

## Comparison of Different Methods for Intraocular Lens Power Calculation after Corneal Refractive Surgery

Javadi MA, MD; Mirbabaei Ghafghazi F, MD

With the increasing number of keratorefractive surgical procedures in the past years, an increasing number of cataract operations in eyes with previous keratorefractive surgery is anticipated. Although cataract extraction seems to be feasible without major technical obstacles, intraocular lens (IOL) power calculation remains problematic. Insertion of measured k-readings after myopic photorefractive keratectomy (PRK), or laser in situ keratomileusis (LASIK) into standard IOL power-predictive formulas commonly results in substantial under correction and postoperative hyperopic refraction or anisometropia. Several methods have been developed to provide accurate measurements of corneal power which include: clinical history method, contact lens method, Feiz-Mannis formula, aphakic refraction technique, cornea bypass method and the BESSt formula. Newer methods such as the BESSt formula represent a significant step toward greater accuracy in IOL power calculation in eyes with previous laser refractive surgery, especially when prerefractive surgery data is unavailable. The "clinical history method" should be applied whenever refraction and k-reading before the keratorefractive procedure are available, however if the pre-refractive surgery data is unknown, the use of the flattest K value in the central 3 mm region of the topography map will be useful. This article briefly reviews each of the above-mentioned methods.

- Bina J Ophthalmol 2007; 12 (2): 227-233.

### مروری بر روش‌های محاسبه قدرت قرنیه برای تعیین قدرت لنز داخل چشمی پس از جراحی کراتورفکتیو

دکتر محمدعلی جوادی<sup>۱</sup> و دکتر فیروز میربابایی قفقازی<sup>۲</sup>

روش‌های مختلفی برای محاسبه قدرت قرنیه به منظور تعیین قدرت لنز داخل چشمی (IOP) پس از جراحی کراتورفکتیو ارائه شده‌اند. کراتومتری دستی در بیمارانی که قبلاً تحت عمل رفراکتیو لیزری برای نزدیک‌بینی قرار گرفته‌اند؛ میزان مسطح‌شدگی (flattening) قرنیه را کم‌تر از حد واقعی نشان می‌دهد. توپوگرافی با توجه به این که بیش از ۱۰۰۰ نقطه را در ۳ میلی‌متر مرکزی اندازه‌گیری می‌نماید؛ نسبت به کراتومتر دستی، ارجحیت دارد. در صورت دسترسی به اطلاعات قبل از عمل رفراکتیو بیماران، به نظر می‌رسد که روش CHM (clinical history method)، هم‌چنان روش دقیق‌تری جهت تعیین قدرت IOL در این بیماران باشد. پیدایش برنامه‌های نرم‌افزاری جدید مانند فرمول BESSt جهت تعیین قدرت IOL در این بیماران، افق‌های روشنی را در مواردی که اطلاعات قبل از عمل رفراکتیو قرنیه موجود نیست؛ به وجود آورده‌اند. در صورت عدم دسترسی به اطلاعات قبل از عمل، انجام توپوگرافی و استفاده از مسطح‌ترین کراتومتری در ۳ میلی‌متر مرکزی قرنیه در بیمارانی که قبلاً تحت عمل رفراکتیو برای نزدیک‌بینی قرار گرفته‌اند؛ روش نسبتاً مناسبی خواهد بود.

- مجله چشم‌پزشکی بینا ۱۳۸۵؛ دوره ۱۲، شماره ۲: ۲۲۷-۲۳۳.

• پاسخ‌گو: دکتر محمدعلی جوادی (e-mail: ma\_javadi@yahoo.com)  
۱- استاد- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی  
۲- فلوشیپ قرنیه- بیمارستان لبافی‌نژاد  
تهران- پاسداران- بوستان نهم- بیمارستان لبافی‌نژاد- مرکز تحقیقات چشم

