

The Effect of Spatial Frequency on Visual Evoked Potentials Components in Visual Acuity Assessment

Monireh Mahjoob¹, Javad Heravian Shandiz²

1. Assistant Professor, Health Promotion Research Center/Department of Optometry, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran. (Corresponding Author), Tel: 087-3372151, Email: mahjoob_opt@yahoo.com. ORCID ID: 0000-0001-9455-0721

2. Professor, Department of Optometry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran. ORCID ID: 0000-0002-5785-3480

ABSTRACT

Background and Aim: Objective measurement of visual acuity using VEP is high valued in patients with low levels of cooperation. Therefore, this study aimed to investigate the effect of spatial frequency on VEP components in visual acuity using Sweep VEP.

Material and Methods: In this cross-sectional study 63 medical students with an age of 22.81 ± 3.93 were selected. After a completed eye examination, refractive error was determined, and best-corrected visual acuity as subjective was recorded by the Freiburg Acuity contrast test. Sweep VEP using the Roland electrophysiology system was recorded for various spatial frequencies from 2 to 37.5 cycles per degree. VEP components were the latencies of N1, P1, N135, and the amplitude of VEP.

Results: Repeated measures of the ANOVA test showed that the effect of spatial frequency on latencies and amplitude of VEP was significant ($P<0.001$). Paired T-test showed that there was a significant difference between subjective visual acuity and extrapolation of visual acuity with VEP ($P<0.001$).

Conclusion: According to the significant relationship between VEP amplitude and spatial frequencies of the visual stimuli obtained in this study, the Sweep VEP technique can be used as a valid and objective tool in the determination of visual acuity, especially in patients with low levels of cooperation.

Keywords: Amplitude, Latency, Spatial frequency, Visual acuity, Visual evoked potentials.

Received: May 19, 2021

Accepted: Nov 1, 2022

How to cite the article: Monireh Mahjoob, Javad Heravian Shandi. The Effect of Spatial Frequency on Visual Evoked Potentials Components in Visual Acuity Assessment. SJKU 2022;27(5):80-88.

Copyright © 2018 the Author(s). Published by Kurdistan University of Medical Sciences. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CCBYNC), where it is permissible to download, share, remix, transform, and buildup the work provided it is properly cited. The work cannot be used commercially without permission from the journal

تأثیر فرکانس فضایی بر پارامترهای پتانسیل برانگیخته بینایی در ارزیابی تیزبینی

منیره محبوب^۱، جواد هرویان شاندیز^۲

۱. استادیار، مرکز ارتقا سلامت دانشگاه علوم پزشکی زاهدان / گروه اپتومتری، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران پست الکترونیک:

mahjoob_opt@yahoo.com

۲. استاد، گروه اپتومتری، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران کد ارکید: ۰۰۰۰۲-۵۷۸۵-۳۴۸۰

چکیده

زمینه و هدف: اندازه گیری تیزبینی با استفاده از VEP در بیمارانی که سطح همکاری پایینی دارند از اهمیت زیادی برخوردار است. لذا هدف از این مطالعه بررسی اثر فرکانس فضایی بر پارامترهای موج VEP در ارزیابی تیزبینی با Sweep VEP است.

مواد و روش ها: در این مطالعه مقطعی تعداد ۶۳ دانشجوی دانشگاه علوم پزشکی با میانگین سنی $22/81 \pm 3/93$ سال انتخاب شدند. پس از معاینه کامل چشمی و اصلاح عیوب انکساری، بهترین دید اصلاح شده به صورت سابجکتیو با تست Freiburg Acuity contrast test تعیین و ثبت گردید. سپس VEP با دستگاه الکتروفیزیولوژی رولند برای رنج محدودی از فرکانسهای فضایی از ۲ تا $37/5$ سیکل بر درجه ثبت گردید. پارامترهای ثبت شده شامل زمان های تاخیر N1، P1، N135 و دامنه موج بود.

یافته ها: آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری تکراری نشان داد که اثر فرکانس فضایی (سایز محرک) بر دامنه موج ، زمان تاخیر N1 ، زمان تاخیر P1 ، زمان تاخیر N135 معنی دار بوده است ($P < 0.001$). آزمون تی زوجی تفاوت معنی داری را در تیزبینی سابجکتیو و تیزبینی استخراج شده با VEP نشان داد ($P < 0.001$).

