

تأثیر هم افزایی دوچشمی بر مولفه های موج پتانسیل برانگیخته بینایی در حوزه زمان

علی میرزاجانی: دانشیار گروه اپتومتری، مرکز تحقیقات توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. mirzajani.a@iums.ac.ir
* علیرضا جعفری: کارشناس ارشد اپتومتری، مرکز تحقیقات کلینیک فوق تخصصی چشم پزشکی بصیر، تهران، ایران (*نویسنده مسئول). Arjafari.opt@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۱۹

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۱۹

چکیده

زمینه و هدف: هدف از انجام این پژوهش، تعیین اثر هم افزایی دوچشمی بر مولفه های موج پتانسیل برانگیخته بینایی در حوزه زمان می باشد. **روش کار:** پتانسیل برانگیخته بینایی گذرای تک چشمی و نیز دوچشمی در ۲۱ داوطلب ۱۸ الی ۲۴ سال (میانگین \pm انحراف معیار، $1/9 \pm 20/7$) با سیستم بینایی طبیعی نسبت به تناوب تحریکات الگوهای شطرنجی با فرکانس فضایی-زمانی (۲/۱۸) سیکل بر درجه -۴ هرتز) ثبت گردید. دامنه و زمان تاخیر مولفه های N_{135} ، P_{100} ، N_{75} موج پتانسیل برانگیخته بینایی گذرا در حالات تک چشمی و دوچشمی اندازه گیری شد. به منظور ارزیابی تأثیر هم افزایی دوچشمی بر مولفه های موج پتانسیل برانگیخته بینایی گذرا میانگین نتایج تک چشمی چشم های راست و چپ بدست آمد و یافته های دو چشمی با میانگین یافته های تک چشمی به کمک آزمون آماری t زوج مقایسه گردید. **یافته ها:** زمان های تاخیر مولفه های N_{135} ، P_{100} ، N_{75} در حالت تحریک دوچشمی به طور قابل ملاحظه نسبت به میانگین تحریک های تک چشمی کوتاه تر بود ($p < 0/005$). دامنه موج پتانسیل برانگیخته دو چشمی نیز در هر سه مولفه در حالت دوچشمی نسبت به میانگین تحریک های تک چشمی بیشتر بود ($p < 0/05$). **نتیجه گیری:** افزایش دامنه و کاهش زمان تأخیر موج پتانسیل برانگیخته بینایی دو چشمی نسبت به وضعیت تک چشمی در همه مولفه های موج پتانسیل برانگیخته بینایی-جددا از علت بوجود آورنده این نتیجه- نشان دهنده افزایش میزان فعالیت و سرعت عملکرد سیستم بینایی در حالت دو چشمی در مقایسه با حالت تک چشمی در همه بخش های کورتکس است.

کلیدواژه ها: پتانسیل برانگیخته بینایی، هم افزایی دوچشمی، دامنه، زمان تأخیر.

مقدمه

تکامل طبیعی سیستم بینایی می باشد، به طوری که این هم افزایی در مدل های مبتلا به محرومیت تک چشمی و یا دارای انحراف چشم، صورت نمی گیرد (۴).

مطالعات سایکوفیزیکی نشان داده اند؛ زمان پاسخ دوچشمی (Reaction Time) در تمام مقادیر کنتراست سریعتر از زمان پاسخ تک چشمی است (۵). در خصوص هم افزایی دو چشمی تا به امروز مطالعات الکتروفیزیولوژیکی متعددی نیز صورت گرفته است (۶) با این وجود در این مطالعات با کاربرد پتانسیل های برانگیخته بینایی، نتایج گزارش شده در خصوص هم افزایی بینایی از مقادیر منفی تا حتی ۱/۵ برابر متفاوت بوده است (۱۲-۷).

