

آنالیز Task-fMRI گروهی و ارتباط عملکردی مغز در حین ارتباط میدان شعوری فرادرمانی

محمدعلی طاهری^۱، سارا ترابی^۲، نوشین نبوی^۳، فاطمه مدرسی عاصم^۴، مجید عباسی سیسرا^۵، علی رضایی^۶، پریسا مفتون^۷، فرید سمسارها^{۸*}

چکیده

شعور (ط) به عنوان یکی از عناصر سازنده جهان هستی علاوه بر ماده و انرژی توسط محمد علی طاهری معرفی شده است که میدان‌های شعوری (ط) از آن منشا می‌گیرند. این میدان‌ها ماده و انرژی نیستند اما میتوانند توسط آزمایش‌های علمی اثبات شوند. اثر میدان شعوری فرادرمانی، به عنوان یکی از میدان‌های شعوری طاهری (ط) در این مطالعه استفاده شده است. فرادرمانگر، فردی آموزش دیده است که میدان‌های شعوری (ط) به او تفویض شده است. تسک fMRI نقش مهمی در شناخت عملکردهای ویژه مناطق مختلف مغز انسان حین فعالیت‌های شناختی مختلف ایفا کرده است. این مطالعه با هدف بررسی تحلیل گروهی و ارتباط عملکردی در مغز فرادرمانگران حین ارتباط میدان شعوری فرادرمانی انجام شد و با استفاده از تسک MRI عملکردی (task-fMRI)، مناطق مختلف فعال و غیرفعال شده ی مغز حین این ارتباط شناسایی شد. کلاسترهایی که تفاوت معنی‌داری در شدت پیک بین گروه تسک و استراحت نشان دادند به عنوان seed برای تجزیه و تحلیل seed-voxel انتخاب شدند. بعد از تعیین شبکه‌های فعال و غیرفعال شده connectivity تفاوت‌های گروهی در تجزیه و تحلیل ارتباط عملکردی استفاده شد. در این مطالعه، نمایش مبتنی بر fMRI از ارتباط میدان شعوری فرادرمانی گزارش می‌شود. تحلیل گروهی داده‌ها، فعال شدن لوب پیشانی (BA6/BA10/BA11) را حین ارتباط میدان شعوری فرادرمانی نشان داد. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل ارتباط عملکردی مبتنی بر seed، کاهش ارتباط بین کلاسترهای فعال شده و شکنج کمر بند خلفی (BA31) را نشان داد. همچنین، افزایش ارتباط در کلاسترهای غیرفعال و لوب پیشانی (BA11/BA47) حین ارتباط میدان شعوری فرادرمانی مشاهده شد. کلاسترهای فعال شده و همچنین افزایش و کاهش ارتباط بین نواحی مختلف مغز حین ارتباط میدان شعوری فرادرمانی، اولاً تأثیرگذاری قابل توجه میدان شعوری فرادرمانی را تأیید می‌کند و ثانیاً، الگوی متمایز ارتباط با این میدان غیرمادی و غیر انرژیایی را، در سطح مغز، نمایان می‌سازد.

۱. بخش تحقیق و توسعه - Science-
fact، مرکز تحقیقات CosmoIntel
، Inc.، انتاریو، کانادا

۲. گروه زیست شناسی گیاهی،
دانشکده زیست شناسی، دانشکده
علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳. سرویس تحقیقاتی در دانشگاه
ویکتوریا، بریتیش کلمبیا، کانادا

۴. مرکز تحقیقات سرطان، دانشگاه
علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران،
ایران

۵. گروه مهندسی برق، دانشگاه
صنعتی شریف، تهران، ایران

۶. گروه فیزیک، دانشکده هنر و علوم،
دانشگاه کنکوردیا، کبک، کانادا

۷. محقق، کوالا لامپور، مالزی

۸. انستیتو بیوشیمی و بیوفیزیک
(IBB)، دانشگاه تهران، تهران، ایران

* نویسنده مسئول:

فرید سمسارها،
انستیتو بیوشیمی و بیوفیزیک (IBB)،
دانشگاه تهران، تهران، ایران

پست الکترونیکی:
Semsarha@alumni.ut.ac.ir

کلیدواژه‌ها: میدان شعوری فرادرمانی؛ میدان‌های شعوری طاهری؛ ارتباط عملکردی؛ تسک fMRI

مقدمه

بیش از یک قرن است که محققان تلاش کرده‌اند نحوه‌ی عملکرد فعالیت‌های شناختی را در مغز کشف کنند. تصویربرداری رزونانس مغناطیسی عملکردی (fMRI) یک تکنیک قدرتمند غیرتهاجمی است که به محققان اجازه می‌دهد در حالی که نمونه تسک خاصی را انجام می‌دهد به مغز زنده نگاه کنند و بدین وسیله ببینند کدام قسمت‌های مغز در حین انجام تسک، فعال هستند (۱). فعال شدن در ناحیه‌هایی از مغز با تغییر در سیگنال وابستگی به میزان اکسیژن‌رسانی توسط خون (BOLD) تعریف می‌شود (۲). به عبارت دیگر، فعالیت در یک ناحیه خاص از مغز با افزایش جریان خون در این ناحیه همراه است که اکسیژن و گلوکز لازم برای فعالیت عصبی را تأمین می‌کند fMRI به طور فزاینده‌ای برای بررسی اختلال عملکرد در بیماری‌هایی مانند آلزایمر (۳) (۴)، پارکینسون (۵) (۶)، شیزوفرنی (۷) (۸) و غیره استفاده می‌شود. علاوه بر این، fMRI به ویژه برای غربالگری اثرات دارویی بر پردازش درد در سیستم عصبی مرکزی انسان مناسب است (۹).

مطالعات فعالیت‌های عملکردی همچنین برای روشن شدن شدن سطح ارتباط عملکردی بین مناطق مختلف مغز استفاده شده است. ارتباط عملکردی به صورت وابستگی زمانی بین رویدادهای عصبی فیزیولوژیکی با فاصله فیزیکی از هم تعریف می‌شود (۱۰) (۱۱).

برای اولین بار بیسوال و همکارانش نشان دادند که در حالت استراحت، درجات بالایی از همبستگی زمانی هم در داخل و هم در قشر حسی- حرکتی مغز وجود دارد (۱۲) (۱۳) تحقیقات مختلف ارتباط بین قشر حرکتی نیمکره چپ و راست در زمان استراحت را گزارش کرده‌اند (۱۴).

شبکه حالت پیش فرض (DMN) به عنوان سیستم مغزی شناخته می‌شود که ترجیحاً زمانی فعال می‌شود که افراد بر محیط خارجی تمرکز نکنند (۱۵)

(۱۶). همچنین در فعالیت‌های ذهنی خود ارجاعی، DMN مشارکت داشته است (۱۷). رفتارهای هدفمند باعث کاهش فعالیت در نواحی مغز از جمله قشر پیشانی داخلی، قشر داخلی و داخلی جانبی، مناطق مغز لیمبیک و پارالیمبیک که به عنوان شبکه پیش فرض در نظر گرفته شده است، می‌شود (۱۸). بین این مناطق، قشر پیش پیشانی داخلی (mPFC) عمدتاً در حین رفتارهای هدفمند در fMRI کاهش فعالیت می‌یابد (۱۷). گزارش شده است که فعالیت و ارتباط DMN در ادغام پردازش شناختی و احساسی (۱۹) و همچنین سرگردان ذهن دخیل است (۲۰). علاوه بر این، مطالعات متعددی تغییر درون این شبکه را در بیماری‌های اختلال عملکرد شناختی مانند اسکیزوفرنی (۲۱) (۲۲) (۲۳) و افسردگی (۲۴) بررسی کرده‌اند.

برای مدت طولانی، مسئله‌ی رابطه ذهن و بدن، رفتار و مناطق خاصی از مغز توسط بسیاری از محققان مورد بررسی قرار گرفته است. رویکرد تقلیل‌گرایانه توسط برخی از محققان نشان می‌دهد که هر قسمت از مغز نقش عملکردی خاصی دارد (۱). چن و همکاران (۲۰۱۹) شواهدی برای معماری شبکه اطلاعات هدایت شده در قشر مخ با استفاده از fMRI حالت استراحت ارائه می‌دهند و بیان می‌کنند که ویژگی‌های پیکربندی جریان اطلاعات در حالت پایه (استراحت)، زمینه‌ساز توانایی شناختی در انسان است (۲۵).

پروژه‌های تحقیقاتی متعددی برای بررسی چگونگی تعامل ذهن با مغز و تغییرات عمده عصبی در این تعامل انجام شده است. به عنوان مثال، مغز تحت مراقبه یا حالتهای ذهن - آگاهی به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است. چندین مطالعه وجود دارد که نشان می‌دهد ذهن - آگاهی با فعال شدن مغز و/یا اتصال چندین ناحیه در مغز مرتبط است (۲۶). بر اساس یک مرور سیستماتیک، ذهن - آگاهی فعالیت‌های قشر جزیره‌ای را در هفت منطقه مغز افزایش می‌دهد. با این حال، آنها هیچ شواهد

محکمی برای افزایش فعالیت‌ها در نواحی پایینی قشر پیش پیشانی پیدا نکردند (۲۷). به تازگی، یک مطالعه fMRI در حین تمرین مدیتیشن Transcendental نشان داد که الگوهای جریان خون در سینگولیت قدامی و قشر خلفی جانبی پیش پیشانی بیشتر است، اما در پل مغزی و مخچه کمتر است (۲۸). گزارش شده است که مدیتیشن با کاهش فعالیت‌های DMN نسبت به انجام تسک فعال در مدیتیشن در مقایسه با گروه کنترل همراه است (۲۹). به طور مشابه، نشان داده شده است که در چندین مدیتیشن مختلف از جمله تمرکز، محبت، آگاهی بدون انتخاب، DMN (قشر پیش پیشانی و سینگولیت خلفی) در مقایسه با کنترل غیرفعال شده است (۳۰).