نتیجه گیری: با توجه به ارتباط معنی دار دامنه موج VEP با فرکانس فضایی بدست آمده در این مطالعه، می توان از تکنیک Sweep VEP به عنوان ابزار ابجکتیو و معتبر در تخمین تیزبینی بویژه در افرادی که سطح همکاری کمی دارند استفاده کرد

كلمات کلیدی: تیزبینی، پتانسیل برانگیخته بینایی، فرکانس فضایی، زمان تاخیر، دامنه

وصول مقاله: ۱۴۰۰/۲/۲۹ اصلاحیه نهایی: ۱۴۰۱/۷/۱۲ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۱۰

مقدمه

تکامل تیزبینی در کودکان را با تستهای VEP و رفتاری مورد بررسی قراردادند و نشان دادند که تکامل تیزبینی با تستهای VEP بهتر از تست های رفتاری است (۱۴). VEP پتانسیل های الکتروفیزیولوژی کورتکس بینایی اولیه در پاسخ به محركین بینایی هستند . VEP اطلاعات تشخیصی مهمی در ارتباط با سلامت مسیر بینایی از رتین تا کورتکس بینایی فراهم می کنند (۹). همچنین از این تست به عنوان ابزاری ابجکتیو و غیر تهاجمی جهت ارزیابی عملکرد های بینایی استفاده می شود (۱۰).

ارزیابی ابجکتیو تیزبینی با تکنیک VEP معمولاً به روش Sweep VEP انجام می شود (۶،۸). اگر چه تیزبینی به روش الگوی گذرا (Transient pattern VEP) نیز قابل ثبت خواهد بود (۱۱) ولی به دلیل زمان بر بودن این تکنیک نسبت به VEP Sweep خستگی و عادت پذیری نورونی رخ خواهد داد (۱۵). همچنین الگوی گذرا VEP معمولاً در دو سایز ۱۵ و ۶۰ دقیقه ارزیابی می شود که در برخی شرایط نتایج طبیعی بدست آمده نمی تواند دلیلی بر تیزبینی خوب باشد (۱۵). مطالعات گذشته هماهنگی خوبی بین تیزبینی و دامنه موج VEP را نشان داده اند (۱۱،۶). به خاطر وجود ارتباط خطی بین فرکانس فضایی و دامنه VEP در نزدیکی محدوده تیزبینی، استفاده از مدل رگرسیون برای تخمین فرکانس فضایی که دامنه موج VEP صفر ایجاد می کند (این فرکانس فضایی برابر با تیزبینی است) می تواند مفید باشد (۸،۱۵). در تخمین تیزبینی با VEP معمولاً از نسبت سیگنال به نویز دامنه های ثبت شده در هر فرکانس فضایی و یا فاصله اطمینان ۹۵٪ دامنه در هر فرکانس فضایی برای تخمین سطح نویز و در نهایت تعیین تیزبینی استفاده می شود (۱۵-۱۷) که مatasفانه این اطلاعات توسط بسیاری از دستگاه های الکتروفیزیولوژی کلینیکی در دسترس نیست . در مطالعه ای که در سال ۲۰۰۴ انجام شد از دو روش نسبت سیگنال به نویز و فاصله اطمینان ۹۵٪ دامنه جهت تخمین تیزبینی استفاده کردند و نشان دادند که تفاوتی در تیزبینی بدست آمده در این دو روش وجود ندارد (۱۶).

