

## عیوب انکساری چشم قبل و بعد از پیرچشمی

دکتر عباسعلی یکتا\* دکتر محمدحسین بحرینی طوسی\* دکتر هادی استادی مقدم\*\*  
دکتر منوره افضل آقایی\*\*\* آزاده اسدپور\*\*\* نرگس توحیدی مقدم\*\*\*

### Refractive errors before and after presbyopia

AA.Yekta\* MH.Bahraini Toosi H.Ostadi Mogaddam M.Afzal Aghai A.Asadpour  
N.Touhidi Moghaddam

#### \*Abstract

**Background:** Some studies have shown that eyes undergo a hyperopic shift after the presbyopia, whereas others have reported a myopic shift.

**Objective:** The purpose of this study was to determine types and the degree of refractive errors before and after presbyopia.

**Methods:** This was a cross sectional study carried out at the department of optometry (Mashhad University of Medical Sciences) in 2001. Following routine optometric examination, the type and degree of refractive errors of 500 patients before and after presbyopia were statically analyzed using  $X^2$  and student t-tests.

**Findings:** The prevalence of hyperopia was 19.4% before presbyopia which later increased to 40.1% ( $p < 0.001$ ). Following the occurrence of presbyopia, against-the-rule astigmatism increased to 12.3% whereas the with-the-rule astigmatism decreased to 12.9% ( $p < 0.001$ ). The distribution of oblique astigmatism was 3.7% and 3.4% before and after presbyopia, respectively. The gender had no effect on refractive errors before and after presbyopia.

**Conclusion:** The presbyopia caused a reduction in optical power of eyes and also increased hyperopia. Reduced rigidity of the upper tarsal plate associated with presbyopia, caused an increase in the against-the-rule astigmatism.

**Keywords:** Refractive Errors, Presbyopia, Hyperopia

#### \* چکیده

**زمینه:** برخی تحقیقات نشان داده‌اند که پس از پیرچشمی، چشم‌ها دچار دوربینی می‌شوند و برخی نیز تغییر به سمت نزدیک بینی را گزارش کرده‌اند.

**هدف:** مطالعه به منظور تعیین انواع و میزان عیوب انکساری چشم قبل و بعد از پیرچشمی انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** در یک مطالعه مقطعی در سال ۱۳۸۰ پس از انجام معاینه‌های معمول بینایی‌سنجی، نوع و میزان عیوب انکساری چشم ۵۰۰ بیمار مراجعه‌کننده به درمانگاه بینایی‌سنجی دانشگاه علوم پزشکی مشهد قبل و بعد از پیرچشمی با استفاده از آزمون‌های آماری مجذور کای و تی تجزیه و تحلیل شد.

**یافته‌ها:** شیوع دوربینی قبل از پیرچشمی ۱۹/۴٪ بود که پس از آن به ۴۰/۱٪ افزایش یافت ( $p < 0.001$ ). بعد از پیرچشمی، آستیگماتیسم مخالف قاعده ۱۲/۳٪ افزایش و موافق قاعده ۱۲/۹٪ کاهش داشت ( $p < 0.001$ ). شیوع آستیگماتیسم مایل قبل و بعد از پیرچشمی به ترتیب ۳/۷٪ و ۳/۴٪ بود. جنسیت تأثیر محسوس بر عیوب انکساری چشم قبل و بعد از پیرچشمی نداشت.

**نتیجه‌گیری:** پیرچشمی باعث کاهش قدرت اپتیکی چشم و افزایش دوربینی می‌شود. کاهش سختی بافت پیوندی پلک فوقانی بر اثر پیرچشمی باعث افزایش آستیگماتیسم مخالف قاعده می‌شود.

**کلید واژه‌ها:** عیب انکسار، پیرچشمی، دوربینی

\* دانشیار اپتومتری دانشگاه علوم پزشکی مشهد

\*\* استادیار فیزیک‌پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

\*\*\* متخصص پزشکی اجتماعی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

\*\*\*\* اپتومتریست دانشگاه علوم پزشکی مشهد

آدرس مکاتبه: مشهد، خیابان احمدآباد، خیابان پرستار، گروه آموزشی بینایی‌سنجی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، تلفن ۸۴۲۲۱۰۱

