

بررسی تاثیر تاري اپتيكي بر پاسخ كورتكس بينائي توسط تصويربرداري تشديد مغناطيسي عملكردي

دکتر علی میرزاجانی¹، محسن توان²، دکتر ابراهیم جعفرزاده پور¹

1- عضو هیات علمی گروه اپتومتری دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران

2- دانشجوی کارشناسی ارشد اپتومتری دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: تاري اپتيكي ناشي از عيوب انكساري سبب کاهش كيفيت تصوير شبكيه ائي مي گردد و تغييراتي را در نحوه پاسخ سيستم بينائي ايجاد مي نمايد. هدف از اين مطالعه بررسي تاثير تاري اپتيكي در اثر نزديك بيني بر پاسخ كورتكس بينائي توسط تصويربرداري تشديد مغناطيسي عملكردي مي باشد.

روش بررسي: در اين مطالعه 5 داوطلب سالم در محدوده سني 18-25 سال (2 زن و 3 مرد) شركت نمودند. نتايج تصوير برداري تشديد مغناطيسي عملكردي 18 فرد امترپ (بدون عيب انكساري) كه در يك مطالعه عملكردي اخير با شرايط تصويربرداري يكسان شركت كرده بودند، به عنوان گروه شاهد در نظر گرفته شد. تصاوير فانكشنال با استفاده از يك دستگاه فيليپس 1/5 تسلا و با ارائه الگوي بينائي سينوسي با فرکانس فضائي 2 سيكل بر درجه و فرکانس زماني 8 هرتز اخذ گرديد. پس از پردازش تصاوير، درصد تغيير سيگنال (Blood-Oxygen-Level-Dependent) BOLD و تعداد وكسل هاي فعال شده در سري اسكن هاي مختلف با هم مقايسه گرديد.

يافته ها: نتايج اين مطالعه کاهش غير خطي پاسخ كورتكس بينائي در اثر تاري اپتيكي را نشان مي دهد. تعداد وكسل هاي فعال شده و ميانگين شدت سيگنال BOLD در گروه هاي مختلف عيب انكساري نزديك بيني کاهش مي يابد.

نتيجه گيري: با توجه به تاثيرپذيري پاسخ كورتكس بينائي در اثر تاري اپتيكي ناشي از مقادير مختلف عيب انكساري نزديك بيني، بهتر است تا در طي مطالعات شناختي علوم اعصاب و همچنين بررسي بيماري هاي نورولوژيك به كمك تصوير برداري تشديد مغناطيسي عملكردي با بكارگيري محرک هاي بينايي الگويي براي افراد تحت بررسي از اصلاح اپتيكي بهينه استفاده گردد.

كليد واژه ها: تاري اپتيكي، نزديك بيني، تصويربرداري تشديد مغناطيسي عملكردي، سيگنال BOLD، تعداد وكسل هاي فعال شده

(وصول مقاله 90/3/16، پذيرش مقاله 90/10/7)

نويسنده مسؤو: تهران، بلوار ميرداماد، ميدان مادر، خيابان شاه نظري، دانشكده توانبخشي، دانشگاه علوم پزشکی تهران

Email: a-mirzajani@tums.ac.ir

مقدمه

اپتوتايپ هاي تامبلينگ - E و لندرت - C مي گردد(4). همچنين تاري اپتيكي ناشي از نزديك بيني باعث تغيير زمان نهفته و دامنه موج در تست الكترورينوگرام الگويي (PERG: Pattern Electro Retino Gram) مي شود بگونه اي كه شدت اين تغييرات در حين استفاده از محرکين بينائي با فرکانس فضائي بالا بيشتر مي باشد كه باعث خارج شدن اين مقادير از محدوده طبيعي مي شود (5). بعلاوه چنين حالي باعث مي گردد تا زمان نهفته P₁₀₀ موج پتانسيل برانگيخته بينائي (VEP: Visual Evoked Potential) افزايش يابد(6). در اين زمينه براساس نتايج توموگرافي نشر پوزيتروني (PET: Positron Emission Tomography) مشخص گرديده است كه عدم دريافت فرکانسهاي فضائي بالا در اثر تاري اپتيكي ناشي از نزديك بيني باعث تغيير و کاهش فعاليت مغزي مي گردد(7).

تشكيل تصوير واضح توسط سيستم انكساري چشم برروي شبكيه جهت درك تصاوير و آناليز جزئيات بينائي در كورتكس بينائي ضروري مي باشد(1). عوامل مختلفی از جمله عيوب انكساري برروي كيفيت تصوير شبكيه اي اثر گذار مي باشد. طبق مطالعات صورت گرفته، در جمعيت بالغين نزديك بيني بيشترين شيوع را در زمره عيوب انكساري دارا مي باشد و اين حالت انكساري اثرات بارز و شناخته شده اي برروي نتايج تستهاي بينائي دارد(2). نزديك بيني عبارت است از عدم هماهنگي بين قدرت انكساري اجزاهي اپتيكي چشم و طول محوري آن، به طوري كه قدرت انكساري چشم در حال استراحت نسبت به طول محوري آن بيش از حد لازم است(3) كه منجر به افزايش تاري اپتيكي بر روی شبكيه و کاهش كيفيت تصوير شبكيه اي مي گردد (1). تاري اپتيكي ناشي از نزديك بيني علاوه بر افزايش آستانه حدت بينائي منجر به کاهش حدت بينائي ثبت شده توسط

