Comparison of the New Method of "Freiburg" with Static Contrast Sensitivity of "MetroVision" System

Mirzajani A*, PhD; Ghorbani Z, MSc; Jafarzadehpur E, PhD

Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
** Corresponding Author: mirzajani.a@Iums.ac.ir*

Purpose: To compare Freiburg new method with static contrast sensitivity of "MetroVision" system.
Methods: Fourty emmetropic volunteers aged 18-35 (mean, 21.7±0.4) years and corrected visual acuity of 20/20 or better participated in this study. The participants had no systemic disease, ocular or neurological problems, and received no systemic medication. An informed consent was obtained from all participants. Contrast sensitivity was measured at spatial frequencies of 1, 5 and 15 cycles per degree (cpd) using Freiburg and MetroVision. The agreement between the two methods was evaluated using Bland-Altman agreement, relevant maps and correlation methods.
Results: Mean contrast sensitivity measured with Freiberg and the MetroVision methods were 22.2±1.3 and 19.4±1.9 dB at frequency of 1 cpd, 22.7±0.7 and 20.7±2.4 dB at frequency of 5 cpd, and 20.5±2.5 and 13.3±3.5 dB at frequency of 15 cpd, respectively. The correlation coefficients of the differences between these two methods with average measurements by the two methods were r= -0.35 (P= 0.001), r= -0.86 (P= 0.000) and r= -0.34 (P=0.002) at frequencies of 1, 5 and 15 cpd, respectively.
Conclusion: Freiburg method overestimates contrast sensitivity as compared to MetroVision technique. This overestimation is more remarkable at higher spatial frequencies and lower contrast sensitivities.

Keywords: Contrast Sensitivity, Freiburg, Metro Vision

- Bina J Ophthalmol 2014; 20 (1): 61-68. **Received:** 13 April 2014 **Accepted:** 27 July 2014

مقایسه روش جدید فرایبرگ با روش اندازه‌گیری استاتیک حساسیت کنتراست دستگاه مترووِیژن

دکتر علی میرزاجانی[1*]، زهرا قربانی[2] و دکتر ابراهیم جعفرزاده‌پور[1]

هدف: مقایسه روش جدید فرایبرگ با روش اندازه‌گیری استاتیک حساسیت کنتراست دستگاه مترووِیژن.
روش پژوهش: در این مطالعه ۴۰ داوطلب امتروپ با محدوده سنی ۳۵-۱۸ سال (میانگین۰/۴±۲۱/۷ سال) و حدت بینایی اصلاح‌شده ۲۰/۲۰ یا بهتر شرکت نمودند. فقدان هرگونه بیماری سیستمیک، چشمی یا عصبی در گذشته و عدم مصرف هرگونه داروی سیستمیک، معیارهای ورود به مطالعه بودند. از همه شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه آگاهانه گرفته شد. در هر دو روش "فرایبرگ" و "مترووِیژن" حساسیت کنتراست در بسامدهای فضایی ۱، ۵ و ۱۵ سیکل بر درجه تعیین گردید. یافته‌های دو روش به کمک روش توافق بلاند-آلتمن، نقشه‌های مربوط و روش‌های همبستگی مقایسه شدند.
یافته‌ها: میانگین مقادیر حساسیت کنتراست در روش فرایبرگ و مترووِیژن در بسامد ۱ سیکل بر درجه، به ترتیب ۱/۳±۲۲/۲ و ۱/۹۰±۱۹/۴ دسی‌بل، در بسامد ۵ سیکل بر درجه، به ترتیب ۰/۷±۲۲/۸ و ۲/۴±۲۰/۷ دسی‌بل و در بسامد ۱۵ سیکل بر درجه، به ترتیب ۲/۵±۲۰/۵ و ۳/۵±۱۳/۳ دسی‌بل بود. همبستگی بین "اختلاف دو روش" و "میانگین یافته‌های دو روش" در بسامدهای فضایی ۱، ۵ و ۱۵ سیکل بر درجه به ترتیب (P=۰/۰۰۱، r=-۰/۳۵)، (P=۰/۰۰۰، r=-۰/۸۶) و (P=۰/۰۰۱، r=-۰/۳۴) بود.
نتیجه‌گیری: روش فرایبرگ نسبت به مترووِیژن، حساسیت کنتراست را بیش‌تر تخمین می‌زند و این تخمین زیادی در

Archive of SID
www.SID.ir

بسامدهای فضایی بالا و حساسیت کنتراست کم‌تر، خود را بیش‌تر نشان می‌دهد.

• مجله چشم‌پزشکی بینا ۱۳۹۳؛ دوره ۲۰، شماره ۱: ۶۸-۶۱.

