

Central Corneal Thickness Measurements Using Galilei, Orbscan II, and Ultrasonic Pachymetry

Karimian F, MD*¹; Feizi S, MD¹; Doozande A, MD¹; Yaseri M, PhD¹; Kiani H, MSc²; Ansari S, MSc³

¹Ophthalmic Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran; ²Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran; ³Negah Eye Center, Tehran, Iran

*Corresponding author: karimianf@yahoo.com

Purpose: To compare central corneal thickness (CCT) measured by Galilei and Orbscan II with that by ultrasonic (U/S) pachymetry in unoperated eyes.

Methods: CCT was measured in 184 unoperated eyes of 92 healthy retractive surgery candidates using Galilei, Orbscan II, and U/S pachymetry. Considered as a benchmark, measurements by U/S pachymetry were compared to those obtained by the other two devices. Agreement between the three instruments was assessed using regression analysis, mountain plots, and Bland-Altman plots.

Results: Mean CCT was $544.4 \pm 33.4 \mu\text{m}$, $546.7 \pm 37.9 \mu\text{m}$, and $555.8 \pm 29.6 \mu\text{m}$ as measured by ultrasonic pachymetry, Orbscan II, and Galilei systems, respectively. Mean differences between readings measured by U/S pachymetry and those measured by Orbscan II (acoustic coefficient 0.96) and Galilei were $2.3 \mu\text{m}$ and $10.2 \mu\text{m}$, respectively. Despite this discrepancy, Galilei had a better agreement with U/S pachymetry as compared to Orbscan II (correlation coefficient of 0.947 vs 0.817). Considering acoustic coefficient of 0.98 for Galilei, its CCT readings were more similar to U/S pachymetry.

Conclusion: Galilei is well correlated with U/S pachymetry for measurement of CCT in normal eyes and by applying an acoustic coefficient of 0.98 for Galilei, its records can be considered equivalent to U/S pachymetry. Further investigations are required to address its accuracy in abnormally thin corneas such as corneal ectasia and after refractive surgeries.

Key words: Central Corneal Thickness, Pachymetry, Galilei, Orbscan

• Bina J Ophthalmol 2010; 16 (2): 113-119.

Received: 22 February 2010

Accepted: 15 June 2010

مقایسه گالیه با پاکیمتری اولتراسوند و ارباسکن II در اندازه‌گیری ضخامت مرکز قرنیه در داوطلبان جراحی رفرکتیو

دکتر فرید کریمیان^۱، دکتر سپهر فیضی^۲، دکتر آزاده دوزنده^۲، دکتر مهدی یاسری^۳، حسین کیانی^۴ و سعید انصاری^۵

هدف: مقایسه دستگاه گالیه با ارباسکن II و پاکیمتری اولتراسوند در بررسی ضخامت قرنیه در چشم‌های داوطلبان جراحی رفرکتیو.

روش پژوهش: این مطالعه بر روی ۹۲ داوطلب جراحی رفرکتیو که تنها مشکل چشمی آنان عیب انکساری بود؛ انجام شد. ضخامت مرکزی قرنیه توسط دستگاه‌های گالیه، ارباسکن II و پاکیمتری اولتراسوند اندازه‌گیری شد. با در نظر گرفتن پاکیمتری اولتراسوند به عنوان استاندارد طلایی، یافته‌های دو دستگاه دیگر با آن مقایسه شدند.

یافته‌ها: ضخامت مرکز قرنیه توسط پاکیمتری اولتراسوند، ارباسکن II و گالیه به ترتیب 544.4 ± 33.7 ، 546.7 ± 37.9 و 555.8 ± 29.6 میکرون اندازه‌گیری شد. میانگین تفاوت بین پاکیمتری اولتراسوند با ارباسکن II (با ضریب تصحیح ۰/۹۶) و گالیه، به ترتیب 2.3 و 10.2 میکرون بود. به‌رغم اختلاف موجود بین گالیه و پاکیمتری اولتراسوند، همبستگی بین یافته‌های پاکیمتری گالیه و اولتراسوند بهتر از همبستگی بین پاکیمتری ارباسکن II و اولتراسوند بود (ضریب همبستگی 0.947 در برابر 0.817). با در نظر گرفتن ضریب تصحیح 0.98 برای سیستم گالیه، داده‌های دو دستگاه (گالیه و اولتراسوند)

همسان تر شدند.