نمودند. داوطلبان بگونه‌ای انتخاب شدند که میزان آستیگماتیسم بیشتر از یک دیوپتر نباشد. اکی والان اسفر میزان نزدیک بینی داوطلبان به ترتیب برابر $-1,25$ ، $-1,50$ ، $-2,50$ ، $-4,25$ و $-6,75$ دیوپتر بود. همچنین از داده‌های 18 نفر امترپ که در مطالعه دیگری گردآوری شده بود بعنوان داده‌های گروه شاهد استفاده گردید. معیارهای ورود افراد به مطالعه شامل نزدیک بینی بیشتر از یک دیوپتر، میزان آستیگماتیسم کمتر از یک دیوپتر، عدم وجود انحرافات آشکار چشمی، عدم وجود نقص بارز در میدان بینائی، نداشتن بیماری سیستمیک و چشمی و عدم استفاده از داروهای سیستمیک و چشمی بود. جهت کاهش خطاهای احتمالی از داوطلبین راست دست استفاده گردید.

بررسی سیستم بینائی

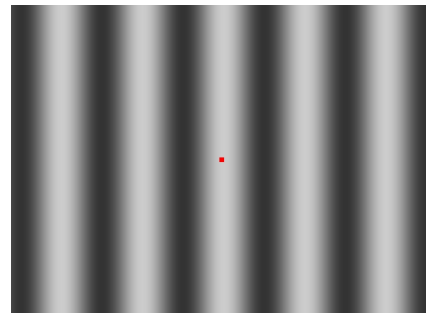
بعد از انتخاب داوطلبین، تستهای کامل اپتومتری انجام شد. از تمامی داوطلبان، شرح حال کامل در مورد سابقه بیماری‌های چشمی و... گرفته شد. حدت بینائی بصورت تک چشمی به کمک چارت اسنلن در فاصله 6 متری ثبت گردید. عیوب انکساری به کمک رتینوسکوپ هاین مدل بتا 200 تعیین گردید. کاور تست و آزمون دید بعد تیتوس جهت بررسی و ارزیابی وضعیت دید دوجسمی مورد استفاده قرار گرفت. جهت بررسی وجود نقص میدان بینائی از تست مقابله‌ای استفاده شد. سالم و همسان بودن میدان بینائی داوطلبان بر تحریک همسان نواحی مختلف کورتکس بینائی در دلالت دارد. همچنین اندازه قطر مردمک تمامی داوطلبان اندازه‌گیری شد و با مقادیر طبیعی مورد مقایسه قرار گرفت. طبیعی بودن اندازه مردمک در تاریکی و روشنایی، ما را مطمئن می‌سازد که این افراد در طول تصویر برداری هنگام مشاهده محرکین بینائی دارای میدان بینائی تقریباً مشابه ای هستند و بطور نسبی ورودی بینائی یکسانی دارند.

تحریک بینائی

ساخت محرک بینائی

در این مطالعه از الگوهای سینوسی با فرکانس فضائی $0/4$ سیکل بر درجه (cpd) استفاده گردید که با فرکانس زمانی 8 هرتز (Hz) در یک میدان بینائی $12/99 \times 7/98$ درجه نمایش داده شد. نمونه‌ای از محرک بینائی مورد استفاده در این تحقیق در شکل 1 نمایش داده شده است. از آنجائیکه روشنائی الگوهای طراحی شده در قسمت نوارهای روشن 80% و در قسمت نوارهای تیره 20% می‌باشد. طبق فرمول مایکلسون (معادله 1) میزان کانتراست الگوهای سینوسی برابر 60% بود.

امروزه با پیشرفت علم و تکنولوژی و ظهور ابزارهای مطالعاتی نوین از جمله تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی (fMRI: Functional Magnetic Resonance Imaging) با استفاده از سیگنال وابسته به سطح اکسیژن خون (سیگنال BOLD: Blood Oxygenation Level Dependent Signal) درک فعالیت‌های مغزی در سطوح عالی عملکردی بهتر و دقیقتر صورت می‌پذیرد (11-9)، در نتیجه راه را برای محققین علوم مختلف از جمله علوم بینائی Vision Sciences برای کشف چگونگی عملکرد مغز انسان هموار نموده است (12). با بررسی مطالعات قبلی، تأثیر تاری اپتیکی ناشی از نزدیک بینی بر پاسخ کورتکس بینائی به روشهای مختلفی از جمله پتانسیلهای برانگیخته بینائی و توموگرافی نشر پوزیترون بررسی گردیده است ولی در خصوص تأثیر این متغیر بر پاسخ کورتکس بینائی توسط تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی مطالعه‌ای که بطور منسجم و مستقیماً این اثر را بررسی نموده باشد یافت نگردید. در این خصوص تنها مطالعه‌ای که یافت شد، مطالعه Elbel در سال 2002 بوده که تأثیر تاری اپتیکی ناشی از یک میزان مشخص نزدیک بینی ساختگی که توسط عدسی $+8,00$ ایجاد شده بود را بر روی پاسخ کورتکس بینائی توسط تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی تنها بر روی 3 نفر بررسی نموده است. بر این اساس دست اندرکاران این پژوهش به دنبال بررسی مقدماتی تأثیر تاری اپتیکی ناشی از نزدیک بینی بر پاسخ کورتکس بینائی توسط تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی می‌باشند.