پتانسیل برانگیخته بینایی یکی از روش های

هم افزایی دوچشمی یک پدیده شایع بینایی است (۱). مطالعات نشان داده است که برای دستیابی به حس واقعی عملکرد بینایی افراد در زندگی روزمره، باید بینایی دوچشمی را اندازه گرفت (۲). محققین وجود هم افزایی و نیز مهار دوچشمی را فاکتورهای مهمی در تعیین سطح کیفیت زندگی وابسته به بینایی (Vision-specific quality of life) و توجیه کننده تجارب بینایی بیماران (Visual experience of patients) دانسته و دلیل احتمالی ترجیح برخی افراد در بستن یک چشم (در نبود دوبینی و یا انحرافات چشمی) برشمرده اند (۳). مطالعه اخیر Lin Li، بررسی بر روی مدل های حیوانی نیز موید اهمیت و نقش موثر هم افزایی دوچشمی در تشخیص

روش کار

آزمون در دو بخش "معاینات اپتومتری و ثبت موج پتانسیل برانگیخته بینایی" برگزار گردید. در بخش اول معاینات چشمی در قالب تعیین حدت دید با چارت پروژکتور بینائی (با شرط ورود داشتن دید حداقل ۲۰/۲۰ در هر چشم) و ریفراکشن بیماران با دستگاه اتوریفراکتومتر مدل تاپکن انجام و با فرض امتریوپ بودن مقادیر عیب انکساری کروی ± 0.5 و استوانه ای 0.5 دیوپتری داوطلبان به طور اولیه پذیرفته شدند. در مرحله بررسی انحرافات با آزمون کاورتست افراد به شرط عدم ابتلاء به انحرافات آشکار و هتروفوریای عمودی و نیز حداکثر اگزوفوریا ۴ پریزم دیوپتر و ایزوفوریا ۲ پریزم دیوپتر در فاصله فیکساسیونی دور مجاز به ادامه آزمایشات شدند. برای اطمینان از داشتن دید دوچشمی مناسب و کارآمد، تست دید بعد با کتابچه TNO انجام و افراد به شرط داشتن حدت دید بعد بهتر از ۶۰ کمان ثانیه قادر به ادامه آزمایشات بودند و همچنین برای تایید حصول شرایط مساعد دید دوچشمی خوب و فیوژن حسی بالا، تست پریزم ورژنس با استفاده از پریزم بار انجام شد. سرانجام با کنترل از لحاظ موارد پاتولوژی در معاینات سگمان قدامی (اسلیت لمپی) و سگمان خلفی (فاندوسکوپ پان اپتیک) افرادی که در همه موارد بدون مشکل شناخته شدند، به عنوان کاندیدای آزمون ثبت پتانسیل برانگیخته بینایی پذیرفته شدند. پس از انتخاب ۲۱ نفر با شرایط فوق الذکر مرحله اول به پایان رسید.

در بخش دوم (تست VEP پتانسیل برانگیخته بینایی)، پتانسیل برانگیخته کورتکس بینائی در ۳ مرحله (چشم راست و چپ به تنهایی و به صورت دوچشمی) و با فرکانس فضایی $2/18$ سیکل بر درجه در فرکانس زمانی ۴ هرتز ثبت شد، ثبت هر کدام از این ۳ مرحله به ترتیب تصادفی و براساس اعداد تصادفی Balanced Latin Square برای هر بیمار اجرا شد. در شرایط نوری یکسان در همه حالات (سطح روشنایی متوسط) و پس از آموزش بیماران (پرهیز از عوامل ایجاد خطا)، همه مراحل آزمون با دستگاه الکترودیگنوستیک AXON مدل S 4000 دو کاناله با الکترودهای سطحی که از

اندازه گیری ابجکتیو عملکرد سیستم بینایی است که توسط الکترودهای سطحی پوست در سطح کورتکس اکسی پیتال رویت می گردد (۱۳). بررسی پتانسیل های برانگیخته بینایی در دو حوزه زمان و فرکانس انجام می شود ولی تغییرات در حوزه زمان نسبت به حوزه فرکانس کاربرد کلینیکی بیشتری دارد (۱۴ و ۱۵). میزان هم افزایی دوچشمی (Visual Evoked Response) (Binocular Summation) بیانگر میزان افزایش دامنه موج پتانسیل برانگیخته بینایی می باشد که تحت شرایط دید دوچشمی با حالت تک چشمی مقایسه می شود که عمدتاً در مطالعات پیشین تنها به دامنه مولفه P_{100} از مولفه های موج پرداخته شده است. در خصوص محاسبه میزان هم افزایی در بسیاری از مطالعات با فرمول VERBS $(2 \times OU)/(OD + OS) =$ به آن می پردازند که OU اشاره به دامنه در حالت دوچشمی و OD و OS اشاره به دامنه های تک چشمی دارند (۶)، هر چند که ضریب میزان هم افزایی از مطالعه ای تا مطالعه دیگر متفاوت است (۶).