✉ Email: a\_yekta@mums.ac.ir



**\* مقدمه :**

(Subjective Refraction) یک چشمی و دو چشمی به ترتیب برای چشم راست و چپ بیماران انجام شد. در صورت وجود اسپاسم تطابق در بیماران کمتر از ۴۰ سال از سیکلوپنتولیت یک درصد استفاده شد. پس از تعیین عیوب انکساری ذهنی، حداکثر قدرت عدسی کروی محدب و حداقل قدرت عدسی کروی مقعر و افزایش تیزیابی به ۱۰/۱۰ با تابلوی بینایی اسنلن به بیمار تجویز شد. از کراس سیلندر جکسون با قدرت  $\pm 0/25$  دیوپتر برای تعیین مقدار و محور آستیگماتیسم به طور ذهنی استفاده شد و حداکثر قدرت سیلندر محدب و حداقل قدرت سیلندر مقعر که تیزیابی را با تابلوی بینایی اسنلن به ۱۰/۱۰ افزایش می‌داد تجویز شد. در این تحقیق، حداقل قدرت عدسی‌های کروی و سیلندر  $\pm 0/25$  دیوپتر در نظر گرفته شد.<sup>(۵)</sup> اگر قدرت معادل عدسی کروی (جمع جبری قدرت عدسی کروی با نصف قدرت سیلندر) کمتر از این مقدار بود چشم ام‌تروپ و در صورتی که مقدار آن بیش‌تر از  $+0/25$  و  $-0/25$  دیوپتر بود، به ترتیب چشم به دوربین و نزدیک بین تقسیم‌بندی می‌شد.

آستیگماتیسم به سه نوع موافق قاعده (محور سیلندر منفی بین ۳۰ تا ۱۵۰ درجه)، مخالف قاعده (محور سیلندر منفی بین ۶۰ تا ۱۲۰ درجه) و مایل (محور سیلندر منفی بین ۳۰ تا ۶۰ و ۱۲۰ تا ۱۵۰ درجه) تقسیم‌بندی شد.<sup>(۵۳)</sup> در این پژوهش، تعداد ۶۰ بیمار دچار اختلال‌های چشمی غیر از عیوب انکساری چشم (آب مروارید، بیماری قند، قرنيه مخروطی و تبلی چشم) حذف شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS و آزمون‌های آماری مجذور کای و تی استفاده شد. با توجه به ارتباط زیاد مقادیر عیوب انکساری کروی دو چشم بر مبنای قدرت معادل عدسی کروی در بیماران قبل از پیرچشمی ( $I=0/92$ ) و بعد از آن ( $I=0/91$ )، فقط عیوب انکساری چشم راست پس از تفکیک آنها به دو گروه سنی قبل از پیرچشمی (زیر ۴۰ سال) و بعد از پیرچشمی (بالای ۴۰ سال) و جنسیت مورد بررسی قرار گرفت.

اگر تصاویر اشیای واقع در بی نهایت در حالت تطابق آزاد روی شبکیه قرار نگیرند، باعث ایجاد عیب انکساری چشم (دوربینی، نزدیک‌بینی و آستیگماتیسم) می‌شود. در صورتی که توانایی و دامنه تطابق کاهش یابد و دید نزدیک بدون استفاده از عدسی‌های کروی محدب تار باشد، پیرچشمی ایجاد می‌شود.<sup>(۱)</sup> شروع پیرچشمی به طور معمول هنگامی رخ می‌دهد که دامنه تطابق به ۵ دیوپتر یا کمتر کاهش پیدا کند.<sup>(۲)</sup> این کاهش به طور معمول تا ۷۵ سالگی ادامه می‌یابد و به صفر می‌رسد. با توجه به جدول دامنه تطابق داندرس، پیرچشمی از ۴۰ سالگی شروع می‌شود.<sup>(۳)</sup> بعضی از پژوهشگران گزارش داده‌اند که دامنه تطابق در ۵۴ سالگی صفر می‌شود و پس از آن بر اثر تنگ شدن مردمک چشم و افزایش عمق دید، نیازی به تطابق بیش‌تر نیست.<sup>(۴)</sup>

تأثیر سن بر عیوب انکساری چشم به صورت مطالعه‌های مقطعی و طولی توسط محققان مختلف گزارش شده است. در این زمینه اکثر تحقیق‌ها نشان داده‌اند که افراد مسن نسبت به جوانان دوربین‌تر هستند و تعداد معدودی از افراد مسن ممکن است نزدیک‌بین شوند. افزایش آستیگماتیسم مخالف قاعده با افزایش سن توسط بعضی از پژوهشگران گزارش شده است.<sup>(۵۴ تا ۵۷)</sup> با توجه به افزایش روزافزون جمعیت جامعه ما به ویژه افراد مسن و داشتن وقت اضافی برای استفاده بیش‌تر از دستگاه بینایی، بررسی شیوع و تغییرات عیوب انکساری چشم در دو گروه سنی قبل و بعد از پیرچشمی ضروری به نظر می‌رسد.

