

بررسی حساسیت کانتراست متضاد رنگی زرد آبی قبل و بعد از لیزیک

سمیرا حیدریان^۱، محمود جباروند بهروز^۲، ابراهیم جعفرزاده پور^{۳*}، ریحانه وهابی^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد اپتومتری، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

۲- دانشیار گروه چشم پزشکی بیمارستان فارابی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۳- استادیار گروه اپتومتری، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران

۴- دانش آموخته کارشناسی اپتومتری، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران

تاریخ دریافت نسخه اصلاح شده: ۸۶/۴/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۷/۱/۲۱

چکیده

مقدمه: بررسی حساسیت کانتراست یکی از مهمترین آزمونهای سایکوفیزیکال است که جهت ارزیابی شرایط انکساری و کیفیت تصویر شبکیه ای می تواند مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین پس لیزیک، جهت ارزیابی کیفیت تصویر شبکیه ای می توان از کانتراست متضاد رنگی زرد-آبی جهت دستیابی به این هدف استفاده نمود.

مواد و روشها: در این بررسی سی چشم که مشکل انکساری اصلی آن مایوپی بوده است مورد ارزیابی قرار گرفته است. حساسیت کانتراست این افراد قبل و پس از عمل لیزیک در یک محیط و شرایط ثابت توسط آزمون حساسیت کانتراست متضاد رنگی زرد آبی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

نتایج: نتایج بدست آمده حاکی از آن است که حساسیت کانتراست رنگی پس از عمل لیزیک شرایط بهتری را در مقایسه حساسیت کانتراست رنگی این افراد با عینک نشان می دهد. تفاوت آستانه رنگی حساسیت کانتراست قبل و بعد از عمل شرایط کاملا معنی داری ($p < 0/001$) را نشان می دهد.

بحث و نتیجه گیری: بهبود شرایط اپتیکی چشم مهمترین عامل بهبود کانتراست محسوب می شود. توجه به مبانی علمی جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) و مهارت و تجربه جراح از یک سو و نامطلوب بودن شرایط اپتیکی عینک بیماران به علت عدم وجود شرایط استاندارد در تهیه و ساخت عینک طبی از مهمترین عوامل ایجاد کننده این نتیجه محسوب می شود. (مجله فیزیک پزشکی ایران، دوره ۴، شماره ۱۴ و ۱۵، بهار و تابستان ۸۶: ۴۰-۳۱)

واژگان کلیدی: حساسیت کانتراست، لیزیک، کانتراست متضاد رنگی، خطای اپتیکی

۱- مقدمه

لیزیک روش نسبتاً جدیدی در تصحیح عیوب انکساری محسوب می شود [۱]. این روش که بر مبنای یافته های بدست آمده در سالهای متمادی در زمینه جراحی انکساری است توانسته است بخش بسیار زیادی از بیماران جراحی

انکساری را به سوی خود جلب نماید. در این روش با بهره گیری از میکروکراتوم لایه ای از بخش قدامی قرنیه برداشته می شود تا بخش استرومای قرنیه در معرض تابش پرتوهای لیزر قرار گیرد [۱]. پرتوهای لیزر باعث لایه برداری از سطح استروما خواهد شد. تغییر فرم و شکل قرنیه باعث تغییر قدرت انکساری قرنیه و در نتیجه تغییر قدرت انکساری کل

* نویسنده مسؤول: دکتر ابراهیم جعفرزاده پور

آدرس: تهران، میرداماد، میدان مادر، خیابان شهید شاه نظری، دانشکده علوم توانبخشی، گروه اپتومتری
jafarzadehpur@iums.ac.ir
تلفن: ۰۲۲۲۶۲۴۵۰ (۲۱) ۹۸+

چشم خواهد شد [۱]. تغییر قدرت انکساری، شکل و شرایط نسبی انحنای قرنیه وضعیت جدیدی را برای خطاهای چشم بوجود خواهد آورد [۱].