با توجه به اهمیت کاربردی بودن هم افزایی دوچشمی که حتی گاهی به عنوان شاخصی در تعیین تکامل سیستم بینایی محسوب می گردد (۴) و تنوع و پراکندگی نتایج در گزارشات متعدد - صرف نظر از شرایط آزمایش و نوع نمونه ها - از آنجایی که غالباً مطالعات پیشین تنها به مولفه P_{100} پرداخته اند و مولفه های N_{75} و N_{135} را در نظر نگرفته اند و در امور بالینی VEP Transient و آن هم در نوع Time domain استفاده می شود، در این مطالعه هم افزایی دید دوچشمی در همه مولفه های موج پتانسیل برانگیخته بینایی شامل N_{75} ، P_{100} و N_{135} و در این نوع VEP مورد بررسی قرار گرفت. هدف مطالعه حاضر تعیین تاثیر هم افزایی دوچشمی بر همه مولفه های موج پتانسیل برانگیخته بینایی در حوزه زمان به روش پتانسیل برانگیخته بینایی گذرا در داوطلبانی با سیستم بینایی نرمال و عملکرد دید دوچشمی طبیعی می باشد.

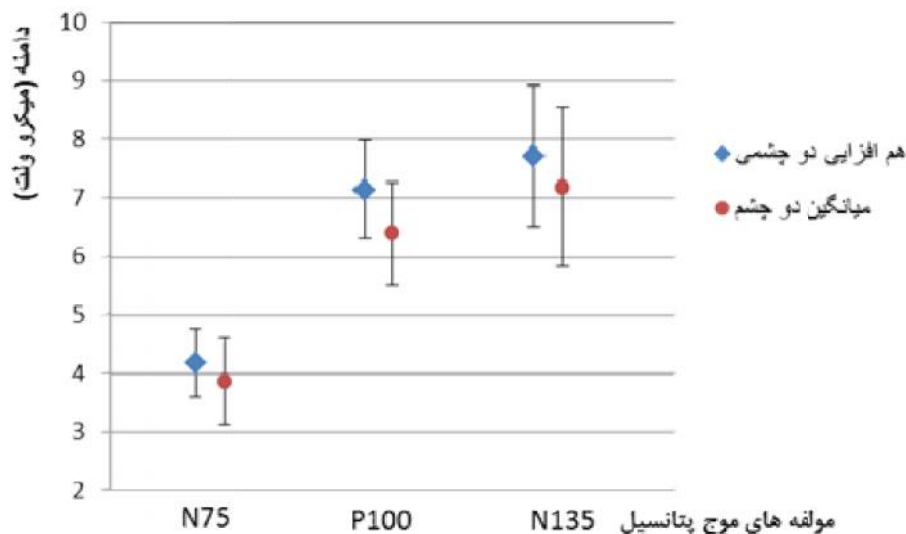
آمد. در تست پریم و رزئس عمودی که به روش *Supra Vergence* صورت گرفت نیز نتیجه بدست آمده در *Break* معادل ۴/۱ پریم دیوپتر (با حداقل ۳ و حداکثر ۵ پریم) و در *Recovery* برابر ۲ پریم دیوپتر (با حداقل ۱ و حداکثر ۳ پریم) می باشد. نتایج حاصله از آزمون دید بعد با تست TNO هم با میانگین ۴۹/۲ کمان ثانیه (با حداکثر ۶۰ ثانیه برکمان و حداقل ۱۵ ثانیه برکمان) ثبت شد. نتایج کلی در دو عامل دامنه (*Amp.*) و زمان تاخیر (*Lat.*) در ۳ حالت چشم راست، چشم چپ و دوچشمی بررسی شدند.

الف: تغییرات دامنه مولفه های سیگنال VEP: دامنه مولفه های N_{135} ، P_{100} ، N_{75} سیگنال دو چشمی با میانگین سیگنال تک چشمی به کمک آزمون آماری "تی زوج" مقایسه گردید. طبق یافته های این مطالعه، در حالت دوچشمی دامنه مولفه N_{75} به میزان ۰/۳۱ میکروولت نسبت به میانگین نتایج تک چشمی افزایش نشان داده است و نسبت هم افزایی دو چشمی برابر ۱/۰۸ می باشد ($t= -3/620$ ، $p=0/002$). این افزایش دامنه در مولفه P_{100} نیز به میزان ۰/۷۵ میکروولت حاصل شده است یعنی نسبت هم افزایی دوچشمی برای این مولفه ۱/۱۱ می باشد ($t= -18/950$ ، $p=0/000$) و میزان افزایش دامنه دوچشمی مربوط به مولفه N_{135} نیز ۰/۵۲ میکروولت می باشد که میزان

