گزارش کوتاه

مجلهٔ دانشگاه علوم پزشکی بابل
دوره نوزدهم، شماره ۱۲، آذر ۱۳۹۶، صفحه ۲۱-۱۷

تأثیر مدولاسیون فرکانس‌های فضائی محرکین بینائی بر پاسخ کورتکس بینائی در حالت نزدیک بینی

محسن توان (MSc) [۱]، سهیلا قیطران (MD) [۲]، بتول هوری (MSc) [۱]، حامد توان (MSc) [۳*]

۱-مرکز تحقیقات پیشگیری از آسیب های روانی اجتماعی، دانشگاه علوم پزشکی ایلام
۲-گروه چشم پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایلام
۳-کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی ایلام

دریافت: ۹۶/۱/۲۹، اصلاح: ۹۶/۵/۱۱، پذیرش: ۹۶/۶/۱۲

خلاصه

سابقه و هدف: پاسخ کورتکس بینائی نسبت به فرکانس‌های فضائی مختلف انتخابی بودهو عوامل مختلفی در پردازش فرکانس های فضایی محرکین بینایی در کورتکس نقش دارند. با توجه به نقش مدولاسیون فرکانس های فضایی در تعیین مقادیر مختلف نزدیک بینی، این مطالعه به منظور بررسی تأثیر مدولاسیون فرکانس‌های فضائی محرک بینائی بر پاسخ کورتکس بینائی در حالت نزدیک بینی ساختگی توسط تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تحلیلی بر روی ۱۲ نفر داوطلب سالم (۵ مرد و ۷ زن) انجام شد، میدان بینایی، اندازه مردمک اندازه گیری شد، تصویربرداری تشدید مغناطیسی با استفاده از دستگاه MRI فیلیپس با شدت میدان مغناطیسی ۱/۵ تسلا انجام شد. از آنجائی که مدت زمان انجام هر آزمایش ۴ دقیقه (متشکل از ۸ بلوک ۳۰ ثانیه‌ای) بود، داده‌ها به کمک نرم افزار FSL پردازش گردید. IRCT:۲۰۱۶۰۲۱۳۲۶۵۳۸N۲

یافته‌ها: بین حالت بدون عیب انکساری و حالت نزدیک بینی ساختگی با عدسی ۱،۰۰+ دیوپتری طی فرکانس فضائی میانی(p=۰/۰۰۵) و بالا(p=۰/۰۳) ارتباط معنی داری وجود داشت. بین حالت بدون عیب انکساری و نزدیک بینی ساختگی با عدسی ۳.۰۰+ دیوپتری در فرکانس فضائی بالا (p=۰/۰۰۹) معنی دار نبود.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه کاهش پاسخ کورتکس بینائی در مقادیر مختلف نزدیک بینی نسبت به حالت امتروپی را نشان می دهد. علی رغم کاهش نامحسوس در مقادیر مختلف نزدیک بینی، نتایج حاصله دلالت بر موثر بودن نزدیک بینی بر پاسخ کورتکس دارد.

واژه‌های کلیدی: نزدیک بینی، کورتکس بینائی، محرک بینائی.