بررسی کانتراست در شرایط آکروماتیک، رنگی و متضاد قابل انجام خواهد بود. اما بررسی همزمان شرایط انکساری چشم و توجه به قدرت تفکیک فضایی وزمانی، توسط کانتراست متضاد رنگی زرد آبی ممکن است به طور بهتری انجام شود [۲]. عدم تاثیرپذیری میدانهای دریافت کننده زرد آبی از سایر میدانهای دریافت کننده [۲] و پردازش اولیه اطلاعات آن در بخش پیش پردازشی بینایی که در ارتباط با قدرت تفکیک فضایی زمانی است [۲] از ویژگی های کانتراست زرد آبی محسوب می شود. قدرت تفکیک فضایی بهتر در رنگ زرد و دیسپرشن نوری بیشتر رنگ آبی از ویژگی های متمایز رنگهای متضاد زرد آبی و بررسی کانتراست متضاد این رنگها محسوب می شود.

بررسی حساسیت کانتراست یکی از مهمترین آزمونهای سایکوفیزیکیال در علوم بینایی است که کاربردهای مختلف بالینی نیز برای آن مطرح است [۳-۹]. حساسیت کانتراست نه تنها شاخص بسیار مهمی از عملکرد سیستم عصبی - بینایی است [۱۰-۱۲] بلکه شرایط انکساری هر فرد نیز بر حساسیت کانتراست تاثیر مهمی خواهد داشت [۱۳-۱۵]. بررسی ها نشان می دهد که بهبود حساسیت کانتراست همواره با بهبود مدولاسیون تابع انتقال^۱ چشم همراه است، و کاهش مدولاسیون تابع انتقال همواره با افت حساسیت کانتراست همراه خواهد بود [۱۶، ۱۷]. با توجه به اینکه مدولاسیون تابع انتقال شاخص کیفیت تصویر شبکیه ای است، و کاهش خطاها باعث بهبود مدولاسیون تابع انتقال می شود. لذا با ارزیابی تغییرات حساسیت کانتراست می توان به تغییرات اپتیکی ایجاد شده در تصویر شبکیه ای پی برد.

حساسیت کانتراست غالباً توسط الگوهای آکروماتیک با موج سینوسی مورد ارزیابی قرار می گیرد. این الگوها فاقد هارمونیک های با فرکانس فضایی بالا است. محدودیت دیگر این الگوها عدم تمایز طیفی خطای رنگی [۱۸] است. بنابراین با استفاده از الگوهای رنگی متضاد^۲ زرد آبی موج مربعی علاوه بر افزایش محتوی فرکانسی الگوها، امکان تمایز طیفی خطای رنگی [۱۹] نیز میسر خواهد بود.

طیف زرد با تابع کارایی روشنایی^۳ نزدیک به یک (۱) [۲۰] و نیز طیف آبی با دیسپرشن ماکزیمم [۲۱] بهترین تمایز طیفی خطای رنگی [۱۹] را ایجاد خواهد کرد. بنابراین استفاده از الگوهای موج مربعی زرد آبی جهت بررسی حساسیت کانتراست، می تواند ابزار مفیدی جهت ارزیابی کیفیت تصویر شبکیه ای باشد.

۲- مواد و روشها

بیماران متقاضی عمل لیزیک^۴ که به کلینیک نوین دیدگان مراجعه نموده بودند در این مطالعه شرکت نمودند. بیماران تحت معاینات روتین بالینی که بایستی قبل از لیزیک انجام شود، قرار گرفتند و بهترین تصحیح انکساری ممکن برای آنها به صورت عینک تعیین گردید. جهت جلوگیری از هرگونه تورش^۵ این مرحله توسط همکاران اپتومتریست کلینیک نوین دیدگان انجام شد. جامعه آماری این پژوهش را پانزده نفر (سی چشم، شش مرد و نه زن) از افراد زیر چهل سال که توسط یک جراح ثابت و مشخص جهت عمل لیزیک تعیین وقت شده بودند تشکیل می داد. مقادیر انحراف معیار بدست آمده در مطالعات مشابه و در نظر گرفتن رابطه $n = \frac{Z^2}{d^2} \sigma^2$ (مقدار Z

2- Opponent

3- Luminous Efficiency Function (LEF)

4- LASIK

5- Bias

1- Modulation Transfer Function (MTF)