تاریخ دریافت مقاله: ۲۸ خرداد ۱۳۸۵  
تاریخ تایید مقاله: ۸ بهمن ۱۳۸۵

## مقدمه

انجام جراحی آب‌مروارید پس از اعمال فرکتیو قرنیه، از نظر تکنیک، تفاوتی با سایر موارد ندارد ولی مساله مهم، تعیین دقیق قدرت لنز داخل چشمی (IOL) است. محاسبه قدرت قرنیه، به علت تغییر شکل قرنیه در اثر جراحی فرکتیو، مشکل می‌گردد. سه عامل در تعیین قدرت IOL دخالت دارند: (۱) طول محوری (axial length) چشم که پس از عمل فرکتیو نسبت به قبل از آن تغییری نمی‌کند<sup>۱،۲</sup>. (۲) روش تعیین کراتومتری مرکز قرنیه و (۳) فرمول‌های محاسبه قدرت IOL که در موارد پس از اعمال فرکتیو قرنیه باید از فرمول‌های نسل سوم و چهارم (مانند Haigis، Hoffer-Q، Holladay-۲ یا SRK-T) استفاده شود و نباید از فرمول‌های رگرشن (مانند SRK-I و SRK-II) استفاده کرد.

از سه عامل ذکرشده در بالا، اندازه‌گیری قدرت قرنیه، مهم‌ترین عامل می‌باشد و روش‌های مختلفی جهت تعیین کراتومتری مورد استفاده قرار می‌گیرند. هدف از نگارش این مقاله مروری، توضیح روش‌های مختلف محاسبه قدرت قرنیه در بیمارانی است که تحت عمل جراحی فرکتیو قرار گرفته‌اند و در نهایت ارایه راه‌کارهای عملی در این زمینه می‌باشد.

## روش‌های تعیین کراتومتری

### کراتومتری دستی (Manual)

در این روش، ۴ نقطه بر روی دو نصف‌النهار ارتوگونال، به فاصله ۳ تا ۴ میلی‌متر از قسمت پاراسترال قرنیه اندازه‌گیری می‌شوند. هرچه انحنای قرنیه پس از اصلاح نزدیک‌بینی، کم‌تر شود؛ فاصله ۲ نقطه بیش‌تر می‌شود<sup>۳</sup>. در موارد بعد از کراتوتومی شعاعی (RK)، کراتومتر معمولاً ناحیه پاراسترال یعنی خارج از محدوده Knee را اندازه‌گیری می‌نماید که این ناحیه معمولاً پرشیب (steep) است. یکی از مشکلات در استفاده از کراتومتر دستی این است که ۴ نقطه پاراسترال را اندازه‌گیری می‌کند

که نماینده نواحی مرکزی قرنیه هستند. این مساله در قرنیه‌های طبیعی که عمل نشده‌اند و مختصر پرولیت (prolate) می‌باشند (در مرکز، پرشیب هستند و به طرف محیط، مسطح می‌شوند) صادق است و دامنه تغییرات قدرت در این ۴ نقطه کم است. در حالی که در قرنیه‌هایی که تحت جراحی قرار گرفته‌اند؛ آسفریسیته (asphericity) قرنیه تغییر می‌کند و تغییر دامنه قدرت در ۴ میلی‌متر مرکزی قرنیه، زیاد می‌شود.

جراحی‌های اصلاح نزدیک‌بینی، موجب مسطح شدن قرنیه در مرکز می‌شوند و شکل آن را از پرولیت به اوبلیت (oblate) تغییر می‌دهند ولی روش‌های اصلاح دوربینی، مرکز قرنیه را پرشیب‌تر می‌کنند و قرنیه، بیش‌تر پرولیت می‌شود. بنابراین در مواردی که اصلاح نزدیک‌بینی صورت گرفته است؛ کراتومتر، بیش‌تر محیط قرنیه را اندازه‌گیری می‌نماید و به همین جهت، نواحی پرشیب‌تر اندازه‌گیری می‌شوند و در نتیجه بیش‌تخمینی (overestimation) قدرت قرنیه روی می‌دهد. در قرنیه‌هایی که مرکز آن‌ها بر اثر عمل فرکتیو، پرشیب شده است؛ نواحی محیطی که مسطح‌ترند، اندازه‌گیری می‌شوند و در نتیجه قدرت قرنیه کم‌تر از واقع محاسبه می‌شود<sup>۴</sup> (تصویر ۱). بیش‌تخمینی کراتومتری و در نتیجه، کم‌تخمینی (underestimation) قدرت IOL، به میزان اختلاف رفرکشن قبل و پس از عمل و میزان نزدیک‌بینی اصلاح‌شده توسط اعمال فرکتیو ablativ بستگی دارد<sup>۳</sup>.