• **پاسخ‌گو:** دکتر علی میرزاجانی (e-mail: mirzajani.a@iums.ac.ir)
۱- دانشیار- PhD بینایی‌سنجی- مرکز تحقیقات دانشکده علوم توانبخشی- دانشگاه علوم پزشکی ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد بینایی‌سنجی- دانشکده علوم توانبخشی- دانشگاه علوم پزشکی ایران
تهران- بلوار میرداماد- میدان محسنی- خیابان شاه‌نظری- مرکز تحقیقات دانشکده علوم توانبخشی- دانشگاه علوم پزشکی ایران

دریافت مقاله: ۲۴ فروردین ۱۳۹۳
تایید مقاله: ۵ مرداد ۱۳۹۳

مقدمه

تعیین حدت بینایی به وسیله تابلوی اسنلن، از نظر بالینی دارای سطح اعتبار بالایی است. در این آزمون، اپتوتایپ‌هایی با کنتراست بالا و در زوایای مختلف در شرایطی با سطح بالایی از روشنایی (luminance) قرار می‌گیرند. با این همه، اندازه‌گیری حدت بینایی به تنهایی ارزش محدودی دارد زیرا این روش، تنها حداکثر قدرت تفکیک فرد را در محرک‌هایی با کنتراست بالا تعیین می‌کند و از این رو، عملکرد بینایی فرد را به طور کامل ارزیابی نمی‌کند[۱]. آزمون کامل‌تر برای ارزیابی عملکرد بینایی، آزمون حساسیت کنتراست یعنی بررسی توانایی فرد برای تجزیه و تحلیل محرک‌هایی است که تحت بسامدهای فضایی متفاوت و تنوع در کنتراست در مقابل چشم فرد قرار می‌گیرند[۲و۳].

حساسیت کنتراست مکمل حدت بینایی در ارزیابی و بررسی توانایی‌های بینایی موثر است و به عنوان یک ابزار بالقوه مفید در تشخیص زودهنگام بیماری‌های دستگاه بینایی است[۴]. از این رو، اندازه‌گیری حساسیت کنتراست از اهمیت بالایی برخوردار است و توسط روش‌های سایکوفیزیک بسیاری قابل ارزیابی و بررسی است[۵]. روش "فرایبرگ" یک آزمون کنترل‌شده جدید نرم‌افزاری جهت ارزیابی حساسیت کنتراست است که دارای قابلیت‌های بسیار مهمی است از جمله دارای قابلیت پیاده‌سازی رایگان از اینترنت می‌باشد (www.uki.uni-freiburg.de/aug/bach/fat/download.html) و به آسانی و با هزینه کم بر روی یک لپ تاپ ساده، اجرا می‌گردد[۶-۹]. بر اساس مطالعات، روش "فرایبرگ" یک آزمون معتبر، حساس و قابل اعتماد برای تعیین حساسیت کنتراست در سطوح مختلف روشنایی با و بدون خیرگی معرفی می‌گردد[۱۰]. این آزمون بیش‌ترین تکرارپذیری را در شرایط مزوپیک دارد و در مقایسه با روش‌های سایکوفیزیک دیگر، بهترین نتایج را در هر سه شرایط نوری اسکوتوپیک، مزوپیک و فتوپیک فراهم می‌آورد[۱۱]. از طرفی، روش حساسیت کنتراست دستگاه متروویژن نیز که در مطالعات متعددی جهت ارزیابی حساسیت کنتراست مورد استفاده قرار گرفته است؛ قابلیت اندازه‌گیری حساسیت کنتراست را در دو شکل استاتیک و داینامیک دارد[۱۲] و هم‌چنین می‌تواند حساسیت کنتراست را در شرایط فتوپیک، مزوپیک و نیز در شرایطی با خیرگی ارزیابی نماید[۱۳و۱۴].

اگرچه در مطالعات گذشته، اعتبار و اعتماد نتایج هر دو روش "فرایبرگ" و "متروویژن" تایید شد ولی اطلاعات کافی در خصوص هم‌خوانی و توافق این دو روش در دسترس نمی‌باشد. هم‌چنین دستگاه "متروویژن" به عنوان یک روش معتبر و ثابت در کلینیک و روش "فرایبرگ" به عنوان یک روش معتبر با تکرارپذیری بالا در شرایط سیار، از جمله در غربالگری‌های بینایی، قابلیت بالایی دارند. بنابراین مقایسه این دو روش و بررسی توافق نتایج آن‌ها با هم، بیش از پیش ضرورت می‌یابد. هدف از مطالعه حاضر، مقایسه روش جدید فرایبرگ با روش اندازه‌گیری استاتیک حساسیت کنتراست دستگاه متروویژن می‌باشد.

روش پژوهش

این مطالعه کاربردی در درمانگاه بینایی‌سنجی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران به منظور مقایسه روش جدید فرایبرگ با روش اندازه‌گیری استاتیک حساسیت کنتراست دستگاه متروویژن انجام شد. در این مطالعه، مفاد اعلامیه هلسینکی رعایت گردید و طبق مجوز شماره ۲۶۰/۴۷ صادره از دانشگاه علوم پزشکی ایران، مراحل مطالعه اجرا گردید. جامعه مورد پژوهش، مراجعان به درمانگاه بینایی‌سنجی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران بودند که از میان آن‌ها، ۴۰ فرد سالم که شرایط ورود به مطالعه را داشتند و داوطلب شرکت در این مطالعه بودند؛ به عنوان نمونه انتخاب شدند.

شرایط ورود به مطالعه عبارت بودند از محدوده سنی ۳۵-۱۸ سال، دید اصلاح‌شده ۲۰/۲۰ یا بهتر، امتروپ بودن در این محدوده امتروپی قرار گرفتند و نداشتن هر گونه عیب انکساری یا بیماری سیستمیک، چشمی یا عصبی در گذشته و عدم مصرف هر گونه داروی سیستمیک (که بتواند روی دستگاه بینایی تاثیر بگذارد).