نتیجه گیری: در نظر گرفتن ضریب تصحیح ۰/۹۸ برای تبدیل خوانده‌های ضخامت مرکز قرنیه توسط دستگاه گالیله، یک روش مناسب برای رسیدن به مقدار معادل پاکی متری اولتراسوند است. البته قطعی کردن این مقدار، به عنوان ضریب تصحیح گالیله، نیازمند انجام مطالعات وسیع تر جهت تایید یافته مطالعه حاضر با در نظر گرفتن ضخامت‌های متفاوت قرنیه می‌باشد.

• مجله چشم پزشکی بینا ۱۳۸۹؛ دوره ۱۶، شماره ۲: ۱۱۹-۱۱۳.

• پاسخ‌گو: دکتر فرید کریمیان (e-mail: karimianf@yahoo.com)

دریافت مقاله: ۳ اسفند ۱۳۸۸

تایید مقاله: ۲۵ خرداد ۱۳۸۹

۱- استاد- چشم پزشکی- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۲- استادیار- چشم پزشکی- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

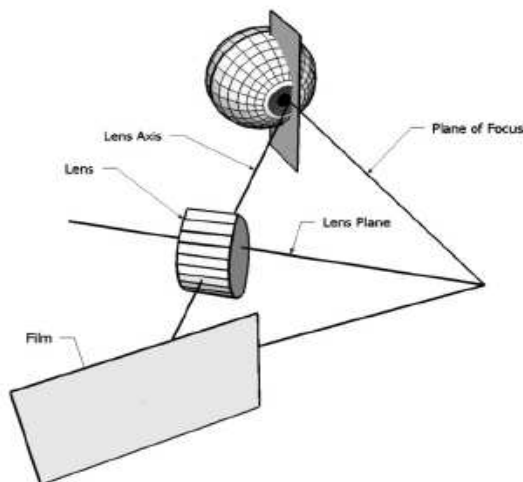
۳- PhD آمار زیستی- گروه آمار زیستی- دانشگاه علوم پزشکی تهران

۴- اپتومتریست- دانشگاه علوم پزشکی ایران

۵- اپتومتریست- کلینیک چشم پزشکی نگاه

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

آلمان) به عنوان اولین دستگاهی که بر اساس اصول شیمفلاگ طراحی شده بود به بازار آمد. دوربین‌های شیمفلاگ با جدا کردن زاویه‌ای لنز دوربین از فیلم (تصویر ۱)، تصاویری با قابلیت تفکیک پذیری و کیفیت بهتر نسبت به دوربین‌های معمولی که لنز دوربین و فیلم در یک محور قرار دارند تهیه می‌کنند.^۷



تصویر ۱- طرحی از دوربین شیمفلاگ: لنز و فیلم در یک راستا قرار ندارند و تصویری با تفکیک‌پذیری بهتر ارائه می‌دهند.

(عکس از مقاله مقایسه ضخامت قرنیه با پاکی متری اولتراسوند و دوربین شیمفلاگ. Ciolino JB, et al. Comparison of corneal thickness measurements by ultrasound and Scheimpflug photography in eyes (that have undergone LASIK. Am J Ophthalmol 2008;145:75-80)

دستگاه جدیدتر گالیله (ساخت کارخانه Ziemer,

سوئیس) که در سال ۲۰۰۷ معرفی شد؛ با ترکیب دو دوربین

مقدمه

اندازه‌گیری دقیق ضخامت قرنیه به علت نقش آن در اندازه‌گیری دقیق فشار داخل چشم (IOP) و بررسی عملکرد یاخته‌های اندوتلیومی از اهمیت خاصی برخوردار است.^۱ فراگیر بودن جراحی‌های رفراکتیو قرنیه از یک طرف و مشخص شدن ضخامت کم بستر باقی‌مانده قرنیه به عنوان عامل خطری برای اکتازی بعد از جراحی‌های رفراکتیو از طرف دیگر، اندازه‌گیری دقیق ضخامت قرنیه را بیش از پیش مهم کرده است. پاکی متری اولتراسوند به عنوان معیار دقیق و اصلی سنجش ضخامت قرنیه پذیرفته شده است. مزیت این روش قابلیت تکرارپذیری (interinstrument و interoperator، intraoperator) بالای آن است.^{۲-۴} اما نیاز به بی‌حسی موضعی و تماس با سطح قرنیه و ناراحتی بیمار هنگام انجام آن و خطر انتقال عفونت از طریق تماس سر پروب با قرنیه، از معایب این روش محسوب می‌شوند.^۵ در ضمن، تغییر سرعت صوت درون بافت به علت ادم قرنیه و تجربه فرد انجام‌دهنده هنگام انجام تست در عمود قرار دادن پروب بر روی قرنیه، روی دقت آزمون موثرند.^۶