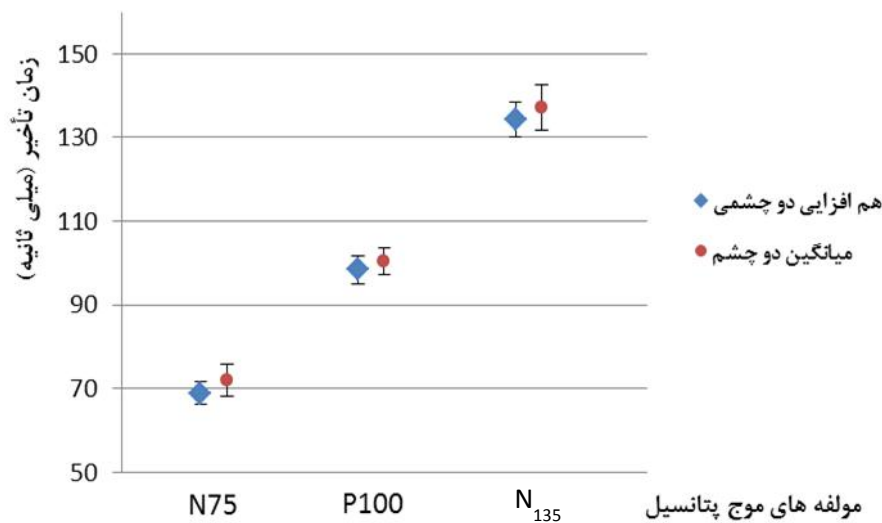
جنس روکش طلا بودند و الکترودهای مورد استفاده نیز با سیستم بین المللی کدگذاری ۲۰- ۱۰ نصب شده بودند، به انجام رسید. پارامترهای ثبت انتخاب شده، به صورت فرکانس حد پایین ۰/۱ هرتز (*Lo.cut*)، فرکانس حد بالا ۶۰ هرتز (*Hi.cut*) با حساسیت ۱ میکروولت (*Sensitivity*) و تقسیم زمانی ۲۵ میلی ثانیه (*Time/Div.*) با مدار اتوماتیک ۲۰۰ تحریک (*Loop No.*) در نظر گرفته شدند. سیگنال های بدست آمده مورد بررسی قرار گرفت و دامنه و زمان تأخیر مولفه های N_{135} و P_{100} ، N_{75} موج ثبت شده در سه حالت چشم راست، چشم چپ و حالت دوچشمی به طور مجزا اندازه گیری شده و برای تجزیه و تحلیل های آماری یادداشت گردید. میانگین یافته های دامنه و زمان تأخیر چشم راست و چپ محاسبه گردیده و به عنوان یافته های تک چشمی لحاظ گردید. سپس از آزمون آماری *t* زوج برای مقایسه یافته های دو چشمی با میانگین یافته های تک چشمی استفاده گردید.

یافته ها

۲۱ داوطلب (۱۲ نفر مذکر، ۵۷٪ نمونه ها و ۹ نفر مونث، ۴۳٪ نمونه ها) وارد مطالعه شدند. دامنه سنی داوطلبان بین ۱۸ الی ۲۴ سال (میانگین \pm انحراف معیار، $20/7 \pm 1/9$) بدست



