**مقاله پژوهشی**

# بررسی تاثیر تاری اپتیکی بر پاسخ کورتکس بینائی توسط تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی

**دکتر علی میرزاجانی [1]، محسن توان [2]، دکتر ابراهیم جعفرزاده پور [1]**

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

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

## چکیده

**زمینه و هدف:** تاری اپتیکی ناشی از عیوب انکساری سبب کاهش کیفیت تصویر شبکیه ائی می گردد و تغییراتی را در نحوه پاسخ سیستم بینائی ایجاد می نماید. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر تاری اپتیکی در اثر نزدیک بینی بر پاسخ کورتکس بینائی توسط تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی می باشد.

**روش بررسی:** در این مطالعه 5 داوطلب سالم در محدوده سنی 25-18 سال (2 زن و 3 مرد) شرکت نمودند. نتایج تصویر برداری تشدید مغناطیسی عملکردی 18 فرد امتروپ (بدون عیب انکساری) که در یک مطالعه عملکردی اخیر با شرایط تصویربرداری یکسان شرکت کرده بودند، به عنوان گروه شاهد در نظر گرفته شد. تصاویر فانکشنال با استفاده از یک دستگاه فیلیپس 1/5 تسلا و با ارائه الگوی بینائی سینوسی با فرکانس فضائی 2 سیکل بر درجه و فرکانس زمانی 8 هرتز اخذ گردید. پس از پردازش تصاویر، درصد تغییر سیگنال BOLD (Blood-Oxygen-Level-Dependent) و تعداد وکسل های فعال شده در سری اسکن های مختلف با هم مقایسه گردید.

**یافته ها:** نتایج این مطالعه کاهش غیر خطی پاسخ کورتکس بینائی در اثر تاری اپتیکی را نشان می دهد. تعداد وکسل های فعال شده و میانگین شدت سیگنال BOLD در گروه های مختلف عیب انکساری نزدیک بینی کاهش می یابد.

**نتیجه گیری:** با توجه به تاثیرپذیری پاسخ کورتکس بینائی در اثر تاری اپتیکی ناشی از مقادیر مختلف عیب انکساری نزدیک بینی، بهتر است تا در طی مطالعات شناختی علوم اعصاب و همچنین بررسی بیماری های نورولوژیک به کمک تصویر برداری تشدید مغناطیسی عملکردی با بکارگیری محرک های بینایی الگویی برای افراد تحت بررسی از اصلاح اپتیکی بهینه استفاده گردد.

**کلید واژه ها:** تاری اپتیکی، نزدیک بینی، تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی، سیگنال BOLD ، تعداد وکسل های فعال شده

(وصول مقاله90/3/16،پذیرش مقاله90/10/7)

**نویسنده مسئول:** تهران، بلوار میرداماد، میدان مادر، خیابان شاه نظری، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

**Email:** a-mirzajani@tums.ac.ir

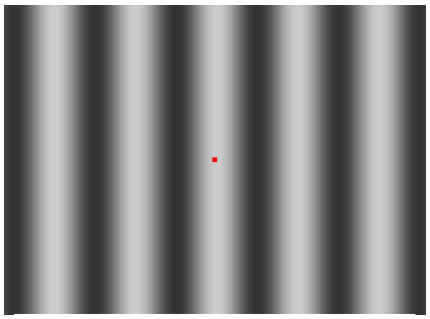
## مقدمه

تشکیل تصویر واضح توسط سیستم انکساری چشم برروی شبکیه جهت درک تصاویر و آنالیز جزئیات بینائی در کورتکس بینائی ضروری می‌باشد(1). عوامل مختلفی از جمله عیوب انکساری برروی کیفیت تصویر شبکیه ای اثر گذار می‌باشد. طبق مطالعات صورت گرفته، در جمعیت بالغین نزدیک بینی بیشترین شیوع را در زمره عیوب انکساری دارا می‌باشد و این حالت انکساری اثرات بارز و شناخته شده‌ای برروی نتایج تستهای بینائی دارد(2). نزدیک بینی عبارت است از عدم هماهنگی بین قدرت انکساری اجزاهای اپتیکی چشم و طول محوری آن، به طوری که قدرت انکساری چشم در حال استراحت نسبت به طول محوری آن بیش از حد لازم است(3) که منجر به افزایش تاری اپتیکی بر روی شبکیه و کاهش کیفیت تصویر شبکیه‌ای می‌گردد (1). تاری اپتیکی ناشی از نزدیک بینی علاوه بر افزایش آستانه حدت بینائی منجر به کاهش حدت بینائی ثبت شده توسط اپتوتایپ های تامبلینگ- E و لندرلت- C می‌گردد(4).

