

Comparison of Color Vision in Patients with Multiple SclerosisMohammadi E¹, Akbar Fahimi M², Nabavi S.M³, Jafarzadeh pour E⁴, Yekta A.A⁵, Khabazkhoob M⁶**Abstract**

Purpose: This study aimed to quantitatively assess the color vision in patients with relapsing and remitting multiple sclerosis with and without visual symptoms using D15.

Methods: In this study, 100 eyes of 50 patients with Multiple Sclerosis including 30 patients with visual symptoms and 20 patients without visual symptoms were compared with 50 eyes as the control group. Patients were divided into 4 groups: An involved eye of the patient with unilateral visual symptoms (group 1), fellow eye of the patient with unilateral visual symptoms (group 2), patient's eye without visual symptoms (group 3), and eyes of the comparison group (group 4). Visual acuity was measured in log MAR. Color vision was evaluated using D15. The results were quantitatively recorded based on Color Confusion Index (CCI).

Results: The mean CCI of color vision was 131.17 ± 19.69 in the first group, 126.39 ± 15.31 in the second group, 123.62 ± 10.03 in the third group, and 117 in the fourth group. There was a significant difference between three groups and the control group. ($p < 0.0001$, $p < 0.0001$ and $p = 0.01$). No significant difference was observed between first and second groups ($p = 0.149$). There was no significant difference between second and third groups ($p = 0.393$). There was a significant difference between first and third groups ($p = 0.01$).

Conclusion: Color vision disorder has been observed in patients with and without visual symptoms; however, the severity of the defect was different between groups. Quantitative assessment of the color vision test provides useful information of the natural history of the disease for examiner. In addition, there are appropriate clinical criteria to identify subclinical defects along with other diagnostic methods in patients with MS.

Keywords: Multiple sclerosis, Color vision testing, D15, CCI

Received: 2015.11.28; Accepted: 2017.12.14

مقایسه دید رنگ بیماران مبتلا به مالتیپل اسکلروزیس

الهام محمدی^۱، ملاحظت اکبرفهمی^۲، سید مسعود نبوی^۳، ابراهیم جعفرزاده پور^۴، عباسعلی یکتا^۵، مهدی خبازخوب^۶

هدف: مطالعه حاضر با هدف ارزیابی کمی دید رنگ بیماران مبتلا به مالتیپل اسکلروزیس (MS) نوع عود و فروکش با و بدون علائم بینایی با استفاده از تست D15 انجام گرفت.

روش بررسی: در این مطالعه ۱۰۰ چشم از ۵۰ بیمار مبتلا به MS (۳۰ بیمار دارای علائم بینایی و ۲۰ بیمار بدون علائم بینایی) و ۵۰ چشم از ۲۵ فرد نرمال به عنوان گروه مقایسه با محدوده سنی ۴۰-۱۸ سال مورد ارزیابی قرار گرفت. در تقسیم بندی چشم‌ها در ۴ گروه شامل چشم آسیب دیده بیمار با علائم بینایی یکطرفه (گروه ۱)، چشم سالم بیمار با علائم بینایی یکطرفه (گروه ۲)، چشم بیمار MS بدون علائم بینایی (گروه ۳) و چشم فرد گروه مقایسه (گروه ۴) قرار گرفتند. حدت بینایی بیماران با استفاده از چارت اسنلن اندازه گیری شد. ارزیابی دید رنگ با استفاده از تست Farnsworth D-15 انجام گرفت و نتایج آن بر اساس معیار CCI (color confusion index) به صورت کمی ثبت شد.

یافته‌ها: میانگین امتیاز CCI دید رنگ در گروه اول 131.17 ± 19.69 ، در گروه دوم 126.39 ± 15.31 ، در گروه سوم 123.62 ± 10.03 و در گروه چهارم 117 ± 0.00 بود که در مقایسه هر سه گروه با گروه مقایسه اختلاف معنی داری مشاهده شد. (به ترتیب: $p < 0.0001$, $p < 0.0001$, $p = 0.01$). بین گروه اول و دوم ارتباط معنی داری مشاهده نشد ($p = 0.149$). ارتباط گروه دوم و سوم نیز معنی دار نبود ($p = 0.393$). در مقایسه گروه اول و سوم ارتباط معنی داری مشاهده شد ($p = 0.01$).

