

Research Paper

Predicting the Keratoconus Disease Severity Based on Pachymetric Progression Indices Measured by Pentacam



Reza Soltani Moghadam¹ , *Ebrahim Azaripour¹ , Mitra Akbari¹ , Hasan Behboudi¹ , Mohammad Amin Homafar¹

1. Department of Eye, Eye Research Center, Amiralmomenin Hospital, Faculty of Medicine, Guilan University of Medical Science, Rasht, Iran.



Citation Soltani Moghadam R, Azaripour E, Akbari M, Behboudi H, Homafar M A. [Predicting the Keratoconus Disease Severity Based on Pachymetric Progression Indices Measured by Pentacam (Persian)]. *Journal of Guilan University of Medical Sciences*. 2022; 31(2):150-165. <https://doi.org/10.32598/JGUMS.31.2.1819.1>

<https://doi.org/10.32598/JGUMS.31.2.1819.1>



Received: 20 Dec 2021

Accepted: 11 Jun 2022

Available Online: 01 Jul 2022

Keywords:

Keratoconus,
Pentacam,
Pachymetry

ABSTRACT

Background Keratoconus (KCN) is a bilateral, progressive, and non-inflammatory disorder in the cornea, which results in thinning and protrusion of the cornea.

Objective This study aims to determine the effectiveness of using pachymetric progression indices (PPIs) in grading the severity of KCN disease.

Methods In this study, 76 patients with different stages of KCN were enrolled. The severity of KCN was graded according to maximum keratometry, cornea thickness, and spherical equivalent. The PPIs measured by Pentacam and the demographic characteristics were recorded and their correlation with the severity of KCN was assessed.

Results In terms of KCN severity, 18% of patients were at grade 1, 31% at grade 2, 42% at grade 3, and 7% at grade 4. The power of PPIs in predicting KCN grade 4, grade 3 and grade 2 based on the area under the curve ranged from 0.722 to 0.993.

Conclusion The PPIs (Minimum, Maximum, Average) can predict the severity of KCN disease with good sensitivity and specificity.

*** Corresponding Author:**

Ebrahim Azaripour

Address: Department of Eye, Eye Research Center, Amiralmomenin Hospital, Faculty of Medicine, Guilan University of Medical Science, Rasht, Iran.

Tel: +98 (133) 3236886

E-Mail: eazaripour@yahoo.com

Extended Abstract

Introduction

Keratoconus (KCN) is a common disorder in ophthalmology. It is characterized by thinning and protrusion of central and para-central areas of the cornea such that the cornea turns into a conical shape in the advanced stage of the disease [1, 2]. A systematic review conducted in 1998 estimated the prevalence of KCN between 0.05% and 0.23%. The disease is less common in Asian countries than in European countries. The prevalence of KCN is considerable in Iran but no epidemiological study has been conducted so far [3]. The onset of KCN is during puberty and its progress continues until the 3rd and 4th decades of life. The inheritance pattern of the disease is not prominent and predictable, but a positive family history has been reported in 6-8% of cases. The combination of genetic and environmental risk factors such as eye rubbing and inflammation and oxidative stress all play a role in the onset and progression of KCN.

The severity of KCN disease is important for accurate and timely treatment of patients. Although the classic classification standard of KCN severity is the Amsler-Krumeich classification, due to the creation of new imaging indicators in recent years, other standards such as High-order Aberration have been proposed to classify KCN [8]. This study aims to determine whether the pachymetric progression indices (PPIs) can be used to grade the severity of KCN disease.

Methods

This cross-sectional study was performed in Amir Al-Momenin Hospital in Rasht, Iran in 2014-2015. Data collected from 76 patients with definitive diagnosis of KCN who had at least one of the specific symptoms of KCN (Flasher's ring, Vogt striae, anterior stromal scar, stromal thinning, conical protrusion in symmetrical apex, etc.), examined by a slit lamp or had topographic findings characterizing KCN. Individuals aged <12 years with a history of systemic disease, previous corneal or intraocular surgery, history of chemical damage or delayed corneal epithelial repair, neuropathology, pregnancy and lactation were excluded.

Descriptive statistics (frequency, mean, and standard deviation) were used to describe demographic characteristics (age, gender), affected eye, and KCN disease severity. Shapiro-Wilk test was used to determine the normality of data distribution. Spearman correlation test

was used to determine the correlation, and independent t-test, Mann-Whitney U and Kruskal-Wallis tests were used to determine and compare KCN severity and PPIs in IBM SPSS v.21 software. The data were quality checked by Pentacam and the appropriate data were selected. The significance level was set at 0.05. The receiver operating characteristic (ROC) curve was used to assess the severity of KCN based on PPIs.

Results

Participants were 76 patients with KCN; 69% (n= 53) were male and 30% (n=23) were female, with a mean age of 25.5 ± 6.8 years, ranged from 15 to 47 years. The results showed that 52% (n=40) had KCN in the right eye and 47% (n=36) had KCN in the left eye. In terms of KCN severity, 18% of cases were at grade 1, 31% at grade 2, 42% at grade 3, and 7% at grade 4. The KCN severity had a significant correlation with PPI Max ($r=0.761$, $P<0.001$), PPI Mean ($r=0.733$, $P<0.001$), and PPI Ave ($r=0.774$, $P<0.001$) (Table 1).

PPI Max, PPI Min and PPI Ave values indicated that the power of PPIs (area under the curve) for predicting the KCN grade 4 was statistically significant and equal to 0.993, 0.865 and 0.982, respectively ($P<0.001$). The best cutoff point for detection of KCN grade 4 in PPI Max was 5.02 with 99% sensitivity and 98.6% specificity; for PPI Min, it was 2.3 with 83.3% sensitivity and 90% specificity; and for PPI Ave, it was 3.3 with 83.3% sensitivity and 97% specificity. The power of these indices for predicting the KCN grade 3 and above was also statistically significant and equal to 0.870, 0.897 and 0.943, respectively. The best cut-off point for detecting KCN grade 3 in PPI Max was 2.9 with 81.3% sensitivity and 84.2% specificity; for PPI Min, it was 1.4 with 84.4% sensitivity and 81.6% specificity; and for PPI Ave, it was 1.92 with 90.6% sensitivity and 96.8% specificity (Table 2).

The K-Max and K-Mean indices had moderate and high significant correlation with PPIs in all degrees of KCN, while Thinnest Location indices showed the highest significant correlation with PPIs in KCN grade 3. The astigmatism index had no significant correlation with PPIs. This may be due to the sample size of the groups. Ambrosio Relational Thickness (ART) Max had significant negative correlation with PPIs in all degrees of KCN ($P<0.01$).

Discussion

KCN is a bilateral, progressive, non-inflammatory lesion of the cornea that results in corneal thinning and protrusion. Studies have classified this disease given that

Table 1. Correlation between PPIs and KCN severity

Index	KCN Severity				P
	Mean±SD				
	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4	
PPI Max	2.18±0.58	2.73±0.47	3.52±0.73	5.64±0.39	<0.001
PPI Min	1.07±0.23	1.28±0.28	1.94±0.50	2.79±1.07	<0.001
PPI Ave	1.51±0.30	1.82±0.21	1.46±0.44	3.67±0.52	<0.001

Journal of
Guilan University of Medical Sciences

it can now be identified and treated with tools. Most of this classification is based on keratometric criteria, clinical symptoms, KCN symmetry, and pre-KCN. Although the Amsler-Krumeich classification has traditionally been used to classify the severity of KCN, new tools and criteria, including topographic information, have received the attention [5, 6].