همچنین تاری اپتیکی ناشی از نزدیک بینی باعث تغییر زمان نهفته و دامنه موج در تست الکترورتینوگرام الگویی (PERG: Pattern Electro Retino Gram) می‌شود بگونه‌ای که شدت این تغییرات در حین استفاده از محرکین بینائی با فرکانس فضائی بالا بیشتر می‌باشد که باعث خارج شدن این مقادیر از محدوده طبیعی می‌شود (5). بعلاوه چنین حالتی باعث می‌گردد تا زمان نهفته موج پتانسیل برانگیخته بینائی ( VEP: Visual Evoked Potential) افزایش یابد(6). در این زمینه براساس نتایج توموگرافی نشر پوزیترونی (PET: Positron Emission Tomography) مشخص گردیده است که عدم دریافت فرکانسهای فضائی بالا در اثر تاری اپتیکی ناشی از نزدیک بینی باعث تغییر و کاهش فعالیت مغزی می‌گردد(7).

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-29 ]

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 بینایی Vision Sciences برای کشف چگونگی عملکرد مغز انسان هموار نموده است(12). با بررسی مطالعات قبلی، تاثیر 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 تاثیر 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 و تنها مطالعه‌ای که یافت شد، مطالعه Elbel در سال 2002 بوده که تاثیر تاری اپتیکی ناشی از یک میزان مشخص نزدیک بینی ساختگی که توسط عدسی 8,00+ ایجاد شده بود را برروی پاسخ کورتکس بینائی توسط تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی تنها برروی 3 نفر بررسی نموده است. بر این اساس دست اندرکاران این پژوهش به دنبال بررسی مقدماتی تاثیر 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 می‌نمودند. 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 امتروپ که در مطالعه دیگری گرداوری 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 داوطبین راست دست استفاده گردید.

بررسی سیستم بینائی

بعد از انتخاب داوطبین، 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 تیتموس جهت بررسی و ارزیابی وضعیت دید دوچشمی مورد استفاده قرار گرفت. جهت بررسی وجود نقص میدان بینایی 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 می سازد که این افراد در طول تصویر برداری هنگام مشاهده محرکین بینائی دارای میدان بینائی تقریبا مشابه ای هستند و بطور نسبی ورودی بینایی 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 12/99×7/98 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 روشن80% و در قسمت نوارهای تیره 20% می‌باشد. طبق فرمول مایکلسون (معادله1) میزان کانتراست الگوهای سینوسی برابر 60% بود.



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-29 ]

معادله 1:
$$C = \frac{L\max_ L\min}{L\max + L\min} \cdot 100$$
$$C = \frac{80_ 20}{80 + 20} \cdot 100 = \%60$$

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 پهنای 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 برروی پاسخ کورتکس حذف گردد.

**شکل 2- محرک بینائی در حالت استراحت**

ارائه تکالیف بینائی

محرکهای بینایی بوسیله برنامه Presentation نسخه 0,60 و به کمک ویدئو پروژکتور مدل NEC که بروی صفحه‌ای 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 فانکشنال با نمایش محرک بینائی آغاز می‌گردید.

جمع آوری اطلاعات

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

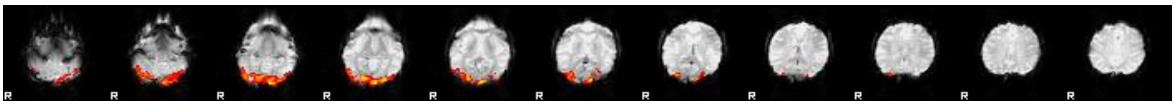
TE= 60ms, TR= 2000ms, Flip angle= 90°, Matrix scan=64×64, FOV=220×220mm$^{2,}$ Slice thickness= 4mm, Slice number=11

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 در جه و فرکانس زمانی 8 هرتز) و مراحل 2و 4 بعنوان فاز استراحت (نمایش صفحه خاکستری یکنواخت) در نظر گرفته شد تا بتوان به کمک مقایسه نتایج اسکن فانکشنال در این دو فاز طی پردازش تصاویر فانکشنال، 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 فانکشنال فراهم آورد.

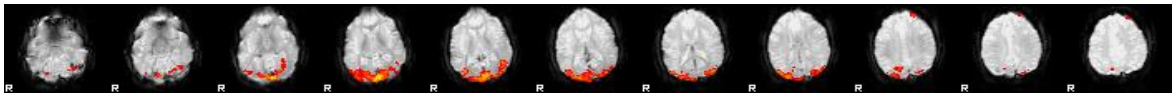
آنالیز داده‌ها

تصاویر فانکشنال EPI برای هر داوطلب 2 بار تکرار و نتایج میانگین‌گیری گردید. پردازش داده‌های فانکشنال به کمک نرم افزار پردازش تصویربرداری فانکشنال (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. وکسل‌هائی 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 فانکشنال هر داوطلب با میزان نزدیک بینی مشخص با میانگین نتایج فانکشنال 18 داوطلب نرمال بدون عیب انکساری با هم مقایسه گردید.