مقدمه

تأثیر پارامترهای فیزیکی محرک‌های بینائی بر نحوه پاسخ سیستم بینائی به طور وسیع مورد مطالعه قرار گرفته و مشخص شده که پارامترهای فیزیکی محرک‌های بینائی از قبیل رنگ، شکل، لومینانس، کنتراست، فرکانس‌های فضائی و زمانی بر روی پاسخ سیستم بینائی موثر می‌باشند (۵-۱). فرکانس‌های فضائی و زمانی حاوی اطلاعات اصلی و اولیه محرکین بینائی می‌باشد که جهت پردازش تصاویر در مرکز بالاتر سیستم بینائی از قبیل کورتکس ضروری می‌باشند. عوامل مختلفی از جمله عیوب انکساری علی الا خصوص نزدیک بینی باعث می‌شوند که پردازش فرکانس‌های فضائی محرکین بینائی در کورتکس به صورت کامل انجام نشود (۵). نزدیک بینی با افزایش تاری اپتیکی و متعاقب آن کاهش کیفیت تصاویر شبکیه‌ای تغییراتی را در پاسخ کورتکس به وجود می‌آورد (۵). این تغییرات در مطالعات سایکوفیزیکال به صورت افزایش آستانه حدت بینائی یا کاهش حدت بینائی (۶)، کاهش تابع حساسیت کنتراست (۷) و در ثبت پتانسیل برانگیخته بینائی به صورت افزایش زمان نهفته و کاهش دامنه مؤلفه P۱۰۰ موج VEP(۸) قابل ثبت می‌باشد. در این مطالعات مشخص گردیده است که نزدیک بینی اثرات بارزی بر نتایج آزمون‌های بینائی و پاسخ کلی سیستم بینائی دارد. شدت این حالت به گونه‌ای می‌باشند که نمی‌توان اثرات آن را بر نحوه پاسخ سیستم بینائی نادیده گرفت و در اکثر موارد از نزدیک بینی به عنوان عامل مداخله گر و مخدوش کننده یاد شده است (۵) و محققین از ضرورت بکار گیری تمهیداتی جهت به حداقل رساندن این حالت سخن به میان آورده‌اند. از طرف دیگر اثبات شده که کورتکس بینائی علاوه بر تأثیر پذیری از عوامل فیزیکی و اپتیکی، نسبت به برخی پارامترهای فیزیکی محرکین بینائی از قبیل فرکانس‌های فضائی و ... به صورت انتخابی عمل می‌نماید (۹). Mirzajani و همکاران در بررسی تأثیر مدولاسیون فرکانس‌های فضائی و زمانی محرکین بینائی بر فعالیت کورتکس بینائی انسان به کمک تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی، بیان داشتند که کورتکس بینائی پاسخی انتخابی نسبت به فرکانس‌های فضائی و زمانی نشان می‌دهد (۱۰). با این وجود، بررسی تأثیر توامان اثرات فرکانس‌های فضائی محرکین بینائی و عیوب انکساری کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. در مطالعات موجود، اثرات عیوب انکساری تنها و تنها در یک فرکانس فضائی یا زمانی ثابت و مشخص مورد

این مقاله حاصل پایان نامه محسن توان دانشجوی کارشناسی ارشد بینایی سنجی و طرح به شماره A-۱۰۲۲۷۳/۸ دانشگاه علوم پزشکی ایلام می باشد.

*مسئول مقاله: حامد توان
آدرس: ایلام، بلوار پژوهش، دانشگاه علوم پزشکی ایلام، دانشکده پرستاری و مامایی. تلفن:۰۸۴-۳۲۲۲۷۱۲۳
E-mail: hamedtavan@gmail.com

[DOR: 20.1001.1.15614107.1396.19.12.3.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jbums.19.12.17]

مطالعه قرار گرفته است. Elbel و همکاران با بررسی حالت نزدیک بینی ساختگی به کمک عدسی+۸،۰۰ دیوپتری در فرکانس زمانی ۴ هرتز و مقایسه با حالت بدون عیب انکساری (امتروپی)، نشان دادند که نزدیک بینی بر پاسخ کورتکس موثر می‌باشد و کاهش پاسخ آن نسبت به حالت امتروپی به دنبال دارد (۵). Mirzajani و همکاران در بررسی حالت نزدیک بینی ساختگی به کمک عدسی‌های+۱،۰۰۰، +۳،۰۰۰ و+۵،۰۰۰ دیوپتری در فرکانس فضائی ۱/۸۴ سیکل در درجه و فرکانس زمانی ۸ هرتز، بیان نمودند که میانگین شدت سیگنال BOLD و تعداد وکسل های فعال شده در حالت نزدیک بینی ساختگی نسبت به حالت امتروپی روند کاهشی نامنظمی نشان می‌دهد (۱۱).

