

می ۲۰۲۶
شماره ۲۰
ISSN 2817-7002

کازمواینتل ژورنال علمی

اولین ژورنال تحقیقات علمی
در حوزه شعور (ط)



بررسی تغییر در مقادیر متابولیت‌های مغز فرادرمانگران حین
ارتباط با میدان شعوری فرادرمانی با استفاده از طیف‌سنجی
رزونانس مغناطیسی پروتون

محمد علی طاهری
بنیانگذار تئوری شعور (ط)

WWW.JOURNALOFCOSMOINTEL.COM



INTERUNIVERSAL PRESS

این صفحه عمداً خالی قرار داده شده است.

WWW.JOURNALOFCOSMOINTEL.COM

Interuniversal Press

**The Scientific Journal of Cosmointel
Vaughan, Canada**

فهرست:

۶

سرمقاله

۸

ملاحظات این شماره

۹
بررسی رفتار مغز در مواجهه با میدان شعوری فرادرمانی با استفاده از تکنیک رزونانس مغناطیسی عملکردی (fMRI) با تاکید بر پاسخ متفاوت مغز زنان و مردان

۲۱

پیوست

۳۵
بررسی طیف MRS و تغییرات مقادیر آنتروپی شانون با تاثیر میدان شعوری فرادرمانی (تسک) و بدون آن (رست)

۴۶
بررسی تغییرات متابولیت‌های کلیدی مغز در فرادرمانگرها تحت تاثیر میدان شعوری فرادرمانی با استفاده از طیف‌سنجی تشدید مغناطیسی پروتون (¹H-MRS)

۵۸
اثر میدان شعوری فرادرمانی بر متابولوم مغز با استفاده از H-MRS با تمرکز بر متابولیت‌های مرتبط با انرژی

کازمواینتل

ژورنال علمی

اولین ژورنال تحقیقات علمی
در حوزه شعور (ط)

ISSN 2817-7002

شماره ۲۰ | می | ۲۰۲۶

بررسی تغییر در مقادیر متابولیت‌های مغز فرادرمانگران حین ارتباط با میدان شعوری فرادرمانی با استفاده از طیف‌سنجی رزونانس مغناطیسی پروتون



تمام حقوق مادی و معنوی متعلق به ژورنال علمی کازمواینتل است.

Interuniversal Press

به نام خدا

سر مقاله

محمد علی طاهری
بنیانگذار نظریه میدان های شعوری

بررسی تغییر در مقادیر متابولیت های مغز فرادمانگران حین ارتباط با میدان
شعوری فرادمانی با استفاده از طیف سنجی رزونانس مغناطیسی پروتون

DOI: <https://doi.org/10.61450/joci.FA.v5i20.228>



مغز به عنوان ارگانی تکامل یافته در انسان به سرحدی از تکامل و توسعه ای خود رسیده است که پیچیدگی های آن محققان و متخصصان علوم نوروساینس و بالینی را به این جمع بندی رسانده که مغز ارگان اصلی مسئول فعالیت های مهم مشاهده شده در سطح انسان از جمله فرایند ادراک، آگاهی و شعور است. زمانی طولانی است که این چالش مهم که آیا آگاهی و شعور موجودات زنده، به خصوص انسان، منبعث و شکل گرفته از مغز است (رویکرد مونیزم) یا ماهیت آگاهی و منشا آن، مستقل از مغز و فراتر از آن است (رویکرد دوالیزم) در مکاتب گوناگون فلسفی و علمی مورد بحث و بررسی است و هر کدام طرفداران سرسخت خود را دارد.

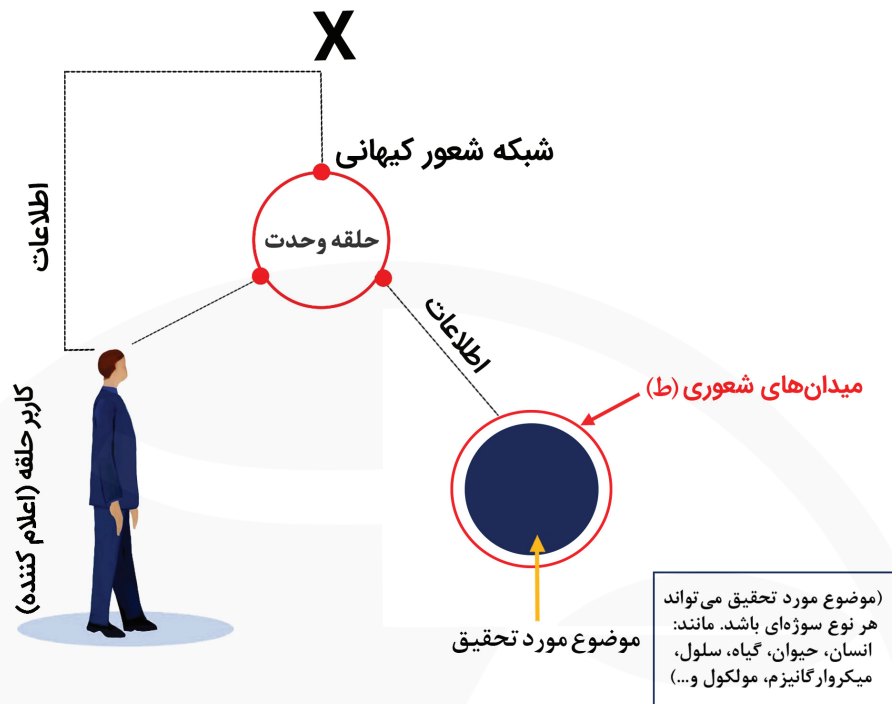
بر اساس نظریه ی میدان های شعوری (ط)، مغز با همه ی پیچیدگی ها و ویژگی های منحصر به فردش، صرفا ابزار و وسیله ای برای نمایش اثرات شعور و آگاهی در سطح موجود زنده ی پیشرفته است و آگاهی در ماهیت، مبدا و منشایی مستقل از مغز دارد و اثرات آن در سطح مغز، به خوبی قابل آشکارسازی و مشاهده است. در تایید این نظریه، شواهدی بر اساس مطالعاتی که پیش از این با استفاده از تکنیک های الکتروانسفالوگرافی و fMRI در سطح مغز فرادمانگران صورت گرفت، ارائه شد؛ مغز در ارتباط با میدان شعوری فرادمانی نواحی غیرفعال وسیعی را نشان می دهد و همچنین کاهش فعالیت و کاهش اتصال عملکردی مغز تحت تاثیر میدان شعوری فرادمانی، گواهی از عملکرد منفعل و آشکارساز مغز انسان در ارتباط با میدان های شعوری است.

در ادامه ی مطالعات حوزه ی مغز در ارتباط با میدان های شعوری، این بار پژوهش گران بر سازوکار کلیدی عملکرد مغز در فعالیت هایش که همان تغییرات غلظت متابولیت ها یا مولکول های زیستی موجود در مغز است، متمرکز شده اند؛ «این که آیا ارتباط با میدان شعوری فرادمانی منجر به تغییراتی در سطح مولکول ها و بیومولکول های ساخته شده در بدن که در جریان خون موجود در مغز و بخش های مختلف آن قابل ردیابی است، می شود؟» به منظور دستیابی به پاسخ این پرسش، در این شماره و طی پژوهش های ارائه شده در آن در کنار مطالعات تصویربرداری از مغز به کمک تکنیک MRI، به تحلیل طیف های حاصل از طیف سنجی پروتون مولکول های موجود در مغز با تکنیک MRS، بین دو حالت پیش از ارتباط با میدان شعوری فرادمانی و پس از آن، پرداخته و تغییرات مادی و مولکولی صورت گرفته در مغز که کلید ارزشمندی در درک نوع پاسخ و رفتار مغز در مواجهه با عامل غیرمادی و غیرانرژیایی شعور (ط) است، ردیابی و ثبت شده است.

پاسخ اولیه به پرسش مذکور در مجموعه مطالعات این شماره ارائه شده است: «مغز در مواجهه با میدان شعوری فرادمانی، رفتار مادی مشخصی نشان می دهد که این رفتار به خصوص از منظر متابولیسم و جریان انرژی مورد نیاز فعالیت مغز، بسیار حایز اهمیت است». در واقع، کاهش مولکول ها و مواد واسطی که در مسیر تامین انرژی زیستی در حالت معمول و پایه ی مغز کلیدی هستند، تحت تیمار میدان شعوری، حاوی چند پیام مهم است؛ نخست این که مغز تحت تیمار میدان های شعوری (ط) و در بازه ی زمانی بسیار کوتاه برای تغییرات مولکولی زیستی (در محدوده ی دقیقه)، دچار تغییراتی مادی می شود و این نشان دهنده ی آن است که این تاثیرگذاری شعور عملا با واسطه ی ذهن انسان است که موجب تغییرات مادی در سطح مغز می شود، نه بالعکس آن که بر اساس نگاه ماتریالیستی، مواد سازنده ی سیستم عصبی ایجادکننده ی حالات ذهنی باشند. دوم این که نمود غالب تغییرات مادی در سطح مغز، در کاهش شاخص میزان مولکول های مسیره های مرتبط با انرژی مغز است و این داده به نوعی پیشنهاد می کند نوع دیگری از انرژی در مواجهه با میدان شعوری فرادمانی فراهم شده است که جبران کننده ی کاهش مولکول های مرتبط با انرژی زیستی شناخته شده در نوروبیولوژی است. بر اساس نظریه ی شعور (ط)، این نوع از انرژی که مستقل از متابولیسم سلولی است، «انرژی تاریک زیستی» نامیده می شود. به منظور بررسی دقیق تر این مشاهده، شماره های بعدی مرتبط با مطالعات مغز، این فرضیه را با آزمایش ها و سنجش های مستقیم مربوط به مولکول های تیپیک حامل انرژی زیستی (ATP و ADP) در سطح مغز مورد بررسی بیش تر قرار می دهد.

مطالعات مرتبط با میدان‌های شعوری و اثرگذاری آن بر ارکان گوناگون جهان مادی و انرژیایی در علم جدید ساینس‌فکت، پیام‌آور تحولی بزرگ و رنسانسی عظیم در چهارچوب دنیای علم متعارف است که به‌زودی زود، خیل عظیمی از محققان و مراکز علمی تعیین‌کننده‌ی جهان را با این موهبت هستی آشنا و همراه خواهد کرد. امید است محققان شاهد و آگاه در هر گوشه‌ای از جهان، بدون سوگیری و تعصب به آزمایش و تجربه‌ی این ماهیت جهان‌شمول و در دسترس پردازند و روزبه‌روز شاهد گسترش دامنه‌ی علم و عملیاتی‌شدن پتانسیل بالقوه‌ی آن در ایجاد شرایط زندگی بهتر و متعالی‌تر باشیم.

شروع اثرگذاری میدان‌های شعوری طاهری بر موضوع مطالعه



تصویر شماتیک نحوه‌ی به‌کارگیری میدان‌های شعوری طاهری: اثرگذاری میدان‌های شعوری با اتصال به شبکه‌ی شعور کیهانی و از طریق کاربر حلقه (اعلام‌کننده) آغاز می‌شود. میدان‌های شعوری متغیر زیرمجموعه‌ی این شبکه‌ی هوشمند هستند و با اعمال هر کدام از آن‌ها، اطلاعات مشخصی منتقل می‌شود. به این ترتیب، موضوع مورد تحقیق که می‌تواند موجود زنده یا مواد غیرزنده باشند، در معرض این اطلاعات قرار می‌گیرند. لازم به ذکر است میدان‌های شعوری و اطلاعات طاهری، ماهیت مادی یا انرژیایی ندارند. بنابراین، نمی‌توان آن‌ها را به‌طور مستقیم و کمی اندازه‌گیری کرد. اما می‌توان با طراحی آزمایش‌های گوناگون، اثر آن‌ها را ثبت و بررسی کرد. به این منظور، رفتار یا شاخص‌های مورد سنجش محققان در موضوع مورد مطالعه پس از قرار گرفتن در معرض این میدان‌ها با نمونه‌های کنترل (بدون اثر میدان‌ها) مقایسه و نتایج، پس از آنالیزهای آماری، گزارش می‌شوند.

ملاحظات این شماره

۱. مقدمه

۱.۱. شعور پاهری و علم جدید ساینسفتک^۱

در قرن حاضر، ماهیت شعور^۲ و جایگاه آن در دنیای علم بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در این زمینه، نظریه‌های فلسفی و علمی بسیاری ارائه شده است. محمدعلی پاهری در دهه ۱۹۸۰، میدان‌های جدیدی با ماهیت غیرمادی و غیرانرژیایی معرفی کرده که میدان‌های شعوری پاهری (TCFs) نامیده میشوند. در این دیدگاه، T-Consciousness همراه با ماده و انرژی، سه عنصر اصلی جهان هستی‌اند. اما TCF از دو عنصر دیگر متمایز است.

بر اساس این نظریه، میدان‌های شعوری متنوعی با عملکردهای گوناگون وجود دارند که زیرمجموعه‌ی شبکه‌ی اینترنت کیهانی با نام شبکه‌ی شعور کیهانی یا CCN هستند. تفاوت عمده میان نظریه‌ی میدان‌های شعوری با سایر مفاهیم نظری ارائه شده در رابطه با شعور، به کارگیری و استفاده‌ی عملی از میدان‌های شعوری است. این میدان‌ها قابل اعمال بر همه‌ی موجودات زنده و غیرزنده مانند گیاهان، حیوانات، میکروارگانیسم‌ها، مواد و غیره هستند.

محمدعلی پاهری، بنیان‌گذار مکتب عرفان کیهانی حلقه در سال ۲۰۲۰، ساینسفتک را به عنوان یکی از زیرمجموعه‌های این مکتب، معرفی کرده است. نام «ساینسفتک» به این دلیل انتخاب شده است که از تحقیقات علمی به منظور تایید وجود شعور به عنوان «وجودی مسلم» (فکت) استفاده می‌کند. اگرچه دنیای علم صرفاً مطالعه‌ی ماده و انرژی را مد نظر دارد اما ساینسفتک اثرات میدان‌های شعوری (غیرمادی و غیرانرژیایی) بر ماده و انرژی و تمامی مظاهر آن‌ها (مانند انسان، حیوان، گیاه، میکروارگانیسم، سلول‌ها، مواد و غیره) را کاوش می‌کند. ساینسفتک با انجام تحقیقات آزمایشگاهی تکرارپذیر در حوزه‌های گوناگون علم، زمینه‌ی مشترکی میان این دو پدیدار نموده و از این قابلیت به منظور بررسی اثرات «شعور» و «میدان‌های شعوری» ناشی از آن استفاده می‌نماید.

اثرگذاری میدان‌های شعوری با اتصال (Etesal) بین شبکه‌ی شعور کیهانی به عنوان شعور کل و موضوع مورد مطالعه به عنوان جزء آغاز می‌شود. اتصال را ذهن فرادمانگر (فرد آموزش دیده‌ای که امکان کار با میدان‌های شعوری را دارد) برقرار می‌کند. ذهن انسان نقش واسطه (اعلام‌کننده) را دارد که با توجه‌ی کوتاه و آنی به موضوع مورد مطالعه عمل کرده و دستاورد اصلی در نتیجه‌ی اثرات میدان‌های شعوری حاصل می‌شود. علم نمی‌تواند این میدان‌ها را به طور مستقیم اندازه‌گیری کند. اما می‌توان اثرات آن‌ها را بر موضوعات گوناگون از طریق آزمایش‌های تکرارپذیر بررسی کرد.

۲.۱. روش‌شناسی تحقیقات میدان‌های شعوری پاهری

پایه‌ریزی تحقیقات اولیه‌ی «شعور» بر اساس سلسله‌مراتب «فرض، حکم و برهان» صورت گرفته که در آن، **فرض اولیه** شکستگی کیهان از جزء سومی متفاوت از ماده و انرژی با نام «شعور» است. **حکم** آن است که «شعور» (میدان‌های شعوری) بر ماده و انرژی و تمامی مظاهر آن‌ها (مانند انسان، حیوان، گیاه، میکروارگانیسم، سلول‌ها، مواد و غیره) اثر دارد و **برهان** نیز تایید علمی اثرات میدان‌های شعوری بر ماده و انرژی (مطابق حکم تعیین شده) است که از طریق انجام آزمایش‌های علمی تکرارپذیر گوناگون انجام می‌شود.

۳.۱. فازهای مطالعاتی در علم ساینسفتک

اثربخشی و سازوکار میدان‌های شعوری و تحلیل‌های آن با هدف بررسی وجود در فازهای تحقیقاتی صفر تا چهار و اهداف هر کدام در این راستا، به شرح زیر تعریف می‌شود:

هدف تحقیقات در فاز صفر، بررسی شواهد وجود میدان‌های شعوری با مشاهده‌ی اثرات آن‌ها است.

فاز اول به بررسی تنوع اثرگذاری میدان‌های شعوری ناشی از «شعور» می‌پردازد.

فاز دوم چرایی تنوع اثرگذاری میدان‌های شعوری را بررسی می‌کند.

فاز سوم بررسی سازوکار اثرات میدان‌های شعوری بر ماده و انرژی را به عهده دارد.

فاز چهارم نتیجه‌گیری‌های کلان، به‌ویژه در ارتباط با ذهن و حافظه‌ی ماده و ارتباط آن با «شعور» و غیره، صورت خواهد گرفت.

۴.۱. استفاده از میدان شعوری فرادمانی

میدان شعوری به کار رفته در مطالعات این شماره، اعلام میدان شعوری فرادمانی به وسیله‌ی خود فرد بوده است؛ در واقع افراد نمونه در مجموعه مطالعات این شماره، تماماً فرادمانگر بوده‌اند؛ به این مفهوم که خودشان امکان استفاده از میدان شعوری فرادمانی و شروع نظر را داشته‌اند.

بررسی رفتار مغز در مواجهه با میدان شعوری فرادرمانی با استفاده از تکنیک رزونانس مغناطیسی عملکردی (fMRI) با تاکید بر پاسخ متفاوت مغز زنان و مردان

محمدعلی طاهری^۱، سارا ترابی^۲، فرید سمسارها^{۳*}

* نویسنده مسئول: فرید سمسارها
ایمیل: Semsarha@ut.ac.ir

DOI: <https://doi.org/10.61450/joci.FA.v5i20.230>

۱. بخش تحقیق و توسعه‌ی ساینسفت، مرکز تحقیقات کازموایتل، انتاریو، کانادا
۲. دپارتمان زیست‌شناسی گیاهی، دانشکده‌ی زیست‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

بر اساس نظریه‌ی محمدعلی طاهری که در دهه‌ی ۱۹۸۰ معرفی شد، شعور به عنوان عنصر بنیادین جهان تعریف می‌شود که اطلاعات، ماده و انرژی از آن پدید می‌آیند. از این منظر، میدان‌های شعوری (ط) گوناگونی وجود دارند که ماهیتی غیرمادی دارند و تاثیر آن‌ها می‌تواند از طریق تست‌های آزمایشگاهی ثبت شود. در این مطالعه، اثر یکی از انواع این میدان‌ها به نام میدان شعوری فرادرمانی (FCF) بررسی شده است. برای درک فعالیت‌های عملکردی و رفتارشناختی مغز در طول وضعیت‌های تسک یا استراحت، تکنیک تصویربرداری رزونانس مغناطیسی عملکردی (fMRI) استفاده شده است. در این مطالعه، ۳۰ داوطلب به صورت تصادفی (۱۵ زن و ۱۵ مرد با سن بین ۲۰ تا ۵۰ سال) شرکت کردند و اتصال با میدان شعوری فرادرمانی (FCF) به عنوان تسک و عدم اتصال به عنوان استراحت در نظر گرفته شد. با این که مطالعات قبلی، رفتار مغز در مواجهه با FCF را بررسی کرده‌اند، مقایسه‌ی اثرات این میدان بر مغز مردان و زنان انجام نشده است. بررسی اثرات FCF مرتبط با جنسیت بر مغز انسان می‌تواند جنبه‌های جدید و متفاوتی از عملکرد این میدان‌های غیرمادی و غیرانرژیایی را در حوزه‌ی علمی آشکار کند. بر اساس نتایج این مطالعه، ۸۹٪ از تمام وکسل‌هایی که تغییر فعالیت نشان داده‌اند با کاهش فعالیت مرتبط هستند که ۹۷٪ از این تغییرات در مغز زنان رخ داده است. در مقابل، نواحی فعال ۱۱٪ از تمام وکسل‌هایی که تغییر فعالیت نشان داده‌اند، هستند و ۸۵٪ از این نواحی متعلق به مغز مردان است. عملکرد غالب نواحی فعال در هر دو جنس مربوط به کورتکس حرکتی است که حرکات داوطلبانه و عضلات اسکلتی را کنترل و مدیریت می‌کند. پس از آن، عملکردهایی مانند حافظه (بینایی و فضایی) و توجه، مرتبط با نواحی فعال شده هستند. این یافته‌ها، دیدگاه‌های ارزشمندی درباره‌ی تاثیرات متفاوت میدان شعوری بر مغز مردان و زنان ارائه می‌دهند و نواحی و عملکردهای ویژه‌ای را که تحت تاثیر این میدان غیرمادی و غیرانرژیایی هستند، به شکلی روشن برجسته می‌کنند.

کلیدواژه‌ها: مغز، fMRI، ذهن، تفاوت‌های وابسته به جنسیت، میدان شعوری فرادرمانی

از آنجا که مغز به عنوان کنترل کننده‌ی شناخت و رفتارها در نظر گرفته می‌شود، تفاوت‌های عملکردی مرتبط با جنسیت ممکن است با عملکردهای مغزی خاص مرتبط با جنسیت در ارتباط باشد. با این حال، بر اساس مطالعات موجود، تفاوت‌های عملکردی برجسته در مغز که با رفتار مرتبط هستند، به‌طور مداوم بین دو جنس مشاهده نمی‌شوند. بر اساس گزارش کمیته‌ی موسسه‌ی پزشکی (آمریکا) در خصوص درک زیست‌شناسی تفاوت‌های جنسیت و جنسیتی، به نظر می‌رسد تفاوت‌های جنسیتی در مغز انسان بیش‌تر به باورهای رایج درباره‌ی تفاوت‌های جنسیتی در توانایی‌ها و عملکردهای شناختی مرتبط است؛ مانند باور به مهارت‌های کلامی بهتر در زنان و توانایی‌های فضایی بهتر در مردان [16]. ضریب هوشی (IQ) در مردان با حجم ماده‌ی خاکستری در لوب‌های پیشانی و آهیانه‌ای مرتبط است. از سوی دیگر، ضریب هوشی در زنان با حجم ماده‌ی خاکستری در لوب پیشانی و ناحیه‌ی بروکا که در زبان نقش دارد، مرتبط است. این نشان می‌دهد مردان و زنان از نواحی مختلف مغز برای دستیابی به ضریب هوشی مشابه استفاده می‌کنند [17].

در قرن حاضر، ماهیت «شعور» و جایگاه آن در دنیای علم مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. نظریه‌های فلسفی و علمی بسیاری در این زمینه مطرح شده‌اند. محمدعلی طاهری در دهه‌ی 1980 میدان‌های جدیدی با ماهیت غیرمادی-غیرانرژیایی معرفی کرد که «میدان‌های شعوری طاهری» (TCFs) نامیده می‌شوند. از این منظر، شعور (ط) یکی از سه عنصر موجود در جهان به جز ماده و انرژی است. بر اساس این نظریه، میدان‌های شعوری (ط) گوناگونی با عملکردهای متفاوت وجود دارند که زیرمجموعه‌ای از اینترنت کیهانی به نام «شبکه‌ی شعور کیهانی» (CCN) هستند. تفاوت اصلی میان نظریه‌ی میدان‌های شعوری (ط) و سایر مفاهیم نظری درباره‌ی شعور به کاربرد عملی میدان‌های شعوری (ط) مربوط می‌شود. این میدان‌ها را می‌توان بر تمامی موجودات زنده و غیرزنده از جمله انسان‌ها، گیاهان، حیوانات، میکروارگانیسم‌ها، مواد و غیره اعمال کرد [18].

در این مطالعه، ما به بررسی تاثیر میدان شعوری فرادرمانی (FCF) به عنوان یک نوع از میدان‌های شعوری طاهری (TCFs) بر مغز در هر دو جنسیت پرداخته‌ایم که می‌تواند نشان‌دهنده‌ی تمایز تاثیر میدان‌های شعوری با روش‌های ذهن-آگاهی و مدیتیشن باشد. پیش‌تر، تغییرات فعالیت مغزی تحت تاثیر این میدان‌های غیرمادی بررسی شده بود [19، 20، 21]. جنبه‌ی نوآورانه‌ی این مطالعه، مقایسه داده‌های به دست آمده میان مردان و زنان است.