در قرن حاضر، ماهیت Consciousness (آگاهی و هوشیاری) و جایگاه آن در دنیای علم، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. تئوری‌های فلسفی و علمی زیادی در این زمینه ارائه شده است. در دهه ۱۹۸۰، محمد علی طاهری، میدان‌های جدیدی با ماهیت غیرمادی و غیرانرژیایی معرفی کرده است که میدان‌های شعوری طاهری (ط) نامیده می‌شوند^۱. در این دیدگاه، شعور (ط)، یکی از سه عنصر موجود در جهان هستی به جز ماده و انرژی است.

بر اساس این تئوری، میدان‌های شعوری (ط) متنوع با عملکردهای مختلفی وجود دارد که زیرمجموعه‌ی شبکه اینترنت کیهانی به نام شبکه شعور کیهانی یا CGN^۲ هستند. تفاوت عمده بین تئوری میدان‌های شعوری (ط) با دیگر مفاهیم تئوری ارائه شده در رابطه با شعور، کاربرد و استفاده عملی از میدان‌های شعوری (ط) است. این میدان‌ها قابل اعمال بر همه موجودات زنده و غیر زنده از قبیل انسان‌ها، گیاهان، حیوانات، میکروارگانیسم‌ها، مواد و غیره هستند.

علم جدید ساینس‌فکت در سال ۲۰۲۰ توسط محمدعلی طاهری، بنیانگذار مکتب عرفان کیهانی حلقه به عنوان

یکی از زیر مجموعه‌های این مکتب، معرفی شده است. نام «ساینس‌فکت»، به این دلیل انتخاب شده است که از تحقیقات علمی به منظور تایید وجود شعور (ط) به عنوان یک «وجود مسلم» (فکت) استفاده می‌کند. اگرچه علم رایج، صرفاً مطالعه ماده و انرژی را مدنظر دارد و در مقابل، ساینس‌فکت اثرات میدان‌های شعوری (غیرمادی و غیر انرژیایی) را کاوش می‌کند؛ اما، ساینس‌فکت با انجام تحقیقات آزمایشگاهی تکرار پذیر در حوزه‌های مختلف علم، زمینه مشترکی را بین این دو پدیدار نموده و از این قابلیت به منظور اثبات «شعور (ط)» و «میدان‌های شعوری (ط)» ناشی از آن، استفاده کرده است.

اثرگذاری میدان‌های شعوری با اتصال بین شبکه شعور کیهانی به عنوان شعور کل و موضوع مورد مطالعه به عنوان جزء آغاز می‌شود. اتصال توسط ذهن فرادمانگر (فرد آموزش دیده‌ای که میدان‌های شعوری (ط) به او تفویض شده است) برقرار می‌گردد. ذهن انسان نقشی واسط (اعلام کننده) را دارد که با یک توجه کوتاه و آنی (نظر) به موضوع مورد مطالعه عمل کرده و دستاورد اصلی، در نتیجه اثرات میدان‌های شعوری (ط) حاصل می‌شود. این میدان‌ها مستقیماً قابل اندازه‌گیری توسط علم نیستند، اما می‌توان اثرات آنها را بر موضوعات مختلف از طریق آزمایش‌های تکرار پذیر بررسی کرد (۳۱).

پایه‌ریزی تحقیقات اولیه «شعور (ط)» بر اساس سلسله مراتب فرض، حکم و برهان صورت گرفته که در آن، فرض اولیه: شکل‌گیری کیهان از جزء سومی متفاوت از ماده و انرژی به نام «شعور (ط)» است، حکم: وجود «شعور (ط)» (میدان‌های شعوری (ط)) می‌تواند توسط اثراتش بر روی ماده و انرژی (مانند انسان، حیوان، گیاه، میکروارگانیسم، سلول‌ها، مواد و غیره) اثبات شود، برهان: تایید علمی اثرات میدان‌های شعوری (ط) بر ماده و انرژی (مطابق حکم تعیین شده) است که از طریق انجام آزمایش‌های



بار با استفاده از تکنیک fMRI مورد بررسی قرار گرفت. هدف از این مطالعه بررسی رفتار خاص مغز انسان در حین ارتباط با میدان شعوری فرادمانی با استفاده از گروه‌های تسک و تجزیه و تحلیل ارتباطات عملکردی است.

روش

در مطالعه پیش رو، تجزیه و تحلیل task-fMRI گروهی و تجزیه و تحلیل ارتباط عملکردی یک جمعیت فرادمانگر انجام و فعالیت مناطق مغزی آنها در هنگام انجام وظیفه (تسک) و استراحت مقایسه شده است. تسک به فعالیتی گفته می‌شود که طی آن فرادمانگر به شبکه شعور کیهانی متصل می‌شود. این مطالعه توسط کمیته اخلاق در دانشگاه علوم پزشکی ایران تأیید شد (شناسه تایید ID IR.IUMS.REC.1399.29).

شرکت کنندگان

شرکت کنندگان در این مطالعه شامل ۲۰ فرد سالم (مردان و زنان به تعداد مساوی) با سابقه حداقل ۲ سال فعالیت به عنوان فرادمانگر است. محدوده سنی نمونه‌ها بین ۲۰ تا ۵۰ سال ($MD = 9/16 \pm 35/5$) بود.

طراحی تسک

در این مطالعه، سه بلوک استراحت (استراحت ۱، ۲ و ۳) و دو بلوک وظیفه (وظیفه ۱ و ۲) تعریف شد و مطالعه با حالت استراحت آغاز شد (شکل ۱). هدف از این طراحی، علاوه بر فراهم آوردن شرایط برای مشاهده تمایز بیشتر بین حالت تسک و استراحت، بررسی تغییرات فعالیت مغز در تغییر وضعیت از حالت تسک به حالت استراحت هم بود. پیش از این مطالعه، امکان قطع ارتباط با میدان شعوری (ط) پس از شروع اولیه به صورت تجربی مورد مطالعه قرار نگرفته است. بنابراین، در این مطالعه، ما قطع ارتباط به نام استراحت ۲ و ۳

علمی تکرارپذیر مختلف انجام می‌شود. بر این اساس، با هدف اثبات وجود، اثربخشی و مکانیسم میدان‌های شعوری (ط) و تحلیل‌های آن، فازهای تحقیقاتی صفر تا چهار و اهداف هر کدام در این راستا به شرح زیر تعریف می‌گردد؛

هدف تحقیقات در فاز صفر: اثبات وجود میدان‌های شعوری (ط) با مشاهده اثرات آنها است. در این فاز به ماهیت و چیستی شعور (ط) پرداخته خواهد شد. فاز اول: به بررسی تنوع اثرگذاری میدان‌های شعوری ناشی از «شعور (ط)» می‌پردازد. فاز دوم: چرایی تنوع اثرگذاری میدان‌های شعوری (ط) را بررسی می‌کند. فاز سوم: بررسی مکانیسم اثرات میدان‌های شعوری (ط) بر ماده و انرژی را به عهده دارد. نهایتاً، فاز چهارم: نتیجه گیری‌های کلان به ویژه در ارتباط با ذهن و حافظه ماده و ارتباط آن با «شعور (ط)» و غیره را خواهد گرفت.

در تحقیقات قبلی، مشاهده شد که رده سلولی سرطانی MCF-7 (۳۲)، گیاه گندم تحت تنش شوری (۳۳) و مدل حیوانی بیماری آلزایمر (۳۴) به طور قابل توجهی تحت تأثیر میدان شعوری فرادمانی قرار می‌گیرند. جزئیات بیشتر در مورد نظریه میدان‌های شعوری (ط) مطابق تاهری و انواع مطالعات تجربی در یک مطالعه مروری ارائه شده است (۳۵).

همچنین در تحقیق مرتبط قبلی (۳۶)، فعالیت الکتریکی مغز حین ارتباط فرادمانی در یک جمعیت فرادمانگر بررسی شد و مشاهده گردید که قدرت باند فرکانسی ۳۴-۴۰ هرتز در لوب پیشانی به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. این افزایش عمدتاً در شکنج پیشانی داخلی (BA۶) و بعد از آن، در لوبول مرکزی مغز در حین انجام تسک ارتباط میدان شعوری فرادمانی در مقایسه با وضعیت استراحت (بدون ارتباط) در همان جمعیت فرادمانگر بود. در مطالعه حاضر، به منظور تکمیل و توسعه بیشتر بررسی‌های ذکر شده قبلی، فعالیت مغزی جمعیت فرادمانگر متفاوت، این

را بین حالت‌های اتصال با میدان شعوری فرادرمانی (بلوک‌های تسک ۱ و ۲) بررسی کردیم.

تسک در این مطالعه ایجاد ارتباط با میدان شعوری فرادرمانی (FCF) توسط شرکت‌کنندگان تعریف شده است. در ابتدای هر بلوک تسک، صدایی پخش می‌شود و از افراد خواسته می‌شود که چشمان خود را ببندند و این ارتباط را در طول اسکن fMRI خود شروع کنند. این مطالعه با حالت استراحت (بدون اتصال به میدان شعوری فرادرمانی (FCF)) و با چشمان باز آغاز شد و کل زمان اسکن در حالت تسک و استراحت برای هر نفر ۱۵ دقیقه بود. در بلوک‌های استراحت یک نقطه ثابت (+) برای ۱۸۰ ثانیه نمایش داده می‌شود. همه مقایسه‌ها در این مطالعه بین حالت تسک و استراحت یک گروه شرکت کننده بود.