$\sigma = 8$ و $d=3$ ، لذا تعداد سی چشم براساس تقریب توزیع نرمال در مطالعات بهداشتی درمانی در این مطالعه به عنوان جامعه مورد بررسی نظر گرفته شده افراد مورد بررسی عیب انکساری غالب مایوی و دید رنگ طبیعی داشتند. پس از تعیین عیب انکساری میزان تصحیح انکساری بدست آمده با نمره عینک فعلی بیمار مطابقت داده می شد. در صورت تطابق مقادیر بدست آمده و نمره عینک فعلی بیمار، آزمون حساسیت کانتراست به همراه عینک فعلی توسط یک اپتومتریست از بیمار به عمل می آمد. بنابراین افرادی که با عینک فعلی خود مشکلی داشتند و/یا عینک فعلی آنها با نتایج معاینات فعلی مغایرت داشت از مطالعه حذف می شدند. براساس معیارهای اساسی انتخاب بیمار جهت لیزیک، بر مبنای پاکی متری، توپوگرافی و در موارد مورد لزوم از پنتاکم جهت ارزیابی قرنیه بیماران قبل از عمل جراحی لیزیک استفاده شد. افراد توسط دستگاه تکنولاس با شرایط استاندارد انجام شد. در این مطالعه از دستگاههایی مانند کونسرتو، ویزکس و... که مبتنی بر جبهه های موج است استفاده نشده است. افراد مورد بررسی بایستی سلامت چشمی و عمومی مقتضی برای این عمل را داشته باشند. پس از انجام معاینات اولیه، با ابراز رضایت بیمار جهت شرکت در این مطالعه، مرحله آزمون حساسیت کانتراست رنگی توسط اپتومتریست دیگری انجام شد. آزمون حساسیت کانتراست در شرایط فوتوپیک توسط سیستم "الگو ساز"^۱ در سه فرکانس فضایی، ۱/۲ دور بر درجه^۲ (متناظر با تیزبینی ۲۰/۵۰۰)؛ ۳ دور بر درجه^۲ (متناظر با تیزبینی ۲۰/۲۰۰)؛ ۱۵ دور بر درجه (متناظر با تیزبینی ۲۰/۴۰)؛ انجام شد. علاوه بر تغییر فرکانس فضایی، زمینه صفحه نمایش تست حساسیت کانتراست در دو وضعیت زرد و آبی به افراد ارائه می شد. در واقع ابتدا یک زمینه یکنواخت

زرد یا آبی نمایش داده می شد. به تدریج در زمینه زرد، بر مبنای فرکانس فضایی مورد نظر و نیز براساس مختصات فضایی دید رنگ، مناطقی تغییر مختصات داده و به تدریج به رنگ آبی تبدیل خواهد شد. در خصوص زمینه آبی شرایط معکوس بوده و مناطق آبی رنگ به زرد تبدیل خواهد شد. به اختصار به حالت نخست را "زمینه زرد" و به حالت دوم را "زمینه آبی" اطلاق خواهیم کرد. تقدم و تاخر هریک از این شش وضعیت مواجهه بیمار با زمینه های مختلف زرد یا آبی و فرکانس فضایی های گوناگون (۱/۲، ۳ و ۱۵ دور بر درجه) به طور تصادفی انتخاب شده بود. در هر وضعیت، بیمار در فاصله سه متری از صفحه مانیتور قرار می گرفت و به یک زمینه یکنواخت (مثلا زرد) نگاه می کرد. مختصات رنگی هر نقطه از صفحه براساس مقدار فرکانس فضایی با فواصل زمانی ۵۰۰ میلی ثانیه تغییر می کرد. بنابراین مقادیر طیفی (آبی، سبز و قرمز^۳؛ و درجه اشباع رنگ، روشنایی و ماهیت رنگ^۴) رنگ زمینه (مثلا زرد) هر ۵۰۰ میلی ثانیه یک واحد در جهت رنگ متضاد آن (مثلا آبی) تغییر پیدا می کرد. آستانه کانتراست ایجاد شده که منجر به تشخیص خطوط رنگی زرد-آبی در صفحه نمایش می شد؛ حساسیت کانتراست متضاد رنگی در هر زمینه و فرکانس فضایی ثبت گردید. پس از ثبت حساسیت کانتراست رنگی، بیماران جهت انجام جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) ارجاع داده می شدند. عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) توسط یک جراح ثابت بوسیله دستگاه "تکتولاس"^۵ انجام گرفت. پس از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) و سپری شدن چهل روز و ثابت شدن شرایط انکساری بیمار، مجددا حساسیت کانتراست رنگی افراد مشابه شرایطی که قبل از عمل توضیح داده شد، ثبت گردید. اپتومتریستی که در