تیزبینی به عنوان توانایی تشخیص جزئیات در کانتراست بالا، یکی از مهمترین عملکردهای بینایی در ارزیابی کلینیکی است (۱). بالاترین دانسیته فتورسپتورهای رتینی در فووا قرار دارند لذا بالاترین دید در این ناحیه می باشد . در صورتی که این ناحیه از رتین در اثر بیماری هایی مانند ماکولاپاتی دچار آسیب شود کاهش شدید دید در افراد رخ می دهد (۱). تیزبینی می تواند تحت تاثیر فاکتورهای اپتیکی مانند پخشش شدگی نور به دلیل کدورت در مدیاچ چشم، ایرواهی های اپتیکی بدليل میدریاز یا جابه ج اشنده مردمک، تفرق بدليل میوزیس مردمک و نوسانات تطبیق قرار گیرد (۲،۳). همچنین تیزبینی بسیار حساس به تاری اپتیکی ناشی از عدم اصلاح عیوب انکساری است و رابطه منطقی بین میزان عیوب انکسار اصلاح نشده و کاهش دید افراد وجود دارد (۴،۵).

برای ارزیابی تیزبینی از تست های سابجکتیو و ابجکتیو با محركین مختلف استفاده می شود. شایع ترین تست تیزبینی سابجکتیو، تیزبینی اسنلن است که از حروف انگلیسی یا حرف E تشکیل شده است (۶). محركین دیگر شبکه های گرینینگ یا نوارهای سیاه و سفید هستند (۷) که بویژه در ارزیابی های ابجکتیو تیزبینی استفاده می شود . پاسخ تستهای سابجکتیو تیزبینی در بیماران وابسته به شرایط معاینه، حالات روحی بیمار و میزان همکاری بیمار است . در کودکان و بیماران با سطح همکاری پایین استفاده از تستهای تیزبینی ابجکتیو در اولویت است و نتایج حاصل از این تست ها معتبر تر خواهد بود. تستهای رفتاری ابجکتیو تیزبینی مانند تست نگاه ترجیحی یا مچ کردن تصاویر که در کودکان کاربرد زیادی دارد نیز نیازمند تکامل توانایی های شناختی و حرکتی افراد دارد (۸). یکی از روشهای ارزیابی ابجکتیو تیزبینی، پتانسیل برانگیخته بینایی (Visual evoked potentials-VEP) می باشد (۶،۸،۱۱-۱۴) که نیاز کمتری به عملکردهای شناختی، حرکتی و همکاری بیمار نسبت به تست های رفتاری تیزبینی دارد (۸). Sokol و همکاران

رتینوسکوپی تعیین گردید و سابجکتیو رفرکشن جهت ایجاد بهترین دید انجام شد. سلامت کامل چشمی و سیستمیک و داشتن دید اصلاح شده ۶/۹ یا بهتر به عنوان معیار ورود به مطالعه در نظر گرفته شده بود. لازم به ذکر است چون هدف تحقیق، تعیین تیزبینی دو چشم و مقایسه تفاوت بین تیزبینی دو چشم نبوده است تمامی اندازه گیری ها فقط در یک چشم انجام شده است.

Freiburg تیزبینی افراد با تست سابجکتیو کامپیوترا Acuity contrast test (FrACT3.7.1) در فاصله دو متري انجام شد . در این تست حرف E در چهار جهت مختلف نشان داده می شد و افراد جهت حرف E را با فشار دادن کلیدهای جهت نمای صفحه نمایش نشان می دادند . در صورت پاسخ درست سایز حرف کوچکتر نشان داده می شد و پس از نشان دادن ۳۰ حرف E ، با توجه به پاسخ های افراد تیزبینی بر حسب لگاریتم حداقل زاویه دید ثبت می شد.

Roland ثبت VEP با دستگاه الکتروفیزیولوژی رولند (RETI-port/scan21S 1800 iiyama/vision master pro 513) پیکسل ۱۴۴۰ x ۱۴۴۰ با دستگاه الکتروفیزیولوژی رولند (Roland) و مانیتوری با ریزولوشن ۱۸۰۰ انجام شد. بیماران در فاصله ۲ متري از مانیتور قرار داشتند که زاویه دید ۸/۶ درجه را ایجاد می کرد . مکلفن ثبت الکترود بر اساس سیستم ۱۰-۲۰ که وابسته به سایز سر است انتخاب شد (۹). بر طبق این روش، ابتدا فاصله بین اینیون تا بینی (محل اتصال استخوان فورنال به دو استخوان بینی) را محاسبه کرده سپس الکترود اکتیو ۱۰ درصد بالاتر از اینیون در مید لاین (O_Z) و الکترود رفرنس در ۲۰ درصد بالاتر از بینی و الکترود زمین در وسط سر (C_Z) قرار می گیرد (۸). قبل از نصب الکترودها پوست سر با یک سواپ و ک رم ساینده مخصوص الکترود های نوار مغز در محلهای قرار گیری الکترود تمیز گردید و سپس الکترودهای کابی شکل با استفاده از چسب الکترود روی سر در مکان

