

Assessment of the Visual Evoked Response Parameters in Different Hemi Fields in Normal Subjects

Mirzaee saba L¹, Jafarzadelpour E², Mirzajani A³, Khabazkhoob M⁴

Abstract

Purpose: Visual Evoked Potential is an objective method to assess the visual function. The purpose of this study was to evaluate the visual evoked responses in different hemi fields of vision in normal individuals.

Methods: The study included 80 eyes of normal subjects aged 18-38 years. All participants were underwent detailed examination including refraction and visual acuity. Pattern reversal VEP responses were recorded in different hemi fields. Repeated Measures Analysis of Variance (SPSS statistical software, Version 20) was used to compare responses recorded in different hemi fields, amplitude and latency of VEP.

Results: The averages of maximum and minimum value of P100 amplitude were found in the temporal and inferior retinas, respectively. Moreover, lowest latency was observed in the superior retina and greatest latency was in the nasal retina. The results showed a significant difference in P100 amplitude and latency between different hemi fields.

Conclusions: This study revealed the details of local VEP distribution in the visual field and there was a significant difference in the amplitude and latency of the VEP wave in different hemi fields of vision. In our study, the most visual sensitivity (lowest latency and maximum amplitude) is in the superior and temporal retinas, which has the lowest latency and the highest amplitude, respectively. Superior and temporal areas of the retina seem to have a better response in the PVEP test.

Keywords: VEP, Visual field, Latency, Amplitude

Received: 2017.07.03; Accepted: 2018.03.19

بررسی پاسخ های برانگیخته بینایی در بخش های مختلف در افراد نرمال

لیلا میرزایی صبا^۱، ابراهیم جعفرزاده پور^۲، علی میرزاجانی^۳، مهدی خباز خوب^۴

هدف: Visual Evoked Potential یک روش ابجکتیو برای بررسی عملکرد بینایی می باشد. هدف از این مطالعه، ارزیابی پاسخ های برانگیخته بینایی در همی فیلدهای مختلف بینایی در افراد نرمال می باشد.

روش بررسی: این مطالعه بر روی ۸۰ چشم افراد نرمال با دامنه سنی (۱۸-۳۸) سال انجام شد. تمامی شرکت کنندگان تحت معاینات بینایی شامل بررسی عیوب انکساری و حدت بینایی قرار گرفتند. پاسخ های Pattern reversal VEP شامل دامنه و زمان تاخیر P100 موج VEP در بخش های مختلف بینایی ثبت شد. برای مقایسه پاسخ های ثبت شده در همی فیلدهای مختلف، دامنه و زمان تاخیر موج VEP، از آزمون آنالیز واریانس با داده های تکراری با نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد.

یافته ها: میانگین بیشترین و کمترین مقدار دامنه P100 موج VEP به ترتیب در ناحیه گیجگاهی (Temporal) و تحتانی رتین می باشد. همچنین کمترین مقدار زمان تاخیر در ناحیه فوقانی و بیشترین مقدار آن در ناحیه Nasal رتین می باشد. با توجه به نتایج داده ها، تفاوت معناداری بین بخش های مختلف بینایی از نظر دامنه و زمان تاخیر وجود داشت.

نتیجه گیری: این پژوهش به طور نسبی جزئیات توزیع VEP لوکال را در بخش های میدان بینایی نشان داد و با توجه به معنادار بودن تفاوت دامنه و زمان تاخیر موج VEP در بخش های مختلف بینایی، بیشترین حساسیت بینایی (کمترین زمان

تاخیر و بیشترین دامنه) در قسمت فوقانی و گیجگاهی رتین می باشد که به ترتیب دارای کمترین زمان تاخیر و بیشترین دامنه را دارا می باشند. ناحیه فوقانی و گیجگاهی رتین به نظر می رسد دارای پاسخ بهتری در آزمون PVEP باشند.