کراتومتری دستی میزان مسطح‌شدگی قرنیه را حدود ۲۵ درصد کم‌تر از میزان واقعی نشان می‌دهد<sup>۵</sup>. Hamed و همکاران<sup>۶</sup> معتقدند که در صورت استفاده از کراتومتری با دستگاه Eyesys، ۱۵ درصد و در صورت استفاده از کراتومتر معمولی، ۲۴ درصد از کل رفرکشن اصلاح‌شده، از آن کم شود. لازم به ذکر است در چشم‌هایی که تحت عمل RK قرار گرفته‌اند؛ کراتومتری در طول شبانه‌روز تغییر می‌کند و بهتر است کراتومتری صبح یا اوایل روز انجام شود زیرا در عصر و شب، قرنیه پرشیب‌تر می‌شود<sup>۵</sup>.

تنها در صورتی که OZ (optical zone) کم‌تر از ۳ میلی‌متر باشد (پس از RK) نسبت به کراتومتر دستی مزیت دارد زیرا در این روش، منطقه‌ای به اندازه ۲/۶ میلی‌متر اندازه‌گیری می‌شود.<sup>۷</sup>

### توپوگرافی

این روش، دقیق‌تر از دو روش قبلی است؛ به ویژه این که هزار نقطه در منطقه ۳ میلی‌متری مرکزی قرنیه را اندازه‌گیری می‌کند و این مساله بسیار مهمی در قرنیه‌های دچار آستیگماتیسم نامنظم می‌باشد ولی باید توجه داشت که میزان Sim-K در دستگاه‌های مختلف متفاوت است زیرا اندکس کراتومتریک در دستگاه‌های مختلف، متفاوت می‌باشد و باید دستگاه مورد استفاده قبل و پس از عمل، یکسان باشد. به عنوان مثال اندکس کراتومتریک در کراتومتر Zeiss، ۱/۳۳۱۵ و برای کراتومتر Javal و یا TMS-۱ و Eyesys، ۱/۳۳۷۵ می‌باشد.<sup>۸</sup>

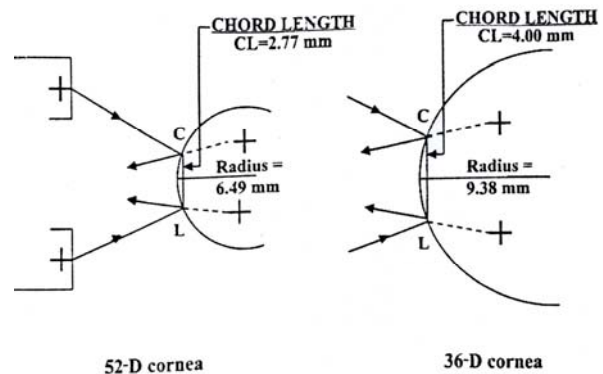
معمولاً پس از جراحی‌های ابلیشنی، اندکس قرنیه از میزان ۱/۳۳۷۵ کم‌تر می‌شود و در نتیجه، موجب می‌گردد که دستگاه‌های CVK (computerized video keratography) قدرت قرنیه را بیش‌تر اندازه‌گیری نمایند. لازم به ذکر است در صورت استفاده از روش CVK باید کم‌ترین قدرت در ناحیه ۳ میلی‌متر مرکزی قرنیه را محاسبه نمود که با Sim-K متفاوت است.<sup>۹</sup> زمانی که هیچ اطلاعاتی از سوابق بیمار در دسترس نیست؛ توپوگرافی رایانه‌ای بهترین روش می‌باشد.<sup>۹</sup>

### میانگین قدرت مرکزی (Average central power)

متوسط قدرت قرنیه، در ناحیه منطبق بر ورودی مردمک (entrance pupil) واقع است که با دستگاه توپوگرافی TMS-۱ قابل اندازه‌گیری است. این روش در مواردی که RK شده‌اند؛ مفید می‌باشد.<sup>۳</sup>

### اورباسکن (ORB scan)

هر چند در این روش، امکان تعیین نقشه قدرت سطح قدامی و خلفی قرنیه و اندازه‌گیری ضخامت آن وجود دارد ولی هنوز میزان صحت اندازه‌گیری انحنای خلفی قرنیه با این وسیله، تعیین نشده است.<sup>۳۵</sup>



تصویر ۱- ناحیه کروی قرنیه که توسط کراتومتر اندازه‌گیری می‌شود؛ متناسب با پریشی قرنیه، متفاوت است. طول وتر (chord length) اندازه‌گیری‌شده در قرنیه پریشیب نسبت به قرنیه مسطح، کوتاه‌تر است.

