگی	حساسیت	نقطه برش	Area Under the Curve					
			نازک ترین نقطه			دامنه اطمینان ۹۵ درصد		
			ناحیه	خطای معیار	سطح معنی داری	حدود پایینی	حدود بالایی	حدود پایینی
٪۹۰٫۹	٪۹۵٫۷	۴۸٫۴	I	۰٫۰۴۶	۰	۰٫۸۴۶	۱	۰٫۸۶۴
٪۹۵٫۵	٪۹۷٫۹	۵۱٫۶۵	II	۰٫۰۴۴	۰	۰٫۸۶۴	۱	۰٫۸۶۴
٪۹۵٫۵	٪۹۵٫۵	۷۴٫۲	III	۰٫۰۴۲	۰	۰٫۸۷۴	۱	۰٫۸۷۴



نمودار ۱- ROC سطح پیش بینی کننده AUC بیماری کراتوکونوس Grade ۲- پراکنش همبستگی Elevation difference Anterior با آستیگماتیسم

1 براساس شاخص K max



نمودار ۳- پراکنش همبستگی Elevation difference Anterior با Elevation Difference Posterior و Elevation Difference Anterior براساس Thinnest point

محاسبات مربوط به Elevation های قدامی و خلفی را انجام می دهد.

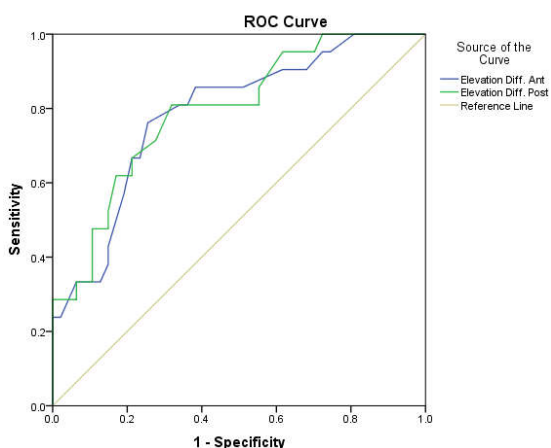
در روش Belin/Ambrosio Enhanced Ectasia Display

بحث

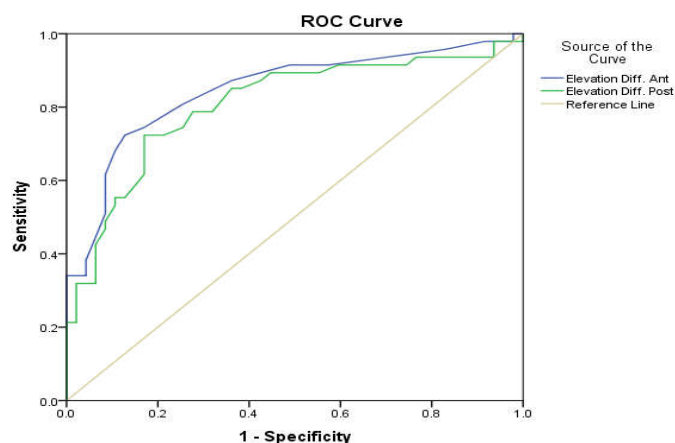
پنتاکم از روش های Elevation Based topography است که به صورت سنتی از یک مرجع (فرانس) استاندارد (غالباً BFS)،

جدید، پایه محاسبات Elevation‌های قدامی و خلفی محسوب می‌شود.^۳

(BAD)، منطقه ۳/۵ میلی‌متری مجاور نازک‌ترین قسمت قرنیه از محاسبات BFS حذف می‌شود و یک رفرانس جدید تحت عنوان Enhanced Reference Surface حاصل می‌شود که این رفرانس



نمودار ۶- ROC سطح پیش‌بینی‌کنندگی AUC بیماری کراتوکونوس Grade 3 براساس Elevation Difference Anterior و Elevation Difference Posterior



نمودار ۵- ROC سطح پیش‌بینی‌کنندگی AUC بیماری کراتوکونوس Grade 2 براساس Elevation Difference Anterior و Elevation Difference Posterior

مانند Asphericity (Prolateness) باید با تغییرات داده‌های BAD در بیماران کراتوکونوس رابطه (Correlation) بیش‌تری داشته باشند تا داده‌هایی که فقط بر اساس تغییرات سطح قرنیه (K max, K mean و آستیگماتیسم) و ضخامت قرنیه محاسبه می‌گردند.

بر اساس یافته‌های این مطالعه Negative Asphericity، فاصله عمودی از Apex، آستیگماتیسم قرنیه‌ای، K max، K mean همگی رابطه (Correlation) بسیارخوبی با Elevation difference‌های قدامی و خلفی داشته‌اند، ولی بر خلاف انتظار در بررسی رگرسیون خطی چندگانه Negative Asphericity (Prolateness) رابطه ضعیف‌تری با Elevation difference‌های قدامی و خلفی نسبت به K max، K mean و آستیگماتیسم مشخص گردید.

هم‌چنین باید تاثیر آستیگماتیسم قرنیه بر میزان Elevation difference‌های قدامی و خلفی ارزیابی گردد. با توجه به این که نرم‌افزار BAD، Fitting براساس BFS می‌باشد، ممکن است این رابطه توریستی قرنیه با Elevation difference‌های قدامی و خلفی، ناشی از Elevation‌های افزایش یافته (جهت محاسبه BFS) در این الگوریتم باشد. اگر این نرم‌افزار بتواند محاسبات خود را بر اساس Best Fit Toric Ellipsoid (BFTE) انجام دهد، احتمالاً تاثیر آستیگماتیسم قرنیه‌ای بر Elevation difference‌ها کم‌تر خواهد شد.