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-29 ]



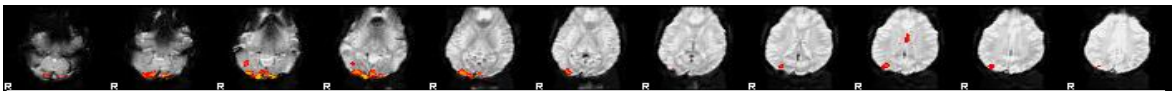
الف. تصاویر فانکشنال حاصله از مناطق فعال شده کورتکس بینائی واقع در لوب پس سری در داوطلب شماره ۱۰ از گروه شاهد در حالت امتروپی.



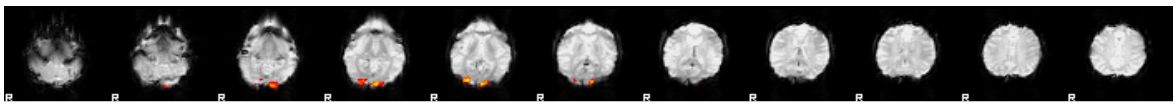
ب: تصاویر فانکشنال حاصله از مناطق فعال شده کورتکس بینائی واقع در لوب پس سری در داوطلب شماره ۱ از گروه آزمون با اکی والان اسفر عیب انکساری ۱,۲۵-

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

این مطالعه به منظور بررسی تاثیر 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 25-18 سال و میزان نزدیک بینی 6-1 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.

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

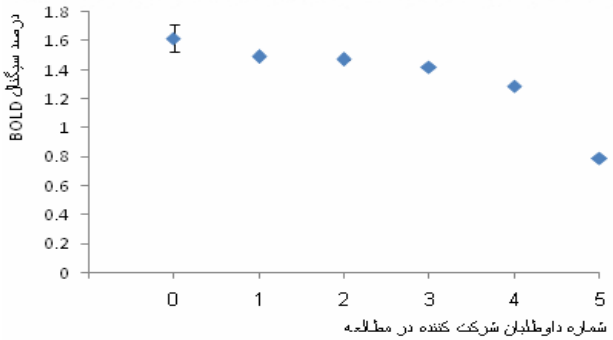


[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-29 ]

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

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

از گروه شاهد می‌باشد. 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 بینایی 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 می‌دهد. گروه صفر معرف گروه شاهد با حالت انکساری امتروپی و گروه‌های 1 تا 5 معرف گروه‌های مختلف عیب انکساری نزدیک بینی بعنوان گروه آزمون می‌باشد که بترتیب بر اساس میزان نزدیک بینی تنظیم شده‌اند. همان گونه که در این نمودار مشاهده می‌شود با افزایش عیب انکساری میزان درصد سیگنال BOLD بطور غیرخطی کاهش می‌یابد.




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

یافته های تعداد وکسل های فعال شده

تعداد وکسل‌های فعال شده برای هر دو گروه شاهد و آزمون براساس داده‌های تصاویر فانکشنال محاسبه گردید. جدول 1 میانگین تعداد وکسل‌های فعال شده برای 18 داوطلب در گروه شاهد همراه با ذکر این یافته‌ها برای داوطلب شماره 10 از گروه شاهد را نشان می‌دهد. بعلاوه در داوطلبان گروه آزمون تعداد وکسل‌های فعال شده در کورتکس بینائی به ترتیب افزایش عیب انکساری نزدیک بینی ذکر شده است. همچنین نمودار تغییرات تعداد وکسل‌های فعال شده برحسب عیوب انکساری جهت بررسی پاسخ کورتکس بینایی در شکل 5 نشان داده شده است. در این نمودار محور افقی گروه‌های مختلف عیوب انکساری نزدیک بینی و محور عمودی تعداد وکسل‌های فعال شده را نشان می‌دهد. گروه صفر معرف گروه شاهد با حالت انکساری امتروپی و گروه‌های 1 تا 5 معرف گروه‌های مختلف عیب انکساری نزدیک بینی بعنوان گروه آزمون می‌باشد که بترتیب براساس میزان نزدیک بینی تنظیم شده‌اند. همانگونه که در این نمودار مشاهده می‌شود با افزایش عیب انکساری میزان تعداد وکسل‌های فعال شده بطور غیر خطی کاهش می‌یابد.

