

## Central Corneal Thickness Measurements in Normal and Keratoconic Eyes Using Three Corneal Pachymeters

Jafarinasab MR, MD; Feizi S, MD\*; Karimian F, MD; Salehirad S, MD; Hasanpour H, MD

Ophthalmic Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

\*Corresponding Author: sepehrfeizi@yahoo.com

**Purpose:** To assess the agreement of ultrasonic pachymetry, the Galilei dual Scheimpflug analyzer and Orbscan II in measuring central corneal thickness (CCT) in normal and keratoconic eyes.

**Methods:** In this prospective comparative study, CCT was measured in 88 refractive surgery candidates and 76 (39 right) eyes of 45 keratoconic patients using ultrasonic pachymetry, Galilei and OrbscanII. Readings by the three instruments were compared using one-way analysis of normal variance. Agreement between the three devices was assessed using Pearson (R) and intraclass correlation (ICC) coefficients, mountain plots, and Bland-Altman plots.

**Results:** In the normal group, mean CCT was  $551.0 \pm 39.4$ ,  $566.9 \pm 33.5$ , and  $565.5 \pm 40.9 \mu\text{m}$  measured by ultrasonic pachymetry, Galilei and Orbscan II, respectively ( $P < 0.001$ ). Corresponding figures in the keratoconus group were  $488.4 \pm 61.5$ ,  $504.1 \pm 42.0$ , and  $473.8 \pm 58.5 \mu\text{m}$ , respectively ( $P < 0.001$ ). CCT measurements by the three instruments were significantly correlated in both groups. The association was strongest in the normal group and between the Galilei and OrbscanII ( $R = 0.91$ ,  $ICC = 0.90$ ), where 95% limits of agreement (LOA) were narrowest ( $-35$  to  $32 \mu\text{m}$ ). The correlation was weakest in the keratoconus group and between ultrasonic pachymetry and Galilei ( $R = 0.67$ ,  $ICC = 0.61$ ).

**Conclusion:** To measure CCT, Galilei and Orbscan can be used interchangeably in normal eyes but not in keratoconic eyes. Agreement between the two optical devices and ultrasonic pachymetry is low and therefore they cannot replace ultrasonic pachymetry in measuring CCT in normal or keratoconic corneas.

**Keywords:** Central Corneal Thickness, Galilei, Orbscanii, Ultrasonic Pachymetry, Keratoconus

• Bina J Ophthalmol 2013; 18 (3): 280-288.

Received: 11 March 2012

Accepted: 16 December 2012

### مقایسه ضخامت مرکزی قرنیه در چشم‌های طبیعی و قوز قرنیه با استفاده از سه نوع پاک‌متر

دکتر محمدرضا جعفری‌نسب<sup>۱</sup>، دکتر سپهر فیضی<sup>۲</sup>، دکتر فرید کریمی‌ان<sup>۱</sup>، دکتر شهرام صالحی راد<sup>۲</sup> و دکتر حسین حسن‌پور<sup>۲</sup>

**هدف:** ارزیابی میزان تطابق پاک‌متری اولتراسونیک، تحلیل‌گر گالیله با شیمفلاگ دوگانه و ارباسکن II جهت سنجش ضخامت مرکزی قرنیه (CTT) در چشم‌های طبیعی و دارای قوز قرنیه.

**روش پژوهش:** در این مطالعه آینده‌نگر مقایسه‌ای، ضخامت مرکزی قرنیه در ۸۸ چشم راست از ۸۸ بیمار کاندید جراحی انکساری و ۷۶ چشم (۳۹ چشم راست) از ۴۵ بیمار دارای قوز قرنیه با استفاده از پاک‌متری اولتراسونیک، گالیله و ارباسکن II اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از ضرایب پیرسون و وابستگی بین گروهی (ICC) و مدل‌های Mountain و Bland Altman مقایسه شدند.

**یافته‌ها:** میانگین ضخامت مرکزی قرنیه با استفاده از پاک‌متری اولتراسونیک، گالیله و ارباسکن II در گروه طبیعی به ترتیب  $551 \pm 39.4$ ،  $566.9 \pm 33.5$  و  $565.5 \pm 40.9$  میکرومتر ( $P < 0.001$ ) و در گروه قوز قرنیه به ترتیب  $488.4 \pm 61.5$ ،  $504.1 \pm 42.0$  و  $473.8 \pm 58.5$  میکرومتر بود ( $P < 0.001$ ). ارتباط معنی‌دار آماری در ضخامت مرکزی قرنیه اندازه‌گیری شده با این سه وسیله در دو گروه حاصل شد. قوی‌ترین ارتباط در گروه طبیعی و بین گالیله و ارباسکن II ( $ICC: 0.90$  و  $R: 0.91$ ) با

حداقل ۹۵ درصد محدوده توافق بود (۳۵- تا ۳۲ + میکرومتر) و ضعیف‌ترین ارتباط در گروه قوز قرنیه و بین اندازه‌های حاصل از پاکی‌متری اولتراسونیک و گالیه حاصل شد (۰/۶۱ ICC، ۰/۶۷ R).

**نتیجه‌گیری:** برای سنجش CCT در چشم‌های طبیعی می‌توان از گالیه و ارباسکن II به جای یکدیگر استفاده نمود، اما این دو در چشم‌های دارای قوز قرنیه به جای یکدیگر قابل استفاده نمی‌باشند. میزان تطابق بین دو دستگاه اپتیکی و پاکی‌متری اولتراسونیک پایین می‌باشد، بنابراین این دو دستگاه نمی‌توانند جایگزین پاکی‌متری اولتراسونیک در اندازه‌گیری CCT در بیماران دارای قوز قرنیه یا قرنیه‌های طبیعی باشند.

• مجله چشم‌پزشکی بینا ۱۳۹۲؛ دوره ۱۸، شماره ۳: ۲۸۸-۲۸۰.