شکل 1- محرک بینائی در حالت فعال
روش بررسی

افراد مورد مطالعه

در این مطالعه که بصورت بررسی مقطعی صورت گرفت از 5 داوطلب که دارای عیب انکساری نزدیک بینی با اکی والان اسفر بین 6-1 دیوپتر و میانگین سنی 25-18 بودند، بعنوان گروه آزمون استفاده گردید. داوطلبان همگی از عینک طبی بعنوان تصحیح اپتیکی حداقل بمدت 2 سال استفاده می-

TE= 60ms, TR= 2000ms, Flip angle= 90°, Matrix scan=64×64, FOV=220×220mm² Slice thickness= 4mm, Slice number=11

جهت فراهم نمودن داده‌های فانشکنال یک طرح بلوک (Block design) 90 ثانیه‌ای متشکل از پنج مرحله 18 ثانیه‌ای استفاده گردید. مراحل 1، 3 و 5 بعنوان فاز فعال (نمایش محرک بینائی با فرکانس فضایی 0/4 سیکل بر درجه و فرکانس زمانی 8 هرتز) و مراحل 2 و 4 بعنوان فاز استراحت (نمایش صفحه خاکستری یکنواخت) در نظر گرفته شد تا بتوان به کمک مقایسه نتایج اسکن فانشکنال در این دو فاز طی پردازش تصاویر فانشکنال، به اطلاعات فعالیت مغز در پاسخ به محرک‌های بینائی بکار گرفته شده پی برد. در طی طرح بلوک 90 ثانیه ای، 45 ولیوم متشکل از 11 اسلایس اخذ گردید. یعنی در هر مرحله 18 ثانیه ای 9 ولیوم 11 اسلایسی گرفته می‌شد که اطلاعات مفیدی برای پردازش و محاسبات آماری لازمه در جهت فراهم نمودن وکسل‌های فعالیت در کورتکس فراهم می‌نمود. اسکن‌ها همگی در راستای خط قدامی- خلفی (AC-PC: Anterior Commissure- Posterior Commissure) اخذ گردید تا ضمن فراهم نمودن مقطع مناسبی برای اطلاعات مفید از کورتکس، شرایط یکسانی برای تصاویر فانشکنال فراهم آورد.

آنالیز داده‌ها

تصاویر فانشکنال EPI برای هر داوطلب 2 بار تکرار و نتایج میانگین‌گیری گردید. پردازش داده‌های فانشکنال به کمک نرم افزار پردازش تصویربرداری فانشکنال (FSL: FMRI Software Library) انجام شد. تحلیل آماری وکسل‌های فعال شده کورتکس براساس مدل خطی عمومی (GLM: General Linear Model) و آماره Z انجام شد. وکسل‌هایی که در سطح معنی‌دار $P < 0/05$ دارای $Z > 2/3$ بودند، بعنوان وکسل فعال در کورتکس بینائی و تابعی از محرک بینائی اعمال شده در نظر گرفته شد. تعداد وکسل‌های فعال شده تعیین شد و شدت سیگنال BOLD مربوط به هر وکسل تعیین و میانگین سیگنال BOLD در کل وکسل‌های فعال به کمک نرم افزار FSL برآورد گردید. نتایج فانشکنال هر داوطلب با میزان نزدیک بینی مشخص با میانگین نتایج فانشکنال 18 داوطلب نرمال بدون عیب انکساری با هم مقایسه گردید.

$$C = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max} + L_{\min}} \cdot 100 \quad \text{معادله 1:}$$

$$C = \frac{80 - 20}{80 + 20} \cdot 100 = \% 60$$

یک صفحه یکنواخت خاکستری با روشنائی 50% (میانگین روشنائی نوارهای تاریک و روشن در محرک بینائی) طی فاز استراحت نمایش داده شد که در شکل 2 نشان داده شده است. یک مربع کوچک قرمز رنگ با وسعت 1/100 پهناى تصویر در مرکز الگوی محرک بینائی بعنوان نقطه فیکساسیونی قرار داده شده تا به تمرکز بیشتر داوطلب به محرک بینائی و عدم حرکت چشم‌ها در طول تصویربرداری کمک نماید. این نقطه قرمز در فاز استراحت نیز در وسط صفحه خاکستری نمایش داده می‌شود تا هرگونه اثر احتمالی آن بر روی پاسخ کورتکس حذف گردد.