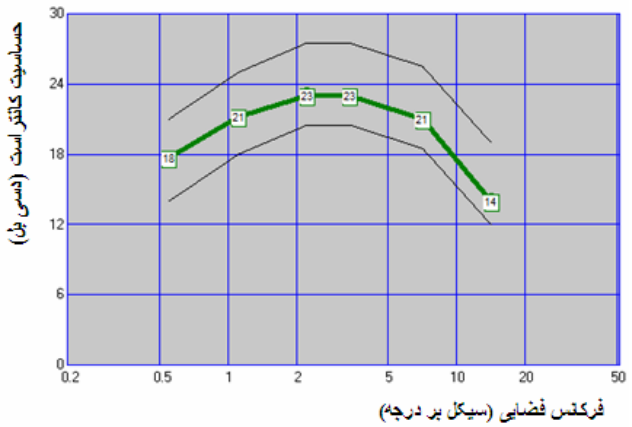
Archive of SID
www.SID.ir

بر اساس مطالعات مشابه و انحراف معیار متغیر در جامعه و دقت مورد نظر در اندازه‌گیری، حجم نمونه ۴۰ نفر برای شرکت در این مطالعه در نظر گرفته شد. قبل از شروع آزمون ها، مراحل و ماهیت مطالعه به طور کامل و ساده شرح داده شد و اطمینان یافتند که روش کار غیرتهاجمی است و این که در هر مرحله از آزمون، بدون نیاز به ذکر دلیل، می‌توانند از ادامه همکاری انصراف دهند. سپس جهت شرکت در مطالعه رضایت‌نامه را امضا نمودند. پس از ثبت اطلاعات دموگرافیک، معاینات بینایی‌سنجی به منظور بررسی معیارهای ورود به مطالعه انجام شدند: میزان عیب انکساری هر فرد به کمک رتینوسکوپ بررسی شد و معاینات ارزیابی سلامت مدیا و افتالموسکوپی به کمک اسلیت‌لمپ و افتالموسکوپ، انجام پذیرفتند. افراد واجد شرایط سپس تحت اندازه‌گیری حساسیت کنتراست به کمک دو روش فرایبرگ و دستگاه مترووِیژن قرار گرفتند.

در روش فرایبرگ، برای اندازه‌گیری حساسیت کنتراست، محیطی با شرایط روشنایی در حد مزوپیک انتخاب شد. آزمون به صورت یک‌چشمی و با استفاده از نوارهای تاریک و روشن (grating) در سه سطح از بسامد فضایی ۱، ۵ و ۱۵ سیکل در درجه (cpd, cycle per degree) انجام شد. فرد در فاصله ۱ متری نمایشگر رایانه قرار می‌گرفت به طوری که حین انجام آزمون، صورتش موازی با نمایشگر بود. در هر بسامد فضایی انتخاب‌شده به صورت تصادفی، فرد می‌بایست جهت هر نوار را تعیین می‌کرد و در نهایت، سیستم آستانه کنتراست را در آن بسامد فضایی به درصد مشخص می‌نمود. در آخر، هر مقدار از آستانه کنتراست (T)، توسط فرمول db=۱۰log (۱۰۰/T)، به حساسیت کنتراست بر حسب دسی بل تبدیل شد[۱۵].

در روش حساسیت کنتراست دستگاه مترووِیژن، در یک محیط تاریک، فرد در فاصله ۲ متری از نمایشگر قرار می‌گرفت و به صورت تک‌چشمی به آن نگاه می‌کرد[۱۵و۱۶]. نوارهای تاریک و روشن عمودی با بسامدهای فضایی مختلف از وضعیت ندیدن به دیدن، روی نمایشگر ظاهر می‌شد و فرد باید به محض دیدن هر یک از نوارها، بوق دستگاه را فشار دهد. پس از پایان آزمون، منحنی حساسیت کنتراست برای هر چشم به نمایش در می‌آمد.

تصویر (۱) منحنی حساسیت کنتراست یکی از شرکت‌کننده‌ها را نشان می‌دهد که به کمک دستگاه مترووِیژن به دست آمده است. مطابق این شکل در محور افقی، بسامد فضایی بر حسب سیکل بر درجه و در محور عمودی، حساسیت کنتراست بر حسب دسی‌بل به تدریج افزایش می‌یابد. بر اساس منحنی حساسیت کنتراست برای هر چشم داوطلب، به کمک روش برون‌یابی (extrapolation)، مقادیر عددی حساسیت کنتراست در بسامدهای فضایی ۱، ۵ و ۱۵ سیکل بر درجه (که برای مقایسه نتایج دو روش، مشابه با روش فرایبرگ در نظر گرفته شد) به دست آمد.



تصویر ۱- منحنی حساسیت کنتراست یکی از شرکت‌کنندگان بر حسب دسی‌بل در بسامدهای فضایی مختلف که به کمک دستگاه مترووِیژن به دست آمده است.

هر یک از این دو روش، در شرایط معمول خود اجرا شدند. اگرچه این شرایط با هم یکسان نبودند و هر کدام از دو روش در شرایط متقاوتی از جمله سطح روشنایی و فاصله فرد تا صفحه نمایش اجرا گردیدند و این مساله می‌تواند نتایج خروجی هر روش را تحت تاثیر قرار دهد ولی از آن‌جا که مقایسه نتایج دو روش با شرایط اجرای معمول آن‌ها می‌تواند در عمل کمک‌کننده باشد، هیچ تغییری در این شرایط ایجاد نگردید.

