

اختلال دید رنگ در بیماران مبتلا به نزدیکبینی محوری

دکتر رضا کارخانه^۱، دکتر محمدرضا منصور^۱، دکتر مهدی نیلی احمدآبادی^۲، زهرا موسوی^۳ و معصومه رفیعی^۲

چکیده

هدف: تعیین اختلالات دید رنگ در بیماران مبتلا به نزدیکبینی محوری.

روش پژوهش: پژوهش به روش مقطعی بر روی همه افرادی انجام شد که به صورت مستمر از بهمن ۱۳۷۹ تا پایان تیرماه ۱۳۸۰ به درمانگاه بیمارستان فارابی مراجعه نمودند و به تشخیص قطعی نزدیکبینی محوری رسیدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل سن ۱۷ تا ۴۰ سال، نزدیکبینی شدیدتر از ۶/۰۰- و قطر قدامی-خلفی چشم بیش از ۲۶ میلی‌متر و معیارهای خروج شامل دیستروفی ماکولا، گلوکوم، سابقه جراحی و دیابت بودند. بررسی دید رنگ با استفاده از آزمون D15 در همه بیماران با عینک انجام شد. ارتباط میزان دید، میزان نزدیکبینی و قطر قدامی-خلفی چشم با بروز اختلال دید رنگ به وسیله آزمون دقیق فیشر و کای دو مورد قضاوت آماری قرار گرفت و خطر نسبی هر یک در بروز اختلال دید رنگ تعیین گردید.

یافته‌ها: تحقیق بر روی ۴۰ بیمار شامل ۶۰ درصد مرد و ۴۰ درصد زن و میانگین سنی ۲۶/۱ سال انجام شد. چهار چشم از مطالعه حذف شدند. در ۷۶ چشم مورد مطالعه، میانگین قدرت کروی، ۱۱/۳۲- و میانگین سیلندر ۲/۳۴- دیوپتر بود. به طور کلی اختلال دید رنگ در ۲۶ چشم (۳۴/۲ درصد) مشاهده شد (۲۳/۵-۴۴/۹؛ CI_{۹۵}). نوع اختلال رنگ در ۸۴/۶ درصد از نوع تریتان (نقص دید رنگ در طول موج آبی- زرد) بود. در چشم‌های با قطر قدامی-خلفی ۲۹ میلی‌متر یا کم‌تر، ۲۵/۴ درصد و در چشم‌های با قطر قدامی-خلفی بیش از ۲۹ میلی‌متر، ۵۷/۱ درصد اختلال دید رنگ وجود داشت (P < ۰/۰۱، RR=۲/۲). در چشم‌های با نزدیکبینی (۱۲-) دیوپتر یا خفیف‌تر، ۲۴/۵ درصد و در چشم‌های با نزدیکبینی شدیدتر از (۱۲-) دیوپتر، ۵۱/۹ درصد اختلال دید رنگ وجود داشت (P < ۰/۰۲، RR= ۲/۱). در چشم‌های با حدت بینایی ۲۰/۳۰ یا بیش‌تر، ۱۲/۵ درصد و در چشم‌های با دید کم‌تر از ۲۰/۳۰، ۴۴/۲ درصد اختلال دید رنگ مشاهده شد (RR= ۳/۵ و P < ۰/۰۱).

نتیجه‌گیری: در نزدیکبینی محوری شدید، اختلال دید رنگ وجود دارد که در بیش‌تر موارد از نوع تریتان (نقص دید رنگ آبی- زرد) است. با افزایش قطر قدامی-خلفی کره چشم، میزان بروز این اختلال افزایش می‌یابد.