روش‌های غیرتماسی بسیاری برای جبران معایب پاکی متری اولتراسوند و به منظور جایگزینی آن ابداع شده‌اند. ارباسکن، پنتاکم و گالیله از روش‌های غیرتماسی هستند که نیازی به بی‌حسی موضعی ندارند. روش غیرتماسی، خطر آلودگی قرنیه را حذف می‌کند و انجام آن برای بیمار آسان تر است ولی با توجه به اپتیکال بودن این روش‌ها، تحقیق در مورد دقت آن‌ها و قابلیت مقایسه نتایج آن‌ها با نتایج به دست آمده با پاکی متری اولتراسوند ادامه دارد. از سال ۲۰۰۴، Pentacam (ساخت کارخانه Oculus

دستگاه، توسط یک کاربر ماهر که با دستگاه مربوط آشنایی کامل داشت؛ انجام می‌شدند.

برای بررسی توافق اندازه‌گیری‌های دستگاه‌ها، از میانگین، فاصله اطمینان ۹۵ درصد (CI_{۹۵})، میانه و دامنه تفاوت‌ها و ضریب همبستگی میان نتایج دو دستگاه استفاده شد. میانگین اندازه‌گیری‌ها با استفاده از آزمون t زوج مقایسه شد. هم‌چنین از نمودارهای Bland-Altman و حدود توافق ۹۵ درصد ناشی از آن و نیز نمودار mountain plot برای تفسیر توافق استفاده شد. جهت یافتن ضریب تصحیح مناسب برای تقریب یافته‌های دو دستگاه گالیه و پاکی متری اولتراسوند در خواندن ضخامت مرکز قرنیه از رگرسیون خطی استفاده شد. همه آنالیزها توسط نرم‌افزار آماری Med Calc ویرایش ۹/۲ انجام شدند.

یافته‌ها

این مطالعه بر روی ۱۸۴ چشم سالم از ۹۲ فرد داوطلب جراحی رفرکتیو انجام‌شد. افراد مورد مطالعه شامل ۵۴ زن (۵۹ درصد) و ۳۸ مرد (۴۱ درصد) با میانگین سنی ۲۵/۷±۵/۵ سال (۴۲-۱۸ سال) بودند. میانگین رفرکشن چشم‌ها ۳/۸۷±۲/۱۵- دیوپتر (۴/۲۵+ تا ۸/۵- دیوپتر) بود. میانگین آستیگماتیسم ۱/۰۴±۰/۷۶ دیوپتر (صفر تا ۴ دیوپتر) بود. ضخامت مرکزی قرنیه اندازه‌گیری‌شده با سه دستگاه در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار ضخامت مرکز قرنیه

اندازه‌گیری‌شده با سه دستگاه مورد مطالعه

گالیه	ارباسکن	اولتراسوند	M±SD
۵۵۵±۲۹	۵۴۶±۳۷	۵۴۴±۳۳	
۴۹۰-۶۳۴	۴۵۷-۶۴۳	۴۷۶-۶۲۲	دامنه

M: mean; SD: standard deviation

ضخامت مرکز قرنیه به دست آمده توسط ارباسکن II با اعمال ضریب تصحیح ۹۶ درصد بسیار نزدیک به پاکی متری اولتراسوند بود (P=۰/۴۳۴). ضخامت اندازه‌گیری‌شده مرکز قرنیه توسط دستگاه گالیه به طور متوسط ۱۱/۳±۱۰/۶ میکرومتر بیش‌تر از مقادیر پاکی متری اولتراسوند بود (P<۰/۰۰۱). هم‌بستگی بین یافته‌های پاکی متری گالیه و اولتراسوند بهتر از ارتباط بین پاکی متری ارباسکن II و اولتراسوند بود (ضریب هم‌بستگی ۰/۹۴۷ در برابر ۰/۸۱۷).

شیمفلاگ و Placido-disc topographer از سگمان قدامی تصویر تهیه می‌کند و ادعا شده است که دوربین شیمفلاگ دوم، فیکسیشن بیمار را حین انجام تست بهتر چک می‌کند و در ضمن، دقت اندازه‌گیری‌ها را نیز دو چندان می‌نماید.^۷ در مطالعه حاضر، گالیه و ارباسکن II (محصول شرکت Bausch&Lomb) را با پاکی متری اولتراسوند مقایسه می‌کنیم و ارتباط بین داده‌های این سه روش را بررسی می‌نماییم.

