

Evaluation of corneal thickness, corneal curvature and refractive errors of university student in Arak

Mohammadi A¹, Jafarzadehpur E^{2*}, Rafiee M³

1. Optometrist, International Branch of Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Arak, Iran
2. Department of Optometry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. Department of Statistics, Arak University of Medical Science, Arak, Iran

Received:22.Apr.2013 Accepted:11.Sep.2013

Abstract

Background: Racial and environmental factors may influence the refractive errors, corneal curvature and thickness. This study evaluated refractive errors, corneal curvature and thickness in Arak residential university students.

Materials and Methods: In this cross sectional study, 400 students aged 18-30 years old living in Arak city entered the study according to inclusion criteria. Demographic and past medical history of all students was recorded and the corneal thickness (CT) and corneal curvature (CC) and refractive error were measured. The correlation between refractive indices and CT and CC were investigated in all cases and also in refractive subgroups.

Results: The mean of CT, CC and power were $533.22(\pm 32.02)$ μm , $7.75(\pm 0.28)$ mm and 43 ± 1.66 diopters respectively. There were significant correlation between refractive error and CT in hyperopic subgroup ($p=0.029$) and between CT and CC in myopic subgroup ($p=0.007$). The mean of CC of myopic and astigmatic subgroups were significantly more than normal cases.

Conclusion: The findings of the present study are similar to the other international researches about corneal thickness, curvature and refractive errors in normal population. It seems that further studies with more evaluations and larger samples are necessary to investigate the impact of climatic condition and industrial air pollution on refractive errors and corneal parameters.

Keywords: Corneal Pachymetry, Corneal Thickness, Refractive Error

*corresponding author:

Adress: Shah NazariSt, Mother Square, Mirdamad Bld Faculty of Rehabilitation Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Email: ejafarzadehpur@tums.ac.ir

بررسی عیوب انکساری، ضخامت و انحنای قرنیه در دانشجویان شهر اراک

افشین محمدی¹، ابراهیم جعفرزاده پور^{2*}، محمدرفیعی³

1- دانش آموخته کارشناس ارشد، اپتومتری، شعبه بین الملل دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، اراک، ایران

2- دانشیار، گروه اپتومتری، دانشگاه علوم پزشکی تهران

3- دانشیار، گروه آمارزیستی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

تاریخ دریافت: 92/2/2 تاریخ پذیرش: 92/6/20

چکیده

زمینه و هدف: شرایط انکساری و پارامترهای انحنایی و ضخامت قرنیه ممکن است تحت تاثیر عوامل اقلیمی و تژادی باشد. این مطالعه با هدف بررسی عیوب انکساری، ضخامت و انحنای قرنیه در دانشجویان ساکن شهر اراک طراحی و اجرا شده است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مقطعی 400 فرد 18 تا 30 ساله ساکن شهر اراک با توجه به معیارهای ورود به مطالعه و به صورت تصادفی انتخاب و بررسی شدند. اطلاعات دموگرافیک و سوابق بالینی همه افراد مورد مطالعه در پرسش‌نامه‌ای ثبت و سپس میزان ضخامت و انحنای قرنیه و عیوب انکساری هر چشم تعیین و ثبت گردید. در نهایت ارتباط بین عیوب انکساری و ضخامت و انحنای قرنیه در کل افراد مورد مطالعه و زیرگروه‌های عیب انکساری بررسی شد.

یافته‌ها: میانگین ضخامت و انحنای قرنیه در کل افراد شرکت کننده در تحقیق به ترتیب $533/22 \pm 32/02$ میکرومتر و $7/75 \pm 0/28$ میلی‌متر و قدرت قرنیه $43 \pm 1/66$ دیوپتر بود. بین دو متغیر عیب انکساری و ضخامت قرنیه در افراد دوربین ارتباط معنی‌دار وجود داشت ($p=0/029$). بین ضخامت و انحنای قرنیه نیز در گروه نزدیک بین ارتباط معنی‌داری دیده شد ($p=0/007$). انحنای قرنیه افراد نزدیک بین ($p=0/001$) و آستیگمات ($p=0/011$) به صورت معنی‌داری بیش از افراد سالم بود.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر مشابهت زیادی با یافته‌های سایر مطالعات در مورد ضخامت و انحنای قرنیه در ساکنین شهر اراک دارد. به نظر می‌رسد بررسی میزان تاثیر شرایط آب و هوایی و آلودگی صنعتی بر اختلالات قرنیه نیازمند بررسی بیشتر و استفاده از نمونه‌های بیشتر می‌باشد.