● پاسخ‌گو: دکتر رضا کارخانه

۱- دانشیار- چشم‌پزشک - دانشگاه علوم پزشکی تهران

۲- استادیار - چشم‌پزشک - دانشگاه علوم پزشکی تهران

۳- بینایی‌سنج - دانشگاه علوم پزشکی ایران

✉ تهران- میدان قزوین- بیمارستان فارابی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۲ دی ۱۳۸۱

تاریخ تایید مقاله: ۲۹ بهمن ۱۳۸۱

رنگ آبی-زرد، ۹ بیمار اختلال رنگ آبی-زرد و قرمز-سبز، ۲ بیمار اختلال رنگ قرمز-سبز و ۲ بیمار اختلال کامل دید رنگ داشتند.^۷

Klein و Curtin، ۱۱ بیمار مبتلا به نزدیک بینی شدید را که ضایعات Laquer-crack و سایر تغییرات استحاله‌ای را در فوندوس داشتند، با آزمایش صفحه HRR مورد معاینه قرار دادند که ۹ بیمار دید رنگ طبیعی داشتند^۸. و بالاخره مطالعه Mantyjarvi و Tuppurainen، ۳۶ بیمار با نزدیک بینی شدید (۶۸ چشم) و بدون ضایعات استحاله‌ای شبکیه را مورد معاینه قرار دادند که به طور کلی دید رنگ در این بیماران طبیعی بود. ولی میزان خطای بیماران نزدیک بین در مهره III آزمون ۱۰۰-FM (آبی) به طور معنی‌داری بیش‌تر از افراد با سن مشابه در گروه کنترل بود^۹.

با توجه به یافته‌های فوق، این مطالعه به منظور تعیین اختلالات دید رنگ در بیماران مبتلا به نزدیک بینی محوری شدید انجام شد.

روش پژوهش

پژوهش به روش مقطعی بر روی همه افرادی که به صورت مستمر از بهمن ۱۳۷۹ تا پایان تیرماه ۱۳۸۰ به درمانگاه بیمارستان فارابی مراجعه نمودند و به تشخیص قطعی نزدیک بینی محوری رسیدند، انجام شد. تشخیص نزدیک بینی محوری با استفاده از اولتراسونوگرافی A-scan و تعیین نمره عینک انجام گردید. اختلال دید رنگ با استفاده از آزمون Farnsworth panel D۱۵ و به وسیله دو دانشجوی رشته بینایی‌سنجی انجام شد.

معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از نزدیک بینی ۶/۱۰- دیوپتر یا شدیدتر، قطر قدامی - خلفی چشم ۲۶ میلی‌متر یا بیش‌تر و سن بین ۱۷ تا ۴۰ سال و معیارهای خروج از مطالعه عبارت بودند از بیماری‌هایی که اختلال دید رنگ ایجاد می‌کنند (از قبیل دیستروفی‌های ماکولا، گلوکوم و بیماری‌های عصب بینایی) و سابقه جراحی و لیزردرمانی.

روش آماری

به طور کلی، اختلالات دید رنگ به دو گروه مادرزادی و اکتسابی تقسیم می‌شوند. نقص مادرزادی (ارثی) دید رنگ فقط در قرمز - سبز می‌باشد و تقریباً در همه موارد وابسته به کروموزوم X و مغلوب است و ۵ تا ۸ درصد مردان و ۰/۵ درصد زنان را مبتلا می‌کند. اختلالات دید رنگ اکتسابی اغلب از نوع آبی-زرد هستند و در مردان و زنان به یک نسبت مشاهده می‌شوند. مردان با نقص مادرزادی دید رنگ ممکن است صورتی کم‌رنگ و یا زرد را به سختی از رنگ سبز تمیز دهند و تعداد کمی از آنها ممکن است رنگ قرمز را با رنگ سبز اشتباه کنند. بیماران با اختلال دید رنگ آبی - زرد، گرایش به اشتباه گرفتن رنگ آبی کم‌رنگ تا پررنگ با رنگ سبز دارند^۱.

از آن‌جا که اختلال رنگ آبی-زرد مادرزادی بسیار نادر است (۰/۰۰۲ درصد)، چشم‌پزشکان در برخورد با بیماری که اختلال رنگ آبی-زرد دارد باید احتمال یک بیماری اکتسابی را قویاً در نظر داشته باشند^{۱-۴}.