• پاسخ‌گو: دکتر سپهر فیضی (e-mail: sepehrfeizi@yahoo.com)

۱- استاد- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۲- استادیار- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۳- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

تهران- پاسداران- بوستان نهم- خیابان پایدارفرد (خیابان امیر ابراهیمی)- پلاک ۲۳- مرکز تحقیقات چشم

دریافت مقاله: ۲۱ اسفند ۱۳۹۰

تایید مقاله: ۲۶ آذر ۱۳۹۱

## مقدمه

اندازه‌گیری ضخامت مرکزی قرنیه Central Corneal Thickness (CCT) از نظر پایش سلامتی سلول‌های اندوتلیال، ارزیابی قرنیه قبل و بعد از جراحی عیوب انکساری، اندازه‌گیری صحیح فشار داخل چشمی و تشخیص، پی‌گیری و طراحی مداخلات جراحی در بیماری‌های قرنیه مانند قوز قرنیه حائز اهمیت است<sup>۱،۲</sup>.

یک دستگاه پاکی‌متری کامل باید بی‌خطر و دقیق، با پایایی و تکرارپذیری بالا باشد. پاکی‌متری اولتراسونیک به عنوان استاندارد اندازه‌گیری ضخامت قرنیه در نظر گرفته شده است<sup>۳-۵</sup>.

ضعف عمده این روش، ایجاد ناراحتی و گاهی خطر انتقال عفونت به دلیل تماس با قرنیه می‌باشد. این تماس ممکن است با اندازه‌گیری‌های بعدی مانند توپوگرافی تداخل کند<sup>۶</sup>.

به علاوه صحت پاکی‌متری اولتراسونیک ممکن است به طور زیناباری با تغییر در سرعت پیشرفت امواج اولتراسونیک به علت ادم استروما و موقعیت غیر عمودی یا خارج از مرکز پروب تحت تاثیر قرار گیرد<sup>۷</sup>.

به تازگی چندین فن‌آوری اپتیکی غیرتماسی مانند ارباسکن و تصویربرداری به روش شیمفلاگ توسعه پیدا کرده‌اند تا محدودیت‌های پاکی‌متری اولتراسونیک را برطرف نمایند. با این روش‌ها، خطر انتقال عفونت و نیاز به بی‌حسی قرنیه برطرف می‌شود، هم‌چنین مرکز قرنیه به صورت غیر وابسته به اپراتور تعیین می‌شود که صحت و سهولت بیشتری دارد. تاکنون مشخص نشده که نتایج این روش‌ها قابل مقایسه با پاکی‌متری اولتراسونیک

می‌باشند و یا می‌توانند به جای یکدیگر در قرنیه‌های طبیعی و غیرطبیعی مورد استفاده قرار گیرند.

در این مطالعه سه روش اندازه‌گیری ضخامت مرکزی قرنیه شامل پاکی‌متری اولتراسونیک، گالیه و ارباسکن II در قرنیه‌های طبیعی و چشم‌های دارای قوز قرنیه مورد مقایسه قرار می‌گیرند.

## روش پژوهش

در این مطالعه مقایسه‌ای آینده‌نگر، بیماران دارای قوز قرنیه و افراد طبیعی که جهت جراحی انکساری انتخاب شده بودند به طور پیاپی وارد مطالعه شدند. تشخیص اولیه قوز قرنیه براساس یافته‌های اسلیت‌لامپ (نازکی استروما، حلقه فلشر، چین‌های Vogt و بیرون‌زدگی مخروطی شکل قرنیه) و الگوهای ویژه همراه در توپوگرافی پلاسیدو صورت گرفت. چشم‌ها با سابقه هیدروپس حاد و یا شرح حال جراحی قرنیه‌ای از مطالعه خارج شدند. شدت قوز قرنیه به وسیله انحناى قرنیه و براساس «مطالعه طولی مشترک ارزیابی قوز قرنیه» طبقه‌بندی شد<sup>۸</sup>.

براساس این سیستم، شدت بیماری با توجه به انحنا در پرشیب‌ترین Meridian به صورت زیر است: خفیف زیر ۴۵ دیوپتر، متوسط ۴۵ تا ۵۲ دیوپتر، شدید بالای ۵۲ دیوپتر.

در گروه طبیعی تنها مشکل چشمی، وجود عیب انکساری بود. هرگونه شرح حال یا یافته مبنی بر بیماری چشمی مانند خشکی چشم، درگیری قرنیه، گلوکوم، بیماری شبکیه و یا سابقه جراحی چشمی و بیماری سیستمیک نظیر دیابت و یا بیماری بافت همبند منجر به حذف بیمار از این تحقیق می‌شد. در گروه طبیعی

در حالی که بیمار بر روی یک هدف دور نگاه می‌کرد، پروپ پاکتی-متر تا حد امکان به صورت عمودی و مرکزی نسبت به مردمک قرار داده می‌شد. میانگین پنج اندازه‌گیری متوالی که در محدوده ۲ میکرومتر از هم بودند محاسبه می‌گردید تا یک نتیجه واحد حاصل شود. همه اندازه‌گیری‌ها به وسیله یک اپراتور صورت می‌گرفت.

### تحلیل آماری

جهت توصیف داده‌های کمی با توزیع طبیعی مانند سن، میانگین کراتومتری، معادل کروی عیب انکساری (SE) و ضخامت مرکزی قرنیه از میانگین و انحراف معیار و برای مقایسه میانگین متغیرها در یک گروه از تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) استفاده شد. تحلیل رگرسیون و ضریب همبستگی بین گروهی و حدود اطمینان ۹۵ درصد آن جهت مقایسه کمی داده‌های ضخامت مرکزی قرنیه، بین پاکتی‌متری اولتراسونیک و گالیله، بین پاکتی‌متری اولتراسونیک و ارباسکن II و بین ارباسکن II و گالیله استفاده شد. مقادیر ضریب همبستگی بین گروهی بین صفر تا یک قابل تغییر است. ضریب معادل ۱ نشان دهنده تطابق کامل بین دستگاه‌های اندازه‌گیری کننده است. نمودارهای Mountain و Bland Altman Scatter Plot جهت بررسی توافقی هر جفت دستگاه استفاده شدند. نمودار Bland Altman توافق بین دستگاه‌ها را با استفاده از میانگین و ۹۵ درصد محدوده توافق مشخص کرد جهت تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۷ و برای طراحی نمودارهای Mountain و Bland Altman از نرم‌افزار Medcalc استفاده شد.