پس از جمع‌آوری داده‌ها و تبدیل درصدهای آستانه کنتراست روش فرایبرگ به مقادیر دسی‌بل حساسیت کنتراست، جهت مقایسه مقادیر حساسیت کنتراست در دو روش فرایبرگ و دستگاه مترووِیژن، از روش‌های آنالیز آماری توافق بلاند- آلتمن (Bland-Altman Correlation) به وسیله نرم‌افزار SPSS بهره گرفته شد. در این راستا، تفاوت مقادیر حساسیت کنتراست دستگاه مترووِیژن از مقادیر روش فرایبرگ در بسامدهای فضایی ۱، ۵ و ۱۵ سیکل بر درجه، محاسبه شد و سپس روش‌های همبستگی جهت بررسی تغییرات اختلافات بین دو روش نسبت به تغییرات میانگین مقادیر دو روش در روندهای افزایشی و یا کاهشی میانگین مقادیر دو روش استفاده شدند.

مقایسه نتایج این دو روش به کمک روش بلاند- آلتمن و

Archive of SID
www.SID.ir

هم‌چنین نقشه‌های مربوط به آن انجام شد. محدوده‌های ۹۵ درصد توافق برای یافته‌های هر دو روش فرایبرگ و مترووی‌ژن با ضرب نمودن انحراف معیار در عدد ۱/۹۶ به دست آمد. از آن‌جا که در مقایسه روش‌ها در بالین اهمیت دارد که بدانیم آیا با افزایش یا کاهش میزان حساسیت کنتراست به دست آمده، توافق بین دو روش تغییر می‌کند یا خیر، همبستگی بین اختلاف دو روش با میانگین یافته‌های دو روش نیز به دست آمد.

یافته‌ها

مطالعه بر روی ۸۰ چشم از ۴۰ نفر با محدوده سنی ۱۸ تا ۲۸ سال و میانگین سنی ۰/۴±۲۱/۷ سال انجام شد. شاخص‌های آماری توصیفی مربوط به مقادیر حساسیت کنتراست دستگاه مترووی‌ژن و روش فرایبرگ در بسامدهای فضایی ۱، ۵ و ۱۵ سیکل بر درجه در جدول (۱) نشان داده شده‌اند. میانگین مقادیر حساسیت کنتراست در روش فرایبرگ از میانگین روش مترووی‌ژن اندکی بیش‌تر بود.

تفاوت‌های مقادیر حساسیت کنتراست به دست آمده با دستگاه مترووی‌ژن و روش فرایبرگ در این سه سطح از بسامد فضایی، شامل حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف معیار در جدول (۲) نشان داده شده‌اند. تفاوت مقادیر دو روش در بسامد فضایی ۵ سیکل بر درجه، نسبت به بسامدهای فضایی ۱ و ۱۵ سیکل بر درجه کم‌تر بود.

جدول ۱- مقایسه شاخص‌های آماری مقادیر حساسیت کنتراست به دو روش مورد مطالعه در بسامدهای فضایی مختلف

روش	بسامد فضایی (سیکل بر درجه)	تعداد (چشم)	دسی‌بل			
			میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
مترووی‌ژن	۱	۸۰	۱۹/۴	۱/۹	۱۶	۲۵
	۵	۸۰	۲۰/۷	۲/۴	۱۰	۲۸
	۱۵	۸۰	۱۳/۳	۳/۵	۱	۱۹
فرایبرگ	۱	۸۰	۲۲/۲	۱/۳	۱۸	۲۲/۹
	۵	۸۰	۲۲/۸	۰/۷	۱۸/۷	۲۲/۹
	۱۵	۸۰	۲۰/۵	۲/۵	۱۴/۹	۲۲/۹

جدول ۲- شاخص‌های آماری تفاوت حساسیت کنتراست بین روش فرایبرگ و دستگاه مترووی‌ژن در بسامدهای فضایی مختلف

بسامد فضایی (سیکل بر درجه)	تعداد (چشم)	دسی‌بل			
		حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
۱	۸۰	-۲/۰۸	۶/۹۲	+۲/۷۷	۲/۰۵
۵	۸۰	-۵/۰۸	۱۲/۹۲	+۲/۰۴	۲/۴۳
۱۵	۸۰	-۰/۷۹	۱۸/۶۷	+۷/۲۷	۳/۹۸

* مقادیر به دست‌آمده به روش مترووی‌ژن از مقادیر روش فرایبرگ کم شده است.

* علامت + یعنی مقادیر روش فرایبرگ بیش‌تر بوده است.