نتیجه‌گیری: اختلال دید رنگ در هر دو گروه از بیماران با و بدون علائم بینایی وجود دارد اما از لحاظ شدت آسیب متفاوت هستند. ارزیابی کمی این تست و تعیین تغییرات دید رنگ در معاینات متوالی می‌تواند اطلاعات مفیدی در بررسی سیر بیماری برای معاینه کننده فراهم می‌کند و یک معیار کلینیکی مناسب در شناسایی نقایص تحت کلینیکی در کنار سایر روش های تشخیصی در بیماران مبتلا به MS می‌باشد.

کلمات کلیدی: مالتیپل اسکلروزیس، دید رنگ، تست D15، معیار CCI

نویسنده مسئول: ابراهیم جعفرزاده پور، jafarzadehpour.e@iums.ac.ir

آدرس: تهران، میرداماد، میدان مادر، خیابان شاه نظری، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران

۱- کارشناس ارشد اپتومتری، گروه اپتومتری، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۲- دکترای تخصصی، گروه کاردرمانی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۳- دکترای تخصصی، گروه پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شاهد، تهران، ایران

۴- استاد گروه اپتومتری، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۵- استاد گروه اپتومتری، دانشکده علوم پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

۶- دکترای تخصصی، گروه داخلی و جراحی، دانشکده پرستاری و مامایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

مقدمه

عصب بینایی ایجاد اختلال دید رنگ سبز- قرمز می‌کند (۹،۱۰)، اما این نظریه کاملاً پذیرفته شده نیست و در بسیاری از مقالات اختلال دید رنگ آبی - زرد گزارش شده است (۱۱،۱۲). نقایص غیر انتخابی نیز که در آن آسیب های قرمز- سبز و زرد - آبی تقریباً برابر است با تکنیک های مختلف مشاهده شده است (۱۳-۱۵). برخی مطالعات حاکی از آن است که در بسیاری از این بیماران نوع اختلال دید رنگ می‌تواند در معاینات متوالی تغییر کند و الگوی مشخصی از نوع اختلال دید رنگ مشاهده نمی‌شود (۸،۱۶).

تست دید رنگ D15 امکان ارزیابی کیفی و کمی دید رنگ را فراهم می‌کند که در این مطالعه نتایج تست با استفاده از آنالیز (Color Confusion Index; CCI) به صورت کمی محاسبه شد. با توجه به اینکه افرادی که مورد بررسی قرار گرفتند شرایط کیفی یکسانی را نشان می‌دهند (افراد دچار پروتانومالی و دوترونومالی) ولی در بررسی کمی نتایج یکسانی نشان نمی‌دهند بنابراین بیان کیفی اختلال دید رنگ امکان توصیف مناسب شرایط دید رنگ بیمار را فراهم نمی‌ساخت بر همین اساس بیان کمی که از نقاط قوت مطالعه محسوب می‌شود مورد بررسی قرار گرفت.

به علت اختلاف نظری که در ارزیابی کیفی دید رنگ این بیماران مشاهده شده و همچنین اهمیت این تست در تشخیص اولیه بیماری، مطالعه حاضر به بررسی کمی دید رنگ این بیماران با استفاده از تست دید رنگ D15 که