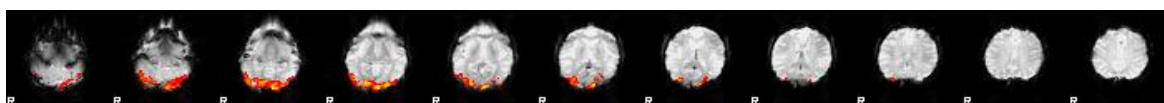
شکل 2- محرک بینائی در حالت استراحت

ارائه تکالیف بینائی

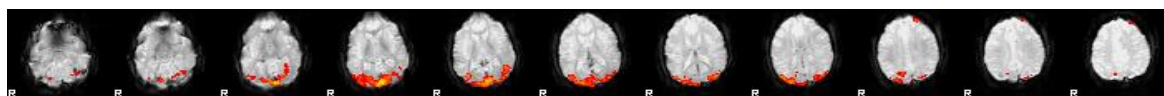
محرک‌های بینائی بوسیله برنامه Presentation نسخه 0,60 و به کمک ویدئو پروژکتور مدل NEC که بروی صفحه- ای در جلوی میز تصویربرداری قرار داشت، بروی صفحه نمایش تصویر می‌گردید. حین ارائه محرک‌های بینائی داوطلب می‌توانست محرک‌های بینائی را بوسیله آینه ای با زاویه 45 درجه، مشاهده نماید. در حین ارائه محرک‌های بینائی، تا آنجایی که امکان داشت مکان تصویربرداری تاریک گردید، بگونه‌ای که محرک‌ها، تنها هدفی بودند که فرد قادر به مشاهده آنها بود. فرآیند تصویربرداری با کلیک کردن همزمان اسکن فانشکنال با نمایش محرک بینائی آغاز می‌گردید.

جمع آوری اطلاعات

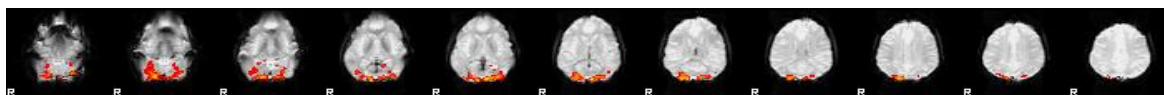
تصویربرداری به کمک دستگاه فیلیپس 1/5تسلا اجرا گردید. تصاویر فانشکنال بصورت اکوپلانا (EPI Weighted T2-) با پارامترهای اسکن زیر اخذ گردید.



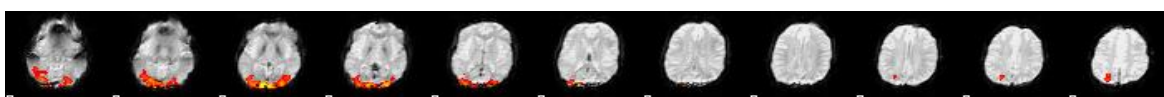
الف. تصاویر فانکشنال حاصله از مناطق فعال شده کورتکس بینائی واقع در لوب پس سری در داوطلب شماره ۱۰ از گروه شاهد در حالت آمتریوی.



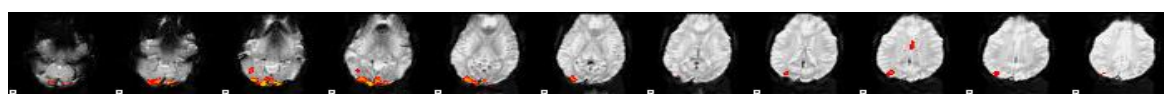
ب: تصاویر فانکشنال حاصله از مناطق فعال شده کورتکس بینائی واقع در لوب پس سری در داوطلب شماره ۱ از گروه آزمون با اکی والان اسفر عیب انکساری ۱,۲۵-



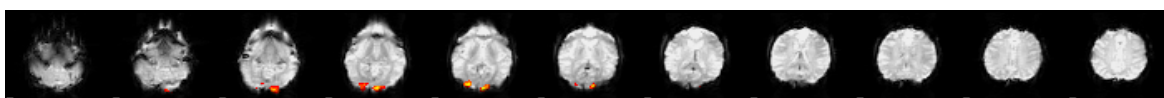
ج: تصاویر فانکشنال حاصله از مناطق فعال شده کورتکس بینائی واقع در لوب پس سری در داوطلب شماره ۲ از گروه آزمون با اکی والان اسفر عیب انکساری ۱,۵۰-



د: تصاویر فانکشنال حاصله از مناطق فعال شده کورتکس بینائی واقع در لوب پس سری در داوطلب شماره ۳ از گروه آزمون با اکی والان اسفر عیب انکساری ۲,۵۰-



ه: تصاویر فانکشنال حاصله از مناطق فعال شده کورتکس بینائی واقع در لوب پس سری در داوطلب شماره ۳ از گروه آزمون با اکی والان اسفر عیب انکساری ۴,۲۵-



و: تصاویر فانکشنال حاصله از مناطق فعال شده کورتکس بینائی واقع در لوب پس سری در داوطلب شماره ۳ از گروه آزمون با اکی والان اسفر عیب انکساری ۶,۷۵-

شکل 3- تصاویر فانکشنال حاصله از داوطلبان گروه آزمون با مقادیر مختلف عیوب انکساری نزدیک بینی در مقایسه با تصاویر فانکشنال داوطلب شماره 10 بعنوان نماینده گروه شاهد.

یافته‌ها

جهت بررسی شدت و وسعت منطقه فعال شده کورتکس بینائی از پارامترهای اختصاصی fMRI از قبیل میانگین درصد سیگنال BOLD و تعداد وکسل‌های فعال شده استفاده شد.

یافته های شدت سیگنال BOLD

میانگین درصد سیگنال BOLD برای هر دو گروه شاهد و آزمون براساس داده‌های تصاویر فانکشنال محاسبه گردید.

جدول 1 میانگین درصد سیگنال BOLD برای گروه شاهد و آزمون را نشان می‌دهد.

