

Characteristics of Posterior Corneal Astigmatism in Different Stages of Keratoconus

Askarizadeh F, PhD¹; Hashemian H, MD^{2*}; Aslani F, MS¹; Khorrami-Nejad M, PhD^{1,2}; Aghazadeh Amiri M, OD¹; Khosravi B, PhD¹

¹Department of Optometry, Faculty of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran; ²Eye Research Center, Farabi Eye Hospital, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

* Correspondence: shhlucky@yahoo.com

Purpose: To evaluate the magnitudes and axis orientation of anterior corneal astigmatism (ACA) and posterior corneal astigmatism (PCA), the ratio of ACA to PCA, and the correlation between ACA and PCA in the different stages of keratoconus (KCN).

Methods: This retrospective study comprised 161 eyes of 161 patients with KCN (104 men, 57 women; mean age, 22.35±6.10 years). The participants were divided into 4 subgroups according to the Amsler Krumeich classification. A Scheimpflug imaging system was used to measure the magnitude and axis orientation of ACA and PCA. The posterior anterior corneal astigmatism ratio was also calculated. The results were compared among different subgroups.

Results: The average amounts of anterior, posterior, and total corneal astigmatism were 4.08±2.21 diopters (D), 0.86±0.46 D, and 3.50±1.94 D, respectively. With the rule, against the rule, and oblique astigmatism of the posterior surface of the cornea were found in 61 eyes (37.9%), 67 eyes (41.6%), and 33 eyes (20.5%), respectively; corresponding figures in the anterior corneal surface were 55 eyes (32.4%), 56 eyes (34.8%), and 50 eyes (31.1%), respectively. A strong correlation was found between ACA and PCA in the different stages of KCN ($P < 0.001$, $r = 0.839$); the correlation was weaker in eyes with grade 3 ($P < 0.001$, $r = 0.711$) and grade 4 ($P < 0.001$, $r = 0.717$) KCN. The maximum posterior anterior corneal astigmatism ratio (PCA/ACA, 0.246) was found in patients with stage 1 KCN.

Conclusion: Corneal astigmatism in anterior surface was more affected than posterior surface by increasing in the KCN severity, although PCA was more affected than ACA in an early stage of KCN.

Keywords: Astigmatism; Keratoconus; Refractive Error

- Bina J Ophthalmol 2017; 23 (1): 49-56.

مقایسه مشخصات آستیگماتیسم خلفی قرنیه در مراحل مختلف قوز قرنیه

دکتر فرشاد عسکری زاده^۱، دکتر حسام هاشمیان^۲، فرشته اصلانی^۲، دکتر مسعود خرمی نژاد^۴، دکتر محمد آقازاده امیری^۵ و دکتر بهرام خسروی^۶

هدف: ارزیابی مقدار و راستای محورهای آستیگماتیسم قرنیه‌ای قدامی (ACA)، آستیگماتیسم قرنیه‌ای خلفی (PCA)، نسبت ACA به PCA و ارتباط بین ACA و PCA در مراحل مختلف قوز قرنیه.

روش پژوهش: در این مطالعه گذشته‌نگر، ۱۶۱ چشم از ۱۶۱ بیمار شامل ۱۰۴ مرد و ۵۷ زن با میانگین سنی ۲۲٫۳۵±۶٫۱۰ سال، طبق طبقه‌بندی آملسر-کرامیخ به ۴ زیرمجموعه تقسیم شدند. سیستم تصویربرداری شیمپفلگ جهت اندازه‌گیری مقدار راستای محور ACA و PCA مورد استفاده قرار گرفت و نسبت آستیگماتیسم قرنیه‌ای خلفی به قدامی محاسبه و نتایج بین گروه‌های مختلف مقایسه گردید.

یافته‌ها: مقادیر میانگین آستیگماتیسم‌های قرنیه‌ای قدامی، خلفی و کلی به ترتیب ۴٫۰۸±۲٫۲۱ دیوپتر، ۰٫۸۶±۰٫۴۶ دیوپتر و ۳٫۵۰±۱٫۹۴ دیوپتر بودند. آستیگماتیسم موافق قاعده، مخالف قاعده و مایل سطح خلفی قرنیه به ترتیب در ۶۱ چشم (۳۷٫۹ درصد)، ۶۷ چشم (۴۱٫۶ درصد) و ۳۳ چشم (۲۰٫۵ درصد) و به همین ترتیب در سطح قدامی قرنیه در ۵۵ چشم (۳۲٫۴ درصد).

درصد)، ۵۶ چشم (۳۴/۸ درصد) و ۵۰ چشم (۳۱/۱ درصد) وجود داشتند. ارتباط قوی ($r = ۰/۸۳۹$ ، $P \leq ۰/۰۰۱$) بین ACA و PCA در مراحل مختلف قوزقرنیه وجود داشت که این ارتباط در چشم‌های مرحله (گرید) سه ($r = ۰/۷۱۱$ ، $P \leq ۰/۰۰۱$) و مرحله چهار ($r = ۰/۷۱۷$ ، $P \leq ۰/۰۰۱$) قوزقرنیه، ضعیف‌تر بود. بیش‌ترین نسبت آستیگماتیسم قرنیه‌ای خلفی به قدامی (۰/۲۴۶) در بیماران مرحله یک قوزقرنیه دیده شد.

نتیجه‌گیری: با افزایش شدت قوزقرنیه، آستیگماتیسم سطح قدامی قرنیه نسبت به سطح خلفی و در مراحل اولیه قوزقرنیه، آستیگماتیسم سطح خلفی بیش‌تر از سطح قدامی تحت‌تاثیر قرار گرفت.

کلمات کلیدی: آستیگماتیسم- عیوب انکساری- کراتوکونوس

• مجله چشم‌پزشکی بینا ۱۳۹۶؛ دوره ۲۳، شماره ۱: ۵۶-۴۹.