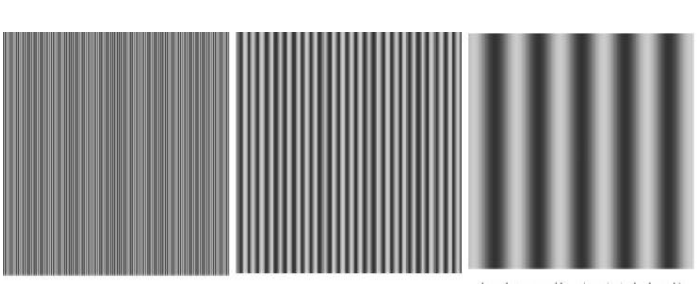
لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر مدولاسیون فرکانس‌های فضائی محرکین بینائی بر پاسخ کورتکس بینائی در حالت نزدیک بینی بینائی در حالت نزدیک بینی توسط fMRI می باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه تحلیلی پس از تصویب در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی ایلام با کد ۲/۹۳۲۱۲/الف و شماره ثبت کارآزمایی بالینی IRCT:۲۰۱۶۰۲۱۳۲۶۵۳۸N۲ بر روی ۱۲ داوطلب سالم راست دست (۵ مرد و ۷ زن) در محدوده سنی ۳۲-۱۸ سال (با میانگین سنی ۴±۲۳ سال) انجام شد. در این مطالعه، برای حالت فعالیت از الگوهای سینوسی عمودی معکوس شونده با فرکانس‌های فضائی ۰/۴، ۲ و ۸ سیکل در درجه استفاده شد. محرکین بینائی در فاصله مشخص و ثابتی از داوطلبین (D=۵۲۸ cm)که معادل فاصله بین چشم داوطلبین در داخل اسکنر دستگاه تصویربرداری و صفحه پروژکتوری که محرکین بینائی نمایش می‌داد، بود. ابعاد میدان بینایی تشکیل شده بر روی صفحه نمایش در راستای افقی و عمودی به ترتیب برابر ۱۱۵ و ۸۷ سانتیمتر بود. به کمک معادله ۱، مشاهده کامل محرکین بینائی برروی صفحه نمایش طبق معادله ۱ معادل ۹/۴۵×۴۹/۱۲ درجه بود.

$$L = \frac{2\pi D}{360}$$ معادله ۱:

مقادیر خطی به مقادیر زاویه‌ای تبدیل شد. بر این اساس، میدان بینائی مورد نیاز داوطلبین جهت مشاهده کامل محرکین بینائی بر روی صفحه نمایش معادل ۹،۴۵×۱۲،۴۹ درجه بود. شکل۱ نمونه هائی از محرکین بینائی مورد استفاده در این مطالعه نشان می‌دهد.



الف ب ج

شکل ۱. انواع محرک‌های بینائی مورد استفاده در مطالعه در فرکانس های فضائی مختلف: فرکانس فضائی پائین (الف)، میانی (ب) و بالا (ج).

تصویربرداری تشدید مغناطیسی با استفاده از دستگاه MRI فیلیپس با شدت میدان مغناطیسی ۱/۵ تسلا با روش وابسته به سطح اکسیژن خون با استفاده از تکنیک اکوپلانار در بخش تصویربرداری بیمارستان حضرت رسول اکرم (ص) انجام شد. ازآنجائیکه مدت زمان انجام هر آزمایش ۴ دقیقه (متشکل از ۸ بلوک ۳۰ ثانیه‌ای) بود، هر حجم عملکردی در مدت زمان ۳ ثانیه بدست آمد. بنابراین در هر آزمایش ۸۰ حجم عملکردی شامل ۲۵ مقطع عرضی با ضخامت ۴ میلی متر به موازات خط مسیر قدامی-خلفی تهیه شد.