مشکل دیگر در استفاده از کراتومتر دستی، تغییر در اندکس طبیعی رفرکشن قرنیه است که در چشم‌هایی که تحت جراحی‌های ablative قرار گرفته‌اند؛ بیش‌تر مشاهده می‌شود. در قرنیه عادی، برای محاسبه قدرت قرنیه، از اندکس رفرکشن ۱/۳۳۷۵ استفاده می‌شود ولی در چشم‌هایی که تحت جراحی ابلیشنی قرار گرفته‌اند؛ به علت یکسان نبودن اندکس در لایه‌های مختلف، اندکس رفرکشن از ۱/۳۳۷۵ کم‌تر می‌شود. جهت توجه این پدیده سه دلیل آورده شده است: (۱) برداشتن بافت قرنیه، رابطه بین سطح قدامی و خلفی قرنیه را تغییر می‌دهد. (۲) تغییر در ضخامت قرنیه، موجب تغییر اندکس رفرکشن می‌شود زیرا لایه‌های مختلف قرنیه دارای اندکس‌های متفاوت می‌باشند و (۳) ممکن است تغییر در انحنای خلفی قرنیه ایجاد شود که موجب تغییر قدرت قرنیه می‌شود.<sup>۵</sup> بنابراین استفاده از کراتومتر دستی جهت تعیین قدرت قرنیه پس از اعمال رفرکتیو، از صحت بالایی برخوردار نمی‌باشد.

### کراتومترهای خودکار (Automated)

صحت کراتومترهای خودکار در چشم‌های عادی برابر با کراتومتر دستی است و در موارد پس از جراحی‌های رفرکتیو،

(۱) ابتدا SE قبل و بعد از عمل فرکتیو را در سطح قرنیه محاسبه می‌نماییم. اگر فاصله ورتکس (vertex distance) را ۱۲/۵ میلی‌متر در نظر بگیریم؛ فرکشن در سطح قرنیه (RFN<sub>۰</sub>) از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$RFN_0 = \frac{RFN_{12.5}}{1 - (0.0125 \times RFN_{12.5})}$$

در نتیجه، RFN<sub>۰</sub> پیش از عمل (در سطح قرنیه) برابر است با:

$$\frac{-8.63}{1 - (0.0125 \times -8.63)} = 7.79 \text{ D}$$

و RFN<sub>۰</sub> پس از عمل برابر خواهد بود با:

$$\frac{-0.5}{1 - (0.0125 \times -0.5)} = 0.49 \text{ D}$$

(۲) محاسبه مقدار تغییر RFN مانیفست در سطح قرنیه توسط جراحی فرکتیو که برابر خواهد بود با

$$-0.49 - (-7.79) = 7.3 \text{ D}$$

(۳) مقدار تغییر RFN مانیفست را از کراتومتری قبل از عمل کم می‌کنیم:

$$\text{True K} = 44.25 - 7.3 = 36.95 \text{ D}$$

بنابراین، قدرت کراتومتری که باید جهت محاسبه قدرت IOL در این بیمار به کار برده شود برابر ۳۶/۹۵ دیوپتر می‌باشد.

برای به کارگیری این روش، دو موضوع باید در نظر گرفته شوند؛ نخست این که کراتومتری قبل از عمل به چه روش و با چه دستگاهی اندازه‌گیری شده است و دیگر این که فرکشن پس از عمل، به فاصله کوتاهی از عمل تعیین شده باشد.<sup>۵</sup>

در روش CHM باید پدیده index myopia (تغییرات ناشی از لنز) را در نظر داشت. اگر کراتومتری به دست آمده از فرکشن اندازه‌گیری شده، بیش‌تر باشد؛ احتمال index myopia وجود دارد و باید کم‌ترین میزان کراتومتری را در نظر گرفت.<sup>۵</sup>

RDK، با کم کردن تغییرات فرکشن حاصل از عمل جراحی فرکتیو از میزان کراتومتری قبل از عمل فرکتیو به دست می‌آید. Koch<sup>۵</sup> به تحلیل نتیجه ۶ عمل جراحی آب‌مرورید پس از عمل لیزیک پرداخت و نتیجه گرفت که در صورت استفاده از RDK، میزان عیب انکساری پس از عمل، از سایر موارد کم‌تر خواهد بود.