در حالی که اندازه گیری تیزبینی با VEP به عنوان یکی از عملکردهای مهم بینایی بویژه در بیماران با سطح همکاری کم از اهمیت زیادی برخوردار است، و در بسیاری از مراکز درمانی از تجهیزات الکتروفیزیولوژی کلینیکی استفاده می شود که اطلاعات تکمیلی مانند نسبت سیگنال به نویز دامنه های ثبت شده در هر فرکانس فضایی را در اختیار درمانگر قرار نمی دهد ، هدف از این مطالعه یافتن مدل رگرسیونی مناسب برای دامنه های موج VEP با فرکانس فضایی بدون نیاز به داده های تکمیلی مانند نسبت سیگنال به نویز و یا فاصله اطمینان ۹۵٪ دامنه ها است که می تواند در تخمین تیزبینی به طور کلینیکی مفید باشد.

روش بررسی

در این مطالعه مقطعی تعداد ۶۳ دانشجوی دانشگاه علوم پزشکی (۴۲ زن و ۲۱ مرد) به روش نمونه گیری در دسترس انتخاب شدند. حجم نمونه با استفاده از نرم افزار G power ۳.۱.۹.۴ جهت بررسی اثر اصلی فرکانس فضایی با آزمون آنالیز واریانس تکراری، با آلفای ۰/۰۵ ، قدرت ۰/۹۹ ، اصلاح غیر اسفلیسیستی ۱ و تعداد اندازه گیری های تکراری ۱۳ بار (۱۳ فرکانس فضایی) ۲۲ نفر محاسبه شد. این مطالعه منطبق با بیانه هلسینکی بوده است و به تایید کمیته اخلاق دانشگاه مورد مطالعه رسیده است. همچنین فرم رضایت نامه آگاهانه برای شرکت در طرح از تمامی شرکت کنندگان اخذ گردید.

ابتدا معاینه کامل چشمی جهت بررسی سلامت چشم شامل معاینه با اسلیت لمپ و افتالموسکوپ و ارزیابی دید دو چشمی برای تمامی شرکت کنندگان انجام شد و همچنین پرسشنامه سلامت کلی از آنان اخذ گردید. معیارهای خروج از مطالعه شامل داشتن بیماری های سیستمیک مانند فشار خون و دیابت، بیماری چشمی مانند گلوکوم، انحراف آشکار چشمی، امبلیوپی و ساقه هر گونه جراحی چشمی بود. پس از ورود به مطالعه عیوب انکساری با اتورفرکشن و

شرکت کردند. میانگین و انحراف معیار تیزبینی ساچگشیو افراد شرکت کننده $0/18 \pm 0/031$ - لگاریتم حداقل دید بود.

میانگین و خطای استاندارد زمان های تاخیر و دامنه موج VEP در فرکانس های فضایی مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است. آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری تکراری نشان داد که فرکانس فضایی (سایز حرک) بر دامنه موج ($P < 0/001$)، زمان تاخیر N1 ($P = 0/002$)، زمان تاخیر P1 ($P < 0/001$) و زمان تاخیر N135 ($P < 0/001$) اثر معنی داری دارد.

برای تخمین تیزبینی با VEP از مدل دو خطی استفاده شد. در این مدل از روی شب خطا اول ، استخراج تیزبینی به صورت فرکانس فضایی که دامنه صفر را ایجاد می کند صورت می گیرد و شب خطا دوم صفر در نظر گرفته می شود تا فرکانس های فضایی که در نزیق قرار می گیرد را مشخص کند. شکل ۲ فیت دو خطی را برای میانگین دامنه های تمام افراد شرکت کننده در فرکانس های فضایی مختلف نشان می دهد. در این شکل خط نقطه چین نحوه استخراج فرکانس فضایی که دامنه ص فرا ایجاد می کند براساس شب خطا اول نشان می دهد . میانگین تیزبینی با VEP می دهد($P < 0/001$).