یک توالی اکو گرادیان با وزن T2 با پارامترهای زیر مورد استفاده قرار گرفت. بیماران راست دست درصورت نداشتن بیماری خاص (نورولوژیک و سیستمیک) و نداشتن عیوب انکساری وارد مطالعه شدند و در صورت عدم همکاری و وجود بیماری‌های مرتبط با چشم از مطالعه حذف شدند. تایید بیماری با توجه به مطالعات قبلی انجام گرفت(۱۰و۱۱) در این مطالعه فرکانس فضائی، نزدیک بینی ساختگی، شدت سیگنال BOLD، تعداد وکسل‌های فعال شده مورد بررسی قرار گرفت. بعد از اتمام اسکن‌های عملکردی و آناتومیکی، داده‌های اولیه با فرمت (Digital Imaging and Communication in Medicine=DICOM) ذخیره شدند.

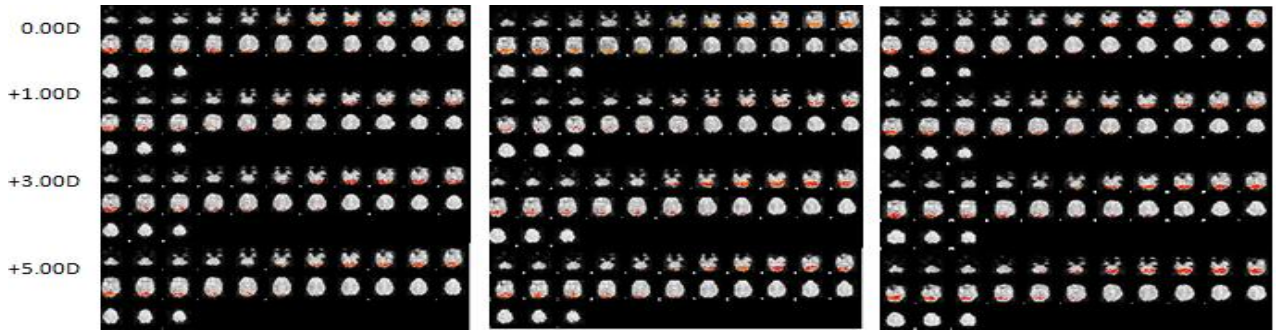
جهت پردازش اطلاعات در وهله اول داده‌ها به فرمت های قابل آنالیز با نرم افزارهای پردازش تصویر تغییر یافتند. سپس به منظور بررسی میزان تأثیر مدولاسیون فرکانس‌های فضائی محرک‌های بینائی، میانگین درصد تغییر شدت سیگنال BOLD و تعداد وکسل های فعال شده در اثر تحریکات بینایی در داوطلبان شرکت کننده در حالات مختلف نزدیک بینی ساختگی از آزمون Repeated measure ANOVA استفاده شد.

یافته‌ها

در این مطالعه پاسخ کورتکس بینائی در ۱۲ داوطلب (۷ مرد و ۵ زن) امتروپ (RE<±۰/۲۵) با محدوده سنی ۲۵-۱۸ سال (میانگین سنی ۴±۲۳ سال) شرکت کردند. در این مطالعه درصد سیگنال BOLD حین فرکانس فضائی پائین در هیچکدام از مقادیر نزدیک بینی ساختگی نسبت به حالت بدون عیب انکساری رابطه معنی داری نشان نداد. در حالیکه رابطه معنی داری بین حالت بدون عیب انکساری و حالت نزدیک بینی ساختگی با عدسی ۱.۰۰+ دیوپتری طی فرکانس فضائی میانی (p=۰/۰۰۵) و بالا (p=۰/۰۳) مشاهده شد. بعلاوه تغییرات معنی داری نیز بین حالت بدون عیب انکساری و نزدیک بینی ساختگی با عدسی ۳.۰۰+ دیوپتری در فرکانس فضائی بالا(p=۰/۰۰۹) مشاهده نشد.