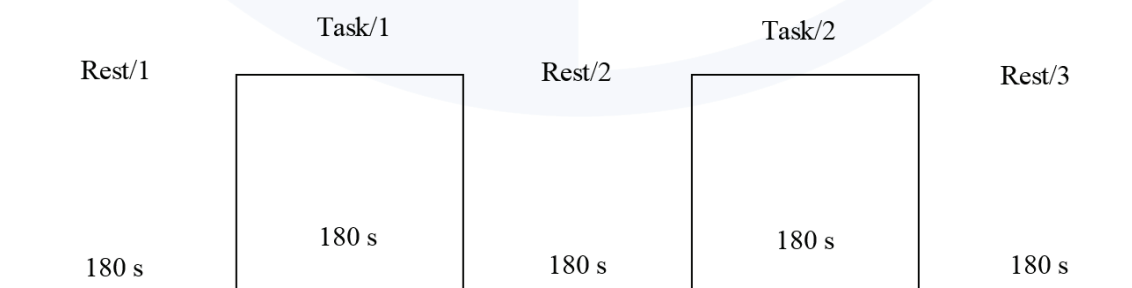
بدست آوردن داده fMRI

تصویربرداری در آزمایشگاه ملی نقشه برداری مغز، تهران، ایران انجام شد. داوطلبان در سیستم MRI قرار گرفتند و از سیم پیچ برای کاهش حرکت سر و افزایش نسبت سیگنال به نویز (SNR) استفاده شد. داده‌ها در حین استفاده از میدان مغناطیسی ۳ تسلا (زیمنس، MAGNETOM Prisma) با سیم پیچ استاندارد ۲۰ کانالی به دست آمد. تصاویر کاربردی سه بعدی وزنی T2x با استفاده از یک اکوگرادیان حساس به BOLD و تصویربرداری اکو مسطح (EPI) با زمان اکو (TE)

۳۰ میلی ثانیه و زمان تکرار (TR) ۳۰۰۰ میلی ثانیه به دست آمد. از طریق هر TR، ۳۴ برش محوری در زاویه فلیپ ۹۰ درجه با اندازه ماتریس ۲۱۰،۶۴x۶۴ میلی متر FOV و اندازه وکسل ۳ x ۳ x ۳ میلی متر بدست آمد. اسکن‌های عملکردی شامل ۲۴۸ حجم برای هر شرکت‌کننده بود. تصاویر تمام مغز از هر داوطلب با استفاده از توالی MPRAGE وزن T1 (TE TR، ۱۸۰ms، ۳/۷۴ ms، زاویه فلیپ ۷ درجه، ۱۷۶ برش، mm FOV، ۲۵۶ x ۲۵۶ و اندازه وکسل ۱ x ۱ x ۱ میلی متر) با وضوح بالا بدست آمد.

آنالیز تسک fMRI

تجزیه و تحلیل تسک fMRI با بسته نرم‌افزاری نقشه‌برداری پارامتری آماری (SPM12) Wellcome Department of Cognitive Neurology, London, UK انجام شد. مرحله پیش پردازش شامل تصحیح نقشه میدانی، تنظیم مجدد و ثبت همزمان اسکن‌های عملکردی و تشریحی، عادی‌سازی و هموارسازی بود. علاوه بر این، نویزهای فرکانس پایین با اعمال یک فیلتر گذر بالا (دوره قطع = ۱۰۰ ثانیه) به سری زمانی fMRI در هر وکسل، حذف شد. میزان حرکت سر بررسی و آستانه کمتر از سایز وکسل (۳ میلی متر) در نظر گرفته شد. تغییرات مهم همودینامیکی برای هر وضعیت با استفاده از مدل خطی عمومی با توابع بوکسکار پیچیده با یک تابع پاسخ همودینامیکی مورد بررسی قرار گرفت. نقشه‌های پارامتری آماری برای هر



شکل ۱: طرح بلوک Task-Rest و مدت زمان آنها در مطالعه حاضر.

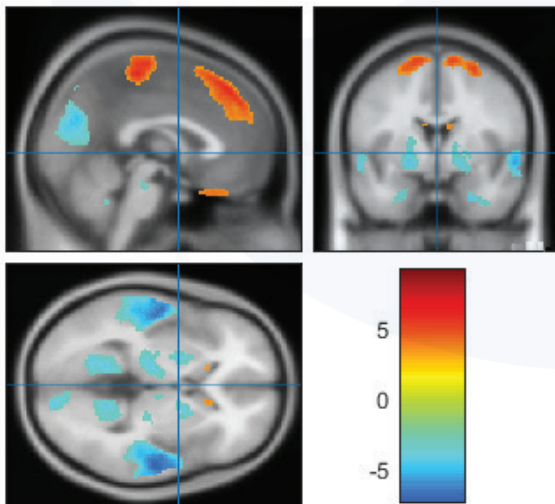
شد. در تجزیه و تحلیل ارتباط عملکردی، معناداری آماری برای همه مقایسه‌ها $p > 0.05$ ، FDR برای سطح کلاسترها اصلاح شد (آستانه‌ی کلاستر) و $p > 0.01$ برای سطح وکسل (آستانه ارتفاع) تصحیح نشده است.

نتایج

آنالیز گروهی تسک fMRI

نواحی مغزی فعال و غیرفعال شده

فعال و غیرفعال شدن مناطق مغزی حین ارتباط میدان شعوری فرادرمانی، همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده، اندازه‌گیری شده است. همانطور که در این شکل مشخص است، لوبهای جلویی - جداری دو نیمکره مغز حین این فعالیت افزایش فعالیت قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهند. از طرف دیگر، لوبهای گیجگاهی و پس‌سری نیمکره چپ و راست در حین ارتباط میدان شعوری فرادرمانی غیرفعال می‌شوند. نمایش سه بعدی مناطق فعال و غیرفعال شده مغز در حین تسک در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۲: مناطق مغزی فعال و غیرفعال شده حین ارتباط میدان شعوری فرادرمانی در جمعیت فرادرمانگر مطالعه حاضر (قرمز به معنی فعالیت بیشتر و آبی به معنی فعالیت کمتر).

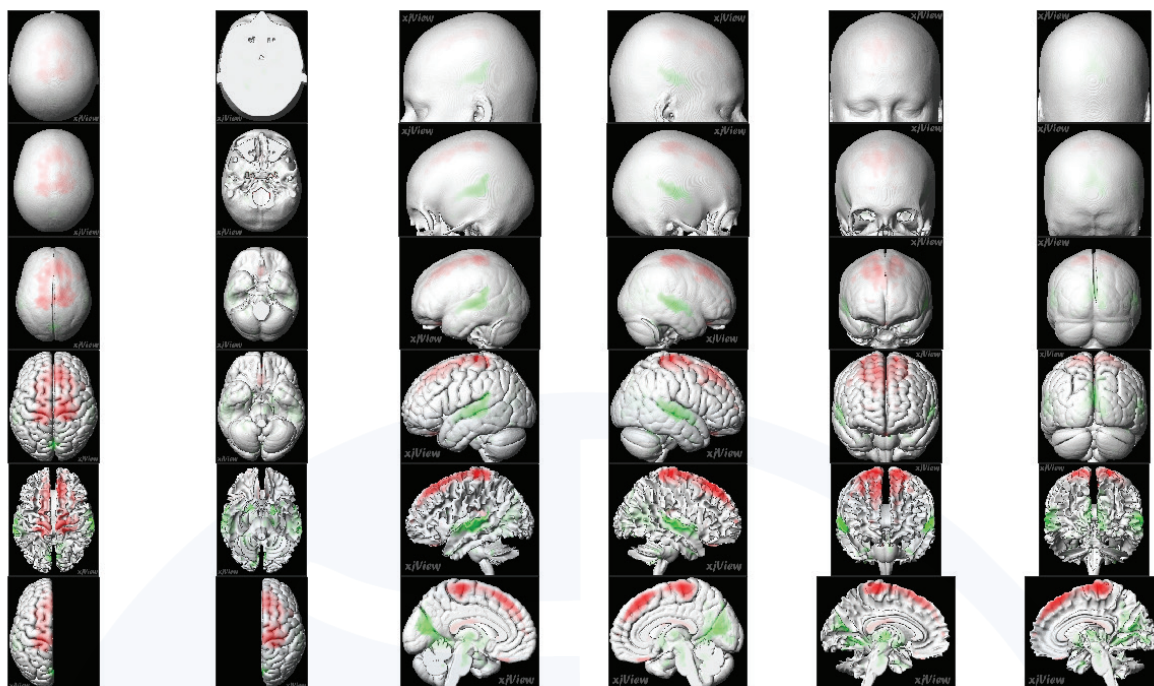
کنتراست t آماری بر اساس وکسل به وکسل محاسبه شد.