روش پژوهش

این مطالعه بر روی ۹۲ داوطلب جراحی رفرکتیو مراجعه‌کننده به کلینیک نگاه از فروردین تا شهریور ۱۳۸۷ انجام شد. تنها مشکل چشمی داوطلبان عیب انکساری قرنیه بود. سابقه یا تشخیص هر بیماری چشمی از جمله قوز قرنیه، گلوکوم و بیماری شبکیه‌ای یا جراحی قبلی چشمی، منجر به حذف فرد از مطالعه می‌شد. از همه شرکت‌کنندگان خواسته شد تا حداقل یک ماه قبل از شرکت در مطالعه، از لنز تماسی نرم استفاده نکنند. معاینه کامل چشمی از جمله معاینه با اسلیت‌لمپ، اندازه‌گیری فشار داخل چشمی (IOP)، رفرکشن سیکلوپلژیک و معاینه کامل فوندوسکوپی انجام شد. بعد از توضیح هدف مطالعه، از همه شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه گرفته شد. برای حذف تغییرات قرنیه در طول شبانه روز، همه اندازه‌گیری‌ها بین ساعات ۳ تا ۷ عصر انجام شدند.

برای اندازه‌گیری ضخامت قرنیه با دستگاه دابل شیمفلاگ گالیه، هر فرد پشت دستگاه می‌نشست و به نور هدف نگاه می‌کرد. راستای مناسب مرکز تصویر و قله قرنیه، با مشاهده تصویر شیمفلاگ اولیه روی نمایشگر، کنترل می‌شد. همه اندازه‌گیری‌ها توسط یک کاربر مجرب انجام شدند. در مورد ارباسکن II، ضریب تصحیح (acoustic factor) برابر ۰/۹۶ درصد در نظر گرفته شده بود. این مقدار برای معادل کردن داده‌های اپتیکال ارباسکن II با روش اولتراسوند تعیین شده است. افراد پشت دستگاه می‌نشستند و وضوح تصویر قرنیه با کمک دو نیم‌دایره معکوس بازتاب‌شده تنظیم می‌شد.

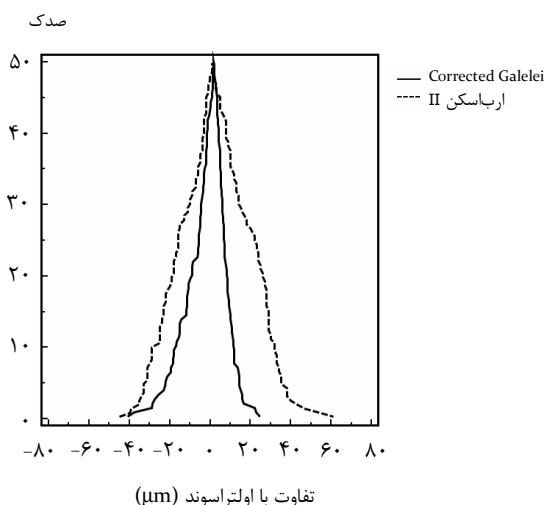
برای اجتناب از ایجاد اختلال در تصویربرداری از سطح قرنیه به علت نامنظمی سطح قرنیه به دنبال روش تماسی پاکی متری اولتراسونیک، این اندازه‌گیری بعد از دو روش دیگر انجام شد. پاکی متر US-۱۰۰۰۰ (ساخت شرکت Nidek ژاپن) قبل از هر اندازه‌گیری، کالیبره می‌شد. قرنیه با کمک تتراکاین ۰/۵ درصد بی‌حس می‌شد و میانگین ۳ بار اندازه‌گیری، به عنوان ضخامت مرکز قرنیه ثبت می‌گردید. همه اندازه‌گیری‌های به وسیله هر

جدول ۲- مقایسه تفاوت ضخامت مرکز قرنیه اندازه‌گیری شده به روش‌های مختلف

گالیله و ارباسکن	گالیله و اولتراسوند		ضریب هم بستگی
	ارباسکن و اولتراسوند	قبل از تطبیق‌دهی	
۰/۸۱۱	۰/۸۱۷	۰/۹۴۷	۰/۹۴۷
۸/۰±۲۲/۹	۲/۵±۲۲/۲	۰/۵±۱۱/۵	۱۰/۶±۱۱/۳
۱۱/۶ تا ۴/۵	۵/۹ تا ۰/۸	۲/۳ تا ۱/۳	۱۲/۴ تا ۸/۸
<۰/۰۰۱	۰/۱۳۵	۰/۵۶۵	<۰/۰۰۱
۳۳ تا -۵۴	۶۱ تا -۴۵	۲۵ تا -۴۱	۳۷ تا -۲۹
۵۲/۸ تا -۳۶/۸	۵۶/۱ تا -۴۱/۱	۲۳ تا -۲۱/۹	۳۲/۸ تا -۱۱/۶