کلمات کلیدی: پتانسیل برانگیخته بینایی، میدان بینایی، دامنه، زمان تاخیر

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

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

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اپتومتری، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

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

۳- دانشیار گروه اپتومتری، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۴- دکتری تخصصی اپیدمیولوژی، گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

مقدمه

های گانگلیونی قبل از اینکه نقص میدان بینایی توسط پریمتری استاندارد مشخص شود، رخ می دهد. حدود ۲۵٪ الی ۵۰٪ از فیبرهای عصب اپتیک ممکن است قبل از تشخیص نقص میدان بینایی در پریمتری از بین رفته باشد. بنابراین نیاز به تست های حساستری می باشد (۴، ۱۲). با توجه به مشکلات گفته شده، یک نیاز ضروری برای ارزیابی ابجکتیو میدان بینایی وجود دارد (۷، ۱۲).^۱ ERG و VEP^۲ روشهای ابجکتیو برای تعیین حساسیت میدان بینایی می باشند (۹، ۱۲). VEP یک روش اندازه گیری ابجکتیو از عملکرد مسیرهای بینایی تا کورتکس بینایی است که توسط سلول های کورتکس اکسی پیتال تولید می شود (۱۳، ۱۲).

نتایج مطالعات نشان می دهد که mfVEP^۳ پیشرفته ترین تکنولوژی است که تا به حال وجود دارد. پایداری سیستم mfVEP به عوامل محیطی بستگی دارد (۱۴). از آنجایی که دامنه سیگنال VEP در حد میکرو ولت است، زمانی که هر کدام از فیلدها که به صورت تصادفی ارائه می شوند عوامل محیطی از قبیل نویزهایی که به علت تغییرات الکتریکی کورتکس یا تغییرات برق شهری ایجاد می شود، باعث می شود که دامنه یک قسمت از فیلد یا کوادرنانت تغییر کند. (۹، ۱۴). از طرفی نرم افزار mfVEP بسیار هزینه بر و سیستم پیچیده ای است و اکثر مراکز به این نرم افزار دسترسی ندارند. با توجه به عدم دسترسی بودن نرم افزار mfVEP و از طرفی نیاز به پریمتری ابجکتیو، هم چنین با توجه به تاکید استانداردهای کلینیکال الکتروفیزیولوژی، مبنی بر ضرورت هنجارها برای مراکز، بر حسب سن و نژاد، نسبت به آن چیزی که به عنوان نرمال

شبکیه اولین مرحله پردازش تصویر از طریق مدار پیچیده عصبی را به عهده دارد. فتورسپتورها اطلاعات را به پیام الکتریکی بینایی تبدیل و از طریق نورون ها برای پردازش و درک به مغز ارسال می کنند (۱). سلول های گانگلیونی نورون هایی هستند که اطلاعات بینایی را در رتین پردازش و اطلاعات را به LGN ارسال و سرانجام Optic Radiation ایمپالس های حسی را به Cerebral Cortex ارسال می کند (۲). آسیب سلول های گانگلیونی در بیماری های نظیر گلوگوم، اپتیک نوروپاتی ایسکمیک و اپتیک آتروفی وجود دارد (۳، ۴). یکی از آزمون هایی که برای این بیماران باید انجام شود ارزیابی میدان بینایی است. میدان بینایی و ارزیابی آن در مباحث بالینی جایگاه ویژه ای دارد و در بیماری های مهمی از جمله گلوکم، ارزیابی آن بسیار حائز اهمیت می باشد (۵، ۶).

پریمتری هامفری برای تشخیص نقص میدان بینایی گلد استاندارد است (۴)، اما چندین محدودیت در استفاده از پریمتری استاندارد وجود دارد. از آنجایی که این تست سابعجکتیو است، کاملاً به بیمار بستگی دارد و بسته به پاسخ بیمار، زمان انجام تست کمتر یا بیشتر است (۷). بسیاری از بیماران به ویژه در سنین بالاتر، در تست های سابعجکتیو ضعیف عمل می کنند (۸). علاوه بر این، پریمتری سابعجکتیو همراه با Learning Curve (منحنی یادگیری) است که تفسیر را در بیماران جدید، پیچیده می کند، دوالی سه بار انجام تست در بازه های زمانی متفاوت لازم است تا به یک نتیجه قابل اعتماد بتوان رسید (۹، ۱۰، ۱۱). علاوه بر این، به خوبی پذیرفته شده است که فقدان قابل توجهی از سلول-

³ Multifocal visual evoked potential

¹ Electroretinogram

² Visual Evoked Potential

وارد کردن نام و مشخصات فرد، گزینه مربوط به ثبت PVEP، بیمار در فاصله یک متری از صفحه نمایش تحریک قرار گرفت و به صورت تک چشمی آزمایش انجام شد. ابتدا از بیمار یک VEP با فیلد کامل گرفته شد، سپس همان گونه که بیمار به نقطه فیکساسیون در مرکز نگاه می کرد، محرک در بخش های مختلف، به صورت تصادفی ارایه شد و دامنه و زمان تاخیر جز P100 پتانسیل های برانگیخته بینایی در فیلدهای مختلف شامل همی فیلد فوقانی، تحتانی، راست و چپ ثبت شد.

برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد. برای توصیف داده ها از میانگین و انحراف- معیار استفاده شد. طبق آزمون کولموگروف- اسمیرنوف تمامی مولفه ها از توزیع نرمال برخوردار بودند. با توجه به اینکه داده های همی فیلدهای مختلف در هر چشم به هم وابسته بود برای مقایسه ۵ نقطه (مرکز، سوپریور، اینفریور، نازال و تمپورال) از آنالیز واریانس داده های تکراری استفاده شد. برای نشان دادن مقایسات تک تکی آزمون Post Hoc ال اس دی انجام شد و نتایج آن بصورت تک تک گزارش شد. در این مطالعه سطح معنی داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها

در این مطالعه دامنه و مدت زمان تاخیر P100 در ۸۰ چشم با میانگین سنی $3/44 \pm 25/23$ ارزیابی شد. نمودار ۱ میانگین دامنه P100 و نمودار ۲ میانگین زمان تاخیر P100 را در بخش های مختلف میدان بینایی را نشان می دهد. با توجه به مقایسه دامنه و زمان تاخیر P100 در بخش های مختلف میدان بینایی، که با آزمون آنالیز واریانس داده های تکراری انجام شد، نتایج بدست آمده نشان می دهد که تفاوت معناداری ($p < 0/05$) بین بخش های مختلف بینایی از نظر دامنه و مدت زمان تاخیر وجود دارد که این نتایج آزمون پوستهاک در جدول (۱-۲) گزارش شده است.

بحث و نتیجه گیری

در تحقیق حاضر با توجه به پاسخ های برانگیخته بینایی در بخش های مختلف بینایی با استفاده از دستگاه VEP، نتایج بدست آمده حاکی از آن است که تفاوت معناداری در بین بخش های مختلف بینایی وجود دارد. از این رو به نظر

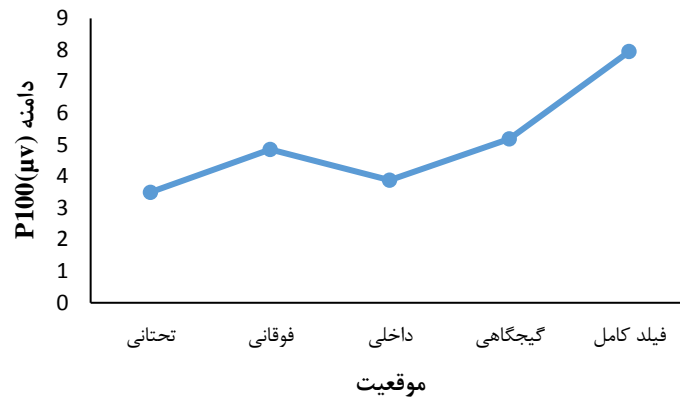
منتشر شده است (۱۴)، هدف از این مطالعه، ارزیابی پاسخ های برانگیخته بینایی با PVEP در فیلدهای کوچکتر میدان بینایی در افراد نرمال می باشد.