آنالیز گروهی و ارتباطی fMRI

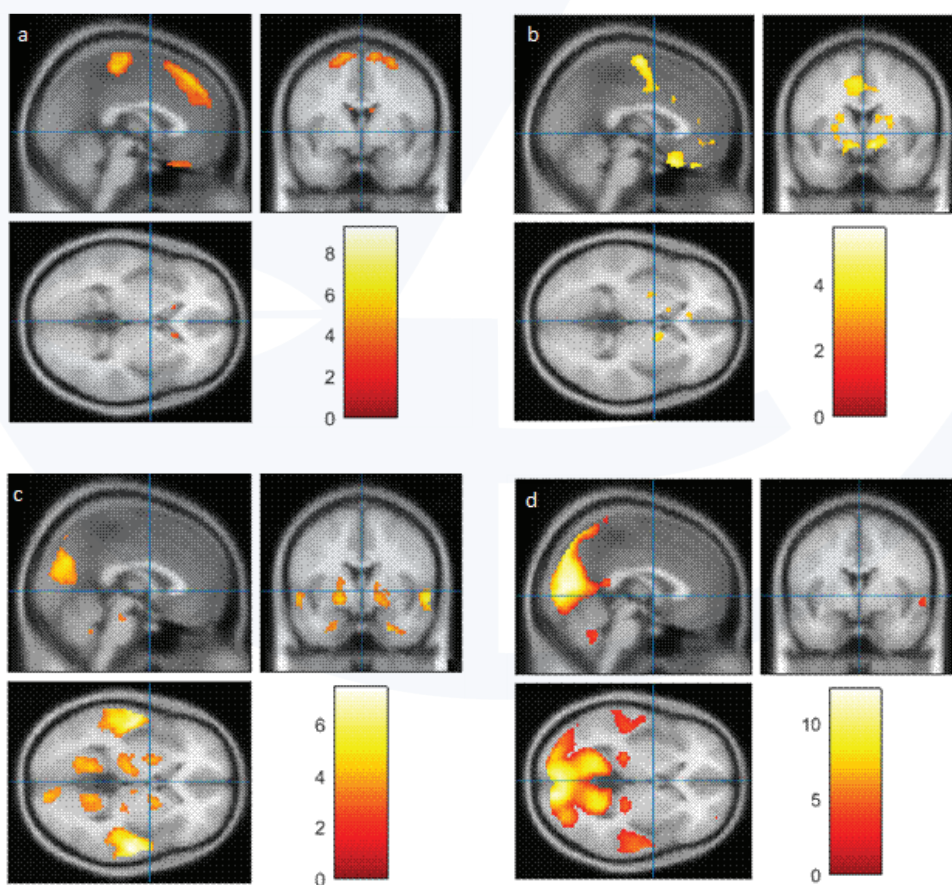
پیش پردازش داده‌ها برای تجزیه و تحلیل connectivity fMRI با استفاده از جعبه ابزار CONN (نسخه ۱۹c) انجام شد (Whitfield-Gabrieli and Nieto-Castanon 2012). تجزیه و تحلیل شامل مراحل زیر است: (۱) برآورد و اصلاح حرکت سر شرکت کننده (۲) اصلاح زمان‌بندی برش، (۳) تفکیک مناطق مختلف مغز (خاکستری/سفید/CSF) و نرمالیزه کردن داده‌ها در فضای استاندارد MNI. متعاقباً، در مرحله حذف نویز، سیگنال‌های fMRI از طریق یک فیلتر ۱۰۰ درجه ای برای حذف اثرات سر و صدای تنفس و قلب از سیگنال عبور می‌کنند. به منظور انجام تجزیه و تحلیل ارتباط عملکردی، مختصات پیک کلاسترهای فعال شده در تجزیه و تحلیل داده‌های fMRI به عنوان seedهایی با شعاع ۱۰ میلی متر در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل ارتباطات عملکردی با اندرکنش روانشناسی فیزیولوژیک (gPPI) (۳۷) در مرحله تجزیه و تحلیل سطح ۱ انجام شد. اثرات با توجه به کنتراست برای شبکه‌های فعال شدن $Task > Rest$ و برای شبکه‌های غیرفعال شدن $Rest > Task$ در همه شرکت‌کنندگان در حالت تجزیه و تحلیل seed به وکسل گزارش می‌شود. در مرحله تجزیه و تحلیل سطح ۲، برای هر شرکت کننده، مدل gPPI متوسط سری زمانی BOLD هر seed از تصاویر عملکردی مربوطه به عنوان نماینده seed مورد نظر محاسبه شد و با استفاده از تحلیل همبستگی پیرسون با دوره‌های زمانی وکسل‌های کل مغز ارتباط داده شد.

تحلیل آماری

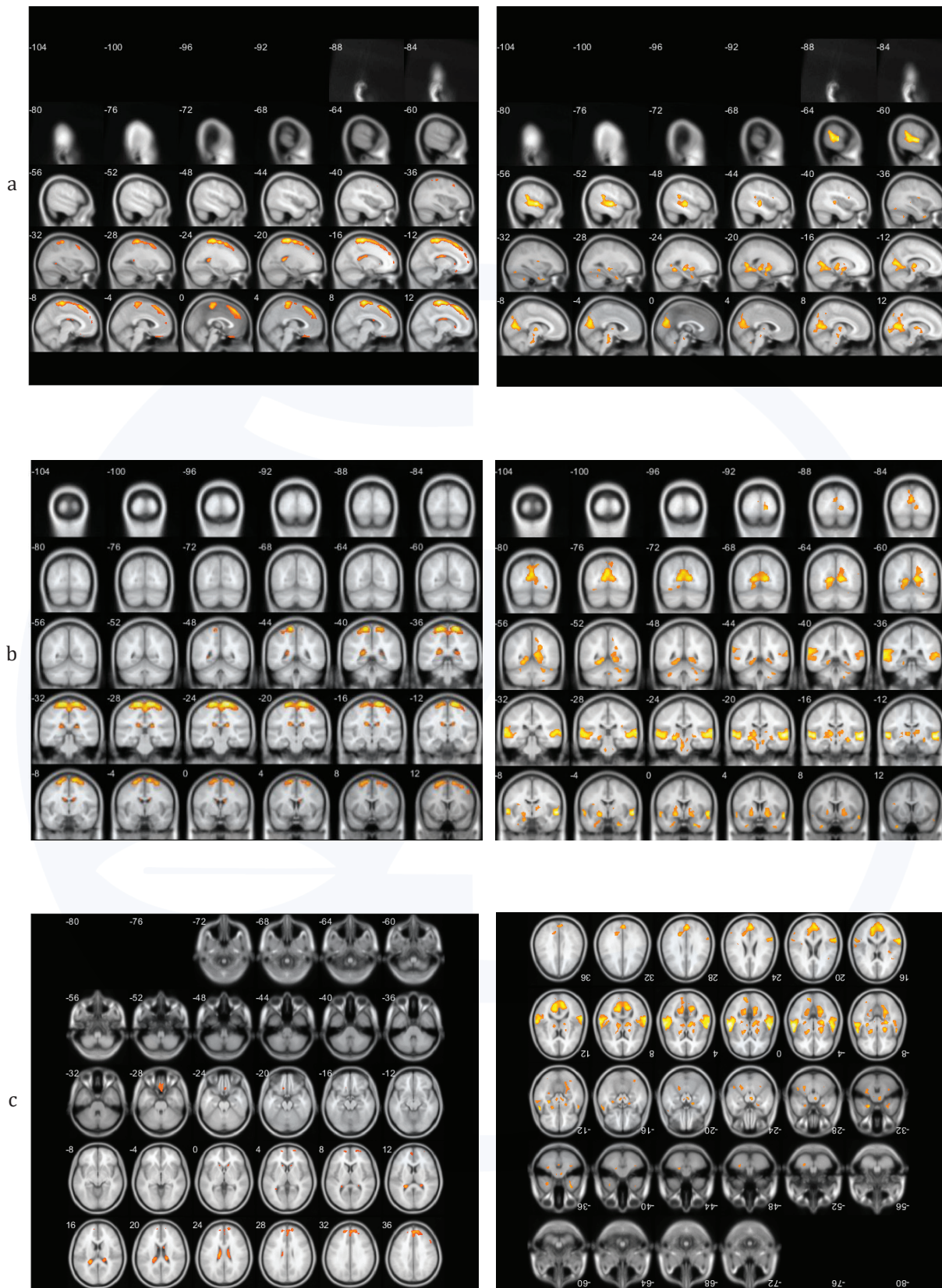
در تجزیه و تحلیل fMRI از آزمون T زوجی برای ایجاد کنتراست استفاده شد و مقدار p در ۰.۰۵ تنظیم



شکل ۳: نمای سه بعدی مغز جمعیت فرادمانگر را در حین انجام تسک fMRI (ارتباط FCF) در همه جهات (بالا، پایین، نمای ساجیتال و پشتی).



شکل ۴: مناطق فعال و غیرفعال شده مغز فرادمانگران حین ارتباط میدان شعوری فرادمانی؛ فعال شده در: (a) Task > Rest 1 و (b) Task > Rest 1، و غیرفعال شده در: (c) Rest1 > Task و (d) Rest > Task.



شکل ۵: مناطق فعال (چپ) و غیرفعال (راست) شده مغز فرارمانگرا حین ارتباط FCF به ترتیب در Task > Rest 1 و Rest 1 > Task ، به ترتیب در نمای (a) sagittal ، (b) coronal ، (c) عرضی.

$p\text{-value} = 0.001$ ، شدت $= 3/0916$ و اندازه کلاستر $= 5$ تعیین شد.

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، لوب‌های جلویی راست و چپ و همچنین نواحی زیر لوبی مغز حین ارتباط میدان شعوری فرادرمانی فعال می‌شوند (بیش از ۵۰ وکسل). فعال‌ترین مناطق در Gyrus Precentral در ماده سفید لوب پیشانی راست (BA6) مشاهده می‌شود. متعاقباً، مناطق تحت لوبی چپ و راست، BA11 و BA10 نیز مناطق فعال شده هستند.

غیرفعال شده‌ترین مناطق (بیش از هزار وکسل) در ارتباط FCF در جدول ۲ نشان داده شده است. بیشترین میزان غیرفعال سازی در ماده سفید لوب لیمبیک راست در ناحیه Calcarine و به دنبال آن ماده خاکستری و سفید لوب گیجگاهی راست و چپ در شکنج گیجگاهی فوقانی (BA22) است. در نهایت، غیرفعال شدن در ماده سفید ناحیه تحت لوبی نیمکره چپ در مسیر اپتیک نیز مشاهده شد.

نکته جالب این است که در حین ارتباط FCF تقارنی در مناطق فعال و غیرفعال وجود دارد که در مقایسه با حالت استراحت، به طور قابل توجهی متفاوت است (شکل ۳).

مقایسه کنتراست تسک‌ها از Reset ۱ و همه بلوک‌های Reset در مناطق فعال و غیرفعال شده در شکل ۴ نشان داده شده است.

همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، در نظر گرفتن حالات مختلف رست، منجر به تغییرات قابل توجهی در شدت و مناطق فعال و غیرفعال شده در مغز فرادرمانگران می‌شود. برای بهتر معلوم شدن، سه نمای سائیتال (a) و (c) از شکل ۴ گسترش یافته و در شکل ۵ نشان داده شده است.

آنالیز کلاسترهای فعال و غیرفعال شده

کلاسترهای فعال و غیرفعال شده حین ارتباط FCF اندازه‌گیری شد و به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. آستانه این تجزیه و تحلیل در

جدول ۱: تعداد وکسل‌ها، پیک مختصات MNI، مناطق مرتبط و شدت در کلاسترهای فعال شده حین ارتباط FCF. کلاسترهای فعال شده با شماره تعداد وکسل در مرتبه ۱۰۰۰ با رنگ خاکستری مشخص شده است.