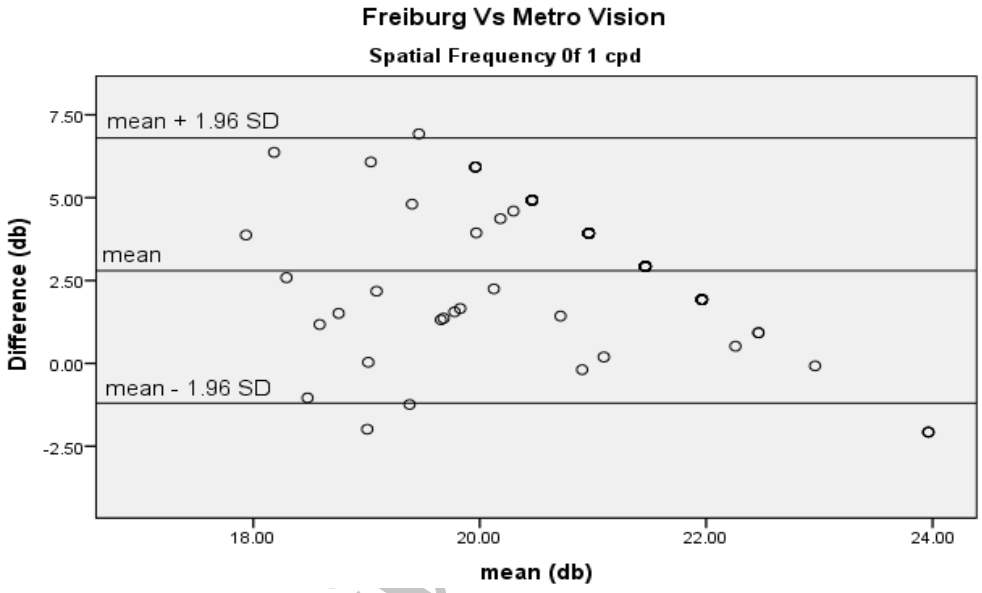
آزمون کولموگرف- اسمیرنوف نشان داد که داده‌های مربوط به "اختلاف بین دو روش" و "میانگین یافته‌های دو روش" در بسامدهای فضایی ۱ و هم‌چنین ۱۵ سیکل بر درجه، از توزیع نرمال برخوردار هستند (P> ۰/۰۵) ولی در بسامد فضایی ۵ سیکل بر درجه از توزیع نرمال برخوردار نیستند (P<۰/۰۵)، لذا برای یافتن همبستگی بین اختلاف دو روش و میانگین دو روش در بسامدهای فضایی ۱ و ۱۵ سیکل بر درجه، از همبستگی پیرسون استفاده شد ولی در مورد بسامد فضایی ۵ سیکل بر درجه، از همبستگی غیرپارامتریک اسپیرمن استفاده گردید.

تصویر (۲) تغییرات اختلاف در مقادیر حساسیت کنتراست بین دو روش فرایبرگ و دستگاه مترووی‌ژن را برای بسامد فضایی ۱ سیکل بر درجه نشان می‌دهد. محدوده ۹۵ درصد توافق بین دو

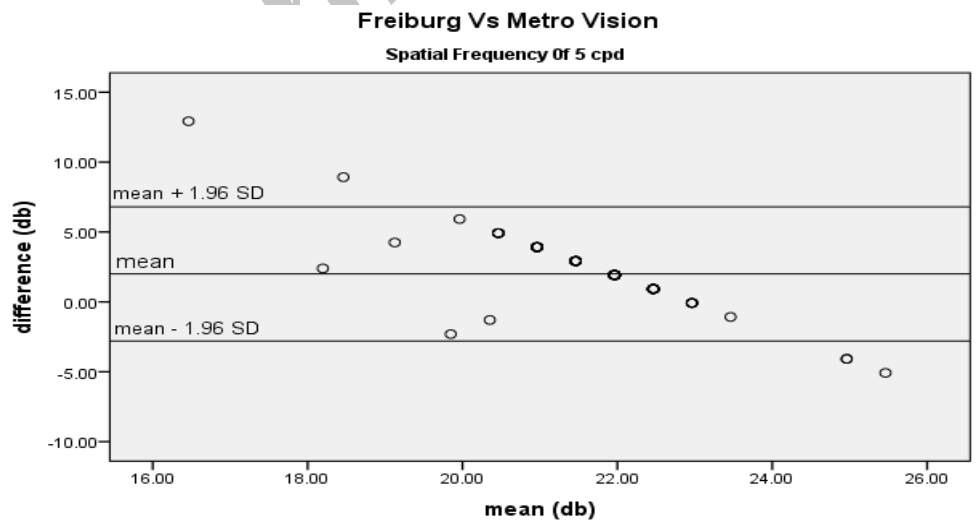
www.SID.ir

روش ۴/۰۴± دسی‌بل یا بـه عبـارت دیگـر بـین ۱/۲۶- تـا ۶/۸۲+ دسی‌بل بـود. محـور افقـی میـانگین یافتـه‌هـای دو روش و محـور عمودی اختلاف دو روش را در بـسامد ۱ سـیکل بـر درجـه نـشان می‌دهد. بر اساس همبستگی پیرسـون، بـین "اخـتلاف دو روش" و میانگین دو روش در بسامد فضایی ۱ سیکل بر درجـه، همبـستگی کم‌تر از متوسط ولی معنی‌دار بود (r=۰/۳۵ و P=۰/۰۰۱).

تصویر (۳) تغییرات اختلاف بین دو روش فرایبـرگ و دسـتگاه متروویـژن را در مقـادیر حـساسیت کنتراسـت کـه بـین دو روش میانگین گرفته شده است برای بسامد فضایی ۵ سـیکل بـر درجـه نشان مـی‌دهـد. محـدوده ۹۵ درصـد توافـق بـین دو روش ۴/۷۸± دسی‌بل یا به عبارت دیگر بین ۲/۷۴- تا ۶/۸۲+ دسی‌بل بود.