در مورد اختلال دید رنگ در بیماران مبتلا به نزدیک بینی شدید، گزارش‌های مبنی بر اختلال دید رنگ اغلب از نوع تریتان (آبی - زرد) و نیز دید رنگ طبیعی وجود دارد^۵.

Verriest و Francois در مطالعه بر روی ۱۳ بیمار نزدیک بین شدید (۱۵ چشم)، اختلال دید رنگ آبی-زرد را در ۶ چشم و نیز اختلال دید رنگ قرمز-سبز با تمایل به طرف قرمز (اختلال پروتان کاذب) را در ۶ چشم، اختلال رنگ مادرزادی را در یک چشم و دید رنگ طبیعی را در ۲ چشم گزارش کردند^۵.

در مطالعه Cox در ۶ بیماری که تحت آزمایش صفحه ایشی‌هارا قرار گرفتند؛ یک مورد در آزمایش HRR (Hardly-Rand-Rittler plate)، اختلاف خفیف آبی-زرد را نشان داد و ۲ مورد اختلال دید رنگ آبی-زرد را در آزمایش ۱۰۰-FM (Farnsworth-Munsell ۱۰۰ hue) نشان دادند^۶. در مطالعه Blach، ۵۲ بیمار با صفحه HRR مورد بررسی دید رنگ قرار گرفتند که ۱۹ بیمار اختلال

روش انجام معاینات

همه بیماران پس از انجام معاینات چشمی در درمانگاه عمومی، به منظور تعیین نمره عینک در درمانگاه رفراکشن مورد آزمایش قرار می‌گرفتند. عیب انکساری کروی و استوانه‌ای و نیز بهترین دید بیمار براساس تابلوی اسنلن ثبت می‌گردید.

آزمون دید رنگ

نحوه انجام آزمون به این صورت بود که بیمار عینک خود و در صورت لزوم، عینک دید نزدیک متناسب با سن خود را به چشم می‌گذاشت و با استفاده از آزمون D15 تحت بررسی دید رنگ قرار می‌گرفت و بر اساس راهنمای این آزمون، وجود یا عدم اختلال دید رنگ و نیز نوع اختلال رنگ مشخص می‌گردید.

آزمون D15 شامل ۱۶ مهره است که یک روی آن‌ها رنگی است (۱۶ عدد رنگ متفاوت با اشباع و روشنی یکسان) که یکی از مهره‌ها، مهره راهنما (pilot) به رنگ آبی می‌باشد. آزمون D15 براساس ردیف کردن طیف رنگی طراحی شده است^۲. آزمون به صورت تک‌چشمی و در شرایط نور روز انجام می‌شد. ابتدا مهره‌ها به صورت تصادفی در جلوی فرد پخش می‌شدند. مهره‌ای به عنوان مهره راهنما و آغازین در خود جعبه تعبیه شده بود. ابتدا از معاینه‌شونده خواسته می‌شد که چشم چپش را با دست بگیرد و با چشم راست نزدیک‌ترین رنگ به آن مهره راهنما را پیدا کند و در کنار آن قرار دهد. این کار برای سایر مهره‌ها نیز ادامه می‌یافت. پس از چیدن همه مهره‌ها، شماره‌هایی که در پشت آن‌ها نوشته شده بود در نمودار مخصوص ثبت می‌گردید. اگر در چیدن مهره‌ها اشکالی وجود داشت (یعنی مهره‌ها پشت سرهم، به ترتیب شماره قرار نمی‌گرفتند) برای اطمینان بیشتر، آزمون مجدد انجام می‌شد و به عنوان نتیجه نه‌ایی، در نمودار مخصوص ثبت می‌گردید. آزمون برای چشم چپ فرد نیز به همین صورت انجام می‌شد. نمودار ثبت‌شده با الگوی استاندارد مقایسه و اختلال دید رنگ فرد مشخص می‌شد.