شکل ۲ تصاویر عملکردی منطبق بر تصاویر آناتومیکی داوطلب شماره ۱۲ طی مدلاسیون فرکانس های فضائی در حالت‌های مختلف نزدیک بینی ساختگی و امتروپی را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که تغییرات تعداد وکسل های فعال شده تنها طی فرکانس فضائی میانی و در مقایسه بین حالت بدون عیب انکساری و نزدیک ساختگی با عدسی ۱.۰۰+ دیوپتری (p=۰/۰۲۶) معنی دار می باشد. درحالیکه در سایر حالتهای تغییرات آماری معنی داری مشاهده نشد. نمودار تغییرات تعداد وکسل های فعال شده حین مدولاسیون فرکانس‌های فضائی در مقادیر مختلف نزدیک بینی ساختگی در تمامی داوطلبین شرکت کننده در این را مطالعه نشان می‌دهد.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1396.19.12.3.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jbums.19.12.17]



الف) فرکانس فضائی پائین **ب) فرکانس فضائی میانی** **ج) فرکانس فضائی بالا**

شکل ۲. تصاویر عملکردی حاصله از داوطلب شماره ۱۲ (زن، ۲۳ ساله) منطبق بر تصاویر آناتومیکی طی مدلاسیون فرکانس های فضائی در حالت‌های مختلف نزدیک بینی ساختگی و امتروپی

بحث و نتیجه گیری

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که طی مدولاسیون فرکانس‌های فضائی، میزان درصد سیگنال BOLD و نیز تعداد وکسل های ثبت شده در تمامی حالات نزدیک بینی ساختگی نسبت به حالت امتروپی کمتر می‌باشد. این تفاوت پاسخ با افزایش فرکانس فضائی بیشتر می گردد، بگونه ای که با افزایش میزان نزدیک بینی و از نظر آماری نیز معنی دار می گردد که نشان دهنده موثر بودن اثرات تاری اپتیکی ناشی از نزدیک بینی بر پاسخ کورتکس بینائی می‌باشد. یافته‌های مطالعه حاضر با نتایج مطالعات سایکوفیزیکال (۶) ثبت پتانسیل برانگیخته بینائی (۱۲و۸) و تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی (۵) مطابقت دارد. از طرف دیگر علی رغم کاهش پاسخ کورتکس بینائی در مقادیر مختلف نزدیک بینی، نتایج حاصله اختلاف معنی داری در مقادیر مختلف نزدیک بینی نشان نمی‌دهد که با نتایج برخی مطالعات (۱۲و۶) هماهنگی ندارد. با توجه به این نتایج، به نظر می‌رسد که fMRI قادر به ثبت تغییرات تدریجی در مقادیر نزدیک بینی ساختگی نمی باشد.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که طی مدولاسیون فرکانس‌های فضائی در حالت امتروپی، با افزایش فرکانس فضائی پاسخ ثبت شده از کورتکس بینائی افزایش می یابد، بگونه ای که بیشترین پاسخ در فرکانس فضائی بالا ثبت می گردد. از دلایل احتمالی این پدیده می توان به اهمیت بیشتر اطلاعات فضائی در فرکانس HSF در پردازش نهائی تصاویر بینائی اشاره نمود. محرک های بینائی متشکل از محدوده وسیعی از اطلاعات ریز و درشت می‌باشند که در قالب فرکانس های فضائی مختلف توسط سیستم بینائی دریافت و پردازش می شوند. فرکانس‌های فضائی بالا حاوی جزئیات تصاویر بینائی می‌باشند که جهت پردازش در مراکز بالاتر بینائی ضروری می‌باشد و حذف یا کاهش این فرکانس فضائی اثرات بارزی بر ادراک تصاویر دارد. این تغییرات بخوبی توسط پارامترهای تصویربرداری مغناطیسی عملکردی ثبت می گردد. حذف فرکانس‌های فضائی بالا در اثر تاری اپتیکی ایجاد شده سبب کاهش بارز سیگنال BOLD و تعداد وکسل‌های فعال شده در حالت‌های مختلف نزدیک بینی ساختگی نسبت به حالت امتروپ می گردد. بنابراین اصلاح هر عامل برهم زننده کیفیت تصویر شبکیه ای از قبیل عیوب انکساری ضروری می‌باشد. از آنجائیکه تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی در مطالعه بیماری‌های نورولوژیک مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲)، لذا شناخت تأثیر نزدیک بینی و شدت و ضعف این تأثیر در فرکانس‌های فضائی مختلف محرک بینائی و تفکیک این اثرات از عوامل نورولوژیک تأثیرگذار بر عملکرد کورتکس بینائی از اهمیت بالائی برخوردار است و می‌تواند در این مقوله بسیار راه گشا و کمک کننده باشد. بر اساس نتایج ذکر شده و با توجه به موثر بودن نزدیک بینی بر پاسخ کورتکس بینائی (۵)، ضرورت اصلاح هر گونه مقادیر عیوب انکساری، با توجه داشتن به اثرات بارز بر درک تصاویر بینائی، کاملاً احساس می‌گردد.