مواد و روش تحقیق

اعمال میدان شعوری فرادرمانی

در مطالعه‌ی حاضر، تصویربرداری عصبی با استفاده از روش fMRI روی مغز دو گروه از پانزده فرادرمانگر شامل هر دو جنسیت (در مجموع 30 نفر) انجام شد. این تصویربرداری حین اتصال فرادرمانی به عنوان تسک آزمون انجام شد. تحلیل fMRI تسک محور این دو گروه با هدف تمایز فعالیت‌های مغزی شرکت‌کنندگان در حالی که تحت تاثیر فرادرمانی بودند (به عنوان تسک آزمون) و در حالت استراحت

تصویربرداری رزونانس مغناطیسی عملکردی یا fMRI، فعالیت مغز را اندازه‌گیری می‌کند [1]. این تکنیک بر این اساس استوار است که فعال‌سازی نورون‌ها با جریان خون مغزی مرتبط است. به عبارت دیگر، هنگامی که منطقه‌ای از مغز در حال استفاده است، جریان خون به آن منطقه افزایش می‌یابد. fMRI که بر اساس سیگنال وابسته به سطح اکسیژن خون (BOLD) عمل می‌کند، مهم‌ترین روش غیرتهاجمی برای اندازه‌گیری مکان فضایی و شدت عملکرد مغز انسان است [2]. طی دهه‌های گذشته، تحقیقات در زمینه‌ی روش‌های ارتباط ذهن-بدن، مانند یوگا، تای چی، تکنیک‌های تنظیم تنفس و غیره نشان داده‌اند تاثیر این تکنیک‌ها می‌تواند با الگوهای عصبی گوناگون و حتی تغییر در بیان ژن‌هایی که در واکنش‌های التهابی دخیل‌اند، مرتبط باشد [3 و 4]. بر اساس یک مطالعه، افرادی که به مراقبه یا مدیتیشن ذهن-آگاهی می‌پردازند، فعالیت گامای فرونتال کم‌تری که با شبکه‌ی حالت پیش‌فرض مرتبط است، نشان دادند [5] و برعکس آن، نشان داده شده ذهن-آگاهی فعالیت مغزی را در نواحی مختلف افزایش می‌دهد [6].

زمانی که صحبت از تفاوت‌های وابسته به جنسیت در ساختار مغز می‌شود، چرخه‌ی قاعدگی یکی از عواملی است که مورد توجه قرار می‌گیرد [7]. نه تنها چندین مطالعه ارتباط میان غلظت استروژن‌ها و حجم ناحیه‌ی میانی گیجگاهی را گزارش کرده‌اند [8]، بلکه نشان داده شده این مورد به عملکرد شناختی نیز کمک می‌کند [9]. علاوه بر این، زنان در سن یائسگی با خطر بالاتری از دمانس مواجه هستند [10]. همچنین، آلن و همکارانش [11] گزارش داده‌اند کل مغز و بیش‌تر زیرساخت‌های اصلی مانند نیم‌کره‌ها، لوب‌های پیشانی و آهیانه‌ای، اینسولای چپ و مخچه به‌طور قابل توجهی در مردان بزرگ‌تر هستند؛ هرچند اندازه‌ی نسبی مناطق مختلف نسبت به حجم کلی نیم‌کره‌ها در هر دو جنس مشابه است [11].

همچنین، حجم ماده‌ی خاکستری و سفید نیز بر اساس جنسیت متفاوت است. زنان درصد بیش‌تری ماده‌ی خاکستری دارند اما مردان درصد بیش‌تری ماده‌ی سفید و مایع مغزی-مغزی (CSF) دارند [12]. در حالی که شواهدی از تفاوت‌های جنسیتی در مورفومتری مغز وجود دارد، برخی مطالعات با این یافته‌ها تناقض دارند. به عنوان مثال، یک مطالعه درصد بیش‌تری از ماده‌ی خاکستری را به عنوان نسبت کل حجم داخل جمجمه‌ای در مردان نسبت به زنان گزارش کرده است [13].

برخی مطالعات نشان می‌دهند جنسیت ممکن است تاثیر قابل توجهی بر عملکردهای شناختی مختلف از جمله احساسات، حافظه، ادراک و موارد دیگر داشته باشد [14 و 15]. به نظر می‌رسد احتمال دارد مردان و زنان رویکردهای متفاوتی در رمزگذاری خاطرات، ادراک احساسات، شناسایی چهره‌ها، حل مشکلات خاص و تصمیم‌گیری داشته باشند. در واقع، پرکردن فاصله‌ی موجود میان شباهت‌های ساختاری قابل توجه در مغز هر دو جنس و تفاوت‌های ذکر شده نیاز به توجیه دارد. تحقیقات عملکردی مغز با این هدف انجام شده است.

پیک MNI، شدت پیک و محل دقیق ناحیه‌ی پیک MNI در نیم‌کره و لوب مغزی به‌طور جداگانه برای هر جنس شرح داده شده است. کنتراستی که در جداول ارائه شده، کنتراست وظیفه-استراحت است که تغییرات (افزایش یا کاهش) در فعالیت نواحی مغزی را در طول تسک نسبت به کنترل نشان می‌دهد. این به‌شکلی موثر تاثیر FCF را بر مغز مردان و زنان به‌طور جداگانه نشان می‌دهد.

پیش از بررسی مغز به تفکیک جنسیت، ابتدا در شکل 1 و 2، بر اساس مطالعه‌ی پیشین انجام‌شده [21]، نواحی فعال شدن و غیرفعال شدن در جمعیت و بدون تفکیک به دو جنس آمده است. همان‌طور که در این شکل 1 مشخص است، لوب‌های جلویی-جداری دو نیم‌کره‌ی مغز حین این فعالیت افزایش فعالیت قابل ملاحظه‌ای نشان می‌دهند. از سوی دیگر، لوب‌های گیجگاهی و پس‌سری نیم‌کره‌ی چپ و راست در حین ارتباط میدان شعوری فرادرمانی غیرفعال می‌شوند.

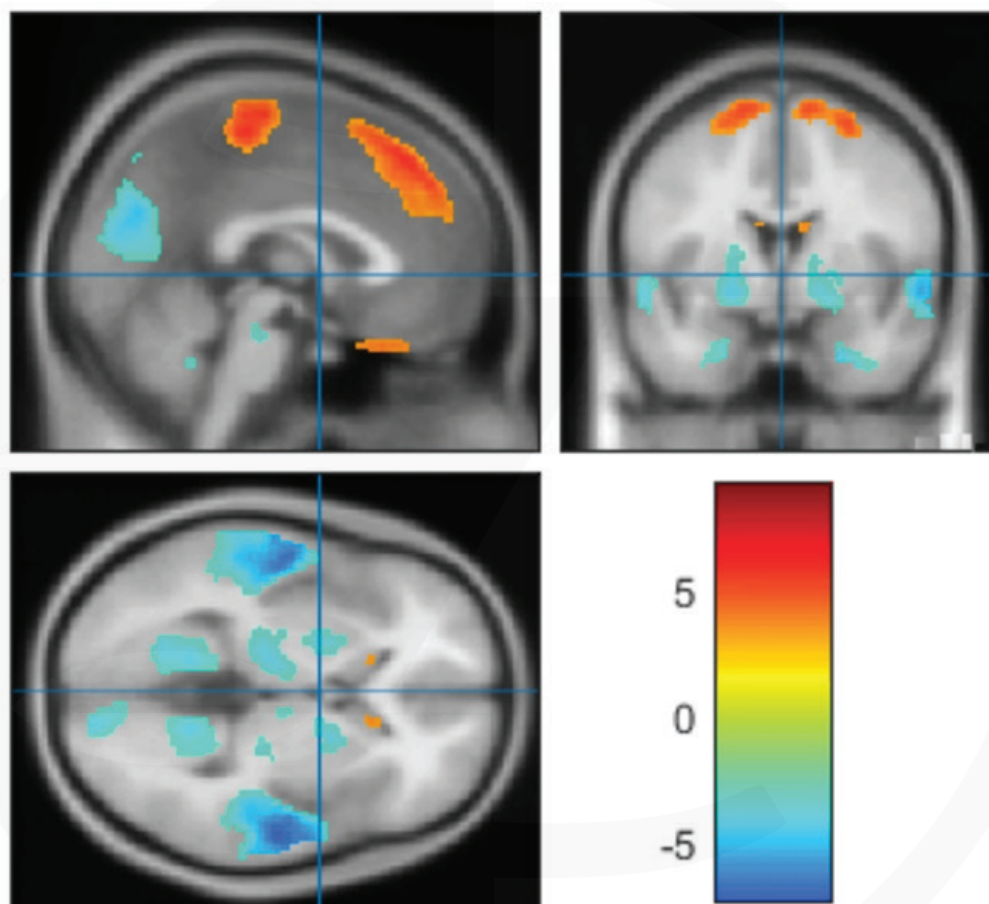
(بدون اتصال) بود. لازم به ذکر است کمیته‌ی اخلاق دانشگاه علوم پزشکی ایران، این مطالعه را تایید کرده است (شناسه‌ی تایید: IR.IUMS.REC.1399.293).

تحلیل آماری

در تحلیل fMRI تسک، از آزمون T جفت‌شده برای مقایسه‌ها استفاده شد و مقدار p برابر با 0.05 در نظر گرفته شد. FDR برای سطح خوشه (آستانه‌ی خوشه) تصحیح شد $p < 0.001$ و برای سطح وکسل (آستانه‌ی ارتفاع) تصحیح نشده بود.

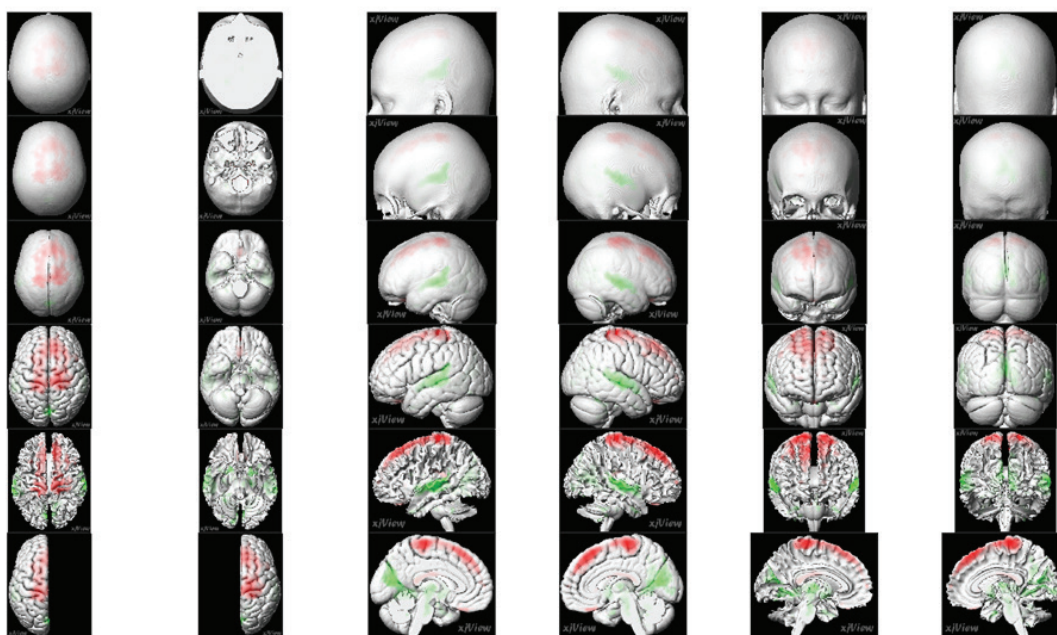
نتایج

نتایج این مطالعه در مورد نواحی مغزی در جنسیت‌های مختلف و تحلیل تسک fMRI با استفاده از بسته‌ی نرم‌افزاری Statistical Parametric Mapping (SPM12) بررسی شد. در جداول این بخش، تعداد وکسل‌ها، مختصات اوج یا پیک MNI، ناحیه‌ی



شکل ۱- مناطق مغزی فعال و غیرفعال شده حین ارتباط میدان شعوری فرادرمانی در جمعیت فرادرمانگر مطالعه‌ی قبلی بدون تفکیک جنسیت (قرمز به معنای فعالیت بیش‌تر و آبی به معنای فعالیت کم‌تر) [۲۱]

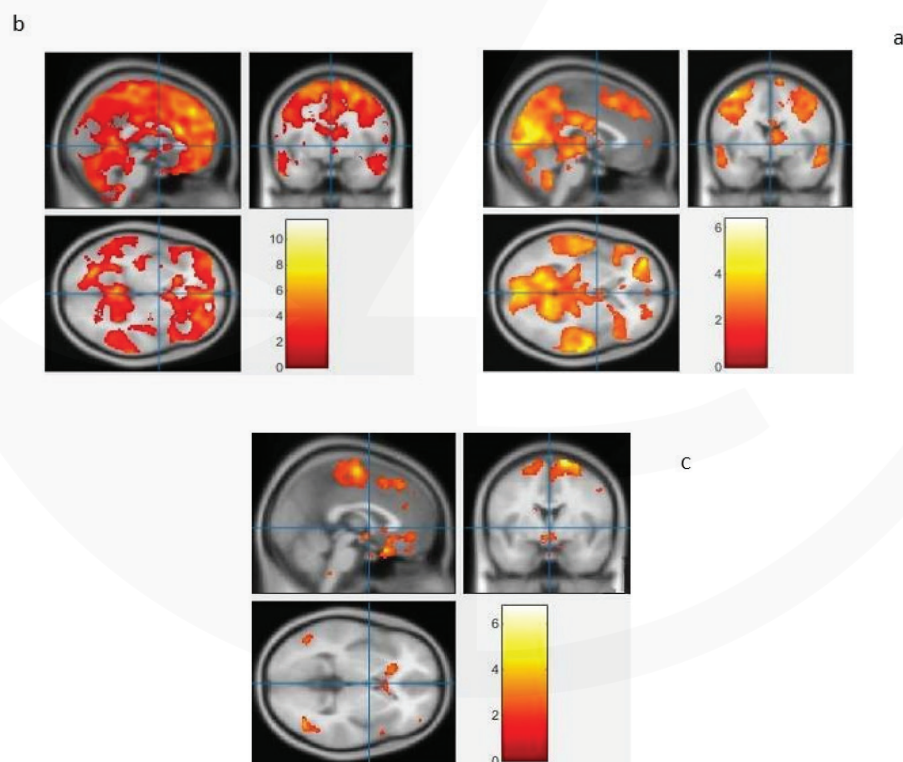
نمایش سه‌بعدی مناطق فعال و غیرفعال‌شده‌ی مغز حین تسک در شکل 2 نشان داده شده است [21].



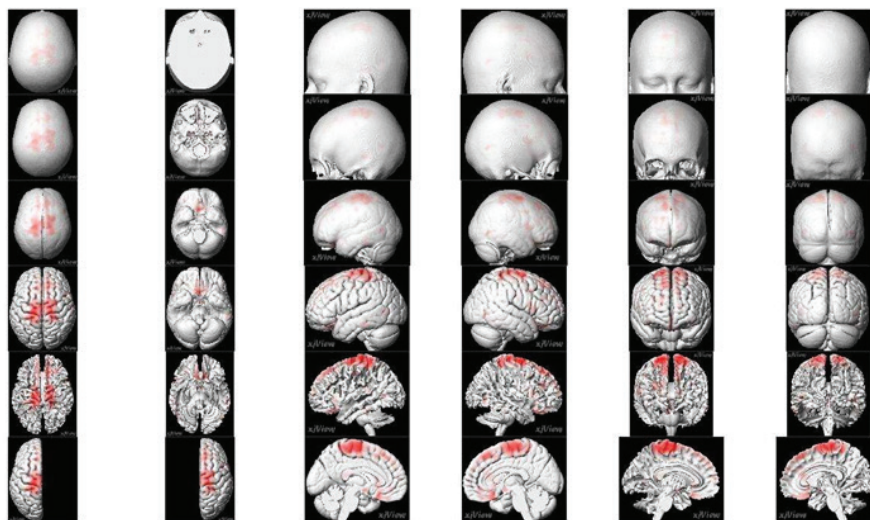
شکل ۲- نمای سه بعدی مغز جمعیت فرادمانگر، مطالعه‌ی قبلی، حین انجام تسک fMRI (ارتباط FCF) در همه‌ی جهات (بالا، پایین، نمای ساجیتال و پشتی) [۲۱]

در طول وظیفه به‌طور پایه‌ای و طبیعی است، کنتراست وظیفه-استراحت تفاوت‌های فعالیت مغزی بین حالت وظیفه و استراحت را وکسل به وکسل مقایسه و تفاوت‌های آماری معنادار را برجسته می‌کند. این اساساً نشان‌دهنده‌ی تاثیر تسک یا تعامل با FCF، بر مغز است.

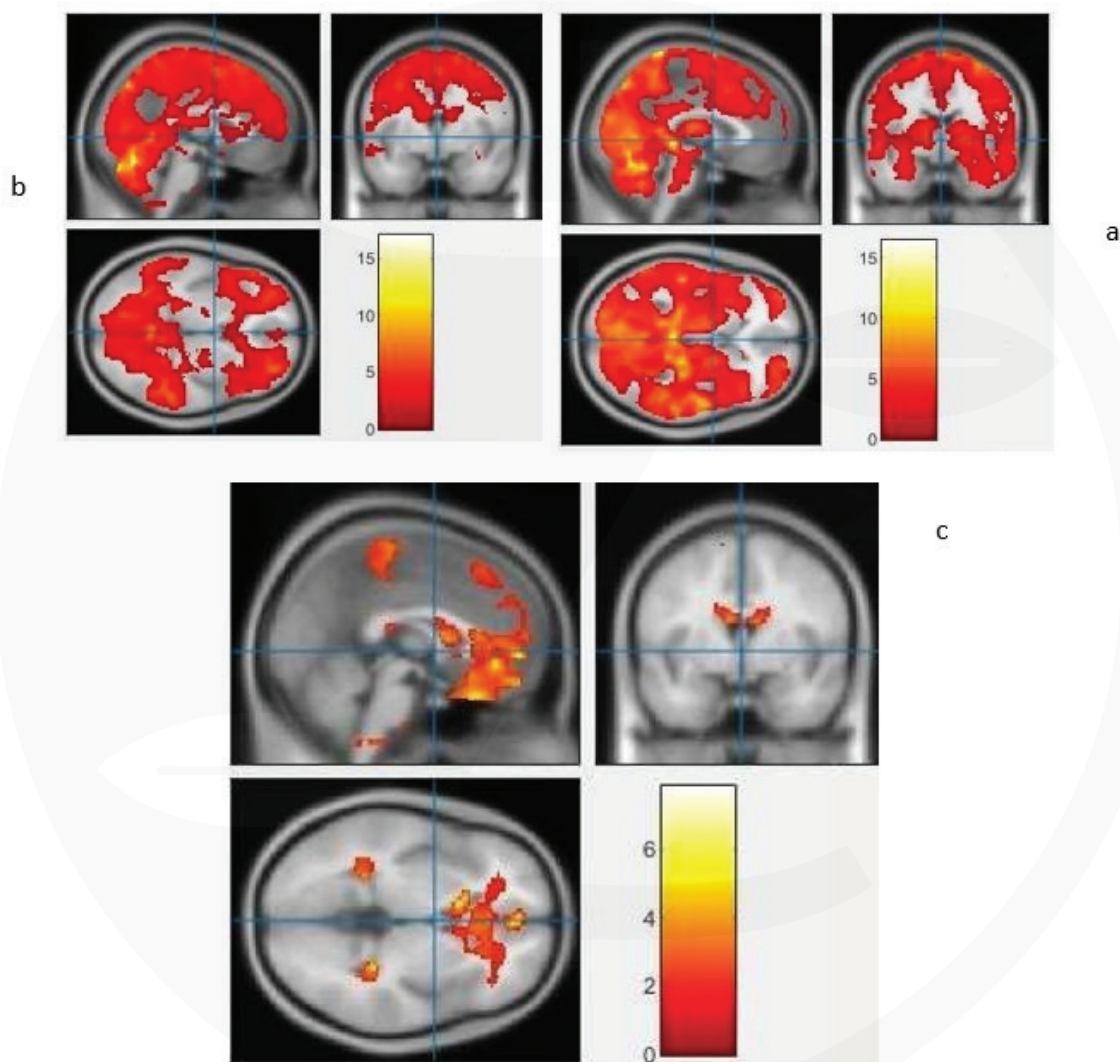
پس از این بررسی که در مطالعه‌ی پیشین صورت گرفته است، در این مطالعه بررسی داده‌ی مذکور با تفکیک جمعیت به دو جمعیت زنان و مردان صورت گرفته که در ادامه آمده است. شکل‌های ۳ و ۵، سه کنتراست از داده‌های به دست آمده در این مطالعه برای هر دو جنس را نشان می‌دهند که شامل کنتراست وظیفه، کنتراست استراحت و کنتراست وظیفه-استراحت است. از آن‌جا که مغز در حالت استراحت نیز فعالیت نشان می‌دهد و بخشی از فعالیت مشاهده‌شده



شکل ۳- نمایش وکسل‌های مغزی در حالات a: استراحت مردان، b: تسک مردان و c: تسک-استراحت مردان



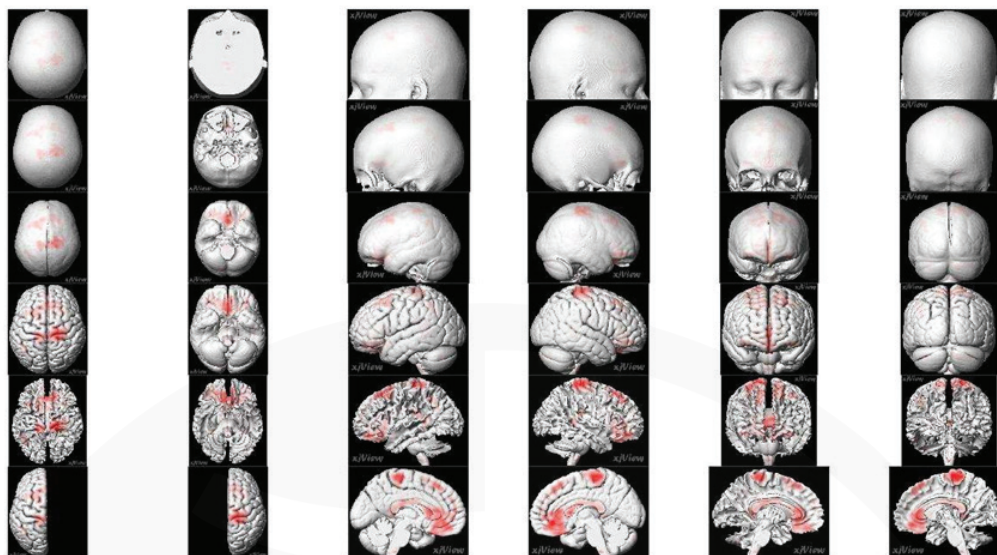
شکل ۴- رندر سه‌بعدی از مغز مردان در کنتراست تسک-استراحت



شکل ۵- نمایش وکسل‌های مغزی در حالات a: استراحت زنان، b: تسک زنان و c: تسک-استراحت زنان

رندره‌های سه‌بعدی از مغز مردان و زنان در کنتراست وظیفه-استراحت را نشان می‌دهند که نواحی مغزی درگیر در حین تعامل با FCF را در ساختار طبیعی مغز به تصویر می‌کشند. این شکل‌ها محل آن‌ها را در قشر مغز و سایر نواحی با جزئیاتی که در شکل‌های قبلی قابل مشاهده نیست، مشخص می‌کنند. داده‌های ارائه‌شده نیز بر اساس جنسیت سازمان‌دهی شده‌اند تا مقایسه‌ی بهتر امکان‌پذیر شود.

در این شکل‌ها، علاوه بر نمایش نواحی فعال، نوار رنگی‌ای که شدت فعالیت را نشان می‌دهد، ارائه شده است و کد رنگ مربوطه به درک شدت فعالیت کمک می‌کند. همان‌طور که مشخص است، تسک (وظیفه) منجر به افزایش نقاط زرد در مغز می‌شود که به وضوح در کنتراست وظیفه-استراحت قابل مشاهده است. اطلاعات مربوط به وکسل‌های کدگذاری شده با رنگ، از جمله مکان، شدت، ناحیه و عملکرد شناسایی‌شده در مغز، در جداول مخصوص هر جنس ارائه شده است. همچنین، شکل‌های ۴ و ۶



شکل ۶- رندر سه‌بعدی از مغز زنان در کنتراست تسک-استراحت

شکنج پیش‌مرکزی^۲ و با بیش‌ترین تعداد وکسل دیده می‌شود. همچنین، در مردان، هنگام تعامل با میدان شعوری فرادرمانی کاهش فعالیت در شکنج سینگولیت خلفی^۳ مشاهده می‌شود.