این یافته یعنی تاثیر توریستی قرنیه بر مقادیر Elevation در

بر این اساس، ادعا می‌شود در قرنیه‌های Prolate (از جمله در افراد مبتلا به کراتوکونوس) تاثیر منطقه (Steep) در قرنیه‌های اکتاتیک از ارزیابی Elevation حذف می‌شود.

هرچند در ابتدا BAD برای ارزیابی Elevation‌های قدامی و خلفی در جداسازی افراد طبیعی از Forme Fruste جهت غربالگری بیماران کاندید جراحی عیوب انکساری و لیزر اگزایمر ابداع شد، به نظر می‌رسد این نرم‌افزار (BAD) کاربردهای دیگری به ویژه در افراد مبتلا به کراتوکونوس (مانند بررسی شدت و پیش‌رفت بیماری) داشته باشد.^۴

به علت اهمیت روزافزون این نرم‌افزار به ویژه در قرنیه‌های Prolate و اکتاتیک، بررسی عوامل تاثیرگذار بر محاسبات Elevation این نرم‌افزار در قرنیه‌های مبتلا به کراتوکونوس ضروری به نظر می‌رسد.

نظر به این که پنتاکم کراتومتری حداکثر، کراتومتری میانگین، ضخامت قرنیه و آستیگماتیسم قرنیه‌ای را محاسبه می‌کند، این دستگاه به عنوان یکی از بهترین دستگاه‌های ارزیابی داده‌های subjective مربوط به پیش‌رفت و درجه‌بندی کلاسیک شدت این بیماری مطرح می‌باشد.

با توجه به این که داده‌های محاسبه شده در نرم‌افزار BAD، Elevation (فاصله Apex تا سطح رفرانس Enhanced) هستند، به نظر می‌رسد شاخص‌های ارزیابی‌کننده تغییرات در شکل قرنیه

که نتیجه‌ای مشابه یافته‌های مطالعه است با این تفاوت که در مطالعه ما به علت استفاده از نرم‌افزار BAD، رفرانس مورد محاسبه رفرانس افزایش یافته (Enhanced) می‌باشد که پایگاه محکم‌تری برای محاسبات در قرنی‌های اکتاتیک است.^۵

نتیجه‌گیری

همبستگی معنی‌داری بین شاخص‌های اندازه‌گیری شده توسط پنتاکم با Elevation Difference قرنی‌ه و شدت کراتوکونوس وجود داشت و از بین شاخص‌های K max، K mean و آستیگماتیسم قرنی‌ه، Thinnest point، Asphericity، شاخص فاصله عمودی از Thinnest point اندازه‌گیری شده توسط پنتاکم، K max، K mean و آستیگماتیسم قرنی‌ه بیش‌ترین ارتباط را با Elevation Difference‌های قدامی و خلفی قرنی‌ه را دارند.

مطالعه Domien Gantinel و همکاران^۴ نیز بررسی و تایید گردید ولی با توجه به این که در آن مطالعه از Elevation‌های محاسبه شده از سطح رفرانس معمولی (BFS) استفاده شده بود و در الگوریتم BAD، BFS، Flat تر می‌شود، Elevation‌های استخراج شده از BAD، باید رابطه بیش‌تری با آستیگماتیسم قرنی‌های نشان دهند، که یکی از ضعف‌های مطالعه اخیر می‌تواند عدم بررسی هم‌زمان تاثیر توریسیته قرنی‌های بر Elevation‌های ناشی از رفرانس معمولی و Enhanced باشد.

در مطالعه Domien Gantinel و همکاران^۵، تاثیر توریسیته قرنی‌ه، Asphericity (Prolateness) و Apical Radius، انحنای قدامی بر روی انحنای BFS و Elevation‌ها بررسی شد و عنوان گردید که افزایش توریسیته قرنی‌ه، کاهش آسفریسیته (افزایش Prolateness) و کاهش Apical Radius رابطه (Correlation) زیادی با افزایش شعاع انحنای BFS و افزایش Elevation‌های قرنی‌ه دارد.

منابع

1. Lee LR, Hirst LW, Readshaw G. Clinical detection of unilateral keratoconus. *Australian and New Zealand Journal of Ophthalmology* 1995;23:129-33.
2. Ishii R, Kamiya K, Igarashi A, et al. Correlation of corneal elevation with severity of keratoconus by means of anterior and posterior topographic analysis. *Cornea* 2012;31:253-258.
3. Belin MW, Ambrosio R, Jr. Corneal ectasia risk score: statistical validity and clinical relevance. *Journal of Refractive Surgery* (Thorofare, NJ: 1995). 2010;26:238-240.
4. Soltani Moghadam R, Mohammadi M, Soltanipour S, et al. Correlation of cornea elevation and difference elevation as measured by Scheimpflug corneal imaging with severity of keratoconus. *European Society of Cataract & Refractive Surgeons (ESCRS)*, 2014.
5. Gatinel D, Malet J, Hoang-Xuan T, et al. Corneal elevation topography: best fit sphere, elevation distance, asphericity, toricity, and clinical implications. *Cornea* 2011;30:508-515.