شکل ۱- مقایسه هم افزایی دوچشمی در دامنه مولفه های مختلف سیگنال



شکل ۲- مقایسه زمان تاخیر دوچشمی با زمان تاخیر تک چشمی در مولفه‌های مختلف سیگنال

طبیعی، افزایش دامنه در VEP دوچشمی را تایید نموده اند (۱۶). همچنین Knierim و همکارانش با مطالعه داوطلبین دارای وضعیت بینایی نرمال، کوتاهی قابل توجهی در زمان تاخیر مولفه P₁₀₀ را گزارش کرده اند (۱۷). کاهش زمان تاخیر در حالت دوچشمی در مطالعه حاضر به نوعی با گزارش بهبود عملکرد سیستم بینایی در درک تصاویر و افزایش سرعت در آنالیز داده ها در اثر هم افزایی دوچشمی در سیستم های طبیعی بینایی (۱۸) همخوانی نشان می دهد. همچنین نتایج این مطالعه با گزارشات B. Bagolini و همکارانش که بیانگر وجود ضریبی از فعالیت های دوچشمی در خصوصیات امواج پتانسیل برانگیخته بینایی می باشد (۱۹)، هماهنگی دارد. هر چند di Summa و همکارانش در مقایسه موج پتانسیل برانگیخته بینایی دوچشمی و تک چشمی با استفاده از الگوهای ۱۵ و ۴۰ دقیقه بر کمان، در همه شرایط آزمون- به ویژه در استفاده از محرک های کوچک ۱۵ دقیقه بر کمان - میانگین دامنه ها در موج دوچشمی را بیشتر از پاسخ های "چشم بهتر" ارزیابی نمودند، اختلاف معنی داری بین میانگین زمان تاخیر مولفه ها در حالت دوچشمی با "چشم بهتر" در حالت تک چشمی در هیچ یک از اندازه های محرک های بینایی تک چشمی به دست نیاوردند. تشابه در میانگین زمان های تاخیر در دو حالت فوق می تواند موید این

نسبت هم افزایی ۱/۰۷ است ($p=0/000$, $t=8/624$). مقایسه هم افزایی دو چشمی در دامنه مولفه های مختلف سیگنال در شکل ۱ نشان داده شده است.

ب: تغییرات زمان تاخیر مولفه های سیگنال VEP: زمان تاخیر مولفه های N₇₅، P₁₀₀ و N₁₃₅ سیگنال دو چشمی با میانگین سیگنال تک چشمی به کمک آزمون آماری "تی زوج" مقایسه گردید. نتایج نشان می دهد که زمان تاخیر مولفه N₇₅ در اثر هم افزایی دوچشمی به میزان ۳/۱۲ میلی ثانیه (معادل ۰/۹۶٪) کاهش داشته است ($p=0/000$). نیز در حالت دوچشمی معادل ۰/۹۸٪ و برابر ۲/۰۲ میلی ثانیه می باشد ($p=0/006$, $t=3/047$). میزان این کاهش در زمان تاخیر مولفه N₁₃₅ نیز به ۲/۹۷ میلی ثانیه معادل ۰/۹۷٪ رسیده است ($p=0/000$). مقایسه زمان تاخیر دو چشمی با زمان تاخیر تک چشمی در مولفه های مختلف سیگنال در شکل ۲ نشان داده شده است.

بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر هم افزایی دوچشمی در هر سه مولفه N₇₅، P₁₀₀ و N₁₃₅ به شکل افزایش در دامنه ها و کاهش در زمان های تاخیر مشهود است. قبلا Apkarian و همکارانش با مطالعه الکتروفیزیولوژی عملکرد دید دوچشمی

دوچشمی پرداخته شده است- استفاده از یک فرکانس فضایی و زمانی مشخص کفایت نموده است، اما برای اثبات بهتر چگونگی این هم افزایی و نیز تعیین مکان سلول های دوچشمی مسئول این پدیده در کورتکس بینایی، استفاده از فرکانس های فضایی و زمانی مختلف و با اجرای مدولاسیون این فرکانس ها لازم می باشد.

افزایش دامنه و کاهش زمان تأخیر موج پتانسیل برانگیخته بینایی دو چشمی نسبت به وضعیت تک چشمی در همه مولفه های موج پتانسیل برانگیخته بینایی - جدا از علت بوجود آورنده این نتیجه- نشان دهنده افزایش میزان فعالیت و سرعت عملکرد کورتکس بینایی در حالت دو چشمی در مقایسه با حالت تک چشمی است. ولی حیطة نتایج حاضر مشخص نمی سازد که این یافته ها قطعاً مربوط به فعالیت سلول های دوچشمی هست یا خیر. مطالعات تکمیلی بیشتری برای یافتن سایر ابهامات پیرامون موضوع پیشنهاد می گردد.

تقدیر و تشکر

این مقاله نتیجه بخشی از طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران به شماره قرارداد ۱۲۲۷۶ مورخ ۱۳۸۹/۱۰/۲۸ می باشد. نویسندگان از شرکت طراحی نگاراندیشگان به جهت تسهیل در دسترسی به دستگاه (VEP (Axon - 4000 S برای ثبت پتانسیل های برانگیخته بینایی از داوطلبان شرکت کننده تشکر می نمایند.