این جدول مبین میانگین درصد سیگنال BOLD در کورتکس بینائی مربوط به وکسل‌های فعال شده با $Z > 2/3$ برای 18 داوطلب گروه شاهد و نیز برای داوطلب شماره 10

این مطالعه به منظور بررسی تأثیر تاری اپتیکی در اثر نزدیک بینی بر پاسخ کورتکس بینائی به کمک تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی صورت پذیرفت. در این مطالعه پاسخ کورتکس بینائی در 5 داوطلب نزدیک بین با محدوده سنی 18-25 سال و میزان نزدیک بینی 1-6 دیوپتر و آستیگماتیسم کمتر از یک دیوپتر ثبت گردید و با مقادیر گروه شاهد مقایسه شد. پاسخ کورتکس بینایی داوطلبان به محرک‌های بینائی توسط تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی فراهم گردید. تصاویر فانکشنال حاصله از داوطلبان گروه آزمون با مقادیر مختلف عیوب انکساری نزدیک بینی در مقایسه با تصاویر فانکشنال داوطلب شماره 10 بعنوان نماینده گروه شاهد در شکل 3 نشان داده شده است.

جدول 1- مقادیر درصد سیگنال BOLD و تعداد وکسل های فعال شده در دو گروه شاهد و آزمون

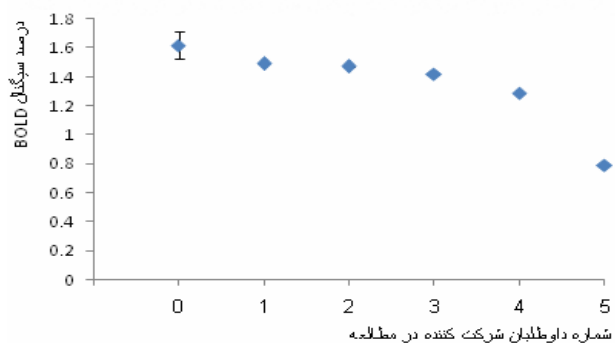
تعداد وکسل های فعال شده	سیگنال BOLD (%)	مقادیر اکی والان اسفر عیوب انکساری (دیوپتری)	داوطلبان
749±51	1/62±0/09	+0/17±0/08	گروه شاهد*
850	1/69	+0/25	داوطلب شماره 10
			گروه آزمون:
594	1/49	-1/25	داوطلب شماره 1
573	1/47	-1/50	داوطلب شماره 2
564	1/42	-2/50	داوطلب شماره 3
357	1/29	-4/25	داوطلب شماره 4
89	0/79	-6/75	داوطلب شماره 5

1 میانگین تعداد وکسل های فعال شده برای 18 داوطلب در گروه شاهد همراه با ذکر این یافته ها برای داوطلب شماره 10 از گروه شاهد را نشان می دهد. بعلاوه در داوطلبان گروه آزمون تعداد وکسل های فعال شده در کورتکس بینائی به ترتیب افزایش عیب انکساری نزدیک بینی ذکر شده است. همچنین نمودار تغییرات تعداد وکسل های فعال شده برحسب عیوب انکساری جهت بررسی پاسخ کورتکس بینائی در شکل 5 نشان داده شده است. در این نمودار محور افقی گروه های مختلف عیوب انکساری نزدیک بینی و محور عمودی تعداد وکسل های فعال شده را نشان می دهد. گروه صفر معرف گروه شاهد با حالت انکساری امتریوی و گروه های 1 تا 5 معرف گروه های مختلف عیب انکساری نزدیک بینی بعنوان گروه آزمون می باشد که بترتیب بر اساس میزان نزدیک بینی تنظیم شده اند. همان گونه که در این نمودار مشاهده می شود با افزایش عیب انکساری میزان درصد سیگنال BOLD بطور غیرخطی کاهش می یابد.

بحث

در این مطالعه تاثیر تاری اپتیکی در اثر نزدیک بینی بر پاسخ کورتکس بینائی با استفاده از تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی بصورت مقدماتی بررسی گردید. اندازه گیری ها شامل درصد افزایش شدت سیگنال BOLD و تعداد وکسل های فعال شده در افراد نزدیک بین بود. با توجه به نوین بودن روش تصویربرداری عملکردی و عدم وجود مطالعه مشابهی در این زمینه، نتایج حاصله جدید می باشند، لذا همتائی برای مقایسه وجود ندارد. بنابراین با نتایج مطالعات مشابهی از قبیل بررسی تاثیر تاری اپتیکی بر چارتهای حدت بینائی و روش های الکترو دیاگنوستیک مثل پتانسیل برانگیخته بینائی

از گروه شاهد می باشد. همچنین درصد سیگنال BOLD در پنج داوطلب گروه آزمون به ترتیب افزایش عیب انکساری نزدیک بینی ذکر شده است. نمودار تغییرات درصد سیگنال BOLD برحسب عیوب انکساری جهت بررسی پاسخ کورتکس بینائی در شکل 4 نشان داده شده است. در این نمودار محور افقی گروه های مختلف عیوب انکساری نزدیک بینی و محور عمودی درصد سیگنال BOLD را نشان می دهد. گروه صفر معرف گروه شاهد با حالت انکساری امتریوی و گروه های 1 تا 5 معرف گروه های مختلف عیب انکساری نزدیک بینی بعنوان گروه آزمون می باشد که بترتیب بر اساس میزان نزدیک بینی تنظیم شده اند. همان گونه که در این نمودار مشاهده می شود با افزایش عیب انکساری میزان درصد سیگنال BOLD بطور غیرخطی کاهش می یابد.