واژگان کلیدی: پاکیمتری قرنیه، ضخامت قرنیه، عیوب انکساری

*نویسنده مسئول: تهران، بلوار میرداماد، میدان مادر خیابان شهید شاه نظری دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران

Email: ejafarzadehpur@tums.ac.ir

مقدمه

قرنیه با بیشترین قدرت شکست در محیطهای شفاف چشم مهمترین عامل در تشکیل تصویر واضح در شبکیه است. از این رو اختلالاتی نظیر اسکار، کاهش یا افزایش غیر طبیعی انحناى قرنیه، تغییرات غیر طبیعی ضریب شکست، نامنظمی در لایه‌های مختلف قرنیه، کدورت و هر گونه اشکالی در ساختار قرنیه می‌تواند باعث ایجاد تغییرات مهم در کیفیت تصویر در شبکیه شوند (1).

از سوی دیگر با رواج اعمال جراحی رفرکتیو و استفاده روز افزون از لنزهای تماسی، شناخت و بررسی هر چه دقیقتر خصوصیات قرنیه اهمیت ویژه‌ای یافته است. تاکنون مطالعات بسیاری بر روی این بخش مهم از چشم انجام شده اما با توجه به تاثیر عوامل نژادی (2) و جغرافیایی (3) در شاخص‌های زیستی، تشکیل بانک اطلاعاتی دقیق در مورد ویژگی‌های اجزای سیستم بینایی در هر کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا برنامه‌ریزی جهت غربالگری، پیشگیری و درمان نارسایی‌های بینایی یکی از مهم‌ترین وظایف مراقبین بینایی می‌باشد.

در بسیاری از مطالعات، آلرژى و ورم ملتحمه آتوپیک، زمینه‌ساز تغییرات اکتاتیک قرنیه و آغاز کراتوکونوس شناخته شده است (4، 5). یکی از فاکتورهای مهم در ایجاد آلرژى، آلودگی صنعتی هوا می‌باشد (6، 7). از سوی دیگر برخی مطالعات نیز تاثیر آب و هوای خشک در تغییرات اکتاتیک قرنیه را مورد توجه و بررسی قرار داده و آن را یکی از عوامل خطر دانسته‌اند (8-10).

شهرستان اراک با توجه به نزدیکی به کویر و بارندگی کم دارای آب و هوایی خشک بوده و وجود کارخانه‌های آلومینیوم، پتروشیمی، پالایشگاه و سایر مراکز صنعتی، شانس افزایش آلودگی هوا را در تمامی فصول سال در این شهر افزایش داده است. قرنیه سطحی‌ترین لایه انکساری چشم است که دائما در مواجهه با عوامل محیطی می‌باشد، از این رو ممکن است این عوامل در پارامترهای

انکساری قرنیه و عیوب انکساری تاثیراتی را بر جای گذارد (6-10). این مطالعه با هدف بررسی شرایط انحناى و انکساری قرنیه و نیز شرایط عیوب انکساری دانشجویان اراکی که سال‌ها در این شهر زندگی کرده‌اند و به نحوی در مواجهه با این شرایط آب و هوایی و اقلیمی بوده‌اند، انجام شده است. اهمیت محدوده سنی آنان (18-30 سال) از نقطه نظر فعال‌ترین قشر جامعه شهر اراک می‌تواند بسیار مهم باشد.

روش کار

در این مطالعه مشاهده‌ای تحلیلی، 400 فرد 18 تا 30 ساله ساکن شهر اراک با توجه به معیارهای ورود به مطالعه و به صورت تصادفی انتخاب شده و مورد بررسی قرار گرفتند. سکونت در شهر اراک طی 15 سال اخیر، عدم ابتلا به بیماری‌های سیستمیک موثر بر چشم و یا پاتولوژی شناخته شده چشم و تکمیل فرم رضایت‌نامه آگاهانه از معیارهای ورود به مطالعه بودند. نمونه‌ها از بین دانشجویان دانشگاه پیام نور اراک و به صورت تصادفی انتخاب شدند.