اندازه‌گیری قطر قدامی - خلفی

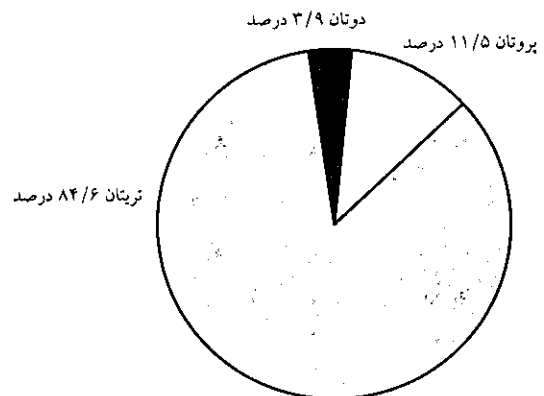
قطر قدامی- خلفی چشم افراد مورد آزمون به وسیله اولتراسونوگرافی (اسکن A) انجام می‌شد. از بیمار خواسته می‌شد که در حالت تاق‌باز روی تخت دراز بکشد و به چراغ قرمز بالای سرش نگاه کند. پس از ضدعفونی کردن ترنس‌دیوسر و بی‌حس کردن چشم به وسیله قطره تراکاین ۰/۵ درصد و وارد کردن مشخصات در دستگاه؛ کار شروع می‌شد. از بیمار خواسته می‌شد که فقط به نور قرمز بالای سرش نگاه کند و در طول معاینه، چشم خود را حرکت ندهد. ترنس‌دیوسر مستقیماً روی ملتحمه قرارداده می‌شد و بین لمب و فورنیکس، در محورهای مختلف جابه‌جا می‌گردید. سپس ترنس‌دیوسر بر روی قرنیه، درست در مقابل قطب خلفی قرار داده می‌شد و طول قدامی-خلفی چشم، اندازه‌گیری و ثبت می‌گردید. برای اطمینان بیشتر، این اندازه‌گیری چند بار تکرار می‌شد و میانگین به دست‌آمده ثبت می‌گردید.

ارتباط سن، جنس، میزان دید، میزان نزدیک‌بینی و قطر قدامی-خلفی چشم با بروز اختلال دید رنگ با آزمون دقیق فیشر و کای دو مورد قضاوت آماری قرار گرفت و خطر نسبی (RR) هر یک از نظر بروز اختلال دید تعیین گردید.

پایان

مطالعه بر روی ۴۰ بیمار شامل ۶۰ درصد مرد و ۴۰ درصد زن با میانگین سنی ۲۶/۱ سال انجام شد. دو بیمار یک‌چشمی بودند و یک بیمار به دلیل عدم همکاری از مطالعه حذف شد. بنابراین، پژوهش بر روی ۷۶ چشم انجام شد. اختلال دید رنگ در ۲۶ چشم مشاهده گردید که معادل شیوع ۳۴/۲ درصد (۲۳/۵-۴۴/۹) (CI_{۹۵}) بود. نوع اختلال دید رنگ در این ۲۶ چشم، در نمودار (۱) ارائه شده است و نشان می‌دهد که در ۸۴/۶ درصد دارای اختلال تریتان (اختلال دید رنگ در طول موج آبی-زرد) بودند.

نزدیک بینی به میزان ۱۲ دیوپتر یا کمتر، ۲۴/۵ درصد و در افراد با نزدیک بینی به میزان بیش از ۱۲ دیوپتر، ۵۱/۹ درصد اختلال دید رنگ وجود داشت ($P < ۰/۰۲$). در افراد دارای نزدیک بینی به میزان بیش از ۱۲ دیوپتر، احتمال بروز اختلال دید رنگ ۲/۱ برابر افراد دارای نزدیک بینی به میزان ۱۲ دیوپتر یا کمتر بود ($RR = ۲/۱$).



