

انحرافات جبهه موج بعد از عمل جراحی کاتاراکت در دو نوع لنز داخل چشمی کروی و غیر کروی

عبداله شناسی: گروه بیماریهای چشم، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز: نویسنده رابط

E_mail:abdollahshenasi33@yahoo.com

محمد میرزایی: گروه بیماریهای چشم، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز
افشین لطفی صدیق: گروه بیماریهای چشم، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز
رعنا سرخابی: گروه بیماریهای چشم، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز
محمود حسن زاده: گروه بیماریهای چشم، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

دریافت: ۸۷/۴/۱۸، پذیرش: ۸۸/۲/۲

چکیده

زمینه و اهداف: ادعا بر این است که لنزهای داخل چشمی غیرکروی می توانند با کاهش انکسار نور کیفیت دید را افزایش دهند. هدف از این مطالعه مقایسه انحرافات جبهه موج پس از جراحی آب مروارید با دو نوع لنز تاشونده داخل چشمی کروی Akreos Fit و غیرکروی Akreos Adopt AO است.

روش بررسی: ما در یک مطالعه کارآزمایی بالینی انحرافات جبهه موج را در ۳ گروه (۲۰ چشم در هر گروه) به مدت ۱۲ ماه در مراکز نیکوکاری و مرکز لیزر شمالغرب تبریز تحت بررسی قرار دادیم. لنزهای داخل چشمی غیرکروی (AO) و کروی (Akreos Fit) به ترتیب در گروههای ۱ و ۲ جاگذاری شد. گروه ۳ شامل ۲۰ چشم فاکتیک بود که از لحاظ سنی برابرسازی شده بودند. یک ماه پس از جراحی آب مروارید، میزان انحراف در این چشم ها و در ۲۰ چشم فاکتیک همسن اندازه گیری شد. چندجمله ای زرنیکه و مربع جذر میانگین مرتبه ۲، ۳ و ۴، انحراف مرتبه بالا و انحراف کلی بین ۳ گروه مقایسه شدند.

یافته ها: میزان انحراف کلی و مرتبه بالا، و نیز انحراف کروی در گروه غیرکروی نسبت به گروه کروی و شاهد بطور معنی داری کمتر بود. انحرافات مرتبه ۲ و ۴ نیز در گروه غیرکروی در مقایسه با گروه کروی کمتر بود، ولی با گروه شاهد تفاوتی نداشت.

نتیجه گیری: این مطالعه نشان داد که در لنزهای AO در مقایسه با لنزهای داخل چشمی کروی انحرافات جبهه موج کمتر و کیفیت بینایی بهتر است.

کلید واژه ها: کاتاراکت، لنز داخل چشمی، انحراف جبهه موج.

مقدمه

سه و بالاتر می باشند. برخی انحرافات جبهه موج بر کیفیت دید مانند تشخیص چهره، رانندگی در شب، خواندن روزنامه و شرکت در برنامه های تفریحی ورزشی و سایر جنبه های زندگی تاثیر می گذارند (۶،۷). مطالعات متعدد مقایسه ای انواع لنزهای کروی و غیرکروی نشان داده اند که میزان انحرافات جبهه موج از نوع مرتبه بالا (۸-۶) و کروی (۱۸-۹) در لنزهای غیرکروی کمتر است. نتایج مطالعه فعلی نیز همراستا با نتایج این مطالعات بوده است. در واقع انحراف مرتبه بالا و بویژه کروی، علت اصلی آزار چشم توسط

جراحی آب مروارید و جایگذاری لنز داخل چشمی امروزه موفق ترین روند جراحی مدرن چشم محسوب شده و در زمره اعمال جراحی انکساری قرار می گیرد (۱). گرچه حصول دید خوب از لحاظ کمی قابل انتظار می باشد، لیکن بیشتر تلاش ها برای بهبود کیفیت اپتیکال لنزهای داخل چشمی انجام می گیرد (۲،۳). انحرافات جبهه موج بصورت معیارهای قابل اندازه گیری توسط چند جمله ای زرنیکه بیان می شود. انحرافات دسته صفر و یک تاثیری بر عملکرد بینایی ندارند و معمولاً در نظر گرفته نمی شوند. انحرافات مرتبه پایین معادل رتبه دو زرنیکه و مرتبه بالا معادل رتبه

نور، دید مه آلود، مشاهده هاله نور، star burst و اختلالات دید در شب عنوان شده است (۲۱-۱۹).