تاثیر FCF بر فعالیت مغز مردان

داده‌های ارائه‌شده در این بخش به فعالیت مغزی گروه مردان هنگام اتصال به FCF مربوط می‌شود. همان‌طور که در جدول 1 مشاهده می‌شود، در کنتراست وظیفه-استراحت، افزایش فعالیت در چهار خوشه و دو ناحیه قابل مشاهده است که به‌طور عمده در

جدول ۱. گروه‌های فعال و غیرفعال (تعداد وکسل بیش از صد) در مغز مردان تحت تاثیر میدان‌های شعوری فرادرمانی در کنتراست وظیفه-استراحت

تغییر فعالیت	شماره کلاستر	تعداد وکسل	نیمکره	لوب	شدت پیک	پیک مختصات MNI	منطقه BA	MNI ناحیه پیک
کاهش	۱	۲۹۱	راست	لیمبیک	-۴.۹۴۵۱	۱۶ -۵۶ ۶	۱۸	سینگوله خلفی
افزایش	۱	۴۷۳	چپ	پیشانی	۶.۶۹۸۳	-۲۲ -۲۴ ۶۴	۴	شکنج پیش مرکزی
افزایش	۲	۱۴۳	چپ	آهیانه	۵.۳۹۶۴	-۱۶ -۴۲ ۶۸	۷	شکنج پیش مرکزی
افزایش	۳	۱۵۹	راست	پیشانی	۶.۴۷۶۲	۱۶ -۲۴ ۷۰	تعریف نشده	شکنج پیش مرکزی
افزایش	۴	۱۳۱	راست	پیشانی	۶.۷۷۶	۱۶ ۰ ۷۲	۶	شکنج پیشانی بالاتر

2. precentral gyrus
3. posterior cingulate gyrus

تاثیر FCF بر فعالیت مغز زنان

دوکی شکل و سپس در هسته‌ی عدسی شکل دیده می‌شود. علاوه بر این، در زنان، افزایش جزئی فعالیت در ناحیه‌ی دمی هنگام تعامل با FCF مشاهده می‌شود.

داده‌های ارائه‌شده در این بخش به فعالیت مغزی گروه زنان هنگام اتصال به FCF مربوط می‌شود. همان‌طور که در جدول 2 مشاهده می‌شود در کنتراست وظیفه-استراحت کاهش فعالیت در هفت خوشه و شش ناحیه قابل مشاهده است که به‌طور عمده در شکنج

جدول ۲. گروه‌های فعال و غیرفعال شده در مغز زنان (با تعداد وکسل‌های بیش از صد) تحت تاثیر میدان شعوری فرادرمانی در کنتراست (وظیفه-استراحت)

تغییر فعالیت	شماره کلاستر	تعداد وکسل	نیمکره	لوب	شدت پیک	مختصات پیک MNI	ناحیه BA	ناحیه پیک MNI
کاهش	۱	۵۴۱۰	چپ	وابسته به گیجگاه	-۱۰۰۰۶۳۷	-۴۶ -۶۴ -۲۰	۳۷	شکنج دوکی شکل
کاهش	۲	۱۴۷۲	راست	وابسته به گیجگاه	-۱۰۰۴۱۷۹	۴۸ -۱۶ ۲	۴۱	شکنج گیجگاهی بالاتر
کاهش	۳	۶۴۹	چپ	لوب تحتانی	-۹۰۰۸۱	۱۸ -۸ ۲	تعریف نشده	هسته عدسی شکل
کاهش	۴	۳۳۸	راست	لوب تحتانی	-۸۰۰۶۳۶	۲۰ ۶ ۶	تعریف نشده	هسته عدسی شکل
کاهش	۵	۱۴۷	چپ	وابسته به گیجگاه	-۶۰۳۷۲۸	۴۶ -۴۴ ۱۲	۲۲	شکنج گیجگاهی بالاتر
کاهش	۶	۱۰۰	بین نیمکره‌ای	تعریف نشده	-۵۰۳۴۲۶	۰ -۷۸ ۴۴	۷	تعریف نشده
کاهش	۷	۲۴۳	راست	آهیانه	-۱۴۰۳۵۱	۲۶ -۵۲ ۴۶	تعریف نشده	پروکونئوس
افزایش	۱	۱۶۶	چپ	لوب تحتانی	۷۸۵۹	-۱۶ -۲۸ ۲۰	تعریف نشده	دمی

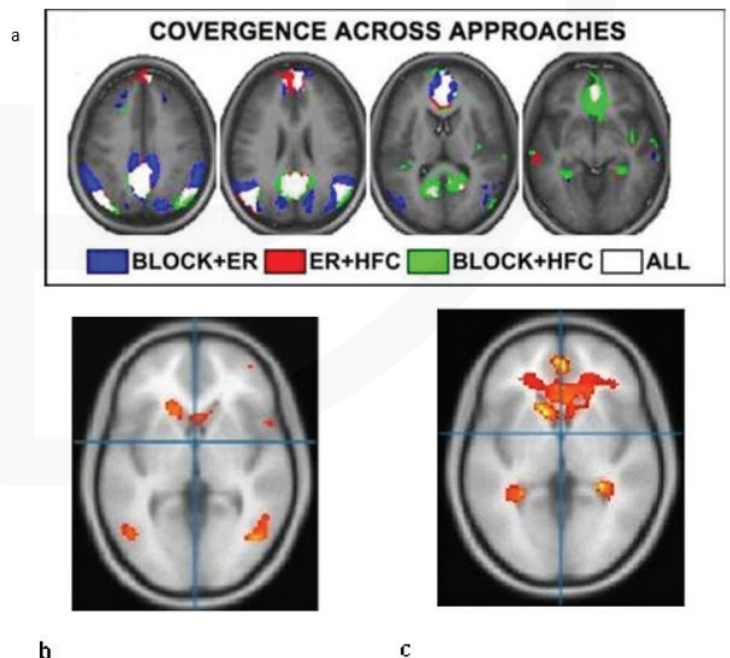
فعالیت مرتبط با مناطق فعال شده و غیرفعال شده در مغز زنان و مردان در این مطالعه بر اساس مطالعات پیشین

برای درک بهتر تفاوت‌های بین نواحی فعال و غیرفعال در مغزهای زن و مرد، مقایسه‌ای از نواحی مرتبط با شبکه‌ی حالت پیش‌فرض و نواحی فعال و غیرفعال در کنتراست وظیفه-استراحت در زنان و مردان در شکل 5 ارائه شده است. در کنار این تصویر مقایسه‌ای، نواحی دقیق فعال و غیرفعال در نمونه‌های این مطالعه در جداول 3 و 4 ارائه شده و ارتباط آن‌ها با شبکه‌ی حالت پیش‌فرض در بخش بحث مورد بررسی قرار می‌گیرد.

همان‌طور که در جداول 1 و 2 مشخص است، رفتار مغز مردان در پاسخ به میدان شعوری فرادرمانی، برخلاف زنان، فعال شدن را نشان می‌دهد (هرچند که حدود 10% از تعداد وکسل‌های غیرفعال در مغز زنان را شامل می‌شود). نواحی فعال شده در مغز مردان شامل مناطق وسیعی از مناطق برودمن مانند 4-7 و 6 است. در حالی که در زنان تنها یک ناحیه (دمی) درگیر است.

در واقع، در مورد کاهش فعالیت در گروه زنان، کاهش قابل توجهی در فعالیت حین اتصال FCF در چهار ناحیه از جمله شکنج دوکی شکل، شکنج پیشانی بالاتر، هسته‌ی عدسی شکل و پروکونئوس مشاهده می‌شود. این در حالی است که در گروه مردان، کاهش فعالیت تنها در یک ناحیه (شکنج سینگولیت خلفی) مشاهده می‌شود.

شکل ۷- بررسی انطباق بین مناطق مرتبط با شبکه‌ی پیش‌فرض مغز و نواحی تغییر فعالیت یافته در زنان و مردان این مطالعه. a: شبکه‌ی پیش‌فرض مغز که با رویکردهای fMRI متعدد و متمایز هم‌گرا شده است [۲۲]. BLOCK: غیرفعال‌سازی به وسیله‌ی تسک بلوکه شده. ER: غیرفعال‌سازی ناشی از تسک مرتبط با رویداد. HFC: ارتباط عملکردی هیپوکمپال. نواحی سفید، ناحیه‌ی مربوط به هم‌پوشانی انواع روش‌ها است. b: نواحی تغییر فعالیت یافته در مردان این مطالعه. c: نواحی تغییر فعالیت یافته در زنان این مطالعه.



علاوه بر این، در بخش پیوست جدول‌های مقایسه‌ای (جدول 3 و 4) نواحی فعال و غیرفعال در مغزهای زنان و مردان را همراه ویژگی‌های مربوطه، عملکرد نسبی (در صورت تعریف با نواحی برادمن) و نحوه‌ی فعال‌سازی یا غیرفعال شدن آن‌ها در مطالعات دیگر آمده است.

بحث

تحقیقات حاضر تاثیر میدان غیرمادی‌ای را که محمدعلی طاهری معرفی کرده بر دو گروه مردان و زنان بررسی می‌کند. با توجه به این که قرار گرفتن تحت FCF از طریق ذهن انسان انجام می‌شود، این درمان می‌تواند به عنوان روش اتصال ذهن-بدن در نظر گرفته شود (که به عنوان تسکین برای مشاهده‌ی عملکرد مغز طراحی شده است). تحلیل تغییرات در فعالیت مناطق مختلف مغز بر اساس جنسیت، رویکردی قابل توجه برای درک تفاوت‌های ممکن در فعالیت مغز مردان و زنان تحت تاثیر FCF را فراهم می‌آورد.

حدود 89% از کل وکسل‌های تغییر یافته در هر دو جنس (که 97% از آن‌ها به مغز زنان تعلق دارد) با کاهش فعالیت مرتبط است. تاثیر FCF به‌طور عمده در غیرفعال کردن مغز از نظر تعداد نواحی غیرفعال شده (هشت ناحیه‌ی غیرفعال در مقابل پنج ناحیه‌ی فعال شده به‌طور کلی برای هر دو جنس) و تعداد وکسل‌ها مشهود است. این نتیجه، مطالعه‌ی قبلی [21] در مورد FCF در جمعیتی ترکیبی از 20 نفر (مرد و زن) را پشتیبانی می‌کند. این نتایج با یافته‌های این تحقیق تکمیل می‌شود؛ جایی که داده‌های رفتاری زنان بر مجموعه‌ی داده‌های کلی در مطالعه‌ی ترکیبی قبلی تاثیر گذاشت. شبکه‌ی حالت پیش‌فرض زمانی فعال است که افراد به حال خود رها می‌شوند تا بدون مزاحمت یا در طول وظایفی که شامل پردازش مربوط به خودشان است، تفکر کنند [23]. این شبکه در فعالیت‌هایی که نیاز به تلاش شناختی دارند، کم‌تر فعال است [24]. به عنوان مثال، مطالعات نشان داده‌اند برخی نواحی مغز حین مدیتیشن نسبت به شرایط کنترل در مطالعات تصویربرداری عصبی کم‌تر فعال هستند. به عنوان مثال، گزارش شده است نواحی عمده‌ی شبکه‌ی پیش‌فرض از جمله قشر میدیال پره فرونتال و سینگولیت خلفی کاهش فعالیت داشتند [25]. علاوه بر این، مشخص شده مدیتیشن‌کنندگان در مقایسه با گروه کنترل، هنگام مدیتیشن نسبت به استراحت، فعالیت کم‌تری در قشر سینگولیت خلفی-پریکونیوس نشان دادند [26، 27].

نواحی فعال شده که کمیتی در حدود 11% از کل وکسل‌های تغییر یافته در هر دو جنس را شامل می‌شود (85% از آن‌ها به مغز مردان تعلق دارد)، به‌طور عمده شامل کورتکس حرکتی است که مسئول حرکات ارادی و کنترل و مدیریت عضلات اسکلتی است. پس از آن، حافظه (هم بصری و هم فضایی) و توجه از جمله عملکردهای نواحی فعال شده در هر دو جنس هستند. هرچند درگیری کورتکس حرکتی در فعالیت‌های شناختی در مطالعات قبلی ذکر شده است [28، 29]، اما نقش متمایز این نواحی در مدیریت فعالیت‌های حرکتی انسان غیر قابل انکار است.

همان‌طور که در بخش نتایج توضیح داده شد از مجموع هشت خوشه‌ی غیرفعال شده در هر دو جنس، تنها دو ناحیه‌ی غیرفعال شده روندی مشابه با تاثیرات روش‌های مدیتیشن بر شبکه‌ی حالت

پیش‌فرض را نشان می‌دهند [24-26]؛ یکی از این نواحی در مغز زنان (پروکونئوس) قرار دارد و دیگری در تنها ناحیه‌ی غیرفعال شده در مغز مردان است (قشر سینگولیت خلفی)؛ هرچند که این ناحیه در ناحیه‌ی برودمن 18 قرار دارد که با نواحی مرکزی برودمن شبکه‌ی حالت پیش‌فرض متفاوت است).

در حالی که ناحیه‌ی غیرفعال شده در مردان نزدیک به شبکه‌ی حالت پیش‌فرض یا همان فعالیت معطوف به خود بوده، در مغز زنان نواحی غیرفعال شده‌ی متعددی شامل نواحی مرتبط با ادراک بصری، شناسایی کلمات، ادراک شنوایی، عملکردهای شناختی پیچیده‌ی مختلف مانند خودآگاهی، حافظه، بازخوانی، تجسم ذهنی و پاسخ‌های احساسی وجود داشت که به‌طور کلی نقش مهمی در شکل‌گیری رفتار و شخصیت ایفا می‌کنند [30]. از میان این نواحی غیرفعال شده، ناحیه‌ی پروکونئوس در سایر مطالعات به عنوان ناحیه‌ای که حین مدیتیشن غیرفعال شده، گزارش شده است [27-31].

غالب‌بودن میزان «غیرفعال شدن» مغز تحت تاثیر FCF و عملکرد نواحی مرتبط با ویژگی‌های شناختی (در زنان) و شبکه‌ی حالت پیش‌فرض یا خودآگاهی (در مردان) به دو نکته اشاره دارد: نخست آن که نقش مغز در این مواجهه منفعل و غیرعملکردی است. دوم آن که اعمال میدان شعوری فرادمانی به‌طور انتخابی فعالیت مغز را تغییر داده است؛ به نظر می‌رسد این تغییرات بر اساس نیازهای افراد تحت تاثیر این میدان رخ داده است.

از سوی دیگر، شباهت جالب در رفتار مغز بین مردان و زنان در نواحی فعال شده هنگام اتصال به FCF قابل توجه است. با توجه به این که در تکنیک‌های fMRI، شرط ثبت داده‌ها با کنتراست بالا، عدم تحرک و عدم حرکت سر و بدن نمونه‌ها است، این واقعیت که نواحی مرتبط با مدیریت حرکتی و قشر حرکتی در هر دو جنس هنگام سکون کامل فعال می‌شوند، حاکی از تاثیرگذاری میدان شعوری بر نواحی مدیریت‌کننده‌ی حرکت حین استفاده است و این چیزی است که در روش‌های مدیتیشن مشاهده نمی‌شود. نتایج مشابه در مطالعات صورت گرفته با استفاده از تکنیک تصویربرداری عصبی در مورد نمونه‌های مسلط به ورزش‌های رزمی و رقص با مشاهده‌ی تصاویر و فیلم‌های مرتبط یا تداعی ذهنی در مقایسه با فعالیت عملی آن دیده می‌شود [32، 33].

محققان در رشته‌های مختلف مانند علوم زیستی، علوم اعصاب و علوم شناختی همواره کنجکاو بوده‌اند درک کنند که آیا تفاوت‌های موجود و تایید شده در ویژگی‌های رفتاری و شناختی بین زنان و مردان ریشه در ساختارها و عملکردهای مغزی متمایز دارد؟ مطالعات متعدد تایید کرده‌اند تمایز جنسی مغز به چند عامل از جمله بیان ژن، هورمون‌های استروئیدی، استرس و عوامل محیطی نسبت داده می‌شود [34، 35]. بر اساس یک مطالعه، میان نابرابری جنسیتی در یک جامعه و خطر مشکلات بهداشت روانی و همچنین کاهش دستاوردهای علمی در زنان، رابطه‌ی مشخصی وجود دارد. این دستاورد پایین‌تر به تفاوت‌های قابل توجه بین مغز مردان و زنان نسبت داده شده است. برای مثال، در کشورهای نابرابر از نظر جنسیتی، زنان قشرهای نازک‌تری نسبت به مردان داشتند، در حالی که در کشورهایی که برابری جنسیتی دارند، قشرهای ناحیه‌ای زنان نسبت به جنس مخالف ضخیم‌تر است [36]. علاوه بر این، تفاوت‌های

شعوری فرادرمانی، هیچ‌گونه تمرین خاصی انجام نمی‌دهند. به عبارت دیگر، دریافت این تیمار و اتصال، هیچ‌گونه مداخله‌ی فیزیکی‌ای ندارد و صرفاً از طریق ذهن انسان عمل می‌کند.

با این توصیف، تغییر فعالیت مغزی به‌روشنی نشان می‌دهد چیزی فراتر از سلول‌های عصبی، با ماهیتی غیرمادی با FCF تعامل دارد و اطلاعات دریافت‌شده را پردازش می‌کند. همان‌طور که توضیح داده شد، طاهری این بخش نرم‌افزاری را با نام «ذهن» معرفی کرده است. به عنوان مثال، در رفتار با آمار پایین‌تر اما معنادار، در نتیجه‌ی تاثیرگذاری میدان شعوری، رفتار فعال شدن موتور حرکتی در مغز در شرایطی مشاهده می‌شود که افراد تحت تاثیر میدان پیش از آن سابقه‌ی توانمندی بارز فیزیکی را نداشته‌اند و همچنین، نتیجه‌ی رفتار مغز در سطح اندام و به خواست افراد و آگاهانه مشاهده نمی‌شود؛ این داده شواهدی در تایید تاثیر پیش‌آهنگی ذهن بر مغز در جهت مدیریت عملکرد بدن ارائه می‌کند.

جمع بندی

این مطالعه شواهدی از تاثیر میدان شعوری فرادرمانی بر فعالیت مغز ارائه داده است. مشاهده‌ی رفتار غیرفعال‌سازی بیش‌تر، نشان می‌دهد که مغز در این تعامل نقش منفعلی دارد. این کاهش فعالیت در گروه زنان بسیار بیش‌تر مشاهده می‌شود که این نشان‌دهنده‌ی انتقال اطلاعات متنوع تحت تاثیر FCF است. این بدان معناست که مغز شرکت‌کنندگان بر اساس نیازهای خود اطلاعات خاصی دریافت می‌کند و این امر منجر به تغییر رفتار مغز تحت تاثیر FCF می‌شود. برای درک تاثیر متفاوت FCF بر مغز هر دو جنس، تحقیقات بیش‌تر در جمعیت‌های بزرگ‌تر مورد نیاز است. نویسندگان این مطالعه توصیه می‌کنند تغییرات متابولیت‌های مغزی و الکتروانسفالوگرافی برای شناخت جزئیات بیش‌تر اثر میدان شعوری فرادرمانی (FCF) بر مغز مورد مطالعه قرار گیرد.

جنسی (تفاوت‌های میان مردان و زنان) بیش‌تر به اندازه‌ی مغز نسبت داده شده است تا صرفاً اثرات جنسیتی آن [37]. بر اساس یک مطالعه، در حجم و تراکم بافت در آمیگدال، هیپوکامپ و اینسولا تفاوت‌هایی بین دو جنس مشاهده شده است [38]. البته در برخی مطالعات دیگر، بین مردان و زنان، در حجم کل مغز، تفاوت‌های معنادار یا حتی ضعیف نشان داده نشده است [39، 40].

مشاهدات این پژوهش اثربخشی میدان شعوری فرادرمانی بر مغز انسان را تایید می‌کنند. در مطالعه‌ی قبلی که تیم تحقیقاتی ما انجام داد، رفتار مغز تحت تاثیر این میدان در جمعیتی با تعداد مساوی از زنان و مردان (بدون تمرکز بر جنسیت شرکت‌کنندگان) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد تیمار با FCF به‌طور عمده با کاهش فعالیت مغزی همراه بوده تا با فعال‌سازی آن. بر اساس مطالعه‌ی حاضر، به نظر می‌رسد این غیرفعال‌سازی بیش‌تر مربوط به زنان است. همان‌طور که بالاتر اشاره شد، مغز از این منظر در تعامل با FCF نقش «آشکارساز یا گیرنده» را ایفا می‌کند. در حالی که دلایل رفتارهای متفاوت مغز در جنسیت‌های مختلف هنوز روشن نیست، به نظر می‌رسد تجربه‌ی اتصال با FCF منجر به انتقال اطلاعات گوناگون شده و بر اساس نیازهای ویژه‌ی افراد (در دو جنس مختلف) تغییراتی ایجاد کرده است.

بر اساس نظریه‌ی طاهری، آنچه فعالیت‌های نورون‌ها را هدایت می‌کند، ذهن است. به عنوان مثال، همان‌طور که هر کامپیوتری نیاز به نرم‌افزار دارد تا عملیات سخت‌افزار را تنظیم کند، هر بخش از جهان (مانند سلول‌های زنده) نیاز به اپراتور و بخش نرم‌افزاری دارد تا بتواند وظایف خود را به‌درستی انجام دهند. بنابراین، تغییر فعالیت مغزی تحت تعامل با FCF با ماهیتی غیرمادی ممکن است به درک این دیدگاه کمک کند. برخلاف سایر تمرینات ذهن-بدن مانند تای‌چی و یوگا که شامل تنظیم تنفس و برنامه‌های آموزشی‌اند، این‌جا شرکت‌کنندگان جز نظری کوتاه به میدان

منابع

1. Karahanoğlu, F. I., & Van De Ville, D. (2015). Transient brain activity disentangles fMRI resting-state dynamics in terms of spatially and temporally overlapping networks. *Nature communications*, 6(1), 7751.
2. Bright, M. G., Croal, P. L., Blockley, N. P., & Bulte, D. P. (2019). Multiparametric measurement of cerebral physiology using calibrated fMRI. *Neuroimage*, 187, 128-144.
3. Fox, K. C., Nijeboer, S., Dixon, M. L., Floman, J. L., Ellamil, M., Rumak, S. P., ... & Christoff, K. (2014). Is meditation associated with altered brain structure? A systematic review and meta-analysis of morphometric neuroimaging in meditation practitioners. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 43, 48-73.
4. Buric, I., Farias, M., Jong, J., Mee, C., & Brazil, I. A. (2017). What is the molecular signature of mind-body interventions? A systematic review of gene expression changes induced by meditation and related practices. *Frontiers in immunology*, 670.
5. Berkovich-Ohana, A., Glicksohn, J., & Goldstein, A. (2012). Mindfulness-induced changes in gamma band activity—implications for the default mode network, self-reference and attention. *Clinical neurophysiology*, 123(4), 700-710.