### یافته‌ها

در این تحقیق مقایسه‌ای آینده‌نگر، ۸۸ چشم راست از بیماران کاندید جراحی انکساری و ۷۶ (۳۹ چشم راست) چشم از ۴۵ بیمار دارای قوز قرنیه مورد مطالعه قرار گرفتند. در گروه دوم ۱۱ چشم دارای قوز قرنیه خفیف، ۳۰ چشم قوز قرنیه با شدت متوسط و ۳۵ چشم مبتلا به نوع شدید آن بودند. جدول ۱، دو گروه مطالعه را بر اساس داده‌های جمعیت‌شناسی، BCVA و یافته‌های رفرکتیو و کراتومتری نمایش می‌دهد. جدول ۲، میانگین ضخامت قرنیه با استفاده از پاکتی‌متری اولتراسونیک، ارباسکن II و سیستم گالیله را در گروه‌های مطالعه تعیین می‌کند. در گروه طبیعی ضخامت مرکزی قرنیه اندازه‌گیری شده با پاکتی‌متر اولتراسونیک به طور معنی‌داری کمتر از ارباسکن II و گالیله بود ( $P < 0.001$ ). در حالی که دو وسیله نامبرده نتایج قابل مقایسه‌ای داشتند

تنها چشم راست از هر بیمار وارد مطالعه می‌گردید. این پژوهش توسط کمیته اخلاق مرکز تحقیقات چشم دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تصویب شد و پس از توضیح اهداف، رضایت‌نامه کتبی از بیماران اخذ شد.

از همه شرکت‌کنندگان درخواست شد که قبل از اندازه‌گیری، حداقل به مدت ۲ هفته از لنز نرم و ۴ هفته از لنز سخت (RGP) استفاده ننمایند. ارزیابی کامل چشم‌پزشکی شامل معاینه با اسلیت‌لامپ، عیب انکساری سیکلوپلژیک، دید اصلاح شده با عینک (BSCVA) با استفاده از چارت اسنلن، اندازه‌گیری فشار داخل چشمی و فوندوسکوپی بود. جهت اجتناب از اثر خواب و تغییرات شبانه‌روزی، اندازه‌گیری ضخامت مرکزی قرنیه بیماران در صبح و حداقل سه ساعت پس از بیداری هنگامی که کاهش ضخامت قرنیه به دنبال بیداری ایجاد می‌شد، انجام می‌گرفت. جهت اندازه‌گیری با تحلیل‌گر گالیله (Ziemer Ophthalmic System AG, Zurich, Switzerland) بیماران در حالتی نشانده می‌شدند که چانه آن‌ها بر روی محل مخصوص قرارگیری چانه و پیشانی آن‌ها در تماس با نوار دستگاه قرار داشت، دستگاه تنظیم می‌شد و چشم بیمار به وسیله یک نور مرکزی جهت فیکساسیون، در امتداد محور بینایی (Visual Axis) قرار می‌گرفت. راستای مناسب به وسیله یک تصویر ابتدایی شیمفلاگ بر روی صفحه نمایشگر چک می‌شد. اندازه‌گیری‌ها تکرار می‌شد تا یک تصویر با کیفیت مطلوب حاصل شود.

برای اندازه‌گیری با ارباسکن II (Bausch & Lomb, Rochester, N2, USA) یک فاکتور صوتی معادل ۰/۹۲ در نظر گرفته شد. بیماران در مقابل دستگاه نشسته و در حالی که چشم‌های بیمار باز بودند چانه در محل مخصوص قرار داده می‌شد. چشم بیمار به وسیله یک نور مرکزی جهت فیکساسیون در امتداد محور بینایی قرار می‌گرفت و تصویر قرنیه به کمک دو نیم دایره بازتابیده و معکوس تنظیم می‌شد. اندازه‌گیری‌های دو دستگاه غیرتماسی (گالیله و ارباسکن II) بدون در نظر گرفتن اولویت انجام می‌گرفت. علاوه بر ضخامت مرکزی قرنیه، ضخامت نازک‌ترین نقطه در چشم‌های طبیعی و دارای قوز قرنیه با دو دستگاه گالیله و ارباسکن تعیین می‌شد.

آخرین معاینه، پاکتی‌متری اولتراسونیک بود تا از ناهمواری‌های قرنیه که با روش‌های تماسی القاء می‌شود و با سایر اندازه‌گیری‌ها تداخل می‌کند، جلوگیری شود. پاکتی‌متر اولتراسونیک US-۱۰۰۰۰ (Nidek, Kumagari, Japan) در آغاز هر اندازه‌گیری کالیبره می‌شد. قرنیه با استفاده از تتراکاین ۰/۵ درصد بی‌حس می‌شد و

درصد: ۲۰- تا ۸- میکرومتر). در گروه دارای قوز قرنیه ضخامت مرکزی اندازه‌گیری شده با گالیه به طور معنی‌داری بیش‌تر از پاک‌متری اولتراسونیک ( $P=0.02$ ) و ارباسکن II ( $P<0.001$ ) بود. به علاوه نتایج پاک‌متری اولتراسونیک به طور معنی‌داری بالاتر از نتایج ارباسکن II بود ( $P=0.01$ ).