3- Red, Green, Blue (RGB)

4- Hue, Luminance, Saturation (HLS)

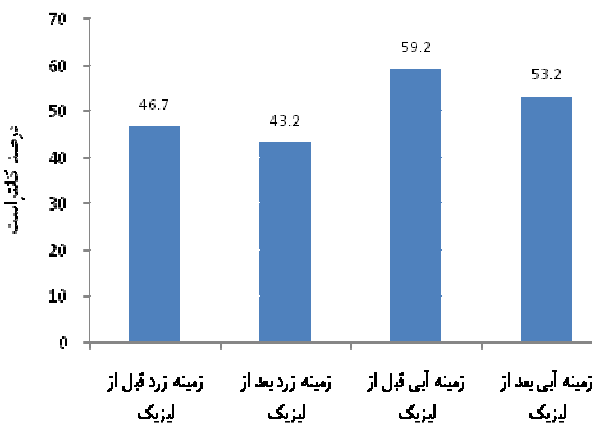
5- Technolas TM

1- Pattern Generator

2- Cycle per degree (cpd)

می دهد. این یافته حاکی از عدم ایجاد آستیگماتیسم جدیدی ناشی از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) است. مقایسه میانگین تیزبینی بیماران قبل از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) با تصحیح عینک $0/8$ و پس از عمل $0/9$ شده بود. بررسی تیزبینی توسط آزمون t قبل و بعد از عمل تغییر معنی داری ($p < 0/01$) را در بهبود تیزبینی پس از عمل نشان می دهد.

نمودارهای ۱-۳ مقادیر مربوط به حساسیت کانتراست رنگی را قبل و بعد از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) نشان می دهد. همانطور که در نمودارهای ۱-۳ مشهود است حساسیت کانتراست رنگی در تمامی فرکانسهای فضایی و در هردو زمینه زرد و آبی شرایط بهتری را به طور معنی دار ($p < 0/001$) پس از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) نشان می دهد. نکته قابل توجه دیگر این است که آستانه حساسیت کانتراست رنگی رنگ زرد به طور معنی داری شرایط بهتری را نسبت به زمینه آبی نشان می دهد ($p < 0/01$).



نمودار ۱- آستانه حساسیت کانتراست رنگی قبل و پس از عمل لیزیک در فرکانس فضایی $0/5$ دور بر درجه

این مرحله حساسیت کانتراست رنگی بیماران را ثبت می کرد از نتایج اولیه بیماران بی اطلاع بود. علاوه بر آزمون حساسیت کانتراست رنگی، کلیه بیماران تحت آزمونهای متداول و معمول چشمی و بینایی توسط چشم پزشک و اپتومتریست مربوطه انجام گرفت. نتایج بدست آمده توسط بسته نرم افزاری "استاتگرافیکس" مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

۳- نتایج

میانگین سنی بیماران شرکت کننده در این مطالعه $27/5$ سال بوده است و محدوده سنی افراد مورد مطالعه $18-36$ سال بوده است. از نظر عیب انکساری مقدار آکی والان اسفر عیب انکساری افراد مورد مطالعه قبل از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) $4/25-$ دیوپتری و پس از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) $0/02+$ دیوپتری بوده است. میانگین مایوپی بیماران قبل از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) $3/68-$ دیوپتری و میانگین آستیگماتیسم قبل از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) $1/12-$ دیوپتری بوده است. میانگین عیب انکساری اسفریک ایجاد شده پس از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) $0/36+$ دیوپتری و میانگین آستیگماتیسم پس از عمل $0/67-$ دیوپتری بوده است. مقایسه مقادیر عیب انکساری قبل و بعد از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) به طور معنی داری ($p < 0/001$) در تمامی حالات کاهش یافته بود. نکته قابل توجه در خصوص محور سیلندر تصحیحی قبل و بعد از جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) است. این پارامتر به طور معنی داری در قبل و بعد از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) تغییری را نشان