6. Wheeler, M. S., Arnkoff, D. B., & Glass, C. R. (2017). The neuroscience of mindfulness: How mindfulness alters the brain and facilitates emotion regulation. *Mindfulness*, 8, 1471-1487.
7. Pletzer, B., Kronbichler, M., Aichhorn, M., Bergmann, J., Ladurner, G., & Kerschbaum, H. H. (2010). Menstrual cycle and hormonal contraceptive use modulate human brain structure. *Brain research*, 1348, 55-62.
8. Steventon, J. J., Lancaster, T. M., Baker, E. S., Bracher-Smith, M., Escott-Price, V., Ruth, K. S., ... & Murphy, K. (2023). Menopause age, reproductive span and hormone therapy duration predict the volume of medial temporal lobe brain structures in postmenopausal women. *Psychoneuroendocrinology*, 158, 106393.
9. Cutter, W. J., Norbury, R., & Murphy, D. G. (2003). Oestrogen, brain function, and neuropsychiatric disorders. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 74(7), 837-840.
10. Gilsanz, P., Lee, C., Corrada, M. M., Kawas, C. H., Quesenberry Jr, C. P., & Whitmer, R. A. (2019). Reproductive period and risk of dementia in a diverse cohort of health care members. *Neurology*, 92(17), e2005-e2014.
11. Allen, J. S., Damasio, H., & Grabowski, T. J. (2002). Normal neuroanatomical variation in the human brain: An MRI-volumetric study. *American Journal of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists*, 118(4), 341-358.
12. Gur, R. C., Turetsky, B. I., Matsui, M., Yan, M., Bilker, W., Hughett, P., & Gur, R. E. (1999). Sex differences in brain gray and white matter in healthy young adults: correlations with cognitive performance. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 19(10), 4065–4072. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.19-10-04065.1999>
13. Farokhian, F., Yang, C., Beheshti, I., Matsuda, H., & Wu, S. (2017). Age-Related Gray and White Matter Changes in Normal Adult Brains. *Aging and disease*, 8(6), 899–909. <https://doi.org/10.14336/AD.2017.0502>
14. Cahill, L. (2006). Why sex matters for neuroscience. *Nature reviews neuroscience*, 7(6), 477-484.. doi: 10.1038/nrn1909.
15. Zhang, Y., Tang, Y., & Yang, Y. (2019). Brain Differences Between Men and Women: Evidence From Deep Learning. *Frontiers in neuroscience*, 13, 185. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00185>
16. Wizemann, T. M., & Pardue, M. L. (2001). Committee on understanding the biology of sex and gender differences, board on health sciences policy, institute of medicine. *Exploring the biological contributions to human health: Does sex matter..* PMID: 25057540.
17. Haier, R. J., Jung, R. E., Yeo, R. A., Head, K., & Alkire, M. T. (2005). The neuroanatomy of general intelligence: sex matters. *NeuroImage*, 25(1), 320-327. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.11.019>
18. Taheri, M. A. (2013). Human from another outlook (2nd Edition) ISBN-13: 978-1939507006, ISBN- 10: 1939507006.
19. Taheri, M. A., Modarresi-Asem, F., & Semsarha, F. (2022a). An Investigation of the Electrical Activity of the Brain during the Treatment with Faradarmani Consciousness Field in the Faradarmangar Population. *The Scientific Journal of Cosmointel*, 1(2), 22–32. <https://doi.org/10.61450/joci.v1i2.19>

20. Taheri, M. A., Modarresi-Asem, F., Nabavi, N., Maftoun, P., & Semsarha, F. (2022b). Neural Correlation of Faradarmani Consciousness Field Mind Mediation: A Comparative Functional Connectivity and Graph analysis. *The Scientific Journal of Cosmointel*, 1(2), 34–45. <https://doi.org/10.61450/joci.v1i2.20>
21. Taheri, M. A., Torabi, S., Nabavi, N., Modarresi-Asem, F., Abbasi Sisara, M., Maftoun, P., & Semsarha, F. (2022c). Task-fMRI Group and Functional Connectivity Analysis of the Brain During Faradarmani Consciousness Field Connection. *The Scientific Journal of Cosmointel*, 1(2), 46–55. <https://doi.org/10.61450/joci.v1i2.29>
22. Buckner, R. L., Andrews-Hanna, J. R., & Schacter, D. L. (2008). The brain's default network: anatomy, function, and relevance to disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124, 1–38. <https://doi.org/10.1196/annals.1440.011>
23. Raichle, M. E., MacLeod, A. M., Snyder, A. Z., Powers, W. J., Gusnard, D. A., & Shulman, G. L. (2001). A default mode of brain function. *Proceedings of the national academy of sciences*, 98(2), 676-682.
24. Garrison, K. A., Zeffiro, T. A., Scheinost, D., Constable, R. T., & Brewer, J. A. (2015). Meditation leads to reduced default mode network activity beyond an active task. *Cognitive, affective & behavioral neuroscience*, 15(3), 712–720. <https://doi.org/10.3758/s13415-015-0358-3>
25. Brewer, J. A., Worhunsky, P. D., Gray, J. R., Tang, Y. Y., Weber, J., & Kober, H. (2011). Meditation experience is associated with differences in default mode network activity and connectivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(50), 20254–20259. <https://doi.org/10.1073/pnas.1112029108>
26. Kelley, W. M., Macrae, C. N., Wyland, C. L., Caglar, S., Inati, S., & Heatherton, T. F. (2002). Finding the self? An event-related fMRI study. *Journal of cognitive neuroscience*, 14(5), 785-794. <https://doi.org/10.1162/08989290260138672>
27. Hehr, A., Iadipaolo, A. S., Morales, A., Cohen, C., Taub, J. W., Harper, F. W. K., Goldberg, E., Bluth, M. H., Rabinak, C. A., & Marusak, H. A. (2022). Meditation reduces brain activity in the default mode network in children with active cancer and survivors. *Pediatric blood & cancer*, 69(10), e29917. <https://doi.org/10.1002/psc.29917>
28. Bhattacharjee, S., Kashyap, R., Abualait, T., Annabel Chen, S. H., Yoo, W. K., & Bashir, S. (2021). The role of primary motor cortex: more than movement execution. *Journal of motor behavior*, 53(2), 258-274.
29. Matheson, H. E., & Kenett, Y. N. (2020). The role of the motor system in generating creative thoughts. *NeuroImage*, 213, 116697.
30. Gain, U. (2018), "The cognitive function and the framework of the functional hierarchy", *Applied Computing and Informatics*, Vol. 16 No. 1/2, pp. 81-116.
31. Yang, C. C., Barrós-Loscertales, A., Li, M., Pinazo, D., Borchardt, V., Ávila, C., & Walter, M. (2019). Alterations in brain structure and amplitude of low-frequency after 8 weeks of mindfulness meditation training in meditation-naïve subjects. *Scientific Reports*, 9(1), 10977. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47470-4>
32. Cross, E. S., & Elizarova, A. (2014). Motor control in action: using dance to explore the intricate choreography between action perception and production in the human brain. *Advances in experimental medicine and biology*, 826, 147–160. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1338-1_10

33. Bläsing, B., Calvo-Merino, B., Cross, E. S., Jola, C., Honisch, J., & Stevens, C. J. (2012). Neurocognitive control in dance perception and performance. *Acta psychologica, 139*(2), 300–308. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2011.12.005>
34. McCarthy, M. M., & Arnold, A. P. (2011). Reframing sexual differentiation of the brain. *Nature neuroscience, 14*(6), 677-683. <https://doi.org/10.1038/nn.2834>
35. Beltz, A. M., Kelly, D. P., & Berenbaum, S. A. (2020). Sex differences in brain and behavioral development. In *Neural circuit and cognitive development* (pp. 585-638). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814411-4.00027-5>
36. Zugman, A., Allende, L. M., Medel, V., Bethlehem, R. A., Seidlitz, J., Ringlein, G., ... & Crossley, N. A. (2023). Country-level gender inequality is associated with structural differences in the brains of women and men. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 120*(20), e2218782120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2218782120>
37. Luders, E., & Kurth, F. (2020). Structural differences between male and female brains. *Handbook of clinical neurology, 175*, 3-11. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64123-6.00001-1>
38. Ruigrok, A. N., Salimi-Khorshidi, G., Lai, M. C., Baron-Cohen, S., Lombardo, M. V., Tait, R. J., & Suckling, J. (2014). A meta-analysis of sex differences in human brain structure. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 39*, 34-50. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.12.004>
39. Wierenga, L. M., Sexton, J. A., Laake, P., Giedd, J. N., Tamnes, C. K., & Pediatric Imaging, Neurocognition, and Genetics Study. (2018). A key characteristic of sex differences in the developing brain: greater variability in brain structure of boys than girls. *Cerebral Cortex, 28*(8), 2741-2751. doi: 10.1093/cercor/bhx154.
40. Jäncke, L., Mérillat, S., Liem, F., & Hänggi, J. (2015). Brain size, sex, and the aging brain. *Human brain mapping, 36*(1), 150-169. doi: [10.1002/hbm.22619](https://doi.org/10.1002/hbm.22619)

مختصات MNI نواحی غیرفعال سازی شده تحت تاثیر میدان شعوری فرادرمانی و عملکرد مرتبط با آن‌ها

جنس	اولویت	ناحیه	عملکرد متناسب (با سطح برادمن در صورت وجود تعریف)	عامل غیرفعال کننده بر اساس منابع	
	۱	شکنج دوکی شکل ^۱	<p>۳۷ (چپ) دیداری</p> <p>تشخیص چهره (۱)</p> <p>پردازش حرکت بصری (۲)</p> <p>تثبیت بینایی (۳)</p> <p>فضاوت های ساختاری اشیاء آشنا (۴)</p> <p>توجه مداوم به رنگ و شکل (۵)</p> <p>سایر</p> <p>ارتباط نام چهره (چپ) (۶)</p> <p>نسبت دادن مقاصد به دیگران (۷)</p> <p>استدلال قیاسی (سمت چپ) (۸)</p> <p>طراحی (۹)</p> <p>افتراکت حرکت (۱۰)</p>	<p>زبان</p> <p>دسته بندی معنایی (چپ) (۱۱)</p> <p>بازیابی کلمه (سمت چپ) (۱۲)</p> <p>توجه به روابط معنایی (چپ) (۱۳)</p> <p>تولید کلمه (چپ) (۱۴)</p> <p>زبان اشاره (۱۵)</p> <p>پردازش تک حرفی (سمت چپ) (۱۶)</p> <p>درک استعاره (سمت چپ) (۱۷)</p> <p>پیوند املائی-آواشناسی (سمت چپ) (۱۸)</p> <p>حافظه</p> <p>تشخیص حافظه ی درست و غلط (۱۹)</p>	<p>- در پاسخ به چهره های شاد (۲۰)</p> <p>- پرایمینگ تکراری (در مواجهه ی دوم با همان محرک بصری) (۲۱)</p>
زن	۲	شکنج گیجگاهی بالاتر ^۲	<p>۴۱ (راست) شنوایی</p> <p>پردازش پایه ی محرک های شنیداری (گفتاری و غیرگفتاری) (۲۲)</p> <p>درک تن های هارمونیک (۲۳)</p> <p>پردازش شدت صدا (۲۴)</p> <p>تشخیص سریع صدا (دوطرفه) (۲۵)</p> <p>تفکیک صدا (۲۶)</p> <p>پرایمینگ شنیداری (۲۷)</p> <p>حافظه</p> <p>اثر پرایمینگ تکراری (۲۸)</p> <p>حافظه ی فعال شنوایی (۲۹)</p> <p>دیگر</p> <p>درک گفتار بصری (نورون های آینه ای) (۳۰)</p> <p>نسبت دادن مقاصد به دیگران (۴۰)</p> <p>استدلال قیاسی (۴۱)</p>	<p>۲۲ (چپ) زبان دریافتی</p> <p>پردازش زبان شنیداری (۲۹)</p> <p>پردازش معنایی (۳۰)</p> <p>تولید جمله (۳۱)</p> <p>تشخیص انحراف فرکانس (۳۲)</p> <p>تولید کلمه ی مشخص شده ی داخلی (۳۳)</p> <p>مربوط به زبان</p> <p>توجه انتخابی به گفتار (۳۴)</p> <p>یادگیری زبان دوم مبتنی بر لحن (۳۵)</p> <p>کلمات تکراری (۳۶)</p> <p>شنوایی (۳۷، ۳۸)</p> <p>پردازش صداهای پیچیده (۳۹)</p> <p>دیگر</p> <p>نسبت دادن مقاصد به دیگران (۴۰)</p> <p>استدلال قیاسی (۴۱)</p>	<p>- تست نوروفیدبک متمرکز بر این ناحیه</p> <p>- گوش دادن غیرفعال به صداهای شبیه گفتار (بیمار صوتی) بیماران اوتیستیک^۲ (۴۲)(۴۳).</p>
	۳	هسته ی عدسی شکل ^۵	<p>عملکردهای پیچیده ی مربوط به حرکت، شناخت و احساسات (۴۴)</p>	<p>- خستگی ناشی از اختلالات عصبی</p> <p>- بیماران در معرض تحریک سیستم ایمنی مزمن</p> <p>- بیماران مبتلا به سندرم خستگی مزمن (CFS)^۴ (۴۵)</p> <p>- پیری (۴۶)</p>	

1. Fusiform Gyrus
2. Autistic patients
3. Superior Temporal Gyrus
4. Chronic fatigue syndrome
5. Lentiform Nucleus

حین مدیتیشن (۵۱)	<p>حس خود (۴۸) و عاملیت، حافظه‌ی زندگی‌نامه‌های (۴۷)، عملکرد فضایی و جهت‌یابی (۵۰) (۴۸، ۴۹) یادآوری، ادغام اطلاعات (گشتالت) مربوط به ادراک محیط، تصویرسازی ذهنی، بازیابی حافظه‌ی اپیزودیک، پاسخ‌های عاطفی به درد</p>	<p>۴ - پرکونئوس^۶ - یک ناحیه‌ی قشر جداری داخلی - یک ناحیه‌ی کلیدی برای «شبکه‌ی حالت پیش‌فرض» معروف در حالت استراحت مغز (۴۷)</p>	۴
<p>- تحت بیهوشی عمومی با پروپوفول^۷ (۴۵) - حین مدیتیشن (۶۲) (۶۳)</p>	<p>پردازش اطلاعات بصری-فضایی (۵۷) توجه مبتنی بر ویژگی (۵۸) توجه انتخابی جهت‌گیری (۵۹) حافظه پرایمینگ بصری (۶۰) دیگر پاسخ به احساسات/توجه در پردازش بصری (۶۱)</p>	<p>۱۸ (راست) دیداری تشخیص شدت نور (۵۲) تشخیص الگوها (۵۳) ردیابی الگوهای حرکت بصری (تحریک اپتوکینتیک) (۵۴) تبعض حرکات انگشتان (۵۵) توجه مداوم به رنگ و شکل (۵۶)</p>	مرد ۱



6. Precuneus
7. Propofol
8. Posterior Cingulate

مختصات MNI نواحی فعال سازی شده تحت تاثیر میدان های شعوری و عملکرد مرتبط با آنها

عامل فعال کننده در منابع	عملکرد متناسب (با سطح برادمن در صورت وجود تعریف)	ناحیه	اولویت	جنس	
ورزش خسته کننده (۹۴) افزایش ضربان قلب (۹۵) (۹۶)	پردازش حرکات استفاده از ابزار (۸۰) اجرای موتور (۸۱) نورون های آینه ای (۸۲) حرکت چشم ساکادیک (۸۳) حافظه حافظه ی کاری (حرکتی، دیداری، شنیداری، احساسی، کلامی) (۸۴) حافظه ی فضایی بصری (راست) (۸۵) یادآوری آگاهانه ی رویدادهای تجربه شده ی قبلی (۸۶) حسی درک درد (۸۷) توجه توجه ویزوموتور (۸۸) زبان پردازش زبان (۸۹) درک جمله ی تحت اللفظی (۹۰) درک کلمه (تصویرپذیری) (۹۱) دیگر پردازش عواطف و خود بازتابی در حین تصمیم گیری (۹۲) پردازش هدفمند (۹۳)	۴ (چپ) موتور بلع / حرکت حنجره (۶۴) حرکت طرف مقابل اندام تحتانی (زانو، مچ پا، پا، انگشت پا) (مزبال) (۶۵) تصاویر موتوری (۶۶) یادگیری دنباله های حرکتی (۶۷) کنترل تنفس ارادی (۶۸) کنترل وظایف حرکتی ریتمیک (مثل دوچرخه سواری) (۶۹) مهار پلک زدن / پلک زدن داوطلبانه (۷۰) حسی-تنی درک حرکتی حرکات اندام (۷۱) تمایز فرکانس ارتعاشی (۷۲) حس عمقی انگشت (۷۳) پاسخ به لمس/المس مشاهده شده (۷۴) دیگر حافظه ی توپوگرافی (حافظه ی موتور) برای نشانه های بصری (۷۵) ۷ (چپ) چرخش ذهنی (۷۶) درک فضای شخصی (۷۷) پردازش الگوهای آشفته (۷۸) استفاده از تصاویر فضایی در استدلال قیاسی (۷۹)	شکنج پیش مرکزی ^۱	۱	مرد
دوز تجمعی آنتی سایکوتیک ^۱ (۱۱۸) در شرایط تنظیم (۱۱۹)	توجه توجه فضایی (۱۰۷) توجه ویزوموتور (۱۰۸) توجه به صدای انسان (۱۰۹) دیگر مشاهده ی اعمال (نورون های آینه ای) (۱۱۰) برنامه ریزی/حل مسائل جدید (۱۱۱) کنترل رفتار اجرایی (۱۱۲) پاسخ به تحریک گیرنده ی فشاری (۱۱۳) تولید عبارات آهنگین (۱۱۴) محاسبه (۱۱۵) تشخیص بافت موقعیتی (۱۱۶) تشخیص انحراف فرکانس (۱۱۷)	۶ (راست) موتور توالی موتور/برنامه ریزی (۹۷) کنترل ارادی تنفس (۹۸) حرکات چشم ساکادیک افقی (۹۹) همانگی بین اندام (۱۰۰) زبان تغییر زبان (۱۰۱) درک گفتار (۱۰۲) بازیابی کلمه (۱۰۳) حافظه حافظه ی کاری (۱۰۳) تمرین یادگاری (۱۰۴) حافظه ی بلندمدت اپیزودیک (۱۰۵) حافظه ی توپوگرافی (۱۰۶)	شکنج فوقانی پیشانی ^{۱۱}	۲	

9. Precentral Gyrus
10. antipsychotic
11. Frontal Gyrus Superior

فعالیت‌های هماهنگ مانند رقص، آواز خواندن، و غیره (۱۲۳) رابطه‌ی مثبت با خستگی ذهنی شناختی (۱۲۴، ۱۲۵)	کنترل حرکت اسکلتی ارادی یادگیری، حافظه، پاداش، انگیزه، احساسات و تعامل عاشقانه (۱۲۰) (۱۲۱) مطالعات اختلال عملکرد این ناحیه را در چندین اختلال و آسیب از جمله: هانتینگتون و پارکینسون، اشکال مختلف زوال عقل، ^{۱۲} ADHD، اختلال دوقطبی، اختلال وسواس فکری-اجباری و اسکیزوفرنی دخیل دانسته است (۱۲۲).	زن ۱ دمی ^{۱۳}
---	---	------------------------------



1. Rossion, B., Schiltz, C., & Crommelinck, M. (2003). The functionally defined right occipital and fusiform "face areas" discriminate novel from visually familiar faces. *NeuroImage*, *19*(3), 877–883. [https://doi.org/10.1016/s1053-8119\(03\)00105-8](https://doi.org/10.1016/s1053-8119(03)00105-8)
2. Beer, J., Blakemore, C., Previc, F. H., & Liotti, M. (2002). Areas of the human brain activated by ambient visual motion, indicating three kinds of self-movement. *Experimental brain research*, *143*(1), 78–88. <https://doi.org/10.1007/s00221-001-0947-y>
3. Richter, H. O., Costello, P., Sponheim, S. R., Lee, J. T., & Pardo, J. V. (2004). Functional neuroanatomy of the human near/far response to blur cues: eye-lens accommodation/vergence to point targets varying in depth. *The European journal of neuroscience*, *20*(10), 2722–2732. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2004.03743.x>
4. Kellenbach, M. L., Hovius, M., & Patterson, K. (2005). A pet study of visual and semantic knowledge about objects. *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, *41*(2), 121–132. [https://doi.org/10.1016/s0010-9452\(08\)70887-6](https://doi.org/10.1016/s0010-9452(08)70887-6)
5. Le, T. H., Pardo, J. V., & Hu, X. (1998). 4 T-fMRI study of nonspatial shifting of selective attention: cerebellar and parietal contributions. *Journal of neurophysiology*, *79*(3), 1535–1548. <https://doi.org/10.1152/jn.1998.79.3.1535>
6. Herholz, K., Ehlen, P., Kessler, J., Strotmann, T., Kalbe, E., & Markowitsch, H. J. (2001). Learning face-name associations and the effect of age and performance: a PET activation study. *Neuropsychologia*, *39*(6), 643–650. [https://doi.org/10.1016/s0028-3932\(00\)00144-5](https://doi.org/10.1016/s0028-3932(00)00144-5)
7. Brunet, E., Sarfati, Y., Hardy-Baylé, M. C., & Decety, J. (2000). A PET investigation of the attribution of intentions with a nonverbal task. *NeuroImage*, *11*(2), 157–166. <https://doi.org/10.1006/nimg.1999.0525>
8. Goel, V., Gold, B., Kapur, S., & Houle, S. (1998). Neuroanatomical correlates of human reasoning. *Journal of cognitive neuroscience*, *10*(3), 293–302. <https://doi.org/10.1162/089892998562744>
9. Harrington, G. S., Farias, D., Davis, C. H., & Buonocore, M. H. (2007). Comparison of the neural basis for imagined writing and drawing. *Human brain mapping*, *28*(5), 450–459. <https://doi.org/10.1002/hbm.20286>
10. Taylor, J. G., Schmitz, N., Ziemons, K., Grosse-Ruyken, M. L., Gruber, O., Mueller-Gaertner, H. W., & Shah, N. J. (2000). The network of brain areas involved in the motion aftereffect. *NeuroImage*, *11*(4), 257–270. <https://doi.org/10.1006/nimg.1999.0529>
11. Thioux, M., Pesenti, M., Costes, N., De Volder, A., & Seron, X. (2005). Task-independent semantic activation for numbers and animals. *Brain research. Cognitive brain research*, *24*(2), 284–290. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.02.009>
12. Abrahams, S., Goldstein, L. H., Simmons, A., Brammer, M. J., Williams, S. C., Giampietro, V. P., Andrew, C. M., & Leigh, P. N. (2003). Functional magnetic resonance imaging of verbal fluency and confrontation naming using compressed image acquisition to permit overt responses. *Human brain mapping*, *20*(1), 29–40. <https://doi.org/10.1002/hbm.10126>

13. McDermott, K. B., Petersen, S. E., Watson, J. M., & Ojemann, J. G. (2003). A procedure for identifying regions preferentially activated by attention to semantic and phonological relations using functional magnetic resonance imaging. *Neuropsychologia*, 41(3), 293–303. [https://doi.org/10.1016/s0028-3932\(02\)00162-8](https://doi.org/10.1016/s0028-3932(02)00162-8)
14. Friedman, L., Kenny, J. T., Wise, A. L., Wu, D., Stuve, T. A., Miller, D. A., Jesberger, J. A., & Lewin, J. S. (1998). Brain activation during silent word generation evaluated with functional MRI. *Brain and language*, 64(2), 231–256. <https://doi.org/10.1006/brln.1998.1953>
15. Söderfeldt, B., Ingvar, M., Rönnerberg, J., Eriksson, L., Serrander, M., & Stone-Elander, S. (1997). Signed and spoken language perception studied by positron emission tomography. *Neurology*, 49(1), 82–87. <https://doi.org/10.1212/wnl.49.1.82>
16. Flowers, D. L., Jones, K., Noble, K., VanMeter, J., Zeffiro, T. A., Wood, F. B., & Eden, G. F. (2004). Attention to single letters activates left extrastriate cortex. *NeuroImage*, 21(3), 829–839. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.10.002>
17. Rapp, A. M., Leube, D. T., Erb, M., Grodd, W., & Kircher, T. T. (2004). Neural correlates of metaphor processing. *Brain research. Cognitive brain research*, 20(3), 395–402. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.03.017>
18. Hashimoto, R., & Sakai, K. L. (2004). Learning letters in adulthood: direct visualization of cortical plasticity for forming a new link between orthography and phonology. *Neuron*, 42(2), 311–322. [https://doi.org/10.1016/s0896-6273\(04\)00196-5](https://doi.org/10.1016/s0896-6273(04)00196-5)
19. Slotnick, S. D., & Schacter, D. L. (2004). A sensory signature that distinguishes true from false memories. *Nature neuroscience*, 7(6), 664–672. <https://doi.org/10.1038/nn1252>
20. Wu, H., Melicher, T., Bauer, I. E., Sanches, M., & Soares, J. C. (2020). Brain structural abnormalities of major depressive disorder. In *Major Depressive Disorder* (pp. 39-49). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-58131-8.00003-3>
21. Reber, P. J., Gitelman, D. R., Parrish, T. B., & Mesulam, M. M. (2005). Priming effects in the fusiform gyrus: changes in neural activity beyond the second presentation. *Cerebral Cortex*, 15(6), 787-795., <https://doi.org/10.1093/cercor/bhh179>
22. Upadhyay, J., Silver, A., Knaus, T. A., Lindgren, K. A., Ducros, M., Kim, D. S., & Tager-Flusberg, H. (2008). Effective and structural connectivity in the human auditory cortex. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 28(13), 3341–3349. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4434-07.2008>
23. Hall, D. A., Johnsrude, I. S., Haggard, M. P., Palmer, A. R., Akeroyd, M. A., & Summerfield, A. Q. (2002). Spectral and temporal processing in human auditory cortex. *Cerebral cortex (New York, N.Y. : 1991)*, 12(2), 140–149. <https://doi.org/10.1093/cercor/12.2.140>
24. Hart, H. C., Hall, D. A., & Palmer, A. R. (2003). The sound-level-dependent growth in the extent of fMRI activation in Heschl's gyrus is different for low- and high-frequency tones. *Hearing research*, 179(1-2), 104–112. [https://doi.org/10.1016/s0378-5955\(03\)00100-x](https://doi.org/10.1016/s0378-5955(03)00100-x)