**\* مواد و روش‌ها :**

این مطالعه مقطعی، بر روی ۵۰۰ بیمار مراجعه کننده به درمانگاه بینایی‌سنجی دانشگاه علوم پزشکی مشهد در سال ۱۳۸۰ انجام شد. معاینه‌های بینایی‌سنجی شامل تاریخچه، افتالموسکوپی، بیومیکروسکوپی، کراتومتری، آزمایش کاور، رتینوسکوپی و عیوب انکساری ذهنی

**\* یافته‌ها :**

قبل از پیرچشمی، ۵۴/۹ درصد زنان و ۴۴/۷ درصد مردان دچار آستیگماتیسم موافق قاعده بودند که بعد از پیرچشمی، پراکندگی این نوع آستیگماتیسم در زنان به ۴۴/۳ درصد و در مردان به ۳۱ درصد کاهش یافت. آستیگماتیسم مخالف قاعده قبل از پیرچشمی در ۴۲/۱ درصد زنان و ۵۱/۲ درصد مردان وجود داشت و بعد از پیرچشمی پراکندگی آن در زنان به ۵۲/۸ درصد و در مردان به ۶۳/۵ درصد افزایش یافت.

شیوع آستیگماتیسم مایل قبل از پیرچشمی به ترتیب در زنان و مردان ۳/۴ و ۴/۱ درصد بود و بعد از پیرچشمی ۲/۸ درصد در زنان و ۵/۶ درصد در مردان بود.

آزمون آماری مجذور کای نشان داد که بعد از پیرچشمی آستیگماتیسم مخالف قاعده در زنان و مردان شیوع بیش‌تری پیدا کرده و از پراکندگی آستیگماتیسم موافق قاعده کاسته شده است اما تغییر قابل ملاحظه‌ای در شیوع آستیگماتیسم مایل بعد از پیرچشمی رخ نداده است.

میانگین مقدار آستیگماتیسم در زنان و مردان بعد از پیرچشمی به ترتیب ۰/۰۸- و ۰/۱۷- دیوپتر بود، آزمون تی اختلاف معنی‌داری بین میانگین مقدار آستیگماتیسم در زنان و مردان نشان نداد (جدول شماره ۳).

از ۵۰۰ بیمار معاینه شده ۲۵۱ نفر (۵۰/۲ درصد) زن و ۲۴۹ نفر (۴۹/۸ درصد) مرد بودند. تعداد زنان قبل و بعد از پیرچشمی به ترتیب ۱۴۵ نفر (۵۷/۸ درصد) و ۱۰۶ نفر (۴۲/۲ درصد) و تعداد مردان قبل و بعد از پیرچشمی به ترتیب ۱۲۳ نفر (۴۹/۴ درصد) و ۱۲۶ نفر (۵۰/۶ درصد) بود.

شیوع نزدیک‌بینی قبل و بعد از پیرچشمی در زنان ۳۴/۵ و ۳۴/۲ درصد و در مردان ۳۸/۲ و ۱۹/۸ درصد بود. میزان پراکندگی دوربینی بعد از پیرچشمی در زنان از ۱۶/۶ به ۳۴ درصد و در مردان از ۲۲/۸ به ۴۵/۲ درصد افزایش یافت.

شیوع امتریوی در زنان و مردان قبل از پیرچشمی به ترتیب ۴۹ و ۳۹ درصد و بعد از پیرچشمی ۵۱/۹ و ۳۴/۹ درصد بود (جدول شماره ۱).

آزمون مجذور کای ارتباط معنی‌داری را بین پراکندگی قدرت معادل عدسی کروی قبل و بعد از پیرچشمی در زنان و مردان نشان داد ( $p < 0.001$ ).

میانگین نزدیک‌بینی بعد از پیرچشمی در زنان به ۰/۷۷- و در مردان به ۰/۷۳- دیوپتر بعد از پیرچشمی کاهش یافت. آزمون تی تغییر معنی‌داری را به سمت دوربینی در زنان و مردان بعد از پیرچشمی نشان داد ( $p < 0.001$ ) (جدول شماره ۲).