( $P=0.99$ ). اختلاف میانگین بین پاک‌متری اولتراسونیک و گالیه حداکثر (میانگین  $16 \pm 19.6$  میکرومتر و حدود اطمینان ۹۵ درصد: ۱۱- تا ۲۱- میکرومتر) و بین ارباسکن II و گالیه حداقل (میانگین  $17.5 \pm 1.5$  میکرومتر و حدود اطمینان ۹۵ درصد: ۶- تا ۳ میکرومتر) بود. اختلاف میانگین بین پاک‌متری اولتراسونیک و ارباسکن II ( $14.5 \pm 22.9$  میکرومتر بود (حدود اطمینان ۹۵

جدول ۱- ویژگی‌های جمعیت‌شناسی و انکساری گروه‌های مورد مطالعه

متغیر	گروه طبیعی (تعداد= ۸۸)	گروه دارای قوز قرنیه (تعداد= ۷۶)	میزان P
سن (سال)	انحراف معیار $\pm$ میانگین دامنه تغییرات	انحراف معیار $\pm$ میانگین دامنه تغییرات	
جنس (تعداد/ درصد)	مرد زن		
BCVA (لوگمار)	انحراف معیار $\pm$ میانگین دامنه تغییرات	انحراف معیار $\pm$ میانگین دامنه تغییرات	
میانگین کراتومتری (دیوپتر)	انحراف معیار $\pm$ میانگین دامنه تغییرات	انحراف معیار $\pm$ میانگین دامنه تغییرات	
آستیگماتیسم کراتومتریک (دیوپتر)	انحراف معیار $\pm$ میانگین دامنه تغییرات	انحراف معیار $\pm$ میانگین دامنه تغییرات	
معادل کروی سیکلپلویک (دیوپتر)	انحراف معیار $\pm$ میانگین دامنه تغییرات	انحراف معیار $\pm$ میانگین دامنه تغییرات	

BCVA: بهترین حدت بینایی اصلاح‌شده

جدول ۲- ضخامت مرکزی قرنیه با استفاده از پاک‌متری اولتراسونیک، گالیه، ارباسکن II

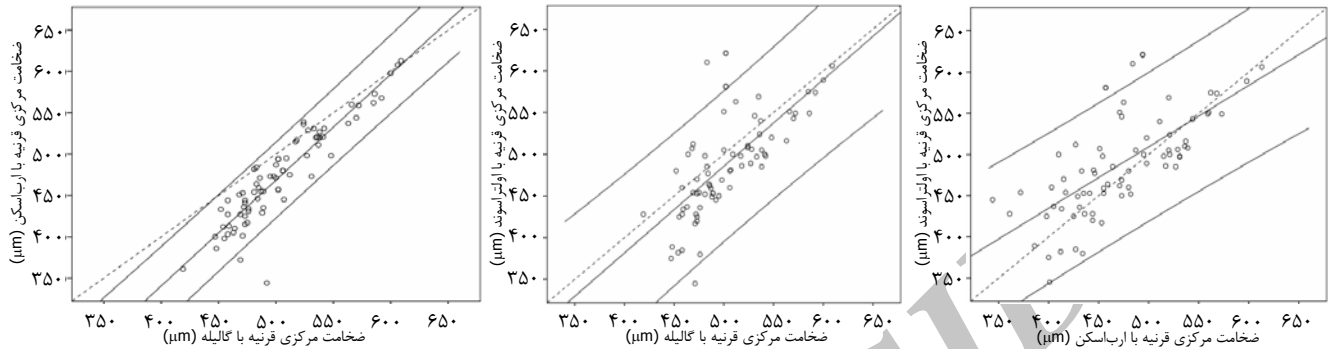
گروه	اولتراسونیک پاک‌متری ( $\mu m$ )	گالیه ( $\mu m$ )	ارباسکن II ( $\mu m$ )	میزان P
طبیعی	انحراف معیار $\pm$ میانگین دامنه تغییرات	انحراف معیار $\pm$ میانگین دامنه تغییرات	انحراف معیار $\pm$ میانگین دامنه تغییرات	
قوز قرنیه	انحراف معیار $\pm$ میانگین دامنه تغییرات	انحراف معیار $\pm$ میانگین دامنه تغییرات	انحراف معیار $\pm$ میانگین دامنه تغییرات	

اولتراسونیک و ارباسکن II ( $16.4 \pm 46.9$  میکرومتر بود (حدود اطمینان ۹۵ درصد: ۳۰- تا ۳۰+ میکرومتر). اختلاف میانگین معناداری در ضخامت نازک‌ترین نقطه قرنیه در گروه طبیعی بین گالیه و ارباسکن II وجود نداشت (به ترتیب  $556.4 \pm 34.4$  در مقابل  $556.6 \pm 40.8$ ,  $P=0.19$ ). در گروه دارای قوز قرنیه، گالیه