25. Lehmann, C., Herdener, M., Schneider, P., Federspiel, A., Bach, D. R., Esposito, F., di Salle, F., Scheffler, K., Kretz, R., Dierks, T., & Seifritz, E. (2007). Dissociated lateralization of transient and sustained blood oxygen level-dependent signal components in human primary auditory cortex. *NeuroImage*, *34*(4), 1637–1642. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.11.011>
26. Alain, C., Reinke, K., McDonald, K. L., Chau, W., Tam, F., Pacurar, A., & Graham, S. (2005). Left thalamo-cortical network implicated in successful speech separation and identification. *NeuroImage*, *26*(2), 592–599. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.02.006>
27. Tulving, E., Kapur, S., Markowitsch, H. J., Craik, F. I., Habib, R., & Houle, S. (1994). Neuroanatomical correlates of retrieval in episodic memory: auditory sentence recognition. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *91*(6), 2012–2015. <https://doi.org/10.1073/pnas.91.6.2012>
28. Haist, F., Song, A. W., Wild, K., Faber, T. L., Popp, C. A., & Morris, R. D. (2001). Linking sight and sound: fMRI evidence of primary auditory cortex activation during visual word recognition. *Brain and language*, *76*(3), 340–350. <https://doi.org/10.1006/brln.2000.2433>
29. Zhang, D. R., Li, Z. H., Chen, X. C., Wang, Z. X., Zhang, X. C., Meng, X. M., He, S., & Hu, X. P. (2003). Functional comparison of primacy, middle and recency retrieval in human auditory short-term memory: an event-related fMRI study. *Brain research. Cognitive brain research*, *16*(1), 91–98. [https://doi.org/10.1016/s0926-6410\(02\)00223-9](https://doi.org/10.1016/s0926-6410(02)00223-9)
30. Calvert, G. A., & Campbell, R. (2003). Reading speech from still and moving faces: the neural substrates of visible speech. *Journal of cognitive neuroscience*, *15*(1), 57–70. <https://doi.org/10.1162/089892903321107828>
31. Ahmad, Z., Balsamo, L. M., Sachs, B. C., Xu, B., & Gaillard, W. D. (2003). Auditory comprehension of language in young children: neural networks identified with fMRI. *Neurology*, *60*(10), 1598–1605. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000059865.32155.86>
32. McDermott, K. B., Petersen, S. E., Watson, J. M., & Ojemann, J. G. (2003). A procedure for identifying regions preferentially activated by attention to semantic and phonological relations using functional magnetic resonance imaging. *Neuropsychologia*, *41*(3), 293–303. [https://doi.org/10.1016/s0028-3932\(02\)00162-8](https://doi.org/10.1016/s0028-3932(02)00162-8)
33. Brown, S., Martinez, M. J., & Parsons, L. M. (2006). Music and language side by side in the brain: a PET study of the generation of melodies and sentences. *The European journal of neuroscience*, *23*(10), 2791–2803. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2006.04785.x>
34. Nakai, T., Kato, C., & Matsuo, K. (2005). An FMRI study to investigate auditory attention: a model of the cocktail party phenomenon. *Magnetic resonance in medical sciences : MRMS : an official journal of Japan Society of Magnetic Resonance in Medicine*, *4*(2), 75–82. <https://doi.org/10.2463/mrms.4.75>
35. Wang, Y., Sereno, J. A., Jongman, A., & Hirsch, J. (2003). fMRI evidence for cortical modification during learning of Mandarin lexical tone. *Journal of cognitive neuroscience*, *15*(7), 1019–1027. <https://doi.org/10.1162/089892903770007407>
36. Herholz, K., Pietrzyk, U., Karbe, H., Würker, M., Wienhard, K., & Heiss, W. D. (1994). Individual metabolic anatomy of repeating words demonstrated by MRI-guided positron emission tomography. *Neuroscience letters*, *182*(1), 47–50. [https://doi.org/10.1016/0304-3940\(94\)90202-x](https://doi.org/10.1016/0304-3940(94)90202-x)

37. Liebenthal, E., Ellingson, M. L., Spanaki, M. V., Prieto, T. E., Ropella, K. M., & Binder, J. R. (2003). Simultaneous ERP and fMRI of the auditory cortex in a passive oddball paradigm. *NeuroImage*, 19(4), 1395–1404. [https://doi.org/10.1016/s1053-8119\(03\)00228-3](https://doi.org/10.1016/s1053-8119(03)00228-3)
38. Howard, M. A., Volkov, I. O., Mirsky, R., Garell, P. C., Noh, M. D., Granner, M., ... & Brugge, J. F. (2000). Auditory cortex on the human posterior superior temporal gyrus. *Journal of Comparative Neurology*, 416(1), 79-92.
39. Mirz, F., Ovesen, T., Ishizu, K., Johannsen, P., Madsen, S., Gjedde, A., & Pedersen, C. B. (1999). Stimulus-dependent central processing of auditory stimuli: a PET study. *Scandinavian audiology*, 28(3), 161–169. <https://doi.org/10.1080/010503999424734>
40. Brunet, E., Sarfati, Y., Hardy-Baylé, M. C., & Decety, J. (2000). A PET investigation of the attribution of intentions with a nonverbal task. *NeuroImage*, 11(2), 157–166. <https://doi.org/10.1006/nimg.1999.0525>
41. Goel, V., Gold, B., Kapur, S., & Houle, S. (1998). Neuroanatomical correlates of human reasoning. *Journal of cognitive neuroscience*, 10(3), 293–302. <https://doi.org/10.1162/089892998562744>
42. Redcay, E. (2008). The superior temporal sulcus performs a common function for social and speech perception: implications for the emergence of autism. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(1), 123-142. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2007.06.004>
43. Boddaert, N., Belin, P., Chabane, N., Poline, J. B., Barthélémy, C., Mouren-Simeoni, M. C., ... & Zilbovicius, M. (2003). Perception of complex sounds: abnormal pattern of cortical activation in autism. *American Journal of Psychiatry*, 160(11), 2057-2060. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.160.11.2057>
44. Lanciego, J. L., Luquin, N., & Obeso, J. A. (2012). Functional neuroanatomy of the basal ganglia. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*, 2(12), a009621. doi:10.1101/cshperspect.a009621
45. Miller, A. H., Jones, J. F., Drake, D. F., Tian, H., Unger, E. R., & Pagnoni, G. (2014). Decreased basal ganglia activation in subjects with chronic fatigue syndrome: association with symptoms of fatigue. *PLoS One*, 9(5), e98156.
46. Coxon, J. P., Goble, D. J., Van Impe, A., De Vos, J., Wenderoth, N., & Swinnen, S. P. (2010). Reduced basal ganglia function when elderly switch between coordinated movement patterns. *Cerebral cortex*, 20(10), 2368-2379. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhp306>
47. Fransson, P., & Marrelec, G. (2008). The precuneus/posterior cingulate cortex plays a pivotal role in the default mode network: Evidence from a partial correlation network analysis. *NeuroImage*, 42(3), 1178–1184. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.05.059>
48. Cavanna, A. E., & Trimble, M. R. (2006). The precuneus: a review of its functional anatomy and behavioural correlates. *Brain*, 129(3), 564-583. <https://doi.org/10.1093/brain/awl004>
49. Al-Ramadhani, R. R., Shivamurthy, V. K. N., Elkins, K., Gedela, S., Pedersen, N. P., & Kheder, A. (2021). The precuneal cortex: anatomy and seizure semiology. *Epileptic disorders : international epilepsy journal with videotape*, 23(2), 218–227. <https://doi.org/10.1684/epd.2021.1257>
50. Freton, M., Lemogne, C., Delaveau, P., Guionnet, S., Wright, E., Wiernik, E., ... & Fossati, P. (2014). The dark side of self-focus: brain activity during self-focus in low and high brooders. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(11), 1808-1813.

51. Garrison, K. A., Zeffiro, T. A., Scheinost, D., Constable, R. T., & Brewer, J. A. (2015). Meditation leads to reduced default mode network activity beyond an active task. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 15, 712-720. <https://doi.org/10.3758/s13415-015-0358-3>
52. Mentis, M. J., Alexander, G. E., Grady, C. L., Horwitz, B., Krasuski, J., Pietrini, P., Strassburger, T., Hampel, H., Schapiro, M. B., & Rapoport, S. I. (1997). Frequency variation of a pattern-flash visual stimulus during PET differentially activates brain from striate through frontal cortex. *NeuroImage*, 5(2), 116-128. <https://doi.org/10.1006/nimg.1997.0256>
53. Fokin, V. A., Shelepin, I., Kharauzov, A. K., Trufanov, G. E., Sevost'ianov, A. V., Pronin, S. V., & Koskin, S. A. (2007). *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal imeni I.M. Sechenova*, 93(10), 1089-1100.
54. Dieterich, M., Bauermann, T., Best, C., Stoeter, P., & Schlindwein, P. (2007). Evidence for cortical visual substitution of chronic bilateral vestibular failure (an fMRI study). *Brain : a journal of neurology*, 130(Pt 8), 2108-2116. <https://doi.org/10.1093/brain/awm130>
55. Hermsdörfer, J., Goldenberg, G., Wachsmuth, C., Conrad, B., Ceballos-Baumann, A. O., Bartenstein, P., Schwaiger, M., & Boecker, H. (2001). Cortical correlates of gesture processing: clues to the cerebral mechanisms underlying apraxia during the imitation of meaningless gestures. *NeuroImage*, 14(1 Pt 1), 149-161. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0796>
56. Le, T. H., Pardo, J. V., & Hu, X. (1998). 4 T-fMRI study of nonspatial shifting of selective attention: cerebellar and parietal contributions. *Journal of neurophysiology*, 79(3), 1535-1548. <https://doi.org/10.1152/jn.1998.79.3.1535>
57. Waberski, T. D., Gobbelé, R., Lamberty, K., Buchner, H., Marshall, J. C., & Fink, G. R. (2008). Timing of visuo-spatial information processing: electrical source imaging related to line bisection judgements. *Neuropsychologia*, 46(5), 1201-1210. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.10.024>
58. Kamitani, Y., & Tong, F. (2006). Decoding seen and attended motion directions from activity in the human visual cortex. *Current biology : CB*, 16(11), 1096-1102. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2006.04.003>
59. Larsson, J., Landy, M. S., & Heeger, D. J. (2006). Orientation-selective adaptation to first- and second-order patterns in human visual cortex. *Journal of neurophysiology*, 95(2), 862-881. <https://doi.org/10.1152/jn.00668.2005>
60. Slotnick, S. D., & Schacter, D. L. (2006). The nature of memory related activity in early visual areas. *Neuropsychologia*, 44(14), 2874-2886. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.06.021>
61. Lane, R. D., Chua, P. M., & Dolan, R. J. (1999). Common effects of emotional valence, arousal and attention on neural activation during visual processing of pictures. *Neuropsychologia*, 37(9), 989-997. [https://doi.org/10.1016/s0028-3932\(99\)00017-2](https://doi.org/10.1016/s0028-3932(99)00017-2)
62. Taylor, V. A., Grant, J., Daneault, V., Scavone, G., Breton, E., Roffe-Vidal, S., ... & Beauregard, M. (2011). Impact of mindfulness on the neural responses to emotional pictures in experienced and beginner meditators. *Neuroimage*, 57(4), 1524-1533.
63. Brewer, J. A., Mallik, S., Babuscio, T. A., Nich, C., Johnson, H. E., Deleone, C. M., ... & Rounsaville, B. J. (2011). Mindfulness training for smoking cessation: results from a randomized controlled trial. *Drug and alcohol dependence*, 119(1-2), 72-80.. doi:10.1016/j.drugalcdep.2011.05.027

64. Hamdy, S., Rothwell, J. C., Brooks, D. J., Bailey, D., Aziz, Q., & Thompson, D. G. (1999). Identification of the cerebral loci processing human swallowing with H₂(15)O PET activation. *Journal of neurophysiology*, 81(4), 1917–1926. <https://doi.org/10.1152/jn.1999.81.4.1917>
65. Hotz-Boendermaker, S., Funk, M., Summers, P., Brugger, P., Hepp-Reymond, M. C., Curt, A., & Kollias, S. S. (2008). Preservation of motor programs in paraplegics as demonstrated by attempted and imagined foot movements. *NeuroImage*, 39(1), 383–394. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.07.065>
66. Porro, C. A., Francescato, M. P., Cettolo, V., Diamond, M. E., Baraldi, P., Zuiani, C., ... & Di Prampero, P. E. (1996). Primary motor and sensory cortex activation during motor performance and motor imagery: a functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Neuroscience*, 16(23), 7688–7698. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.16-23-07688.1996>
67. Penhune, V. B., & Doyon, J. (2005). Cerebellum and M1 interaction during early learning of timed motor sequences. *NeuroImage*, 26(3), 801–812. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.02.041>
68. Smejkal, V., Druga, R., & Tintera, J. (2000). Brain activation during volitional control of breathing. *Physiological research*, 49(6), 659–663.
69. Christensen, L. O., Johannsen, P., Sinkjaer, T., Petersen, N., Pyndt, H. S., & Nielsen, J. B. (2000). Cerebral activation during bicycle movements in man. *Experimental brain research*, 135(1), 66–72. <https://doi.org/10.1007/s002210000493>
70. Yoon, H. W., Chung, J. Y., Song, M. S., & Park, H. (2005). Neural correlates of eye blinking; improved by simultaneous fMRI and EOG measurement. *Neuroscience letters*, 381(1-2), 26–30. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2005.01.077>
71. Naito, E. (2004). Sensing limb movements in the motor cortex: how humans sense limb movement. *The Neuroscientist*, 10(1), 73–82. <https://doi.org/10.1177/1073858403259628>
72. Li Hegner, Y., Saur, R., Veit, R., Butts, R., Leiberg, S., Grodd, W., & Braun, C. (2007). BOLD adaptation in vibrotactile stimulation: neuronal networks involved in frequency discrimination. *Journal of neurophysiology*, 97(1), 264–271. <https://doi.org/10.1152/jn.00617.2006>
73. Carey, L. M., Abbott, D. F., Egan, G. F., & Donnan, G. A. (2008). Reproducible activation in BA2, 1 and 3b associated with texture discrimination in healthy volunteers over time. *NeuroImage*, 39(1), 40–51. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.08.026>
74. Ebisch, S. J., Perrucci, M. G., Ferretti, A., Del Gratta, C., Romani, G. L., & Gallese, V. (2008). The sense of touch: embodied simulation in a visuotactile mirroring mechanism for observed animate or inanimate touch. *Journal of cognitive neuroscience*, 20(9), 1611–1623. <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20111>
75. Berthoz A. (1997). Parietal and hippocampal contribution to topokinetic and topographic memory. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 352(1360), 1437–1448. <https://doi.org/10.1098/rstb.1997.0130>
76. Hugdahl, K., Thomsen, T., & Ersland, L. (2006). Sex differences in visuo-spatial processing: an fMRI study of mental rotation. *Neuropsychologia*, 44(9), 1575–1583. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.026>

77. Lloyd, D., Morrison, I., & Roberts, N. (2006). Role for human posterior parietal cortex in visual processing of aversive objects in peripersonal space. *Journal of neurophysiology*, 95(1), 205–214. <https://doi.org/10.1152/jn.00614.2005>
78. Fokin, V. A., Shelepin, I., Kharauzov, A. K., Trufanov, G. E., Sevost'ianov, A. V., Pronin, S. V., & Koskin, S. A. (2007). *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal imeni I.M. Sechenova*, 93(10), 1089–1100.
79. Knauff, M., Mulack, T., Kassubek, J., Salih, H. R., & Greenlee, M. W. (2002). Spatial imagery in deductive reasoning: a functional MRI study. *Brain research. Cognitive brain research*, 13(2), 203–212. [https://doi.org/10.1016/s0926-6410\(01\)00116-1](https://doi.org/10.1016/s0926-6410(01)00116-1)
80. Ohgami, Y., Matsuo, K., Uchida, N., & Nakai, T. (2004). An fMRI study of tool-use gestures: body part as object and pantomime. *Neuroreport*, 15(12), 1903–1906. <https://doi.org/10.1097/00001756-200408260-00014>
81. Stephan, K. M., Fink, G. R., Passingham, R. E., Silbersweig, D., Ceballos-Baumann, A. O., Frith, C. D., & Frackowiak, R. S. (1995). Functional anatomy of the mental representation of upper extremity movements in healthy subjects. *Journal of neurophysiology*, 73(1), 373–386. <https://doi.org/10.1152/jn.1995.73.1.373>
82. Buccino, G., Vogt, S., Ritzl, A., Fink, G. R., Zilles, K., Freund, H. J., & Rizzolatti, G. (2004). Neural circuits underlying imitation learning of hand actions: an event-related fMRI study. *Neuron*, 42(2), 323–334. [https://doi.org/10.1016/s0896-6273\(04\)00181-3](https://doi.org/10.1016/s0896-6273(04)00181-3)
83. Heide, W., Binkofski, F., Seitz, R. J., Posse, S., Nitschke, M. F., Freund, H. J., & Kömpf, D. (2001). Activation of frontoparietal cortices during memorized triple-step sequences of saccadic eye movements: an fMRI study. *The European journal of neuroscience*, 13(6), 1177–1189. <https://doi.org/10.1046/j.0953-816x.2001.01472.x>
84. Catalan, M. J., Honda, M., Weeks, R. A., Cohen, L. G., & Hallett, M. (1998). The functional neuroanatomy of simple and complex sequential finger movements: a PET study. *Brain : a journal of neurology*, 121 (Pt 2), 253–264. <https://doi.org/10.1093/brain/121.2.253>
85. Zarahn, E., Aguirre, G., & D'Esposito, M. (2000). Replication and further studies of neural mechanisms of spatial mnemonic processing in humans. *Brain research. Cognitive brain research*, 9(1), 1–17. [https://doi.org/10.1016/s0926-6410\(99\)00033-6](https://doi.org/10.1016/s0926-6410(99)00033-6)
86. Tulving, E., Kapur, S., Markowitsch, H. J., Craik, F. I., Habib, R., & Houle, S. (1994). Neuroanatomical correlates of retrieval in episodic memory: auditory sentence recognition. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91(6), 2012–2015. <https://doi.org/10.1073/pnas.91.6.2012>
87. Apkarian, A. V., Darbar, A., Krauss, B. R., Gelnar, P. A., & Szeverenyi, N. M. (1999). Differentiating cortical areas related to pain perception from stimulus identification: temporal analysis of fMRI activity. *Journal of neurophysiology*, 81(6), 2956–2963. <https://doi.org/10.1152/jn.1999.81.6.2956>
88. Caplan, J. B., Luks, T. L., Simpson, G. V., Glaholt, M., & McIntosh, A. R. (2006). Parallel networks operating across attentional deployment and motion processing: a multi-seed partial least squares fMRI study. *NeuroImage*, 29(4), 1192–1202. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.09.010>
89. Seghier, M. L., Lazeyras, F., Pegna, A. J., Annoni, J. M., Zimine, I., Mayer, E., Michel, C. M., & Khateb, A. (2004). Variability of fMRI activation during a phonological and semantic language task in healthy subjects. *Human brain mapping*, 23(3), 140–155. <https://doi.org/10.1002/hbm.20053>

90. Shibata, M., Abe, J., Terao, A., & Miyamoto, T. (2007). Neural mechanisms involved in the comprehension of metaphoric and literal sentences: an fMRI study. *Brain research*, 1166, 92–102. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2007.06.040>
91. Bedny, M., & Thompson-Schill, S. L. (2006). Neuroanatomically separable effects of imageability and grammatical class during single-word comprehension. *Brain and language*, 98(2), 127–139. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2006.04.008>
92. Deppe, M., Schwindt, W., Kugel, H., Plassmann, H., & Kenning, P. (2005). Nonlinear responses within the medial prefrontal cortex reveal when specific implicit information influences economic decision making. *Journal of neuroimaging : official journal of the American Society of Neuroimaging*, 15(2), 171–182. <https://doi.org/10.1177/1051228405275074>
93. Fincham, J. M., Carter, C. S., van Veen, V., Stenger, V. A., & Anderson, J. R. (2002). Neural mechanisms of planning: a computational analysis using event-related fMRI. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(5), 3346–3351. <https://doi.org/10.1073/pnas.052703399>
94. White, A. T., Lee, J. N., Light, A. R., & Light, K. C. (2009). Brain activation in multiple sclerosis: a BOLD fMRI study of the effects of fatiguing hand exercise. *Multiple Sclerosis Journal*, 15(5), 580-586. [doi:10.1177/1352458508100034](https://doi.org/10.1177/1352458508100034)
95. Schulz, S. M. (2016). Neural correlates of heart-focused interoception: a functional magnetic resonance imaging meta-analysis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1708), 20160018. [doi:10.1098/rstb.2016.0018](https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0018)
96. Stern, E. R., Grimaldi, S. J., Muratore, A., Murrough, J., Leibur, E., Fleysher, L., ... & Burdick, K. E. (2017). Neural correlates of interoception: Effects of interoceptive focus and relationship to dimensional measures of body awareness. *Human brain mapping*, 38(12), 6068-6082. [doi:10.1002/hbm.23811](https://doi.org/10.1002/hbm.23811)
97. Catalan, M. J., Honda, M., Weeks, R. A., Cohen, L. G., & Hallett, M. (1998). The functional neuroanatomy of simple and complex sequential finger movements: a PET study. *Brain : a journal of neurology*, 121 (Pt 2), 253–264. <https://doi.org/10.1093/brain/121.2.253>
98. Smejkal, V., Druga, R., & Tintera, J. (2000). Brain activation during volitional control of breathing. *Physiological research*, 49(6), 659–663.
99. Darby, D. G., Nobre, A. C., Thangaraj, V., Edelman, R., Mesulam, M. M., & Warach, S. (1996). Cortical activation in the human brain during lateral saccades using EPSTAR functional magnetic resonance imaging. *NeuroImage*, 3(1), 53–62. <https://doi.org/10.1006/nimg.1996.0006>
100. Ehrsson, H. H., Naito, E., Geyer, S., Amunts, K., Zilles, K., Forssberg, H., & Roland, P. E. (2000). Simultaneous movements of upper and lower limbs are coordinated by motor representations that are shared by both limbs: a PET study. *The European journal of neuroscience*, 12(9), 3385–3398. <https://doi.org/10.1046/j.1460-9568.2000.00209.x>
101. Price, C. J., Green, D. W., & von Studnitz, R. (1999). A functional imaging study of translation and language switching. *Brain : a journal of neurology*, 122 (Pt 12), 2221–2235. <https://doi.org/10.1093/brain/122.12.2221>
102. Wilson, S. M., Saygin, A. P., Sereno, M. I., & Iacoboni, M. (2004). Listening to speech activates motor areas involved in speech production. *Nature neuroscience*, 7(7), 701–702. <https://doi.org/10.1038/nn1263>

103. Warburton, E., Wise, R. J., Price, C. J., Weiller, C., Hadar, U., Ramsay, S., & Frackowiak, R. S. (1996). Noun and verb retrieval by normal subjects. Studies with PET. *Brain : a journal of neurology*, *119* (Pt 1), 159–179. <https://doi.org/10.1093/brain/119.1.159>
104. Ranganath, C., Johnson, M. K., & D'Esposito, M. (2003). Prefrontal activity associated with working memory and episodic long-term memory. *Neuropsychologia*, *41*(3), 378–389. [https://doi.org/10.1016/s0028-3932\(02\)00169-0](https://doi.org/10.1016/s0028-3932(02)00169-0)
105. Kapur, S., Tulving, E., Cabeza, R., McIntosh, A. R., Houle, S., & Craik, F. I. (1996). The neural correlates of intentional learning of verbal materials: a PET study in humans. *Brain research. Cognitive brain research*, *4*(4), 243–249. [https://doi.org/10.1016/s0926-6410\(96\)00058-4](https://doi.org/10.1016/s0926-6410(96)00058-4)
106. Berthoz, A. (1997). Parietal and hippocampal contribution to topokinetic and topographic memory. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, *352*(1360), 1437–1448. <https://doi.org/10.1098/rstb.1997.0130>
107. Nobre, A. C., Sebestyen, G. N., Gitelman, D. R., Mesulam, M. M., Frackowiak, R. S., & Frith, C. D. (1997). Functional localization of the system for visuospatial attention using positron emission tomography. *Brain : a journal of neurology*, *120* (Pt 3), 515–533. <https://doi.org/10.1093/brain/120.3.515>
108. Cheng, K., Fujita, H., Kanno, I., Miura, S., & Tanaka, K. (1995). Human cortical regions activated by wide-field visual motion: an H2(15)O PET study. *Journal of neurophysiology*, *74*(1), 413–427. <https://doi.org/10.1152/jn.1995.74.1.413>
109. Nakai, T., Kato, C., & Matsuo, K. (2005). An fMRI study to investigate auditory attention: a model of the cocktail party phenomenon. *Magnetic resonance in medical sciences : MRMS : an official journal of Japan Society of Magnetic Resonance in Medicine*, *4*(2), 75–82. <https://doi.org/10.2463/mrms.4.75>
110. Manthey, S., Schubotz, R. I., & von Cramon, D. Y. (2003). Premotor cortex in observing erroneous action: an fMRI study. *Brain research. Cognitive brain research*, *15*(3), 296–307. [https://doi.org/10.1016/s0926-6410\(02\)00201-x](https://doi.org/10.1016/s0926-6410(02)00201-x)
111. Fincham, J. M., Carter, C. S., van Veen, V., Stenger, V. A., & Anderson, J. R. (2002). Neural mechanisms of planning: a computational analysis using event-related fMRI. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *99*(5), 3346–3351. <https://doi.org/10.1073/pnas.052703399>
112. Burton, M. W., Noll, D. C., & Small, S. L. (2001). The anatomy of auditory word processing: individual variability. *Brain and language*, *77*(1), 119–131. <https://doi.org/10.1006/brln.2000.2444>
113. Emri, M., Weisz, J., Fent, J., Horváth, G., Repa, I., Márián, T., ... & Trón, L. (2002). Right prefrontal cerebral hemispheric activation by symmetrical carotid sinus baroreceptor stimulation. *Orvosi Hetilap*, *143*(21 Suppl 3), 1333-1336.
114. Brown, S., Martinez, M. J., & Parsons, L. M. (2006). Music and language side by side in the brain: a PET study of the generation of melodies and sentences. *The European journal of neuroscience*, *23*(10), 2791–2803. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2006.04785.x>
115. Hirsch, J., Moreno, D. R., & Kim, K. H. (2001). Interconnected large-scale systems for three fundamental cognitive tasks revealed by functional MRI. *Journal of cognitive neuroscience*, *13*(3), 389–405. <https://doi.org/10.1162/08989290151137421>