نمودار ۱- توزیع ۲۶ چشم مبتلا به اختلال دید رنگ به تفکیک انواع اختلال

جدول ۲- توزیع چشم های مبتلا به نزدیک بینی محوری براساس اختلال دید رنگ به تفکیک میزان نزدیک بینی

میزان نزدیک بینی	اختلال دید رنگ	خیر	بله	جمع
۶-۱۲ دیوپتر		۲۷ (۵۷/۵)	۱۲ (۳۴/۵)	۴۹ (۱۰۰)
بیش از ۱۲ دیوپتر		۱۳ (۴۸/۱)	۱۴ (۵۱/۹)	۲۷ (۱۰۰)

در ۲۲ مورد اختلال رنگ تریتان، ۵۹/۱ درصد خفیف، ۱۳/۶ درصد متوسط و ۲۷/۳ شدید بودند. در این ۲۲ مورد، جنس و طرف درگیر (راست و چپ) در بروز این اختلال نقشی نداشتند.

نقش میزان دید در اختلال دید رنگ در جدول (۱) ارایه شده است و نشان می دهد که در افراد با دید ۲۰/۳۰ یا بیشتر، ۱۲/۵ درصد و در افراد با دید کمتر از ۲۰/۳۰، به میزان ۴۴/۲ درصد اختلال دید رنگ وجود داشت ($P < ۰/۰۱$). هم چنین در افراد با دید کمتر از ۲۰/۳۰، اختلال دید رنگ ۳/۵ برابر افراد دارای دید ۲۰/۳۰ یا بیشتر بود ($RR = ۳/۵$).

سمت چشم درگیر (راست و چپ) به تفکیک شدت نزدیک بینی، با اختلال دید رنگ ارتباطی نداشت.

نقش قطر قدامی-خلفی چشم در بروز اختلال دید رنگ در جدول (۳) ارایه شده است و نشان می دهد که در افراد با قطر قدامی-خلفی ۲۹ میلی متر یا کمتر، ۲۵/۴ درصد و در افراد با قطر قدامی-خلفی بیش از ۲۹ میلی متر، به میزان ۵۷/۱ درصد اختلال دید رنگ وجود داشت ($P < ۰/۰۱$). قطر قدامی-خلفی چشم ها بیش از ۲۹ میلی متر، خطر وجود اختلال دید رنگ را ۲/۲ برابر بیش از افراد با قطر قدامی-خلفی ۲۹ میلی متر یا کمتر افزایش می داد ($RR = ۲/۲۵$).

جدول ۱- توزیع چشم های مبتلا به نزدیک بینی محوری براساس اختلال دید رنگ به تفکیک میزان دید

میزان دید	اختلال دید رنگ	خیر	بله	جمع
کمتر از ۲۰/۳۰		۲۹ (۵۵/۸)	۲۳ (۴۴/۲)	۵۲ (۱۰۰)
۲۰/۳۰ یا بیشتر		۲۱ (۸۷/۵)	۳ (۱۲/۵)	۲۴ (۱۰۰)

جدول ۳- توزیع چشم های مبتلا به نزدیک بینی محوری براساس اختلال دید رنگ به تفکیک قطر قدامی-خلفی

قطر قدامی-خلفی	اختلال دید رنگ	خیر	بله	جمع
۲۹ mm یا کمتر		۴۱ (۷۴/۶)	۱۴ (۲۵/۴)	۵۵ (۱۰۰)
بیش از ۲۹ mm		۹ (۴۲/۹)	۱۲ (۵۷/۱)	۲۱ (۱۰۰)

نقش میزان نزدیک بینی در بروز اختلال دید رنگ در جدول (۲) آمده است و نشان می دهد که در افراد با

بسیاری از بیماری‌های شبکیه، بسیار آسیب‌پذیرتر از مخروط‌های حساس به طول موج بلند قرمز (L cone) و یا مخروط‌های حساس به طول موج متوسط سبز (M cone) باشند. پراکندگی مخروط‌های آبی در نخستی‌ها (پریمات‌ها) نیز نشان می‌دهد که ۳ درصد یاخته‌ها در منطقه‌ای از فووه‌آ تا ۰/۵ درجه و ۲۰ درصد یاخته‌ها از ۰/۵ درجه تا یک درجه و ۱۳ درصد یاخته‌ها از ۵ درجه تا ۴۰ درجه قرار دارند^۹. به نظر می‌رسد که تعداد کم مخروط‌های آبی و آسیب‌پذیرتر بودن آن‌ها باعث می‌شود که در افراد دچار نزدیک‌بینی شدید، اولین یاخته‌هایی باشند که آسیب می‌بینند.