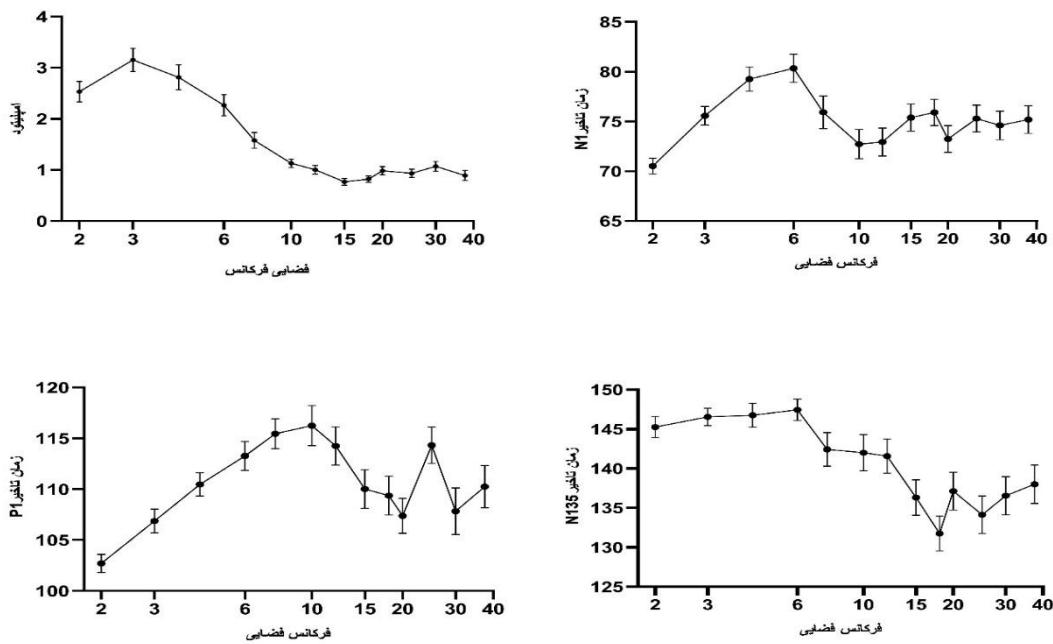
آزمون تی زوجی تفاوت معنی داری را در تیزبینی ساچگشیو و تیزبینی بدست آمده با تیزبینی بدست آمده با VEP نشان می دهد.

خودشان قرار داده شد . ایمپدانس الکترودهای اکتیو و رفرنس در تمامی افراد شرکت کننده کمتر از ۵ اهم بود. برای تیزبینی از تکیک sweep VEP استفاده شد که روش سریع و قابل قبول ارزیابی تیزبینی است (۶). پارامترهای دستگاه بصورت فرکانس تحریک ۶ هرتز (steady state VEP)، زمان سیکل ۰.۱۶۶۶۷ ثانیه، و میانگین گیری اتومات برای هر ۴۰ موج بلوفیلتر رد بالای ۹۰ درصد انتخاب شد. محرکیں بینایی شبکه های نواری سیاه و سفید عمودی در کانتراست ۹۹ درصد بودند که در فرکانس های فضایی ۲، ۳، ۶، ۱۰، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۷/۵ سیکل بر درجه ارائه شدند. پارامترهای ثبت شده شامل زمان تاخیر N1، P1، N135 بر حسب میلی ثانیه و دامنه موج بر حسب میکرو ولت بود.