116. Zorrilla, L. T., Aguirre, G. K., Zarahn, E., Cannon, T. D., & D'Esposito, M. (1996). Activation of the prefrontal cortex during judgments of recency: a functional MRI study. *Neuroreport*, 7(15-17), 2803–2806. <https://doi.org/10.1097/00001756-199611040-00079>
117. Tzourio, N., Massiou, F. E., Crivello, F., Joliot, M., Renault, B., & Mazoyer, B. (1997). Functional anatomy of human auditory attention studied with PET. *NeuroImage*, 5(1), 63–77. <https://doi.org/10.1006/nimg.1996.0252>
118. Vogel, T., Smieskova, R., Schmidt, A., Walter, A., Harrisberger, F., Eckert, A., ... & Borgwardt, S. (2016). Increased superior frontal gyrus activation during working memory processing in psychosis: Significant relation to cumulative antipsychotic medication and to negative symptoms. *Schizophrenia research*, 175(1-3), 20-26. <http://dx.doi.org/10.1016/j.schres.2016.03.033>
119. Frank, D. W., M. Dewitt, M. Hudgens-Haney, D. J. Schaeffer, B. H. Ball, N. F. Schwarz, A. A. Hussein, L. M. Smart, and D. Sabatinelli. "Emotion regulation: quantitative meta-analysis of functional activation and deactivation." *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 45 (2014): 202-211. doi: 10.1016/j.neubiorev.2014.06.010.
120. Shibata, M., Abe, J., Terao, A., & Miyamoto, T. (2007). Neural mechanisms involved in the comprehension of metaphoric and literal sentences: an fMRI study. *Brain research*, 1166, 92–102. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2007.06.040>
121. Bedny, M., & Thompson-Schill, S. L. (2006). Neuroanatomically separable effects of imageability and grammatical class during single-word comprehension. *Brain and language*, 98(2), 127–139. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2006.04.008>
122. Deppe, M., Schwindt, W., Kugel, H., Plassmann, H., & Kenning, P. (2005). Nonlinear responses within the medial prefrontal cortex reveal when specific implicit information influences economic decision making. *Journal of neuroimaging*, 15(2), 171-182.. <https://doi.org/10.1177/1051228405275074>
123. Kokal, I., Engel, A., Kirschner, S., & Keysers, C. (2011). Synchronized drumming enhances activity in the caudate and facilitates prosocial commitment-if the rhythm comes easily. *PloS one*, 6(11), e27272. . doi:10.1371/journal.pone.0027272
124. Wylie, G. R., Dobryakova, E., DeLuca, J., Chiaravalloti, N., Essad, K., & Genova, H. (2017). Cognitive fatigue in individuals with traumatic brain injury is associated with caudate activation. *Scientific reports*, 7(1), 8973. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08846-6>
125. Chaudhuri, A., & Behan, P. O. (2000). Fatigue and basal ganglia. *Journal of the neurological sciences*, 179(1-2), 34-42. [https://doi.org/10.1016/S0022-510X\(00\)00411-1](https://doi.org/10.1016/S0022-510X(00)00411-1)

بررسی طیف MRS و تغییرات مقادیر آنروپی شانون با تاثیر میدان شعوری فرادرمانی (تسک) و بدون آن (رست)

* نویسنده مسئول: فرید سمسارها
ایمیل: Semsarha@ut.ac.ir

محمدعلی طاهری^۱، سارا ترابی^۲، فرید سمسارها^{۳*}

DOI:<https://doi.org/10.61450/joci.FA.v5i20.231>

۱. بخش تحقیق و توسعه‌ی ساینسفکت، مرکز تحقیقات کازموایتل، انتاریو، کانادا

۲. دپارتمان زیست‌شناسی گیاهی، دانشکده‌ی زیست‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه

تهران، تهران، ایران

۳. مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

میدان شعوری فرادرمانی ماهیتی غیرفیزیکی دارد و اثرگذاری آن از طریق ذهن انسان آغاز می‌شود. در مطالعه‌ی قبلی با استفاده از fMRI مشخص شد مناطقی از مغز افراد آموزش‌دیده که فرادرمانگر نامیده میشوند، در حالت تسک یا تحت تاثیر این میدان شعوری، فعال و مناطقی غیرفعال میشوند. طیفسنجی تشدید مغناطیسی پروتون (¹H-MRS) به‌عنوان روشی غیرتهاجمی، امکان ارزیابی تغییرات عملکرد و متابولیسم مغز تحت تاثیر میدان شعوری فرادرمانی را فراهم می‌سازد. در این مطالعه، تغییرات طیف خروجی از روش MRS، بدون تاکید بر متابولیتی خاص و همراه محاسبه‌ی آنروپی شانون با استفاده از توزیع مقادیر طیف انجام شده است. در واقع با این تحلیل، پیش از ورود به بررسی تفکیکی هر کدام از متابولیت‌ها از تغییرات عمومی احتمالی متابولیک مغز فرادرمانگران مبتنی بر طیف به دست آمده، آگاه می‌شویم. این پژوهش به درک تغییرات متابولیک کلی موثر در فعال شدن و غیرفعال شدن مغز و همچنین مشخص کردن کنتراست موجود بین نواحی فعال شده و غیرفعال شده از نظر معیار کمی آنروپی، کمک قابل توجهی میکند. بر اساس نتایج این پژوهش در بررسی طیف ام آر اس، در حدود 30% از متوسط جمعیت شاهد کاهش کلی آمپلیتюд در منطقه‌ی فعال شدن مغز و کاهش حدود 20% در آنروپی شانون توزیع آمپلیتюд هستیم؛ این در حالی است که در منطقه‌ی غیرفعال شدن در این پارامترها تغییر قابل توجهی مشاهده نمی‌شود.

کلیدواژه‌ها: مغز، fMRI، متابولیت، اسپکتروم، آنروپی شانون، آمپلیتюд، فرادرمانی

بررسی مستقل و مستقیم طیف خروجی از دستگاه MRS و تحلیل مبتنی بر سنجش آنروپی شانون بر آن پرداختیم. پیش از این در مطالعات متعدد مربوط به میدان‌های شعوری به سنجش آنروپی شانون و تحلیلی از اثرگذاری این میدان‌ها بر موضوع مطالعه پرداخته شده است [13].

روش

MRI روی یک اسکنر بالینی (Magnetom Prisma, Siemens Medical Solutions, Erlangen, Germany) با قدرت گرادیان میدان 40 mT/m انجام شد. سیم پیچ متصل به بدن امکان انتقال تحریک را فراهم می‌کند. طوری که سیم پیچ آرایه‌ی فازی 1H (125 مگاهرتز) متصل به سر افراد برای تشخیص سیگنال استفاده شود (زیومدیکال سریع زیمنس، آلمان).

پس از به دست آوردن تصاویر پیشاهنگی از نمونه‌ها پروتکل تصویربرداری با وزن T2 در سطوح محوری و کرونال برای ثبت داده‌ی مربوط به نواحی مورد نظر انجام شد. پروتکل‌های مربوط به MRI برای آزمایش‌های MRS نیز دنبال شدند. نحوه‌ی کسب داده‌های MRI به طور مشابه قبل از شروع تیمار تا 15 دقیقه (رست) و بلافاصله پس از شروع آن تا 15 دقیقه (تسک) انجام شد.

پروتکل تصویربرداری با وزن T2 بر اساس تصویربرداری اسپین-اکوی استاندارد TR/TE: 5000/77 میلی‌ثانیه، 4 × 4 : FOV¹، NEX: 2، سانتی‌متر مربع، اندازه‌ی ماتریس: 256×256، ضخامت برش: یک میلی‌متر بود. پیش از انجام MRS، یک وکسل 1×1×1 cm³ در نواحی سه‌گانه‌ی مورد نظر در مورد هر نمونه تعریف شد. به دنبال تنظیم دستی و تنظیم حذف آب، طیف‌های MR پروتون کوتاه مدت پژواک کاملاً آرام، 156 داده با استفاده از تکنیک PRESS، TR/TE=6000/135 ms به دست آمد.

پیش از شروع تست MRS، مهار آب با استفاده از شیمینگ مرتبه‌ی دوم و پالس توالی انتخابی شیفت شیمیایی (CHESS) انجام شد. در پایان آزمایش MRS، سیگنال آب مرجع با خاموش کردن سرکوب آب به دست آمد تا کالیبراسیون غلظت متابولیت انجام شود. پروتکل‌های MRI و MRS توصیف شده به‌طور مشابه پیش از شروع فرایند تیمار و پس از آن انجام شد. تصویربرداری رست و تسک به‌طور متوالی بدون حرکت دادن نمونه‌ها و با چشمان کاملاً بسته‌ی آن‌ها در هر دو مرحله انجام شد.

طراحی مطالعه

بر اساس داده‌ی حاصل شده از fMRI در مطالعات پیشین، به منظور بررسی تغییرات متابولیک در نواحی فعال شده و غیرفعال شده‌ی مغز فرادمانگران، سه ناحیه حاوی منطقه‌ی فعال شده (Precentral Gyrus-right)، منطقه‌ی غیرفعال شده (Superior Temporal Gyrus-right) و منطقه‌ای با ابعاد مشابه، مابین مناطق فعال و غیرفعال - شده که بر اساس داده‌ی به دست آمده [14] و در نتیجه‌ی ارتباط با میدان شعوری فرادمانی نه فعال و نه غیرفعال می‌شود، انتخاب شده است (شکل 1). علت انتخاب ناحیه‌ی سوم آن بوده که به

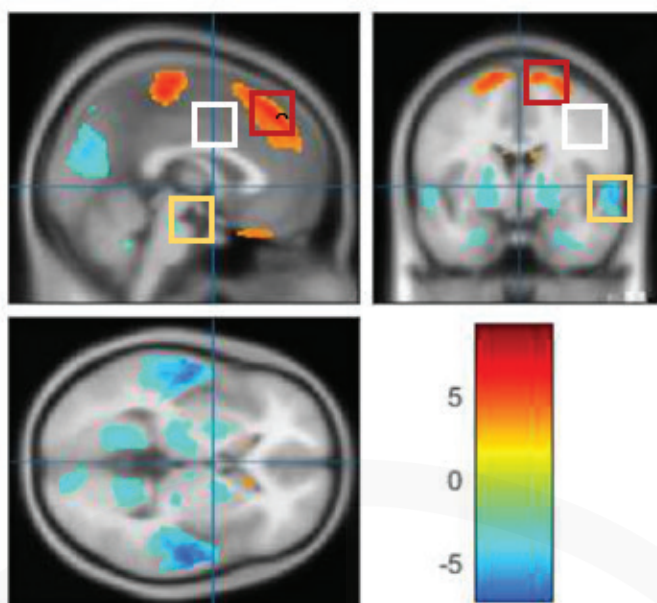
تصویربرداری رزونانس مغناطیسی (MR) که در دهه‌ی ۱۹۸۰ معرفی شد، چشم‌انداز تشخیص اختلالات سیستم عصبی مرکزی (CNS) را متحول کرده است [1]. در چند دهه‌ی گذشته، تکنیک‌های MR به‌طور مداوم توسعه یافته‌اند و روش‌های پیشرفته‌ای همچون تصویربرداری رزونانس مغناطیسی عملکردی (fMRI) و طیف‌سنجی رزونانس مغناطیسی پروتون (¹H-MRS) را پدید آورده‌اند که سبب شده درک ما از عملکرد، متابولیسم و آسیب‌شناسی مغز به‌میزان قابل توجهی افزایش پیدا کند [2]. برخلاف MRI که تصاویر بصری از ساختارها ارائه می‌دهد، MRS طیفی خطی تولید می‌کند؛ نموداری که محور افقی آن جابه‌جایی شیمیایی (بر حسب قسمت در میلیون، ppm) و محور عمودی آن شدت سیگنال (آمپلیتود) را نشان می‌دهد. هر پیک (قله) در این طیف مربوط به متابولیت خاصی است که به پژوهش-گران امکان شناسایی و کمی‌سازی متابولیت‌های مغزی نظیر ان-استیل‌آسپاراتات (NAA)، کولین (Cho)، کراتین (Cr) و غیره را می‌دهد [3].

مفهوم آنروپی شانون تا امروز برای تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ به دست آمده از نمونه‌های بیولوژیکی استفاده شده است. آنروپی شانون معمولاً در زیست‌شناسی برای اندازه‌گیری تنوع استفاده می‌شود و نحوه‌ی توزیع و اندرکنش سلول‌ها، ژن‌ها یا مولکول‌ها را تعیین می‌کند [4]. ابتدا، آنروپی شانون برای نشان دادن تصادفی بودن توالی DNA متشکل از چهار نوکلئوتید شامل آدنین (A)، سیتوزین (C)، گوانین (G) و تیمین (T) استفاده شد [5، 6]. در زیست‌شناسی سیستم‌ها، مقدار اطلاعات با آنروپی شانون [7] توصیف می‌شود و برای بررسی دوام انتقال سیگنال از طریق لایه‌های مختلف omics مانند رونویسی، پروتئومیکس و متابولومیک [8] نیز استفاده شده است. به عنوان مثال، از آنروپی شانون محاسبه شده از داده‌های طیف‌سنجی، جرمی از بادام‌زمینی برای شناسایی محصولات نهایی گلیکاسیون پیشرفته استفاده شد [9]. استفاده از آنروپی شانون برای مجموعه‌داده‌های RNA-seq نیز برای تجزیه و تحلیل سریع و عمیق تغییرات در بیان ژن مفید است [10]. همچنین، آنتی‌بادی‌ها در خون انسان به وسیله‌ی نوعی ریزآرایه‌ی پپتیدی شناسایی شدند و آنروپی شانون محاسبه شده از پروفایل به عنوان شاخصی از وضعیت سلامت افراد و جمعیت‌ها پیشنهاد شده است [11].

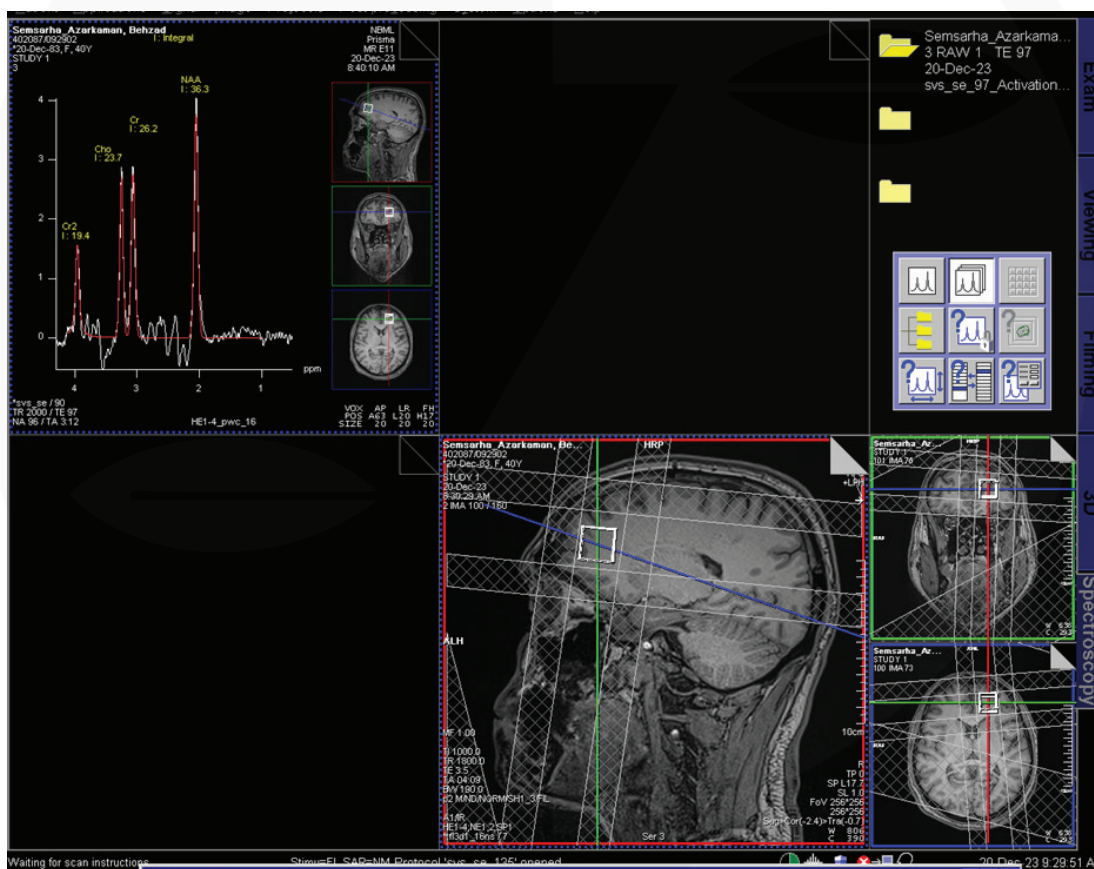
بر اساس نظریه‌ی طاهری، میدان‌های مختلفی با عنوان میدان‌های شعوری (TCFs) وجود دارند که زیرمجموعه‌ای از شبکه‌ی شعور کیهانی (CCN) به شمار می‌روند. میدان شعوری فرادمانی یکی از این میدان‌های غیر فیزیکی است. در این رویکرد، انسان می‌تواند از این میدان‌ها بهره‌مند شود. در واقع، اطلاعات منتقل شده از سوی میدان‌های شعوری (ط) می‌تواند باعث ایجاد تغییراتی در سوژه‌ی مورد مطالعه شوند [12].

همان‌طور که در منابع ذکر شده است، تمامی داده‌های مرتبط با متابولیت‌ها، مستخرج از طیف یا اسپکتروم خروجی روش MRS است. در این پژوهش، پیش از مطالعات متعارف بر طیف و استخراج داده‌ی مربوط به غلظت هر کدام از متابولیت‌ها و انواع آن‌ها به

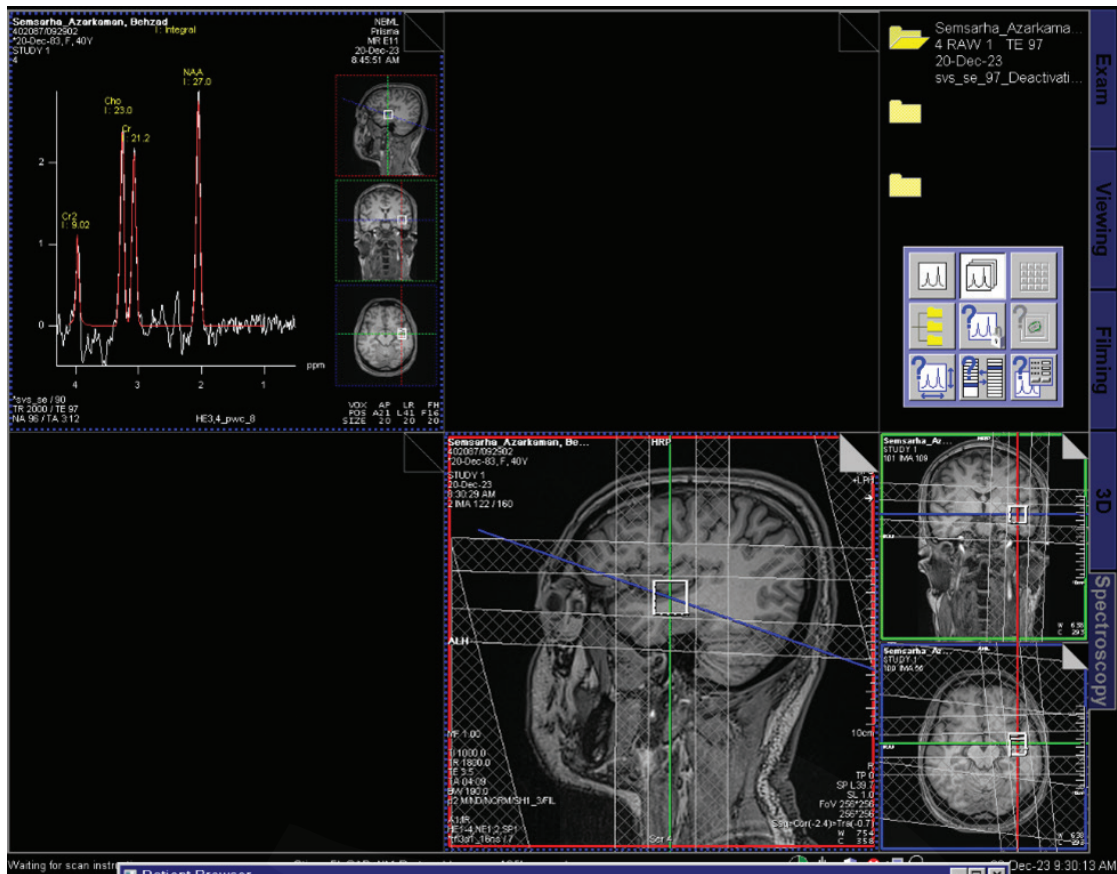
عنوان کنترل منفی، تغییرات احتمالی متابولیک آن در مقایسه با دو منطقه‌ی دیگر بررسی شود. تصاویر مربوط به نواحی منتخب و طیف به دست آمده‌ی MRS در حالت رست در شکل‌های 2 تا 4 آمده است.



شکل ۱- نواحی سه‌گانه‌ی منتخب بر اساس داده‌ی fMRI. کادر قرمز: ناحیه‌ی فعال شده. کادر زرد: ناحیه‌ی غیرفعال شده. کادر سفید: ناحیه‌ی هیچ‌کدام [۱۴]



شکل ۲- تصویر MR با وزن T2 یکی از نمونه‌های مورد مطالعه؛ قراردادن وکسل MRS بر ناحیه‌ی منتخب فعال تحت تیمار میدان شعوری فرادرمانی، همراه طیف پروتون به دست آمده در حالت رست



شکل ۳- تصویر MR با وزن T2 یکی از نمونه‌ی مورد مطالعه؛ قرار دادن وکسل MRS بر ناحیه‌ی منتخب غیرفعال شده تحت تیمار میدانی شعوری فرادرمانی، همراه طیف پروتون به دست آمده در حالت رست



شکل ۴- تصویر MR با وزن T2 یکی از نمونه‌ی مورد مطالعه؛ قرار دادن وکسل MRS بر ناحیه‌ی منتخب هیچ‌کدام حین تیمار میدانی شعوری فرادرمانی، همراه طیف پروتون به دست آمده در حالت رست

تجزیه و تحلیل طیف MR

۱. رست: مرحله‌ی 15 دقیقه‌ای ابتدا که در آن از فرادمانگران خواسته می‌شود زمانی که در دستگاه MRI قرار گرفته‌اند، چشمان خود را ببندند و بدون نظر به هیچ کدام از میدان‌های شعوری، صرفاً در حالت ریلکس و بدون تنش باشند. هدف از این بخش، داشتن داده‌ی کنترل به معنای داده‌ی پایه و پیش از ارتباط با میدان در مورد هر فرد است که در ساخت داده‌ی جمعیتی کنترل یا همان پیش‌ارتباط نقش حیاتی دارد.

۲. تسک: در این پژوهش، به مرحله‌ی 15 دقیقه‌ای دوم که افراد در ارتباط با میدان شعوری فرادمانی قرار می‌گیرند و بلافاصله و بدون قطع زمان در ادامه‌ی رست است، تسک گفته می‌شود؛ افراد در این مرحله با شنیدن صدای بوقی که بر اساس پیش‌آگاهی داده‌شده به آن‌ها به مفهوم شروع ارتباط با میدان است، اتصال خود را آغاز می‌کنند.

تحلیل‌های آماری (مشترک بین این پژوهش و سه پژوهش بعدی این شماره)

داده‌های به دست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار گرافپد (نسخه‌ی 9) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) برای ارزیابی مقادیر متابولیت‌ها در مقایسه‌ی بین نمونه‌های کنترل و آزمون استفاده شد. برای مجموعه داده‌های MRS هر گروه، آزمون Wilcoxon در سطح معناداری 5% برای مقایسه‌ی تغییرات غلظت هر متابولیت قبل و بعد از تیمار با میدان شعوری فرادمانی استفاده شد. مقدار $p < 0.05$ از نظر آماری معنادار در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

در این پژوهش، بدون ورود به آنالیز جداگانه‌ی متابولیت‌ها و دقیق شدن بر جزئیات مربوط به آن‌ها، طیف کلی MRS حاصل شده را مقایسه و بررسی کردیم. در شکل 5، تغییرات طیف حاصل از ارتباط با میدان شعوری فرادمانی (تسک) در مقایسه با رست (حالت کنترل و بدون ارتباط) در مناطق فعال و غیرفعال شده‌ی مغز فرادمانگران آمده است.