• پاسخ‌گو: دکتر سیدحسام هاشمیان (e-mail: Shlucky@yahoo.com)

- ۱- دکترای تخصصی اپتومتری- دانشگاه علوم پزشکی مشهد
 - ۲- استادیار- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی تهران- تهران- ایران
 - ۳- فوق لیسانس اپتومتری- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی- تهران- ایران
 - ۴- دکترای بینایی‌سنجی- دانشکده علوم توانبخشی- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی- تهران- ایران
 - ۵- دکترای حرفه‌ای اپتومتری- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی- تهران- ایران
 - ۶- استادیار- دکترای اپتومتری- دانشکده علوم توانبخشی- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی- تهران- ایران
- تهران- خیابان کارگر جنوبی- میدان قزوین- بیمارستان فارابی

مقدمه

قوزقرنیه که با افزایش قوسی شدن قرنیه، اختلال بینایی، نازک‌شدگی راس قرنیه و اسکار قرنیه‌ای مرکزی مشخص می‌شود، رایج‌ترین اکتازی قرنیه‌ای اولیه می‌باشد^۱. بیش‌ترین بروز قوزقرنیه در جمعیت عادی، بین ۵۰ تا ۲۳۰ در ۱۰۰۰۰۰ نفر تخمین زده می‌شود^۲.

به طور معمول، بررسی بیومیکروسکوپی و توپوگرافی قرنیه‌ای بر پایه پلاسیدو، برای تشخیص قوزقرنیه به کار می‌روند. با این که توپوگرافی قرنیه‌ای بر پایه پلاسیدو به عنوان یک دستگاه کاربردی برای تشخیص قوزقرنیه شناخته می‌شود، اما تنها سطح قدامی قرنیه را بررسی می‌کند و انحنا و برآمدگی سطح خلفی قرنیه را که در تشخیص قوزقرنیه اهمیت دارد، ارزیابی نمی‌نماید. پیش‌رفت‌های اخیر در فن‌آوری (تکنولوژی) تصویربرداری، مانند اختراع دوربین شیمفلاگ و اسلیت اسکن این امکان را فراهم می‌کنند تا سطح قرنیه‌ای خلفی به طور کمی اندازه‌گیری شود و اطلاعات تشخیصی دقیق برای یافتن قوزقرنیه در هر مرحله را ارائه نمایند.

بعضی از یافته‌های بیومیکروسکوپی در قوزقرنیه مانند نازک‌شدگی استروما و خطوط وگت، تغییرات سطح خلفی قرنیه را مستقل از تغییرات سطح قدامی آن نمایش می‌دهند^۴. با این که تغییرات انحنا قدامی در قوزقرنیه، در مقالات متعدد توضیح داده شده است، تنها اطلاعات محدودی از این تغییرات در سطح

قرنیه‌ای خلفی در دسترس می‌باشد. یافته‌های Tomidokoro و همکاران^۵ نشان می‌دهند که در مراحل مختلف قوزقرنیه، هر دو انحنا قدامی و خلفی تحت‌تاثیر قرار می‌گیرند. به علاوه، سایر محققان برآمدگی بالای خلفی را در چشم‌ها در مراحل مختلف قوزقرنیه مشاهده کردند^{۶،۷}.

ارزیابی آستیگماتیسم قرنیه‌ای در هر دو سطح قدامی و خلفی، نقش مهمی را در روش تصحیح دید (به عنوان مثال فیت لنزهای تماسی سخت نفوذپذیر به اکسیژن یا کاشت لنز داخل چشمی توریکن) ایفا می‌کند. نادیده گرفتن آستیگماتیسم قرنیه‌ای خلفی، می‌تواند به طور قابل‌توجهی بر تخمین آستیگماتیسم قرنیه‌ای تاثیر بگذارد. از آنجایی که تظاهرات بیماری قوزقرنیه ممکن است حتی در مراحل اولیه آن در سطح قرنیه‌ای خلفی روی دهد، شناسایی این تغییرات می‌تواند به معاینه‌کنندگان جهت تشخیص قوزقرنیه در مراحل اولیه کمک کند.

هدف از این مطالعه، ارزیابی مقدار، جهت و ارتباط آستیگماتیسم قرنیه‌ای قدامی و خلفی در مراحل مختلف قوزقرنیه به کمک تصویربرداری شیمفلاگ بود. همچنین، مقدار و راستای محور آستیگماتیسم قرنیه‌ای قدامی و خلفی در مراحل مختلف قوزقرنیه مقایسه می‌شود.

روش پژوهش

این مطالعه گذشته‌نگر، شامل بیماران دارای قوزقرنیه بود که

خارج شدند و فقط بیماران با تصاویر پنتاکم مطلوب برای ورود به مطالعه انتخاب شدند.

پارامترهای به دست آمده توسط سیستم شیمفلاگ شامل قدرت دیوپتری قرنیه‌ای در تیزترین (استیپ‌ترین) و صاف‌ترین (فلت‌ترین) مردین ناحیه ۳ میلی‌متر مرکزی و نیز آستیگماتیسم قرنیه‌ای قدامی (ACA) و آستیگماتیسم قرنیه‌ای خلفی (PCA) در ناحیه ۳ میلی‌متر مرکزی بودند. محور آستیگماتیسم هر دو سطح قرنیه نیز ثبت و تحلیل شدند. به علاوه نسبت آستیگماتیسم خلفی به قدامی محاسبه شد.