شکل 4- نمودار تغییرات میانگین شدت سیگنال BOLD در گروه آزمون و شاهد

یافته های تعداد وکسل های فعال شده

تعداد وکسل های فعال شده برای هر دو گروه شاهد و آزمون براساس داده های تصاویر فانکشنال محاسبه گردید. جدول

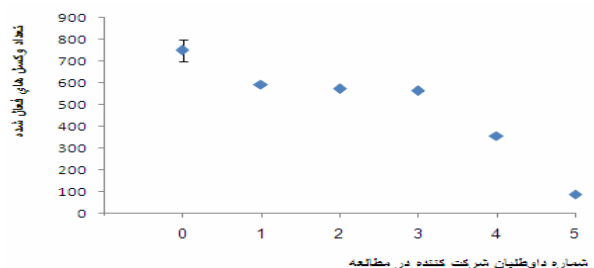
الکترورتینوگرام و روش‌های تصویر برداری مثل توموگرافی نشری پوزیترون و ... مقایسه می‌گردد.

نتایج مطالعه حاضر با نتایج Lewis و همکاران (سال 2002) که از چارتهای اندازه گیری حدت بینائی بعنوان محرک بینائی استفاده کردند(4) و همچنین با نتایج Bartel و همکاران(سال 1994)(5) و Demor و همکاران (سال 1997)(6) که با استفاده از الگوهای بینائی با فرکانسهای فضائی مختلف و نیز با نتایج Elbel و همکاران (سال 2002) که با استفاده الگوی بینائی با فرکانس فضائی و زمانی مشخص، پاسخ سیستم بینائی را ثبت نمودند، همخوانی دارد.

Lewis و همکاران با ایجاد نزدیک بینئی و آستیگماتیسم ساختگی با لنزهای کروی و استوانه‌ای بصورت مجزا در محورهای 180 و 90 درجه و اندازه‌گیری آستانه حدت بینائی به کمک چارتهای تامبلینگ و لندرت در 4 راستای اصلی، افزایش آستانه حدت بینائی(معادل کاهش حدت بینائی) در اثر تاری اپتیکی ناشی از عیوب انکساری را گزارش نمودند.

Bartel و همکاران با ایجاد تاری اپتیکی به کمک لنزهای مثبت و ارائه محرکین بینائی صفحه شطرنجی با کنتراست بالا و ثبت همزمان PERG و PVEP در حالت‌های مختلف نزدیک بینئی ساختگی، افزایش زمان تاخیر موج VEP و کاهش دامنه موج ERG در اثر تاری اپتیکی ناشی از نزدیک بینئی و ضرورت اصلاح این حالت را بیان نمودند.

Demor و همکاران با ارائه محرک بینائی با فرکانسهای فضائی بالا و ثبت فعالیت کورتکس، کاهش این پاسخ در حالت تاری اپتیکی ناشی از نزدیک بینئی را نشان دادند. Elbel و همکاران با ایجاد نزدیک بینئی ساختگی به کمک عدسی +8/00 دیوپتری در سه نفر امروپ و ارائه محرک بینائی در قالب فرکانس فضائی و زمانی مشخص و ثبت پاسخ



شکل 5: نمودار تغییرات میانگین تعداد وکسل

های فعال شده در گروه آزمون و شاهد

عملکردی کورتکس بینائی به روش تصویر برداری تشدید مغناطیسی عملکردی، کاهش این پاسخ را در حالت نزدیک بینئی

ساختگی گزارش نمودند.

نتایج حاصل از مطالعه حاضر کاهش غیر خطی در خصوص تعداد وکسل‌های فعال شده و درصد سیگنال BOLD را با افزایش میزان نزدیک بینئی نشان می‌دهد. یافته‌های این بررسی نشان می‌دهد که تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی قادر به نمایش افت فعالیت عصبی در حالت نزدیک بینئی می‌باشد. اگرچه ماهیت محرک‌های بینائی بکار رفته در این مطالعات با هم و همچنین با مطالعه حاضر تفاوت دارد ولی نتایج حاصله تقریباً مشابه می‌باشد. محرک بینائی مورد استفاده در مطالعه حاضر الگوی سینوسی با فرکانس فضائی 0.4 سیکل بر درجه (cpd) و فرکانس زمانی 8 هرتز (Hz) بود در حالیکه محرک‌های بینائی مورد استفاده در مطالعات پیشین شامل اپتوتایپ‌های تامبلینگ - E و لندرت - C، الگوهای بینائی با فرکانسهای فضائی و زمانی و درصد روشنائی مختلف می‌بود. اگرچه مطالعه حاضر علیرغم تفاوت در نوع محرک بینائی مورد استفاده نتایج مشابهی با بسیاری از مطالعات پیشین با بکارگیری PET،VEP و ERG (7-5) نشان می‌دهد و نیز با نتایج مطالعات سایکوفیزیکی همخوانی دارد(4) و به نوعی از نگاه دیگر کار آنها را تأیید می‌نماید، با این وجود، نتایج این مطالعه تغییرات معناداری را در تعداد وکسل‌های فعال شده و شدت سیگنال BOLD کورتکس بینائی در مقادیر نزدیک بینئی متوسط از 1/25 الی 2/50 در داوطلبان شماره 1، 2 و 3 نشان نمی‌دهد. از علل احتمالی این امر پایین بودن قدرت تفکیک دستگاه تصویربرداری بکار گرفته شده (1/5 تسلا) می‌باشد. عدم ثبت سیگنال‌های متفاوت در مقادیر نزدیک بینئی متوسط فوق‌الذکر همچنین می‌تواند بعلت غیریکنواخت بودن کاهش حدت بینائی در مقادیر مختلف نزدیک بینئی باشد. Johnson و همکاران (سال 1995) با بررسی میزان تغییرات و نحوه تأثیرپذیری حدت بینائی در مقادیر مختلف نزدیک بینئی با استفاده از لنزهای مثبت به این نتیجه رسید که تغییرات حدت بینائی در مقادیر اندک نزدیک بینئی، شیب تغییرات زیاد می‌باشد، در حالیکه با افزایش مقدار نزدیک بینئی، شیب تغییرات آن کمتر می‌گردد (13). بر این اساس کاهش حدت بینائی در مقادیر اندک نزدیک بینئی (داوطلب شماره 1 و 2)، باعث افت محسوس فعالیت همودینامیک در کورتکس بینائی می‌گردد که توسط دستگاه قابل ثبت می‌باشد ولی در مقادیر بالاتر نزدیک بینئی (داوطلب شماره 3) احتمالاً با توجه به پایین بودن قدرت تفکیک دستگاه تصویربرداری برای تمایز این مقادیر از نزدیک بینئی و نیز کاهش شیب افت حدت بینائی در نتیجه افزایش تدریجی نزدیک بینئی، به نظر می‌رسد