The present study showed that K-Max and K-Mean indices had a moderate to high significant positive correlation with PPIs in all degrees of KCN, while Thinnest Location showed the highest significant correlation with PPIs in KCN grade 3. The astigmatism index had no significant relationship with PPIs, may be due to the size of groups.

Another result was the direct significant correlation between PPIs and the severity of KCN. With further increase in PPIs, the severity of KCN also increases. In the study by

Lim et al., it was observed that PPIs in the two groups of KCN and healthy eyes were significantly different. However, when they evaluated various factors for diagnostic adaptation of KCN disease based on the area under the ROC curve, the difference between PPIs and ART indices for diagnostic evaluation was not significant [7].

The effect of gender and age were also examined in this study. The results showed that the increase in KCN severity could increase the PPI Max, PPI Min and PPI Ave in both genders, indicating no significant effect of gender. On the other hand, the increase in KCN severity could increase these PPIs significantly in the age groups <25 and >25 years. This indicates that PPIs could determine the severity of KCN, regardless of patients' age.

In conclusion, PPIs can estimate KCN disease severity, regardless of gender and age of patients, and can be used for determining the severity of KCN.

Table 2. Area under ROC curve, cut-off points, sensitivity, and specificity of PPIs in predicting KCN severity

KCN Severity	PPI	Area Under Curve	95% CI	Cut-off Point	Sensitivity	Specificity
Grade 4	PPI Max	0.993	0.997-1	5.02%	99%	98.6%
	PPI Min	0.865	0.662-1	2.3%	83.3%	90%
	PPI Ave	0.982	0.959-1	3.3%	83.3%	97%
Grade 3 and higher	PPI Max	0.870	0.787-0.954	2.9%	81.3%	84.2%
	PPI Min	0.897	0.822-0.972	1.4%	84.4%	81.6%
	PPI Ave	0.943	0.893-0.992	1.92%	90.6%	96.8%
Grade 2 and higher	PPI Max	0.789	0.620-0.957	66.7%	78.6%	0
	PPI Min	0.722	0.555-0.889	70.8%	63.3%	0
	PPI Ave	0.841	0.692-0.99	83.3%	78.6%	0

Journal of
Guilan University of Medical Sciences

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This research was approved by the Ethics Committee of Gilan University of Medical Sciences and was conducted in accordance with the principles of the Declaration of the World Medical Association of Helsinki with the code: IR.GUMS.REC.1394.263.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contributions

Conceptualization, study design and data analysis and interpretation: Ebrahim Azaripour and Reza Soltani Moghadam; Drafting of the manuscript: Ebrahim Azaripour, Reza Soltani Moghadam, Hassan Behboudi, Mitra Akbari and Mohammad Amin Humafar; Critical revision of the manuscript for important intellectual content, study supervision and statistical analysis: Ebrahim Azaripour; Attracting financial resources: Reza Soltani Moghadam; Administrative, technical or material support: Ebrahim Azaripour, Reza Soltani Moghadam and Hassan Behboudi.

Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors would like to thank the experts in the Center for Eye Research including Ghazaleh Mohammadi and all patients who participated in this study

This Page Intentionally Left Blank

مقاله پژوهشی

بررسی شدت بیماری کراتوکونوس براساس شاخص های پیشرفت پاکیمتریک اندازه گیری شده با دستگاه پنتاکم

رضا سلطانی مقدم^۱، *ابراهیم آذری پور^۱، میترا اکبری^۱، حسن بهبودی^۱، محمدامین همافر^۱

۱. گروه چشم، مرکز تحقیقات چشم، بیمارستان امیرالمؤمنین (ع)، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.

Use your device to scan and read the article online



Citation Soltani Moghadam R, Azaripour E, Akbari M, Behboudi H, Homafar M A. [Predicting the Keratoconus Disease Severity Based on Pachymetric Progression Indices Measured by Pentacam (Persian)]. *Journal of Guilan University of Medical Sciences*. 2022; 31(2):150-165. <https://doi.org/10.32598/JGUMS.31.2.1819.1>

doi <https://doi.org/10.32598/JGUMS.31.2.1819.1>

چکیده

زمینه: کراتوکونوس معمولاً به صورت یک آسیب دوطرفه، پیش رونده و غیرالتهابی در قرنیه توصیف می شود که به نازک شدن و اکتازی آن منجر می شود.

هدف: هدف از این مطالعه، تعیین کارایی استفاده از شاخص های پیشرفت پاکیمتریک در درجه بندی شدت بیماری کراتوکونوس است. **روش ها:** در این مطالعه، ۷۶ بیمار مبتلا به درجات مختلف کراتوکونوس وارد مطالعه شدند و شدت کراتوکونوس آن ها براساس کراتومتری ماکزیمم، ضخامت قرنیه و بیماران درجه بندی شد. شاخص های پیشرفت پاکیمتریک حاصل از پنتاکم همراه با ویژگی های جمعیت شناختی ثبت و ارتباط آن ها با شدت کراتوکونوس سنجیده شد.

یافته ها: از نظر شدت کراتوکونوس، نمونه ها به ترتیب ۱۸ درصد شدت ۱، ۳۱ درصد شدت ۲، ۴۲ درصد شدت ۳ و ۷ درصد شدت ۴ داشتند. قدرت پیش بینی کنندگی بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک، پایین ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک و متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک در تشخیص کراتوکونوس درجه ۴، درجه ۳ و بیشتر و درجه ۲ و بیشتر براساس سطح زیرمنحنی در دامنه ۰/۷۲۲ تا ۰/۹۹۳ بود.

نتیجه گیری: مطالعه به خوبی نشان داد شاخص های پیشرفت پاکیمتریک توانایی ارزیابی شدت کراتوکونوس را دارند و این توانایی در هر سه مورد (بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک، پایین ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک و متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک) برای تعیین شدت کراتوکونوس با حساسیت و ویژگی مطلوبی بالا خواهد بود.

تاریخ دریافت: ۲۹ آذر ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۲۱ خرداد ۱۴۰۱

تاریخ انتشار: ۱۰ تیر ۱۴۰۱

کلیدواژه ها:

کراتوکونوس (قوز قرنیه)، پنتاکم، پاکیمتری

* نویسنده مسئول:

ابراهیم آذری پور

نشانی: رشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، دانشکده پزشکی، بیمارستان امیرالمؤمنین (ع)، مرکز تحقیقات چشم، گروه چشم.

تلفن: +۹۸ (۱۳۳) ۳۲۳۶۸۸۶

رایانامه: eazaripour@yahoo.com

مقدمه

گراف‌هایش، اطلاعات مربوط به نمایه فضایی ضخامت قرنیه^۴ و درصد افزایش ضخامت^۵ را به همراه اطلاعات میانگین و دو انحراف معیار جامعه نرمال در اختیار قرار می‌دهد. متوسط همه شاخص‌های افزایش پاکیمتریک^۶، شاخص‌هایی با بالاترین افزایش پاکیمتریک^۷ و شاخص‌هایی با پایین‌ترین افزایش پاکیمتریک^۸ را (نشان می‌دهد [۷].