آستیگماتیسم کلی قرنیه‌ای و ACA، هنگامی که مردین استیپ بین ۶۰ تا ۱۲۰ درجه بود، در دسته موافق قاعده، زمانی که مردین استیپ بین صفر تا ۳۰ درجه یا ۱۵۰ تا ۱۸۰ درجه بود، در دسته مخالف و سایر آستیگماتیسم‌های باقی‌مانده در دسته آستیگماتیسم مایل قرار گرفتند. هم‌چنین با توجه به این که قدرت دیوپتری سطح قرنیه‌ای خلفی، منفی می‌باشد، در PCA، هنگامی که مردین استیپ بین صفر تا ۳۰ درجه یا ۱۵۰ تا ۱۸۰ درجه بود، در دسته موافق قاعده، زمانی که مردین استیپ بین ۶۰ تا ۱۲۰ درجه بود، در دسته مخالف قاعده و سایر آستیگماتیسم‌های باقی‌مانده در دسته آستیگماتیسم مایل قرار گرفتند.

تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۲ انجام شد. ارزیابی توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk صورت گرفت. ضرایب ارتباط پیرسون یا اسپیرمن با توجه به نوع توزیع داده‌ها، برای ارزیابی ارتباط بین کراتومتری میانگین و آستیگماتیسم سطوح قرنیه‌ای قدامی و خلفی در هر کدام از چهار گروه استفاده شد. به علاوه تحلیل رگرسیون خطی جهت تعیین ارتباط بین پارامترهای قدامی و خلفی و هم‌چنین برای بررسی رابطه معنادار بین پارامترها صورت گرفت. هنگامی که آزمون پارامتری قابل انجام نبود، از آزمون Kruskal-Wallis برای مقایسه‌های بین‌گروهی استفاده شد. مقدار P کم‌تر از ۰/۰۵ از لحاظ آماری معنادار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این مطالعه ۱۶۱ چشم از ۱۶۱ بیمار با میانگین سنی 22.35 ± 6.10 و دامنه تغییرات ۴۸-۱۱ سال با تشخیص قطعی قوز قرنیه، ارزیابی شدند. ۱۰۴ نفر (۶۴/۶ درصد) از بیماران مرد و ۵۷ نفر (۳۵/۴ درصد) زن بودند. ۷۱ چشم (۴۴/۱ درصد) در مرحله ۱، ۳۲ چشم (۱۹/۹ درصد) در مرحله ۲، ۳۱ چشم (۱۹/۳ درصد)

در بیمارستان فارابی تهران معاینه شده و جهت جراحی کراس‌لینک قرنیه‌ای، کاشت لنز داخل قرنیه‌ای یا کراتوپلاستی نفوذی در بازه زمانی فروردین ۱۳۹۱ تا اسفند ۱۳۹۳، معاینه شدند. تمامی شرکت کنندگان تحت اندازه‌گیری‌های قدرت قرنیه‌ای به کمک تحلیل‌گر شیمفلاگ (Pentacam HR, Oculus Optikgeräte, GmbH, Wetzlar, Germany) قرار گرفتند. تصاویر شیمفلاگ اتافک قدامی چشم، از چشم راست ۱۶۱ بیمار دارای قوز قرنیه تهیه شد. این ۱۶۱ چشم واجد شرایط، به چهار زیرمجموعه قوز قرنیه بر طبق طبقه‌بندی آملسر-کرامیخ (مرحله یک، ۷۱ چشم؛ مرحله دو، ۳۲ چشم؛ مرحله سه، ۳۱ چشم و مرحله چهار، ۲۷ چشم) تقسیم شدند. طبقه‌بندی آملسر-کرامیخ بر پایه آستیگماتیسم، نزدیک‌بینی، کراتومتری، شفافیت قرنیه و پاکی‌متری می‌باشد. از بیمارانی که از لنز تماسی سخت و لنز تماسی نرم استفاده می‌کردند درخواست گردید تا پیش از انجام معاینات به ترتیب مدت ۳ و ۱ هفته، از مصرف لنز تماسی خودداری نمایند. این مطالعه توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تصویب گردید و در انجام آن از اصول بیانیه هلسینکی پیروی شد.

چشم‌های دارای سابقه آسیب به چشم، سایر بیماری‌های قرنیه‌ای و یا سابقه جراحی چشم‌های دارای دژنراسیون حاشیه‌ای شفاف، اکتنازی و نازک‌شدگی قرنیه‌ای تحتانی و علائم التهابی، از مطالعه خارج شدند. تمامی بیماران تحت معاینات کامل چشمی شامل بررسی حدت بینایی دور تصحیح شده، رفرکشن بدون قطره، ارزیابی‌های شبکه‌ای و معاینه اسلیت‌لمپ که توسط دو چشم‌پزشک باتجربه انجام می‌شد، قرار گرفتند.

قرنیه توسط سیستم تصویربرداری شیمفلاگ که اتافک قدامی را توصیف می‌کند، ارزیابی شد. دوربین شیمفلاگ چرخان، ۱۰۰ تصویر با ۵۰۰ نقطه اندازه‌گیری از هر دو سطح قرنیه را با یک چرخش ۳۶۰ درجه، تصویربرداری می‌کند. اندازه‌گیری به روش زیر صورت می‌گرفت: از بیمار خواسته می‌شد که چانه‌اش را روی قسمت تعبیه شده چانه در دستگاه پنتاکم قرار داده و پیشانی‌اش را به رکاب پیشانی بچسباند و به تارگت مرکزی یا نور فیکس‌اسیونی نگاه کند. وقتی که چشم بیمار و محور بینایی هم تراز می‌شدند، از بیمار خواسته می‌شد که پلک بزند و تصویربرداری صورت می‌گرفت. در این مطالعه، ارزیابی پارامترهای تصاویر شیمفلاگ به طور معمول در قطر ۳ میلی‌متری قرنیه انجام می‌شد که با اطلاعات گزارش شده در سایر مطالعات، قابل قیاس می‌باشد^۱. تصاویر پنتاکم که کیفیت مناسبی نداشتند از مطالعه

آستیگماتیسم قرنیه‌ای کلی، از لحاظ آماری افزایش معناداری را نشان دادند ($P \leq 0.05$). جدول ۲ ارتباط بین مقادیر آستیگماتیسم و برآمدگی سطح قرنیه‌ای قدامی و خلفی را در مراحل مختلف قوزقرنیه نمایش می‌دهد. ارتباط آماری معناداری بین آستیگماتیسم قدامی و خلفی در چشم‌های مرحله ۱ قوزقرنیه و نیز برآمدگی قدامی و خلفی در چشم‌های مرحله ۲ قوزقرنیه وجود داشت (تصویر ۱).