روش بررسی

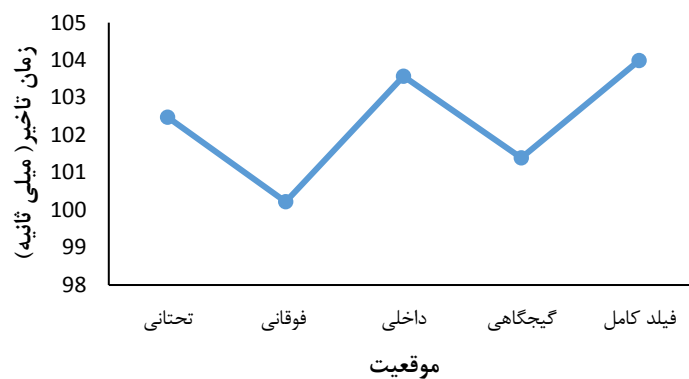
در این مطالعه مقطعی توصیفی- تحلیلی، به ارزیابی دامنه و زمان تاخیر جزء P100 موج VEP در بخش های مختلف میدان بینایی در افراد نرمال در کلینیک الکتروفیزیولوژی بینایی دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران پرداخته شد. تعداد افراد مورد بررسی در این پژوهش ۴۰ نفر بود (۱۵). افراد مورد مطالعه در این پژوهش با مراجعه به کلینیک بینایی دانشکده و با داشتن معیار ورود و با پر کردن فرم رضایت نامه و به صورت داوطلبانه غیر تصادفی انتخاب شدند. شرایط ورود به مطالعه برای افراد شرکت کننده عبارت بود از: ۱- رنج سنی ۱۸ تا ۳۸ سال، ۲- دید دور اصلاح شده ۲۰/۲۰ یا بهتر در هر دو چشم (بهترین حدت بینایی ۲۰/۲۰ با یا بدون اصلاح)، ۳- عیوب انکساری کمتر از ۳- دیوپتر مایوپی و سیلندر کمتر از ۲ دیوپتر (۱۶)، ۴- عدم وجود سابقه بیماری چشمی ۵- برخورداری از سلامت عمومی و عدم وجود هر گونه بیماری سیستمیک که VEP را متاثر می سازد. هدف از این مطالعه برای افراد توضیح داده شد. ابتدا معاینات اولیه شامل اندازه گیری حدت بینایی با چارت اسنلن، معاینات آبجکتیو بررسی عیوب انکساری با رتینوسکوپ (Heine, Germany)، و دستگاه اتورفرکتوگرامتر Huvitz, HRK (Korea), 8000 و پاسخ های سابجکتیو انجام شد، سپس در مرحله بعد دامنه و زمان تاخیر جزء P100 با استفاده از دستگاه VEP در شرایط مزوپیک ثبت شد.

آزمون VEP

دامنه و زمان تاخیر P100 با استفاده از دستگاه Metro Vision, Villeneuve, مدل Monopack3 France ساخت کشور فرانسه با چک سایز ۳۰ دقیقه (در واحد زاویه) با کنتراست ۸۵٪ به صورت تک چشمی، در شرایط نوری مزوپیک ارزیابی و ثبت شد. در این مطالعه دامنه و زمان تاخیر P100 با استفاده PVEP با استفاده از سه الکتروود فعال (Active)، غیر فعال (Passive)، زمین (Ground) انجام گرفت. قرارگیری الکتروودها بر اساس سیستم استاندارد ۲۰-۱۰ انجام گرفت (۱۷). پس از



نمودار ۱: دامنه P100 در بخش های مختلف بینایی
بیشترین مقدار دامنه P100 در ناحیه گیجگاهی رتین و کمترین مقدار آن در ناحیه تحتانی رتین می باشد.



نمودار ۲: زمان تاخیر P100 در بخش های مختلف بینایی
بیشترین مقدار زمان تاخیر P100 در ناحیه داخلی (nasal) رتین و کمترین مقدار آن در قسمت فوقانی رتین می باشد.

جدول ۱: مقایسه دامنه P100 در بخش های

مختلف بینایی در افراد مور مطالعه

موقعیت	میانگین ± انحراف معیار	p- مقدار
۱	۴/۴۴ ± ۰/۳۸	<۰/۰۰۰۱
۳	۳/۰۹ ± ۰/۲۹	<۰/۰۰۰۱
۴	۴/۰۶ ± ۰/۳۵	<۰/۰۰۰۱
۵	۲/۷۵ ± ۰/۳۵	<۰/۰۰۰۱
۲	۱/۳۴ ± ۰/۳۱	<۰/۰۰۰۱
۴	۰/۳۸ ± ۰/۲۶	۱/۰۰
۵	۱/۶۸ ± ۰/۲۶	<۰/۰۰۰۱
۳	۰/۹۶ ± ۰/۲۵	۰/۰۰۴
۵	۰/۳۳ ± ۰/۲۸	۱/۰۰
۴	۱/۳۰ ± ۰/۲۷	<۰/۰۰۰۱

۱- فیلد کامل ۲- همی فیلد تحتانی ۳- همی فیلد

فوقانی ۴- همی فیلد داخلی ۵- همی فیلد گیجگاهی

*سطح معناداری به P-Value مساوی یا کمتر از

۰/۰۵ اطلاق می شود.