مالتیپل اسکلروزیس (Multiple Sclerosis; MS) یک بیماری سیستم عصبی مرکزی است که با دمیلینه شدن سلول های عصبی مشخص می‌شود و عملکرد حسی و حرکتی فرد را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۱،۲). این بیماران بر اساس مکان شکل گیری پلاک در سیستم عصبی مرکزی تظاهرات متفاوتی از جمله از دست رفتن حس، آتاکسی، مشکلات ادراری و اختلالات نوروفتالمولوژی دارند (۳). بیشتر افراد جوان را درگیر کرده و میزان شیوع آن در زنان دو تا سه برابر بیشتر از مردان است (۲). اختلال عملکرد بینایی در ۸۰٪ این بیماران در طول دوره بیماری رخ می‌دهد (۴). اکثر علائم و نشانه های بینایی مانند التهاب عصب بینایی، لرزش چشم و دیپلوی از تظاهرات اولیه این بیماری هستند که یک تشخیص اولیه از این اختلالات می‌تواند موجب شناسایی MS در مراحل ابتدایی بیماری گردد (۳،۴).

برخی مطالعات حاکی از آن است که این بیماری می‌تواند باعث اختلال دید رنگی از طریق تاثیر بر عصب بینایی شود (۳،۵،۶). در مطالعه ای گزارش کردند که ۹۴٪ این افراد در مرحله‌ی حاد بیماری اختلال دید رنگ دارند و در حدود ۴۰٪ از این افراد ۶ ماه بعد از مرحله‌ی حاد، همچنان این نقص مشاهده می‌شود (۷). اما نوع اختلال دید رنگ مورد توافق مطالعات مختلف نبوده است و براساس قانون Kollner ممکن است قابل توضیح نباشد (۸). برخی نویسندگان گزارش کرده‌اند که التهاب

EDSS) و علائم بینایی فرد ثبت شد. میزان عیب انکساری هر فرد با استفاده از رتینوسکوپ Heine Beta 200 تعیین شد و بررسی سلامت چشم به کمک اسلیت لمپ Topcon و افتالموسکوپ Heine انجام گرفت. حدت بینایی بیماران به صورت تک چشمی با استفاده از چارت اسنلن در فاصله ۶ متری اندازه گیری شد.

ارزیابی دید رنگ با تست دید رنگ Standard D15 به طور تک چشمی و اصلاح شده و در فاصله تقریبی ۵۰ سانتی متری از چشم انجام شد. برای انجام تست مهره ها با ترتیبی تصادفی به بیمار نشان داده و از وی خواسته شد مهره ها را با توجه به تشابه رنگی آنها با هم در کنار هم بچیند، سپس معاینه کننده شماره های درج شده در قسمت پشت مهره ها را به ترتیبی که بیمار مرتب کرده بود، ثبت کرده و نتایج بر اساس آنالیز CCI بررسی شد. متد نمره دهی کمی CCI بر پایه محاسبه مجموع اختلاف رنگی مهره ها ی تست D15 که توسط معاینه شونده در کنار یکدیگر قرار می گیرد، می باشد. در فردی که مهره ها را به طور صحیح در کنار هم قرار داده باشد، مجموع اختلاف رنگی کل مهره ها حداقل نمره و برابر ۱۱۷ خواهد بود و هرچه تعداد جابجایی متقاطع مهره ها در الگوی نمره دهی تست D15 بیشتر باشد این عدد افزایش بیشتری خواهد داشت و بیانگر اختلال بیشتر است (۱۷)

تجزیه و تحلیل اطلاعات و آزمون های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS 20 انجام گرفت. برای داده های توصیفی میانگین و انحراف معیار گزارش شد. جهت بررسی اختلاف بین گروه های مورد مطالعه از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون LSD استفاده شد.

یافته ها

دید رنگ ۱۵۰ چشم از ۵۰ بیمار مبتلا به MS نوع عود و فروکش با و بدون علائم بینایی و ۲۵ فرد به عنوان گروه کنترل با محدوده سنی ۴۰-۱۸ سال اندازه گیری شد. میانگین تیزبینی (بر حسب لگاریتم) و امتیاز CCI دید رنگ در هر ۴ گروه در جدول ۱ نشان داده شده است. آنالیز آماری نشان داد که اختلال دید رنگ در چشم آسیب دیده و سالم بیماران با علائم بینایی یکطرفه و همچنین چشم بیماران بدون علائم بینایی وجود دارد و در مقایسه هر سه گروه با گروه کنترل اختلاف معنی داری

قابلیت ارزیابی هر دو اختلال سبز- قرمز و زرد - آبی را دارد پرداخته است. گروه هدف شامل بیماران مبتلا به MS نوع عود و فروکش با علائم بینایی و بیماران بدون علائم بینایی می باشد.