در مطالعه ما ۱۱/۵ درصد چشم‌ها، اختلال دید رنگ سبز (دوتان) و ۴ درصد بیماران اختلال دید رنگ قرمز (پروتان) و در مجموع ۱۵/۵ درصد بیماران اختلال رنگ قرمز-سبز اکتسابی داشتند. در مطالعه Cox^۶، ۴۰ درصد بیماران و در مطالعه Blach^۷، حدود ۴ درصد بیماران اختلال دید رنگ قرمز-سبز نشان دادند. به نظر می‌رسد که این تفاوت در یافته‌ها، بستگی به میزان تغییرات استحاله‌ای شبکیه دارد و در ضایعات شدیدتر شبکیه، مخروط‌های حساس به رنگ سبز و قرمز آسیب می‌بینند.

یافته دیگر پژوهش این بود که در چشم‌های با دید کم‌تر از ۲۰/۳۰، شیوع اختلال دید رنگ بیش‌تر بود و در مقایسه با بیمارانی که دید ۲۰/۳۰ یا بیش‌تر داشتند، ۳/۵ برابر اختلال دید رنگ را نشان دادند (جدول ۱). ارتباط تیزبینی بیماران با اختلال دید رنگ در هیچ مطالعه‌ای ذکر نشده است. به نظر می‌رسد که در بیماران با دید کم‌تر، تغییرات استحاله‌ای قطب خلفی و ماکولا بیش‌تر باشد که به نوبه خود، میزان اختلال دید رنگ در این بیماران را افزایش داده است.

یکی دیگر از یافته‌های این پژوهش این بود که افزایش میزان نزدیک‌بینی بیش‌تر از ۱۲ دیوپتر، احتمال داشتن اختلال رنگ را افزایش می‌دهد (جدول ۲). Mantijarvi و همکارانش نیز نشان دادند که در بیماران با نزدیک‌بینی شدیدتر به جز بیماران ۴۹-۴۰ ساله که با آزمون FM-۱۰۰ مورد آزمون قرار گرفتند، تمایز رنگ آبی در مهره IV

در چشم‌های راست؛ بین قطر قدامی-خلفی بیش از ۲۹ میلی‌متر و ۲۹ میلی‌متر یا کم‌تر براساس بروز اختلال دید رنگ، اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت. در چشم‌های چپ، قطر قدامی-خلفی ۲۹ میلی‌متر یا کم‌تر، به میزان ۲۳/۳ درصد و در موارد قطر قدامی-خلفی بیش از ۲۹ میلی‌متر، به میزان ۷۱/۴ درصد اختلال دید رنگ مشاهده گردید ($P < ۰/۰۴$).

پژوهش نشان داد که ۳۴ درصد از مبتلایان به نزدیک‌بینی محوری دچار اختلال دید رنگ بودند و این نقص دید رنگ در ۸۵ درصد موارد از نوع آبی-زرد (تریتان) بود. در اغلب مطالعاتی که در گذشته انجام شده‌اند، اختلال دید رنگ در نزدیک‌بینی شدید را نشان داده‌اند^{۵-۸}.

در مطالعه Verriest و Francois^۵، ۴۰ درصد چشم‌ها اختلال دید رنگ آبی-زرد را نشان دادند^۵. در مطالعه Cox با استفاده از آزمون FM-۱۰۰، ۳۳ درصد بیماران دارای اختلال رنگ آبی-زرد بودند^۶. در یک بررسی که توسط Blach بر روی ۵۲ بیمار انجام شد، ۱۷ درصد بیماران اختلال دید رنگ آبی-زرد داشتند^۷ که با یافته‌های تحقیق ما در زمینه اختلال رنگ مطابقت دارد.