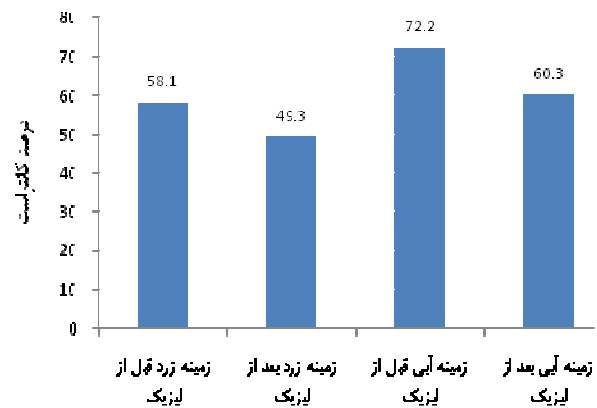
می شود. این نتایج منطبق بر شیفت پورکینژ سلول های مخروطی و استوانه ای خواهد بود.

مطالعات انجام شده در خصوص تغییرات حساسیت کانتراست پس از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) حاکی از آن است که تغییرات حساسیت کانتراست پس از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) در فرکانس های فضایی پایین و متوسط به طور بارزتری تغییر می کند [۲۴]. لذا فرکانس های فضایی مورد استفاده در این مطالعه در این محدوده (۱/۲ ، ۳ و ۱۵ دور بر درجه) انتخاب شد. این فرکانس های فضایی با محدوده بیشترین حساسیت کانتراست تطابق نزدیکی داشته است [۲۵]. اما خطاهای اپتیکی باعث کاهش قدرت تفکیک فضایی در فرکانسهای فضایی بالا و در کانتراست ماکزیمم خواهد شد. بنابراین اندازه گیری تیزبینی بیماران قبل و پس از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) می تواند شاخص مفیدی از تغییرات خطاهای مرتبه پایین باشد. البته همانطور که در این مطالعه نیزه آن توجه شده است، بهره گیری از مدولاسیون فرکانس فضایی کانتراست رنگی می تواند هم اطلاعات ارزشمندی نسبت خطاهای مرتبه بالا و هم اطلاعات مفیدی نسبت به خطاهای مرتبه پایین سیستم اپتیکی چشم در مقایسه با آزمون تیزبینی در اختیار قرار دهد [۲۶].

با در نظر گرفتن این پارامترها تلاش شد تا ارزیابی مناسبی از تغییرات اپتیکی ایجاد شده در چشم پس از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) انجام شود. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که حساسیت کانتراست رنگی پس از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) در مقایسه با تصحیح انکساری بیمار با عینک، شرایط بهتری را در عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) می توان مشاهده کرد. مطالعات متعددی نشان می دهند که تغییر شکل قرنیه در



نمودار ۲- آستانه حساسیت کانتراست رنگی قبل و پس از عمل لیزیک در فرکانس فضایی ۳ دور بر درجه



نمودار ۳- آستانه حساسیت کانتراست رنگی قبل و پس از عمل لیزیک در فرکانس فضایی ۱۵ دور بر درجه

۴- بحث

توجه به نتایج بدست آمده مبین تفاوت معنی دار ($p < 0.01$) حساسیت کانتراست رنگی در زمینه های زرد و آبی است. حساسیت کانتراست در زمینه آبی به مراتب شرایط بدتری را نسبت به زمینه زرد دارد. علت این امر دیسپرش بیشتر طول موج های کوتاه، تناظر طیفی رنگ زرد با بیشترین منطقه حساسیت طیفی چشم در شرایط فوتوپیک [۲۳، ۲۲] از مهمترین دلایل تفاوت آستانه زمینه رنگ زرد و آبی محسوب

عمل جراحی جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) باعث کاهش حساسیت کانتراست می شود [۲۷]. این تغییر شکل قرنیه پس از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) خطاهای مرتبه بالا را نیز افزایش می دهد [۲۸-۳۱]. اما سؤال مهمی که در این پژوهش در پی یافتن پاسخی برای آن بوده ایم این است که " آیا خطاهای اپتیکی ناشی از عینک تصحیحی و عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) یکسان است؟ "