به‌هر حال، تقسیم‌بندی شدت بیماری کراتو کونوس برای درمان دقیق و به‌موقع بیماران حائز اهمیت است. هر چند طبقه‌بندی کلاسیک شدت کراتو کونوس طبقه‌بندی آملسر-کرومیچ^۹ است، با توجه به ایجاد شاخص‌های جدید تصویربرداری در سال‌های اخیر، شاخص‌های دیگری مانند انحرافات (اعوجاجات) رده بالا^{۱۰} برای طبقه‌بندی کراتو کونوس مطرح شده‌اند [۸]. بنابراین هدف از این مطالعه این است که آیا شاخص پیشرفت پاکیمتریک در درجه‌بندی شدت بیماری کراتو کونوس کاربرد دارد؟

روش‌ها

این مطالعه به‌صورت تحلیلی مقطعی در بیمارستان امیرالمؤمنین رشت که مرکز ارجاعی آموزشی (تخصصی و فوق تخصصی) بیماری‌های چشم است، در سال ۱۳۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. جامعه آماری این مطالعه شامل بیماران با تشخیص قطعی کراتو کونوس است که حداقل یکی از علائم مختص کراتو کونوس (حلقه فلاشر، Vogt استریا، اسکار استرومال قدیمی، نازک‌شدگی استروما، برآمدگی مخروطی در آپکس قرینه و غیره) در معاینه با دستگاه اسلیت لامپ یا یافته‌های توپوگرافیک مشخص‌کننده کراتو کونوس را دارند.

افراد با سن کمتر از ۱۲ سال و سابقه بیماری سیستمیک، جراحی قبلی قرنیه و داخل چشمی، تاریخچه آسیب‌های شیمیایی یا تأخیر در ترمیم اپیتلیوم قرنیه، بیماری عصب یا شبکه چشم، حاملگی و شیردهی (در بیماران خانم) از مطالعه خارج شدند. نمونه‌گیری به‌صورت آسان (پی‌درپی) از میان مراجعه‌کنندگان واجد شرایط انجام شد و ۷۶ بیمار مبتلا به کراتو کونوس وارد مطالعه شدند.

از آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) جهت تعیین تعداد و فراوانی خصوصیات جمعیت‌شناختی (سن و جنس)، چشم مبتلا، شدت بیماری کراتو کونوس و آمار استنباطی (آزمون شاپیرو ویلک^{۱۱} برای تعیین نرمال بودن داده‌ها، همبستگی

کراتو کونوس^۱ یا قوز قرنیه یک اختلال شایع در چشم‌پزشکی است. در این بیماری، نواحی سنترال و پاراسنترال قرنیه به‌صورت پیش‌رونده دچار نازک‌شدگی و برآمدگی می‌شود، به‌گونه‌ای که قرنیه در بیماران پیشرفته شکل مخروطی به خود می‌گیرد [۱]. اما بیماری کراتو کونوس از نظر اپیدمیولوژیکی کمتر ارزیابی شده است. یک مطالعه مروری در سال ۱۹۹۸ شیوع این بیماری را بین ۰/۰۵ تا ۰/۲۳ درصد و به‌طور متوسط یک در دوهزار نفر جمعیت تخمین زده است. شیوع این بیماری در آسیای جنوبی نسبت به نژاد سفید اروپایی کمتر گزارش شده است. شیوع این بیماری در ایران قابل توجه است، اما تاکنون بررسی اپیدمیولوژیکی در این زمینه صورت نگرفته است [۲].

این نازک‌شدگی به‌ویژه در ناحیه تحتانی قرنیه رخ داده است و باعث ایجاد نزدیک‌بینی و هر دو نوع آستیگماتیسم منظم و نامنظم می‌شود [۳]. تقریباً همه موارد این بیماری دوطرفه است، اما ممکن است در یک چشم مقداری شدیدتر از چشم دیگر باشد. گاهی اوقات چشمی که درگیری کمتری دارد، فقط آستیگماتیسم بالا را نشان می‌دهد [۴، ۵].

شروع کراتو کونوس در دوران بلوغ است. پیشرفت آن تا دهه سوم و چهارم زندگی ادامه دارد. الگوی وراثتی در این بیماری برجسته و قابل پیش‌بینی نیست، اما تاریخچه خانوادگی مثبت در ۶ تا ۸ درصد موارد گزارش شده است. ترکیب ژنتیک و عوامل خطر محیطی از قبیل مالیدن و التهاب چشم و استرس‌های اکسیداتیو همگی در شروع و پیشرفت این بیماری نقش دارند [۱].

دستگاه پنتاکم یک وسیله تصویربرداری غیرتهاجمی است که به روش غیرتماسی و با دوربین Rotating Scheimpflug کار می‌کند. دوربین این دستگاه تصاویر اسلیت متعدد در ظرف دو ثانیه به‌وسیله چرخش ۱۸۰ درجه‌ای اطراف چشم می‌گیرد و هر حرکت غیرارادی چشم با دوربین دیگری که مرکزیت چشم را کنترل می‌کند، نشان داده می‌شود و این امر باعث تنظیم معاینه می‌شود [۴]. تشخیص به‌موقع کراتو کونوس به‌ویژه بعد از معرفی روش‌های نسبتاً جدیدتر درمان کلاژن کراس لینک^۲ و کارگذاری رینگ‌های داخل استرومال قرنیه‌ای مهم به‌نظر می‌رسد. همچنین ارزیابی شدت بیماری طی دوره پیگیری ضروری است.

آمبروسیو و همکاران براساس توموگرافی قرنیه، پارامترهای پاکیمتریک جدیدی مانند شاخص پیشرفت پاکیمتریک^۳ را برای تشخیص بیماری کراتو کونوس معرفی کردند. پنتاکم توسط

4. Corneal Thickness Spatial Profile (CTSP)

5. Percentage Thickness Increase (PTI)

6. Pachymetric Progression Index Average (PPI Ave)

7. Pachymetric Progression Index Maximum (PPI Max)

8. Pachymetric Progression Index Minimum (PPI Min)

9. Amsler-krumeich

10. High-order Aberration

11. Shapiro-Wilk Test

1. Keratoconus

2. Collagen Cross-linking

3. Pachymetric Progressive Index (PPI)

شاخص پیشرفت پاکیمتریک در تشخیص کراتوکونوس درجه ۴، درجه ۳ و بیشتر، درجه ۲ و بیشتر براساس سطح زیرمنحنی^{۱۷} در دامنه ۰/۷۲۲ تا ۰/۹۹۳ است. در واقع، شاخص‌های بررسی پیش‌بینی‌کنندگی بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک، پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک و متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک نشان داد سطح پیش‌بینی‌کنندگی این شاخص‌های سطح زیر منحنی برای تعیین شدت کراتوکونوس ۴ از نظر آماری معنادار و به ترتیب برابر ۰/۹۹۳، ۰/۸۶۵ و ۰/۹۸۲ برای بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک، پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک و متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک بوده است ($P < 0/001$).

بهترین نقطه برش^{۱۸} تشخیص شدت کراتوکونوس درجه ۴ در بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک برابر با ۵/۰۲ با حساسیت ۹۹ درصد و ۹۸/۶ درصد است و برای پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک برابر با ۲/۳ با حساسیت ۸۳/۳ درصد و ویژگی ۹۰ درصد است و برای متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک برابر با ۳/۳ با حساسیت ۸۳/۳ درصد و ویژگی ۹۷ درصد است (جدول شماره ۲) (تصویر شماره ۱).