در مرحله ۳ و ۲۷ چشم (۱۶/۸ درصد) در مرحله ۴ قوزقرنیه بر طبق تقسیم‌بندی آملسر-کرامیخ قرار گرفتند. تفاوت حدت بینایی دور تصحیح‌شده بین این ۴ گروه از لحاظ آماری معنادار بود ($P \leq 0.001$ ، آزمون Kruskal-Wallis). جدول ۱ مقدار آستیگماتیسم قدامی، خلفی و کلی قرنیه‌ای را در هر مرحله از قوزقرنیه نشان می‌دهد. با پیشرفت مراحل قوزقرنیه، آستیگماتیسم قدامی و خلفی، برآمدگی قدامی و خلفی و

جدول ۱- مقدار آستیگماتیسم قرنیه‌ای و برآمدگی در هر دو سطح قرنیه‌ای در مراحل مختلف قوزقرنیه

متغیرها	مرحله ۱	مرحله ۲	مرحله ۳	مرحله ۴	P	کل
حدت بینایی تصحیح شده دور (میانگین \pm انحراف معیار)	۰/۱۹ \pm ۰/۱۶	۰/۱۶ \pm ۰/۲۸	۰/۲۳ \pm ۰/۵۲	۰/۴۱ \pm ۰/۶۷	$P \leq 0.001$	۰/۳۱ \pm ۰/۳۴
دامنه تغییرات	۱/۰۰ تا ۰/۲۰	۰/۶۹ تا ۰/۲۰	۱/۰۰ تا ۰/۱۵	۱/۵۵ تا ۰/۰۹		۱/۵۵ تا ۰/۲۰
آستیگماتیسم قدامی (میانگین \pm انحراف معیار)	۳/۲۴ \pm ۱/۹۸	۴/۰۱ \pm ۱/۹۸	۴/۹۲ \pm ۱/۶۲	۵/۳۵ \pm ۲/۷۰	$P \leq 0.001$	۴/۰۷ \pm ۲/۲۱
دامنه تغییرات	۸/۰۰ تا ۰/۵۰	۸/۶۰ تا ۱/۴۰	۸/۱۰ تا ۲/۶۰	۱۲/۱۰ تا ۱/۱۰		۱۲/۱۰ تا ۰/۵۰
آستیگماتیسم خلفی (میانگین \pm انحراف معیار)	۰/۷۵ \pm ۰/۴۵	۰/۸۴ \pm ۰/۳۸	۰/۹۲ \pm ۰/۴۰	۱/۰۵ \pm ۰/۵۰	$P = 0.020$	۰/۸۵ \pm ۰/۴۵
دامنه تغییرات	۱/۹۰ تا ۰/۲۰	۱/۹۰ تا ۰/۱۰	۲/۱۰ تا ۰/۱۰	۲/۳۰ تا ۰/۴۰		۲/۳۰ تا ۰/۲۰
برآمدگی قدامی (میانگین \pm انحراف معیار)	۱۷/۶۷ \pm ۸/۵۱	۲۱/۷۵ \pm ۱۰/۴۳	۳۱/۶۱ \pm ۱۰/۵۸	۴۴/۰۳ \pm ۱۷/۳۹	$P \leq 0.001$	۲۵/۵۹ \pm ۱۴/۷۷
دامنه تغییرات	۴/۳۰ تا ۰/۳۰	۴۶/۰۰ تا ۳/۰۰	۵۳/۰۰ تا ۶/۰۰	۸۴/۰۰ تا ۱۰/۰۰		۸۴/۰۰ تا ۳/۰۰
برآمدگی خلفی (میانگین \pm انحراف معیار)	۳۹/۴۲ \pm ۱۷/۷۰	۴۵/۶۲ \pm ۲۰/۵۳	۶۷/۹۰ \pm ۱۵/۴۲	۹۴/۵۱ \pm ۲۵/۲۱	$P \leq 0.001$	۵۵/۳۷ \pm ۲۸/۰۶
دامنه تغییرات	۸۷/۰۰ تا ۶/۰۰	۹۲/۰۰ تا ۴/۰۰	۹۹/۰۰ تا ۴/۰۰	۱۴۹/۰۰ تا ۵۱/۰۰		۱۴۹/۰۰ تا ۴/۰۰
آستیگماتیسم کلی قرنیه (میانگین \pm انحراف معیار)	۲/۸۵ \pm ۱/۸۲	۳/۳۶ \pm ۱/۵۵	۴/۰۹ \pm ۱/۶۳	۴/۶۹ \pm ۲/۲۸	$P \leq 0.001$	۳/۵۰ \pm ۱/۹۴
دامنه تغییرات	۹/۳۰ تا ۰/۳۰	۶/۹۰ تا ۱/۰۰	۷/۲۰ تا ۰/۸۰	۹/۳۰ تا ۱/۱۰		۹/۳۰ تا ۰/۳۰

جدول ۲- ارتباط بین مقادیر آستیگماتیسم و برآمدگی در هر دو سطح قرنیه‌ای در مراحل مختلف قوزقرنیه