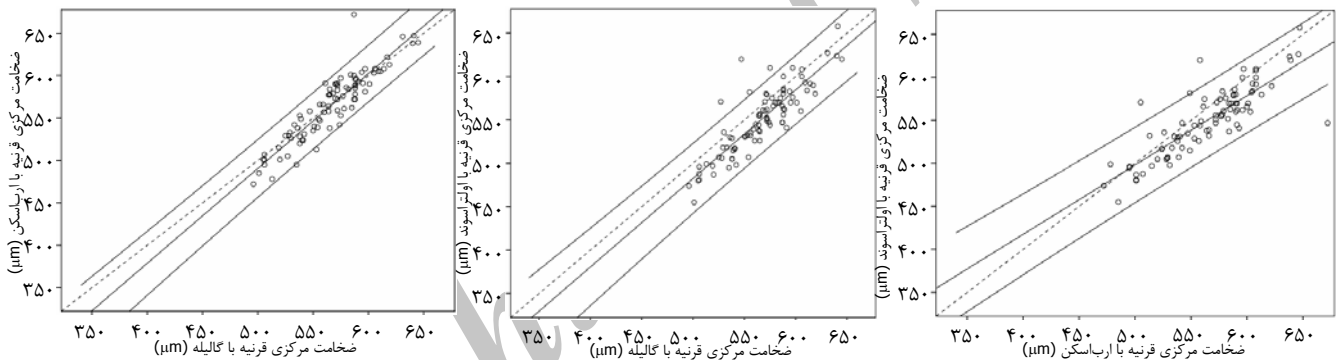
اختلاف میانگین بین ارباسکن II و گالیه بیش‌ترین (میانگین  $30.3 \pm 25.6$  میکرومتر و حدود اطمینان ۹۵ درصد: ۳۸- تا ۲۳- میکرومتر) و بین پاک‌متری اولتراسونیک و گالیه کم‌ترین میزان (میانگین  $14.3 \pm 44.8$  میکرومتر و حدود اطمینان ۹۵ درصد: ۲۷- تا ۲- میکرومتر) بود. اختلاف میانگین بین پاک‌متری

تحلیل رگرسیون خطی نشان داد که مقادیر ضخامت مرکزی قرنیه سنجیده شده با این سه وسیله در هر گروه با یکدیگر همبستگی داشتند (تصاویر ۱ و ۲).

نسبت به ارباسکن II مقادیر بیش‌تری نشان داد (به ترتیب  $478.18 \pm 55.7$  میکرومتر در مقابل  $453.3 \pm 66.4$  میکرومتر،  $P < 0.001$ ).



تصویر ۱- همبستگی داده‌های پاک‌متری در گروه قوز قرنیه



تصویر ۲- همبستگی داده‌های پاک‌متری در گروه طبیعی

پاک‌مترهای اولتراسونیک ۷۶- تا ۱۰۸ میکرومتر بود. در گروه طبیعی، مقادیر حاصل شده از پاک‌مترهای اپتیکال در مقایسه با مقادیر اولتراسونیک به یکدیگر بسیار نزدیک بودند (تصویر ۳). هر چند در گروه دارای قوز قرنیه این سه دستگاه نتایج متفاوتی داشتند (تصویر ۴).

قوی‌ترین همبستگی بین گالیله و ارباسکن II وجود داشت. همبستگی در گروه قوز قرنیه ضعیف‌تر از گروه طبیعی بود (جدول ۳). به طور مشابه ضریب همبستگی بین گروهی بین ارباسکن II و گالیله در هر دو گروه بیش‌ترین میزان بود (جدول ۳) که نشان‌دهنده آن است که این دو دستگاه اپتیکی به ویژه در گروه طبیعی بیش‌ترین همبستگی را دارند. در نمودار Bland Altman برای گروه طبیعی ۹۵ درصد محدوده توافق بین گالیله و پاک‌متری اولتراسونیک بین ۵۴- تا ۲۲ میکرومتر، بین ارباسکن II و گالیله، ۳۵- تا ۳۲ میکرومتر و میان پاک‌متری اولتراسونیک و ارباسکن II، ۵۹- تا ۳۰ میکرومتر بود.

در گروه دارای قوز قرنیه، ۹۵ درصد محدوده توافق بین پاک‌متری اولتراسونیک و گالیله ۱۰۲- تا ۷۳ میکرومتر، بین ارباسکن II و گالیله ۸۱- تا ۲۰ میکرومتر و بین ارباسکن II و

### بحث

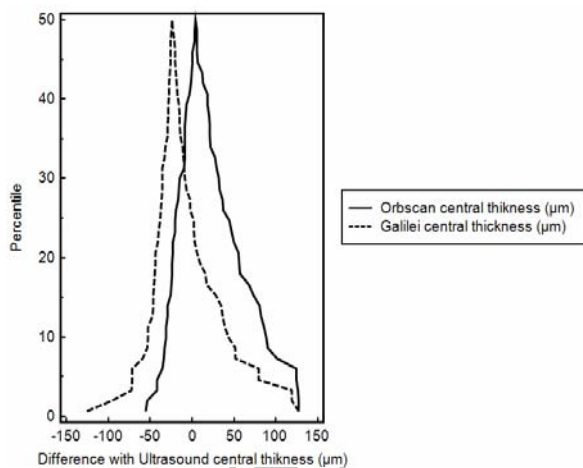
ابزارهای اختصاصی تصویربرداری در تشخیص و درمان بیماران به ویژه هنگام غربالگری جراحی انکساری نقشی اساسی دارند<sup>۹</sup>. به علاوه با وجود طیف گسترده انتخاب‌های درمانی مانند حلقه‌های داخل استرومایی قرنیه، کراس‌لینکینگ و پیوند لایه‌ای قرنیه، پاک‌متری قرنیه اهمیت فوق‌العاده‌ای نه تنها در تشخیص قوز

صحت بالا که معایب پانکی‌متری اولتراسونیک را نداشته باشند، چندین روش اپتیکی مانند توپوگرافی Slit Scanning و تصویربرداری شیمفلاگ معرفی شده‌اند.