مطالعه Mantyjari در ۶۸ چشم مبتلا به نزدیک‌بینی شدید بدون ضایعات استحاله‌ای شبکیه نشان داد که میزان خطا در بیماران در مهره III آزمون FM-۱۰۰ بیش‌تر از افراد با سن مشابه در گروه شاهد بود. هم‌چنین Koike و Tokoro در آزمون حساسیت طیفی در بیماران نزدیک‌بین شدید بدون ضایعات استحاله‌ای شبکیه، کاهش حساسیت به رنگ آبی را گزارش کردند. Comberg نیز کاهش درک نور آبی را در بیماران نزدیک‌بین شدید مشاهده کرده بود^۵ که این مطالعات نیز با اختلال دید رنگ از نوع تریتان در تحقیق ما مطابقت دارند.

یاخته‌های مخروطی حساس به طول موج کوتاه آبی (S cones) ۱۰ درصد مخروط‌های شبکیه انسان را تشکیل می‌دهند. به نظر می‌رسد که این یاخته‌های مخروطی در

میزان بروز اختلال دید رنگ در هیچ مطالعه‌ای ذکر نشده است. به هر حال به نظر می‌رسد که هرچه قطر قدامی-خلفی کره چشم بیش‌تر باشد، احتمال پیدایش تغییرات استحال‌های شبکیه بیش‌تر می‌شود که به نوبه خود می‌تواند سبب اختلال دید رنگ بیش‌تری شود.

مهم‌ترین ضعف این مطالعه، عدم ثبت یافته‌های فونوسکوپ و تعیین ارتباط آن با میزان بروز اختلال دید رنگ و نیز نداشتن گروه شاهد می‌باشد. انجام مطالعات بیش‌تر در این زمینه توصیه می‌گردد.

(آبی - ارغوانی - قرمز) از سایر رنگ‌ها مشکل‌تر است. Koike و همکارانش نتوانستند بین حساسیت طبیعی یاخته‌های مخروطی آبی و میزان نزدیک‌بینی ارتباطی پیدا کنند^۵.

یافته دیگر پژوهش این بود که افزایش قطر قدامی-خلفی کره چشم باعث افزایش بروز اختلال دید رنگ می‌شود و در چشم‌های با قطر قدامی-خلفی بیش از ۲۹ میلی‌متر، احتمال وجود اختلال دید رنگ ۲/۲ برابر بیش‌تر می‌شود. ارتباط قطر قدامی-خلفی کره چشم با

منابع

- 1- American Academy of Ophthalmology. Basic and clinical sciences course. Retinal and Vitreous. Sanfrancisco: The Academy; 2000-2001:40-43 and 180-188.
- 2- Birch J. Diagnosis of defective color vision. 1st ed. Oxford: Oxford University Press; 1993.
- 3- Benson WE. An introduction to color vision. In: Tsman W. Duane's clinical ophthalmology. Philadelphia, New York: Lippincott- Raven; 1996; Vol. 3; Chap. 6.
- 4- Hart WM. Adler's physiology of the eye. 9th ed. Missouri: Mosby Yearbook; 1992.
- 5- Mantjarvi M, Tuppurainen K. Color vision and dark adaptation in high myopia without central degeneration. *Br J Ophthalmol* 1995;79:105-108.
- 6- Cox J. Colour vision defects acquired in diseases of the eye. *Br J Physiol Opt* 1960;18:3-32.
- 7- Blach RK. The nature of degenerative myopia. A clinicopathological study. Thesis. University of Cambridge, 1964.
- 8- Klein RM, Curtin BJ. Laquer crack lesions in pathologic myopia. *Am J Ophthalmol* 1975;79:386-92.
- 9- Marc RE, Sperling HG. Chromatic organization of primate cones. *Science* 1976;196:454-456.
- 10- Sperling HG, Wright AA, Mills SL. Interense spectral light induced color blindness in rhesus monkeys. In: Verriest G, eds. Color vision deficiencies VIII. *Doc Ophthalmol Proc Ser*, Vol:46. Dordrecht: Martinus Nijhoff/Dr W Junk, 1987 :5-20.