با توجه به مطالب گفته‌شده، می‌توان نتیجه گرفت که مهم‌ترین دلیل عدم محاسبه صحیح قدرت IOL پس از اعمال فرکتیو، اشتباه در محاسبه کراتومتری است که به دلایل زیر رخ می‌دهد: (۱) نامنظمی منطقه پاراسترال سطح قدامی قرنیه، (۲) بی‌کفایتی ذاتی دستگاه در محاسبه قدرت کراتومتری بر حسب دیوپتر، (۳) تغییر شعاع انحنای سطح قدامی قرنیه، (۴) یکسان نبودن ضریب شکست در لایه‌های مختلف قرنیه و کاهش ضخامت آن که در قدرت نهایی قرنیه اثر می‌کند، (۵) تغییر آسفریسیتی از پرولیت به اولیت و (۶) ایلیشنی که به طور غیرهم‌مرکز (decentered) صورت گرفته باشد.<sup>۳</sup>

### راه‌های تعیین قدرت قرنیه پس از جراحی فرکتیو

راه‌های مختلفی جهت تعیین قدرت قرنیه پس از جراحی فرکتیو وجود دارند ولی هیچ‌کدام، یک روش دقیق و عینی نیستند و هر روشی را نمی‌توان جهت همه بیماران به کار بست. چند روش مرسوم به شرح ذیل وجود دارند:

#### روش مبتنی بر شرح حال بالینی

#### (CHM: clinical history method)

به نظر می‌رسد که این روش، یک روش استاندارد برای محاسبه قدرت IOL در بیمارانی باشد که تحت عمل فرکتیو قرار گرفته‌اند. نکته مهم در این روش، آن است که باید میزان عیب انکساری اصلاح‌شده برابر با تغییری باشد که در قدرت قرنیه حاصل شده است. اطلاعات مورد نیاز در این روش، شامل کراتومتری قبل از عمل و میزان دقیق فرکشن مانیفست (manifest refraction) قبل و پس از عمل فرکتیو می‌باشند. برای محاسبه کراتومتری موثر (effective keratometric value) باید میزان عیب انکساری اصلاح‌شده را از قدرت قرنیه قبل از عمل کم کنیم.<sup>۵</sup> به عنوان مثال، اطلاعات قبل و بعد از عمل فرکتیو بیماری به قرار زیر می‌باشند:

**پیش از عمل:** معادل کروی (SE) فرکشن مانیفست برابر ۸/۶۳- دیوپتر و Mean K برابر ۴۴/۲۴ دیوپتر

**پس از عمل:** SE فرکشن مانیفست برابر ۰/۵- دیوپتر و Mean K برابر ۳۹/۲۵ دیوپتر

برای محاسبه قدرت قرنیه به روش CHM به ترتیب زیر عمل می‌نماییم:

**جدول ۱- نوموگرام تطبیق‌دهی قدرت لنز داخل چشمی برای**

**دست‌یابی به امتریوی بعد از لیزیک دوربینی**

| تغییر در SE ناشی از لیزیک (دیوپتر) | کاهش قدرت IOL (دیوپتر) |
|------------------------------------|------------------------|
| ۱/۰۰                               | ۰/۰۰                   |
| ۲/۰۰                               | ۰/۹۷                   |
| ۳/۰۰                               | ۱/۸۴                   |
| ۴/۰۰                               | ۲/۷۰                   |
| ۵/۰۰                               | ۳/۵۶                   |
| ۶/۰۰                               | ۴/۴۲                   |

SE: spherical equivalent, IOL: intraocular lens

**جدول ۲- نوموگرام تطبیق‌دهی قدرت لنز داخل چشمی برای**

**دست‌یابی به امتریوی بعد از لیزیک نزدیک‌بینی**

| تغییر در SE ناشی از لیزیک (دیوپتر) | افزایش قدرت IOL (دیوپتر) |
|------------------------------------|--------------------------|
| ۱/۰۰                               | ۰/۳۶                     |
| ۲/۰۰                               | ۰/۹۶                     |
| ۳/۰۰                               | ۱/۵۵                     |
| ۴/۰۰                               | ۲/۱۵                     |
| ۵/۰۰                               | ۲/۷۴                     |
| ۶/۰۰                               | ۳/۳۴                     |
| ۷/۰۰                               | ۳/۹۳                     |
| ۸/۰۰                               | ۴/۵۳                     |
| ۹/۰۰                               | ۵/۱۲                     |
| ۱۰/۰۰                              | ۵/۷۲                     |