در حال حاضر سیستم های موجود امکان اندازه گیری تمامی نقایص اپتیکال بغیر از موارد کروی-استوانه ای را فراهم آورده است. انحرافات کل سیستم اپتیکال را می توان با وضوح با دستگاه انحراف سنج اندازه گیری نمود. این دستگاه می تواند تغییرات موضعی انکساری را با استفاده از ترتیب قرارگیری ریز عدسی ها، اندازه گیری نموده و انحرافات با رتبه بالا را تجزیه و تحلیل نماید. انحرافات با افزایش سن تغییر می یابند، بطوری که در فاصله ۷۰-۲۰ سالگی ۳ برابر بیشتر می شوند. اندازه گیری های جبهه موج همراه با داده های برگرفته از توپوگرافی قرینه نشان می دهد که مشخصات اپتیکال لنز کریستالی افراد جوان، انحرافات مثبت قرینه را جبران نموده و باعث کاهش میزان انحراف کلی در افراد جوان تر می شود. دامنه و علامت انحراف کروی چشم افراد مسن بطور قابل ملاحظه ای با کاهش انحرافات کروی لنز تغییر می یابد. از دست رفتن تعادل بین انحراف کروی قرینه و لنز مسئول تخریب کیفیت اپتیکال داخل چشم افراد مسن می باشد (۴۵). امروزه انواع مختلفی از لنزهای داخل چشمی بدنال جراحی آب مروارید استفاده می شوند. اخیراً لنزهای با انحراف کروی منفی مورد توجه قرار گرفته اند. این لنزها با کاهش برخی انحرافات در بهبود کیفیت بینایی موثرند. یکی از مزیت های عمده مطالعه ما، بررسی جامع نتایج تکنولوژی پیشرفته جبهه موج در این دو لنز و نیز با افراد هم سن با چشم طبیعی می باشد. هدف از این مطالعه مقایسه انحرافات جبهه موج پس از کارگذاری لنز مدل غیرکروی Adapt AO با مدل کروی Akreos Fit در جراحی آب مروارید است.

مواد و روش ها

در یک مطالعه کارآزمایی بالینی ۶۰ بیمار به سه گروه ۲۰ نفری شامل گروهایی با لنزهای کروی (AF) و غیر کروی (AO) و گروه شاهد تقسیم شدند. یک ماه پس از جراحی آب مروارید، میزان انحراف جبهه موج در این چشم ها و در ۲۰ چشم طبیعی همسن اندازه گیری شد. نتایج بررسی های جبهه موج در سه گروه مورد مقایسه قرار گرفت. مکان انجام مطالعه، مرکز لیزر شمالغرب و نیکوکاری تبریز و مدت انجام کل طرح ۱۲ ماه بود که از اول اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۶ هجری شمسی لغایت اول اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۷ جمع آوری اطلاعات اولیه و تجزیه و تحلیل داده ها صورت پذیرفته است. معیار های ورود به مطالعه شامل بیماران ۸۰-۵۰ ساله، حداکثر آستیگماتیسم قبل از عمل معادل ۱ دیوپتر و قدرت لنز داخل چشمی محاسبه شده بین ۲۴-۱۸ دیوپتر در نظر گرفته شد. معیارهای خروج از مطالعه شامل وجود پاتولوژی های چشمی بجز آب مروارید، جراحی قبلی سگمان قدامی و خلفی و وجود عوارض حین و بعد از عمل بوده است. چهل چشم مبتلا به آب مروارید تحت عمل جراحی قرار گرفته و بطور تصادفی در دو گروه ۲۰ تایی AO و AF قرار داده شدند. این دو لنز ساخت