پارامترها	مرحله ۱	مرحله ۲	مرحله ۳	مرحله ۴	کل
PCA و ACA	۰/۹۲۴	۰/۸۲۴	۰/۷۱۱	۰/۷۱۷	۰/۸۳۹
	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$
TCA و ACA	۰/۸۶۷	۰/۸۹۷	۰/۷۵۷	۰/۷۹۲	۰/۸۵۴
	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$
TCA و PCA	۰/۷۶۵	۰/۷۱۲	۰/۵۷۱	۰/۶۱۴	۰/۷۲۰
	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$
برآمدگی قدامی و خلفی	۰/۸۹۴	۰/۹۰۳	۰/۷۶۹	۰/۴۹۶	۰/۸۷۸
	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$
برآمدگی قدامی و ACA	۰/۶۰۳	۰/۳۴۶	۰/۱۰۴	۰/۱۰۹	۰/۵۰۳
	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$
برآمدگی خلفی و PCA	۰/۵۶۰	۰/۱۲۵	۰/۳۴۴	۰/۲۸۴	۰/۴۱۳
	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$
BFS قدامی و خلفی	۰/۸۱۹	۰/۶۰۳	۰/۸۵۰	۰/۸۷۴	۰/۹۲۳
	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$	$P \leq 0.001$

ACA: آستیگماتیسم قرنیه‌ای قدامی؛ PCA: آستیگماتیسم قرنیه‌ای خلفی؛ TCA: آستیگماتیسم قرنیه‌ای کلی؛ BFS: بهترین اسفر فیت شده.

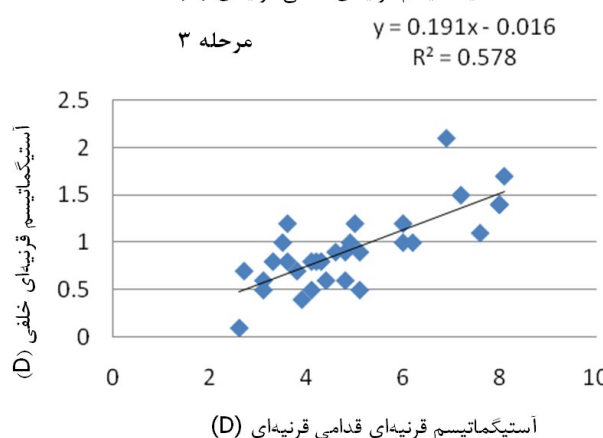
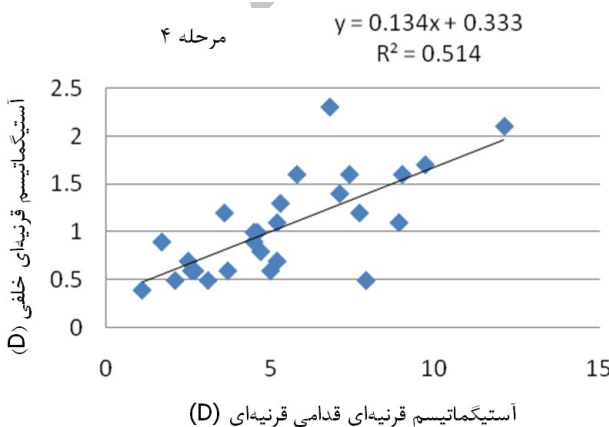
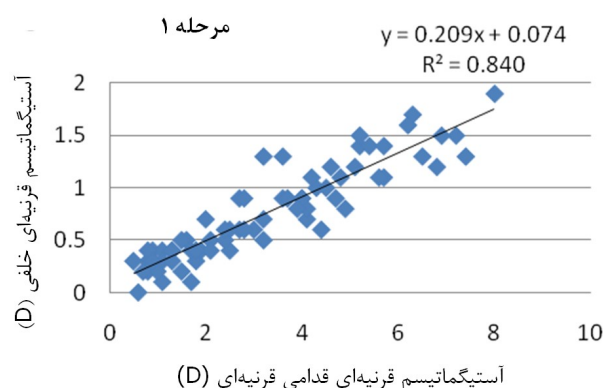
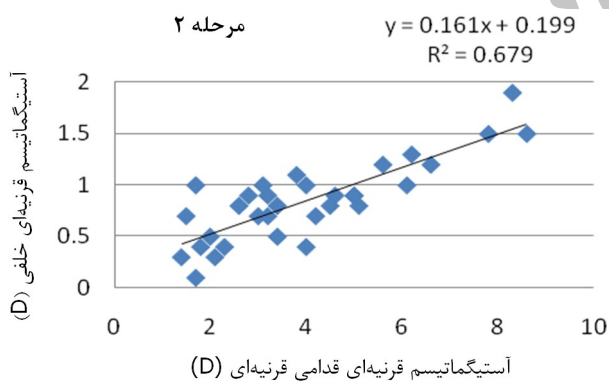
(ارتباط معنادار بصورت پررنگ نمایش داده شده است).

تقریباً برابر بودند و نوع غالب راستای آستیگماتیسم در سطح قرنیه‌ای خلفی، آستیگماتیسم مخالف قاعده بود (جدول ۳).

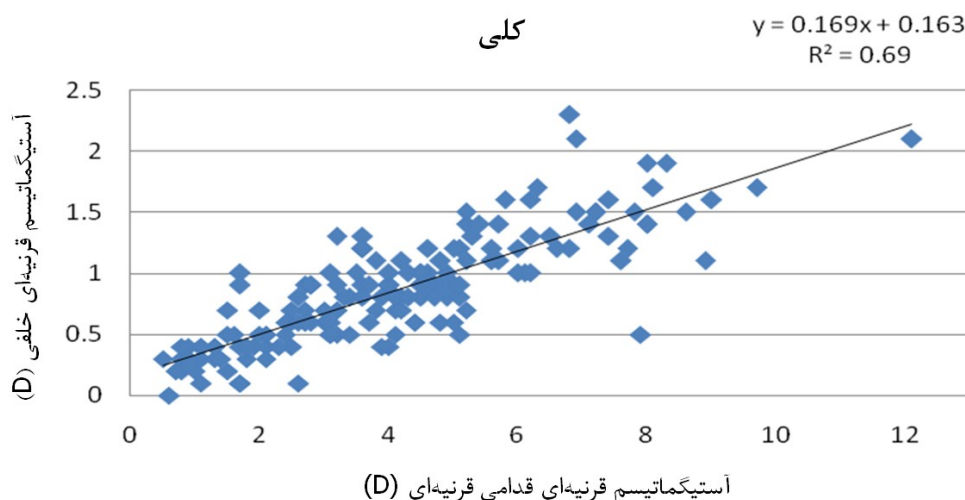
جدول ۳، مقادیر راستای محور برای آستیگماتیسم‌های قدامی و خلفی را طبق مراحل فوز قرنیه نمایش می‌دهد. مقادیر راستای آستیگماتیسم موافق و مخالف قاعده، در سطح قرنیه‌ای قدامی