## 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 گیری‌ها شامل درصد افزایش شدت سیگنال BOLD و تعداد وکسل‌های 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 می‌باشند، 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



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-29 ]

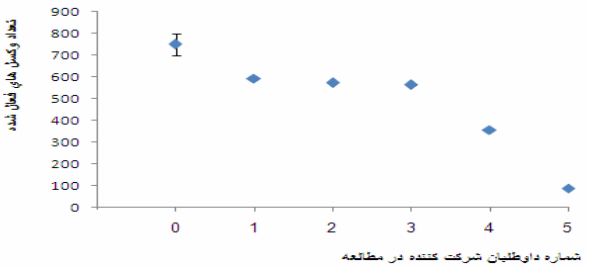
الکترورتینوگرام و روش‌های تصویر برداری مثل توموگرافی نشری پوزیترون و ... مقایسه می‌گردد.

نتایج مطالعه حاضر با نتایج Lewis و همکاران (سال2002) که از چارتهای اندازه گیری حدت بینائی بعنوان محرک بینائی استفاده کردند(4) و همچنین با نتایج Bartel و همکاران(سال1994)(5) و Demor و همکاران (سال1997)(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 بینی 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 لندرلت 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 بینی ساختگی، افزایش زمان تاخیر موج VEP و کاهش دامنه موج ERG در اثر تاری اپتیکی ناشی از نزدیک بینی 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 بینی را نشان دادند. Elbel و همکاران با ایجاد نزدیک بینی ساختگی به کمک عدسی 8/00+ دیوپتری در سه نفر امتروپ 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 بینی ساختگی گزارش نمودند.

نتایج حاصل از مطالعه حاضر کاهش غیر خطی در خصوص تعداد وکسل‌های فعال شده و درصد سیگنالBOLD را با افزایش میزان نزدیک بینی نشان می‌دهد. یافته‌های این بررسی نشان می‌دهد که تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی قادر به نمایش افت فعالیت عصبی در حالت نزدیک بینی می‌باشد. اگرچه ماهیت محرک‌های بینائی بکار رفته در این مطالعات با هم و همچنین با مطالعه حاضر تفاوت دارد ولی نتایج حاصله تقریبا 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 لندرلت- 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 سایکوفیزیکال همخوانی دارد(4) و به نوعی از نگاه دیگر کار آنها را تائید می‌نماید، با این وجود، نتایج این مطالعه تغییرات معناداری را در تعداد وکسل‌های فعال شده و شدت سیگنال BOLD کورتکس بینائی در مقادیر نزدیک بینی 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 بینی متوسط فوق‌الذکر همچنین می‌تواند بعلت غیریکنواخت بودن کاهش حدت بینائی در مقادیر مختلف نزدیک بینی باشد. Johnson و همکاران (سال1995) با بررسی میزان تغییرات و نحوه تاثیرپذیری حدت بینائی در مقادیر مختلف نزدیک بینی با استفاده از لنزهای مثبت به این نتیجه رسید که تغییرات حدت بینائی در مقادیر اندک نزدیک بینی، شیب تغییرات زیاد می‌باشد، در حالیکه با افزایش مقدار نزدیک بینی، شیب تغییرات آن کمتر می‌گردد (13). بر این اساس کاهش حدت بینائی در مقادیر اندک نزدیک بینی (داوطلب شماره1و2)، باعث افت محسوس فعالیت همودینامیک در کورتکس بینائی می‌گردد که توسط دستگاه قابل ثبت می‌باشد ولی در مقادیر بالاتر نزدیک بینی (داوطلب شماره 3) احتمالاً با توجه به پایین بودن قدرت تفکیک دستگاه تصویربرداری برای تمایز این مقادیر از نزدیک بینی و نیز کاهش شیب افت حدت بینایی در نتیجه افزایش تدریجی نزدیک بینی، به نظر می‌رسد



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-29 ]

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

در مجموع، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که عدم ثبت تغییرات نا محسوس 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 آزمونهایVEP ، می‌توان به تفاوت ماهیتی و نیز منشا سیگنال های BOLD و موج VEP باشد. امواجVEP، 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 وکسل‌های فعال شده و شدت سیگنال BOLD دارد که نشان دهنده تاثیر 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 تاثیر 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 تاثیرپذیری 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 درمقادیر 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 الکترودیاگنوستیک 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 وکسل‌های 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 بینایی، بهتر است تا در طی مطالعات شناختی علوم اعصاب و همچنین بررسی بیماریهای نورولوژیک به کمک تصویر برداری تشدید مغناطیسی عملکردی با بکارگیری محرک‌های بینایی الگویی برای افراد تحت بررسی از اصلاح اپتیکی بهینه 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.

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-29 ]

8. 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 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 Opthalmol. 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.

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-29 ]

**Research Articles**

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

Mirzajani A[1*],Tavan M[2], Jafarzadehpur E[3]

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)*

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-29 ]