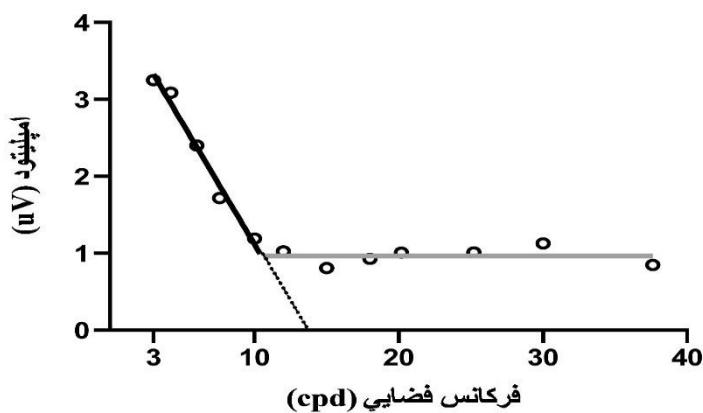
آنالیز داده ها در نرم افزار SPSS ورژن ۱۹ انجام شد. آزمون نرمالیته شاپیرویلک نشان داد که داده ها از توزیع نرمال برخوردار است ($P < 0/05$). جهت بررسی اثر فرکانس های فضایی مختلف بر پارامترهای موج VEP از آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری تکراری استفاده شد. همچنین برای تخمین تیزبینی با VEP از فیت دوخطی در نرم افزار اکسل با ابزار Solver استفاده شد. سطح معنی داری $0/05 \leq$ در نظر گرفته شده است.

یافته ها

در این مطالعه تعداد ۶۳ دانشجوی دانشگاه علوم پزشکی ۴۲ زن و ۲۱ مرد) با میانگین سنی $22/81 \pm 3/93$ سال



شکل ۱: میانگین و خطای استاندارد پارامترهای موج VEP در فرکانس های فضایی مختلف. نمودار بالایی سمت چپ: میانگین و خطای استاندارد دامنه موج بر حسب میکروولت، نمودار بالایی سمت راست: میانگین و خطای استاندارد زمان تاخیر N1 بر حسب میلی ثانیه، نمودار پایینی سمت چپ: میانگین و خطای استاندارد زمان تاخیر P1 بر حسب میلی ثانیه، نمودار پایینی سمت راست: میانگین و خطای استاندارد زمان تاخیر N135 بر حسب میلی ثانیه است.



شکل ۲: فیت دو خطی برای میانگین دامنه تمام افراد شرکت کننده در فرکانسهای فضایی مختلف. دایره های تو خالی میانگین دامنه افراد شرکت کننده در فرکانسهای فضایی مختلف است. خطوط پیوسته شکل فیت را نشان می دهد. خط سیاه رنگ، خط اول فیت است که بر اساس شب این خط تیزبینی تعیین می شود. خط خاکستری، خط دوم فیت است که فرکانس های فضایی نوبزی را نشان می دهد. خط نقطه چین تیزبینی استخراج شده بر اساس شب خط اول است (فرکانس فضایی که دامنه صفر را ایجاد می کند).

بحث

این مطالعه همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود نشان می دهد که زمان های تاخیر موج VEP از فرکانس فضایی ۲ تا فرکانس فضایی حدود ۶ تا ۱۰ سیکل بر درجه افزایش می یابد ولی بعد از آن زمان تاخیر با افزایش فرکانس فضایی کاهش می یابد . لذا می توان استنباط کرد که زمان تاخیر موج VEP نمی تواند پیشگویی کننده خوبی برای تیزبینی باشد. Prager نیز ارتباط ضعیفی بین تیزبینی و زمان تاخیر موج VEP نشان داده شد (۲۰). همچنین در اکثر مقالاتی که از VEP به عنوان ابزار ابجکتیو اندازه گیری تیزبینی استفاده کرده اند پارامتر مورد بررسی دامنه موج VEP بوده است و ارتباط بین تیزبینی با زمان تاخیر موج VEP بررسی نشده است (۱۱، ۱۸-۲۰) که خود دلیلی بر ارتباط ضعیف تیزبینی با زمان تاخیر موج VEP است.