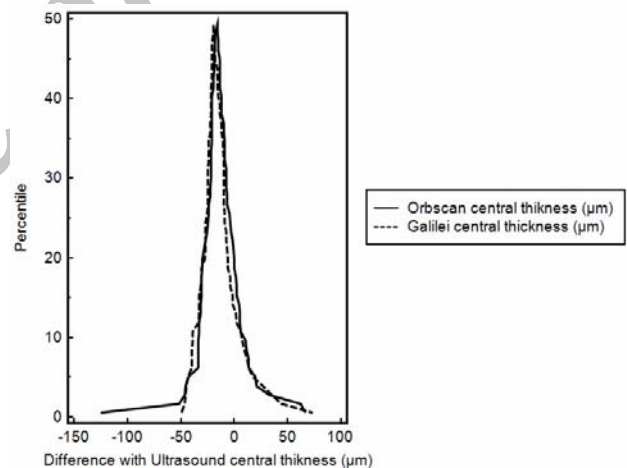
قرنیه، بلکه در درمان آن دارد.<sup>۱۰</sup> اگرچه پانکی‌متری اولتراسونیک استاندارد طلایی برای اندازه‌گیری ضخامت مرکز قرنیه به شمار می‌آید<sup>۳-۵</sup>، سایر روش‌های غیرتماسی اپتیکال می‌توانند به عنوان جایگزین مطرح باشند. در تلاش جهت یافتن ابزارهای جایگزین با

جدول ۳- همبستگی اندازه‌گیری شده توسط ضریب پیرسون و همبستگی بین گروهی بین ابزارهای مختلف در دو گروه مورد مطالعه

گروه	پانکی‌متری اولتراسونیک در برابر گالیله	پانکی‌متری اولتراسونیک در برابر ارب اسکن	ارب اسکن در برابر گالیله
طبیعی: میزان R	۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۹۱
میزان P	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
ICC (حدود اطمینان ۹۵ درصد)	۰/۷۸ (۰/۳۹-۰/۹۰)	۰/۷۹ (۰/۵۴-۰/۸۹)	۰/۹۳ (۰/۹۰-۰/۹۵)
قوز قرنیه: میزان R	۰/۷۴	۰/۷۱	۰/۹۴
میزان P	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
ICC (حدود اطمینان ۹۵ درصد)	۰/۸۱ (۰/۷۲-۰/۸۷)	۰/۸۳ (۰/۷۵-۰/۸۸)	۰/۹۳ (۰/۹۰-۰/۹۵)



تصویر ۴- مقایسه مقادیر پانکی‌متری اولتراسونیک و اپتیکال در گروه قوز قرنیه



تصویر ۳- مقایسه مقادیر پانکی‌متری اولتراسونیک و اپتیکال در گروه طبیعی

ترکیب با دیسک پلاسیدو استفاده می‌کند. این دستگاه از نقاط متقابل قطاع نور تابیده شده به وسیله دو دوربین که با زاویه ۱۸۰ درجه دور از هم قرار دارند تصاویر اسلیت تهیه می‌کند تا به خطاهای ناشی از اسکن در زاویه مایل و حرکات کوچک چشم در طول آزمون غلبه نماید و ارزیابی مستقیم از سطوح قدامی و خلفی و پانکی‌متری قرنیه فراهم شود.<sup>۱۲</sup>

این تحقیق اولین مطالعه جهت مقایسه اندازه‌گیری ضخامت مرکزی قرنیه در چشم‌های طبیعی و نیز چشم‌های دارای قوز قرنیه

ارب اسکن II از یک قطاع نوری که به طور افقی حرکت می‌کند جهت تولید تصاویر اسلیت از قرنیه استفاده نموده و داده‌های لازم جهت توپوگرافی، ضخامت قرنیه و عمق اتاق قدامی را تهیه می‌کند. یک توپوگرافی بر پایه پلاسیدو دیسک در ترکیب با توپوگرافی مذکور در سیستم ارب اسکن II جهت ارزیابی انحنای قدامی و خلفی قرنیه استفاده می‌شود و از این رو ضخامت قرنیه را به طور غیرمستقیم محاسبه می‌نماید.<sup>۱۱</sup> توپوگرافی گالیله که به تازگی معرفی شده است از یک سیستم دوگانه شیمفلاگ در

یک ضریب تصحیح یکسان برای محدوده وسیعی از ضخامت قرنیه استفاده نماییم. توجه دیگر برای اختلافی که بین دو پاکی‌متر اپتیکال در گروه دارای قوز قرنیه مشاهده و در گروه طبیعی رویت نمی‌شود، روش استفاده شده برای تعیین مرکز قرنیه است. در تصویربرداری شیمفلاگ، مرکز قرنیه به طور خودکار تعیین می‌شود و راستای اندازه‌گیری وابسته به اپراتور نیست در حالی که راستای مناسب در ارباسکن وابسته به اپراتور می‌باشد، بنابراین مهارت آزمونگر و همکاری بیمار به یک اندازه به اندازه‌گیری قابل اتکا با ارباسکن II کمک می‌کنند ولی صحت اندازه‌گیری با گالیه تقریباً به طور کامل وابسته به همکاری بیمار است.<sup>۱۹</sup> شکل ناهنجار قرنیه در چشم‌های دارای قوز قرنیه تعیین موقعیت حقیقی مرکز قرنیه با پاکی‌متری اپتیکال را دشوار می‌کند. شاهد این مدعا مقادیر متفاوت از نظر آماری برای نازک‌ترین نقطه قرنیه است. این مقدار در قرنیه‌های طبیعی قابل مقایسه و در چشم‌های دارای قوز قرنیه مقادیر گالیه به طور معنی‌داری بالاتر از ارباسکن بود.