روش بررسی

این مطالعه مقطعی تحلیلی به منظور ارزیابی دید رنگ بیماران مبتلا به مالتیپل اسکلروزیس انجام شد. جامعه مورد مطالعه، بیماران مراجعه کننده به مطب پزشک مشاور طرح بودند که از میان آن ها بیماران مبتلا به MS نوع عود و فروکش با و بدون علائم بینایی که شرایط ورود به مطالعه را داشتند به عنوان نمونه انتخاب شدند. تشخیص نوع MS توسط پزشک نورولوژیست مشاور طرح و بر اساس معاینات بالینی انجام گرفت. گروه مقایسه شامل ۲۰ زن و ۵ مرد با میانگین سنی $32/1 \pm 23/4$ بود. شرایط ورود به مطالعه، بیماران با محدوده سنی ۴۰-۱۸ سال، مدت ابتلا به بیماری حداقل ۶ ماه و حداکثر ۵ سال، در مرحله فروکش بیماری، بهترین دید با کارکشن در بیماران بدون علائم بینایی $20/20$ (لگاریتم صفر یا کمتر، عیب انکساری کمتر از ± 2 دیوپتر)، عدم نقایص دید رنگ مادرزادی و بیماری چشمی قابل ملاحظه مانند کاتاراکت و گلوکوم بوده است.

بر اساس مطالعه مشابه (۵) حجم نمونه ۵۰ بیمار (۳۰ بیمار دارای علائم بینایی و ۲۰ بیمار بدون علائم بینایی) و ۲۵ فرد نرمال برای شرکت در مطالعه در نظر گرفته شد. علائم بینایی شامل دوبینی، تاری دید، از دست رفتن کامل بینایی، انحراف چشم، نیستاگموس، اختلالات حرکتی چشم، درد چشمی بود. تقسیم بندی بیماران به گروه با و بدون علائم بینایی بر اساس پاسخ فردی بیماران انجام گرفت. در تقسیم بندی چشم بیماران در ۴ گروه قرار گرفت که عبارتند از: چشم آسیب دیده بیمار با علائم بینایی یکطرفه (گروه ۱، تعداد ۳۰)، چشم سالم بیمار با علائم بینایی یکطرفه (گروه ۲، تعداد ۳۰)، چشم بیمار بدون علائم بینایی (گروه ۳، تعداد ۴۰) و چشم فرد گروه مقایسه (گروه ۴، تعداد ۵۰). قبل از شروع آزمون مراحل انجام کار به طور ساده و کامل برای بیمار شرح داده شد و بیماران با رضایت نامه کتبی در این مطالعه شرکت کردند. اطلاعات پزشکی بیمار شامل نوع MS، مدت بیماری، میزان (Expanded Disability Status Scale;

مرحله حاد بیماری در بیماران با اختلال بینایی یکطرفه نقص دید رنگ در چشم سالم و بدون علامت بیماران وجود دارد (۱۸). Menage MJ و همکاران در ارزیابی کمی دید رنگ بیماران با اپتیک نوروآیْتیس ناشی از دمیلینه شدن با استفاده از تست Farnsworth-Munsell 100 hue در ۳ معاینه متوالی نشان دادند که میانگین نمره خطا در چشم آسیب دیده به طور قابل توجهی در معاینات متوالی بهبود می‌یابد اما همیشه نسبت به چشم سالم نمره خطای بالاتری دارد (۵) که نتایج مطالعه فوق همسو با نتایج مطالعه ما می‌باشد.