سطح پیش‌بینی‌کنندگی این شاخص‌های سطح زیر منحنی برای تعیین شدت کراتوکونوس درجه ۳ و بالاتر نیز از نظر آماری معنادار بود و به ترتیب برابر با ۰/۸۷۰، ۰/۸۹۷ و ۰/۹۴۳ برای بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک، پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک و متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک است. بهترین نقطه برش تشخیص کراتوکونوس ۳ در بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک برابر با ۲/۹ با حساسیت ۸۱/۳ درصد و ویژگی ۸۴/۲ درصد است و برای پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک برابر با ۱/۴ با حساسیت ۸۴ درصد و ویژگی ۸۱/۶ درصد است و برای متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک برابر با ۱/۹۲ با حساسیت ۹۰/۶ درصد و ویژگی ۹۶/۸ درصد است (جدول شماره ۲) (تصویر شماره ۲).

اسپیرمن^{۱۲} جهت تعیین میزان همبستگی و آزمون تی مستقل^{۱۳}، یو من‌وینتی^{۱۴} و کروسکال والیس^{۱۵} جهت تعیین و مقایسه شدت کراتوکونوس و شاخص‌های پاکیمتریک (داده‌ها با دستگاه پنتاکم کنترل کیفیت می‌شوند و داده مناسب انتخاب می‌شود) برحسب شدت کراتوکونوس در نرم‌افزار IBM SPSS Statistics نسخه ۲۱ انجام شد. سطح معناداری ۰/۰۵ است. برای تشخیص شدت بیماری براساس شاخص پیشرفت پاکیمتریک‌ها از نمودار ROC^{۱۶} استفاده شد.

یافته‌ها

در این مطالعه، ۷۶ بیمار مبتلا به کراتوکونوس از نظر پارامترهای پاکیمتریک بررسی شدند. ۶۹ درصد (۵۳ نفر) مرد ۳۰ درصد (۲۳ نفر) زن بودند. میانگین و انحراف معیار سن نمونه‌ها برابر با $45 \pm 6/8$ سال، کوچک‌ترین نمونه ۱۵ ساله و بزرگ‌ترین ۴۷ ساله بود. از ۷۶ بیمار مورد مطالعه ۵۲ درصد (۴۰ نفر) مبتلا به بیماری کراتوکونوس در چشم راست و ۴۷ درصد (۳۶ نفر) مبتلا به بیماری کراتوکونوس در چشم چپ بودند. از نظر شدت کراتوکونوس بیشتر نمونه‌ها به ترتیب ۱۸ درصد شدت، ۳۱۱ درصد شدت، ۴۲۲ درصد شدت ۳ و ۷ درصد شدت ۴ داشتند.

بررسی همبستگی بین شدت کراتوکونوس با شاخص‌های پاکیمتریک نشان داد شدت کراتوکونوس به‌طور معناداری همبستگی مستقیم و بالایی با ($r=0/761, P < 0/001$)، بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک ($r=0/733, P < 0/001$) و ($r=0/774, P < 0/001$) متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک داشته است. ارتباط بین شاخص‌های پیشرفت پاکیمتریک برحسب درجات مختلف کراتوکونوس در بررسی انجام‌شده از نظر آماری معنادار است (جدول شماره ۱).

به‌طور کلی، قدرت پیش‌بینی‌کنندگی بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک، پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک و متوسط

12. Spearman's rank correlation coefficient
13. Independent T Test
14. Mann-Whitney U
15. Kruskal-Wallis H test
16. Receiver Operating Characteristic

جدول ۱. بررسی ارتباط بین شاخص‌های پاکیمتریک و شدت کراتوکونوس در آزمون کولسکالوالیس

P	میانگین \pm انحراف معیار				شاخص
	شدت				
	کراتوکونوس=۴	کراتوکونوس=۳	کراتوکونوس=۲	کراتوکونوس=۱	
$P < 0/001$	$5/64 \pm 0/39$	$2/52 \pm 0/73$	$2/73 \pm 0/47$	$2/18 \pm 0/58$	بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک
$P < 0/001$	$2/79 \pm 1/07$	$1/94 \pm 0/50$	$1/28 \pm 0/28$	$1/07 \pm 0/22$	پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک
$P < 0/001$	$2/67 \pm 0/52$	$2/46 \pm 0/44$	$1/82 \pm 0/21$	$1/51 \pm 0/30$	متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک

جدول ۲. نقطه برش‌های بیشترین حساسیت و ویژگی

درجه کراتوکونوس	شاخص	سطح زیرمنحنی	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	نقطه برش بهینه	حساسیت (درصد)	ویژگی (درصد)
کراتوکونوس درجه ۴	بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک ۱	۰/۹۹۳	۱/۰۰۰-۰/۹۹۷	۵/۰۲	۹۹	۹۷/۶
	پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک ۲	۰/۸۶۵	۱/۰۰۰-۰/۶۶۲	۲/۳	۸۳/۳	۹۰
	متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک ۳	۰/۹۸۲	۱/۰۰۰-۰/۹۵۹	۳/۳	۸۳/۳	۹۷
کراتوکونوس درجه ۳ و بیشتر	بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک	۰/۸۷۰	۰/۹۵۴-۰/۷۸۷	۲/۹	۸۱/۳	۸۴/۲
	پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک	۰/۸۹۷	۰/۹۷۲-۰/۸۲۲	۱/۴	۸۴/۴	۸۱/۶
	متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک	۰/۹۴۳	۰/۹۹۲-۰/۸۹۳	۱/۹۲	۹۰/۶	۹۶/۸
کراتوکونوس درجه ۲ و بیشتر	بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک	۰/۷۸۹	۰/۹۵۷-۰/۶۲۰	۶۶/۷	۷۸/۶	۰/۱۰۰
	پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک	۰/۷۲۲	۰/۸۸۹-۰/۵۵۵	۷۰/۸	۶۳/۳	۰/۱۰۰
	متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک	۰/۸۴۱	۰/۹۹۰-۰/۶۹۲	۸۳/۳	۷۸/۶	۰/۱۰۰

مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان

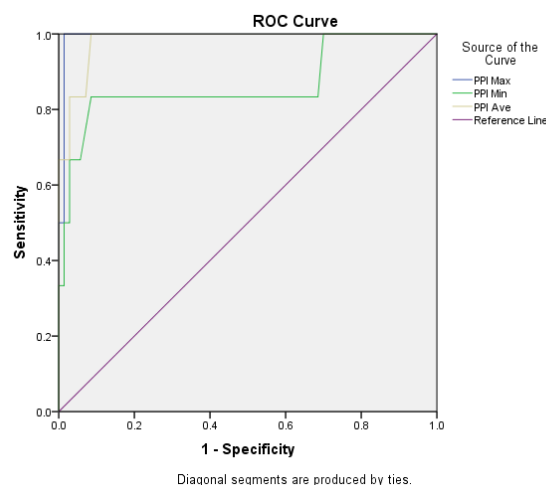
در این مطالعه، شاخص‌های پاکیمتریک با شاخص‌های کراتومتري حداکثر^{۱۹} و کراتومتري حداقل^{۲۰} و آستیگماتیسم یک همبستگی معنادار مثبت ($P < 0.01$)، اما با شاخص‌های حداکثر ضخامت نسبی آمبرسیو^{۲۱}، نازکترین نقطه^{۲۲} و آسفریسی^{۲۳} همبستگی معنادار معکوس ($P < 0.01$) دارد و با توجه به اینکه این شاخص‌ها از اجزای طبقه‌بندی کلاسیک است، همبستگی شاخص‌های پیشرفت پاکیمتریک با این شاخص‌ها اهمیت زیادی دارد.