از آن جایی که سه دستگاه مقادیر متفاوتی از ضخامت مرکزی قرنیه با محدوده توافق ۹۵ درصد (LOA) وسیع می‌دهند، نمی‌توان نتیجه‌گیری کرد که کدام یک از آن‌ها صحیح‌ترین پاکی‌متر در چشم‌های دارای قوز قرنیه می‌باشد ولی احتمالاً گالیه صحیح‌ترین نتایج را فراهم می‌کند، زیرا تصویربرداری شیمفلاگ دوگانه غیروابسته به شیب سطح قرنیه است، بنابراین امکان پاکی‌متری بدون آگاهی از موقعیت راس (Apex) را فراهم می‌کند. پنتاکم از یک سازوکار مشابه استفاده می‌کند ولی تنها یک دوربین شیمفلاگ جهت تصویربرداری از قرنیه دارد. مرور مقالات منتشر شده نشان می‌دهد که تصویربرداری شیمفلاگ دوگانه مقادیر بیش‌تری در مقایسه با تصویربرداری با یک دوربین شیمفلاگ می‌دهد. چندین مطالعه قدیمی تطابق پنتاکم و سایر پاکی‌متری‌ها را جهت اندازه‌گیری ضخامت مرکزی قرنیه در چشم‌های طبیعی و دارای قوز قرنیه، نشان می‌دهد. بیش‌تر این مطالعات بیانگر این است که پاکی‌متری اولتراسونیک در مقایسه با پنتاکم در چشم‌های طبیعی و دارای قوز قرنیه مقادیر بیش‌تری را نشان می‌دهد.<sup>۲۱-۲۳</sup> این یافته در تضاد با یافته‌ای است که ما در مطالعه جاری مشاهده کردیم که در آن گالیه در مقایسه با پاکی‌متری اولتراسونیک در هر دو گروه مقادیر بیش‌تری را نشان می‌داد.<sup>۲۴</sup> Jahadi و همکاران<sup>۲۵</sup> میزان تطابق گالیه و پنتاکم را در چشم‌های طبیعی در اندازه‌گیری ضخامت مرکزی قرنیه بررسی و نتایج را با پاکی‌متری اولتراسونیک مقایسه کردند و دریافتند که ضخامت مرکزی قرنیه با پاکی‌متری اولتراسونیک در مقایسه با پنتاکم به

با استفاده از پاکی‌متری اولتراسونیک، گالیه و ارباسکن II می‌باشد. ضخامت مرکزی قرنیه که با این سه وسیله اندازه‌گیری شد، در چشم‌های طبیعی و چشم‌های دارای قوز قرنیه با هم ارتباط معنی‌داری داشتند. هر چند این ارتباط در چشم‌های طبیعی و بین دو دستگاه اپتیکی بیش‌تر از چشم‌های دارای قوز قرنیه و بین پاکی‌متری اولتراسونیک و دستگاه‌های اپتیکی بود.

به علاوه مقادیر پاکی‌متری اولتراسونیک به طور معنی‌داری در هر دو گروه کم‌تر از گالیه بود. در مقایسه با مقادیر گالیه مقادیر اندازه‌گیری شده با ارباسکن II در گروه طبیعی قابل مقایسه ولی در گروه دارای قوز قرنیه به طور معنی‌داری کم‌تر بود. در قیاس با مقادیر ارباسکن II، پاکی‌متری اولتراسونیک در گروه طبیعی مقادیر کم‌تری را نشان داد. هر چند در گروه دارای قوز قرنیه نتایج پاکی‌متری اولتراسونیک به طور معنی‌داری بالاتر بود.

چندین مطالعه توافق خوبی بین داده‌های ارباسکن و پاکی‌متری اولتراسونیک در چشم‌های طبیعی ارائه کرده‌اند.<sup>۱۵-۱۳</sup> اگرچه سایر مطالعات چنین توافقی را نشان نداده‌اند. گزارشاتی مبنی بر بالا تخمین زده شدن مقادیر ضخامت مرکزی قرنیه بین ۲۳-۵۴ میکرومتر با استفاده از ارباسکن در مقایسه با پاکی‌متری اولتراسونیک وجود دارد.<sup>۱۶-۱۷</sup> صحت نتایج پاکی‌متری اولتراسونیک وابسته به تجربه اپراتور می‌باشد.<sup>۷</sup> فشار زیاد از حد بر روی پروپ می‌تواند لایه اشکی جلوی قرنیه را بین ۷-۳۰ میکرون جابه‌جا نموده و استرومای قرنیه را کمپرس کند. به علاوه موقعیت غیرمرکزی و غیرعمودی پروپ نیز مانع از صحت نتایج پاکی‌متری می‌شود.<sup>۱۸</sup>

از آن‌جا که گالیه و ارباسکن پاکی‌متری‌های اپتیکی هستند، انتظار می‌رود نتایج آن‌ها قابل مقایسه باشند. در تایید نتایج ما، در تحقیق Menassa و همکاران<sup>۱۹</sup> مقادیر ضخامت مرکزی قرنیه با استفاده از ارباسکن II و گالیه در چشم‌های طبیعی قابل مقایسه بود. هر چند در گروه دارای قوز قرنیه مشاهده کردیم که ضخامت مرکزی قرنیه اندازه‌گیری شده با گالیه به طور معنی‌داری بیش‌تر از ارباسکن II بود.<sup>۱۲،۱۹،۲۰</sup>

مشخص شده است که اختلاف میانگین مقادیر بین ارباسکن II و سایر پاکی‌متری‌ها برحسب ضخامت قرنیه تفاوت می‌کنند. ارباسکن II در قرنیه‌های نازک‌تر ضخامت مرکزی قرنیه را کم‌تر و در قرنیه‌های ضخیم‌تر، بیش‌تر از نتایج گالیه تخمین می‌زند.<sup>۱۹</sup> این یافته می‌تواند توضیح دهد که چرا گالیه و ارباسکن در گروه طبیعی قابل مقایسه ولی در گروه دارای قوز قرنیه به طور معناداری متفاوت هستند. شاید مناسب نباشد که در ارباسکن از

استفاده می‌شد که این از محدودیت‌های مطالعه جاری به شمار می‌رود.

### نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه ما، گالیه و ارباسکن II مقادیر بسیار مشابهی از ضخامت مرکزی قرنیه فراهم می‌کنند و در قرنیه‌های طبیعی می‌توانند جای یکدیگر مورد استفاده قرار گیرند. هرچند توافق بین این دو پاکی‌متری در قوز قرنیه به شدت کاهش می‌یابد. به علاوه این دو، در چشم‌های طبیعی و یا چشم‌های دارای قوز قرنیه نمی‌توانند به جای پاکی‌متری اولتراسونیک مورد استفاده قرار گیرند.