ارتباط چشم آسیب دیده و چشم سالم بیماران با علائم بینایی یکطرفه با چشم بیماران بدون علائم بینایی نشان می‌دهد که شدت اختلال دید رنگ در چشم بیماران بدون علائم بینایی کمتر از دو گروه است. در واقع نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که در مرحله فروکش بیماری با وجود اینکه حدت بینایی در هر سه گروه ۲۰/۲۰ (۰ لوگ مار) می‌باشد اما از لحاظ شدت اختلال دید رنگ متفاوت هستند که به ترتیب میزان شدت آسیب عبارتند از: چشم آسیب دیده بیماران با علائم بینایی، چشم سالم بیماران با علائم بینایی و سپس چشم بیماران بدون علائم بینایی.

نتایج تست دید رنگ بیماران بدون هیچ سابقه ای از علائم بینایی نشان می‌دهد که ارتباطی بین اپتیک نوروآیْتیس و نقص دید رنگ وجود ندارد که همسو با نتایج مطالعات پیشین است (۳،۴،۱۵) و به نظر می‌رسد که بررسی دید رنگ در تمام بیماران با و بدون سابقه‌ای از اپتیک نوروآیْتیس می‌تواند آسیب‌های تحت کلینیکی و خاموش مسیر بینایی را به خوبی برای معاینه کننده آشکار کند. ارزیابی دید رنگ این بیماران نشان داد که شدت نقص دید رنگ در هر گروه از این بیماران متفاوت است. با توجه به حساسیت بالاتر تست دید رنگ نسبت به (Pattern Visual Evoked Potential; PVEP) در شناسایی درگیری تحت کلینیکی مسیر بینایی (۴)، می‌توان تست دید رنگ را به عنوان یک معیار تشخیصی شدت آسیب در کنار روش‌های تشخیصی استاندارد این بیماران برای شناسایی میزان درگیری مورد استفاده قرار داد. در واقع در نقایص اکتسابی، نتایج تست دید رنگ یک شاخص حساس از پیشرفت بیماری یا بهبود شرایط بیمار است که با تشخیص علت درگیری، یک مداخله مناسب می‌تواند دید رنگ نرمال فرد را حفظ کند (۶). بر خلاف

مشاهده شد (به ترتیب: $p < 0.001$ ، $p < 0.001$ ، $p = 0.01$) بر اساس آزمون - Compare Means Test LSD بین چشم آسیب دیده و چشم سالم بیماران با علائم بینایی یکطرفه ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد ($p = 0.149$). ارتباط چشم سالم بیماران با علائم بینایی یکطرفه و چشم بیماران بدون علائم بینایی نیز معنی‌دار نبود ($p = 0.393$). در مقایسه چشم آسیب دیده بیماران با علائم بینایی با چشم بیماران بدون علائم بینایی ارتباط معنی‌داری مشاهده شد ($p = 0.01$) (جدول ۱: میانگین تیزبینی و امتیاز CCI در ۴ گروه)

بحث و نتیجه گیری

ارزیابی کمی دید رنگ در مطالعه حاضر نشان داد که اختلال دید رنگی در هر دو گروه بیماران با علائم بینایی و بیماران بدون علائم بینایی وجود دارد. این نتایج کاملا همسو با مطالعاتی که به صورت کیفی به بررسی دید رنگ هر دو گروه از بیماران پرداخته‌اند، می‌باشد (۹،۱۲،۱۳،۱۴). در ارزیابی‌های کیفی وجود اختلال دید رنگ گزارش شده است اما توافق جامعی از نوع اختلال دید رنگ ایجاد شده (قرمز-سبز یا آبی-زرد) مشاهده نمی‌شود.