منابع

1. Luo G, Jiang F, Liang J, Liu C, Wu DZ. The study on binocular visual field summation and its possible mechanism. Yan Ke Xue Bao. 2002 Dec; 18(4):253-8.
2. Schneck ME, Haegerstöm-Portnoy G, Lott LA, Brabyn JA. Monocular vs. binocular measurement of spatial vision in elders. Optom Vis Sci. 2010 Aug;87(8):526-31.
3. Pineles SL, Birch EE, Talman LS, Sackel DJ, Frohman EM, Calabresi PA, et al. One eye or two: a comparison of binocular and monocular low-

فرضیه باشد که موج های پتانسیل برانگیخته بینایی دوچشمی و تک چشمی به صورت پس سیناپسی از نورون های دوچشمی در کورتکس اولیه بینایی منشا می گیرند. افزایش در دامنه های دوچشمی می تواند وابسته به حذف "مهار تونیک بین دوچشمی" (tonic interocular inhibition) و یا مربوط به مکانیسم های تعدیل کورتکس باشد (۲۰).

عدم دستیابی به نتایج کاملاً متشابه و گاهی متناقض در مقوله تاثیرات هم افزایی دوچشمی بر مولفه های موج پتانسیل برانگیخته بینایی، در مواردی مرتبط با تفاوت در شرایط آزمایشگاه ها و یا نوع نمونه ها و گاهی نیز مربوط به تفاوت در معیارهای تفسیر یا اندازه گیری است^۵. برای کاهش برخی از این موارد مخدوش کننده، Apkarian و همکارانش لیست مناسبی از تعاریف مرتبط با موضوع را پیشنهاد داده اند (۱۶) که نتایج بدست آمده در این مطالعه جزء گروه هم افزایی نسبی (Partial Summation) از این تقسیم بندی مرسوم قرار می گیرند.

مطالعه حاضر به بررسی کارایی هم افزایی دوچشمی در افراد دارای بینایی طبیعی محدود گردیده است. معکوس آن (مهار دوچشمی) در افراد دارای دید بعد غیرطبیعی مورد انتظار است. در مطالعه Bagolini و همکارانش، افزایش مقادیر دامنه و کوتاهی زمان تاخیر مولفه های موج در افراد مبتلا به ساپرشن و ARC بدست نیامده است (۱۹). Fatima و همکارانش نیز در مقایسه ۳۱ شرکت کننده با سیستم بینایی نرمال، در ۱۸ کودک مبتلا به آمبلیوپی، شواهدی از کوتاهی زمان تاخیر و افزایش دامنه (مترادف هم افزایی دوچشمی) بدست نیاوردند (۲۱). لذا کاربرد مقوله هم افزایی دوچشمی در تشخیص اختلالات دید دوچشمی در مطالعه جداگانه ای قابل بررسی است.

یافته های این مطالعه بیانگر فعالیت و سرعت عمل بیشتر در حالت بینایی دوچشمی در مقایسه با دید تک چشمی در همه مولفه های موج پتانسیل برانگیخته بینایی است. البته با توجه به هدف مطالعه - که صرفاً به موضوع هم افزایی

Elektroenzephalogr Elektromyogr Verwandte Geb. 1985 Dec; 16(4):212-4.

18. Plainis S, Petratou D, Giannakopoulou T, Atchison DA, Tsilimbaris MK. Binocular summation improves performance to defocus-induced blur. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011 Apr; 52(5):2784-9.

19. Bagolini B, Falsini B, Cermola S, Porciatti V. Binocular interactions and steady-state VEPs. A study in normal and defective binocular vision (Part II). *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1994 Dec; 32(12):737-44.

20. Di Summa A, Fusina S, Bertolasi L, Vicentini S, Perlini S, Bonjiovanni LG, et al. Mechanism of binocular interaction in refraction errors: Study using pattern-reversal visual evoked potentials. *Doc Ophthalmol.* 1999;98(2):139-51.

21. Shawkat F. S., Kriss A. Interocular interaction assessed by VEPs to pattern-onset, -reversal, and -offset in normally sighted and amblyopic subjects. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1997 Jan; 104(1):74-81.

contrast acuity testing in multiple sclerosis. *Am J Ophthalmol.* 2011 Jul;152(1):133-40.