همچنین با توجه به حساس بودن فرکانس فضائی بالا نسبت به عیوب انکساری، توصیه می‌گردد که طی مطالعات fMRI که اصلاح کامل بینائی میسر نیست، حتی الامکان از این طیف فرکانس فضائی استفاده نگردد. نتایج این مطالعه کاهش پاسخ کورتکس بینائی در مقادیر مختلف نزدیک بینی نسبت به حالت امتروپی را نشان می دهد. علی رغم کاهش نامحسوس در مقادیر مختلف نزدیک بینی، نتایج حاصله دلالت بر موثر بودن نزدیک بینی بر پاسخ کورتکس دارد. بنابراین با توجه به موثر بودن تاری اپتیکی ناشی از نزدیک بینی بر پاسخ کورتکس بینائی، ضرورت اصلاح هرگونه عیب انکساری در مطالعات علوم بینائی و مطالعات مرتبط از قبیل مطالعات علوم اعصاب و نیز تفکیک و جداسازی اثرات عیوب انکساری از عوامل نورولوژیک موثر بر پاسخ کورتکس کاملا احساس می شود.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی ایلام به خاطر حمایت مالی و همچنین از تمام کسانی که ما را در این پژوهش یاری رساندند، تشکر و قدردانی می گردد.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1396.19.12.3.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jbums.19.12.17]

Investigating the Effect of Space Frequency Modulation of Visual Stimuli on the Visual Acuity of the Optic Cortex

M. Tavan (MSc)[1], S. Qytran(MD)[2], B. Hoory(MSc)[1], H. Tavan(MSc)[3*]

1.Psychosocial Injuries Research Center, Ilam University of Medical Sciences, Ilam, I.R.Iran

2.Department of Ophthalmology, Faculty of Medicine, Ilam University of Medical Sciences, Ilam, I.R. Iran

3.Student Research Committee, Ilam University of Medical Sciences, Ilam, I.R. Iran

J Babol Univ Med Sci; 19(12); Dec 2017; PP: 17-21

Received: Apr 18th 2017, Revised: Aug 2nd 2016, Accepted: May 2nd 2017.

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVE: The choice of the response of the visual cortex to different space frequencies has been studied in several studies. The importance of the present study is to investigate the role of space frequency modulation in determining the magnitude of different neoplasms, and measure various types of myopia. The purpose of this study was to investigate the effect of modulation of visual acuity space frequencies on the response of the visual cortex in bipolar mode by magnetic resonance imaging.

METHODS: In an analytical study, 12 people (5 males and 7 females) participated in the study. It was decided that they were right-handed, had no specific disease (neurological and systemic) and had no refractive errors. The pupil size was measured by visual acuity; magnetic resonance imaging was performed using a Phillips MRI device with a magnitude 1.5 Tesla magnetic field. Since the duration of each test was 4 minutes (consisting of 8 blocks of 30 seconds). IRCT:2016021326538N2

FINDINGS: There was a significant relationship between refractive error and fuzzy state with diopter 1.00+ lens at mid-frequency (p=0.005) and high (p=0.03). Additionally, there was a refractive error between the refractive error and false positives with a diopter of 3.00+ lens at high space frequency (p=0.009). The variation in the number of activated vasks is significant only in the mid space frequency, and in comparison with the refractive error and artificially constructed near-diopter 1.00+ lens (p=0.026).