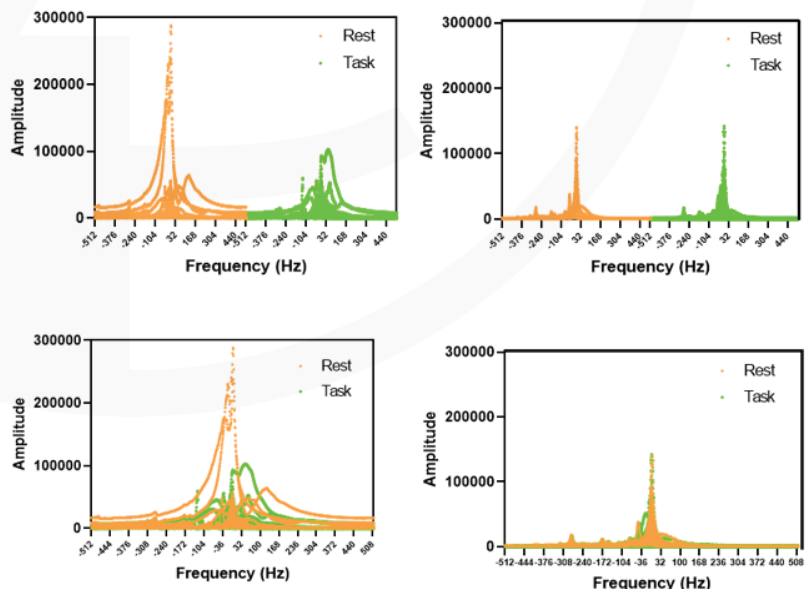
وکسل مورد نظر (VOI) برای آزمایش‌های MRS روی تصاویر با وزن T2 کشیده شد. ما کوشیدیم بین نمونه‌های مختلف، دقیقاً نواحی سه‌گانه‌ی VOI یکسانی ایجاد کنیم که نواحی مورد نظر در هر فرد را به‌طور مشابه پوشش دهد. هر طیف مربوط به نواحی مورد نظر با استفاده از رابط کاربری گرافیکی‌ای مبتنی بر جاوا تجزیه و تحلیل شد. این رابط که برای تحلیل بسته‌ی کمی MRUI استفاده می‌شود، حاوی مجموعه‌ای پایه‌ای از دانش قبلی با 57 پیک مرتبط با حداقل 34 متابولیت مختلف است؛ غلظت متابولیت‌ها با توجه به سیگنال آب به عنوان مرجع تعیین شد. بنابراین، تمام دامنه‌ها در هر طیف MR به صورت نیمه کمی بیان شد. همچنین، لازم به ذکر است که از روش پیشرفته‌ی الگوریتم برآزش طیفی دقیق، قوی و کارآمد (AMARES) برای کمی‌سازی استفاده شده است [15].

استفاده از میدان شعوری فرادمانی

در مطالعه‌ی پیش رو، تجزیه و تحلیل MRS جمعیتی از فرادمانگران انجام و تغییرات متابولیت‌ها در مناطق مختلف منتخب مغزی آن‌ها هنگام انجام وظیفه (تسک) و استراحت مقایسه شده است. تسک به فعالیتی گفته می‌شود که طی آن فرادمانگر شخصاً به شبکه‌ی شعور کیهانی متصل می‌شود. این مطالعه را کمیته‌ی اخلاق دانشگاه علوم پزشکی ایران تایید کرده است (شناسه‌ی تایید IR.IUMS.REC.1402.940).

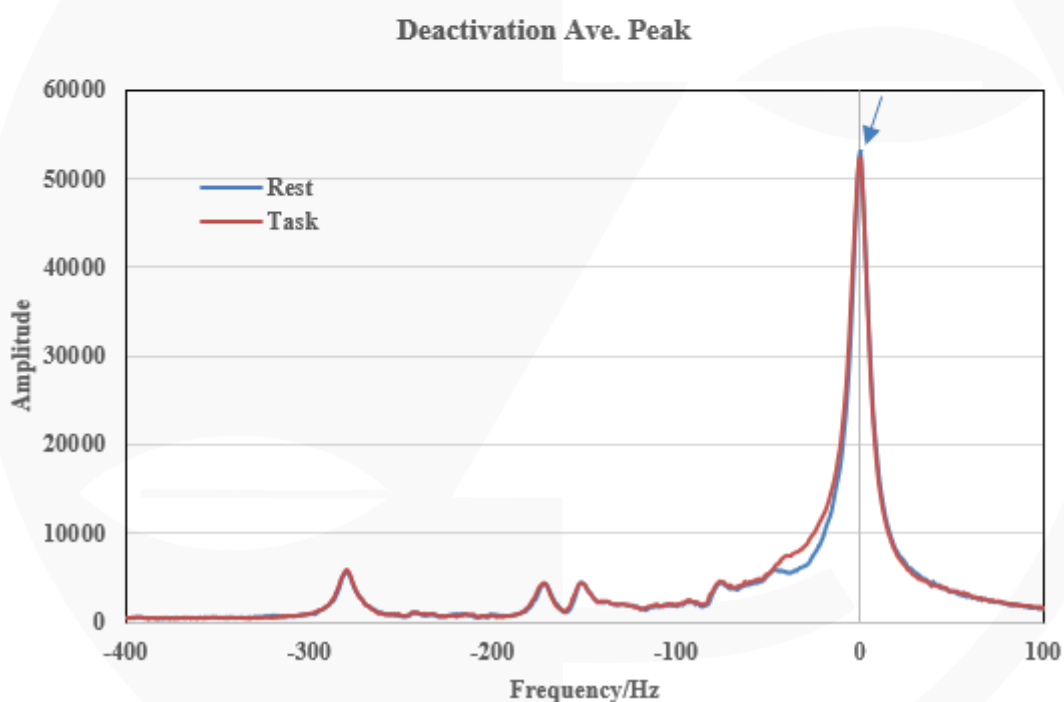
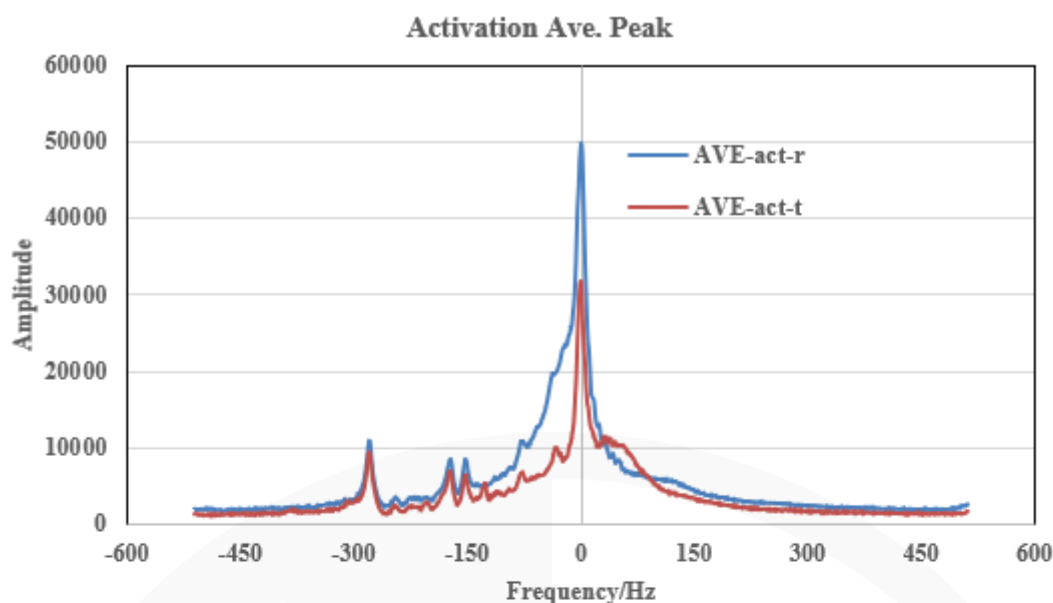
30 فرد بالغ (میانگین سنی: 42 ± 7) همگی سالم و بدون مصرف داروهای حوزه‌ی اعصاب و روان در شش ماه پیش از روز آزمون در گروه مطالعه قرار گرفتند. 40% افراد در مطالعه مرد ($n=12$) و 60% زن ($n=18$) بوده‌اند. طراحی پژوهش‌های انجام شده با تکنیک MRS، شامل یک مرحله رست 15 دقیقه‌ای (بدون ارتباط با میدان قبل از تسک) و یک تسک یا حالت ارتباط با میدان شعوری فرادمانی 15 دقیقه‌ای (کسب شده بلافاصله بعد از پایان مرحله‌ی رست) است. توضیحات بیش‌تر در مورد مقاطع این پژوهش به ترتیب زمانی در ادامه آمده است.

شکل 5- مقایسه‌ی طیف به دست آمده در 15 دقیقه‌ی اول (رست) و 15 دقیقه‌ی دوم (تسک) در حالت جداگانه (بالا) و منطبق شده بر هم (پایین). حالت تسک، در شرایط ارتباط با میدان شعوری فرادمانی و حالت رست، بدون آن است. راست: مناطق غیرفعال شده‌ی مغز. چپ: مناطق فعال شده‌ی مغز.



انطباق بالایی دارند. به منظور مقایسه ی بهتر، پیک نمونه ها در حالتی که متوسط گیری شده اند نیز با یک دیگر مقایسه شده اند و این مقایسه در شکل 6 و 7 و جدول 1 آمده است.

همان طور که در شکل 5 مشاهده می شود در مناطق فعال شده ی مغز در حالت تسک، کاهش سطح زیر پیک و همچنین، کاهش توان پیک شاخص در قله ها اتفاق می افتد. از سوی دیگر، طیف های تسک و رست در مناطق غیرفعال شده در عین تفاوت های موجود،



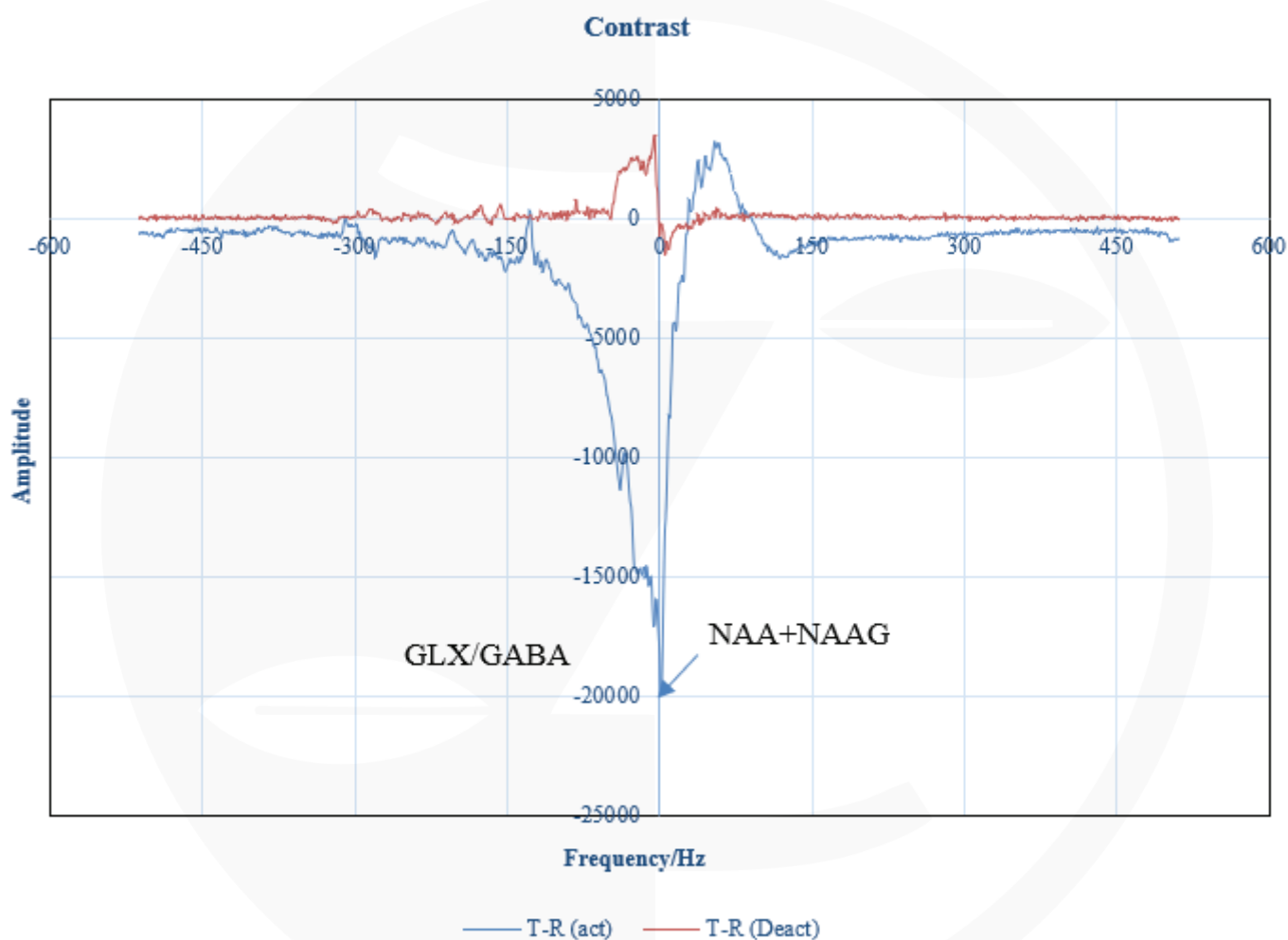
شکل ۶- مقایسه ی طیف متوسط گیری شده در حالت تسک و رست در منطقه ی فعال شده ی مغز (بالا) و منطقه ی غیرفعال شده ی مغز (پایین). حالت تسک در شرایط ارتباط با میدان شعوری فرادرمانی و حالت رست بدون آن است. پیکان های قرمز رنگ افزایش امپلیتюд در نتیجه ی تسک و پیکان های آبی رنگ، افزایش امپلیتюд در نتیجه ی رست است.

جدول ۱. مقایسه‌ی طیف‌های متوسط‌گیری شده در مناطق فعال و غیرفعال‌شده‌ی مغز فرادرمانگران در مقایسه‌ی حالت بدون ارتباط و ارتباط با میدان شعوری فرادرمائی

	Activation		Deactivation	
	Rest	Task	Rest	Task
Total Peak Area	5414030	3781657	2334550	2343484
Std. Error	348326	173718	92973	96046
Peak Y	49887	31836	52588	49905
Area	5414030	3781657	2334550	2343484
Std. Error	348326	173718	92973	96046

رست را نشان می‌دهد. این در حالی است که تسک و رست در ناحیه‌ی غیرفعال‌شده‌ی مغز فرادرمانگران تفاوت قابل توجهی نشان نمی‌دهد (اختلاف کم‌تر از 0.5%).

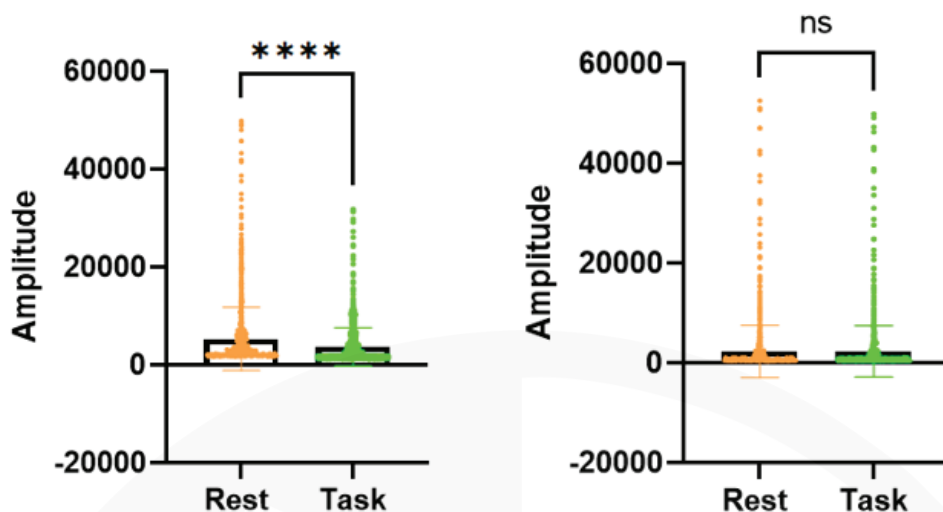
همان‌طور که در شکل 6، 7 و جدول 1 مشخص است، طیف ناحیه‌ی فعال‌شده‌ی مغز فرادرمانگران تفاوت قابل توجه بین تسک و رست را با کاهش ناشی از تسک نشان می‌دهد؛ این تفاوت از نظر سطح زیر پیک، کاهش در حدود 30% تسک در مقایسه با



شکل ۷- مقایسه‌ی کنتراست رست-تسک در منطقه‌ی فعال (آبی) و غیرفعال (قرمز) مغز فرادرمانگران. مناطق مشخص تفاوت با متابولیت‌های احتمالی موثر بر ایجاد تفاوت با علامت‌گذاری، نمایان شده است.

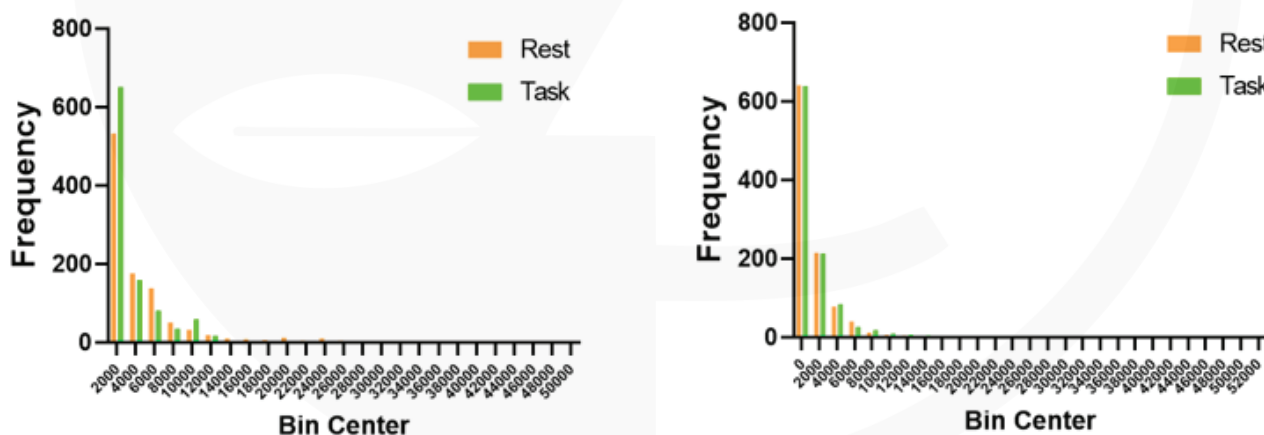
تاثیر میدان شعوری فرادمانی قرار می‌گیرند. در رویکرد طاهری، نقش مغز در مقابل ذهن به آنتن تشبیه شده است که به عنوان گیرنده، اطلاعات پردازش شده‌ی ذهن را دریافت می‌کند. پس از دریافت این اطلاعات، ترجمه به زبان فیزیکی انجام و با تغییرات متابولیتی و فعالیت مغزی همراه می‌شود.

تغییر در طیف‌های به دست آمده در نتیجه‌ی تکنیک MRS به صورت مستقل از فرکانس و مبتنی بر آمپلیتود در شکل 8 آنالیز شده است. تفاوت در مقایسه‌ی آمپلیتودها به صورت مستقل از فرکانس، تفاوت جمعیتی قابل توجه را در مورد منطقه‌ی فعال شده‌ی مغز، بر خلاف ناحیه‌ی غیرفعال شده، نشان می‌دهد. این مشاهده پیشنهاد می‌کند بخش‌های مختلف مغز به طور متفاوتی تحت



شکل ۸- مقایسه‌ی پیک‌های نمونه‌های آزمون و کنترل در مقایسه‌ی جمعیت آمپلیتودها مستقل از فرکانس طی آنالیز آماری تی تست جفتی. چپ: منطقه‌ی فعال شده‌ی مغز. راست: منطقه‌ی غیرفعال شده. ****: $p\text{-value} < 0.0001$.

به منظور بررسی بهتر آمپلیتودها در محدوده‌ی تولیدشده در این پژوهش، همان‌طور که در شکل 9 مشاهده می‌شود، مقادیر آمپلیتود در بازه‌های یکسان (بین‌های با فاصله‌ی 2000 واحدی) مورد آنالیز فرکانس قرار گرفتند.



شکل ۹- هیستوگرام فرکانس مقادیر آمپلیتود در حالت تسک (با فرادمانی) و رست (بدون فرادمانی) در فواصل ۲۰۰۰. چپ: منطقه‌ی فعال شده‌ی مغز. راست: منطقه‌ی غیرفعال شده‌ی مغز.

آنتروپی شانون بر اساس داده‌های آنالیز فرکانس نشان داده شده در شکل 9 در جدول 2 آمده است.

در مورد منطقه‌ی فعال شده‌ی مغز، تفاوت بین فرکانس مقادیر آمپلیتюд ثبت شده نشان می‌دهد ارتباط با میدان شعوری با افزایش فرکانس در بازه‌ی اول و حذف مقادیر آمپلیتюд در بازه‌های انتهایی (بین‌های 14000 تا 24000) همراه است. تفاوت آنالیز فرکانس در منطقه‌ی غیرفعال شده، قابل توجه نیست. محاسبه‌ی

جدول 2. آنالیز فرکانس مقادیر آمپلیتюд در بازه‌های مختلف همراه محاسبه‌ی آنتروپی شانون در آن

Activation					Deactivation				
Bin Center	Rest	Task	Pi.LnPi (Rest)	Pi.LnPi (Task)	Bin Center	Rest	Task	Pi.LnPi (Rest)	Pi.LnPi (Task)
2000	533	651	0.339866	0.287967	0	641	639	0.293558	0.294269
4000	176	159	0.30267	0.289207	2000	215	213	0.327599	0.32661
6000	138	81	0.2701	0.200682	4000	78	84	0.196007	0.205132
8000	51	35	0.149396	0.115395	6000	40	26	0.126578	0.093269
10000	32	59	0.108304	0.164436	8000	12	18	0.052069	0.071035
12000	19	17	0.073978	0.068037	10000	6	9	0.030092	0.04161
14000	10	3	0.045204	0.017088	12000	5	6	0.025966	0.030116
16000	8	4	0.037906	0.021661	14000	3	5	0.017075	0.025986
18000	6	3	0.030116	0.017088	16000	4	3	0.021644	0.017088
20000	12	1	0.052108	0.006769	18000	1	2	0.006763	0.012184
22000	5	2	0.025986	0.012184	20000	2	2	0.012174	0.012184
24000	10	2	0.045204	0.012184	22000	2	2	0.012174	0.012184
26000	5	1	0.025986	0.006769	24000	2	2	0.012174	0.012184
28000	3	1	0.017088	0.006769	26000	1	0	0.006763	-
30000	2	2	0.012184	0.012184	28000	2	2	0.012174	0.012184
32000	1	3	0.006769	0.017088	30000	0	0	-	-
34000	2	0	0.012184	-	32000	2	1	0.012174	0.006769
36000	0	0	-	-	34000	0	1	-	0.006769
38000	2	0	0.012184	-	36000	1	1	0.006763	0.006769
40000	0	0	-	-	38000	1	2	0.006763	0.012184
42000	2	0	0.012184	-	40000	0	0	-	-
44000	1	0	0.006769	-	42000	2	1	0.012174	0.006769
46000	2	0	0.012184	-	44000	0	1	-	0.006769
48000	2	0	0.012184	-	46000	0	1	-	0.006769
50000	2	0	0.012184	-	48000	2	1	0.012174	0.006769
Sum	1024	1024	1.622741	1.255511	50000	1	2	0.006763	0.012184
					52000	2	0	0.012174	-
					Sum	1025	1024	1.221799	1.237788

بیریم. یکی از نخستین مدل‌های نظریه‌ی اطلاعات، مدل ارتباطی است که شانون و ویور (1949) ارائه کردند. بر اساس این مدل، هر سیستم پیش از دریافت اطلاعات در وضعیتی فیزیکی با بیشترین میزان عدم قطعیت و آنتروپی قرار دارد. با ورود اطلاعات، میزان آنتروپی کاهش می‌یابد [16، 17]. بنابراین، این مطالعه پیش از ورود به بررسی جزئیات تغییرات متابولیتی، شواهدی از اثرگذاری میدان شعوری فرادرمانی در سطح مغز را فراهم می‌کند.