SE: spherical equivalent, IOL: intraocular lens

**روش آفاکیک (Aphakic Technique)**

در این روش، بیمار تحت جراحی آب‌مرورید قرار می‌گیرد ولی IOL قرار داده نمی‌شود. نیم ساعت بعد، بیمار رفرکشن می‌گردد و براساس رفرکشن حاصل، قدرت IOL محاسبه می‌شود. Mackool و همکاران<sup>۱۳</sup> در یک مطالعه گذشته‌نگر، نتیجه عمل در ۱۲ چشم از ۹ بیمار را شرح می‌دهند که نتیجه رفرکشن آن‌ها پس از عمل ۰/۷۵- تا ۰/۵+ دیوپتر بوده است.

**استفاده از فرمول BESSt**

این روش، به تازگی توسط Borasio و همکاران<sup>۱۴</sup> ارائه شده است. فرمول BESSt بر مبنای فرمول اپتیک گاسیان

**روش استفاده از لنز تماسی (CLM: contact lens method)**

در این روش، اختلاف بین رفرکشن مانیفست پس از جراحی رفرکتیو را یک بار با لنز تماسی (CL) با قدرت صفر و انحنای پایه (base curve) مشخص (مثلاً ۴۲ دیوپتر) و یک بار بدون CL محاسبه می‌کنند و این اختلاف را از انحنای پایه لنز کم می‌کنند. اگر قدرت قرینه دقیقاً با قدرت CL برابر باشد؛ هیچ‌گونه تغییری در رفرکشن بیمار حاصل نخواهد شد. برای نمونه، اگر در بیمار مثال پیشین، رفرکشن مانیفست فعلی (بدون CL) برابر ۰/۵- دیوپتر، انحنای پایه لنز تماسی (B) برابر ۳۹ دیوپتر، رفرکشن با CL برابر ۳- دیوپتر و قدرت لنز تماسی (P) برابر ۱+ دیوپتر باشد؛ در این صورت خواهیم داشت:

$$K=B+P+RFN \text{ with CL} - RFN \text{ without CL} =$$

$$۳۹+۱+(-۳) - (-۰/۵) = ۳۷/۵ D$$

قدرت کراتومتریکی که جهت محاسبه قدرت IOL با روش CL در این بیمار باید به کار برد؛ حدود ۳۷/۵ دیوپتر است. لازمه این روش، وجود رفلکس خوب جهت رفرکشن می‌باشد<sup>۵</sup> ولی این روش اصولاً وقت‌گیر است و انجام آن چندان آسان نیست.<sup>۱۰</sup>

**روش Vertex IOL Power**

این روش به وسیله Feiz و همکاران<sup>۱۱</sup> ارائه شده است. در این روش، جهت محاسبه قدرت IOL، نیازی به کراتومتری قبل از عمل رفرکتیو نمی‌باشد و با استفاده از کراتومتری بعد از عمل رفرکتیو و طول محوری، قدرت IOL را محاسبه می‌کنند. سپس با استفاده از دو نوع نوموگرام ارائه‌شده، تطبیق‌دهی (adjustment) قدرت IOL صورت می‌گیرد. لازم به ذکر است که اطلاعات نوموگرام Feiz، مبتنی بر نظریه هستند و لازم است دقت آن‌ها توسط مطالعات بالینی بررسی شود (جداول ۱ و ۲).

**روش در نظر نگرفتن قدرت قرینه**

**(Bypassing Corneal Power)**

در این روش، فرض بر این است که بیمار اصلاً تحت عمل رفرکتیو قرار نگرفته است و در محاسبه قدرت IOL، رفرکشن هدف را در حد میزان رفرکشن قبل از عمل رفرکتیو قرار می‌دهند. Walter و همکاران<sup>۱۲</sup> در یک مطالعه گذشته‌نگر، ۹ چشم از ۹ بیمار را بدین روش عمل نمودند که نتیجه رفرکشن نهایی در مطالعه آن‌ها ۰/۳±۰/۴۲ دیوپتر بوده است.