تأثیرپذیری پاسخ کورتکس بینائی در مقادیر مختلف نزدیک بینی بویژه مقادیر اندک نزدیک بینی، در صورتیکه از FMRI جهت بررسی بیماریهای عصبی و یا تحقیقات شناختی علوم اعصاب استفاده گردد، اصلاح نزدیک بینی حتی در مقادیر اندک ضروری می‌باشد. دقت و تفکیک فضائی روش FMRI نسبت به سایر روش‌ها بالاتر می‌باشد، که امکان کسب نتایج با قابلیت اطمینان و صحت بالاتر نسبت به تستهای تشخیصی مثل چارت اسنلن و آزمون‌های الکترودیآگنوستیک مثل VEP را فراهم می‌نماید. با وجود تفاوت در نوع محرک بینائی و نیز ابزار مطالعاتی بکار رفته شده، به نظر می‌رسد در تمامی آزمون‌های ذکر شده، پاسخ سیستم بینائی در اثر نزدیک بینی کاهش می‌یابد همچنان که در این پژوهش نتایج مشابهی ثبت گردید. با این وجود تغییرات تعداد و کسل‌های فعال شده و شدت سیگنال BOLD بصورت غیر خطی مشاهده گردید که دلالت بر تغییرات تدریجی و غیرخطی حدت بینائی در مقادیر مختلف نزدیک بینی می‌باشد. بطور خلاصه با توجه به اثر تاری اپتیکی بر روی پاسخ‌های کورتکس بینائی، بهتر است تا در طی مطالعات شناختی علوم اعصاب و همچنین بررسی بیماریهای نورولوژیک به کمک تصویر برداری تشدید مغناطیسی عملکردی با بکارگیری محرک‌های بینائی الگویی برای افراد تحت بررسی از اصلاح اپتیکی پهنه استفاده گردد.

قدردانی

این مقاله نتیجه بخشی از طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران به شماره قرارداد 12994 مورخ 1390/02/13 می‌باشد. نویسندگان مقاله از پرسنل محترم بخش MRI بیمارستان حضرت رسول اکرم(ص) دانشگاه علوم پزشکی تهران که در انجام این پژوهش کمال همکاری را مبذول داشتند، سپاسگزاری می‌نمایند.

REFERENCES

1. Atchison DA, Smith G. Optics of human eye. Leith Walk Edinburgh, Butterworth-Heinemann; 2000. Page79-87.
 2. Kinge B, Midelfart A, Jacobsen G. Refractive errors among young adults and university students in Norway. Acta Ophthalmol Scand. 1998; 76:692-695.
 3. Rosenfield M, Gilmartin B. Myopia and near work. 12th edition. Oxford, Elsevier Health Sciences; 1998. Pages 4-7.
 4. Lewis N, Reich R, Michele E. The Effects of Optical Defocus on the Legibility of the Tumbling-E and Landolt-C. Optometry and Vision Science 2002; 79:389-393.
 5. Bartel PR, Vos A. Induced refractive errors and pattern electroretinograms and pattern visual evoked potentials: implications for clinical assessments. Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1994; 92(1):78-81.
 6. Sokol S, Moskowitz A. Effect of retinal blur on the peak latency of the pattern evoked potential. Vision Res 1981; 21:1279-1286.
 7. Demor JL. Positron emission tomographic studies of cortical function in human amblyopia. J AAPOS. 1997 Sep; 1(3):158-71.
- مجله علمی پژوهشی توانبخشی نوین - دانشکده توانبخشی - دانشگاه علوم پزشکی تهران دوره 5 شماره 4 زمستان 90

دستگاه تصویربرداری موجود قادر به ثبت تغییرات تدریجی پاسخ کورتکس نمی‌باشد.