جدول ۲: مقایسه زمان تاخیر P100 در بخش های

مختلف بینایی در افراد مورد مطالعه			
موقعیت	میانگین \pm انحراف معیار	p- مقدار	
۱	۲	۱/۵۰ \pm ۰/۹۷	۱/۰۰
۳	۳	۳/۷۶ \pm ۰/۷۵	<۰/۰۰۰۱
۴	۴	۰/۴۱ \pm ۱/۱۳	۱/۰۰
۵	۵	۲/۵۹ \pm ۰/۸۲	۰/۰۲۳
۲	۳	۲/۲۵ \pm ۱/۱۶	۰/۵۶۷
۴	۴	۱/۰۹ \pm ۱/۵۶	۱/۰۰
۵	۵	۱/۰۸ \pm ۱/۰۵	۱/۰۰
۳	۴	۳/۳۵ \pm ۱/۱۴	۰/۰۴۴
۵	۵	۱/۱۷ \pm ۰/۹۷	۱/۰۰
۴	۵	۲/۱۷ \pm ۱/۴۳	۱/۰۰

۱- فیلد کامل ۲- همی فیلد تحتانی ۳- همی فیلد فوقانی

۴- همی فیلد داخلی ۵- همی فیلد گیجگاهی

کالکارین می باشد. ارائه مریدین افقی فیلد در محدوده شکاف کالکارین و ارائه قسمت فوقانی مریدین عمودی در زیر شکاف کالکارین می باشد (۲۰). سلولهای گانگلیونی قسمت فوقانی رتین به قسمت فوقانی و داخلی جسم زانویی خارجی پروژکت می شوند. این فیبرهای فوقانی به قسمت خلفی لوب پریتال پروژکت می شوند (۲۳) و به نسبت، در فاصله نزدیکتری نسبت به الکتروود فعال قرار دارند.

نکته قابل توجهی که مبین تفاوت تراکم نرونی، تغییر فاصله ثبت (۲۲) و پاسخ های مهاری می باشد، یافته های دامنه موج ثبت شده می باشد (۱). دامنه متناظر با قسمت فوقانی رتین، بعد از ناحیه تمپورال جز بیشترین دامنه می باشد. این یافته می تواند حاکی از آن باشد که دانسیته سلول های گانگلیونی در قسمت فوقانی رتین بیشتر است (۳). در انسان پروژکشن کورتکس بینایی در امتداد قسمت فوقانی و تحتانی شکاف کالکارین قرار گرفته است. قسمت فوقانی شکاف کالکارین به بخش فوقانی رتین مربوط می شود و نیمه میدان بینایی تحتانی را آرایه می دهد و قسمت تحتانی شکاف کالکارین، از نیمه تحتانی رتین و میدان بینایی فوقانی را نشان می دهد. با توجه به مطالعه jeffroy و همکارانش از آنجایی که تولیدکننده های فیلد فوقانی در زیر شکاف و نسبت به تولیدکننده های فیلد تحتانی دورتر از الکتروود فعال قرار دارند انتظار می رود نیمه تحتانی رتین دامنه کمتری داشته باشند، که در پژوهش

می رسد که در بخش های مختلف شبکه و مسیرهای متناظر با آنان، نورون های یکسان، با سرعت انتقال یکسان پیام ها و نیز مقصد یکسانی در کورتکس ندا شته باشند. همان گونه که Silveira در مطالعه خود تاکید می کند که سرعت هدایت سلول های پاروو سلولار نسبت به سلول های مگنو سلولار آهسته تر می باشد و حدود ۸۰ درصد از کل سلول های گانگلیون را سلول های P در برمی گیرد (۱۹، ۱۸، ۱).

طبق یافته های پژوهش حاضر، سریع ترین و/یا سطحی ترین و/یا نزدیکترین نورون ها به الکتروودهای فعال PVEP، نورون هایی در بخش فوقانی شبکه می باشند. مطابق با یافته های Horton به طور کلی فیبرهای ماکولا در قسمت خلفی لوب اکسی پیتال نزدیک به محل ثبت الکتروودها قرار دارند در حالی که هر چه به سمت پریفر پیش می رویم فیبرها در قسمت قدامی تر کورتکس آرایه می شوند (۲۱، ۲۰). علاوه بر این طبق نتایج Holliday و Micheal در سال ۱۹۷۱، تولید کننده پاسخ های PVEP در کورتکس، در فواصل مختلفی از الکتروود فعال قرار دارند (۲۲). همچنین با توجه با مطالعاتی که با fMRI انجام شده نشان داده شده است که فووا در قسمت خلفی اکسی پیتال و نواحی با افزایش اکسنتریسیته در قسمت قدامی تر ارائه می شوند. میدان بینایی محیطی در قسمت پشتی کورتکس پریتال و نزدیک به محل الحاق شکاف