M, mean; SD, standard deviation, CI, confidence interval; LOA, limit of agreement

* آزمون t زوج

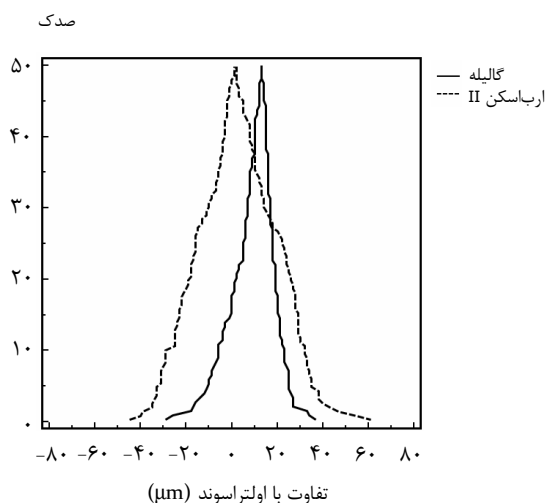


نمودار ۲- نمودار Mountain plot تفاوت‌های میان اندازه‌گیری‌های ضخامت مرکزی قرنیه توسط دستگاه گالیله و ارباسکن II نسبت به پاک‌متری اولتراسوند پس از در نظر گرفتن ضریب تصحیح ۰/۹۸ برای هر کدام از خوانده‌های ضخامت مرکز قرنیه توسط دستگاه گالیله.

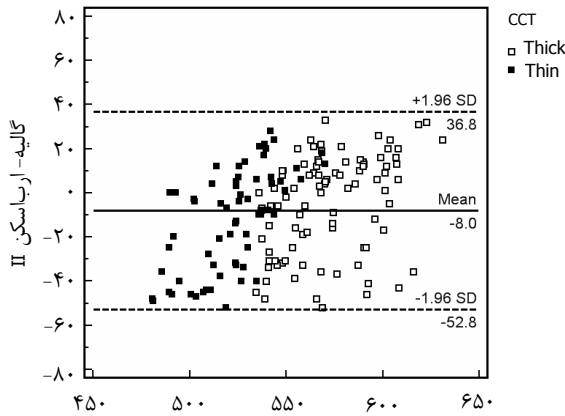
نمودارهای Bland-Altman (نمودارهای ۳ تا ۶) نمایانگر میزان توافق دوبه‌دوی دستگاه‌ها در برابر هم به تفکیک ضخامت می‌باشند. همان‌طور که در نمودار (۴) آمده است؛ پس از تصحیح خوانده‌ها توسط دستگاه گالیله، توافق مناسب بین گالیله و اولتراسوند ایجاد شد. نمودارهای (۵) و (۶) نشان‌دهنده توافق ضعیف میان ارباسکن II و گالیله و نیز ارباسکن II و پاک‌متری اولتراسوند هستند.

بین معادل کروی عیب رفرکتیو با ضخامت مرکز قرنیه به دست آمده با اولتراسوند ($P=0/78$ و $P=0/23$ ضریب همبستگی)، ارباسکن II ($P=0/54$ ، $P=0/63$ ضریب همبستگی) و گالیله ($P=0/77$ و $P=0/32$ ضریب همبستگی) ارتباط معنی‌داری یافت نشد.

نمودارهای Mountain plot (نمودارهای ۱ و ۲) نشان می‌دهند که اندازه‌گیری‌های گالیله به مقدار تقریبی ۱۰ میکرومتر بیش‌تر از داده‌های پاک‌متری اولتراسوند بود و با در نظر گرفتن ضریب تصحیح ۰/۹۸ برای خوانده‌های ضخامت مرکز قرنیه دستگاه گالیله، یافته‌های دو دستگاه بسیار مشابه شدند.



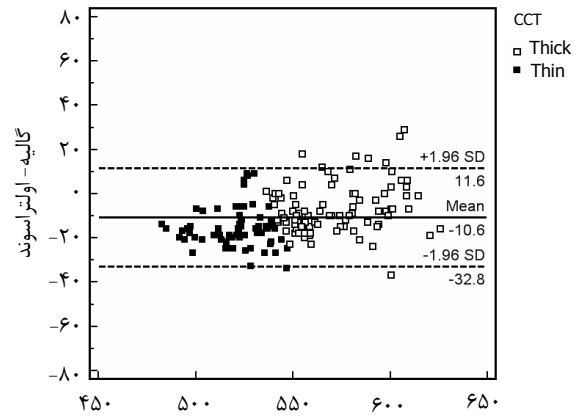
نمودار ۱- نمودار Mountain plot تفاوت‌های بین اندازه‌گیری‌های ضخامت مرکزی قرنیه توسط دستگاه گالیله و ارباسکن II نسبت به پاک‌متری اولتراسوند.