Travis and Thompson در مطالعه خود بر روی دید رنگ ۱۸ بیمار مبتلا به MS و با استفاده از آنومالوسکوپ نشان دادند که در این بیماران نقص دید رنگ به صورت نقص قرمز-سبز است (۹). Frederiksen J و همکاران نشان دادند که در این بیماری نقص دید رنگ آبی-زرد نقص غالب می‌باشد (۱۲). در مطالعاتی که توسط Timothy، Surtucci F و همکارانشان با استفاده از نوارهای موج سینوسی آبی-زرد و قرمز-سبز انجام شد مشاهده کردند که آسیب دید رنگ در هر دو مسیر آبی-زرد و قرمز-سبز وجود دارد و غالبیت خاصی وجود ندارد (۱۳،۱۴). مطالعه Moura AL و همکاران بر روی بیماران مبتلا به MS با و بدون سابقه اپتیک نوروآیْتیس با استفاده از تست کمبریج نیز نشان داد که آسیب دید رنگ در هر دو مسیر آبی-زرد و قرمز-سبز وجود دارد (۱۵).

مقایسه‌ی چشم آسیب دیده با چشم سالم بیماران با علائم بینایی یکطرفه نشان می‌دهد آسیب در چشم سالم بیمار وجود دارد اما در مقایسه با چشم آسیب دیده شدت کمتری دارد. Beck RW و همکاران بیان کردند که در

جدول ۱: میانگین تیزبینی و امتیاز CCI دید رنگ در گروه کنترل، بیماران با و بدون علائم بینایی

گروه بندی	تیزبینی (لگاریتم)	دید رنگ
	میانگین \pm انحراف معیار	میانگین \pm انحراف معیار
چشم نرمال	-۰/۰ \pm ۹/۰۵	۰/۰۱ \pm ۰/۱۱۷
چشم بیمار بدون علائم بینایی	-۰/۰ \pm ۸/۰۶	۳/۱۰ \pm ۶۲/۱۲۳
چشم سالم بیمار با علائم بینایی یکطرفه	-۰/۰ \pm ۱۰/۰۵	۳۱/۱۵ \pm ۳۹/۱۲۶
چشم آسیب دیده بیمار با علائم بینایی یکطرفه	-۰/۰ \pm ۷/۰۶	۶۹/۱۹ \pm ۱۷/۱۳۱

CCI: Color Confusion Index

سپاسگزاری

این مطالعه با حمایت دانشگاه علوم پزشکی ایران و کلینیک دکتر نبوی انجام شده است. از تمامی افرادی که در انجام این طرح ما را یاری رساندند قدردانی و تشکر به عمل می آید. این مطالعه بخشی از پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد دانشگاه علوم پزشکی ایران می باشد.

منابع

1. Calabresi, P.A., Diagnosis and management of multiple sclerosis. *Am Fam Physician* 2004; 70(10): 1935-44.
2. Frohman, E.M., Frohman T.C, Zee D.S, McColl R, et al., The neuro-ophthalmology of multiple sclerosis. *Lancet Neurol* 2005; 4(2): 111-21.
3. Gundogan, F.C., Tas A, Altun S, Oz O, et al., Color vision versus pattern visual evoked potentials in the assessment of subclinical optic pathway involvement in multiple sclerosis. *Indian J Ophthalmol* 2013; 61(3): 100-3.
4. Shaygannejad, V., Gholabchi K, Dehghani A, Ashtari F, et al., Color blindness among multiple sclerosis patients in Isfahan. *J Res Med Sci* 2012; 17(3): 254-7.
5. Menage, M.J., Papakostopoulos D, Dean Hart JC, Papakostopoulos S, et al., The Farnsworth-Munsell 100 hue test in the first episode of demyelinating optic neuritis. *Br J Ophthalmol* 1993; 77(2): 68-74.
6. Hoyt, C.S. The Farnsworth-Munsell 100 hue test and optic neuritis. *Br J Ophthalmol* 1993; 77(2): 65.