Activation clusters	Number of voxels	Peak MNI coordinate	Cerebrum	Lobe	Peak MNI region	Peak intensity
1	173	-4 34 -28	Left	Frontal	Rectal Gyrus (BA11)	4.1921
2	16	-10 24 -20	Left	Frontal	Medial Frontal Gyrus	3.6603
3	18	12 22 0	Right	Sub-lobar	Caudate_R (aal)	3.5045
4	14	-14 22 2	Left	Sub-lobar	Caudate_L (aal)	3.3306
5	6	-32 -48 2	Left	Sub-lobar	Lateral Ventricle	3.563
6	33	-16 62 6	Left	Frontal	Medial Frontal Gyrus	3.8461
7	56	20 64 6	Right	Frontal	Superior Frontal Gyrus (BA10)	3.963
8	396	-20 -38 14	Left	Sub-lobar	Lateral Ventricle	5.2362
9	225	18 -28 20	Right	Sub-lobar	Caudate	4.7855
10	8993	14 -24 72	Right	Frontal	Precentral Gyrus	9.1736

جدول ۲: تعداد وکسل ها، پیک مختصات MNI، مناطق مرتبط و شدت کلاسترهای غیرفعال شده در حین ارتباط FCF. کلاسترهای غیرفعال با تعداد وکسل مرتبه ۱۰۰۰ با رنگ خاکستری مشخص شده است.

Deactivation clusters	Number of voxels	Peak MNI coordinate	Cerebrum	Lobe	Peak MNI coordinate region	Peak intensity
1	45	28 -52 -52	Right	Cerebellum Posterior	Cerebellar Tonsil	-3.6114
2	29	20 -42 -42	Right	Cerebellum Posterior	Cerebellar Tonsil	-3.7023
3	36	-32 -48 -34	Left	Cerebellum Anterior	Culmen	-3.5606
4	121	26 0 -34	Right	Limbic	ParaHippocampal_R (aal)	-4.5244
5	1293	-24 -22 -6	Left	Sub-lobar	Optic Tract	-5.1218
6	193	32 -44 -34	Right	Cerebellum Anterior	Culmen	-3.837
7	11	2 -54 -34	Right	Cerebellum Anterior	Vermis_9 (aal)	-3.3818
8	6	10 -26 -34	Right Brainstem	undefined	Pons	-3.1819
9	43	46 -50 -28	Right	Cerebellum Anterior	Culmen	-3.8079
10	8	-28 -56 -24	Left	Cerebellum Posterior	Declive	-3.3039
11	2023	58 -18 0	Right	Temporal	Superior Temporal Gyrus	-7.3881
12	51	8 -20 -16	Right Brainstem	undefined	Midbrain	-3.7833
13	39	-32 -72 -14	Left	Occipital	Brodman area 18 // Fusiform_L (aal)	-3.6249
14	145	30 -16 -12	Right	Sub-lobar	Hippocampus_R (aal)	-4.4384
15	4271	12 -60 10	Right	Limbic	Calcarine_R (aal)	-5.3935
16	491	18 2 -8	Right	Sub-lobar	Extra-Nuclear	-4.2654
17	2153	-54 -14 0	Left	Temporal	Superior Temporal Gyrus	-6.6313
18	15	32 -80 -10	Right	Occipital	Inferior Occipital Gyrus	-3.57
19	23	-34 -8 18	Left	Sub-lobar	Insula // Brodman area 13	-3.6764
20	14	-44 14 18	Left	Frontal	Sub-Gyral	-3.392
21	17	56 -62 22	Right	Temporal	Superior Temporal Gyrus // Brodman area 39	-3.4743
22	9	34 -28 22	Right	Sub-lobar	Extra-Nuclear	-3.4575

آنالیز ارتباط عملکردی

مناطق مرتبط از نظر عملکردی در نواحی فعال شده

نتایج تجزیه و تحلیل seed به وکسل در جدول ۳ نشان داده شده است. این اندازه‌گیری‌ها نقاط پیک فعالیت را در fMRI تحلیل شده در $\text{Task} > \text{Rest}$ ، با مقدار P تصحیح نشده > 0.001 ، در نظر می‌گیرند. اطلاعات وکسل‌هایی که از نظر عملکردی با پیک مناطق فعال شده با مقدار p اصلاح نشده > 0.001 مرتبط بودند، در جدول ۴ ارائه شده است. همانطور که در جدول ۴ نشان داده شده است، افزایش

connectivity بین کلاسترهای فعال شده حین ارتباط FCF (جدول ۳) و شکنج سینگولیت خلفی وجود دارد. نمای ساجیتال کلاسترهای مرتبط با عملکرد شناسایی شده و اندازه اثر آن در شکل ۶ نشان داده شده است.

مناطق مرتبط از نظر عملکردی در نواحی غیرفعال شده

نتایج تحلیل seed به وکسل، با در نظر گرفتن نقاط فعالیت پیک داده‌های fMRI تحلیل شده به عنوان seed (جدول ۵)، در $\text{Task} < \text{Rest}$ و p-value بدون تصحیح > 0.001 ، به شرح زیر است.

جدول ۳: پیک فعالیت در کنتراست Task-Rest داده‌های fMRI با در نظر گرفتن آستانه کلاستر ۵ وکسل و FWE = ۰/۰۵

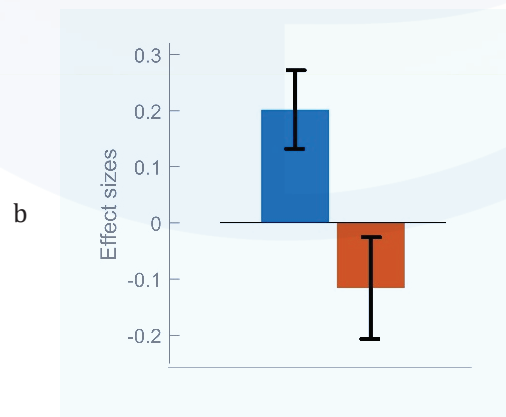
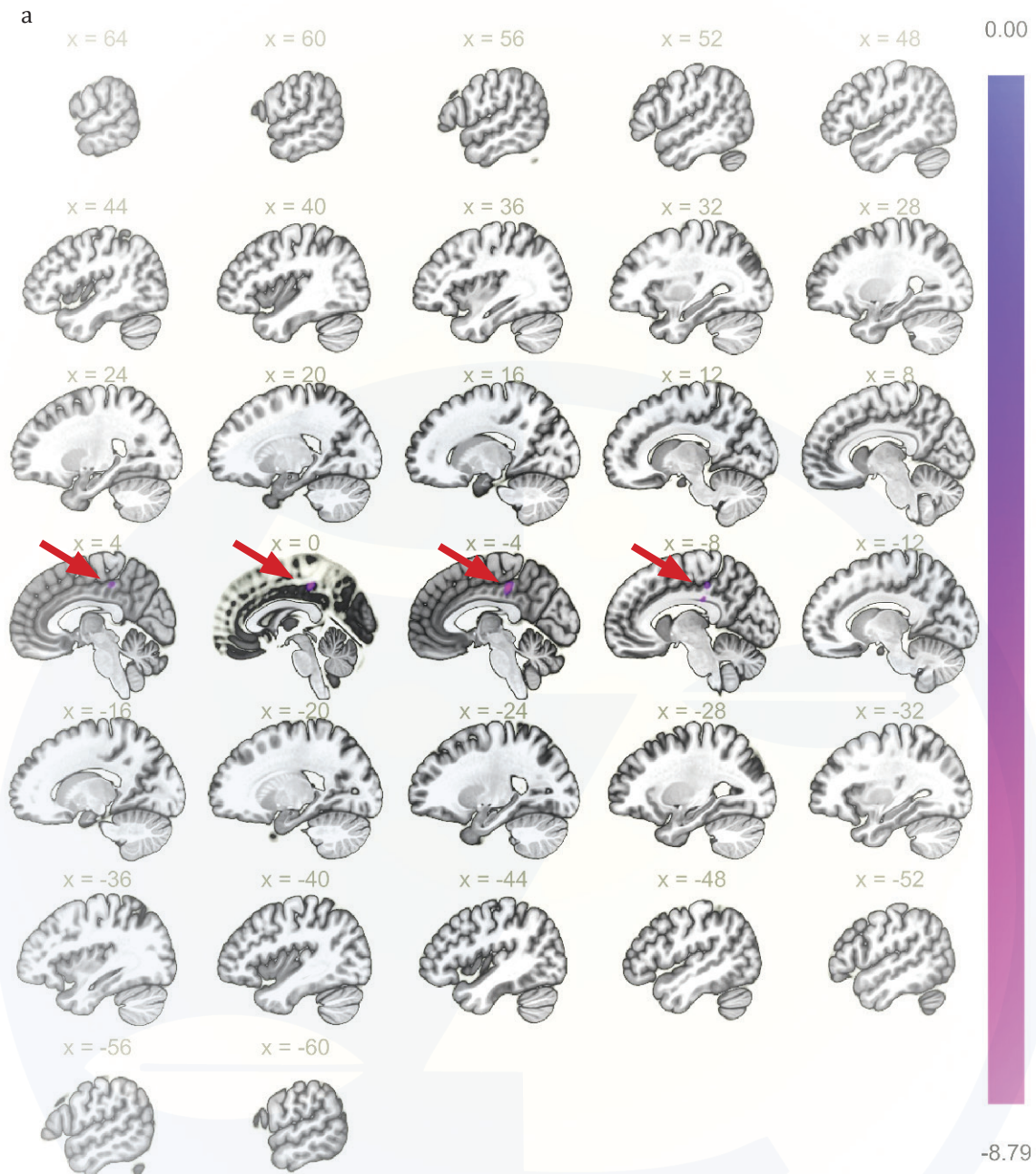
#	X	Y	Z	Voxel
Cluster 1	-4	34	-28	173
Cluster 2	20	64	6	56
Cluster 3	-20	-38	14	396
Cluster 4	18	-28	20	225
Cluster 5	14	-24	72	8993

جدول ۴: فعال شدن کلاسترهای مرتبط با عملکردی، در وکسل‌ها و مناطق مربوطه.