جدول ۳- شیوع آستیگماتیسم موافق قاعده، مایل و مخالف قاعده در مراحل مختلف فوز قرنیه

راستای محور انواع آستیگماتیسم	آستیگماتیسم مخالف قاعده (تعداد) درصد	آستیگماتیسم مایل (تعداد) درصد	آستیگماتیسم موافق قاعده (تعداد) درصد
آستیگماتیسم قرنیه ای کلی			
مرحله ۱	۱۹,۷ (۱۴)	۴۷,۹ (۳۴)	۳۱ (۲۲)
مرحله ۲	۲۸,۱ (۹)	۵۰ (۱۶)	۲۱,۹ (۷)
مرحله ۳	۱۹,۴ (۶)	۳۵,۵ (۱۱)	۴۵,۲ (۱۴)
مرحله ۴	۷,۴ (۲)	۳۳,۳ (۹)	۴۴,۴ (۱۲)
آستیگماتیسم قرنیه ای قدامی			
مرحله ۱	۲۱,۱ (۱۵)	۳۹,۴ (۲۸)	۳۹,۴ (۲۸)
مرحله ۲	۱۸,۸ (۶)	۳۷,۵ (۱۲)	۴۳,۸ (۱۴)
مرحله ۳	۵۱,۶ (۱۶)	۱۹,۴ (۶)	۲۹ (۹)
مرحله ۴	۷۰,۴ (۱۹)	۱۴,۸ (۴)	۱۴,۸ (۴)
آستیگماتیسم قرنیه ای خلفی			
گرید ۱	۲۳,۹ (۱۷)	۲۵,۴ (۱۸)	۵۰,۷ (۳۶)
گرید ۲	۱۸,۸ (۶)	۲۵ (۸)	۵۶,۲ (۱۸)
گرید ۳	۵۸,۱ (۱۸)	۱۲,۹ (۴)	۲۹ (۹)
گرید ۴	۷۴,۱ (۲۰)	۱۱,۱ (۳)	۱۴,۸ (۴)



تصویر ۱- همبستگی بین مقدار آستیگماتیسم قدامی و خلفی قرنیه در مراحل مختلف فوز قرنیه (ضریب همبستگی پیرسون)



بحث

از کاشت لنز داخل چشمی توریک می‌توان برای تصحیح استیگماتیسم در بیماران با قوزقرنیه و کاتاراکت استفاده نمود^{۱۱،۱۲}. تا این اواخر، PCA که می‌تواند علت عیب انکساری بعد از جراحی باشد، برای محاسبه قدرت لنز داخل چشمی توریک در نظر گرفته نمی‌شد. لازم به ذکر است که تغییرات سطح قریب‌ای خلفی، نقش کم‌تری نسبت به سطح قریب‌ای قدامی در عملکرد اپتیکی ایفا می‌کند، زیرا تفاوت کم‌تری در شاخص‌های انکساری بین قریبه و مایع (Aqueous) وجود دارد و اینطور در نظر گرفته می‌شود که مقدار PCA در جمعیت طبیعی از لحاظ بالینی قابل اغماض است^{۱۳}. میانگین مقادیر PCA در جمعیت طبیعی می‌تواند در محدوده ۰/۲۶ تا ۰/۷۸ دیوپتر باشد^{۱۴،۱۵}، ولی در تعداد کمی از مطالعات که PCA را در چشم‌های با قوزقرنیه اندازه‌گیری کردند، مقادیر میانگین به طور معناداری بالاتر از جمعیت طبیعی گزارش شده است. حضور PCA را در ملاحظات مربوط به کاشت لنز داخل چشمی توریک، به ویژه زمانی که چشم بیمار دچار قوزقرنیه باشد، نمیتوان نادیده گرفت و در نظر گرفتن استیگماتیسم قریب‌ای کلی به جای ACA، می‌تواند برای انتخاب دقیق‌تر قدرت لنز داخل چشمی توریک به خصوص در حضور قوزقرنیه، کمک‌کننده باشد. با این حال، بیش‌تر مطالعات قبلی درباره سطح قریب‌ای خلفی، جزئیات مقدار و راستای محور استیگماتیسم قریب‌ای خلفی در مراحل مختلف قوزقرنیه، گزارش نکرده‌اند.

در مطالعه حاضر، یافته‌های ما حاکی از آن است که مقدار میانگین ACA و PCA در جمعیت مورد مطالعه به ترتیب 4.08 ± 2.21 دیوپتر و 0.45 ± 0.86 دیوپتر بودند. Naderan و

همکاران^{۱۷}، 12.73 بیمار قوزقرنیه را با استفاده از تصاویر پنتاکم ارزیابی و گزارش نمودند، میانگین مقدار ACA و PCA به ترتیب 2.16 ± 4.49 دیوپتر و 0.43 ± 0.90 دیوپتر و به نتایج ما بسیار نزدیک بود. یافته‌های ما هم‌چنین همانند یافته‌های Kamiya و همکاران^{۱۶} می‌باشد که ACA و PCA را در 13.7 بیمار قوزقرنیه با استفاده از پنتاکم مورد ارزیابی قرار دادند و به ترتیب مقادیر آن‌ها را 2.73 ± 3.93 دیوپتر و 0.64 ± 0.93 دیوپتر گزارش نمودند.