نتایج بدست آمده در این مطالعه حاکی از آن است که خطاهای اپتیکی ایجاد شده در اثر استفاده از عینک های طبی به طور معنی داری ($p < 0.001$) بیش از خطاهای اپتیکی بوجود آمده پس از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) است. علل احتمالی این پدیده را می توان به شرح زیر مورد بررسی قرار داد:

۱- عدسی های عینک در بهترین شرایط طراحی خود، براساس استاندارد ANSI-Z80 [۳۲]، تنها می تواند دو خطای مرتبه اول را در سیستم اپتیکی چشم تصحیح کند [۳۲]. بنابراین همواره در تصحیح عیوب انکساری توسط عینک خطاهای مرتبه بالا باقی خواهند ماند. شدت این خطاها رابطه نمایی مستقیم با قدرت عدسی تصحیحی خواهد داشت [۳۳].

۲- براساس طراحی های استاندارد برای عدسی های عینک و براساس روش های استاندارد ساخت عینک [۳۴] بایستی هر تصحیح انکساری بر مبنای قدرت و محور تجویزی و نیز براساس ویژگی های آناتومیک صورت و چشم بیمار انتخاب ویژه ای برای فریم عینک داشته باشند. تا در شرایط دینامیک چشم در

مقابل عدسی تصحیحی حداقل خطاهای اپتیکی را ایجاد نماید. افراد شرکت کننده در این مطالعه در انتخاب عینک خود از راهنمایی های تخصصی اپتومتریست ها بی بهره بوده اند. انتخاب این بیماران براساس معیارهای غیرعلمی و غیر تخصصی بوده است. سلیقه شخصی، هزینه عینک، توصیه دوستان، همزادپنداری از متداول ترین معیارهای انتخاب عینک بوده است.

۳- مونتاژ صحیح یا غیر صحیح عدسی عینک بر روی فریم نیز از عوامل ایجاد کننده یا کاهش دهنده خطاهای اپتیکی می تواند باشد [۳۵]. بررسی عینک افراد مورد بررسی حاکی از عدم رعایت اصول مقتضی در تراش عدسی ها بوده است. عوامل دیگری مانند استفاده از عدسی های غیراستندارد، عدسی های با فاکتور شکل نامناسب و انحنای پایه^۱ نامطلوب از عوامل موثر بر کیفیت تصویر نهایی محسوب می شود [۳۴].

همانطور که که توضیح داده شد، عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) باعث افزایش خطاهای مرتبه بالا می شود [۲۸-۳۱]. ایجاد این خطاها بستگی زیادی به مهارت جراح، نرم افزار و سخت افزار سیستم جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک)، شرایط اولیه قرنیه، ضخامت قرنیه، منطقه انکساری اصلی^۲، سن بیمار، نوع و مقدار عیب انکساری از عواملی است که بر نتیجه عمل جراحی انکساری به

کمک لیزر (لیزیک) موثر خواهد بود [۳۶]. بنابراین، انتخاب صحیح بیمار، بهره گیری از سیستم کالیبره و مناسب جهت جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک)، تجربیات تخصصی

1- Base Curve
2- Optic Zone

و کامل جراح می تواند ضریب اطمینان نتاج عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) را افزایش دهد.

مطالعات انجام شده توسط موتیالا^۱ و هالیدی^۲ حاکی از آن است با توجه به روند بهبود حساسیت کتراست آکروماتیک طی یک هفته اول [۳۷] پس از عمل لیزیک حساسیت کتراست به شرایط بسیار قابل قبولی می رسد. اما مطالعاتی در خصوص بررسی حساسیت کتراست متضاد رنگی در منابع یافت نشده است. توجه به مکانیزم های موجود در این زمینه این انتظار را مطرح می کند که در این مطالعه پس از مدت چهل روز حساسیت کتراست افراد مورد بررسی بایستی به نقطه مطلوبی برسد، مگر اینکه یک عامل اپتیکی و/یا یک عامل نوری با عث این کاهش در حساسیت کتراست شود. بنابراین بهبود حساسیت کتراست در این مطالعه مبین بهبود شرایط اپتیکی چشم می باشد.