Cluster No.	X
-------------	---

Dimension x: -4 y: -30 z: +42

Cluster 5 128 voxels covering 5% of atlas.PC (Cingulate Gyrus, posterior division)
18 voxels covering 0% of atlas.PreCG l (Precentral Gyrus Left)
30 voxels covering 0% of atlas.not-labeled



شکل ۶: نواحی مربوط به کلاسترهای فعال شده مربوط به عملکرد (پیکان قرمز) از (a) نمای ساجیتال و (b) نمودار اندازه اثر آن که ارتباط میدان شعوری فرادرمانی FCF را با نوار قرمز نشان می‌دهد.

شده است، دو کلاستر با افزایش connectivity بین کلاسترهای غیرفعال در حین ارتباط میدان شعوری فرادمانی (جدول ۵)، مربوط به مناطق BA۴۷ و BA۱۱ در لوب پیشانی راست است. نمای ساجیتال کلاسترهای مرتبط با عملکرد و اندازه اثر آنها را میتوان در شکل‌های ۷ و ۸ مشاهده کرد.

اطلاعات کلاسترها و وکسل‌ها که از نظر عملکردی با پیک مناطق غیرفعال در وضعیت استراحت در مقایسه با تسک (Rest-Task contrast)، با مقدار $p > 0.001$ بدون تصحیح در جدول‌های ۶ و ۷ ارائه شده است. همانطور که در بعد کلاستری جدول ۶ نشان داده

جدول ۵: پیک فعالیت در کنتراست Rest-Task از داده‌های fMRI با در نظر گرفتن آستانه کلاستر ۵۰ وکسل و $FWE = 0.05$.

Cluster Number	X	Y	Z	# Voxel
1	26	0	-34	121
2	-24	-22	-6	1293
3	32	-44	-34	193
4	58	-18	0	2023
5	8	-20	-16	51
6	30	-16	-12	145
7	12	-60	10	4271
8	18	2	-8	491
9	-54	-14	0	2153

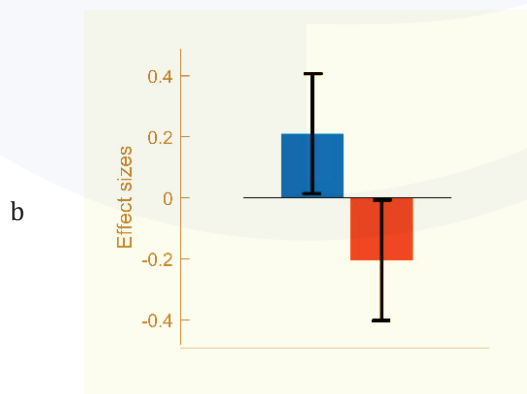
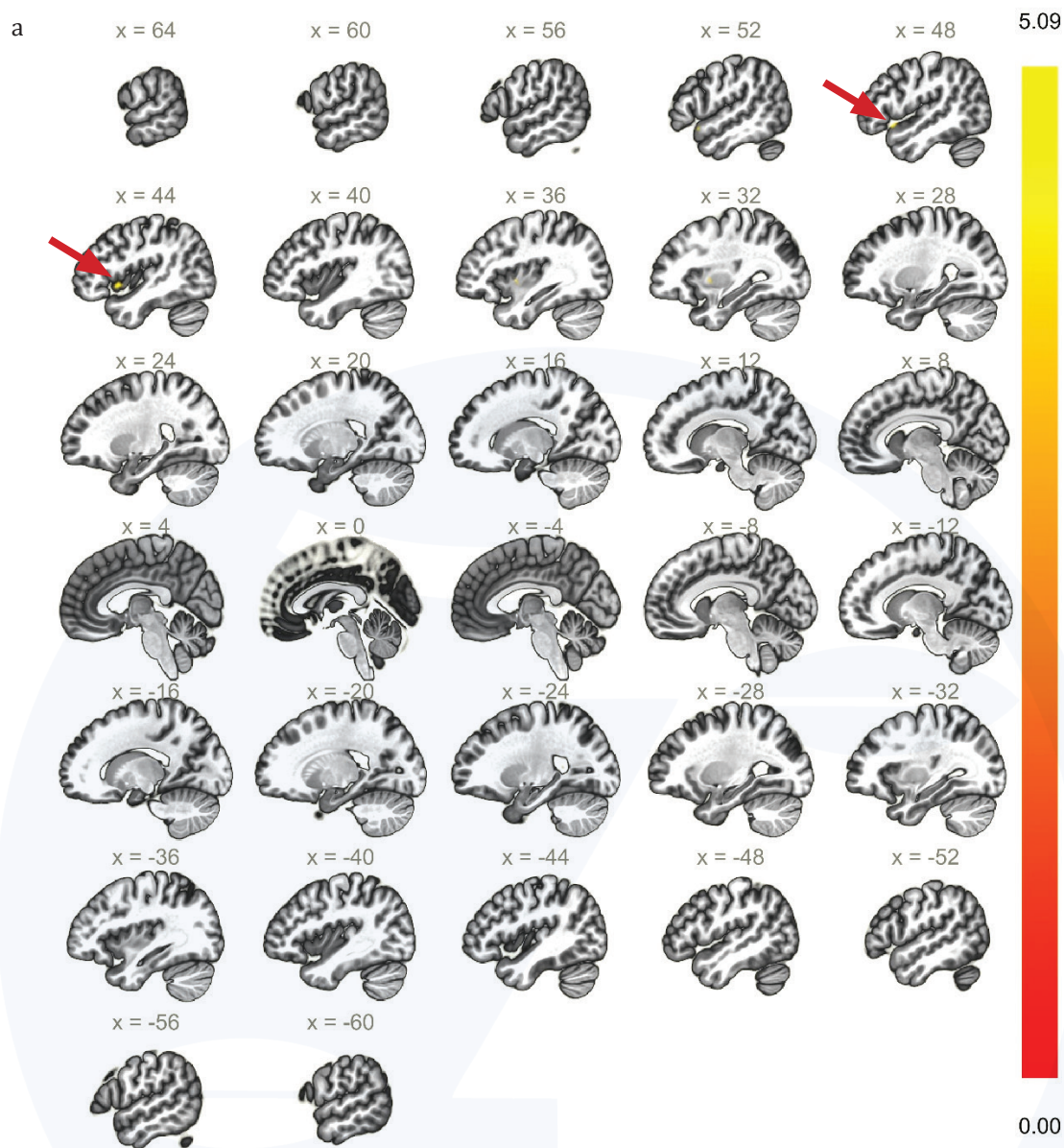
جدول ۶: غیرفعال شدن در کلاسترهای مرتبط با عملکرد.

Cluster	Cluster (x,y,z)	size	size p-FWE	size p-FDR	size p-unc	peak p-FWE	peak p-unc
1	+50 +18 -12	136	0.021966	0.032768	0.000799	0.994287	0.000090
2	+10 +60 -14	147	0.026336	0.045301	0.001105	0.998435	0.000149

جدول ۷: غیر فعال شدن کلاسترهای مرتبط با عملکرد در وکسل‌ها و مناطق مرتبط.

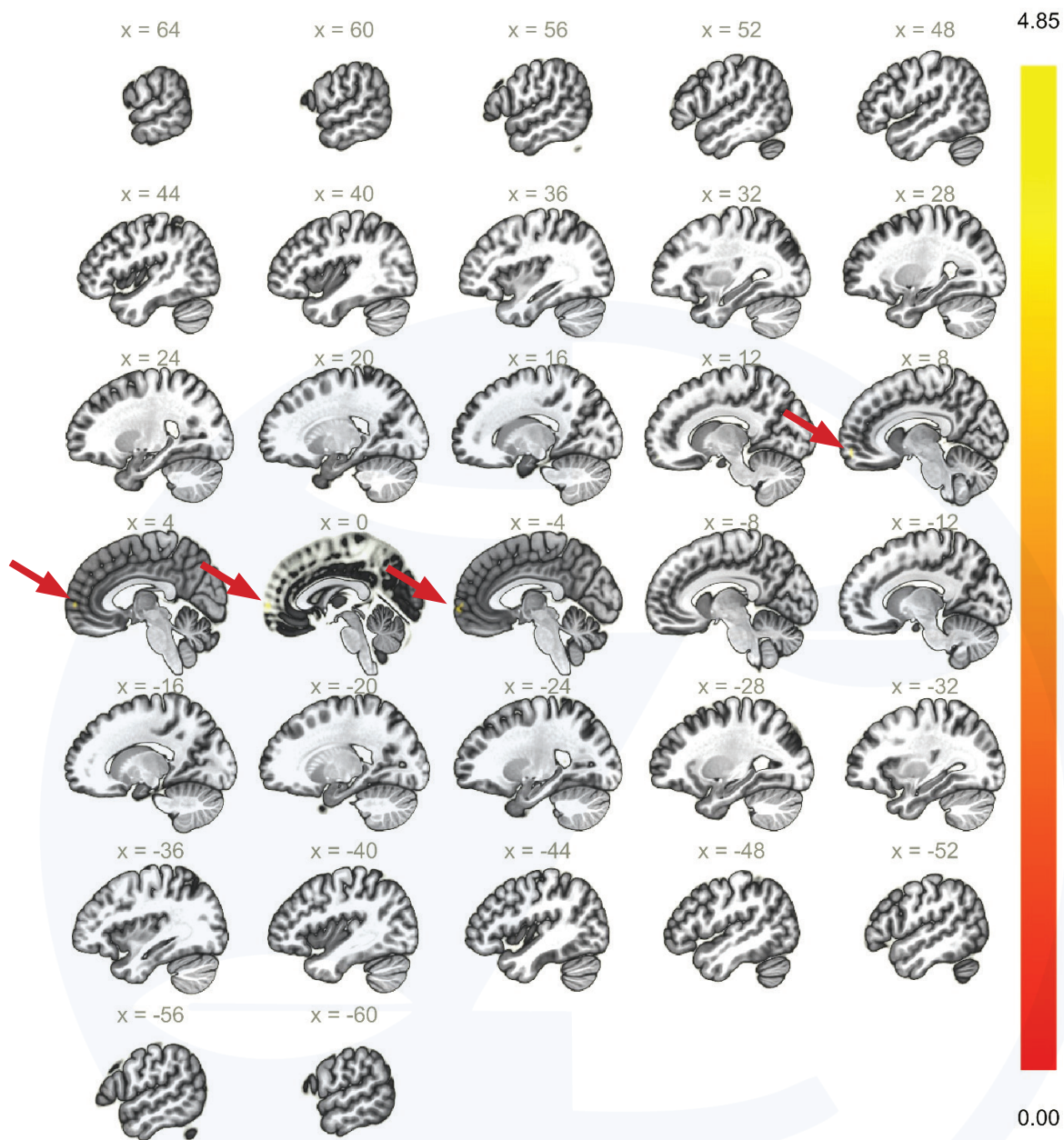
Cluster	No. of Voxels	Related Regions
1	47	covering 3% of atlas.IC r (Insular Cortex Right)
	34	covering 1% of atlas.TP r (Temporal Pole Right)
	8	covering 1% of atlas.FOrb r (Frontal Orbital Cortex Right)
	4	covering 0% of atlas.Putamen r
	2	covering 1% of atlas.FO r (Frontal Operculum Cortex Right)
	41	covering 0% of atlas.not-labeled
2	-61	covering 1% of atlas.FP r (Frontal Pole Right)
	52	covering 1% of atlas.FP l (Frontal Pole Left)
	34	covering 0% of atlas. not-labeled