اطلاعات دموگرافیک و سوابق بالینی همه افراد مورد مطالعه در پرسش‌نامه‌ای ثبت و سپس معاینات تخصصی پاکیمتری، رفرکشن و کراتومتری انجام شد.

در ابتدا جهت تعیین میزان عیب انکساری چشم هر فرد از دستگاه اتورفرکتومتر (NIDEK مدل 600AR) استفاده شد و سپس نتایج به دست آمده با استفاده از رتینوسکوپ (Heine مدل 200Beta) و تست‌های ساجکتیو با چارت تست بینایی (Amico مدل 6000) و جعبه عینک (CIOM) تایید گردید. مقادیر رفرکشن بین $\pm 0/5$ دیوپتر و آستیگماتیسم کمتر از $0/5$ - دیوپتر به عنوان امتروپی در نظر گرفته شد.

در ادامه ارزیابی کراتومتری (Topcon مدل 40M) و تست پاکیمتری (Humphrey مدل 855) انجام گرفت که نتیجه تمام بررسی‌ها در فرم ثبت اطلاعات هر فرد ثبت گردید.

یافته ها

از بین 687 نفر در ابتدای مطالعه فقط 400 نفر حائز شرایط ورود به مطالعه بودند که شامل 150 نفر (37/5 درصد) مرد و 250 نفر (62/5 درصد) زن بود. یکی از افراد تک چشم بود بنابر این 799 چشم مورد بررسی قرار گرفت. از این تعداد 356 چشم امتروپ، 19 چشم دوربین، 266 چشم نزدیک بین و نزدیک بین آستیگمات، و 158 چشم آستیگمات بود.

میانگین ضخامت قرینه و کراتومتری دو محور قرینه در کل افراد شرکت کننده در تحقیق به ترتیب $533/22 \pm 32/02$ میکرومتر و $7/75 \pm 0/28$ میلی متر بود (جدول 1). بدین ترتیب قدرت قرینه نیز $43 \pm 1/66$ دیوپتر تعیین گردید.

میانگین و حداکثر عیب انکساری در نزدیک بین ها به ترتیب $1/66$ و 13 دیوپتری و در دوربین ها به ترتیب $1/052$ و $2/5$ دیوپتری بوده است. میانگین و حداکثر آستیگماتیسم نیز به ترتیب $1/045$ و 7 دیوپتر تعیین گردید.

جدول ۱: توصیف متغیرهای ضخامت قرینه و کراتومتری در گروه های مختلف افراد مورد بررسی در مطالعه

| کراتومتری (میلی متر) | | | ضخامت قرینه (میکرومتر) | | | متغیر / گروه مورد بررسی |
|----------------------|-----------|-----------------|------------------------|---------|--------------------|-------------------------|
| مد | رنج | $\bar{x} \pm s$ | مد | رنج | $\bar{x} \pm s$ | |
| 7/76 | 7-8/6 | $7/75 \pm 0/28$ | 538 | 432-678 | $533/22 \pm 32/02$ | کل (جامعه مورد بررسی) |
| 7/76 | 7/18-8/51 | $7/79 \pm 0/25$ | 538 | 432-618 | $534/59 \pm 29/42$ | امتروپ (44/6 درصد) |
| 7/52 | 7-8/6 | $7/72 \pm 0/28$ | 546 | 439-678 | $532/35 \pm 31/2$ | نزدیک بین (33/3 درصد) |
| 7/73 | 7/5-8/4 | $7/87 \pm 0/35$ | 506 | 496-596 | $529/63 \pm 42/23$ | دوربین (2/4 درصد) |
| 7/72 | 7/01-8/5 | $7/72 \pm 0/31$ | 537 | 474-599 | $532/35 \pm 36/22$ | آستیگماتیسم (19/8 درصد) |

بود ($p=0/029$) ولی بین افراد نزدیک بین و آستیگمات معنی دار نبود.

ارتباط آماری بین دو متغیر عیب انکساری و انحناى قرینه در هیچ یک از گروه های دوربین، نزدیک بین

در پاکیمتری برای هر چشم سه عدد ثبت شد که میانگن سه عدد به عنوان ضخامت قرینه آن چشم در نظر گرفته شد.

در تفسیر داده ها عیب انکساری غالب مورد توجه قرار گرفت، به طوری که در موارد نزدیک بین آستیگمات به شرط غالب بودن نزدیک بینی و یا در دوربین آستیگمات به شرط غالب بودن دوربینی از اکی والان اسفر جهت تعیین میزان نزدیک یا دوربینی استفاده شد ولی در صورت غلبه آستیگماتیسم بدون اکی والان اسفر نمره آستیگماتیسم مورد استفاده قرار گرفت.

در نهایت کلیه اطلاعات جمع آوری شده با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه 19 آنالیز و شاخص های مرکزی و پراکندگی محاسبه گردید. جهت بررسی وجود ارتباط بین متغیرهای مورد بررسی نیز از آزمون مربع کای و تی تست استفاده شد.

در بررسی تحلیلی ارتباط آماری بین دو متغیر عیب انکساری و ضخامت قرینه در افراد دوربین معنی دار

عیوب انکساری انتخاب شده در مطالعه پراساد (14) موجب شده است تا یافته های پکیتمتری و عیوب انکساری رابطه معنی داری نداشته باشد. ولی در مطالعه حاضر ارتباط معنی داری بین ضخامت قرینه و عیب انکساری در افراد دوربین دیده شده است. که این افراد به دلیل حجم نمونه مناسب و طبقه بندی مناسب نمونه ها بوده است.

در مطالعه دیگری که توسط لینک و همکارانش در سال 2011 منتشر شده است ضخامت قرینه در افراد نزدیک و دوربین تفاوت معنی داری داشته است. در این مطالعه ارتباط معنی دار منفی بین عیب انکساری با کراتومتري دیده شده است (15) که بر خلاف نتایج مطالعه حاضر است. در مطالعه حاضر هیچ ارتباط معنی داری بین دو متغیر عیب انکساری و کراتومتري دیده نشد. مهمترین دلیل مغایرت نتایج لینک با یافته های مطالعه حاضر، سوگیری است که در مطالعه لینک وجود داشته است. نمونه های مورد بررسی آنان همگی دچار مایویی بوده و امکان مقایسه یافته های آنان در گروه های پرمتر و وجود نداشته است. بنابراین، مطالعه آنان نمی تواند در مورد تمامی موارد عیب انکساری قابل تعمیم باشد.

قدرت قرینه نیز در مطالعات گوناگون گزارش شده است. در مطالعه آدیو و همکارانش که حجم نمونه ای برابر با مطالعه حاضر داشته است میانگین قدرت قرینه $42/42 \pm 1/41$ دیوپتر بوده است که به نتیجه مطالعه حاضر نزدیک است (22). بنابراین، به نظر می رسد افزایش حجم نمونه بتواند نتایج با ثبات تری را ارائه نماید.

با توجه به نتایج مطالعه حاضر و بررسی سایر مطالعات انجام شده دلیل محکمی مبنی بر کاهش ضخامت قرینه و یا افزایش انحناى قرینه در ساکنین شهر اراک به دست نیامد. لذا با توجه به این که برخی تحقیقات انجام شده موید تاثیر آب و هوای خشک و آلودگی صنعتی و آلرژى ناشی از آن بر بروز تغییرات اکتاتیک (8) در چشم می باشد باید گفت که نتیجه مطالعه حاضر با حجم نمونه چهارصد نفری از دانشجویان شهر اراک با توجه به آب و هوای

و آستیگمات معنی دار نبود ($p > 0/05$). وجود ارتباط بین دو متغیر ضخامت و انحناى قرینه نیز در هر گروه بررسی شد که در گروه افراد نزدیک بین ارتباط معنی داری دیده شد ($p = 0/007$) ولی در سایر گروهها ارتباط معنی داری وجود نداشت.

ضخامت و انحناى قرینه بین افراد مبتلا به عیوب انکساری و افراد امتر وپ نیز مقایسه شد. در این بررسی انحناى قرینه افراد نزدیک بین ($p = 0/001$) و آستیگمات ($p = 0/011$) به صورت معنی داری بیش از افراد سالم بود ولی در گروه دوربین تفاوت معنی داری وجود نداشت ($p > 0/05$). ضخامت قرینه نیز در هیچ یک از گروهها در مقایسه با افراد سالم تفاوت آماری معنی داری نداشت ($p > 0/05$).

بحث

با توجه به نتایج مطالعه حاضر که به بررسی 400 دانشجوی شهر اراک (799 چشم) پرداخته است میانگین ضخامت و انحناى قرینه به ترتیب $533/22 \pm 32/02$ میکرومتر و $7/75 \pm 0/28$ میلی متر بود. شایع ترین اختلال انکساری در افراد مورد بررسی نزدیک بینی و نزدیک بین آستیگمات بود که با نتایج سایر مطالعات انجام شده در این محدوده سنی مطابقت دارد (11-13).

در مطالعه حاضر انحناى قرینه افراد نزدیک بین و آستیگمات به صورت معنی داری بیش از افراد امتر وپ بود. بین دو متغیر ضخامت و انحناى قرینه در افراد نزدیک بین نیز ارتباط معنی داری وجود داشت ($p < 0/05$).

میانگین ضخامت قرینه در مطالعات گوناگون متفاوت بوده و ارتباط آن با متغیرهایی چون سن و جنس و یا عیوب انکساری بررسی شده است (14-21). در مطالعه پراساد و همکارانش ضخامت مرکزی قرینه 544 ± 34 میکرومتر گزارش شده است که با عیوب انکساری رابطه معنی داری نداشته است (14). ناهمگنی نمونه ها ی مورد بررسی مهمترین دلیل یافته آنهاست. همچنین محدوده

غلامحسین آقایی و هم‌چنین ریاست، همکاران و دانشجویان دانشگاه پیام نور اراک اعلام می‌دارند.

منابع

1. Coster D. Cornea: Fundamentals of Clinical Ophthalmology Series. 1st ed. London: BMJ; 2001.
2. Au Eong KG, Tay TH, Lim MK. Race, culture and Myopia in 110,236 young Singaporean males. Singapore Med J. 1993;34(1):29-32.
3. Pi LH, Chen L, Liu Q, Ke N, Fang J, Zhang S, et al. Refractive status and prevalence of refractive errors in suburban school-age children. International journal of medical sciences. 2010;7(6):342-53.
4. Bawazeer AM, Hodge WG, Lorimer B. Atopy and keratoconus: a multivariate analysis. The British journal of ophthalmology. 2000;84(8):834-6.
5. McMonnies CW, Boneham GC. Keratoconus, allergy, itch, eye-rubbing and hand-dominance. Clinical & experimental optometry : journal of the Australian Optometrical Association. 2003;86(6):376-84.
6. Gehring U, Wijga AH, Brauer M, Fischer P, de Jongste JC, Kerkhof M, et al. Traffic-related air pollution and the development of asthma and allergies during the first 8 years of life. American journal of respiratory and critical care medicine. 2010;181(6):596-603.
7. Bartra J, Mullol J, del Cuavillo A, Davila I, Ferrer M, Jauregui I, et al. Air pollution and allergens. Journal of investigational allergology & clinical immunology. 2007;17 Suppl 2:3-8.
8. Totan Y, Hepsen IF, Cekic O, Gunduz A, Aydin E. Incidence of keratoconus in subjects with vernal keratoconjunctivitis: a videokeratographic study. Ophthalmology. 2001;108(4):824-7.
9. Mimura T, Mimura Y, Arimoto A, Amano S, Yamagami S, Funatsu H, et al. Relationship between refraction and

خشک و آلودگی صنعتی بالای این شهر با نتایج مطالعات مذکور مطابقت ندارد. در مطالعه دیگری که در سال 2012 در دانشگاه جردن عمان منتشر شده است نیز هم‌چون مطالعه حاضر ارتباطی بین اختلالات قرنيه و شرایط آب و هوایی یافت نشده است (10).

همان‌طور که از سایر مطالعات نیز می‌توان دریافت، عیوب انکساری و پارامترهای قرنيه روند ارتباطی یکسانی را در همه مطالعات نشان نمی‌دهند. اما یافته‌های این مطالعه با سایر مقادیر توصیفی سایر مطالعات مشابهت زیادی دارد. بنابراین، به نظر می‌رسد بررسی میزان تاثیر شرایط آب و هوایی و آلودگی صنعتی بر اختلالات قرنيه نیازمند بررسی بیشتر و توجه به دامنه سنی وسیع‌تر افراد مورد مطالعه دارد. در مطالعه دانشگاه جردن نیز از دانشجویان یعنی افراد جوان استفاده شده است و با توجه به آگاهی‌هایی که نسبت به شرایط پیشگیری و مراقبت از چشم‌ها ممکن است در قشر تحصیل کرده وجود داشته باشد و نیز تاثیر بطنی که عوامل زیستی با مکانیسم ایجاد آلرژی و ترومای فیزیکی بر اختلالات قرنيه دارند، بررسی افراد در سنین بالاتر و مقایسه ایشان با ساکنین شهرهای دارای شرایط آب و هوایی مناسب لازم می‌باشد.

با توجه به محدودیت موجود در خصوص بررسی طولی نمونه‌های بررسی شده پیشنهاد می‌شود مطالعه کوهورت مناسبی در این زمینه در اراک انجام شود.

تشکر و قدردانی

این طرح در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد اپتومتری و با حمایت معاونت پژوهشی واحد بین‌المللی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی انجام شده است. این مطالعه با شماره 87/الف/185 از نظر اخلاقی و متدولوژیک در این دانشگاه ثبت و تایید شده است.

بدین ترتیب محققین این اثر کمال تشکر را از همکاری و پشتیبانی سرکار خانم دکتر قناتی، معاونت مذکور، سرکار خانم دکتر کنگری و جناب آقای دکتر

17. Vijaya L, George R, Arvind H, Ve Ramesh S, Baskaran M, Raju P, et al. Central corneal thickness in adult South Indians: the Chennai Glaucoma Study. *Ophthalmology*. 2010;117(4):700-4.
18. Koucheqi B, Mehravaran S, Hashemi H. Correlation between Central Corneal Thickness and Refractive Indices in a Laser Refractive Surgery Population. *Iranian journal of ophthalmology*. 2010;22(4):43-8.
19. Hashemi H, Asgari S, Mehravaran S, Emamian MH, Shariati M, Fotouhi A. The distribution of corneal thickness in a 40- to 64-year-old population of Shahroud, Iran. *Cornea*. 2011;30(12):1409-13.
20. Guilbert E, Saad A, Grise-Dulac A, Gatinel D. Corneal thickness, curvature, and elevation readings in normal corneas: combined Placido-Scheimpflug system versus combined Placido-scanning-slit system. *Journal of cataract and refractive surgery*. 2012;38(7):1198-206.
21. Hashemi H, Mehravaran S. Day to Day Clinically Relevant Corneal Elevation, Thickness, and Curvature Parameters Using the Orbscan II Scanning Slit Topographer and the Pentacam Scheimpflug Imaging Device. *Middle East African journal of ophthalmology*. 2010;17(1):44-55.
22. Asgari S, Hashemi H, Mehravaran S, Khabazkhoob M, Emamian MH, Jafarzadehpur E, et al. Corneal refractive power and eccentricity in the 40- to 64-year-old population of Shahroud, Iran. *Cornea*. 2013;32(1):25-9.
- allergic conjunctivitis. *Eye (Lond)*. 2009;23(1):63-6.
10. Abu Ameerh MA, Al Refai RM, Al Bdour MD. Keratoconus patients at Jordan University Hospital: a descriptive study. *Clinical ophthalmology*. 2012;6:1895-9.
11. Hsu SL, Chang CH, Lai YH, Wen MH, Cheng KC, Ho CK. Refractive status of mountain aborigine schoolchildren in southern Taiwan. *The Kaohsiung journal of medical sciences*. 2008;24(3):120-5.
12. Bagchi K, Sarkar SN, Chattopadhyaya T, Dan A. Vision screening programme among school children--evaluation of the outcome in a selected urban locality. *Journal of the Indian Medical Association*. 2008;106(5):283-6, 8.
13. Vitale S, Ellwein L, Cotch MF, Ferris FL, 3rd, Sperduto R. Prevalence of refractive error in the United States, 1999-2004. *Archives of ophthalmology*. 2008;126(8):1111-9.
14. Prasad A, Fry K, Hersh PS. Relationship of age and refraction to central corneal thickness. *Cornea*. 2011;30(5):553-5.
15. Linke SJ, Steinberg J, Eddy MT, Richard G, Katz T. Relationship between minimum corneal thickness and refractive state, keratometry, age, sex, and left or right eye in refractive surgery candidates. *Journal of cataract and refractive surgery*. 2011;37(12):2175-80.
16. Pakravan M, Parsa A, Sanagou M, Parsa CF. Central corneal thickness and correlation to optic disc size: a potential link for susceptibility to glaucoma. *The British journal of ophthalmology*. 2007;91(1):26-8.