متوسط CCT اولتراسوند و گالیله (μm)

CCT, central corneal thickness

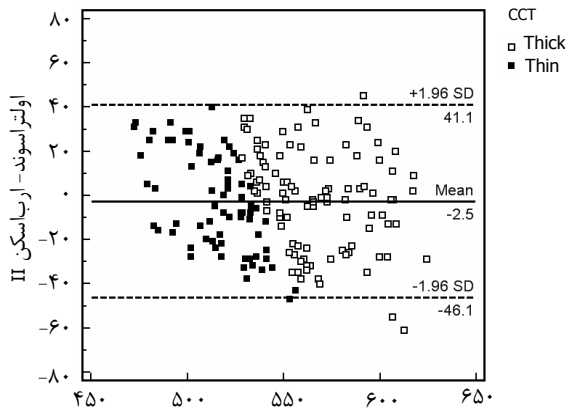
نمودار ۵- نمودار Bland-Altman در مقایسه خواننده‌های گالیله و ارباسکن.



متوسط CCT اولتراسوند و گالیله (μm)

CCT, central corneal thickness

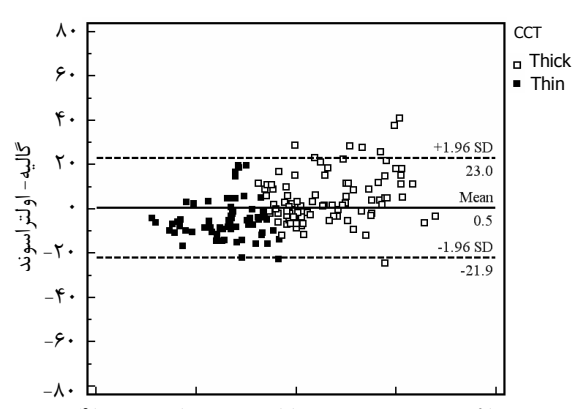
نمودار ۳- نمودار Bland-Altman در مقایسه خواننده‌های گالیله و پاکی متری اولتراسوند.



متوسط CCT اولتراسوند و گالیله (μm)

CCT, central corneal thickness

نمودار ۶- نمودار Bland-Altman در مقایسه خواننده‌های ارباسکن II و پاکی متری اولتراسوند.



متوسط CCT اولتراسوند و گالیله (μm)

CCT, central corneal thickness

نمودار ۴- نمودار Bland-Altman در مقایسه خواننده‌های گالیله و پاکی متری اولتراسوند بعد از اعمال ضریب تصحیح ۰٫۹۸ برای هر کدام از خواننده‌های ضخامت مرکز قرنیه توسط دستگاه گالیله.

جدول ۳- مقایسه تفاوت ضخامت قرنیه به روش گالیله و

پاکی متری التراسوند به تفکیک قرنیه نازک و ضخیم

قرنیه ضخیم (CCT>۵۳۵μm)	قرنیه نازک (CCT<۵۳۵μm)	
۰٫۸۱۱	۰٫۸۱۷	هم‌بستگی
-۷٫۰±۱۱٫۵	-۱۵٫۵±۹٫۱	(μm) M±SD
-۴٫۷ تا -۹٫۴	-۱۳٫۳ تا -۱۷٫۷	CI _{۹۵}
<۰٫۰۰۱	<۰٫۰۰۱	میزان *P
۲۹ تا -۳۷	۹ تا -۳۴	دامنه تفاوت (μm)
۱۵٫۶ تا -۲۹٫۵	۲٫۳ تا -۳۳٫۳	LOA (CI _{۹۵})

CCT, central corneal thickness; M, mean; SD, standard deviation; LOA, limit agreement

*آزمون t زوج

میزان توافق دو دستگاه گالیله و اولتراسوند در مقادیر پایین و بالای ضخامت قرنیه، متفاوت بود؛ به نحوی که در مقادیر پایین‌تر، گالیله بیش‌تر دچار بیش‌برآورد (overestimation) ضخامت می‌شد اما در مقادیر بالاتر ضخامت، این اختلاف کم‌تر بود. در حالی که عدم توافق میان اولتراسوند و ارباسکن II در همه ضخامت‌ها به یک میزان بود. برای بررسی این موضوع، اقدام به رسم نمودار و پیدا کردن حدود توافق در دو حالت ضخیم (بیش از ۵۳۵ میکرون) و نازک نمودیم. بر این اساس، میانگین تفاوت در قرنیه‌های ضخیم، ۷ میکرون و در قرنیه‌های نازک، ۱۵ میکرون بود (جدول ۳).