منابع

1. Samir A. Melki , Dimitri T. Azar M, LASIK Complications, Etiology, Management, and Prevention, Survey of Ophthalmology , Volume 46, Issue 2, 2001, Pages 95-116.
2. Kiser AK, et al, Reliability and consistency of visual acuity and contrast sensitivity measures in advanced eye disease. Optom Vis Sci. 2005; 82(11):946-54.
3. Chatzistefanou KI, et al. Contrast sensitivity in Amblyopia: the fellow eye of untreated and successfully treated amblyopes. J AAPOS. 2005; 9(5):468-74.
4. Rodriguez-Galietero A, et al, Comparison of contrast sensitivity and color discrimination after clear and yellow intraocular lens implantation. J Cataract Refract Surg. 2005; 31(9):1736-40.
5. Sorri I, Kalviainen R, Mantjarvi M., Color vision and contrast sensitivity in epilepsy patients treated with initial tiagabine monotherapy. Epilepsy Res. 2005; 67(3):101-7.
6. Buehl W, Sacu S, Findl O., Association between intensity of posterior capsule opacification and contrast sensitivity., Am J Ophthalmol. 2005; 140(5):927-30.

1- Mutyala

2- Holliday

مطالعات انجام شده حاکی از آن است که بهبود شرایط بینایی فرد پس از عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) با افزایش کیفیت زندگی بیماران رابطه مستقیم و نزدیکی دارد. بنابراین با در نظر گرفتن تمامی جوانب لازم می توان به بهبود استانداردهای کیفیت زندگی بیمار کمک کرد.

۵- نتیجه گیری

در نتیجه، با کنترل عوامل مداخله گر در عمل جراحی انکساری به کمک لیزر (لیزیک) می توان به بهبود تصویر شبکیه ای و بهبود تیزی بینی و البته بهبود کیفیت زندگی بیمار [۳۶] امیدوار بود.

۶- تشکر و قدردانی

از بیماران، کارکنان و همکاران کلینیک نوین دیدگان که کمکهای ارزنده در این پژوهش نموده اند سپاسگزاریم.

7. Mones J, Rubin GS., Contrast sensitivity as an outcome measure in patients with subfoveal choroidal neovascularisation due to age-related macular degeneration. *Eye*. 2005; 19(11):1142-50.
8. Rocha KM, et al, Postoperative wave front analysis and contrast sensitivity of a multifocal apodized diffractive IOL (ReSTOR) and three monofocal IOLs. *J Refract Surg*. 2005; 21(6):S808-12.
9. Dhingra NK, Freed MA, Smith RG., Voltage-gated sodium channels improves contrast sensitivity of a retinal ganglion cell. *J Neurosci*. 2005; 25(35):8097-103.
10. Wolffsohn JS, Eperjesi F, Napper G., Evaluation of Melbourne Edge Test contrast sensitivity measures in the visually impaired. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2005; 25(4):371-4.
11. Lew H, Han SH, Lee JB, Lee ES., Contrast sensitivity function of sound eye after occlusion therapy in the amblyopic children. *Yonsei Med J*. 2005 ; 46(3):368-71.
12. Terzi E, Bühren J, Wesemann W, Kohnen T., Frankfurt-Freiburg Contrast and Acuity Test System (FF-CATS). A new test to determine contrast sensitivity under variable ambient and glare luminance levels. *Ophthalmologe*. 2005; 102(5):507-13.
13. Bellucci R, Scialdone A, Buratto L, Morselli S, Chierego C, Criscuoli A, Moretti G, Piers P., Visual acuity and contrast sensitivity comparison between Tecnis and AcrySof SA60AT intraocular lenses: A multicenter randomized study. *J Cataract Refract Surg*. 2005;31(4):712-7
14. Petrov Y., Luminance correlations define human sensitivity to contrast resolution in natural images. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis*. 2005; 22(4):587-92.
15. Piers PA, Norrby NE, Mester U., Eye models for the prediction of contrast vision in patients with new intraocular lens designs. *Opt Lett*. 2004 ; 29(7):733-5.
16. Rovamo JM, Kankaanpää MI, Hallikainen J., Spatial neural modulation transfer function of human foveal visual system for equiluminous chromatic gratings. *Vision Res*. 2001; 41(13):1659-67.
17. Owsley C., Contrast sensitivity. *Ophthalmol Clin North Am*. 2003 Jun; 16(2):171-7.
18. Zhao H, Mainster MA. The effect of chromatic dispersion on pseudophakic optical performance. *Br J Ophthalmol*. 2007; 91(9):1225-9
19. Bieber ML, Kraft JM, Werner JS., Effects of known variations in photo pigments on L/M cone ratios estimated from luminous efficiency functions. *Vision Res*. 1998; 38(13):1961-6.
20. Zuclich JA, Previc FH, Novar BJ, Edsall PR., Near-UV/blue light-induced fluorescence in the human lens: potential interference with visual function. *J Biomed Opt*. 2005; 10(4):44021.
21. Anstis S., The Purkinje rod-cone shift as a function of luminance and retinal eccentricity. *Vision Res*. 2002; 42(22):2485-91.