تصویر ۲- توافق بین دو روش فرایبرگ و دستگاه متروویژن در بسامد فضایی ۱ سیکل بر درجه براساس نمودار بلاند- آلتمن



تصویر ۳- توافق بین دو روش فرایبرگ و دستگاه متروویژن در بسامد فضایی ۵ سیکل بر درجه براساس نمودار بلاند- آلتمن

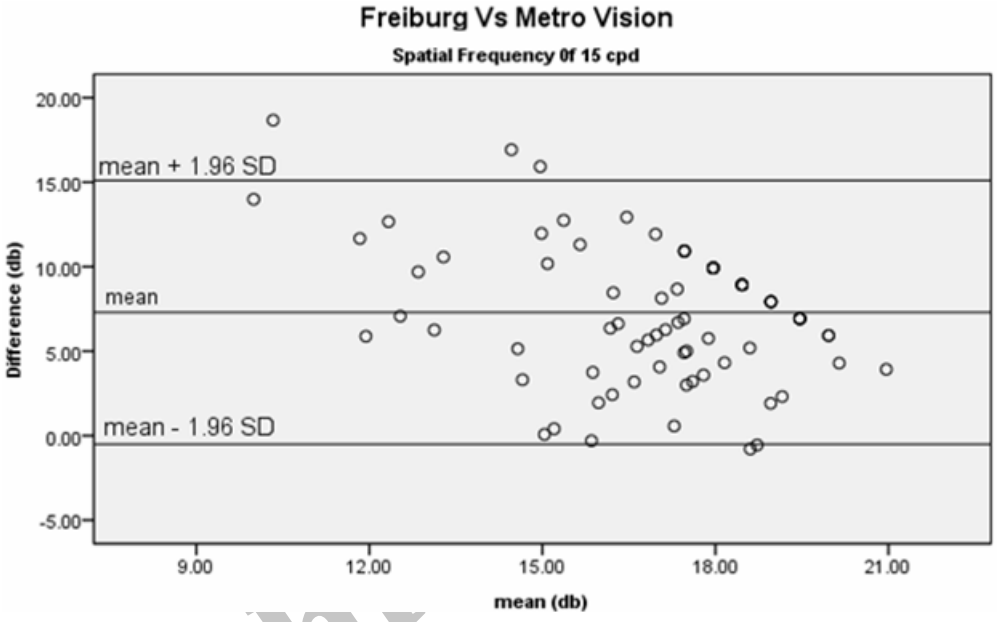
محـور افقـی میـانگین یافتـه‌هـای دو روش و محـور عمـودی اختلاف دو روش را در بسامد ۵ سیکل بر درجه شامل می‌شود. بـر اساس همبستگی غیر پارامتریک اسپیرمن، بین "اخـتلاف دو روش" و میـانگین دو روش در بـسامد فـضایی ۵ سـیکل در درجـه،

www.SID.ir

همبستگی نسبتاً بالا و معنی‌داری وجود داشت (r=-۰/۸۶ و P<۰/۰۰۱) به طوری که با کاهش حساسیت کنتراست، اختلاف دو روش فرایبرگ و دستگاه مترووِیژن در این مقادیر برای بسامد فضایی ۵ سیکل بر درجه، به طور معنی‌داری افزایش می‌یافت.

تصویر (۴) تغییرات اختلاف بین دو روش فرایبرگ و دستگاه مترووِیژن را در مقادیر حساسیت کنتراست که بین دو روش میانگین گرفته شده است برای بسامد فضایی ۱۵ سیکل بر درجه نشان می‌دهد. محدوده ۹۵ درصد توافق بین دو روش ۷/۸۲± دسی‌بل یا به عبارت دیگر بین ۰/۵۴- تا ۱۵/۱۰+ دسی‌بل بود.

محور افقی میانگین یافته‌های دو روش و محور عمودی اختلاف دو روش را در بسامد ۱۵ سیکل بر درجه شامل می‌شود. بر اساس همبستگی پیرسون، بین "اختلاف دو روش" و میانگین دو روش در بسامد فضایی ۱۵ سیکل بر درجه، همبستگی کم‌تر از متوسط ولی معنی‌داری وجود داشت (r=۰/۳۴ و P=۰/۰۰۲).



تصویر ۴- توافق بین دو روش فرایبرگ و دستگاه مترووِیژن در بسامد فضایی ۱۵ سیکل بر درجه براساس نمودار بلاند- آلتمن