CONCLUSION: Considering the efficacy of optic optics due to proximity to the response of the visual cortex, the necessity of correcting any refractive errors in visual science studies and related studies, such as neuroscience studies, as well as the separation and separation of refractive errors from neurological factors affecting the cortex response, Becomes.

KEY WORDS: *Myopia, Visual Cortex, Visual Acuity.*

Please cite this article as follows:

Tavan M, Qytran S, Hoory B, Tavan H. Investigating the Effect of Space Frequency Modulation of Visual Stimuli on the Visual Acuity of the Optic Cortex. J Babol Univ Med Sci. 2017;19(12):17-21.

*** Corresponding author: H.Tavan(MSc)**

Address: Faculty of Nursing and Midwifery, Ilam University of Medical Sciences, Ilam, I.R. Iran

Tel: +98 84 32227123

E-mail: hamedtavan@gmail.com

[DOR: 20.1001.1.15614107.1396.19.12.3.6]

[DOI: 10.18869/acadpub.jbums.19.12.17]

References

1. Duncan KK1, Hadjipapas A, Li S, Kourtzi Z, Bagshaw A, Barnes G. Identifying spatially overlapping local cortical networks with MEG. Hum Brain Mapp. 2010;31(7):1003-16.

2. Fenga W, Martha N. Havenithc Peng W, Singera W, Nikolic D. Frequencies of gamma/beta oscillations are stably tuned to stimulus properties. Neuroreport. 2010;21:680-4.

3. Goense JB, Logothetis NK. Neurophysiology of the BOLD fMRI signal in awake monkeys. Curr Biol. 2008;18(9):631-40.

4. Saarela TP, Herzog MH. Time-course and surround modulation of contrast masking in human vision. J Vis. 2008;8(3):1-10.

5. Elbel GK, Kaufmann C, Schaefers S, Buser A, Auer DP. Refractive anomalies and visual activation in functional magnetic resonance imaging (fMRI): a versatile and low-cost MR-compatible device to correct a potential confound. J Magn Reson Imaging. 2002;15(1):101-7.

6. Avgis Hadjipapas P, Adjamian J B, SwettenhamIan E, Holliday Gareth R. Stimuli of varying spatial scale induce gamma activity with distinct temporal characteristics in human visual cortex. Neuroimage. 2007;35(2):518-30.

7. Mullen KT, Thompson B, Hess RF. Responses of the human visual cortex and LGN to achromatic and chromatic temporal modulations: an fMRI study. J Vis. 2010;10(13):13.

8. Alitto HJ, Moore BD, Rathbun DL, Usrey WM. A comparison of visual responses in the lateral geniculate nucleus of alert and anaesthetized macaque monkeys. J Physiol. 2011;589(1):87-99.

9. Andermann ML, Kerlin AM, Reid RC. Chronic cellular imaging of mouse visual cortex during operant behavior and passive viewing. Front Cell Neurosci. 2010;4:3.

10. Mirzajani A, Riyahi-Alam N, Oghabian MA, Saberi H, Firouznia K Spatial frequency modulates visual cortical response to temporal frequency variation of visual stimuli: an fMRI study. Physiol Meas. 2007;28(5):547-54.

11 Mirzajani A1, Sarlaki E, Kharazi HH, Tavan M. Effect of lens-induced myopia on visual cortex activity: a functional MR imaging study. AJNR Am J Neuroradiol. 2011;32(8):1426-9.

12. Bartel PR, Vos A. Induced refractive errors and pattern electroretinograms and pattern visal evoked potentials: implications for clinicalassessments. Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1994;92(1):78-81.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1396.19.12.3.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jbums.19.12.17]