Orucoglu و همکاران^{۱۸} نیز ACA و PCA را در بیماران مبتلا به قوزقرنیه با استفاده از دستگاه پنتاکم ارزیابی نمودند و مقادیر میانگین آن‌ها را به ترتیب 1.97 ± 3.05 دیوپتر و 0.44 ± 0.71 دیوپتر گزارش کردند که مقادیر مذکور کم‌تر از مطالعه ما بودند. یافته‌های ما نشان می‌دهند که شیوع استیگماتیسم مخالف قاعده و موافق قاعده، در سطح قریب‌ای قدامی و خلفی بیماران با قوزقرنیه، تقریباً برابر می‌باشد. در مقابل، یافته‌های Kamiya و همکاران^{۱۶} نشان دادند که استیگماتیسم موافق قاعده شیوع بیش‌تری در سطح قریب‌ای قدامی (۶۵/۷ درصد) و استیگماتیسم مایل شیوع بیش‌تری در سطح قریب‌ای خلفی (۷۸/۸ درصد) دارد. یافته‌های ما متفاوت از یافته‌های Naderan و همکاران^{۱۷} بود. آن‌ها گزارش کردند که در بیماران قوزقرنیه، استیگماتیسم مخالف قاعده در سطح قریب‌ای قدامی (۵۷/۴ درصد) و استیگماتیسم موافق قاعده در سطح قریب‌ای خلفی رایج‌تر است (۶۳/۲ درصد).

تفاوت قابل‌توجه بین یافته‌های مطالعه ما و دو مطالعه قبل، نمی‌تواند به تفاوت‌های نژادی بین جمعیت مورد مطالعه منسوب باشد. Naderan و همکاران^{۱۷} گزارش کردند که اختلاف بین نتایج پنتاکم برای محور ACA و PCA با نتایج مطالعه Kamiya و

همکاران و Naderan و همکاران، ما هیچ ارتباطی بین تغییرات در راستای محور و شدت قوز قرنیه پیدا نکردیم.

نتایج ما نشان می‌دهد که بیشترین نسبت آستیگماتیسم قرنیه‌ای خلفی به قدامی ۰/۲۴۶ بود که در مرحله ۱ قوز قرنیه وجود داشت. بر اساس دانش ما، تحقیق ما اولین مطالعه‌ای بود که نشان داد که با افزایش شدت قوز قرنیه، ACA نسبت به PCA و در مراحل اولیه قوز قرنیه PCA بیش‌تر از ACA تحت تاثیر قرار می‌گیرد. Tomidokoro و همکاران^۵ گزارش کردند که هر دو انحنای قرنیه‌ای قدامی و خلفی در قوز قرنیه، تغییر می‌کنند و این تغییرات می‌توانند حتی در مراحل اولیه قوز قرنیه هم مشاهده شوند، ولی جزئیات تغییر PCA با افزایش شدت بیماری را، گزارش نکردند. در مطالعه Pinero و همکاران^{۱۹}، میانگین نسبت آستیگماتیسم خلفی به قدامی، در چشم‌هایی با قوز قرنیه تحت بالینی بیش‌تر از سایر گروه‌های قوز قرنیه بود. آن‌ها از سیستم طبقه‌بندی ابداع شده توسط Alio و Shabayek استفاده کردند که با سیستم طبقه‌بندی استفاده شده در مطالعه ما متفاوت بود.

نتیجه‌گیری

مقدار میانگین ACA و PCA به ترتیب تقریباً ۴ دیوپتر و ۱ دیوپتر بودند و شیوع آستیگماتیسم موافق و مخالف قاعده در ACA و PCA بالاتر از شیوع آستیگماتیسم مایل در آن‌ها بود. مقادیر ACA و PCA به طور معناداری با شدت قوز قرنیه دارای همبستگی و مقادیر آستیگماتیسم قرنیه‌ای در دو سطح، با همدیگر ارتباط داشتند. روند کاهشی در آستیگماتیسم مایل در هر دو سطح قرنیه با افزایش شدت قوز قرنیه وجود داشت. یافته‌های این مطالعه برای اولین بار نشان داد که با افزایش شدت قوز قرنیه، ACA بیش‌تر از PCA و در مراحل اولیه قوز قرنیه، سطح قرنیه‌ای خلفی بیش‌تر از سطح قرنیه‌ای قدامی تحت تاثیر قرار می‌گیرند. یافته‌های ما می‌تواند برای تعیین دقیق راستای محور، محاسبه قدرت لنز داخل چشمی توریك و تجویز بهتر لنزهای تماسی در مراحل مختلف قوز قرنیه کمک‌کننده باشد.

همکاران^{۱۶}، می‌تواند به این دلیل باشد که جمعیت مورد مطالعه آن‌ها ایرانی (نژاد قفقازی) و جمعیت مورد مطالعه Kamiya و همکاران فقط ژاپنی (نژاد آسیایی) بودند. اختلاف بین مقادیر راستای محور حاصل شده در مطالعه ما و یافته‌های Naderan و همکاران^{۱۷} را نمی‌توان با تفاوت‌های نژادی توضیح داد، چرا که جمعیت هر دو مطالعه ایرانی بودند.