کارخانه Baush & Lomb (B&L™) انگلستان می باشند. ۲۰ چشم سالم از افراد همسان سنی با دو گروه مذکور نیز به عنوان گروه شاهد وارد مطالعه شدند. عمل جراحی در بیماران مبتلا به آب مروارید به روش phaco-chop و با ایجاد برش ۲/۷۵ میلی متری در ناحیه تمپورال قرینه صورت گرفت و سپس کپسولارکسیس به قطر حدود ۵-۵/۲۵ میلی متر انجام شد و نوکلئوس عدسی خارج گردید. پس از تزریق ماده ویسکوالاستیک، لنز مربوطه توسط انژکتور داخل کپسول تزریق و در ناحیه کیسه کپسولی جایگذاری شد. هیچ یک از برش های جراحی بخیه زده نشدند. پیگیری بیماران ۱، ۷ و ۳۰ روز پس از عمل صورت گرفت و در هر بار ویزیت، دید بیمار، اندازه مردمک، وضعیت لنز داخل چشمی و وضعیت قرینه مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است اعمال جراحی در تمام موارد توسط یک جراح ورزیده صورت پذیرفته است. ابرومتری یک ماه بعد توسط دستگاه Hartmann-Shack Aberrometer ساخت شرکت Hetzel آلمان (نرم افزار ORK Wavefront Analyzer, Schwind®) در تمامی چشم های عمل شده و نیز چشم های سالم انجام گرفت. میزان انحراف با استفاده از چندجمله ای زرنیکه بیان گردید. میزان انحراف کلی و انحراف مرتبه بالا بطور خودکار توسط نرم افزار دستگاه محاسبه شده است. سایر رتبه های بررسی شده در این مطالعه با استفاده از فرمول مربع جذر میانگین (Root Mean Square; RMS) و بصورت دستی محاسبه شده اند (۶):

$$RMS = [\sum (Z_n, m)^2]^{1/2}$$

با توجه به اینکه هر دو نوع لنز داخل چشمی امروزه مورد استفاده قرار می گیرند، نیاز به ملاحظات اخلاقی خاصی وجود نداشته است، لیکن رضایتمانه کنشی از بیماران اخذ شده است. سن و جنس بیمار، چشم مورد بررسی، انحراف کلی، انحراف مرتبه بالا، مقادیر چندجمله ای زرنیکه، کوما و مرتبه های دوم، سوم زرنیکه و چهارم زرنیکه متغیرهای مورد بررسی در این مطالعه می باشند. اطلاعات به دست آمده بصورت میانگین \pm انحراف معیار و نیز فراوانی و درصد بیان شده است. برنامه آماری بکار رفته SPSS™ نسخه ۱۵ است.

متغیرهای کمی با استفاده از Independent samples student (T-test) و یا One-way ANOVA بر حسب شرایط مقایسه شدند. مقایسه در مورد متغیرهای کیفی (Categorical) توسط Contingency Tables و با استفاده از Chi-Square Test یا Fisher's Exact Test بر حسب شرایط صورت گرفته است. در تمامی موارد نتایج در صورت دارا بودن $p \leq 0.05$ از نظر آماری معنی دار در نظر گرفته شده است.

یافته ها

جنسیت، سن و چشم در گروه های بررسی شده در جدول شماره ۱ خلاصه شده است. بر این اساس تفاوت معنی داری بین سه گروه وجود نداشت. مقادیر چندجمله ای زرنیکه در هر گروه

Akreos Fit بطور معنی‌داری کمتر از افراد نرمال فاکتیک بود. همچنین میزان انحراف توتال در لنزهای Adapt AO بطور معنی‌داری کمتر از افراد دارای لنزهای Akreos Fit بود. میزان انحرافهای مرتبه ۲ و ۴ زرنیکه در لنزهای Adapt AO بطور معنی‌داری کمتر از افراد دارای لنزهای Akreos Fit بود. در سایر موارد و نیز در مقایسه با گروه نرمال فاکتیک تفاوت قابل توجهی مشاهده نشد.

از افراد بررسی شده در جدول شماره ۲ خلاصه و مقایسه شده اند. بر اساس نتایج این جدول Z2,2 (Astigmatism -45°) و Z4,-4 (Tetrafoil) در گروه AF بطور معنی‌داری کمتر از گروه نرمال بود. Z4,0 (Spherical aberration) همچنین در گروه AO بطور معنی‌داری کمتر از گروه نرمال و AF بود. در سایر موارد تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نگردید. مرتبه‌های مختلف زرنیکه در سه گروه در جدول شماره ۳ خلاصه و مقایسه شده است. بر این اساس میزان انحراف توتال در لنزهای فولدابل از نوع Adapt AO و