بودن تفاوت دامنه و زمان تاخیر موج VEP در همی-فیلدهای بینایی، در پژوهش ما بیشترین حساسیت بینایی (کمترین زمان تاخیر و بیشترین دامنه) در قسمت فوقانی و گیجگاهی رتین می باشد که به ترتیب دارای کمترین زمان تاخیر و بیشترین دامنه را دارد. با توجه به یافته های این پژوهش می توان در موارد نیاز به پریمتری آبجکتیو و نبود mfVEP می توان از PVEP و ارزیابی دامنه و زمان تاخیر P100 در ناحیه فوقانی، گیجگاهی، داخلی، تحتانی رتین استفاده کرد و به ارزیابی حساسیت این نقاط پرداخت.

سپاسگزاری

این مقاله بر اساس پایان نامه کارشناسی ارشد خانم لیلا میرزایی صبا، به راهنمایی آقای دکتر ابراهیم جعفرزاده پور می باشد. بدین وسیله از دانشکده علوم توانبخشی ایران و افرادی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند و از دانشگاه علوم پزشکی ایران برای حمایت های مالی تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

1. Heckenlively, J.R. and G.B. Arden, Principles and practice of clinical electrophysiology of vision 2006: 47-49.
2. Levin LA, Nilsson SF, Ver Hoeve J, Wu S, Kaufman PL, Alm A. Adler's Physiology of the Eye. Elsevier Health Sciences 2003; Edit (10): 323- 330.
3. Curcio, Christine A., and Kimberly A. Allen , et al. Topography of ganglion cells in human retina. J. Comp. Neurol 1990; (300): 5-25.
4. Hood, Donald C., Vivienne C. Greenstein, et al. "Visual field defects and multifocal visual evoked potentials." Archives of Ophthalmology 2002; 120 (12): 1672-1681.
5. Asakawa K, Shoji N, Ishikawa H, Shimizu ,et al. New approach for the glaucoma detection with pupil perimetry. Clinical ophthalmology (Auckland, NZ) 2010; 4: 617-623.
6. Sample PA, Bosworth CF, Blumenthal EZ, Girkin C, et al. Visual function-specific perimetry for indirect comparison of different ganglion cell populations in glaucoma. ophthalmology & visual science 2000; 41(7): 1783-1790.

حاضر نیز کاهش دامنه در نیمه تحتانی رتین وجود دارد و از طرفی موقعیت این سلول ها در کورتکس، در بالای شکاف کالکارین قرار دارد و در مقایسه با قسمت تحتانی نسبت به الکتروود فعال، در فاصله نزدیکتری قرار دارند لذا دارای دامنه بهتری می باشند (۱۶). طبق نتایج پژوهش، ناحیه گیجگاهی رتین دارای بیشترین دامنه پاسخ در موج VEP می باشد. با توجه به موقعیت فیبرهای عصبی در رتین که تراکم تعداد فیبرهای عصبی در قسمت تمپورال رتین بیشتر است (۲۰). تمپورال رتین بعد از ناحیه فوقانی رتین دارای پاسخ مناسبی از نظر زمان تاخیر دارد (۱۶). ناحیه تحتانی و داخلی رتین دارای زمان تاخیر بیشتر و دامنه کمتری می باشند. سلول های گانگلیونی مرکز سطحی تر و سلول های گانگلیونی پرفیر، عمقی تر می باشند (۲۴). هر چه از مرکز و فووا دورتر می شویم نورون ها عمقی تر و دارای زمان تاخیر بیشتری می باشند. همچنین طبق یافته های پژوهش حاضر، ناحیه داخلی رتین دارای بیشترین مقدار زمان تاخیر می باشد. این فیبرها در جسم زانویی سمت مقابل چشم پروژکت می شوند (۲۳)، از طرفی به خاطر دورتر قرار گرفتن از الکتروود فعال دارای دامنه کمتر و زمان تاخیر بیشتری می باشد.