در مجموع، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که عدم ثبت تغییرات نامحسوس و غیر خطی پارامترهای تصویربرداری در مقادیر مختلف نزدیک بینی می‌تواند بعلت ماهیت کاهش غیر یکنواخت حدت بینائی و قدرت تفکیک پائین دستگاه تصویربرداری باشد. با وجود عدم ثبت تغییرات تدریجی در مقادیر مختلف نزدیک بینی در این پژوهش، ولی مطالعات انجام شده توسط VEP کاهش فعالیت عصبی را در این حالات نشان می‌دهد. از دلایل احتمالی عدم تشابه نتایج این مطالعه و نتایج حاصله از آزمونهای VEP، می‌توان به تفاوت ماهیتی و نیز منشا سیگنال های BOLD و موج VEP باشد. امواج VEP، پتانسیل الکتریکی حاصله از مجموعه وسیعی از سلولهای عصبی هماهنگ، همزمان و مربوط به فعالیت عصبی ناحیه کورتکس اولیه بینائی می‌باشد، در حالیکه سیگنال BOLD تغییرات سطح اکسیژن خون حاصله از افزایش فعالیت سیناپسی را بیان می‌دارد که شامل تغییرات همزمان و غیر همزمان در کل ناحیه کورتکس بینائی شامل نواحی اولیه و ثانویه می‌باشد(14).

به عنوان نتیجه‌گیری از این مطالعه می‌توان گفت که نتایج حاصل از بررسی توصیفی 5 داوطلب با عیوب انکساری نزدیک بینی حکایت از کاهش پارامترهای FMRI از قبیل تعداد و کسل‌های فعال شده و شدت سیگنال BOLD دارد که نشان دهنده تأثیر تاری اپتیکی ناشی از نزدیک بینی بر پاسخ سیستم بینائی می‌باشد. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج مطالعات پیشین همخوانی دارد(7-4). در تمامی این مطالعات با افزایش تاری اپتیکی، میزان پاسخ سیستم بینائی کاهش می‌یابد. در این مطالعه تأثیر تاری اپتیکی ناشی از نزدیک بینی بر پاسخ کورتکس بینائی به کمک FMRI مورد بررسی قرار گرفت. FMRI روش مطالعاتی تشخیصی غیر تهاجمی می‌باشد که بر اساس تغییرات سطح اکسیژن خون در بافت‌های مغز عمل می‌نماید. با توجه به

8. Elbel GK, Kaufmann C, Schaeffers 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 Jan; 15(1):101-7.
9. Kollias SS. Investigation of the human visual system using functional magnetic resonance imaging (fMRI). *European Journal of Radiology*. 2004; 49:64-75.
10. Miki A, Haselgrove JC, Liu GT. Functional Magnetic Resonance Imaging and its Clinical Utility in Patients with Visual Disturbances. *Surv Ophthalmol*. 2002; 47: 562–579.
11. Miki A, Liu GT, Modestino EJ, Liu CS, Bonhomme GR, Dobre CM. et al. Functional magnetic resonance imaging of the visual system. *Current Opinion in Ophthalmology*. 2001; 12:423–431.
12. 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 May; 28(5):547-54.
13. Johnson CA, Casson EJ. Effects of luminance, contrast, and blur on visual acuity. *Optom Vis Sci*. 1995 Dec; 72(12):864-9.
14. Whittingstall K, Wilson D, Schmidt M, Stroink G. Correspondence of visual evoked potentials with FMRI signals in human visual cortex. *Brain Topogr*. 2008 Dec; 21(2):86-92.

The effect of optical blurring on the visual cortex response studied by functional magnetic resonance imaging

Mirzajani A^{1*}, Tavan M², Jafarzadehpur E³

1- Assistant Professor of Tehran University of Medical Sciences

2- MSc of Optometry

3- Associate Professor of Tehran University of Medical Sciences

Abstract

Background and Aim: Optical blur due to refractive errors causes reducing retinal image quality and induces changes in how visual system responds. The purpose of this study was to evaluate the effect of myopic optical blur on visual cortex response by functional magnetic resonance imaging (fMRI).

Materials and Methods: Five healthy volunteers with various degrees of myopia and age range 18-25 years (two females and three males) participated in this study. The results of functional magnetic resonance imaging of 18 emmetropic people (without refractive error) participated in a recent fMRI study with the same scanning conditions were applied as the control data. The functional scans were obtained by a Phillips scanner using a sine-wave grating visual task with spatiotemporal frequency of 2cpd/8Hz. The percentage of BOLD (Blood-Oxygen-Level-Dependent) signal change and number of activated voxels in different scan series were compared with each other after image processing.

Results: Non-linear reduction of visual cortex response due to increasing optical blur was observed in this study. The number of activated voxels and the percentage of BOLD signal change were both reduced in different amounts of myopia.

Conclusion: Considering the effect of optical blur on visual cortex responses in different amounts of myopia, it is better to provide the optimum optical correction during cognitive neuroscience fMRI research and FMRI study of neurologic diseases using patterned visual stimuli.

Keywords: optical blur, myopia, fMRI, BOLD signal, number of activated voxels

***Corresponding author:** Mirzajani A, Assistant Professor of Tehran University of Medical Sciences

Email: a-mirzajani@tums.ac.ir

This research was supported by Tehran University of Medical Sciences (TUMS)