بحث

اندازه‌گیری دقیق ضخامت قرنیه در انتخاب افراد مناسب برای جراحی رفرکتیو، تفسیر IOP، تشخیص و پی‌گیری اکتازی‌های قرنیه مثل قوز قرنیه و نشان دادن عملکرد یاخته‌های اندوتلیوم قرنیه، بسیار مهم است.^۸ در تلاش برای یافتن جایگزینی برای اولتراسوند که به اندازه آن دقیق باشد ولی معایبش را نداشته باشد؛ دستگاه‌های بسیاری ابداع شده‌اند. ارباسکن II با حرکت افقی یک باریکه نور (slit beam)، تصویری از انحنای سطح قدامی و خلفی قرنیه تهیه می‌کند و به طور غیرمستقیم، ضخامت قرنیه را تخمین می‌زند.^۹ آنچه ارباسکن II به عنوان ضخامت قرنیه محاسبه می‌کند؛ فاصله بین لایه اشکی جلوی قرنیه و سطح خلفی قرنیه است. یافته‌های اولیه ارباسکن، مقادیر ضخامت قرنیه را بیش‌تر تخمین می‌زدند که برای تصحیح این تخمین اضافه، برای آن ضریب اصلاح در نظر گرفته شد^{۱۰-۱۴}.

دستگاه جدید گالیه با ترکیب تصویر حاصل از دو دوربین شیمفلاگ که با زاویه ۱۸۰ درجه از هم قرار گرفته‌اند و یک صفحه پلاسیدو (placido disc)، مشخصات سگمان قدامی چشم را تعیین می‌کند. ادعای شرکت سازنده بر این است که استفاده از دو دوربین شیمفلاگ به جای یک دوربین، میزان خطای ناشی از گرفتن تصویر با زاویه مایل و حرکات جزئی حین انجام معاینه را کم‌تر می‌کند.^۷

در تنها یک مطالعه که توسط Menassa^{۱۵} بر روی ۸۵ چشم انجام شد؛ دقت دستگاه گالیه و ارباسکن II را با پاک‌متری اولتراسوند مقایسه شد. در این مطالعه، دستگاه گالیه ضخامت قرنیه را به مقدار $۳/۱ \pm ۱۴/۴$ و $۶/۸ \pm ۹/۸$ میکرومتر کم‌تر از ارباسکن II و پاک‌متری اولتراسوند اندازه گرفت. در مطالعه حاضر، گالیه ضخامت قرنیه را به میزان $۲/۵ \pm ۲۲/۲$ و $۱۰/۲ \pm ۱۱/۳$ میکرومتر بیش‌تر از ارباسکن II با ضریب تصحیح ۰/۹۶ و پاک‌متری اولتراسوند اندازه گرفت.

به نظر می‌رسد که گالیه نیز مانند سایر روش‌های اپتیکی نیازمند یک ضریب تصحیح برای تقریب داده‌ها به خواننده‌های

پاک‌متری اولتراسوند باشد. از آن‌جا که در تعیین ضخامت قرنیه به روش اولتراسوند نیاز به تماس پروب با سطح قرنیه می‌باشد؛ این تماس و فشردگی ناشی از آن را علتی برای کم‌تر بودن اندازه‌گیری‌های روش اولتراسوند نسبت به روش‌های اپتیکی غیرتماسی می‌دانند^{۱۵،۱۶}. مدل رگرسیون خطی، ضریب تصحیح ۰/۹۸ را برای تقریب داده‌های گالیه به اولتراسوند به دست آورد.

بررسی جداگانه ضخامت قرنیه در دو گروه قرنیه‌های نازک (ضخامت کم‌تر از ۵۳۵ میکرومتر بر اساس پاک‌متری اولتراسوند^{۱۵}) و قرنیه‌های ضخیم (ضخامت بیش از ۵۳۵ میکرومتر^{۱۵}) نشان داد که میزان متوسط تفاوت بین گالیه و پاک‌متری اولتراسوند در قرنیه‌های نازک تقریباً دو برابر تفاوت بین دو دستگاه در قرنیه‌های ضخیم است (۱۵ میکرومتر در مقابل ۷ میکرومتر). گالیه نیز مانند ارباسکن، بر اساس اصول اپتیکی ساخته شده است و بنابراین، در بسیاری از موارد، عملکردی مشابه ارباسکن دارد. چندین مطالعه در مقایسه ارباسکن II و پاک‌متری اولتراسوند، موید این نکته بوده‌اند که استفاده از یک ضریب تصحیح ثابت برای ارباسکن جهت ضخامت‌های متفاوت قرنیه، صحیح نمی‌باشد^{۱۷،۱۶،۱۳}. در مطالعه حاضر نیز گرچه هماهنگی خوبی بین گالیه و پاک‌متری اولتراسوند در اندازه‌گیری ضخامت مرکز قرنیه وجود داشت؛ این هماهنگی بر اساس ضخامت قرنیه متغیر بود. بنابراین، در تفسیر یافته‌های گالیه برای قرنیه‌های نازک مثل اکتازی‌های قرنیه و بعد از جراحی‌های رفرکتیو باید محتاطانه برخورد کرد.