22. Naarendorp F, Frumkes T. The influence of short-term adaptation of human rods and cones on cone-mediated grating visibility. *J Physiol.* 1991; 432:521-41.
23. Radhakrishnan H, Pardhan S, Calver RI, O'Leary DJ., Effect of positive and negative defocus on contrast sensitivity in myopes and non-myopes. *Vision Res.* 2004; 44(16):1869-78.
24. Villegas EA, Gonzalez C, Bourdoncle B, Bonnin T, Artal P., Correlation between optical and psychophysical parameters as a function of defocus. *Optom Vis Sci.* 2002; 79(1):60-7.
25. Woods RL, Strang NC, Atchison DA., Measuring contrast sensitivity with inappropriate optical correction. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2000; 20(6):442-51.
26. Yamane N, et al, Ocular higher-order aberrations and contrast sensitivity after conventional laser in situ keratomileusis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2004; 45(11):3986-90.
27. Kohnen T, Mahmoud K, Bühren J., Comparison of corneal higher-order aberrations induced by myopic and hyperopic LASIK. *Ophthalmology.* 2005; 112(10):1692.
28. McCormick GJ, Porter J, Cox IG, MacRae S., Higher-order aberrations in eyes with irregular corneas after laser refractive surgery. *Ophthalmology.* 2005; 112(10):1699-709.
29. Pesudovs K., Wavefront aberration outcomes of LASIK for high myopia and high hyperopia. *J Refract Surg.* 2005; 21(5):S508-12.
30. Twa MD, et al, A prospective randomized clinical trial of laser in situ keratomileusis with two different lasers. *Am J Ophthalmol.* 2005; 140(2):173-83.
31. Fry GA, Computation of unwanted sphere and cylinder in the periphery of a spectacle lens. *Am J Optom Physiol Opt.* 1977; 54(9):609-16.
32. Atchison DA, et al, The effect of under and over refractive correction on visual performance and spectacle lens acceptance. *Ophthalmic Physiol Opt.* 200; 21(4):255-61.
33. Code SM, Remole A, Retinal image quality during oblique gaze through spectacle lenses: plastic vs. Glass. *Am J Optom Physiol Opt.* 1985; 62(4):240-5.
34. Peral A, Alonso J, Canos Sanz J, Bernabeu E., Deflectometric measurement of mechanical spectacle lens deformation. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2000; 20(6):473-9.
35. Mok KH, Lee VW., Effect of optical zone ablation diameter on LASIK-induced higher order optical aberrations. *J Refract Surg.* 2005; 21(2):141-3.
36. Garamendi E, Pesudovs K, Elliott DB., Changes in quality of life after laser in situ keratomileusis for myopia. *J Cataract Refract Surg.* 2005; 31(8):1537-43.

37. Mutyala S., McDonald MB., Scheinblum KA, Ostrick, M.D., Brint S, Thompson H, Contrast sensitivity evaluation after laser in situ keratomileusis. *Ophthalmology*, 2000, 107(10), 1864-1867.