شاخص‌های آماری (میانگین، میانه و صدک) برحسب شدت کراتوکونوس در مردان و زنان از نظر آماری معنادار است. همچنین با توجه به نتایج آزمون کروسکال والیس، شاخص‌های پاکیمتریک

- 19. K-Max
- 20. K-Mean
- 21. Ambrosio Relational Thickness (ART) ARTMax
- 22. Thinnest Location
- 23. Asphericity

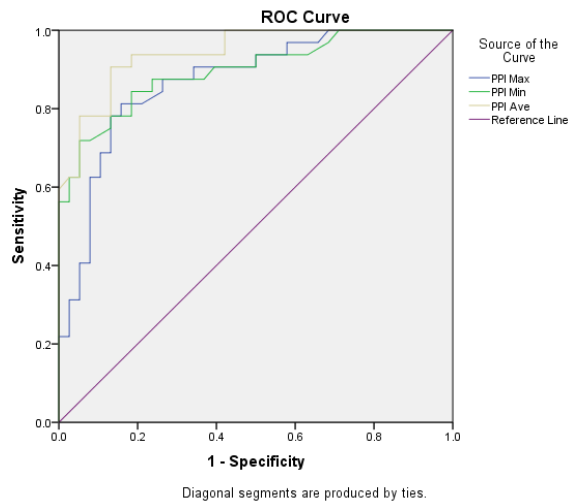
سطح پیش‌بینی‌کنندگی این شاخص‌های سطح زیر منحنی برای تعیین شدت کراتوکونوس درجه ۲ و بالاتر نیز از نظر آماری معنادار بود و به‌ترتیب برابر با ۰/۷۸۹، ۰/۷۲۲ و ۰/۸۴۱ برای بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک، پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک و متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک است ($P < 0.001$).

بهترین نقطه برش تشخیص در بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک برابر با ۲/۵۳ با حساسیت ۶۶/۷ درصد و ویژگی ۷۸/۶ درصد است و برای پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک برابر با ۱/۱۳ با حساسیت ۷۰/۸ درصد و ویژگی ۶۳/۳ درصد است و برای متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک برابر با ۱/۶ با حساسیت ۸۳/۳ درصد و ویژگی ۷۸/۶ درصد است (جدول شماره ۲) (تصویر شماره ۳).



تصویر ۱. نمودار ROC قدرت پیش‌بینی‌کنندگی شاخص‌های پاکیمتریک در کراتوکونوس شدت ۴

مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان



تصویر ۲. نمودار ROC قدرت پیش‌بینی‌کنندگی شاخص‌های پاکیمتریک در کراتوکونوس شدت ۳ و بیشتر

مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان

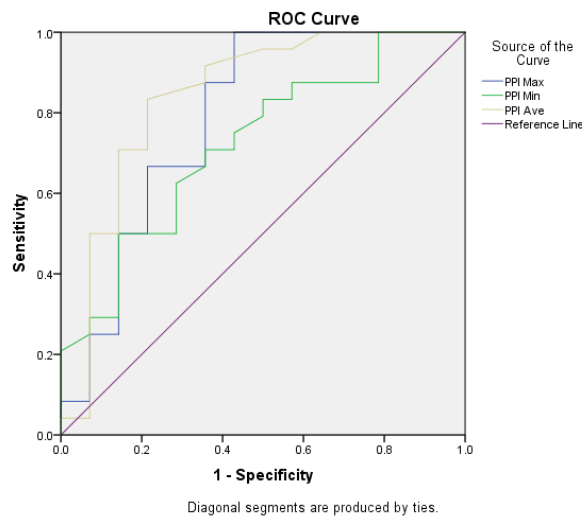
بحث و نتیجه‌گیری

کراتوکونوس معمولاً به صورت یک آسیب دوطرفه، پیش‌رونده و غیرالتهابی در قرنیه توصیف می‌شود که منجر به نازک‌شدگی و اکتازی قرنیه می‌شود. مطالعات با توجه به این موضوع که این پدیده در حال حاضر با استفاده از ابزارها قابل‌شناسایی و درمان است، به درجه‌بندی آن پرداخته‌اند. این درجه‌بندی بیشتر براساس معیارهای کراتومتریک و علائم بالینی، قرینه کراتوکونونیک و پره کراتوکونوس را تقسیم‌بندی می‌کنند.

اگرچه طبقه‌بندی آملسر-کرومیچ به صورت سنتی برای درجه‌بندی شدت کراتوکونوس استفاده می‌شود، اما امروزه با توجه به ابزارهای جدید و معیارهای دیگری مانند اطلاعات توپوگرافیک به آن توجه شده است [۹، ۱۰]. هدف از این مطالعه،

هم در افراد بالای ۲۵ سال و هم در افراد پایین ۲۵ سال برحسب درجات کراتوکونوس از نظر آماری معنادار است (جدول شماره ۳).

شاخص‌های کراتومتري حداکثر و کراتومتري حداقل با شاخص‌های پاکیمتریک ارتباط مثبت معنادار متوسط به بالا در همه درجات کراتوکونوس داشت، اما شاخص‌های نازک‌ترین نقطه با شاخص‌های پاکیمتریک بیشترین همبستگی معنادار را در کراتوکونوس درجه ۳ نشان داد و شاخص آستیگماتیسم در تفکیک درجات کراتوکونوس هیچ‌گونه ارتباط معناداری با شاخص‌های پیشرفت پاکیمتریک نداشت. این، شاید به دلیل حجم نمونه در تفکیک گروه‌ها بود. شاخص حداکثر ضخامت نسبی آمبرسیو در همه درجات کراتوکونوس با شاخص‌های پیشرفت پاکیمتریک در ارتباط معکوس معناداری بوده است ($P < 0.01$) (جدول شماره ۴).