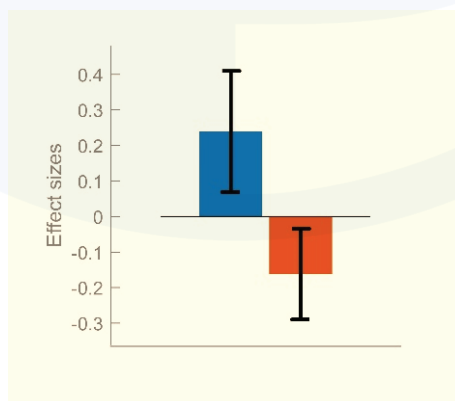


شکل ۷: نواحی مربوط به کلاستر غیرفعال شده ۱ مربوط به عملکرد (پیکان قرمز) از (a) نمای ساجیتال و (b) نمودار اندازه اثر آن که ارتباط میدان شعوری فرادرمانی FCF را با نوار قرمز نشان می‌دهد.

a



b



شکل ۸: نواحی مربوط به کلاستر غیرفعال شده ۲ مربوط به عملکرد (پیکان قرمز) از (a) نمای ساجیتال و (ب) نمودار اندازه اثر آن که ارتباط FCF را با نوار قرمز نشان می‌دهد.

بحث

در این مطالعه، فعال و غیرفعال شدن مناطق مغز را اندازه گیری کردیم و نتایج را با استفاده از تسک fMRI و ارتباطات عملکردی تجزیه و تحلیل کردیم. بر اساس نتایج، ارتباط با میدان شعوری فرادرمانی منجر به فعال شدن نواحی پیشانی مغز می شود. این نتایج با مطالعات قبلی در مورد آزمایش مغز فرادرمانگر (۳۶) که اکثر فعالیت ها در مناطق BA۶ اتفاق می افتد، همخوانی دارد. از طرف دیگر، اتصال به FCF منجر به کاهش فعالیت لوب های کالکارین لیمبیک و لوب های گیجگاهی BA۲۲ شد. تجزیه و تحلیل ارتباط عملکردی در مناطق فعال و غیر فعال مغز نشان می دهد که ارتباط عملکردی بین ارتباط با میدان شعوری فرادرمانی در منطقه BA۳۱ افزایش می یابد. برعکس با قطع ارتباط از FCF، به جای آن ارتباط عملکردی در منطقه ۴۷/BA۱۱ افزایش می یابد.

مشابه یافته های قبلی (۳۶)، فعالیت الکتریکی مغز در اتصال به FCF در لوب های جلویی بیشتر می شود. ویژگی بارز لوب پیشانی، ویژگی آن به عنوان قطب ترافیکی درون سیستم عصبی است که به سایر نواحی مغز متصل می شود و بالعکس (۳۸). در مطالعه حاضر، منطقه BA۶ در داخل لوب پیشانی بیشترین فعالیت را حین ارتباط FCF نشان می دهد. منطقه BA۶ بزرگترین بخش منطقه بردار من است و معمولاً به عنوان قشر پیش حرکتی نامیده می شود که در تعیین توالی و برنامه ریزی حرکات نقش دارد (۳۹). بسیاری از عملکردها به این منطقه نسبت داده می شود و نقش در عملکرد شناختی از جمله آنهاست (۴۰). سایر نقش های پیشنهادی برای منطقه BA۶ شامل حافظه (۴۱) و توجه (۴۲) است.

بعد از BA۶، قسمت ۱۱/BA۱۰ لوب پیشانی منطقه بعدی است که بسیار فعال می شود؛ ۱۱/BA۱۰

همچنین بخشی از قشر پیش پیشانی (PFC) است و در ناحیه جلویی لوب پیشانی قرار دارد. این منطقه در یکی از آخرین نقاط زمانی طی تکامل توسعه یافته است و بیش از یک چهارم قشر مغز را تشکیل می دهد (۴۳). عملکردهای منتسب به BA۱۰ شامل کدگذاری حافظه (۴۱) بازبایی حافظه (۴۴) و حافظه حین عملکرد (۴۵) است. همچنین گزارش شده است که این بخش در یکپارچگی شخصیت نقش دارد (۴۶). تا به امروز، به دلیل دشواری مطالعه ارتباط بین این مناطق در هنگام استفاده از آزمون های fMRI، بررسی های زیادی در مورد شیوه واکنش و همبستگی این منطقه با ابعاد شخصیت انجام نشده است.

کاهش ارتباط عملکردی بین ۱۱/BA۱۰ و BA۳۱ یکی از یافته های جالب در این مطالعه است. همانطور که در متون مرتبط با DMN پیشنهاد شده است، هاب های پیش فرض شبکه معمولاً بین mFPC و قشر PCC قرار دارند (۱۵)؛ کاهش مشاهده شده ممکن است به دلیل عدم وجود ارتباط بین مناطق فعال شده و شبکه پیش فرض باشد. این داده همچنین همزمانی و ارتباط احتمالی بین شبکه پیش فرض و فعالیت مغزی را در حین ارتباط FCF رد می کند.

در این مطالعه، ما حین ارتباط با FCF مناطق مغزی غیرفعال شده را نیز مشاهده می کنیم. ناحیه لیمبیک مغز، واقع در دو طرف چپ و راست مغز، ابتدایی ترین قسمت مغز است و با سایر پستانداران، خزندگان، دوزیستان و ماهیان مشترک است. عملکردهای اصلی این منطقه تنظیم احساسات، پاسخ های جنسی و هموستاز در انسان است (۴۷). کاهش فعالیت در ناحیه لیمبیک حین ارتباط FCF در قسمتهای کارلارین است که قشر بینایی اولیه را در خود جای داده است (۴۸). علاوه بر این، مجاری نوری واقع در داخل لوب ها در

قشر چپ، کاهش فعالیت در ارتباط با FCF را نشان می‌دهد. این کاهش همزمان در مناطق BA۲۲ است که همان قشر ارتباطات شنوایی است (۴۹). این کاهش فعالیت در مناطق بینایی و شنیداری مغز مربوط به باز شدن چشم‌ها در حالت استراحت و پیام صوتی است که در انتهای آن شنیده می‌شود و وارد حالت تسک می‌شود. از طرف دیگر، افزایش ارتباط عملکردی در مناطق غیرفعال و قسمت‌های BA۴۷ (PFC/۱۱) مشاهده می‌شود که در مورد BA۱۱، با بخشی از مناطق فعال شده مغز همبستگی وجود دارد. این نتیجه به وضوح نشان دهنده تغییر در فعالیت مغز بین حالت مرتبط با FCF و قطع ارتباط با آن، در نتیجه تسک و استراحت طراحی شده در مطالعه حاضر است.

به طور کلی، ما می‌توانیم یافته‌های خود را در چهار قسمت خلاصه کنیم: (۱) ارتباط با میدان شعوری فرادرمانی تأثیر مشخصی بر مغز انسان دارد، (۲) میدان شعوری فرادرمانی منجر به فعال شدن مناطق مغز انسان و تغییر connectivity شبکه‌های مختلف مغز می‌شود، (۳) قسمت‌های فعال شده مغز بیشتر با پیشرفته‌ترین نواحی پیشانی مغز

مرتبط هستند و ارتباط عملکردی برخلاف شبکه‌های پیش فرض فعال می‌شود (به دلیل کاهش در هاب BA۳۱) و (۴) ارتباط بین مناطق غیرفعال و فعال نشان دهنده سوئیچی در مغز فرادرمانگر بصورت ویژه در منطقه BA۱۱ در برقراری و قطع ارتباط با میدان شعوری فرادرمانی است.

بررسی سایر مناطق مغز و مقایسه فعالیت‌های منطقه‌های مختلف در جمعیت‌های بزرگ‌تر و متنوع‌تر، می‌تواند به اهمیت ارتباط FCF و یافته‌های مرتبط با اثرات آن کمک کند. علاوه بر این، بررسی اثرات میدان شعوری فرادرمانی بر عملکرد مغز بر تیمار بیماری‌های سیستم عصبی از ملاحظات آینده نویسندگان این مطالعه است.

قدردانی

نویسندگان از آزمایشگاه ملی نقشه برداری مغز ایران (NBML)، تهران، ایران به دلیل ارائه خدمات جمع‌آوری داده‌ها برای این کار تحقیقاتی قدردانی می‌کنند.