بحث

در این مطالعه با هدف مقایسه دو روش فرایبرگ و دستگاه مترووِیژن جهت اندازه‌گیری حساسیت کنتراست، در سه سطح بسامد فضایی ۱، ۵ و ۱۵ سیکل بر درجه از بسامد فضایی، ۴۰ داوطلب با بینایی طبیعی مورد ارزیابی قرار گرفتند. میانگین مقادیر حساسیت کنتراست در روش فرایبرگ و مترووِیژن در بسامد[1] سیکل بر درجه، به ترتیب ۱/۳±۲۲/۲ و ۱/۹±۱۹/۴ دسی‌بل، در بسامد ۵ سیکل بر درجه، به ترتیب ۰/۷±۲۲/۸ و ۲/۴±۲۰/۷ دسی‌بل و در بسامد ۱۵ سیکل بر درجه، به ترتیب ۲/۵±۲۰/۵ و ۳/۵±۱۳/۳ بود. با توجه به این مقادیر مشاهده می‌شود که مقادیر حساسیت کنتراست در هر دو روش فرایبرگ و مترووِیژن در بسامد فضایی میانه ۵ سیکل بر درجه نسبت به سطوح بالا و پایین آن یعنی بسامدهای ۱ و ۱۵ سیکل بر درجه، بیش‌تر است. این نتیجه دور از انتظار نیست زیرا مطالعات پیشین نیز حداکثر حساسیت کنتراست دستگاه بینایی افراد طبیعی را در بسامدهای فضایی میانی نشان می‌دهند[17و18]. از آن‌جا که در تمام بسامدهای فضایی ۱، ۵ و ۱۵ سیکل بر درجه، میانگین اختلاف بین دو روش (مترووِیژن- فرایبرگ = تفاوت) مقادیر عددی مثبت بودند می‌توان گفت که روش فرایبرگ در مقایسه با روش مترووِیژن، به طور متوسط حساسیت کنتراست را بیش‌تر تخمین می‌زند. این اختلاف در بسامد فضایی پایین (۱ سیکل بر درجه) و متوسط (۵ سیکل بر درجه)، کم‌تر و در بسامد فضایی بالا (۱۵ سیکل بر درجه در این مطالعه)، بیش‌تر می‌باشد.

همبستگی بین "اختلاف دو روش" و "میانگین یافته‌های دو روش" در بسامدهای فضایی ۱، ۵ و ۱۵ سیکل بر درجه به ترتیب (r=-۰/۳۵ و P=۰/۰۰۱)، (r=-۰/۸۶ و P=۰/۰۰۰) و (r=۰/۳۴ و P=۰/۰۰۲) بود. علامت منفی در این همبستگی نشان می‌دهد که با افزایش حساسیت کنتراست، اختلاف بین دو روش کاهش

www.SID.ir

می‌یابد و هم‌چنین با کاهش مقادیر حساسیت کنتراست، اختلاف دو روش افزایش می‌یابد؛ به طوری که در حساسیت‌های کنتراست کم‌تر، میزان تخمین اضافی کنتراست توسط روش فرایبرگ به عنوان یک روش غربالگری در مقایسه با روش متروویژن بیش‌تر می‌گردد. همان طور که از مقادیر r مشخص گردیده است، در خصوص بسامد فضایی ۵ سیکل بر درجه، این همبستگی به بیش‌ترین مقدار در مقایسه با بسامدهای فضایی پایین‌تر و بالاتر به کار رفته در این مطالعه می‌رسد. اگر چه افراد شرکت‌کننده در این مطالعه همگی از نظر بینایی طبیعی بودند ولی از آن‌جا که با کاهش حساسیت کنتراست، اختلاف بین دو روش بیش‌تر شده است و به نوعی، روش فرایبرگ در مقایسه با روش متروویژن، میزان حساسیت کنتراست را در مواردی که میزان حساسیت کنتراست کم‌تر است، بیش‌تر تخمین می‌زند؛ لذا این مهم قابل تامل است که ممکن است در موارد بینایی غیرطبیعی و پاتولوژیک، روش فرایبرگ با برآورد بیش‌تر حساسیت کنتراست موجب افزایش "منفی کاذب" بیش‌تر در غربالگری‌ها گردد. البته بررسی این ممکن نیز خود نیاز به اجرای یک مطالعه دیگر بر روی نمونه‌های غیرطبیعی و دارای موارد پاتولوژیک تاثیرگذار بر روی حساسیت کنتراست دارد و یافته‌های مطالعه حاضر نمی‌تواند مبین هیچ قطعیتی در این خصوص باشد.

هم‌چنین با توجه به این که محدوده ۹۵ درصد توافق بین دو روش در خصوص بسامد فضایی پایین و میانی، کوچک‌تر بود؛ به نظر می‌رسد که استفاده از این بسامدهای فضایی در غربالگری بینایی می‌تواند نسبت به بسامدهای فضایی بالاتر، مناسب‌تر باشد.

مطلب مهم دیگری که در این زمینه مطرح است، مربوط به سیستم‌های مگنوسلولار و پاروسلولار در دستگاه بینایی است. مسیر مگنو، در شرایط دارای بسامد فضایی کم و کنتراست پایین فعال می‌گردد و در کنتراست‌های بالا اشباع می‌شود در حالی که سیستم پاروو در شرایط دارای بسامد فضایی و کنتراست بالا فعال می‌شود[۱۹].

در دستگاه متروویژن، تغییرات کنتراست و بسامد فضایی از وضعیت کم به سمت زیاد است و می‌توان گفت که ابتدا سیستم مگنو به تدریج وارد عمل می‌شود و تا جایی که به حد اشباع می‌رسد و سپس با افزایش میزان کنتراست و نیز بسامد فضایی، کم کم سیستم پاروو فعال می‌گردد و از فعالیت مگنو کاسته می‌شود[۱۹]. اما در روش فرایبرگ، نشانه‌ها با کنتراست‌های بیش‌تر ابتدا به فرد نشان داده می‌شوند و با پاسخ‌های صحیح او، کنتراست‌ها به تدریج کاهش می‌یابند لذا در شروع آزمون که سیستم پاروو وارد عمل می‌شود، به تدریج از عملکردش کاسته می‌شود و جای خود را به سیستم مگنو می‌دهد؛ البته تا جایی که فرد اشتباهی در بیان جهات نشانه‌ها نداشته باشد، چون در این صورت، با افزایش مجدد کنتراست، سیستم مگنو که به حد اشباع رسیده بود جای خود را به پاروو می‌دهد. از آن‌جا که در این دو روش، سیستم‌های مگنو و پاروو سلولار با ترتیب متفاوت و البته شدت متفاوتی از کارکرد، وارد عمل می‌شوند و شرایط انجام دو روش نیز با یکدیگر متفاوت هستند؛ اختلاف در نتایج دو روش وجود دارد و این اختلاف به ویژه وقتی که از بسامد فضایی بالا استفاده شود، بیش‌تر می‌گردد.