تصویر ۳. نمودار ROC قدرت پیش‌بینی‌کنندگی شاخص‌های پاکیمتریک در کراتوکونوس شدت ۲ و بیشتر

مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان

جدول ۳. مقایسه شاخص‌های پاکیمتریک برحسب درجات کراتوکونوس به تفکیک جنسیت و سن

P	میانگین \pm انحراف معیار				شاخص	
	شدت کراتوکونوس=۴	شدت کراتوکونوس=۳	شدت کراتوکونوس=۲	شدت کراتوکونوس=۱		
<۰/۰۰۱	۵/۶۴ \pm ۰/۴۵	۳/۶۰ \pm ۰/۷۶	۲/۶۶ \pm ۰/۵۰	۲/۱۹ \pm ۰/۷۰	بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک	
<۰/۰۰۱	۲/۹۱ \pm ۱/۳۶	۱/۹۴ \pm ۰/۴۹	۱/۲۸ \pm ۰/۲۹	۱/۱۳ \pm ۰/۲۷	پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک	مرد
<۰/۰۰۱	۳/۷۵ \pm ۰/۶۳	۲/۴۸ \pm ۰/۴۶	۱/۷۹ \pm ۰/۲۴	۱/۵۵ \pm ۰/۳۷	متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک	
<۰/۰۰۵	۵/۶۴ \pm ۰/۴۰	۳/۲۳ \pm ۰/۵۸	۲/۸۹ \pm ۰/۳۹	۲/۱۷ \pm ۰/۴۳	بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک	
<۰/۰۰۱	۲/۵۵ \pm ۰/۰۸	۱/۹۴ \pm ۰/۵۶	۱/۳۰ \pm ۰/۲۸	۰/۹۹ \pm ۰/۱۶	پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک	زن
<۰/۰۰۱	۳/۵۱ \pm ۰/۲۵	۲/۳۵ \pm ۰/۳۸	۱/۸۷ \pm ۰/۱۲	۱/۴۶ \pm ۰/۲۱	متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک	
<۰/۰۰۰۱	۵/۸۱ \pm ۰/۳۵	۳/۳۶ \pm ۰/۶۱	۲/۷۵ \pm ۰/۴۴	۲/۱۴ \pm ۰/۴۸	بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک	
<۰/۰۰۰۱	۳/۴۹ \pm ۰/۸۶	۱/۸۶ \pm ۰/۵۱	۱/۱۲ \pm ۰/۲۲	۱/۰۳ \pm ۰/۲۰	پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک	پایین‌تر و مساوی ۲۵
<۰/۰۰۰۱	۴/۰۴ \pm ۰/۳۰	۲/۳۶ \pm ۰/۴۲	۱/۷۵ \pm ۰/۱۹	۱/۴۸ \pm ۰/۲۲	متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک	
<۰/۰۰۱	۵/۴۶ \pm ۰/۴۱	۳/۸۴ \pm ۰/۸۷	۲/۷۱ \pm ۰/۵۱	۲/۲۸ \pm ۰/۸۷	بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک	سن
<۰/۰۰۱	۲/۰۹ \pm ۰/۸۰	۲/۱۰ \pm ۰/۴۴	۱/۴۲ \pm ۰/۲۶	۱/۱۶ \pm ۰/۳۱	پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک	بالای ۲۵
<۰/۰۰۰۱	۳/۲۹ \pm ۰/۴۱	۲/۶۴ \pm ۰/۴۵	۱/۸۷ \pm ۰/۲۱	۱/۵۹ \pm ۰/۴۹	متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک	

مجله دانشگاه علوم پزشکی کیران

در مطالعه خود نشان داد نازک‌ترین نقطه و آستیگماتیسم با کراتوکونوس ارتباط دارند، اما در هر دو مورد ارتباط مثبت بود. در این مطالعه شدت کراتوکونوس بررسی نشده بود [۱۲].

از دیگر نتایج ارتباط میزان شاخص‌های پاکیمتریک با شدت کراتوکونوس، همبستگی این دو به صورت مستقیم است. در واقع، با افزایش بیشتر شاخص‌های پاکیمتریک، شدت کراتوکونوس نیز افزایش می‌یابد. در مطالعه لیم و همکاران نیز مشاهده شد شاخص‌های پاکیمتریک پیش‌رونده در دو گروه چشمان مبتلا به کراتوکونوس و سالم اختلاف معنادار دارند. با این حال، زمانی که این نویسنده عوامل مختلف را جهت تطبیق تشخیصی بیماری کراتوکونوس ارزیابی کرد، براساس سطح زیر منحنی در بررسی ROC بیان شد اختلاف معناداری بین شاخص‌های پیشرفت پاکیمتریک و ضخامت رابطه آمبروسیو جهت ارزیابی تشخیصی وجود ندارد [۱۲].

تعیین کارایی استفاده از شاخص‌های پیشرفت پاکیمتریک در درجه‌بندی شدت بیماری کراتوکونوس است. در این مطالعه، شاخص‌های پیشرفت پاکیمتریک حاصل از پنتاکم اندازه‌گیری و ارزیابی شدند.

این مطالعه نشان داد شاخص‌های کراتومتري حداکثر و کراتومتري حداقل با شاخص‌های پاکیمتریک ارتباط مثبت معنادار متوسط رو به بالا در همه درجات کراتوکونوس داشت، اما شاخص‌های نازک‌ترین نقطه با شاخص‌های پاکیمتریک، بیشترین همبستگی معنادار را در کراتوکونوس شدت ۳ و بالاتر نشان داد. شاخص آستیگماتیسم در تفکیک درجات کراتوکونوس هیچ‌گونه ارتباط معناداری با شاخص‌های پیشرفت پاکیمتریک نداشت. این شاید به دلیل حجم نمونه حاصل از تفکیک گروه‌ها بود.

موفتوگلو نشان داد کراتومتري حداقل ارتباط معناداری با بروز کراتوکونوس دارد و این ارتباط در تشخیص کراتوکونوس با شاخص‌های پیشرفت پاکیمتریک همسو هستند [۱۱]. لیم نیز

جدول ۴. همبستگی شاخص‌های پاکیمتریک با شاخص‌های کراتومتري حداکثر، کراتومتري حداقل، نازک‌ترین نقطه، آستیگماتیسم، حداکثر ضخامت رابطه آمبروسيو به تفکیک درجات کراتوکونوس

شدت کراتوکونوس	K ماکس	K میانه	نازک‌ترین محل	آستیگماتیسم	ART ماکس
کراتوکونوس=۱ (N=14)	r	۰/۷۲۲	۰/۶۰۸	-۰/۵۹۴	-۰/۹۶۶
	p	۰/۰۰۴	۰/۰۲۱	۰/۰۲۵	<۰/۰۰۱
	r	۰/۶۰۷	۰/۵۷۵	-۰/۴۵۳	-۰/۶۲۵
کراتوکونوس=۲ (N=24)	p	۰/۰۲۱	۰/۰۳۲	۰/۱۰۴	۰/۰۱۷
	r	۰/۹۰۷	۰/۷۹۲	-۰/۵۶۸	-۰/۹۳۳
	p	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۳۴	<۰/۰۰۱
کراتوکونوس=۳ (N=32)	R	۰/۲۲۰	۰/۰۷۳	-۰/۰۴۰	-۰/۹۲۹
	p	۰/۲۸۰	۰/۷۳۴	۰/۸۵۴	<۰/۰۰۱
	r	۰/۴۵۲	۰/۶۴۳	-۰/۳۰۲	-۰/۰۳۴
کراتوکونوس=۴ (N=6)	p	۰/۰۲۷	<۰/۰۰۱	۰/۱۵۱	۰/۹۱۳
	r	۰/۶۵۸	۰/۵۹۷	-۰/۱۸۱	-۰/۷۳۹
	p	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۳۹۸	<۰/۰۰۱
کراتوکونوس=۱ (N=14)	r	۰/۴۹۹	۰/۱۹۰	-۰/۳۰۱	-۰/۹۳۲
	p	۰/۰۰۴	۰/۲۹۷	۰/۰۹۴	<۰/۰۰۱
	r	۰/۳۱۰	۰/۴۶۰	-۰/۵۴۴	-۰/۵۳۴
کراتوکونوس=۲ (N=24)	p	۰/۰۸۵	۰/۰۰۸	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۲
	r	۰/۴۲۷	۰/۴۴۳	-۰/۵۶۵	-۰/۷۶۶
	p	۰/۰۱۵	۰/۰۱۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
کراتوکونوس=۳ (N=32)	r	۰/۴۲۹	۰/۴۸۶	-۰/۶۶۷	-۰/۸۸۶
	p	۰/۳۲۹	۰/۱۴۸	۰/۳۹۷	۰/۷۰۴
	r	۰/۰۱۹	۰/۱۱۱	-۰/۱۱۶	-۰/۲۵۷
کراتوکونوس=۴ (N=6)	p	۰/۰۱۹	۰/۱۱۱	۰/۸۲۷	۰/۶۲۳
	r	۰/۸۸۶	۰/۷۱۴	-۰/۱۱۶	-۰/۲۵۷
	p	۰/۰۱۹	۰/۱۱۱	۰/۸۲۷	۰/۶۲۳

مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان

پایین با کراتوکونوس درجه ۴ باشد. اگرچه موفتوگلو در مطالعه خود به‌وضوح به این یافته اشاره نکرده است که شاخص ضخامت رابطه آمبروسيو و پیشرفت پاکیمتریک ارتباط معکوس با هم دارند، اما نتایج این محقق حاکی از آن است که افراد دچار کراتوکونوس، شاخص‌های پیشرفت پاکیمتریک بالاتر و ضخامت رابطه آمبروسيو پایین‌تری نسبت به گروه کنترل دارند. اگرچه این یافته از نظر آماری بررسی نشده است، اما گواه نتایج مطالعه ما است [۱۱].

مک ماهون و همکاران در مطالعه‌ای به این موضوع پرداختند که آیا برای ارزیابی شدت کراتوکونوس می‌توان از شاخص‌های توپوگرافیک قرنیه نیز بهره جست؟ در این مورد، آن‌ها بیماران را در گروه افراد سالم، افراد مبتلا به کراتوکونوس که شدت بیماری آن‌ها صرفاً براساس معیارهای بالینی و افراد مبتلا به کراتوکونوس که از معیارهای بالینی و دو معیار توپوگرافیک جهت ارزیابی شدت بیماری استفاده شده بود، تقسیم‌بندی کردند. در این مطالعه مشاهده شد هر دو معیار بالینی معیار به همراه دو

آمبروسيو و همکاران نشان دادند سطح زیر منحنی حاصل از متوسط ضخامت رابطه آمبروسيو^{۲۴} (۰/۹۸۷) و حداکثر ضخامت رابطه آمبروسيو^{۲۵} (۰/۹۸۳) ارزش تشخیصی بالایی در جداسازی چشم‌های سالم از چشم‌های مبتلا به کراتوکونوس دارند و متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک (۰/۹۸۰) پس از این دو می‌تواند نتایج خوبی ارائه دهد [۲] که این یافته‌ها در مطالعه لیم با تغییرات محدودی مشاهده شد، به‌نحوی که متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک (۰/۸۸۰)، سپس متوسط ضخامت رابطه آمبروسيو (۰/۸۶۵) و پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک (۰/۸۴۹) بهترین سطح زیر منحنی را ارائه می‌دهند [۱۳].

البته باید اشاره کرد در مطالعه حاضر نیز شاخص حداکثر ضخامت رابطه آمبروسيو در همه درجات کراتوکونوس به‌جز درجه ۴ با شاخص‌های پیشرفت پاکیمتریک در ارتباط معکوس معناداری بوده است که این می‌تواند به دلیل تعداد نمونه‌های

24. ART Average
25. ART Maximum

پیشرفت پاکیمتریک برابر با $2/9$ با حساسیت $81/3$ درصد و ویژگی $84/2$ درصد است و برای پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک برابر با $1/4$ با حساسیت $84/4$ درصد و ویژگی $81/6$ درصد است و برای متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک برابر با $1/92$ با حساسیت $90/6$ درصد و ویژگی $96/8$ درصد است.

سطح پیش‌بینی‌کنندگی این شاخص‌های سطح زیر منحنی برای تعیین شدت کراتوکونوس ۲ نیز از نظر آماری معنادار و به‌ترتیب برابر با $78/9$ درصد، $72/2$ درصد و $84/1$ درصد برای بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک، پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک و متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک بوده است. بهترین نقطه برش جهت تشخیص کراتوکونوس درجه ۲ در بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک برابر با $2/53$ با حساسیت $66/7$ درصد و ویژگی $78/6$ درصد و برای پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک برابر با $1/13$ با حساسیت $70/8$ درصد و ویژگی $63/3$ درصد است و برای متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک برابر با $1/6$ با حساسیت $83/3$ درصد و ویژگی $78/6$ درصد است.

در این مطالعه وضعیت جنسیت و توزیع سنی بیماران نیز بررسی شد. نتایج نشان داد با افزایش شدت کراتوکونوس میزان پیشرفت شاخص‌های پاکیمتریک (بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک، پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک و متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک) به‌طور معناداری در هر دو جنس افزایش می‌یابد و در واقع، این پدیده تحت تأثیر جنسیت قرار نمی‌گیرد. از سوی دیگر، زمانی که همین سه شاخص در گروه‌های سنی زیر ۲۵ سال و بالای ۲۵ سال بررسی شدند، مشاهده شد با افزایش شدت کراتوکونوس میزان این سه شاخص افزایش معناداری خواهند داشت. این مسئله نیز نشان می‌دهد شاخص‌های پاکیمتریک (بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک، پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک و متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک) فارغ از سن بیماران قدرت تعیین شدت بیماری را دارند.

در مجموع، از نتایج این مطالعه که برای اولین بار به این مهم پرداخته است، چنین برمی‌آید که شاخص‌های پیشرفت پاکیمتریک به‌طور مستقل از جنس و سن بیماران می‌توانند شدت بیماری کراتوکونوس را تخمین بزنند و می‌توان ارزیابی این عوامل را در هر بیمار جهت پیش‌بینی شدت عارضه مدنظر داشت.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این تحقیق مورد تأیید کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی گیلان قرار گرفته و مطابق با اصول اعلامیه انجمن پزشکی جهانی هلسینکی با کد IR.GUMS.REC.1394.263 انجام شده است.

یافته توپوگرافیک می‌توانند با دقت بالایی (۱۰۰ درصد) موارد سالم را از کراتوکونوس افتراق دهند، اما زمانی که معیار بالینی همراه با ویژگی‌های توپوگرافیک به کار گرفته می‌شود، حساسیت در حد $0/94$ (محدود $0/64$ تا $1/0$) و حساسیت در محدوده $0/93$ تا $0/98$ محاسبه می‌شود [۱۴]. مک ماهون و همکاران در این مطالعه به معیارهای پاکیمتریک توجه نکردند.

آمبروسیو و همکاران در مطالعه دیگری معیارهای پاکیمتریک را ارزیابی کردند. در این مطالعه کراتوکونوس با افراد سالم ارزیابی شد و در دو گروه همه عوامل از ابتدای پروژه اختلاف معنادار داشت. در این مطالعه بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک، پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک و متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک به ترتیب دارای نقطه برش $1/44$ (حساسیت 100 درصد و ویژگی $93/8$)، $0/79$ (حساسیت $93/2$ درصد و حساسیت $98/8$ درصد و ویژگی) و $1/06$ (حساسیت $97/7$ درصد و حساسیت $98/5$ درصد و ویژگی) برآورد شد [۱۵].