**جدول ۱- پراکندگی قدرت معادل عدسی کروی در زنان و مردان قبل و بعد از پیرچشمی**

گروه سنی	جنس	تعداد	نزدیک‌بین		امتریوپ		دوربین	
			تعداد	درصد	تعداد	درصد		
زیر ۴۰ سال	زن	۱۴۵	۵۰	۳۴/۵	۷۱	۴۹	۲۴	۱۶/۶
	مرد	۱۲۳	۴۷	۳۸/۲	۴۸	۳۹	۲۸	۲۲/۸
	کل	۲۶۸	۹۷	۳۶/۲	۱۱۹	۴۴/۴	۵۲	۱۹/۴
بالای ۴۰ سال	زن	۱۰۶	۱۵	۱۴/۲	۵۵	۵۱/۹	۳۶	۳۴
	مرد	۱۲۶	۲۵	۱۹/۸	۴۴	۳۴/۹	۵۷	۴۵/۲
	کل	۲۳۲	۴۰	۱۷/۲	۹۹	۴۲/۷	۹۳	۴۰/۱

جدول ۲- میانگین میزان قدرت معادل عدسی کروی و سیلندر در زنان و مردان قبل و بعد از پیرچشمی

گروه سنی	جنس	نوع عیوب انکسار	میانگین (دیوپتر)	دامنه	میانه	مد
زیر ۴۰ سال	زن	اسفر سیلندر قدرت معادل عدسی کروی	$-0.27 \pm 1.63$ $-0.51 \pm 0.62$ $-0.52 \pm 1.66$	۴ تا +۶/۵ -۴ تا +۰/۲۵ -۶/۵ تا +۳/۷۵	+۰/۲۵ -۰/۵ ۰	+۰/۵ -۰/۵ ۰/۲۵
	مرد	اسفر سیلندر قدرت معادل عدسی کروی	$-0.11 \pm 1.57$ $-0.65 \pm 0.85$ $-0.44 \pm 1.16$	۴ تا +۶/۵ -۵ تا -۰ -۷/۵ تا +۳/۲۵	+۰/۲۵ -۰/۲۵ -۰/۶۳	۰ -۰/۲۵ -۰/۶۳
بالای ۴۰ سال	زن	اسفر سیلندر قدرت معادل عدسی کروی	$+0.46 \pm 1.12$ $-0.43 \pm 0.59$ $+0.25 \pm 1.26$	+۵ تا -۳/۷۵ -۴ تا -۰ -۴ تا +۴/۳۸	+۰/۲۵ -۰/۲۵ +۰/۲۵	۰/۲۵ -۰/۲۵ ۰/۲۵
	مرد	اسفر سیلندر قدرت معادل عدسی کروی	$+0.51 \pm 1.25$ $-0.48 \pm 0.61$ $+0.29 \pm 1.57$	+۴/۵ تا -۵/۵ -۴/۵ +۴/۵ تا -۶/۳۷	+۰/۵ -۰/۲۵ +۰/۵	۰/۷۵ -۰/۱۲ ۰

جدول ۳- پراکندگی انواع آستیگماتیسم در زنان و مردان قبل و بعد از پیرچشمی

گروه سنی	جنس	موافق قاعده		مخالف قاعده		مایل	
		تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
زیر ۴۰ سال	زن	۱۴۵	۷۹	۵۴/۹	۶۱	۳/۴	۵
	مرد	۱۲۳	۵۵	۴۴/۷	۶۳	۴/۱	۵
بالای ۴۰ سال	کل	۲۶۸	۱۳۴	۵۰	۱۲۴	۷/۳	۱۰
	زن	۱۰۶	۴۷	۴۴/۳	۵۶	۲/۸	۳
	مرد	۱۲۶	۳۹	۳۱	۸۰	۵/۶	۷
کل	۲۳۲	۸۶	۳۷/۱	۱۳۶	۴/۳	۱۰	

## \* بحث و نتیجه‌گیری :

این مطالعه نشان داد که شیوع و میزان دوربینی بعد از پیرچشمی نسبت به قبل از آن در زنان و مردان بیش‌تر است و نتایج دیگر پژوهشگران را تأیید می‌کند. (۱۰، ۹، ۸)