جدول ۱: مشخصات بیماران و سمت چشم بررسی شده در دو گروه مورد مطالعه

متغیر	گروه AO (n=۲۰)	گروه AF (n=۲۰)	گروه شاهد (n=۲۰)	p-value
جنسیت	۶ مذکر ۷ مؤنث	۷	۷	۰/۶۵۳
سن (سال)	۶۲/۵۴±۴/۹۴	۶۷/۱۴±۷/۷۵	۶۴/۱۵±۷/۴۸	۰/۲۲۵
چشم مورد بررسی	۱۳ راست ۷ چپ	۱۰	۱۱	۰/۶۲۲

AF: Akreos Fit (لنز غیرکروی), AO: Akreos Adopt AO (لنز کروی)

جدول ۲: مقادیر چندجمله‌ای زرنیکه در گروه‌های مطالعه شده و مقایسه آنها

پارامتر	گروه AO (n=۲۰)	گروه AF (n=۲۰)	گروه شاهد (n=۲۰)	P (شاهد-AO)	P (شاهد-AF)	P (AO-AF)
astigmatism-horizontal (z2,-2)	۰/۶۴±۰/۶۶	-۰/۰۶±۰/۹۶	۰/۰۴±۰/۵۷	۰/۶۹۷	۰/۹۱۴	۰/۶۴۹
defocus (z2,0)	-۰/۶۳±۱/۲۲	-۱/۴۰±۱/۸۵	۰/۱۶±۲/۹۵	۰/۰۲۸	۰/۲۷۶	۰/۱۲۹
astigmatism-45° (z2, 2)	-۰/۶۱±۲/۵۲	-۰/۸۰±۲/۰۹	۰/۳۶±۰/۵۵	۰/۰۰۳	۰/۱۰۱	۰/۷۹۰
trefoil (z3,-3)	۰/۰۲±۰/۱۹	-۰/۰۲±۰/۳۱	-۰/۱۰±۰/۲۸	۰/۴۴۰	۰/۱۴۶	۰/۶۳۷
coma-vertical (z3,-1)	۰/۰۸±۰/۱۶	۰/۱۱±۰/۳۲	۰/۰۴±۰/۳۹	۰/۵۷۱	۰/۶۷۷	۰/۷۵۵
coma-horizontal (z3,1)	-۰/۰۷±۰/۳۰	۰/۰۵±۰/۴۶	-۰/۱۳±۰/۶۰	۰/۲۹۳	۰/۷۰۲	۰/۳۲۸
trefoil (z3, 3)	-۰/۲۵±۰/۳۸	-۰/۱۶±۰/۲۹	-۰/۰۹±۰/۷۵	۰/۷۰۶	۰/۴۲۰	۰/۴۳۰
tetrafoil (z4, -4)	۰/۰۶±۰/۰۹	-۰/۰۳±۰/۲۶	۰/۱۶±۰/۶۴	۰/۲۳۹	۰/۰۲۸	۰/۱۴۴
oblique astigmatism (z4,-2)	۰/۰۳±۰/۱۰	-۰/۰۴±۰/۱۶	۰/۰۰±۰/۴۷	۰/۷۵۰	۰/۷۱۹	۰/۰۸۱
spherical aberration (z4,0)	-۰/۵۴±۰/۲۶	-۰/۲۰±۰/۲۸	۰/۰۷±۰/۵۶	۰/۰۶۰	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
oblique astigmatism (z4, 2)	۰/۰۴±۰/۱۹	۰/۰۳±۰/۲۶	۰/۰۳±۰/۵۱	۰/۹۷۰	۰/۰۳۵	۰/۸۳۹
tetrafoil (z4, 4)	۰/۱۶±۰/۱۹	۰/۱۵±۰/۲۱	۰/۰۷±۰/۴۸	۰/۵۰۷	۰/۴۵۸	۰/۹۰۱

AF: Akreos Fit (لنز غیرکروی), AO: Akreos Adopt AO (لنز کروی)