به تازگی به جای SRK-T با استفاده از double K modification SRK-T formula. نتایج بهتری را گزارش نموده‌اند.<sup>۱۵</sup> در این روش، کراتومتری قبل از عمل جهت محاسبه ELP (effective lens position) و کراتومتری پس از عمل جهت محاسبه قدرت IOL به کار می‌رود.<sup>۱۶،۱۷</sup> تنها فرمول نسل چهارمی که در آن جهت تعیین ELP از کراتومتری استفاده نمی‌شود؛ فرمول Haigis می‌باشد.

### راه‌کارهای عملی جهت محاسبه قدرت IOL

- (۱) در نظر داشته باشید که بیمار پس از جراحی آب‌مروارید، انتظار دید کامل را دارد؛ درست مثل زمان جراحی رفراکتیو.
- (۲) مطمئن باشید که قبل از جراحی آب‌مروارید، وضعیت رفراکشن بیمار ثابت بوده است (مثلاً اکتازی قرنیه وجود ندارد).
- (۳) در تمام موارد باید توپوگرافی انجام شود.
- (۴) اگر اطلاعات قبل از عمل به صورت کامل وجود دارند؛ از روش CHM استفاده کنید.
- (۵) تغییرات رفراکشن را در سطح عینک محاسبه کنید و حتی برای اطمینان بیشتر، ۱ تا ۲ دیوپتر به قدرت IOL اضافه کنید.
- (۶) اگر رفراکشن و کراتومتری قبل از عمل در دست نمی‌باشند و دید ۲۰/۸۰ یا بهتر است و انجام رفراکشن مقدور می‌باشد؛ از روش CL استفاده نمایید.
- (۷) از چند فرمول نسل سوم استفاده کنید.
- (۸) در بیمارانی که قبلاً تحت عمل رفراکتیو نزدیک‌بینی قرار گرفته‌اند؛ از کم‌ترین میزان کراتومتری در ۳ میلی‌متر مرکزی قرنیه براساس توپوگرافی استفاده کنید.
- (۹) از SimK استفاده نکنید.

(۱۰) رفراکشن هدف پس از عمل، ۰/۷۵- تا ۱/۲۵- باشد.

- (۱۱) چون اکثر این چشم‌ها دارای طول محوری کوتاه یا بلند می‌باشند؛ از روش ارتماسی (immersion) استفاده کنید.
- (۱۲) از لنزهای داخل چشمی چندکانونی استفاده نکنید.
- (۱۳) به بیمار گوشزد کنید که به‌رغم تمهیدات، باز هم قدرت IOL محاسبه‌شده ممکن است دقیق نباشد.<sup>۵،۷</sup>

**نکته مهم:** در این بیماران باید مواظب بود تا decentration لنز داخل چشمی ایجاد نشود زیرا باعث عوارض بسیار شدیدی می‌گردد.

(Gaussian optics formula) تهیه شده است که با استفاده از شعاع انحنای قدامی و خلفی قرنیه و پاکی‌متری آن که با استفاده از دستگاه Pentacam به دست می‌آید؛ بدون نیاز به اطلاعات قبل از عمل رفراکتیو بیمار، با استفاده از یک برنامه نرم‌افزاری تحت عنوان BESSt corneal power calculator، قدرت قرنیه را محاسبه می‌نماید. در مطالعه نام‌برده بر روی ۱۳ چشم که قبلاً تحت عمل کراتورفرکتیو قرار گرفته بودند و نیاز به جراحی آب‌مروارید داشتند؛ قدرت قرنیه با استفاده از فرمول BESSt محاسبه گردید. در ۴۶ درصد از چشم‌های مورد مطالعه، رفراکشن بعد از عمل در محدوده  $\pm 0.5$  دیوپتر و در ۱۰۰ درصد موارد در محدوده  $\pm 1$  دیوپتر از رفراکشن مورد انتظار قرار داشت. ارایه‌دهندگان این روش معتقدند که روش آن‌ها دقیق‌تر از بقیه روش‌ها می‌باشد.

Argento و همکاران<sup>۹</sup> در بررسی ۷ مورد جراحی آب‌مروارید پس از عمل RK یا لیزیک نتیجه گرفتند که در صورت وجود تمام اطلاعات، CHM از همه روش‌ها بهتر است و نتیجه آن در ۴۳ درصد موارد درست است و CT (corneal topography) از روش CK (conventional keratometry) و CLM بهتر می‌باشد. فرمول مورد محاسبه آن‌ها Holladay-۲ بوده است.