نتیجه‌گیری

روش فرایبرگ نسبت به روش متروویژن، حساسیت کنتراست را بیش‌تر تخمین می‌زند به طوری که این تخمین زیادی در بسامدهای فضایی بالاتر و مقادیر حساسیت کنتراست کم‌تر، خود را بیش‌تر نشان می‌دهد. با این همه، توافق بین دو روش فرایبرگ و متروویژن در بسامدهای فضایی پایین و متوسط نسبت به بسامد فضایی بالا، بیش‌تر است؛ بنابراین لازم است هنگام استفاده از روش فرایبرگ درغربالگری‌های بینایی، این موضوع را در نظر داشت.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد اپتومتری در گروه اپتومتری و مرکز تحقیقات دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران می‌باشد. نویسندگان از همه داوطلبان شرکت‌کننده در این مطالعه قدردانی می‌نمایند.

منابع

1. Howe JW, Mitchell KW. The objective assessment of contrast sensitivity function by electrophysiological means. *Br J Ophthalmol* 1984;68:626-638.
2. Lesmes LA, Lu ZL, Baek J, et al. Bayesian adaptive estimation of the contrast sensitivity function: the quick CSF method. *J Vis* 2010;10:17-21.
3. Gartaganis SP, Psyrojannis AJ, Koliopoulos JX, et al. Contrast sensitivity function in patients with impaired oral glucose tolerance. *Optom Vis Sci* 2001;78:157-161.
4. Aparicio JA, Arranz I, Matesanz BM, et al. Quantitative and functional influence of surround luminance on the letter contrast sensitivity function. *Ophthalmic Physiol Opt* 2010;30:188-199.
5. Heckenlively J, Arden G. Principles and practice of clinical electrophysiology of vision. 2nd ed. Cambridge, MA: MIT Press; 2006.

Archive of SID
www.SID.ir

6. Neargarder SA, Stone ER, Cronin-Golomb A, et al. The impact of acuity on performance of four clinical measures of contrast sensitivity in Alzheimer's disease. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 2003;58:54-62.
7. Lange C, Feltgen N, Junker B, et al. Resolving the clinical acuity categories "hand motion" and "counting fingers" using the Freiburg Visual Acuity Test (FrACT). *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2009;247:137-142.
8. Schulze-Bonsel K, Feltgen N, Burau H, et al. Visual acuities "hand motion" and "counting fingers" can be quantified with the freiburg visual acuity test. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:1236-1240.
9. Loumann Knudsen L. Visual acuity testing in diabetic subjects: the decimal progression chart versus the Freiburg visual acuity test. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2003;241:615-618.
10. Terzi E, Buhren J, Wesemann W, et al. 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;102:507-513.
11. Buhren J, Terzi E, Bach M, et al. Measuring contrast sensitivity under different lighting conditions: comparison of three tests. *Optom Vis Sci* 2006;83:290-298.
12. Liu XW, Pang GX, Liu XP, et al. Static and dynamic contrast sensitivity of myopic eyes before and after laser in situ keratomileusis. *Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao* 2003;25:585-589.
13. Denoyer A, Le Lez ML, Majzoub S, et al. Quality of vision after cataract surgery after Tecnis Z9000 intraocular lens implantation: effect of contrast sensitivity and wavefront aberration improvements on the quality of daily vision. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:210-216.
14. Jafarinasab MR, Feizi S, Baghi AR, et al. Aspheric versus spherical posterior chamber intraocular lenses. *J Ophthalmic Vis Res* 2010;5:217-222.
15. Rosa AM, Loureiro Silva MF, Lobo C, et al. Comparison of visual function after bilateral implantation of inferior sector-shaped near-addition and diffractive-refractive multifocal IOLs. *J Cataract Refract Surg* 2013;39:1653-1659.
16. Feizi S, Karimian F. Effect of higher order aberrations on contrast sensitivity function in myopic eyes. *Jpn J Ophthalmol* 2009;53:414-419.
17. Westland S, Owens H, Cheung V, et al. Model of luminance contrast-sensitivity function for application to image assessment. *Color Res Appl* 2006;31:315-319.
18. Bulens C, Meerwaldt JD, van der Wildt GJ, et al. Spatial contrast sensitivity in clinical neurology. *Clinical Neurology and Neurosurgery* 1988;90:29-34.
19. Li W, Meekins K, Schirillo J. Magno and parvo stimuli affect illusory directional hearing in normal and dyslexic readers. *Neuropsychologia* 2012;50:2068-2074. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2012.05.007. Epub 2012 May 17.

Archive of SID

www.SID.ir