در این مطالعه، مشخص شد که در نظر گرفتن ضریب تصحیح ۰/۹۸ برای تبدیل خواننده‌های ضخامت مرکز قرنیه توسط گالیه، روش مناسبی برای رسیدن به مقدار معادل پاک‌متری اولتراسوند است. البته قطعی کردن این مقدار، به عنوان ضریب تصحیح گالیه، نیازمند مطالعات وسیع‌تر جهت تایید یافته‌های مطالعه حاضر و در نظر گرفتن ضخامت‌های متفاوت قرنیه می‌باشد. برای تعیین دقت گالیه در قرنیه‌های بسیار نازک مثل موارد اکتازی و بعد از جراحی رفرکتیو نیز به مطالعات بیش‌تری نیاز است.

منابع

1. 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.
2. Giasson C, Forthomme D. Comparison of central corneal thickness measurements between optical and ultrasound pachometers. *Optom Vis Sci* 1992;69:236-241.
3. Miglior S, Albe E, Guareschi M, Mandelli G, Gomasasca S, Orzalesi N. Intraobserver and interobserver reproducibility in the evaluation of ultrasonic pachymetry measurements of central corneal thickness. *Br J Ophthalmol* 2004;88:174-177.
4. Rainer G, Petternel V, Findl O, Schmetterer L, Skorpik C, Luksch A, 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.
5. Kawana K, Tokunaga T, Miyata K, Okamoto F, Kiuchi T, Oshika T. 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.
 6. González-Méjome JM, Cerviño A, Yebra-Pimentel E, Parafita MA. Central and peripheral corneal thickness measurements with Orbscan II and topographical ultrasound pachymetry. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:125-132.
 7. Drew RC. Depth of field in slit lamp photography. An optical solution using the schemflug principle. *Ophthalmologia* 1964;148:143-150.
 8. Gherghel D, Hosking SL, Mantry S, Banerjee S, Naroo SA, Shah S. Corneal pachymetry in normal and keratoconic eyes: Orbscan II versus ultrasound. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:1272-1277.
 9. Cairns G, McGhee CN. Orbscan computerized topography: attributes, applications, and limitations. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:205-220.
 10. Rainer G, Findl O, Petternel V, Kiss B, Drexler W, Skorpik C, et al. Central corneal thickness measurements with partial coherence interferometry, ultrasound, and the Orbscan system. *Ophthalmology* 2004;111:875-879.
 11. Buehl W, Stojanac D, Sacu S, Drexler W, Findl O. Comparison of three methods of measuring corneal thickness and anterior chamber depth. *Am J Ophthalmol* 2006;141:7-12.
 12. Amano S, Honda N, Amano Y, Yamagami S, Miayi T, Samejima T, et al. Comparison of central corneal thickness measurements by rotating Scheimflug camera, ultrasonic pachymetry, and scanning-slit corneal topography. *Ophthalmology* 2006;113:937-941.
 13. Iskander NG, Anderson Penno E, Peters NT, Gimbel HV, Ferensowicz M. 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.
 14. Prisant O, Calderon N, Chastang P, Gatinel D, Hoang-Xuan T. Reliability of pachymetric measurements using Orbscan after excimer refractive surgery. *Ophthalmology* 2003;110:511-515.
 15. Menassa N, Kaufmann C, Goggin M, Job OM, Bachmann LM, Thiel MA. 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.
 16. Fakhry MA, Artola A, Belda JI, Ayala MJ, Alió JL. Comparison of corneal pachymetry using ultrasound and Orbscan II. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:248-252.
 17. Suzuki S, Oshika T, Oki K, Sakabe I, Iwase A, Amano S, et al. Corneal thickness measurements: scanning-slit corneal topography and noncontact specular microscopy versus ultrasonic pachymetry. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:1313-1318.