4. Lin-Lin Li, Yan Wen, Hua-Qing Gong. The study of P-VEP on binocular vision in cats. *Guoji Yanke Zazhi.* 2013;13(5):865.

5. Blake R, Martens W, Di Gianfilippo A. Reaction time as a measure of binocular interaction in human vision. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1980 Aug;19(8):930-41.

6. Leguire LE, Rogres GL, Bremer DL. Visual-evoked response binocular summation in normal and strabismic infant. Defining the critical period. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1991 Jan; 32(1): 126-33.

7. Srebro R. The visually evoked response. Binocular facilitation and failure when binocular vision is disturbed. *Arch Ophthalmol.* 1978 May; 96(5):839-44.

8. Campos EC. Anomalous retinal correspondence. Monocular and binocular visual evoked responses. *Arch Ophthalmol.* 1980 Feb; 98(2):299-302.

9. Giuseppe N, Andrea F. Binocular interaction in visual-evoked responses: summation, facilitation and inhibition in a clinical study of binocular vision. *Ophthalmic Res.* 1983;15(5):261-4.

10. Wanger P, Persson HE. Visual evoked responses to pattern-reversal stimulation in childhood amblyopia. *Acta Ophthalmol (Copenh).* 1980 Oct;58(5):697-706.

11. Rogers GL, Bremer DL, Leguire LE, Fellows RR. Clinical assessment of visual function in the young child: a prospective study of binocular vision. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 1986 Sep-Oct;23(5):233-5.

12. Chiesi C, Sargentini AD, Bolzani R. Binocular visual perception in strabismics studied by means of visual evoked responses. *Doc Ophthalmol.* 1984 Aug 15; 58(1):51-6.

13. Sherman J. Visual evoked potential (VEP): basic concepts and clinical applications. *J Am Optom Assoc.* 1979 Jan;50(1):19-30.

14. Doron Urboch, Moshe Gur, Hillel Prarf.t, Ron Peledj. Time domain analysis of VEPs, detection of waveform abnormalities in multiple sclerosis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1986; 27:1379-1384.

15. Guangyu B, Xiaorong G, Yijun W, Bo Hong, Shanghai G. VEP-Based Brain-Computer Interfaces: Time, Frequency, and Code Modulations. *Computational Intelligence Magazine, IEEE.* 2009 Nov; 4 (4): 22 – 26.

16. Apkarian PA, Nakayama K, Tyler CW. Binocularity in the human visual evoked potential: facilitation, summation and suppression. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1981 Jan;51(1):32-48.

17. Knierim A, Emser W, Schimrigk K. Latency differences of visual evoked potentials in binocular and monocular checkerboard stimulation as well as age and sex dependence. *EEG EMG Z*

The effect of binocular summation on time domain transient VEP wave's components

Ali Mirzajani, Assistant Professor, Rehabilitation Research Center of Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. mirzajani.a@iums.ac.ir

Alireza Jafari, Optometrist (MSc), Research Center, Basir Eye Clinic, Tehran University of Medical Sciences Tehran, Iran. Arjafari.opt@gmail.com

*Corresponding Author Arjafari.opt@gmail.com

Abstract

Background: To determine the effect of binocular summation on the time domain transient VEP wave's components.

Methods: The monocular and binocular transient visual evoked potentials of 21 normally vision volunteers 18 to 24 years (mean \pm SD, 20.7 \pm 1.9) during a reversing checkerboard stimulus with spatiotemporal frequency of 2.18-4 cpd-Hz were recorded. The amplitude and latency of N75, P100 and N135 components of monocular and binocular transient visual evoked potentials were measured. To evaluate the binocular summation for binocular records in compare to monocular ones, the average of right and left eyes results obtained and binocular findings were compared with averages of monocular ones using the statistical methods of paired t-test.

Results: latencies of N75, P100 and N135 components during binocular stimulation records were significantly shorter compared to monocular ones ($p < 0.005$). The amplitudes of all of three components in binocular stimulation records were higher than monocular records ($p < 0.05$).

Conclusion: Regardless of its cause, the higher amplitude and lower latency during binocular stimulation compared to monocular records shows more cortical activity in a faster manner during binocular vision compared to monocular vision.

Keywords: Visual Evoked Potential, Binocular Summation, Amplitude, Latency.