منابع

1. Delcomyn F. Foundations of neurobiology: WH Freeman; 1998.
2. Ogawa S, Lee TM, Nayak AS, Glynn P. Oxygenation sensitive contrast in magnetic resonance image of rodent brain at high magnetic fields. *Magnetic resonance in medicine*. 1990;14(1):68-78.
3. Greicius MD, Srivastava G, Reiss AL, Menon V. Default-mode network activity distinguishes Alzheimer's disease from healthy aging: evidence from functional MRI. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2004;101(13):4637-42.
4. Koenig P, Smith EE, Troiani V, Anderson C, Moore P, Grossman M. Medial temporal lobe involvement in an implicit memory task: evidence of collaborating implicit and explicit memory systems from fMRI and Alzheimer's disease. *Cerebral Cortex*. 2008;18(12):2831-43.
5. Moody TD, Bookheimer SY, Vanek Z, Knowlton BJ. An implicit learning task activates medial temporal lobe in patients with Parkinson's disease. *Behavioral neuroscience*. 2004;118(2):438.
6. Skidmore F, Korenkevych D, Liu Y, He G, Bullmore E, Pardalos PM. Connectivity brain networks based on wavelet correlation analysis in Parkinson fMRI data. *Neuroscience letters*. 2011;499(1):47-51.
7. Kim DI, Sui J, Rachakonda S, White T, Manoach DS, Clark VP, et al. Identification of imaging biomarkers in schizophrenia: a coefficient-constrained independent component analysis of the mind multi-site schizophrenia study. *Neuroinformatics*. 2010;8(4):213-29.
8. Walter H, Ciaramidaro A, Adenzato M, Vasic N, Ardito RB, Erk S, et al. Dysfunction of the social brain in schizophrenia is modulated by intention type: an fMRI study. *Social cognitive and affective neuroscience*. 2009;4(2):166-76.



9. Schweinhardt P, Bountra C, Tracey I. Pharmacological fMRI in the development of new analgesic compounds. *NMR in Biomedicine: An International Journal Devoted to the Development and Application of Magnetic Resonance In vivo*. 2006;19(6):702-11.
10. Friston KJ. The disconnection hypothesis. *Schizophrenia research*. 1998;30(2):115-25.
11. Fox MD, Raichle ME. Spontaneous fluctuations in brain activity observed with functional magnetic resonance imaging. *Nature reviews neuroscience*. 2007;8(9):700-11.
12. Biswal BB, Klyen JV, Hyde JS. Simultaneous assessment of flow and BOLD signals in resting state functional connectivity maps. *NMR in Biomedicine: An International Journal Devoted to the Development and Application of Magnetic Resonance In Vivo*. 1997;10(4-5):165-70.
13. Biswal B, Zerrin Yetkin F, Haughton VM, Hyde JS. Functional connectivity in the motor cortex of resting human brain using echo planar MRI. *Magnetic resonance in medicine*. 1995;34(4):537-41.
14. Van Den Heuvel MP, Pol HEH. Exploring the brain network: a review on resting-state fMRI functional connectivity. *European neuropsychopharmacology*. 2010;20(8):519-34.
15. Buckner RL, Andrews Hanna JR, Schacter DL. The brain's default network: anatomy, function, and relevance to disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2008;1124(1):1-38.
16. Raichle ME, MacLeod AM, Snyder AZ, Powers WJ, Gusnard DA, Shulman GL. A default mode of brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2001;98(2):676-82.
17. Gusnard DA, Akbudak E, Shulman GL, Raichle ME. Medial prefrontal cortex and self-referential mental activity: relation to a default mode of brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2001;98(7):4259-64.
18. Pallesen KJ, Brattico E, Bailey CJ, Korvenoja A, Gjedde A. Cognitive and emotional modulation of brain default operation. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2009;21(6):1065-80.
19. Greicius MD, Krasnow B, Reiss AL, Menon V. Functional connectivity in the resting brain: a network analysis of the default mode hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2003;100(1):253-8.
20. Mason MF, Norton MI, Van Horn JD, Wegner DM, Grafton ST, Macrae CN. Wandering minds: the default network and stimulus-independent thought. *Science*. 2007;315(5810):393-5.
21. Bluhm RL, Miller J, Lanius RA, Osuch EA, Boksman K, Neufeld R, et al. Spontaneous low-frequency fluctuations in the BOLD signal in schizophrenic patients: anomalies in the default network. *Schizophrenia bulletin*. 2007;33(4):1004-12.
22. Whitfield-Gabrieli S, Thermenos HW, Milanovic S, Tsuang MT, Faraone SV, McCarley RW, et al. Hyperactivity and hyperconnectivity of the default network in schizophrenia and in first-degree relatives of persons with schizophrenia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2009;106(4):1279-84.
23. Calhoun VD, Maciejewski PK, Pearlson GD, Kiehl KA. Temporal lobe and "default" hemodynamic brain modes discriminate between schizophrenia and bipolar disorder. *Human brain mapping*. 2008;29(11):1265-75.
24. Grimm S, Boesiger P, Beck J, Schuepbach D, Bermpohl F, Walter M, et al. Altered negative BOLD responses in the default-mode network during emotion processing in depressed subjects. *Neuropsychopharmacology*. 2009;34(4):932-43.
25. Chén OY, Cao H, Reinen JM, Qian T, Gou J, Phan H, et al. Resting-state brain information flow predicts cognitive flexibility in humans. *Scientific reports*. 2019;9(1):1-16.
26. Marchand WR. Neural mechanisms of mindfulness and meditation: evidence from neuroimaging studies. *World journal of radiology*. 2014;6(7):471.
27. Young KS, van der Velden AM, Craske MG, Pallesen KJ, Fjorback L, Roepstorff A, et al. The impact of mindfulness-based interventions on brain activity: A systematic review of functional magnetic resonance imaging studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2018;84:424-33.
28. Mahone MC, Travis F, Gevartz R, Hubbard D. fMRI during Transcendental Meditation practice. *Brain and Cognition*. 2018;123:30-3.
29. Garrison KA, Zeffiro TA, Scheinost D, Constable RT, Brewer JA. Meditation leads to reduced default mode network activity beyond an active task. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. 2015;15(3):712-20.
30. Brewer JA, Worhunsky PD, Gray JR, Tang Y-Y, Weber J, Kober H. Meditation experience is associated with differences in default mode network activity and connectivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2011;108(50):20254-9.
31. Taheri MA. *Human from Another Outlook (2nd Edition)*2013.
32. Taheri MA, Semsarha F, Mahdavi M, Afsartala Z, Amani L. The Influence of the Faradarmani Consciousness Field on the Survival and Death of MCF-7 Breast Cancer Cells: An Optimization Perspective. Available at SSRN 3705537. 2020.
33. Torabi S, Taheri M, Semsarha F. Alleviative effects of Faradarmani Consciousness Field on *Triticum aestivum* L. under salinity stress [version 3; peer review: I approved]. *F1000Research*. 2021;9(1089).
34. Taheri MA, Torabi S, Nabavi N, Semsarha F. Influence of Faradarmani Consciousness Field (FCF) on Spatial Memory and Passive Avoidance

Behavior of Scopolamine Model of Alzheimer Disease in Male Wistar Rats. Available at SSRN 3761188. 2021.

35. Taheri MA, Semsarha F, Mozavi M, Myerholtz C, Monfared M. Consciousness Fields According to Taheri: Experimental Investigation of the Function and Implication of Consciousness. Available at SSRN 3753649. 2020.
36. Taheri MA, Semsarha F, Modarresi-Asem F. An Investigation on the Electrical Activity of the Brain during Fara-Darmani Connection in the Fara-Therapist Population. 2020.
37. McLaren DG, Ries ML, Xu G, Johnson SC. A generalized form of context-dependent psychophysiological interactions (gPPI): a comparison to standard approaches. *Neuroimage*. 2012;61(4):1277-86.
38. Baars B, Gage NM. *Fundamentals of cognitive neuroscience: a beginner's guide*: Academic Press; 2013.
39. Catalan MJ, Honda M, Weeks RA, Cohen LG, Hallett M. The functional neuroanatomy of simple and complex sequential finger movements: a PET study. *Brain: a journal of neurology*. 1998;121(2):253-64.
40. Tanaka S, Honda M, Sadato N. Modality-specific cognitive function of medial and lateral human Brodmann area 6. *Journal of Neuroscience*. 2005;25(2):496-501.
41. Ranganath C, Johnson MK, D'Esposito M. Prefrontal activity associated with working memory and episodic long-term memory. *Neuropsychologia*. 2003;41(3):378-89.
42. Nobre AC, Sebestyen GN, Gitelman DR, Mesulam MM, Frackowiak R, Frith CD. Functional localization of the system for visuospatial attention using positron emission tomography. *Brain: a journal of neurology*. 1997;120(3):515-33.
43. Fuster JM. *Prefrontal cortex. Comparative neuroscience and neurobiology*: Springer; 1988. p. 107-9.
44. Tulving E, Kapur S, Markowitsch HJ, Craik F, Habib R, Houle S. Neuroanatomical correlates of retrieval in episodic memory: auditory sentence recognition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1994;91(6):2012-5.
45. Zhang JX, Leung H-C, Johnson MK. Frontal activations associated with accessing and evaluating information in working memory: an fMRI study. *Neuroimage*. 2003;20(3):1531-9.
46. Ciorciari J, Gountas J, Johnston P, Crewther D, Hughes M. A neuroimaging study of personality traits and self-reflection. *Behavioral Sciences*. 2019;9(11):112.
47. Michael-Titus AT, Revest P, Shortland P. *The Nervous System: Systems of the Body Series*: Elsevier Health Sciences; 2014.
48. Johns P. *Clinical Neuroscience E-Book*: Elsevier Health Sciences; 2014.
49. Mirz F, Ovesen T, Ishizu K, Johannsen P, Madsen S, Gjedde A, et al. Stimulus-dependent central processing of auditory stimuli: a PET study. *Scandinavian Audiology*. 1999;28(3):161-9.