موفتوگلو و همکاران نیز در مطالعه‌ای سه روش تشخیصی کراتوکونوس را بررسی کردند. در این مطالعه بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک، پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک و متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک به ترتیب نقطه برش $1/56$ (حساسیت 93 درصد و ویژگی 100 درصد)، $0/84$ (حساسیت 89 درصد و ویژگی 96 درصد) و نهایتاً $1/25$ (حساسیت 93 درصد و ویژگی 99 درصد) داشتند [۱۱].

در این مطالعه، میزان پیش‌بینی‌کنندگی پاکیمتریک پیش‌رونده حاصل از پنتاکم در شدت کراتوکونوس ارزیابی شد و نتایج نشان دادند برای تعیین شدت کراتوکونوس ۴ از لحاظ آماری معنادار و به ترتیب برابر با $99/3$ درصد، $86/5$ درصد و $98/2$ درصد برای بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک، پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک و متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک بوده است. این بررسی نشان داد بهترین نقطه برش تشخیص کراتوکونوس درجه ۴ در بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک برابر با $5/02$ با حساسیت 99 درصد و ویژگی $98/6$ درصد است و برای پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک بهترین نقطه برش برابر با $2/3$ با حساسیت $83/3$ درصد و ویژگی $90/0$ درصد است و برای متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک بهترین نقطه برش برابر با $3/3$ با حساسیت $83/3$ درصد و ویژگی $97/0$ درصد است.

همچنین در مطالعه حاضر نشان داده شد سطح پیش‌بینی‌کنندگی این شاخص‌های سطح زیر منحنی برای تعیین شدت کراتوکونوس ۳ نیز از نظر آماری معنادار و به ترتیب برابر با $87/0$ درصد، $89/7$ درصد و $94/3$ درصد برای بالاترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک، پایین‌ترین شاخص پیشرفت پاکیمتریک و متوسط شاخص پیشرفت پاکیمتریک بوده است. بهترین نقطه برش تشخیص کراتوکونوس درجه ۳ در بالاترین شاخص

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت‌نویسندگان

مفهوم‌سازی، طراحی مطالعه و تحلیل و تفسیر داده‌ها: ابراهیم آذری‌پور و رضا سلطانی مقدم؛ تهیه پیش‌نویس دست‌نوشته: ابراهیم آذری‌پور، رضا سلطانی مقدم، حسن بهبودی، میترا اکبری و محمدمبین همافر؛ بازبینی نقادانه دست‌نوشته برای محتوای فکری مهم، نظارت بر مطالعه و تحلیل آماری: ابراهیم آذری‌پور؛ جذب منابع مالی: رضا سلطانی مقدم؛ حمایت اداری، فنی یا موادی: ابراهیم آذری‌پور، رضا سلطانی مقدم و حسن بهبودی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از کارشناس مرکز تحقیقات چشم و غزاله محمدی دستیار مرکز تحقیقات چشم و نیز از تمامی بیمارانی که در این مطالعه شرکت کردند قدردانی می‌کنند.

References

- [1] Gordon-Shaag A, Millodot M, Shneur E. The epidemiology and etiology of keratoconus. *International Journal of Keratoconus and Ectatic Corneal Diseases*. 2012; 1(1):7-15. [DOI: 10.5005/jp-journals-10025-1002]
- [2] Gokhale NS. Epidemiology of keratoconus. *Indian Journal Of Ophthalmology*. 2013; 61(8):382-3. [DOI:10.4103/0301-4738.116054] [PMID] [PMCID]
- [3] Ziaei H, Jafarinasab M, Javadi M, Katibeh M, Poorsalman H, Karimian F, et al. [Epidemiology of Keratoconus in Yazd Province (Persian)]. 2010; 16 (1):9-18. [Link]
- [4] Holland DR, Maeda N, Hannush SB, Riveroll LH, Green MT, Klyce SD, et al. Unilateral keratoconus: Incidence and quantitative topographic analysis. *Ophthalmology*. 1997; 104(9):1409-13. [DOI:10.1016/S0161-6420(97)30123-7]
- [5] Lee LR, Hirst LW, Readshaw G. Clinical detection of unilateral keratoconus. *Australian and New Zealand Journal of Ophthalmology*. 1995; 23(2):129-33. [DOI:10.1111/j.1442-9071.1995.tb00141.x] [PMID]
- [6] Copeman PW. Eczema and keratoconus. *British Medical Journal*. 1965; 2(5468):977. [DOI:10.1136/bmj.2.5468.977] [PMID] [PMCID]
- [7] Ambrósio R Jr, Caiado AL, Guerra FP, Louzada R, Sinha RA, Luz A, et al. Novel pachymetric parameters based on corneal tomography for diagnosing keratoconus. *Journal of Refractive Surgery*. 2011; 27(10):753-8. [DOI:10.3928/1081597X-20110721-01] [PMID]
- [8] Belin MW, Ambrósio R Jr. Corneal ectasia risk score: Statistical validity and clinical relevance. *Journal of Refractive Surgery*. 2010; 26(4):238-40. [DOI:10.3928/1081597X-20100318-01] [PMID]
- [9] Dastjerdi MH, Hashemi H. A quantitative corneal topography index for detection of keratoconus. *Journal of Refractive Surgery*. 1998; 14(4):427-36. [DOI:10.3928/1081-597X-19980701-09] [PMID]
- [10] Smolek MK, Klyce SD. Current keratoconus detection methods compared with a neural network approach. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 1997; 38(11):2290-9. [PMID]
- [11] Muftuoglu O, Ayar O, Ozulken K, Ozyol E, Akinci A. Posterior corneal elevation and back difference corneal elevation in diagnosing forme fruste keratoconus in the fellow eyes of unilateral keratoconus patients. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2013; 39(9):1348-57. [DOI:10.1016/j.jcrs.2013.03.023] [PMID]
- [12] Lim HB, Tan GS, Lim L, Htoon HM. Comparison of keratometric and pachymetric parameters with Scheimpflug imaging in normal and keratoconic Asian eyes. *Clinical Ophthalmology*. 2014; 8:2215-20. [DOI:10.2147/OPHTH.S66598] [PMID] [PMCID]
- [13] Ambrósio R Jr, Belin MW. Imaging of the cornea: Topography vs tomography. *Journal of Refractive Surgery*. 2010; 26(11):847-9. [DOI:10.3928/1081597X-20101006-01] [PMID]
- [14] McMahon TT, Szczotka-Flynn L, Barr JT, Anderson RJ, Slaughter ME, Lass JH, et al. A new method for grading the severity of keratoconus: The Keratoconus Severity Score (KSS). *Cornea*. 2006; 25(7):794-800. [DOI:10.1097/01.icc.0000226359.26678.d1] [PMID]
- [15] Mbrósio R Jr, Caiado AL, Guerra FP, Louzada R, Sinha RA, Luz A, et al. Novel pachymetric parameters based on corneal tomography for diagnosing keratoconus. *Journal of Refractive Surgery*; 27(10):753-8. [DOI:10.3928/1081597X-20110721-01] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank