

Correlation of Central Corneal Thickness with Optic Disc Area in Patients with Primary Open Angle Glaucoma

Pakravan M, MD; Anisian A, MD

Purpose: To evaluate the relationship between central corneal thickness (CCT) and optic disc area in patients with primary open angle glaucoma (POAG).

Methods: The study was performed on patients with POAG who were being followed at Johns Hopkins Hospital. All patients underwent thorough eye examination, optic disc imaging with the Heidelberg Retina Tomograph II (HRT II), and ultrasound corneal pachymetry. Exclusion criteria were prior ocular surgery and low-quality HRT II images (HRT standard deviation > 50). SAS version 8.1 was used to generate Pearson correlation coefficients (r).

Results: Of 199 eyes of 152 participants, 57 eyes met the inclusion and exclusion criteria of the study. Mean CCT was 530.7 +/- 35.5 microns. Black subjects had thinner corneas (blacks= 520 microns, whites= 546, others= 550, $p < 0.05$). White subjects had smaller discs (Whites' mean disc area= 1.84 mm², blacks= 2.44, others= 2.38 $P= 0.0003$). Univariate analysis revealed that CCT is inversely correlated with optic disc area ($r = -0.215$, $P= 0.12$, $n= 53$). After including all HRT images with standard deviation < 100, a statistically significant correlation was observed among white subjects ($r = -0.282$, $P= 0.02$, $n= 60$).

Conclusion: Our findings demonstrate that optic nerve size might have some correlation with central corneal thickness. It may be that the protective effect of thicker corneas is not solely due to mis-measurement of IOP, but may also be an indication of more robust optic nerve head tissue.

- Bina J Ophthalmol 2006; 12 (1): 58-63.

ارتباط ضخامت مرکز قرنیه با مساحت سر عصب بینایی در بیماران دچار گلوکوم زاویه باز اولیه

دکتر محمد پاکروان^۱ و دکتر آرش انیسیان^۲

هدف: ارزیابی ارتباط احتمالی بین ضخامت مرکز قرنیه و اندازه سر عصب بینایی در مبتلایان به گلوکوم زاویه باز اولیه. **روش پژوهش:** جمعیت مورد مطالعه، بیماران دچار گلوکوم زاویه باز اولیه ای می باشند که در بیمارستان جانزهاپکینز آمریکا تحت پی گیری بوده اند. همه بیماران تحت معاینات کامل چشم پزشکی، عکس برداری سر عصب بینایی به وسیله HRT II (Heidelberg Retina Tomogram II) و اندازه گیری ضخامت مرکز قرنیه به وسیله پاکی متر اولتراسوند قرار گرفتند. تعداد ۱۹۹ چشم از ۱۵۲ بیمار دچار گلوکوم زاویه باز اولیه که رضایت نامه را امضا کرده بودند؛ وارد مطالعه شدند. پس از خارج کردن چشم هایی که عکس های آنها از کیفیت پایینی برخوردار بود و چشم هایی که تحت عمل جراحی قبلی قرار گرفته بودند و همچنین انتخاب تصادفی یکی از چشم های بیماران، در نهایت داده های ۵۷ چشم با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۸/۱ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و ضریب همبستگی پیرسون بین ضخامت مرکز قرنیه و مساحت سر عصب بینایی تعیین گردید.

یافته ها: متوسط ضخامت مرکز قرنیه ۵۳۰/۷±۳۵/۵ میکرون بود. بیماران سیاه پوست قرنیه های نازک تری داشتند؛ میانگین ضخامت قرنیه در سیاه پوستان ۵۲۰ میکرون، سفیدپوستان ۵۴۶ میکرون و نژادهای دیگر ۵۵۰ میکرون بود ($P < 0.05$). سفیدپوستان دیسک بینایی کوچک تری داشتند؛ به طوری که مساحت دیسک در سفیدپوستان ۱/۸۴

میلی‌متر مربع، در سیاه‌پوستان ۲/۴۴ میلی‌متر مربع و نژادهای دیگر ۲/۳۸ میلی‌متر مربع بود ($P=0/000$). در تحلیل تک‌متغیری، ضخامت مرکز قرنیه با مساحت سر عصب بینایی، ارتباط منفی داشت ($N=53$ و $P=0/12$ و $r=-0/215$) که پس از تغییر معیارهای خروج از مطالعه و وارد کردن تصاویر HRT با انحراف معیار کم‌تر از ۱۰۰ در تحلیل آماری، این ارتباط منفی در بیماران سفیدپوست از نظر آماری معنی‌دار بود ($N=60$ ، $P=0/02$ و $r=-0/282$). به عبارت دیگر، در چشم‌های بیماران سفیدپوستی که ضخامت قرنیه بیش‌تری داشتند؛ مساحت سر عصب بینایی کم‌تر بود و بر عکس. نتیجه‌گیری: وجود ارتباط منفی بین ضخامت مرکز قرنیه و اندازه دیسک در بیماران سفیدپوست دچار گلوکوم زاویه‌باز اولیه نشان می‌دهد که ممکن است برخی مولفه‌های دیگر سر عصب بینایی، مانند صفحه غربالی، ارتباطات ناشناخته‌ای با ضخامت مرکز قرنیه داشته باشند.

• مجله چشم‌پزشکی بینا ۱۳۸۵؛ دوره ۱۲، شماره ۱: ۶۳-۵۸.

• این مطالعه به صورت سخنرانی در بیست و سومین کنگره جامعه جراحان کاتاراکت و رفرکتیو اروپا در شهر لیسبون پرتغال در سال ۲۰۰۵ میلادی ارائه شده است.

• پاسخ‌گو: دکتر محمد پاکروان (e-mail: mopakravan@yahoo.com)

تاریخ دریافت مقاله: ۲۲ دی ۱۳۸۴

تاریخ تایید مقاله: ۵ تیر ۱۳۸۵

۱- استادیار - چشم‌پزشک - دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۲- پزشک عمومی - پژوهشگر - مرکز تحقیقات چشم دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

تهران - پاسداران - بوستان نهم - بیمارستان لبافی‌نژاد - مرکز تحقیقات چشم

مقدمه

مطالعات اخیر، ارتباط بین ضخامت مرکز قرنیه و خطر بروز گلوکوم^۱ و اختلالات زودرس در میدان بینایی^۲ را ثابت کرده‌اند. این ارتباط ممکن است به دلیل خطای اندازه‌گیری فشار داخل چشمی (IOP) در چشم‌های دارای قرنیه ضخیم و یا ناشی از اختلافات ساختمانی در چشم‌های دارای قرنیه ضخیم باشد. ممکن است ضخامت مرکز قرنیه، نشانه‌ای از قدرت و مقاومت صلبیه در سطح عصب بینایی باشد و قرنیه ضخیم‌تر، موید عصب مقاوم‌تر باشد.

به دلیل مجاورت و در امتداد هم بودن قرنیه، صلبیه و عصب بینایی، می‌توان فرض نمود که بین ضخامت مرکز قرنیه و ویژگی‌های دیسک بینایی، ارتباط‌هایی وجود داشته باشند. با این که مطالعات بیومتریکی وسیعی درباره ارتباط مولفه‌های دیسک بینایی و ویژگی‌های دیگر از جمله نژاد، جنس، سن، قد، کراتومتری، رنگ عنبیه، ضخامت عدسی، عمق اتاق قدامی، رفرکشن، طول قدامی - خلفی چشم، IOP، انواع مختلف گلوکوم و تنبلی چشم صورت گرفته است^{۳-۱۷} ولی مطالعه در مورد

ارتباط بین ضخامت مرکز قرنیه و مولفه‌های دیسک بینایی بسیار محدود است^{۱۸و۱۹}.

این مطالعه به منظور ارزیابی ارتباط احتمالی بین ضخامت مرکز قرنیه و مساحت دیسک بینایی در یک جمعیت مبتلا به گلوکوم زاویه‌باز اولیه انجام شده است.

روش پژوهش

جمعیت مورد مطالعه شامل بیماران دچار گلوکوم زاویه‌باز اولیه بودند که به طور موازی در یک مطالعه آینده‌نگر دیگر در بیمارستان جانزهاپکینز ایالات متحده آمریکا تحت پی‌گیری بودند. همه بیماران، رضایت‌نامه شرکت در مطالعه حاضر را امضا نمودند و طراحی مطالعه توسط شورای بازنگری مبانی حقوقی جانزهاپکینز (Johns Hopkins Institutional Review Board) مورد بررسی و تایید قرار گرفت. همه بیماران توسط یک پزشک فوق‌تخصص گلوکوم مورد معاینه کامل قرار گرفته بودند و تشخیص گلوکوم، بر اساس اطلاعات موجود در پرونده آن‌ها داده شد. معیارهای تشخیص گلوکوم عبارت بودند از وجود

سفیدپوستان ۵۴۶ میکرون و در نژادهای دیگر ۵۵۰ میکرون بود ($P < 0.05$).

جدول ۱- شاخص‌های مرکزی و پراکندگی متغیرهای بررسی شده

متغیرها	تعداد	میانگین (انحراف معیار)	دامنه
ضخامت مرکز قرنیه (میکرون)	۵۷	۵۳۰٫۷ (۳۵٫۵)	۴۵۰-۶۰۵
سطح دیسک (mm ^۲)	۵۳	۲٫۰۲ (۰٫۵۱)	۰٫۷۶-۳٫۲۷
سطح حاشیه دیسک (mm ^۲)	۵۳	۱٫۰۳ (۰٫۳۶)	۰٫۲۱-۱٫۹۹
رفرکشن (دیوپتر)	۵۵	-۲٫۲ (۲٫۹۸)	-۱۲٫۵-۳٫۵

بیماران سفیدپوست، بعد از تطبیق از نظر سن و جنس، دیسک بینایی کوچک‌تری نسبت به سایر نژادها داشتند؛ به طوری که مساحت دیسک بینایی در سفیدپوست‌ها ۱/۸۴ میلی‌متر مربع، در سیاه‌پوستان ۲/۴۴ میلی‌متر مربع و در سایر نژادها ۲/۳۸ میلی‌متر مربع بود ($P = 0.000$).

در تحلیل تک‌متغیری، ضخامت مرکز قرنیه با مساحت دیسک بینایی، ارتباط منفی داشت؛ به این معنی که قرنیه‌های ضخیم‌تر، با دیسک بینایی کوچک‌تر همراه بودند ($N=53$ ، $P=0.12$ و $R=-0.215$). در تحلیل تک‌متغیری دیگر بر اساس نژاد، در سفیدپوست‌ها نیز بین ضخامت مرکز قرنیه و مساحت دیسک، ارتباط منفی مشابهی مشاهده گردید ($N=37$ ، $P=0.15$ و $R=-0.241$). این ارتباط در سیاه‌پوستان ($N=11$ ، $P=0.23$ و $R=0.391$) و نژادهای دیگر ($N=5$ ، $P=0.08$ و $R=0.140$) مشاهده نشد ولی تعداد موارد در این گروه‌ها کم بود.

در صورتی که در تحلیل آماری، تصاویر HRT با انحراف معیار کم‌تر از ۱۰۰ را وارد می‌کردیم؛ ارتباط منفی بین ضخامت مرکز قرنیه و مساحت دیسک بینایی در بین سفیدپوستان از نظر آماری معنی‌دار می‌شد ($N=60$ ، $P=0.02$ و $R=-0.282$). این ارتباط در نمودار (۱) نشان داده شده است.

بحث

در این مطالعه، یک همبستگی منفی بین ضخامت مرکزی قرنیه و مساحت دیسک بینایی براساس تصاویر HRT با انحراف معیار کم‌تر از ۵۰ در بیماران دچار گلوکوم زاویه‌باز به دست

حداقل دو میدان بینایی با اختلالات مشخص (براساس میدان بینایی Humphrey Stat Pac دارای ۲ پارامتر با احتمال زیر ۵ درصد برای انحراف میانگین و احتمال کم‌تر از ۵ درصد برای PSD [pattern standard deviation] اصلاح‌شده و یا آزمون همی‌فیلد گلوکومی خارج از محدوده طبیعی) همراه با اختلالات دیسک بینایی موید گلوکوم (براساس معاینه و ارزیابی توسط فوق تخصص گلوکوم در کلینیک گلوکوم موسسه چشم ویلمر). برای همه بیماران، عکس‌برداری سر عصب بینایی به وسیله HRT II (Heidelberg Retina Tomograph II) انجام شد. تنها تصاویر دارای کیفیت مناسب که دارای انحراف معیار HRT کم‌تر از ۵۰ بودند؛ انتخاب شدند. ضخامت مرکز قرنیه براساس میانگین سه اندازه‌گیری با پانکی‌متر اولتراسوند DGH-۵۰۰ تعیین شد. چشم‌هایی که تحت اعمال جراحی داخل چشمی قرار گرفته بودند و نیز افرادی که تعیین حاشیه دیسک آن‌ها مقدور نبود؛ از مطالعه خارج شدند. در موارد دوچشمی، تنها یک چشم به طور تصادفی انتخاب و بررسی شد. از نرم‌افزار SAS نسخه ۸/۱ برای طبقه‌بندی داده‌ها و تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد. ضریب همبستگی پیرسون (r) بین ضخامت مرکز قرنیه و مساحت سر عصب بینایی تعیین گردید.

یافته‌ها

از ۱۵۲ بیمار دچار گلوکوم زاویه‌باز اولیه که در مطالعه شرکت داده شدند؛ پس از اعمال معیارهای خروج و خارج کردن عکس‌های دارای کیفیت پایین و انتخاب تصادفی یک چشم، در نهایت داده‌های ۵۷ چشم از ۵۷ بیمار مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

بیماران شامل ۱۱ فرد (۱۹/۳ درصد) سیاه‌پوست، ۴۰ فرد (۷۰/۲ درصد) سفیدپوست و ۶ فرد (۱۰/۵ درصد) از نژادهای دیگر و در ۵۴/۴ درصد موارد (۳۱ بیمار) مونث بودند. متوسط سن بیماران 63 ± 11.6 سال (دامنه ۳۵-۸۹ سال) بود. اطلاعات مربوط به ضخامت مرکز قرنیه، سطح دیسک و حاشیه عصب و رفرکشن بیمار مورد مطالعه در جدول (۱) ارائه شده است.

بیماران سیاه‌پوست، بعد از تطبیق از نظر سن و جنس، قرنیه نازک‌تری نسبت به سایر نژادها داشتند؛ به طوری که میانگین ضخامت مرکز قرنیه در سیاه‌پوستان ۵۲۰ میکرون، در

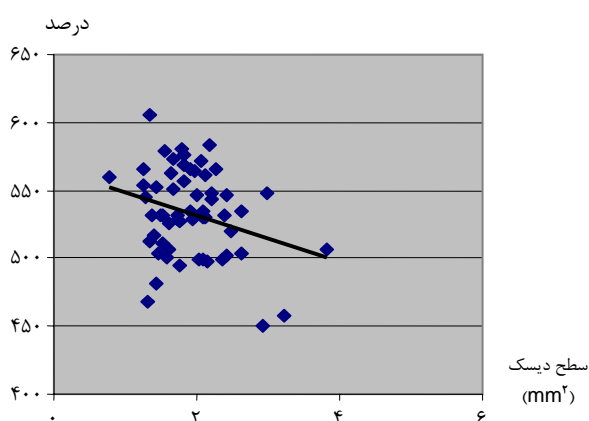
ارتباط دارند ولی این ارتباطها کاملاً به موازات هم نیستند. Rudnicka^{۱۲} دریافت که هیچ ارتباطی بین مولفه‌های دیسک بینایی و سن در افراد زیر ۴۰ سال وجود ندارد و نیز مساحت دیسک در خانم‌ها کوچک‌تر است. اما Varma^{۱۵} در جمعیت مورد مطالعه در بالتیمور، ارتباطی بین جنس و اندازه دیسک نیافت. در مطالعه دیگری بر روی جنبه‌های مختلف دیسک بینایی در یک جمعیت عمومی، سن هیچ‌گونه ارتباطی با ویژگی‌های دیسک بینایی نداشت؛ در حالیکه مساحت دیسک در مردان مختصری بزرگ‌تر از زنان بود^{۱۷}. در مطالعه دیگری دیده شد که در چشم‌های با رنگ‌های متفاوت عنبیه، تفاوتی در اندازه دیسک‌ها وجود ندارد^{۱۶}.

حسب اطلاع ما، مطالعات بسیار محدودی به منظور ارزیابی ارتباط بین ضخامت مرکز قرنیه و اندازه دیسک بینایی صورت گرفته‌اند. Viestenz^{۱۴} متوجه شد که در ماکرودیسک‌هایی که IOP بالایی دارند؛ نسبت به ماکرودیسک‌های با IOP طبیعی، انحناى قرنیه و ضخامت مرکز قرنیه بیش‌تر است. در این مطالعه، تمرکز و توجه، بیش‌تر بر روی ماکرودیسک، IOP و ضخامت قرنیه بود که متفاوت از مطالعه ماست. در مطالعه‌ای دیگر، ارتباط بین ضخامت مرکز قرنیه و ضخامت صفحه غربالی (لامینا کریبروزا) در چشم‌های اجساد افراد غیر گلوکومی بررسی شد که ارتباطی پیدا نشد ولی در نتیجه‌گیری، علت این فقدان همراهی را احتمالاً آرتفکت‌های ناشی از روش‌های تهیه و برش‌های بافتی دانستند^{۱۸}.

همبستگی منفی موجود بین ضخامت مرکز قرنیه و مساحت دیسک در جمعیت مورد مطالعه ما نشان می‌دهد که مساحت دیسک در چشم‌های دچار گلوکوم زاویه‌باز اولیه و به ویژه در سفیدپوستان که قرنیه ضخیم‌تری دارند؛ کم‌تر است و برعکس. هرچند این ارتباط در کل جمعیت مورد مطالعه ما از نظر آماری معنی‌دار نبود ولی در جمعیت سفیدپوست و با در نظر گرفتن تصاویر HRT با انحراف معیار کم‌تر از ۱۰۰، این ارتباط از نظر آماری معنی‌دار شد. بنابراین این ارتباط می‌تواند واقعی و از نظر بالینی با اهمیت باشد. از طرفی، مقوله تقابل اهمیت آماری و اهمیت بالینی، موضوعی مورد بحث و اختلاف نظر می‌باشد^{۱۹،۲۰}.

هم‌چنین در جمعیت مورد مطالعه که دچار گلوکوم زاویه‌باز اولیه بودند؛ دیسک بینایی در سفیدپوستان به طور معنی‌داری کوچک‌تر از سایر نژادها بود و نیز ضخامت مرکز قرنیه به طور

آمد؛ به این معنی که قرنیه‌های ضخیم، دیسک بینایی کوچک‌تری داشتند ($N=53$ ، $P=0.12$ و $R=-0.215$). اگرچه این ارتباط از نظر آماری معنی‌دار نبود ولی وقتی عکس‌های HRT با انحراف معیار کم‌تر از ۱۰۰ وارد تجزیه و تحلیل آماری شدند؛ همبستگی منفی موجود، از نظر آماری معنی‌دار بود ($N=60$ ، $P=0.02$ و $R=-0.282$).



نمودار ۱- پراکندگی ۶۰ چشم براساس ضخامت مرکز قرنیه و مساحت دیسک بینایی در سفیدپوستان دچار گلوکوم زاویه‌باز اولیه بر پایه تصاویر با انحراف معیار کم‌تر از ۱۰۰ ($P=0.02$ و $R=-0.282$)

در ارتباط با ویژگی‌های آناتومیکی و بیومتریکی دیسک بینایی و ارتباط آن با مسایل مختلفی از جمله نژاد، جنس، سن، قد، کراتومتری، رنگ عنبیه، ضخامت عدسی، عمق اتاق قدامی، رفرکشن، طول قدامی- خلفی چشم، IOP، انواع مختلف گلوکوم و تنبلی چشم، مطالعات فراوانی انجام شده‌اند^{۳-۱۷}. Quigley^۳ در یک گروه بیمار دچار گلوکوم در بالتیمور متوجه شد که مساحت دیسک بینایی در بیماران دچار گلوکوم با IOP بالا و بیماران دچار گلوکوم با IOP پایین، تفاوتی ندارد. Wang^۶ در مطالعه‌ای (Reykjavik Eye Study) دریافت که دیسک‌های بینایی دارای خصوصیات ساختمانی گلوکومی از دیسک‌های طبیعی، به میزان قابل توجهی بزرگ‌ترند. Mitchell و Healey^۸ نیز در مطالعه‌ای دیگر (the Blue Mountains Eye Study) به همین نتیجه دست یافتند.

Chihara^۶ مطرح نمود که تغییرات توپوگرافیک دیسک بینایی و استعداد به ایجاد صدمات گلوکومی، با برخی مولفه‌های چشمی شامل قطر قدامی- خلفی چشم و فاصله دیسک از فووا

تاثیر قرار می‌دهند. این وسیله برای قرنیه‌های با ضخامت ۵۲۰ میکرون تنظیم شده است و در قرنیه‌های با ضخامت بیش از ۵۲۰ تا ۵۵۰ میکرون که دچار ادم نباشند؛ IOP به خطا، بیش‌تر اندازه‌گیری می‌شود^{۲۶ و ۲۵}.

یافته مطالعه ما، یعنی همبستگی منفی بین ضخامت مرکز قرنیه و اندازه عصب بینایی، به ویژه در سفیدپوستان مبتلا به گلوکوم زاویه‌باز اولیه، حاکی از آن است که مولفه‌های دیسک بینایی نیز ارتباط‌هایی با ضخامت قرنیه دارند و ممکن است عوامل دیگری (از جمله تفاوت‌هایی در صفحه غربالی) نیز در این ارتباطها دخیل باشند و این نظریه مطرح می‌شود که اثر محافظتی قرنیه‌های ضخیم که به خطای اندازه‌گیری فشار چشم نسبت داده می‌شود؛ ممکن است ناشی از وجود عصب بینایی کوچک‌تر و در نتیجه مقاوم‌تر در مقابل صدمات ناشی از گلوکوم باشد. این نتایج، ضرورت انجام مطالعات بیش‌تر را برای پیدا کردن سازوکارهای احتمالی دیگری که موجب مقاوم‌تر شدن چشم‌های دارای قرنیه‌های ضخیم‌تر می‌شوند؛ نشان می‌دهند.

نتیجه‌گیری

این یافته که ضخامت مرکز قرنیه در بیماران سفیدپوست دچار گلوکوم زاویه‌باز اولیه، با اندازه دیسک، همبستگی منفی دارد؛ می‌تواند مطرح‌کننده این موضوع باشد که ممکن است برخی مولفه‌های دیگر سر عصب بینایی (مانند صفحه غربالی)، ارتباط‌های ناشناخته‌ای با ضخامت مرکز قرنیه داشته باشند و این وضعیت، عامل مقاومت بیش‌تر چشم‌های دارای قرنیه ضخیم‌تر در برابر تغییرات گلوکومی باشد.

معنی‌داری در سیاه‌پوستان نازک‌تر از سایر نژادها بود. مطالعات دیگر نیز نشان دادند که دیسک بینایی و کاپ، در سیاه‌پوستان نسبت به نژادهای دیگر، بزرگ‌ترند^{۲۱ و ۴} که مشابه یافته ماست.

در مطالعات دیگر معلوم شده است که اندازه دیسک بینایی ارتباط‌هایی با استعداد تخریب آکسون‌ها در گلوکوم دارد^{۲۳ و ۲۲، ۲۶}. استعداد نواحی قطب فوقانی و قطب تحتانی دیسک بینایی به صدمات ناشی از گلوکوم ممکن است به دلیل بزرگ‌تر بودن نسبت مساحت سوراخ‌های صفحه غربالی به مساحت دیسک و هم‌چنین نازک‌تر بودن بافت هم‌بندی و در نتیجه حمایت بافتی کم‌تر در این نواحی نسبت به سایر نواحی دیسک باشد. در صدمات ناشی از گلوکوم، تغییراتی در مورفولوژی سطح صفحه غربالی رخ می‌دهند^{۲۴}. نسبت سطح سوراخ‌های صفحه غربالی به سطح دیسک، با کوچک‌تر شدن دیسک، کم‌تر می‌شود و ممکن است تصور گردد که یک اثر محافظتی در برابر گلوکوم، در دیسک‌های کوچک‌تر دارد. اگر چه دیسک‌های بزرگ‌تر نسبت به دیسک‌های کوچک‌تر، ذخیره عصبی-شکلی‌ای بیش‌تری دارند ولی عقیده بر این است که گرادیان فشار در سطح صفحه غربالی، موجب انحنای جابه‌جایی بیش‌تر در این اعصاب و در نتیجه منجر به تخریب بیش‌تر آن‌ها می‌شود^{۲۴ و ۲۲}.

مهم‌تر این که بحث‌های زیادی در مورد اثر ضخامت مرکز قرنیه بر خطاهای اندازه‌گیری IOP مطرح‌اند. چندین مطالعه مشخص نموده‌اند که ضخامت مرکز قرنیه در بیماران دچار IOP بالا، به طور قابل توجهی ضخیم‌تر و در بیماران دچار گلوکوم با فشار طبیعی، نازک‌تر است^{۲۷-۲۵}. سختی (ریجیدیت) قرنیه و صلبیه، فشار اندازه‌گیری‌شده توسط تونومتر گلدمن را تحت

منابع

- 1- Herndon LW, Weizer JS, Stinnett SS. Central corneal thickness as a risk factor for advanced glaucoma damage. *Arch Ophthalmol* 2004;122:17-21.
- 2- Medeiros FA, Sample PA, Weinreb RN. Corneal thickness measurements and frequency doubling technology perimetry abnormalities in ocular hypertensive eyes. *Ophthalmology* 2003;110:1903-1908.
- 3- Quigley HA, Warma R, Tielsch JM, Katz J, Sommer A, Gilbert DL. The relationship between optic disc area and open-angle glaucoma: the Baltimore Eye Survey. *J Glaucoma* 1999;8:347-352.
- 4- Zangwill LM, Weinreb RN, Berry CC, Smith AR, Dirkes KA, Coleman AL, et al. Racial differences in optic disc topography. *Arch Ophthalmol* 2004;122:
- 5- Lempert P. Axial length-disc area ratio in esotropic amblyopia. *Arch Ophthalmol* 2003;121:821-824.
- 6- Chihara E, Chihara K. Covariation of optic disc measurements and ocular parameters in the healthy eye. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1994;32:265-271.
- 7- Wang L. Increased disk size in glaucomatous eyes

- vs normal eyes in the Reykjavik Eye Study. *Am J Ophthalmol* 2003;135:226-228.
- 8- Healey PR, Mitchell P. Optic disk size in open-angle glaucoma: the Blue Mountains Eye Study. *Am J Ophthalmol* 1999;128:515-517.
- 9- Singh RP, Goldberg I, Graham SL, Sharma A, Mohsin M. Central corneal thickness, tonometry, and ocular dimensions in glaucoma and ocular hypertension. *J Glaucoma* 2001;10:206-210.
- 10- Touzeau O, Allouch C, Borderie V, Kopito R, Laroche L. Correlation between refraction and ocular biometry. *J Fr Ophthalmol* 2003;26:355-363.
- 11- Agarwal HC. The normal optic nerve head on heidelberg retina tomography II. *Indian J Ophthalmol* 2003;51:25-33.
- 12- Rudnicka AR, Frost C, Owen CG, Edgar DF. Nonlinear behavior of certain optic nerve head parameters and their determinants in normal subjects. *Ophthalmology* 2001;108:2358-2368.
- 13- Meyer T, Howland HC. How large is the optic disc? Systematic errors in fundus cameras and topographers. *Ophthalmic Physiol Opt* 2001;21:139-150.
- 14- Viestenz A, Wakili N, Junemann AG, Horn FK, Mardin CY. Comparison between central corneal thickness and IOP in patients with macrodisca with physiologic macro-cup and normal-sized vital discs. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2003;241:652-655.
- 15- Varma R, Tielsch JM, Quigley HA, Hilton SC, Katz J, Spaeth GL, Sommer A. Race-, age-, gender-, and refractive error-related differences in normal optic disc. *Arch Ophthalmol* 1994;112:112-116.
- 16- Budde WM, Velten IM, Jonas JB. Optic disc size and iris color. *Arch Ophthalmol* 1998;116:545-549.
- 17- Ramrattan RS, Ramrattan RS, Wolfs RC, Jonas JB, Hofman A, de Jong PT. Determinants of optic disc characteristics in a general population: The Rotterdam Study. *Ophthalmology* 1999;106:1588-1596.
- 18- Jonas JB, Holbach L. Central corneal thickness and thickness of the lamina cribrosa in human eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:1275-1279.
- 19- Romano PE. The statistical significance $P \leq 0.05$ trap. *Ophthalmology* 2002;109:1949-1950.
- 20- Romano PE. Tchebysheff! Yet another reason you should not use "statistical Significance" = a Probability, or = 0.05. *Binocul Vis Strabismus Q* 1998;13:15.
- 21- Chi T, Ritch R, Stickler D, Pitman B, Tsai C, Hsieh FY. Racial differences in optic nerve head parameters. *Arch Ophthalmol* 1989;107:836-839.
- 22- Quigley HA, Brown AE, Morrison JD, Drance SM. The size and shape of the optic disc in normal human eyes. *Arch Ophthalmol* 1990;108:51-57.
- 23- Tezel G, Trinkaus K, Wax MB. Alterations in the morphology of lamina cribrosa pores in glaucomatous eyes. *Br J Ophthalmol* 2004;88:251-256.
- 24- Bellezza AJ, Hart RT, Burgoyne CF. The optic nerve head as a biomechanical structure: initial finite element modeling. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000;41:2991-3000.
- 25- Herman DC, Hodge DO, Bourne WM. Increased corneal thickness in patients with ocular hypertension. *Arch Ophthalmol* 2001;119:334-336.
- 26- Sobottka Ventura AC, Remonda L, Magon DS. Central corneal thickness measurements in patients with normal tension glaucoma, primary open angle glaucoma, pseudoexfoliation glaucoma, or ocular hypertension. *Br J Ophthalmol* 2001;85:792-795.
- 27- Medeiros FA, Sample PA, Weinreb RN. Corneal thickness measurements and visual function abnormalities in ocular hypertensive patients. *Am J Ophthalmol* 2003;135:131-137.