جدول ۳: مقایسه مرتبه های زرنیکه بین گروه های مطالعه شده

ارامتر	گروه AO	گروه AF	گروه شاهد	P (AF و AO)	P (AO و شاهد)	P (AF و شاهد)	P (هر سه گروه)
کلی (RMS)	۱/۰۶±۰/۹۰	۱/۴۷±۰/۸۵	۲/۲۷±۱/۲۰	۰/۰۳۳	<۰/۰۰۱	۰/۰۵۶	۰/۰۰۱
مرتبه بالا (RMS)	۰/۲۹±۰/۱۴	۰/۴۰±۰/۱۴	۰/۶۵±۰/۴۴	۰/۰۱۴	<۰/۰۰۱	۰/۰۲۳	۰/۰۰۱
(RMS) Coma	۰/۳۱±۰/۱۸	۰/۴۶±۰/۳۲	۰/۵۱±۰/۵۱	۰/۰۵۹	۰/۰۹۷	۰/۷۴۰	۰/۱۸۰
مرتبه ۲ (RMS)	۲/۰۰±۲/۲۰	۲/۷۰±۲/۰۰	۲/۵۳±۱/۶۵	۰/۰۳۸	۰/۳۹۱	۰/۷۹۸	۰/۵۱۴
مرتبه ۳ (RMS)	۰/۴۹±۰/۳۵	۰/۶۶±۰/۲۹	۰/۷۶±۰/۷۶	۰/۰۶۸	۰/۱۶۶	۰/۵۸۵	۰/۲۶۴
مرتبه ۴ (RMS)	۰/۴۰±۰/۲۷	۰/۷۱±۰/۲۸	۰/۷۹±۰/۹۰	۰/۰۰۳	۰/۰۷۶	۰/۷۲۳	۰/۰۸۴

بحث

کارگذاری اشاره نمود. یکی از مزیت های عمده مطالعه فعلی، کارگذاری تمامی موارد لنزهای داخل چشمی توسط یک جراح متبحر بوده است. بعلاوه نشان داده شده است که طراحی خاص (4-haptics) لنز Akreos Adopt AO مانع از جابجایی قابل توجه آن پس از جراحی می گردد (۲۶،۲۷). تفاوت فاصله زمانی بین بررسی بیماران پس از جراحی آب مروارید نیز می تواند باعث تفاوت نتایج گردد. نشان داده شده است که ۶ ماه پس از کارگذاری لنز Akreos Adopt AO و Akreos Fit، نتایج بررسی جبهه موج دچار همپوشانی قابل توجهی می گردند (۲۲). از سوی دیگر باید توجه داشت که طراحی لنزهای غیرکروی بر اساس اطلاعات میانگین جمعیتی در مورد انحرافات کروی قرنیه صورت پذیرفته است؛ بنابراین این نوع لنزها برای تمامی افراد جامعه مناسب نمی باشند (۷). مطالعه حاضر از آن جهت که برای اولین بار در جامعه ایرانی صورت گرفته است، اهمیت ویژه ای می یابد.

نتیجه گیری

در مجموع با توجه به نتایج مطالعه فعلی و بررسی های مشابه می توان نتیجه گیری نمود که استفاده از لنز داخل چشمی غیرکروی Akreos Adopt AO از نظر انحرافات کلی و انحرافات مرتبه بالا و نیز انحرافات کروی دارای نتایج بهتری از گروه هم سن سالم و نیز گروه دارای لنز کروی از نوع Akreos Fit بوده است. با توجه به این نتایج و نیز نتایج تایید شده قبلی در مورد لنزهای غیرکروی و برتری این نوع بر لنزهای کروی در سادگی و سرعت کارگذاری، سرعت بهبود و کاهش میزان تار شدن کپسول خلفی، استفاده از آن را می توان توصیه نمود (۲۲،۲۳،۲۴،۲۵). البته باید توجه داشت این مطالعه دارای محدودیت هایی نیز می باشد که مهمترین آنها عدم مقایسه حدت بینایی، عدم بررسی حساسیت کنتراست، رضایتمندی بیماران و میزان بروز عوارض مطرح مانند سندرم بلوک کپسول پس از جراحی می باشد. این مقاله بعنوان طرح تحقیقاتی در دانشگاه علوم پزشکی تبریز تصویب گردیده است.