همچنین ممکن است علت افزایش دوربینی پس از پیرچشمی مربوط به مکانیزم ام‌تروپ شدن بالغین باشد که بر اثر آن عیوب انکساری کروی چشم در بالغین به مقدار جزئی تغییر می‌کند و صرف نظر از افزایش نزدیک‌بینی در تعداد محدودی از کودکان و نوجوانان

کودکستانی و دبستانی، اکثر جمعیت دنیا ام‌تروپ می‌شوند. (۲)

تحقیقات گروسونور نشان می‌دهد که میانگین طول محوری چشم از ۴ تا ۲۹ سالگی افزایش و از ۳۰ تا ۵۰ سالگی و بعد از آن کاهش می‌یابد و چشم دوربین می‌شود. همچنین میانگین قدرت انکساری چشم بر اثر افزایش قدرت انکساری قرنیه و عدسی افزایش می‌یابد و چشم نزدیک‌بین می‌شود و بر این اساس مکانیزم ام‌تروپ شدن در چشم بالغین رخ می‌دهد. (۱۱)

در مطالعه حاضر شیوع آستیگماتیسم مخالف قاعده در زنان و مردان بعد از پیرچشمی افزایش یافت و تغییرات محسوسی در شیوع آستیگماتیسم مایل رخ نداد که با نتایج دیگر پژوهشگران مطابقت دارد.<sup>(۱۶ و ۱۸)</sup>

نتایج این پژوهش نشان داد که میزان آستیگماتیسم بعد از پیرچشمی در زنان و مردان تغییر معنی‌داری نمی‌کند و با نتایج دیگر محققان مطابقت دارد.<sup>(۱۸ و ۱۹)</sup> کاهش شیوع آستیگماتیسم بعد از پیرچشمی ممکن است به دلایل زیر باشد:

۱. وجود آستیگماتیسم مخالف قاعده هنگام تولد به علت خمیدگی و تغییر انحنای قرنیه بر اثر رشد و تکامل آن.
  ۲. افزایش مقدار کم آستیگماتیسم موافق قاعده در سن کودکی بر اثر سخت بودن بافت پیوندی پلک فوقانی و فشار طولانی مدت این پلک بر محور افقی قرنیه به ویژه در کودکانی که کره چشم نرم‌تری دارند.
  ۳. کاهش سختی و سفتی بافت پیوندی پلک فوقانی از میانسالی به بعد که باعث افزایش قدرت محور افقی قرنیه و در نتیجه کروی شدن مجدد قرنیه و افزایش مقدار جزئی آستیگماتیسم مخالف قاعده می‌شود.<sup>(۱۵)</sup>
- نتایج کلی این پژوهش نشان داد که شیوع و میانگین دوربینی و آستیگماتیسم مخالف قاعده بعد از پیرچشمی بیش‌تر است و پیرچشمی تأثیری بر آستیگماتیسم مایل ندارد و عیوب انکساری چشم با جنسیت تغییر محسوسی نمی‌یابد.

#### \* سپاسگزاری :

از همکاری خانم میترا توکلی و آقایان جواد خوش‌سیما و مهدی احمدپور قدردانی می‌شود.

#### \* مراجع :

1. Millodot M. Dictionary of optometry. London, Butterworth, 1990, 8, 159
2. Grosvenor G. Primary care optometry. Boston, Butterworth- Heinemann, 1996, 33-65

نتایج تحقیقات پیرسیونک نشان داد که ضریب انکسار کرتکس عدسی چشم افراد پیرچشم نسبت به جوانان کمتر است و این می‌تواند یکی از علت‌های کاهش دامنه تطابق و افزایش دوربینی (کاهش نزدیک‌بینی) بعد از پیرچشمی باشد.<sup>(۱۲)</sup>

تحقیقات لم و همکاران ثابت کرد که طول محوری، عمق اتاق قدامی و زجاجیه با افزایش سن کاهش می‌یابد و ارتباط زیادی بین عیب انکسار کروی بر مبنای قدرت معادل عدسی کروی با ابعاد فوق وجود دارد و با افزایش سن، مقدار دوربینی نیز افزایش می‌یابد.<sup>(۱۳)</sup> کوچک و چروکیده شدن ابعاد کره چشم بر اثر پیرچشمی توسط بعضی از پژوهشگران گزارش شده است که باعث کاهش طول محور قدامی-خلفی چشم و در نتیجه افزایش دوربینی و کاهش نزدیک‌بینی بعد از پیرچشمی می‌شود و مؤید نتایج این تحقیق است.<sup>(۱۱)</sup> تعداد معدودی از پیرچشم‌ها ممکن است بر اثر اسکروزیس هسته عدسی چشم دچار آب مروارید و نزدیک‌بینی شوند<sup>(۸)</sup> که با نتایج مطالعه حاضر مغایرت دارد و علت آن ممکن است حذف بیماران مبتلا به آب مروارید در این پژوهش حذف باشد.