نتایج این مطالعه تفاوت معنی داری را بین تیزبینی سابجکتیو و تیزبینی استخراج شده از VEP نشان داد. مطالعات گذشته نیز نشان دادند بین تیزبینی VEP و تیزبینی سابجکتیو تفاوت معنی داری وجود دارد (۸، ۱۵-۱۶). در مطالعه ای روشهای مختلف استخراج تیزبینی با VEP را در افراد نرمال و افرادی که تیزبینی کمی داشتند مورد بررسی قرار داند و نشان دادند تیزبینی استخراج شده در VEP با تمام روشهای، کمتر از تیزبینی سابجکتیو بود (۱۶). لازم به ذکر است هدف اصلی از ارزیابی تیزبینی با VEP ، ارزیابی سلامت مسیر بینایی و عملکرد دید در بیمارانی است که دلیلی برای کاهش دید آنها به طور کلینیکی یافت نمی شود (۱۱) و یا بیمار قادر به انجام تستهای سابجکتیو نیست ، لذا بر اساس مطالعات گذشته و نتایج مطالعه حاضر توصیه می شود حتما از عبارت تیزبینی VEP استفاده شود، زیرا این خطر وجود دارد که کاربران بالغی غی متخصص از تیزبینی VEP همان مقداری را انتظار داشته باشند که در تیزبینی سابجکتیو بدست می آید.

نتیجه گیری

در حالی که ارزیابی تیزبینی به عنوان یکی از عملکردهای بینایی از اهمیت زیادی برخوردار است، نتایج این مطالعه Sweep در ارزیابی ابجکتیو تیزبینی با تکنیک Sweep VEP ارتباط معنی داری بین دامنه موج VEP با فرکانس فضایی که در خط اول فیت دوخطی قرار دارند وجود دارد. در این مطالعه ما از تکنیک Sweep VEP استفاده کردیم که نسبت به روش الگوی گذر اسرع تراست و مانع خستگی و عادت پذیری نورونی می شود (۱۵، ۶). نتایج مطالعه حاضر بر اساس فیت دوخطی نشان داد که ارتباط معنی داری بین دامنه موج VEP با فرکانس فضایی هایی که در خط اول فیت قرار گرفته اند وجود دارد به طوری که با افزایش فرکانس فضایی محركین بینایی دامنه موج کمتر می شود. ارتباط بین تیزبینی با دامنه موج VEP در مطالعات Jihoon Jeon زیادی بررسی شده است (۱۱، ۱۹، ۱۸). نشان داد که ارتباط خوبی بین دامنه موج با تیزبینی وجود دارد و از دامنه موج VEP می توان به عنوان ابزار ابجکتیو تحصین تیزبینی بویژه در بیماران دارای تمارض استفاده کرد (۱۸). همچنین در مطالعه دیگری بیان شد که بدليل ارتباط خوب بین دامنه موج VEP با تیزبینی در چک سایزهای ۱ و ۲ درجه، ۷، ۱۵ و ۳۰ دقیقه که برابر با تیزبینی ۰/۲، ۰/۱، ۰/۴ و ۰/۷ است از این تکنیک می توان به عنوان ابزار استاندارد طلایی در تشخیص تمارض و فقدان بینایی عملکردی (Functional visual loss) استفاده شود (۱۱). در مطالعه دیگری که بر روی نوزادان انجام شد رگرسیون خطی ارتباط خوبی بین دامنه موج و فرکانس فضایی محركین بینایی نشان داد (۱۹) که منطبق با یافته های مطالعه حاضر بوده است.

نتایج این مطالعه نشان داد که زمان های تاخیر موج VEP در فرکانس های فضایی مختلف تغییر می کند. در حالی که انتظار می رود پردازش سیستم بینایی به گونه ای باشد که زمان تاخیر موج VEP با افزایش فرکانس فضایی و کوچکتر شدن سایز محركین بینایی افزایش یابد (۱۰)، نتایج

تشکر و قدردانی

کد اخلاق مطالعه حاضر IR.ZAUMS.REC.1399.380

می باشد. هیچ کدام از نویسندهای این مطالعه، افراد و یا دستگاه‌ها تعارض منافعی برای انتشار این مقاله ندارند. از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی زاهدان به دلیل حمایت از این تحقیق تشکر و قدردانی می گردد.

نتایج این مطالعه ارتباط منطقی و معنی داری را بین دامنه موج VEP و فرکانس فضایی محركین بینایی نشان داد. لذا می توان از تکنیک Sweep VEP به عنوان ابزاری معتبر و ابجکتیو در تخمین تیزیینی بویژه در افرادی که دلیلی برای کاهش دید گزارش شده آنها پیدا نمی شود استفاده کرد. بدلیل تفاوت معنی دار بین تیزیینی سابجکتیو و تیزیینی VEP بدست آمده در این مطالعه، مقادیر تیزیینی VEP نباید برابر با تیزیینی سابجکتیو در نظر گرفته شود.