نتایج ما نشان داد که شیوع بالای آستیگماتیسم موافق قاعده در ACA در مراحل اولیه قوز قرنیه، به آستیگماتیسم مخالف قاعده در مراحل ۳ و ۴ قوز قرنیه، تغییر یافت. در مقابل، آستیگماتیسم مخالف قاعده در PCA در مراحل ۱ و ۲ قوز قرنیه، شیوع بالایی داشت که به آستیگماتیسم موافق قاعده در مراحل ۳ و ۴ قوز قرنیه تبدیل شد. Kamiya و همکاران^{۱۶} شیوع بالای آستیگماتیسم موافق قاعده در ACA و آستیگماتیسم مخالف قاعده در PCA را در مراحل مختلف قوز قرنیه گزارش کردند، که به تدریج با پیشرفت مراحل قوز قرنیه کاهش می‌یابند، بدون این که هیچ تغییری در بیش‌ترین شیوع راستای محور روی دهد.

میان مقادیر ACA و هم‌چنین بین مقادیر PCA ارتباط معناداری پیدا کردیم که با گزارشات Naderan و همکاران^{۱۷} مطابقت داشت. یافته‌های ما تغییرات معناداری در ACA و PCA با افزایش مراحل قوز قرنیه نشان ندادند که این نتایج نیز با یافته‌های Kamiya و همکاران^{۱۶} مشابه بودند. با این وجود Naderan و همکاران^{۱۷} افزایش معنادار تدریجی را در مقادیر ACA و PCA در چشم‌های مبتلا به قوز قرنیه در مراحل ۱، ۲ و ۳ قوز قرنیه گزارش کردند. با این که یافته‌های ما با یافته‌های دو مطالعه قبل مشابهت داشتند، ما به مقادیر ACA و PCA بیش‌تری در چشم‌های مرحله ۴ قوز قرنیه نسبت به چشم‌هایی در مراحل پایین‌تر (مراحل ۱ تا ۳) دست یافتیم. علاوه بر آن، روندی برای کاهش در شیوع آستیگماتیسم مایل قدامی و خلفی، با افزایش شدت قوز قرنیه وجود داشت. همانند یافته‌های ما، Naderan و همکاران^{۱۷} نیز، کاهش در آستیگماتیسم مایل در هر دو سطح قرنیه‌ای را با افزایش شدت بیماری گزارش کردند. هرچند که بر خلاف Kamiya و

منابع

1. Toprak I, Yaylali V, Yildirim C. A combination of topographic and pachymetric parameters in keratoconus diagnosis. *Contact Lens Anterior Eye* 2015;38:357-362.
2. Maeda N, Fujikado T, Kuroda T, et al. Wavefront aberrations measured with Hartmann-Shack sensor in patients with keratoconus. *Ophthalmology* 2002;109:1996-2003.
3. Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol* 1998; 42:297-319.
4. Alió JL, Piñero DP, Alesón A, et al. Keratoconus-integrated characterization considering anterior corneal aberrations, internal astigmatism, and corneal biomechanics. *J Cataract Refractive Surg*

- 2011;37:552-568.
5. Tomidokoro A, Oshika T, Amano S, et al. Changes in anterior and posterior corneal curvatures in keratoconus. *Ophthalmology* 2000;107:1328-1332.
 6. de Sanctis U, Loiacono C, Richiardi L, et al. Sensitivity and specificity of posterior corneal elevation measured by Pentacam in discriminating keratoconus/ subclinical keratoconus. *Ophthalmology* 2008;115:1534-1539.
 7. Schlegel Z, Hoang-Xuan T, Gatinel D. Comparison of and correlation between anterior and posterior corneal elevation maps in normal eyes and keratoconus-suspect eyes. *J Cataract Refractive Surg* 2008;34:789-795.
 8. Ho JD, Tsai CY, Liou SW. Accuracy of corneal astigmatism estimation by neglecting the posterior corneal surface measurement. *Am J Ophthalmol* 2009;147:788-795.
 9. Krumeich JH, Kezirian GM. Circular keratotomy to reduce astigmatism and improve vision in stage I and II keratoconus. *J Refractive Surg* 2009;25:357-365.
 10. Naderan M, Shoar S, Naderan M, et al. Comparison of corneal measurements in keratoconic eyes using rotating Scheimpflug camera and scanning-slit topography. *Int J Ophthalmol* 2015;8:275.
 11. Visser N, Gast ST, Bauer NJ, et al. Cataract surgery with toric intraocular lens implantation in keratoconus: A case report. *Cornea* 2011;30:720-723.
 12. Alio JL, Pena-Garcia P, Guliyeva FA, et al. MICS with toric intraocular lenses in keratoconus: Outcomes and predictability analysis of postoperative refraction. *Br J Ophthalmol* 2014;98(3):365-370.
 13. Cheng LS, Tsai CY, Tsai RJ, et al. Estimation accuracy of surgically induced astigmatism on the cornea when neglecting the posterior corneal surface measurement. *Acta Ophthalmol* 2011;89:417-422.
 14. Ho JD, Liou SW, Tsai RJ, et al. Effects of aging on anterior and posterior corneal astigmatism. *Cornea* 2010;29:632-637.
 15. Koch DD, Ali SF, Weikert MP, et al. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. *J Cataract Refractive Surg* 2012;38:2080-2087.
 16. Kamiya K, Shimizu K, Igarashi A, et al. Assessment of anterior, posterior, and total central corneal astigmatism in eyes with keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2015;160:851-857.
 17. Naderan M, Rajabi MT, Zarrinbakhsh P. Distribution of Anterior and Posterior Corneal Astigmatism in Eyes With Keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2016;167:79-87.
 18. Orucoglu F, Toker E. Comparative analysis of anterior segment parameters in normal and keratoconus eyes generated by scheimpflug tomography. *J Ophthalmol* 2015;2015.
 19. Piñero DP, Alió JL, Alesón A, et al. Corneal volume, pachymetry, and correlation of anterior and posterior corneal shape in subclinical and different stages of clinical keratoconus. *J Cataract Refractive Surg* 2010;36:814-825.

Archive