تا جایی که ما جستجو نمودیم، تاکنون تنها در یک مطالعه توسط Haustermans به مقایسه دو نوع لنز تاشونده Akreos Adopt AO و Akreos Fit پس از جراحی آب مروارید پرداخته شده است. در این مطالعه بر روی ۶۹ بیمار مبتلا به آب مروارید دوطرفه، در نیمی از چشمها از لنز Akreos Adopt AO و در نیمی دیگر از Akreos Fit استفاده شد. در این مطالعه، ۱ و ۳ ماه پس از جراحی انحرافات مرتبه بالا در گروه اول بطور معنی داری کمتر بود (۲۲). نتیجه مطالعه ما در این زمینه با بررسی مذکور همخوانی دارد. با این وجود، بنظر می رسد جهت تایید قطعی نتایج مطالعه حاضر نیاز به انجام بررسی های بعدی با حجم نمونه بیشتر می باشد. از سوی دیگر در برخی مطالعات، لنزهای Akreos Adopt AO با سایر لنزهای غیرکروی (بویژه Tecnis Z9000) مقایسه شده اند. نشان داده شده است که نتایج مطالعات جبهه موج ۱۰ تا ۱۲ هفته پس از جراحی آب مروارید در دو نوع لنز مشابه می باشد؛ هرچند انحرافات کروی تا حدی در گروه دارای سایر لنزهای غیرکروی کمتر بوده است. بررسی میزان رضایت بیماران در این دو نوع لنز نشان داده است که لنز Akreos Adopt AO بر نوع Tecnis Z9000 برتری داشته است. دلیل این امر بهتر بودن عمق میدان، ماده بکار گرفته شده و طراحی خاص لنزهای Akreos Adopt AO عنوان شده است (۲۳). Marcos نیز در یک مطالعه نشان داد که هرچند نتایج بررسی های جبهه موج در دو نوع لنز سیلیکونی (مانند Tecnis Z9000) و آکرلیکی (مانند Akreos Adopt AO) تفاوت معنی داری ندارد، ولی بطور کلی نتایج بینایی در لنزهای دسته دوم بهتر است (۲۴). در مطالعه Caporossi و همکاران نیز تفاوت معنی دار آماری از نظر نتایج بررسی جبهه موج بین انواع مختلف لنزهای داخل چشمی غیرکروی گزارش نشده است (۲۵). با توجه به نتایج مطالعات مذکور، می توان نتایج مطالعات مختلف در مورد انواع متفاوت لنزهای غیرکروی را مورد مقایسه قرار داد. یکی از علل تفاوت نتایج مطالعات مختلف، مشکلات مربوط به جایگذاری لنز و مسایل پس از آن می باشد. از جمله این موارد می توان به تبحر جراح و جابجایی لنز پس از

References:

- Steinert R. *Cataract Surgery: Technique, Complications, and Management*. 2nd ed. New York, Saunders, 2003; PP: 56-59.
- Shulman J. *Cataracts*. 2nd ed. USA, Martin's Press, 1995; PP: 87-89.
- Azar DT. *Refractive Surgery*. 1st ed. USA, Prentice Hall, 1997; PP: 128-135.
- Seibel BS. *Photodynamic: Mastering the Tools and Techniques of Phacoemulsification Surgery*. 4th ed. New York, Slack Incorporated, 2004; PP: 4-12.
- Chang DF. *Phaco Chop: Mastering Techniques, Optimizing Technology, and Avoiding Complications*. 1st ed. Boston USA, Slack Incorporated, 2004; PP: 112-117.
- Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ and Palay DA. *Cornea*. 2nd ed. USA, Mosby, 2005; PP: 2047-2050.
- Packer M, Fine IH, Hoffman RS. Wavefront technology in cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2004; **15**(1): 56-60.
- Chen WR, Ye HH, Qian YY, Yang WH, Lin ZH. Comparison of higher-order aberrations and contrast sensitivity between Tecnis Z9001 and CeeOn 911A intraocular lenses: a prospective randomized study. *Chin Med J* 2006; **119**(21): 1779-1784.
- Rocha KM, Soriano ES, Chalita MR, Yamada AC, Bottós K, Bottós J, et al. Wavefront analysis and contrast sensitivity of aspheric and spherical intraocular lenses: a randomized prospective study. *Am J Ophthalmol* 2006; **142**(5): 750-756.
- Mester U, Dillinger P, Anterist N. Impact of a modified optic design on visual function: clinical comparative study. *J Cataract Refract Surg* 2003; **29**(4): 652-660.
- Muñoz G, Albarrán-Diego C, Montés-Micó R, Rodríguez-Galietero A, Alió JL. Spherical aberration and contrast sensitivity after cataract surgery with the Tecnis Z9000 intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2006; **32**(8): 1320-1327.
- Denoyer A, Le Lez ML, Majzoub S, Pisella PJ. Quality of vision after cataract surgery after Tecnis Z9000 intraocular lens implantation: effect of contrast sensitivity and wave front aberration improvements on the quality of daily vision. *J Cataract Refract Surg* 2007; **33**(2): 210-216.
- Kurz S, Krummenauer F, Thieme H, Dick HB. Contrast sensitivity after implantation of a spherical versus an aspherical intraocular lens in biaxial microincision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2007; **33**(3): 393-400.
- Padmanabhan P, Rao SK, Jayasree R, Chowdhry M, Roy J. Monochromatic aberrations in eyes with different intraocular lens optic designs. *J Refract Surg* 2006; **22**(2): 172-177.
- Denoyer A, Roger F, Majzoub S, Pisella PJ. Quality of vision after cataract surgery in patients with prolate aspherical lens. *J Fr Ophthalmol* 2006; **29**(2): 157-163.
- Ricci F, Scuderi G, Missiroli F, Regine F, Cerulli A. Low contrast visual acuity in pseudophakic patients implanted with an anterior surface modified prolate intraocular lens. *Acta Ophthalmol Scand* 2004; **82**(6): 718-722.
- Kasper T, Bühren J, Kohnen T. Visual performance of aspherical and spherical intraocular lenses: intraindividual comparison of visual acuity, contrast sensitivity, and higher-order aberrations. *J Cataract Refract Surg* 2006; **32**(12): 2022-2029.
- Denoyer A, Halfon J, Majzoub S, Pisella PJ. Visual function after cataract surgery in patients with an aspherical lens without spherical aberration. *J Fr Ophthalmol* 2007; **30**(6): 578-584.
- Bellucci R, Morselli S, Piers P. Comparison of wavefront aberrations and optical quality of eyes implanted with five different intraocular lenses. *J Refract Surg* 2004; **20**(4): 297-306.
- Dick HB, Krummenauer F, Schwenn O, Krist R, Pfeiffer N. Objective and subjective evaluation of photic phenomena after monofocal and multifocal intraocular lens implantation. *Ophthalmology* 1999; **106**: 1878-1886.
- Miller JM, Anwaruddin R, Straub J, Schwiegerling J. Higher-order aberrations in normal, dilated, intraocular lens, and laser in situ keratomileusis corneas. *J Refract Surg* 2002; **18**: 579-583.
- Chalita MR, Krueger RR. Correlation of aberrations with visual acuity and symptoms. *Ophthalmol Clin North Am* 2004; **17**: 135-142.
- Hauermans A. Adapt AO outperforms conventional lens. In: Ophthalmology Times Meeting. *European Society of Cataract and Refractive Surgeons* 2007; **9**(18): 3.
- Johansson B, Sundelin S, Wikberg-Matsson A, Unsbo P, Behndig A. Visual and optical performance of the Akreos Adapt Advanced Optics and Tecnis Z9000 intraocular lenses: Swedish multicenter study. *J Cataract Refract Surg* 2007; **33**(9): 1565-1572.
- Marcos S, Rosales P, Llorente L, Jiménez-Alfaro I. Change in corneal aberrations after cataract surgery with 2 types of aspherical intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2007; **33**(2): 217-226.
- Caporossi A, Martone G, Casprini F, Rapisarda L. Prospective randomized study of clinical performance of 3 aspheric and 2 spherical intraocular lenses in 250 eyes. *J Refract Surg* 2007; **23**(7): 639-648.
- Mingels A, Koch J, Lommatzsch A, Pauleikhoff D, Heiligenhaus A. Comparison of two acrylic intraocular lenses with different haptic designs in patients with combined phacoemulsification and pars plana vitrectomy. *Eye* 2007; **21**(11): 1379-1383.
- Altmann GE, Nichamin LD, Lane SS, Pepose JS. Optical performance of 3 intraocular lens designs in the presence of decentration. *J Cataract Refract Surg* 2005; **31**(3): 574-585.