نقایص مادرزادی، نقایص اکتسابی با گذر زمان هم از لحاظ شدت و هم از نظر نوع نقص تغییر می کنند، چنانچه در مطالعات پیشین مشاهده شد نوع نقص می تواند با تست های مختلف و مراحل مختلف بیماری متفاوت باشد خصوصاً زمانی که بیماری پیشرفت زیادی داشته باشد تشخیص نوع نقص دشوار است (۱۶). از این رو به نظر می رسد ارزیابی دید رنگ با تست هایی که حساس به سطوح مختلفی از شدت آسیب هستند و علاوه بر ارزیابی کیفی امکان ارزیابی کمی نقایص را دارند تغییرات دید رنگ را بهتر و بیشتر آشکار کرده و برای بررسی سیر بیماری روش بهتر و ارجحی می باشد. به بیان دیگر برای مداخله های درمانی میزان شدت نقص شاخص مهمتری در مقایسه با نوع نقص می باشد.

تست دید رنگ می تواند یک معیار کلینیکی مناسب در شناسایی نقایص تحت کلینیکی در کنار سایر روش های تشخیصی در بیماران مبتلا به MS باشد. تنها با انجام تست ساده دید رنگ و کمی سازی نتایج می توان شدت آسیب مسیر بینایی را در تمام بیماران مبتلا به MS ارزیابی کرد و از آنجاییکه میزان اختلال دید رنگ بر اساس شدت بیماری متفاوت است انجام این تست امکان بررسی سیر بهبود یا پیشرفت بیماری را فراهم می کند. انجام این تست در بیماران مبتلا به MS که به طور مادرزادی اختلال دید رنگ را دارند ممکن است نتایج دقیقی را فراهم نکند.

7. Schneck, M.E. and G. Haegerstrom-Portnoy. Color vision defect type and spatial vision in the optic neuritis treatment trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1997; 38(11): 2278-89.
8. Katz, B., The dyschromatopsia of optic neuritis: a descriptive analysis of data from the optic neuritis treatment trial. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1995; 93: 685-708.
9. Travis, D. and P. Thompson, Spatiotemporal contrast sensitivity and colour vision in multiple sclerosis. *Brain* 1989; 112 (Pt 2): 283-303.
10. Flanagan, P. and A.J. Zele, Chromatic and luminance losses with multiple sclerosis and optic neuritis measured using dynamic random luminance contrast noise. *Ophthalmic Physiol Opt* 2004; 24(3): 225-33.
11. Frederiksen, J., Larsson H, Olesen J, Stigsby B. Evaluation of the visual system in multiple sclerosis. II. Colour vision. *Acta Neurol Scand* 1986; 74(3): 203-9.
12. Frederiksen, J.L, Larsson H.B, Ottovay E, Stigsby B, et al., Acute optic neuritis with normal visual acuity. Comparison of symptoms and signs with psychophysiological, electro- physiological and magnetic resonance imaging data. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1991; 69(3): 357-66.
13. Sartucci, F., Murri L, Orsini C, Porciatti V , Equiluminant red-green and blue-yellow VEPs in multiple sclerosis. *J Clin Neurophysiol* 2001; 18(6): 583-91.
14. Jackson, T.L., G.L. Ong, and L.G. Ripley, Orientational contrast sensitivity and chromatic contrast thresholds in multiple sclerosis. *Am J Ophthalmol* 2004; 137(2): 283-6.
15. Moura, A.L, Teixeira R.A, Oiwa N.N, Costa M.F, et al., Chromatic discrimination losses in multiple sclerosis patients with and without optic neuritis using the Cambridge Colour Test. *Vis Neurosci* 2008; 25(3): 463-8.
16. Benjamin, W.J. and I.M. Borish, *Borish's Clinical Refraction*. 2006: Butterworth-Heinemann. Chapter 9.
17. Bowman, K.J. A method for quantitative scoring of the Farnsworth Panel D-15. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1982; 60(6): 907-16.
18. Beck, R.W., Kupersmith M.J, Cleary P.A, Katz B, et al., Fellow eye abnormalities in acute unilateral optic neuritis. Experience of the optic neuritis treatment trial. *Ophthalmology* 1993; 100(5):691-7; discussion 697-8.