Latkany و همکاران<sup>۱۵</sup> در بررسی ۶ مورد نتیجه گرفتند که CHM، دقیق‌ترین روش است. میزان رفراکشن پس از عمل در مطالعه آن‌ها  $1.59 \pm 0.56$ - بود و جهت محاسبه قدرت لنز، از فرمول SRK-T استفاده نمودند. بدون وجود توجه مشخصی، در روش CHM، استفاده از رفراکشن در سطح عینک بر رفراکشن در سطح قرنیه مزیت دارد.

### فرمول‌های محاسبه قدرت IOL پس از اعمال رفراکتیو

مسلم است که از فرمول‌های تجربی رگرشنی نباید استفاده کرد زیرا اکثر چشم‌هایی که تحت جراحی رفراکتیو قرار گرفته‌اند؛ دارای طول محوری غیرطبیعی نیز می‌باشند و تغییر انحنای قرنیه پس از عمل نیز باعث اشتباه بیش‌تر می‌شود. بنابراین باید از فرمول‌های نسل سوم، چون SRK-T، Haigis، Holladay و Hoffer Q استفاده نمود. در کسانی که دارای حلقه داخل استرومایی قرنیه هستند باید حلقه را خارج کرد و سپس محاسبات را انجام داد.<sup>۳،۴</sup>

منابع

- 1- Bardocci A, Lpfoca G. Corneal topography and postoperative refraction after cataract phacoemulsification following radial keratotomy. *Ophthalmic Surg Lasers* 1998;30:155-159.
- 2- Morris AHC, Whittaker KW, Morris RJ, Corbett MC. Errors in intraocular lens power calculation after photorefractive keratectomy. *Eye* 1998;12:327-0328.
- 3- Berthold S, Achim L. Intraocular lens calculations status after corneal refractive surgery. *Ophthalmology* 2000;11:35-46.
- 4- Gimbel H, Sun R, Kaye GB. Refractive error in cataract surgery after previous refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:142-144.
- 5- Koch DD. Cataract surgery following refractive surgery. *Focal Point* 2001; Vol. 19, No. 5.
- 6- Hamed AM, Wang M, Koch M, Koch DD. A comparative analysis of five methods of determining corneal refractive power in eyes that have undergone myopic laser in situ keratomileusis. *Ophthalmology* 2002;19:651-658.
- 7- Berthold S, Achim L. Intraocular lens calculations status after corneal refractive surgery. *Curr opinion in Ophthalmology* 2000;11:35-46.
- 8- Jarade EF, Abi Nader FC, Tabbara KF. Intraocular lens power calculation following LASIK: determination of the new effective index of refraction. *J Refract Surg* 2006;22:75-80.
- 9- Argento C, Cosentino MJ, Badoza D. Intraocular lens power calculation after refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:1346-1351.
- 10- Kim JH, Lee DH, Joo CK. Measuring corneal power for intraocular lens power calculation after refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1932-1938.
- 11- Feiz V, Mannis MJ, Ferrer FC, Kandavel G, Darlington JK, Kim E, et al. Intraocular lens power calculation after laser in situ keratomileusis for myopia and hyperopia. *Cornea* 2001;20:792-797.
- 12- Walter K, Gagnon MR, Hoopes PC, Dickinson PJ. Accurate intraocular lens power calculation after myopic laser in situ keratomileusis, bypassing corneal power. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:425-429.
- 13- Mackool RJ, Ko W, Mackool R. Intraocular lens power calculation after laser in situ keratomileusis: aphakic refraction technique. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:435-437.
- 14- Borasio E, Stevens J, Smith GT. Estimation of true corneal power after keratorefractive surgery in eyes requiring cataract surgery: BESSt formula. *J Cataract Refractive Surg* 2006;32:2004-2014.
- 15- Latkany RA, Chokshi AR, Speaker MG, Abramson J, Soloway BD, Yu G. Intraocular lens calculations after refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:562-570.
- 16- Aramberri J. Intraocular lens power calculation after corneal refractive surgery. Double-K-method. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:2063-2068.
- 17- Wang L, Booth MA, Koch DD. Comparison of intraocular lens power calculation methods in eyes that have undergone LASIK. *Ophthalmology* 2004;111:1825-1831.