شیوع انواع و میزان آستیگماتیسم در سال اول زندگی به نسبت زیاد است و سپس در خلال کودکی کاهش می‌یابد. تحقیقات پژوهشگران نشان داده است که حدود ۵۰ درصد نوزادان تا یک سالگی آستیگماتیسم یک دیوپتر یا بیش‌تر دارند و علت آن ممکن است تغییر انحنای قرنیه بر اثر رشد آن باشد و سپس به تدریج از مقدار آن کاسته می‌شود.<sup>(۲)</sup> اغلب آستیگماتیسم این افراد تا قبل از ۴/۵ سالگی از نوع مخالف قاعده و پس از آن موافق قاعده است و تا اوایل بلوغ، شیوع این نوع آستیگماتیسم زیاد می‌شود.<sup>(۱۴)</sup> تحقیقات نشان داده‌اند که نوع و میزان آستیگماتیسم از اوایل تا اواخر سن بلوغ تغییرات جزئی دارد که از نظر بالینی اهمیت زیادی ندارد.<sup>(۵)</sup> شیوع آستیگماتیسم موافق قاعده از اواخر سن بلوغ به بعد کاهش می‌یابد و بر شیوع آستیگماتیسم مخالف قاعده افزوده می‌شود.<sup>(۱۵)</sup>

3. Borish M. Clinical refraction. 3<sup>rd</sup> ed, Chicago, Professional press, 1970, 125
4. Ong J, Hamaski D, Marg E. The amplitude of accommodation in presbyopia, Am J Optom 1956; 33: 3
5. Yekta AA, Tavakoli M. A study of the prevalence types and amounts of refractive errors in different ages among patients examined at the department of optometry, Mashad University of Medical Sciences, Iranian J Basic Medical Sciences 2001; 4(2): 106-15
6. Haegerstrom Portnoy G, Schneck ME, Brabyn JA, Lott LA. Development of refractive errors into old Age. Optom Vis 2002; 643-9
7. Shin YF, Hsiao CK, Tung YL, Lin LLK, Chen CJ, Hung PT. The prevalence of astigmatism in Taiwan School children. Optom Vis Sci 2004; 94-8
8. Grosvenor T, Skeats PD. Is there a hyperopic shift in myopic eyes during the presbyopic years?. Clin Exp Optom 1999; 82: 236-43
9. Saw S, Nieto F, Katz J, Schein O, Levy B, Chew S. Factors related to the progression of myopia in Singaporean children. Optom Vis Scie 2000; 77: 549-54
10. Van Rens, GHMB, Arkell SM. Refractive errors and axial length among Alaskan Eskimos. Acta Ophthalmol 1991; 69: 27-32
11. Grosvenor T. Decrease in axial length with age: an emmetropizing mechanism for the adult eye?. Am J Optom Physiol Opt 1987; 64: 657-63
12. Pierscionex BK. What we know and understand about presbyopia. Clin Exp Optom 1993; 76: 83-90
13. Lam CSY, Goh WSH, Tang YK, Tsui KK, Wong WC, Man TC. Changes in refractive trends and optical components of Hong Kong Chinese age over 40 years. Ophthal Physiol Opt 1994; 14: 383-8
14. Hirsch M J. Changes in astigmatism during the first eight grades of school: an interim report from the Ojai longitudinal study. Am J Optom 1963; 40:127-32
15. Baldwin WR, Mills D. A longitudinal study of corneal astigmatism and total astigmatism. Am J Optom Physiol Opt 1981; 58: 206-11
16. Attebo K, Ivers RO, Mitchel P. Refractive errors in an older population: the blue mountain eye study. Ophthalmology 1999; 106: 1066-77
17. Fledelius H C. Prevalence of astigmatism and anisometropia in adult Danes. Acta Ophthalmol 1984; 62: 391-400
18. Goh WSH, Lam SY. Changes in refractive trends and optical components of Hong Kong Chinese age 19-39 years. Ophthal Physiol Opt 1994; 14: 378-82
19. Anstice J. Astigmatism: Its components and their changes with age. Am J Optom 1971; 48: 1001-8