منابع

1. van den Berg TJ. The lack of relation between stray light and visual acuity. Two domains of the point spread function. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2017; 37(3):333-41
2. Kamiya K, Kobashi H, Shimizu K, Kawamorita T, Uozato H. Effect of pupil size on uncorrected visual acuity in astigmatic eyes. *Br J Ophthalmol.* 2012; 96(2):267-70
3. Neelam K, Nolan J, Chakravarthy U, Beatty S. Psychophysical function in age-related maculopathy. *Surv Ophthalmol.* 2009;54(2):167-210
4. Park EK. Relationship of visual acuity and refractive error in elementary school students. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2008;13(4):141-3
5. Pokharel GP, Negrel AD, Munoz SR, Ellwein LB. Refractive error study in children: results from Meki Zone, Nepal. *Am J Ophthalmol.* 2000;129(4):436-44
6. Strasser T, Nasser F, Langrová H, Zobor D, Lisowski L, Hillerkuss D, et al. Objective assessment of visual acuity: a refined model for analyzing the sweep VEP. *Doc Ophthalmol.* 2019; 138(2):97-116
7. Mayer DL, Dobson V. Grating acuity cards: validity and reliability in studies of human visual development. *Developing Brain Behaviour:* Elsevier. 1997; 253-92
8. Hamilton R, Bach M, Heinrich SP, Hoffmann MB, Odom JV, McCulloch DL, et al. VEP estimation of visual acuity: a systematic review. *Doc Ophthalmol.* 2021;142(1):25-74
9. Odom JV, Bach M, Brigell M, Holder GE, McCulloch DL, Mizota A, et al. ISCEV standard for clinical visual evoked potentials:(2016 update). *Doc Ophthalmol.* 2016;133(1):1-9
10. Mahjoob M, Shandiz JH, Mirzajani A, Ehsaei A, Jafarzadehpur E. Normative values of visual evoked potentials in Northeastern of Iran. *J Optom.* 2019;12(3):192-7
11. Gundogan FC, Sobaci G, Bayer A. Pattern visual evoked potentials in the assessment of visual acuity in malingering. *Ophthalmology.* 2007;114(12):2332-7
12. Jenkins TC, Douthwaite WA. An objective VER assessment of visual acuity compared with subjective measures. *Am J Optom Physiol Opt.* 1988; 65(12):957-61
13. Xu S, Meyer D, Yoser S, Mathews D, Elfervig JL. Pattern visual evoked potential in the diagnosis of functional visual loss. *Ophthalmology.* 2001; 108(1):76-80
14. Sokol S, Hansen VC, Moskowitz A, Greenfield P, Towle VL. Evoked potential and preferential looking estimates of visual acuity in pediatric patients. *Ophthalmology.* 1983; 90(5):552-62
15. Hamilton R, Bach M, Heinrich SP, Hoffmann MB, Odom JV, McCulloch DL, et al. ISCEV extended protocol for VEP methods of estimation of visual acuity. *Doc Ophthalmol.* 2021 Feb; 16:1-8

16. Ridder WH. Methods of visual acuity determination with the spatial frequency sweep visual evoked potential. Doc Ophthalmol. 2004;109(3):239-47
17. Ridder WH, McCulloch D, Herbert AM. Stimulus duration, neural adaptation, and sweep visual evoked potential acuity estimates. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1998; 39(13):2759-68
- 18.Jeon J, Oh S, Kyung S. Assessment of visual disability using visual evoked potentials. BMC Ophthalmol. 2012;12(1):36
- 19.Norcia AM, Tyler CW. Spatial frequency sweep VEP: visual acuity during the first year of life. Vis Res. 1985; 25(10):1399-408
- 20.Prager TC, Zou YL, Jensen CL, Fraley JK, Anderson RE, Heird WC. Evaluation of methods for assessing visual function of infants. J Pediatr Ophthalmol Strabismus. 1999; 3(5):275-82