طور معناداری نازک‌تر و با گالیه ضخیم‌تر بود. توجه قانع‌کننده‌ای برای اختلاف اندازه‌گیری بین دو تحلیل‌گر وجود ندارد، زیرا اطلاعات دقیقی درباره الگوریتم‌هایی که گالیه و پنتاکم جهت آرایه مقادیر ضخامت قرنیه استفاده می‌کنند، در دسترس نیست. مقادیر بیش‌تر تحلیل‌گر گالیه احتمالاً وابسته به دوربین دوگانه آن است که میانگین مقادیر دوربین چپ و راست را محاسبه و خطاهای ناشی از اندازه‌گیری‌های خارج از مرکز را تصحیح می‌کند. لازم به ذکر است که با توجه به این که دقت پاکی‌متری ارباسکن ممکن است در قرنیه‌های با ضخامت گوناگون متغیر باشد بهتر بود در گروه کنترل از افراد طبیعی با قرنیه نازک

### منابع

- Doughty MJ, Zaman ML. Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and meta-analysis approach. *Surv Ophthalmol* 2000;44:367-408.
- Giasson C, Forthomme D. Comparison of central corneal thickness measurements between optical and ultrasound pachometers. *Optom Vis Sci* 1992;69:236-241.
- Miglior S, Albe E, Guareschi M, et al. Intraobserver and interobserver reproducibility in the evaluation of ultrasonic pachymetry measurements of central corneal thickness. *Br J Ophthalmol* 2004;88:174-177.
- Rainer G, Petternel V, Findl O, et al. Comparison of ultrasound pachymetry and partial coherence interferometry in the measurement of central corneal thickness. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:2142-2145.
- Kawana K, Tokunaga T, Miyata K, et al. Comparison of corneal thickness measurements using Orbscan II, non-contact specular microscopy, and ultrasonic pachymetry in eyes after laser in situ keratomileusis. *Br J Ophthalmol* 2004;88:466-468.
- González-Méjome JM, Cerviño A, Yebra-Pimentel E, et al. Central and peripheral corneal thickness measurements with Orbscan II and topographical ultrasound pachymetry. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:125-132.
- Gherghel D, Hosking SL, Mantry S, et al. Corneal pachymetry in normal and keratoconic eyes: Orbscan II versus ultrasound. *J Cataract Refract Surgery* 2004;30:1272-1277.
- Cairns G, McGhee CN. Orbscan computerized topography: attributes, applications, and limitations. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:205-220.
- Rainer G, Findl O, Petternel V, et al. Central corneal thickness measurements with partial coherence interferometry, ultrasound, and the Orbscan system. *Ophthalmology* 2004;111:875-879.
- Buehl W, Stojanac D, Sacu S, et al. Comparison of three methods of measuring corneal thickness and anterior chamber depth. *Am J Ophthalmol* 2006;141:7-12.
- Amano S, Honda N, Amano Y, et al. Comparison of central corneal thickness measurements by rotating Scheimflug camera, ultrasonic pachymetry, and scanning-slit corneal topography. *Ophthalmology* 2006;113:937-941.
- Iskander NG, Anderson Penno E, Peters NT, et al. Accuracy of Orbscan pachymetry measurements and DHG ultrasound pachymetry in primary laser in situ keratomileusis and LASIK enhancement procedures. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:681-685.
- Prisant O, Calderon N, Chastang P, et al. Reliability of pachymetric measurements using Orbscan after excimer refractive surgery. *Ophthalmology* 2003;110:511-515.
- Menassa N, Kaufmann C, Goggin M, et al. Comparison and reproducibility of corneal thickness and curvature readings obtained by the Galilei and the Orbscan II analysis systems. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1742-1747.
- Fakhry MA, Artola A, Belda JI, et al. Comparison of corneal pachymetry using ultrasound and Orbscan II. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:248-252.
- Suzuki S, Oshika T, Oki K, et al. Corneal thickness measurements: scanning-slit corneal topography and noncontact specular microscopy versus ultrasonic pachymetry. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:1313-1318.
- Rabinowitz YS, Rasheed K, Yang H, et al. Accuracy of ultrasonic pachymetry and videokeratography in detecting keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:196-201.
- Colin J, Cochener B, Savary G, et al. Correcting keratoconus with intracorneal rings. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1117-1122.
- Swartz T, Marten L, Wang M. Measuring the cornea: the latest developments in corneal topography. *Curr Opin Ophthalmol* 2007;18:325-333.
- Nilforoushan M-R, Speaker M, Marmor M, et al. Comparative evaluation of refractive surgery candidates with Placido topography, Orbscan II, Pentacam, and wavefront analysis. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:623-631.
- Tam ES, Rootman DS. Comparison of central corneal



- thickness measurements by specular microscopy, ultrasound pachymetry, and ultrasound biomicroscopy. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:1179-1184.
22. Grewal DS, Brar GS, Grewal SPS. Assessment of central corneal thickness in normal, keratoconus, and post-laser in situ keratomileusis eyes using Scheimpflug imaging, spectral domain optical coherence tomography, and ultrasound pachymetry. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:954-964.
23. Ponce CMP, Rocha KM, Smith SD, et al. Central and peripheral corneal thickness measured with optical coherence tomography, Scheimpflug imaging, and ultrasound pachymetry in normal, keratoconus-suspect, and post-laser in situ keratomileusis eyes. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:1055-1062.
24. de Sanctis U, Missolungi A, Mutani B, et al. Reproducibility and repeatability of central corneal thickness measurement in keratoconus using the rotating Scheimpflug camera and ultrasound pachymetry. *Am J Ophthalmol* 2007;144:712-718.
25. Jahadi Hosseini HR, Katbab A, Khalili MR, et al. Comparison of corneal thickness measurements using Galilei, HR Pentacam, and ultrasound. *Cornea* 2010;29:1091-1095.

Archive of SID