با توجه به پژوهش انجام شده از آنجایی که عمده پاسخ های کورتکس مخطط ناشی از میدان بینایی مرکزی می باشد و در نوک قطب اکسی پیتال ارایه می شود، و در موقعیت نزدیکتری نسبت به الکتروود فعال قرار دارد، هر چه به سمت پرفیر پیش می رویم با توجه به دانسیته سلول ها، توزیع نورون های مگنوسلولار و پاروسلولار و تفاوت در سرعت هدایت پیام ها به کورتکس، کاهش پاسخ ها را خواهیم داشت. محدودیتهای این پژوهش به علت زمان طولانی انجام آن، کمتر افرادی حاضر به همکاری می شدند و عدم حضور منظم افراد در زمانهای تعیین شده برای حضور در کلینیک الکتروفیزیولوژی، نیاز به برنامه ریزی و هماهنگی مجدد داشت. پیشنهادی که برای پژوهش های بعدی وجود دارد این است که می توان این ارزیابی را در افراد گلوکومی و سایر بیماری هایی که همراه با نقص میدان بینایی می باشد، انجام داد و با نتایج پریمتری استاندارد مقایسه کرد.

این پژوهش به طور نسبی جزئیات توزیع VEP لوکال را در بخش های میدان بینایی نشان داد و با توجه به معنادار

7. Graham, Stuart L., Alexander Klistorner, John R, et al. "Objective perimetry in glaucoma: recent advances with multifocal stimuli. Survey of ophthalmology. 1999 ; 43: 199-209.
8. Klistorner, A. and S.L. Graham, Objective perimetry in glaucoma. *Ophthalmology* 2000. 107(12): 2283-2299.
9. Jampel HD, Singh K, Lin SC, Chen TC, et al.. Assessment of visual function in glaucoma: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2011; 118(5): 986-1002.
10. Goldberg, I., S.L. Graham, and A.I. Klistorner, Multifocal objective perimetry in the detection of glaucomatous field loss. *American Journal of Ophthalmology* 2002; 133(1): 29-39.
11. Alexander Klistorner, Stuart L Graham. Objective perimetry in glaucoma. *American Academy Of Ophthalmology* 2000; 107(12); 2283-2299.
12. Hood, D.C. and V.C. Greenstein, Multifocal VEP and ganglion cell damage: applications and limitations for the study of glaucoma. *Progress in retinal and eye research* 2003; 22(2): 201-251.
13. Klistorner AI, Graham SL, Grigg J, Balachandran C. Objective perimetry using the multifocal visual evoked potential in central visual pathway lesions. *British journal of ophthalmology* 2005; 89(6): 739-44.
14. Brigell M, Bach M, Barber C, Moskowitz A, et al. Guidelines for calibration of stimulus and recording parameters used in clinical electrophysiology of vision. *Documenta ophthalmologica* 2003; 107(2): 185-93.
15. Kothari R, Singh S, Singh R, Shukla A, et al. Influence of visual angle on pattern reversal visual evoked potentials. *Oman journal of ophthalmology*. 2014; 7(3): 120-5.
16. Yu, M.-Z. and B. Brown, Variation of topographic visually evoked potentials across the visual field. *Ophthalmic and Physiological Optics* 1997; 17(1): 25-31.
17. Odom JV, Bach M, Brigell M, Holder G, McCulloch D, Tormene A, et al. ISCEV standard for clinical visual evoked potentials (update 2009). *Documenta Ophthalmologica*. 2010;120 (1): 9-111.
18. Croner, L.J. and E. Kaplan, Receptive fields of P and M ganglion cells across the primate retina. *Vision research* 1995; 35(1): 7-24.
19. Silveira, L. and V. Perry, The topography of magnocellular projecting ganglion cells (M-ganglion cells) in the primate retina. *Neuroscience*, 1991; 40(1): 217-237.
20. DeYoe EA, Carman GJ, Bandettini P, Glickman S, et al. Mapping striate and extrastriate visual areas in human cerebral cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 1996; 93(6): 2382-6.
21. Horton, J.C. and W.F. Hoyt, The representation of the visual field in human striate cortex. *Archives of ophthalmology* 1991; 109(6): 816-824.
22. Holliday, A. M. and Micheal, W. F. Pattern evoked responses in man associated with the vertical and horizontal meridians of the visual field. *J. Physiol* 1970; 208(2): 499-513.
23. Skrandies ,W., Brain mapping of visual evoked activity-topographical and functional components. *Acta Neurologica Taiwanica* 2005; 14(4): 164-168.
24. Kanamori A, Naka M, Nagai-Kusuhara A, Yamada Y, et al. Regional relationship between retinal nerve fiber layer thickness and corresponding visual field sensitivity in glaucomatous eyes. *Archives of ophthalmology* 2008; 126(11): 1500-6.