در جمع‌بندی می‌توان گفت، آنالیز طیف متابولیت‌ها به صورت کلی، حاکی از کاهش معنادار و قابل توجه آمپلیتюд و آنتروپی مقادیر

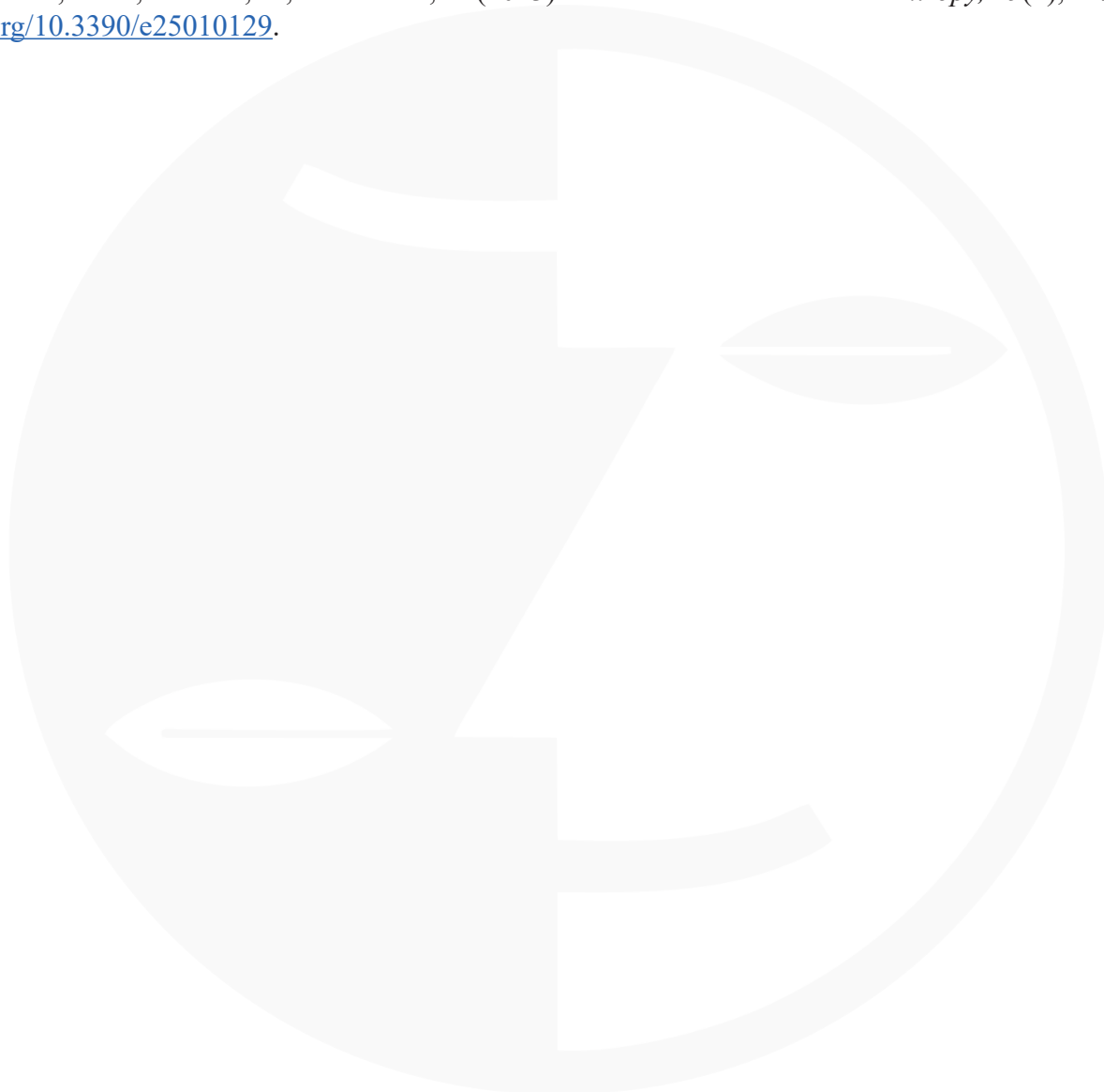
محاسبه‌ی مقادیر آنتروپی در مقادیر متوسط‌گیری شده‌ی تسک و رست در منطقه‌ی فعال شده‌ی مغز، بیان‌گر کاهش حدود 20% آنتروپی در حالت تسک در بازه‌ی مقادیر آمپلیتюд این مطالعه است. تفاوت آنتروپی در مورد منطقه‌ی غیرفعال شده، به صورت افزایش در حدود 1/3% در مورد تسک در مقایسه با رست است. همان‌طور که در بخش مقدمه اشاره شد، در رابطه با چه‌گونگی اثرگذاری این میدان غیرفیزیکی، این فرضیه وجود دارد که اطلاعاتی تحت تاثیر میدان شعوری فرادرمانی منتقل می‌شود. اطلاعات دریافتی در سطح مغز منجر به تغییرات قابل مشاهده می‌شود. محاسبه‌ی آنتروپی این امکان را فراهم می‌کند که به تغییرات محتوای اطلاعات پی

آن در نتیجه‌ی تسک در ناحیه‌ی فعال شده‌ی مغز فرادمانگران است. این معیار در مورد ناحیه‌ی غیرفعال شده تفاوت قابل توجهی بین آزمون و کنترل نشان نمی‌دهد. آنالیز جزئی متابولیت‌ها به صورت جداگانه در مطالعات بعدی ارائه می‌شود.

منابع

- Oz, G., Alger, J. R., Barker, P. B., Bartha, R., Bizzi, A., Boesch, C., Bolan, P. J., Brindle, K. M., Cudalbu, C., Dinçer, A., Dydak, U., Emir, U. E., Frahm, J., González, R. G., Gruber, S., Gruetter, R., Gupta, R. K., Heerschap, A., Henning, A., Hetherington, H. P., ... MRS Consensus Group (2014). Clinical proton MR spectroscopy in central nervous system disorders. *Radiology*, 270(3), 658–679. <https://doi.org/10.1148/radiol.13130531>
- Padelli, F., Mazzi, F., Erbetta, A., Chiapparini, L., Doniselli, F. M., Palermo, S., ... & Cuccarini, V. (2022). In vivo brain MR spectroscopy in gliomas: clinical and pre-clinical chances. *Clinical and Translational imaging*, 10(5), 495-515. <https://doi.org/10.1007/s40336-022-00502-y>
- Liserre, R., Pinelli, L., & Gasparotti, R. (2021). MR spectroscopy in pediatric neuroradiology. *Translational pediatrics*, 10(4), 1169–1200. <https://doi.org/10.21037/tp-20-445>
- Roach, T. N. F. (2020). Use and Abuse of Entropy in Biology: A Case for Caliber. *Entropy (Basel, Switzerland)*, 22(12), 1335. <https://doi.org/10.3390/e22121335>
- Schmitt, A. O., & Herzel, H. (1997). Estimating the entropy of DNA sequences. *Journal of theoretical biology*, 188(3), 369–377. <https://doi.org/10.1006/jtbi.1997.0493>
- Li, J., Zhang, L., Li, H., Ping, Y., Xu, Q., Wang, R., Tan, R., Wang, Z., Liu, B., & Wang, Y. (2019). Integrated entropy-based approach for analyzing exons and introns in DNA sequences. *BMC bioinformatics*, 20(Suppl 8), 283. <https://doi.org/10.1186/s12859-019-2772-y>
- Uda, S. (2020). Application of information theory in systems biology. *Biophysical reviews*, 12(2), 377–384. <https://doi.org/10.1007/s12551-020-00665-w>
- Uda, S., Saito, T. H., Kudo, T., Kokaji, T., Tsuchiya, T., Kubota, H., Komori, Y., Ozaki, Y., & Kuroda, S. (2013). Robustness and compensation of information transmission of signaling pathways. *Science (New York, N.Y.)*, 341(6145), 558–561. <https://doi.org/10.1126/science.1234511>
- Johnson, K. L., Williams, J. G., Maleki, S. J., Hurlburt, B. K., London, R. E., & Mueller, G. A. (2016). Enhanced Approaches for Identifying Amadori Products: Application to Peanut Allergens. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(6), 1406–1413. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05492>
- Zambelli, F., Mastropasqua, F., Picardi, E., D'Erchia, A. M., Pesole, G., & Pavesi, G. (2018). RNentropy: an entropy-based tool for the detection of significant variation of gene expression across multiple RNA-Seq experiments. *Nucleic acids research*, 46(8), e46. <https://doi.org/10.1093/nar/gky055>
- Wang, L., Whittemore, K., Johnston, S. A., & Stafford, P. (2017). Entropy is a Simple Measure of the Antibody Profile and is an Indicator of Health Status: A Proof of Concept. *Scientific reports*, 7(1), 18060. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18469-6>
- Taheri, MA: “Human from another outlook” Interuniversal Press; 2nd Edition (September 26, 2013). ISBN-13: 978-1939507006, ISBN-10: 1939507006 2013.

13. Taheri, M. A., Payervand, F., Ahmadvkhanlou, F., Torabi, S., & Semsarha, F. (2022a). Investigation of the Influence of Taheri Consciousness Fields on the pH of Pure Water in the Vicinity of Air. *The Scientific Journal of Cosmointel*, 1(9), 6–33. <https://doi.org/10.61450/joci.v1i9.142>
14. Taheri, M. A., Torabi, S., Nabavi, N., Modarresi-Asem, F., Abbasi Sisara, M., Maftoun, P., & Semsarha, F. (2022b). Task-fMRI Group and Functional Connectivity Analysis of the Brain During Faradarmani Consciousness Field Connection. *The Scientific Journal of Cosmointel*, 1(2), 46–55. <https://doi.org/10.61450/joci.v1i2.29>
15. Vanhamme, L., van den Boogaart A, & Van Huffel S (1997). Improved method for accurate and efficient quantification of MRS data with use of prior knowledge. *Journal of magnetic resonance (San Diego, Calif. : 1997)*, 129(1), 35–43. <https://doi.org/10.1006/jmre.1997.1244>
16. Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). A mathematical model of communication. *Urbana, IL: University of Illinois Press*, 1-117.
17. Hoffman, D. D., Prakash, C., & Prentner, R. (2023). Fusions of consciousness. *Entropy*, 25(1), 129. <https://doi.org/10.3390/e25010129>.



بررسی تغییرات متابولیت‌های کلیدی مغز در فرادرمانگرها تحت تاثیر میدان شعوری فرادرمانی با استفاده از طیف‌سنجی تشدید مغناطیسی پروتون ($^1\text{H-MRS}$)

محمدعلی طاهری^۱، سارا ترابی^۲، فرید سمسارها^{۳*}

* نویسنده مسئول: فرید سمسارها
ایمیل: Semsarha@ut.ac.ir

DOI: <https://doi.org/10.61450/joci.FA.v5i20.232>

۱. بخش تحقیق و توسعه‌ی ساینس‌فکت، مرکز تحقیقات کازمواینتل، انتاریو، کانادا

۲. دپارتمان زیست‌شناسی گیاهی، دانشکده‌ی زیست‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه

تهران، تهران، ایران

۳. مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

میدان شعوری فرادرمانی ماهیتی غیرمادی دارد. اگرچه این میدان به‌طور کمی قابل اندازه‌گیری نیست اما می‌توان آثار آن را از طریق آزمایش‌های طراحی شده به‌خوبی مشاهده و بررسی کرد. در این مطالعه، تغییرات متابولیت‌های کلیدی مغز در جمعیتی از افراد آموزش‌دیده که به عنوان فرادرمانگر شناخته می‌شوند، مورد بررسی قرار گرفت. در مطالعه‌ی پیشین با استفاده از fMRI نشان داده شد نواحی خاصی از مغز تحت تاثیر این میدان فعال یا غیرفعال می‌شوند، در حالی که برخی نواحی بدون تغییر باقی می‌مانند. این نواحی خاص، تمرکز اصلی تحقیق حاضر بودند. برای این منظور، تغییرات غلظت متابولیت‌های کلیدی شامل NAA+NAAG، توتال کولین، توتال کراتین، مجموع اسیدهای آمینه‌ی گلوتامات (Glu) و گلوتامین (Gln) و مایواینوزیتول در سه ناحیه‌ی مغزی فعال، غیرفعال و بدون تغییر در دو وضعیت استراحت یا رست (بدون تاثیر میدان) و وظیفه یا تسک (تحت تاثیر میدان) مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد اغلب متابولیت‌های کلیدی در شکل تجمعی خود، در نواحی مغزی فعال و غیرفعال، تحت تاثیر میدان شعوری فرادرمانی، روند کاهش نشان دادند. علاوه بر این، هم‌بستگی تغییرات بین شرایط استراحت و وظیفه در ابتدا با استفاده از تحلیل هم‌بستگی پیرسون ارزیابی شد. در ادامه، جمعیت کلی مطالعه بر اساس روند تغییرات NAA به دو زیرجمعیت تقسیم شد: گروهی که در آنها NAA افزایش یافته و گروهی که کاهش یافته بود. سپس تحلیل هم‌بستگی پیرسون برای متابولیت‌های مذکور در هر یک از این زیرجمعیت‌ها به‌صورت جداگانه انجام گرفت. نتایج نشان داد در ناحیه‌ی فعال‌سازی، روند تغییرات توتال کولین و توتال کراتین به‌صورت غیرهم‌سو بوده است که نشان می‌دهد این دو متابولیت مسیرهای متفاوتی طی می‌کنند؛ الگویی که ممکن است نقش کلیدی در فعال‌سازی نواحی خاص مغز در فرادرمانگرها داشته باشد. کاهش توتال کراتین، شرایط انرژی‌ی متفاوتی را تحت تاثیر میدان شعوری پیشنهاد می‌کند. بررسی مستقیم حامل‌های انرژی با استفاده از MRS فسفر در دستور کار نویسندگان قرار دارد.

کلیدواژه‌ها: فرادرمانی، طیف MRS، توتال کولین، توتال کراتین، مایواینوزیتول، NAA، NAAG

شده و با گیرنده‌های پس‌سیناپسی اتصال می‌یابد تا فعال‌سازی نورونی را آغاز کند [12].

مطالعه‌ی حاضر با هدف بررسی فرضیه‌ی نوینی طراحی شده است که بر پایه‌ی چهارچوب نظری ارائه‌شده‌ی طاهری بنا شده است. بر اساس این دیدگاه، میدان‌های گوناگون شعوری (TCFs) که ماهیتی غیرفیزیکی دارند، زیرمجموعه‌هایی از شبکه‌ی شعور کیهانی هستند. اگرچه این میدان‌ها با ابزارهای کمی رایج قابل اندازه‌گیری نیستند اما می‌توان اثرات آن‌ها را از طریق تست‌های آزمایشگاهی بررسی کرد. تاثیر این میدان‌ها با توجه‌ی کوتاه و آنی از طریق ذهن انسان که صرفاً چند ثانیه طول می‌کشد، فعال می‌شود. در این مدل، مغز به عنوان منبع شعور در نظر گرفته نمی‌شود، بلکه نوعی «آشکارساز» تلقی می‌شود که اطلاعات را از ذهن دریافت و پردازش می‌کند [13]. این پردازش می‌تواند منجر به تغییرات قابل مشاهده در فعالیت مغز شود. مطالعات پیشین با استفاده از تکنیک‌های EEG و fMRI تغییراتی در عملکرد مغز پس از قرارگیری در معرض میدان شعوری فرادرمانی (یکی از انواع میدان‌های شعوری) گزارش کرده‌اند [14، 15].

اکنون این فرض مطرح است که زمانی که فرد استفاده از فرادرمانی را از طریق لحظه‌ای کوتاه از توجه آغاز می‌کند، ارتباطی برقرار می‌شود که امکان انتقال اطلاعات از میدان شعوری فرادرمانی (TCF1) را فراهم می‌کند [16]. پیشنهاد شده است ورودی اطلاعاتی که این‌گونه به مغز وارد می‌شود، می‌تواند بر عملکرد مغز تاثیر بگذارد و منجر به تغییرات قابل اندازه‌گیری در فعالیت مغزی شود. در این مطالعه، علاوه بر ارزیابی تغییرات در متابولیت‌های کلیدی مغز تحت تاثیر میدان شعوری فرادرمانی، تغییرات متابولیکی با استفاده از تحلیل هم‌بستگی پیرسون بر اساس روند افزایش یا کاهش NAA در سطح کل جمعیت و همچنین درون زیرگروه‌ها مورد تحلیل قرار گرفت.

روش

MRI روی اسکنر بالینی 3.0-T (Magnetom Prisma, Siemens Medical Solutions, Erlangen, آلمان) با قدرت گرادیان میدان 40 mT/m انجام شد. سیم پیچ متصل به بدن امکان انتقال تحریک را فراهم می‌کند؛ طوری که سیم پیچ آرایه فازی IH (125 مگاهرتز) متصل به سر افراد برای تشخیص سیگنال استفاده شد (زیومدیکال سریع زمینس، آلمان).

پس از به دست آوردن تصاویر پیشاهنگی از نمونه‌ها دستورالعمل تصویربرداری با وزن T2 در سطوح محوری و کرونال برای ثبت داده‌ی مربوط به نواحی مورد نظر انجام شد. پروتکل‌های مربوط به MRI برای آزمایش‌های MRS نیز دنبال شدند. نحوه‌ی کسب داده‌های MRI به‌طور مشابه پیش از شروع تیمار تا 15 دقیقه (رست) و بلافاصله پس از شروع آن تا 15 دقیقه (تسک) انجام شد.

دستورالعمل تصویربرداری با وزن T2 بر اساس تصویربرداری اسپین-اکوی استاندارد TR/TE: 5000/77 میلی‌ثانیه، NEX: 2،

طیف‌سنجی تشدید مغناطیسی (MRS) تکنیکی غیرتهاجمی است که از طیف‌سنجی تشدید مغناطیسی هسته‌ای با وضوح بالا (NMR) مشتق شده است [1]. در حالی که NMR به‌طور سنتی برای تحلیل ساختار مولکولی ترکیبات شیمیایی به کار می‌رفته، این روش همچنین پایه‌ای برای کاربردهای آن در سیستم‌های زیستی فراهم کرده است [2]. بر اساس این پیش‌زمینه، طیف‌سنجی (MRS) *in vivo* در اواخر دهه‌ی ۱۹۷۰ توسعه یافت و امکان بررسی مستقیم متابولیسم بافت و ترکیب شیمیایی آن در موجودات زنده را فراهم کرد [3]. این پیشرفت به‌ویژه در علوم اعصاب بسیار ارزشمند بوده؛ طوری که MRS به‌طور گسترده‌ای برای ارزیابی متابولیت‌های مغزی در شرایط فیزیولوژیکی و پاتولوژیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد [4].

در طیف‌سنجی تشدید مغناطیسی پروتون (H-MRS) از مغز، متابولیت‌های N-استیل آسپاراتات (NAA)، کراتین (Cr) و کولین (Cho) به عنوان شاخص‌های کلیدی برای ارزیابی متابولیسم طبیعی مغز و شناسایی تغییرات پاتولوژیک شناخته می‌شوند. تغییر در نسبت‌های نسبی این متابولیت‌ها، مانند کاهش نسبت NAA به کراتین (NAA/Cr) یا افزایش نسبت کولین به NAA (Cho/NAA) می‌تواند نشان‌دهنده‌ی شرایط مختلف نوروپاتولوژیک باشد [5].

پیک کراتین (Cr) که حدود 3.0 قسمت در میلیون (ppm) ثبت می‌شود، اطلاعات ارزشمندی درباره‌ی متابولیسم انرژی سلولی ارائه می‌دهد [6]. کراتین و فسفوکراتین (PCr) که به‌طور عمده در نورون‌ها و سلول‌های گلیال قرار دارند، نقش کلیدی‌ای در حفظ سطح ATP ایفا می‌کنند. بنابراین، تغییرات در پیک Cr می‌تواند نشان‌دهنده‌ی اختلال در هم‌ایستایی انرژی در مغز باشد [7]. کولین برای چندین فرایند حیاتی بیولوژیکی از جمله حفظ یک-پارچگی غشای سلولی، تسهیل واکنش‌های متیلاسیون و حمایت از سنتز انتقال‌دهنده‌های عصبی کلیدی ضروری است. از این رو، پایش پیک‌های کولین در طیف‌سنجی MRS ابزاری ارزشمند برای تشخیص تومورهای مغزی به شمار می‌رود؛ زیرا تکثیر سریع سلول‌های سرطانی معمولاً با افزایش نیاز به کولین برای سنتز غشای سلولی همراه است [8]. در مقابل، کاهش سطح NAA اغلب نشان‌دهنده‌ی نفوذ تومور به بافت سالم مغز است که عملکرد عصبی مختل شده را منعکس می‌کند [9].

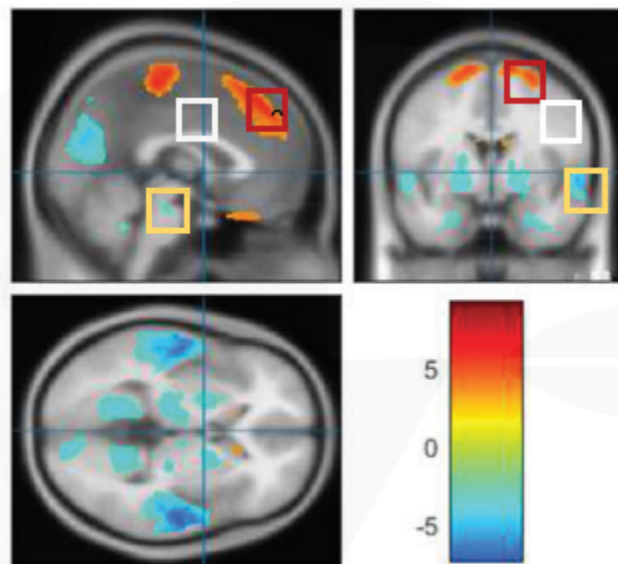
گلوتامات (Glu) و گلوتامین (Gln) از فراوان‌ترین اسیدهای آمینه در مغز انسان هستند که غلظت آن‌ها به‌ترتیب حدود ۶-۱۳ میلی‌مول در کیلوگرم و ۳-۶ میلی‌مول در کیلوگرم وزن بدن گزارش شده است [10]. این دو ترکیب به‌طور متابولیکی به هم مرتبط‌اند؛ طوری که در سلول‌های گلیال به‌صورت Gln ذخیره می‌شود. تعادل در چرخه‌ی بین نورون‌ها (Glu) و سلول‌های گلیال (Gln) برای عملکرد طبیعی مغز ضروری و بازتاب‌دهنده‌ی تعاملات متابولیکی حیاتی بین نورون و گلیا است [11]. همچنین، Glu به عنوان انتقال‌دهنده‌ی عصبی تحریکی اصلی در مغز عمل می‌کند و نقش مرکزی در فعالیت سیناپسی دارد؛ طوری که از نورون‌های پیش‌سیناپسی آزاد

طراحی مطالعه

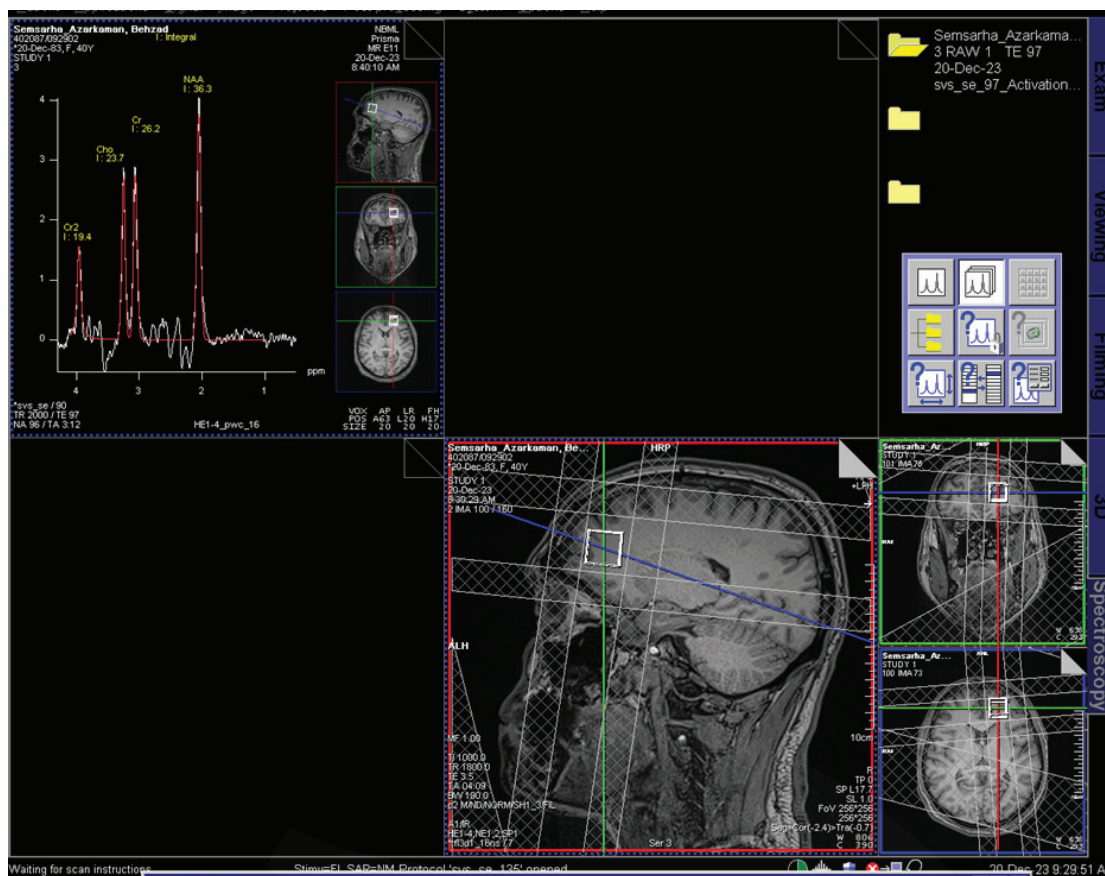
بر اساس داده‌ی حاصل شده از fMRI در مطالعات پیشین به منظور بررسی تغییرات متابولیک در نواحی فعال شده و غیرفعال شده مغز فرادمانگران، سه ناحیه حاوی منطقه‌ی فعال شده (Precentral Gyrus-right)، منطقه‌ی غیرفعال شده (Superior Temporal Gyrus-right) و منطقه‌ای با ابعاد مشابه مابین مناطق فعال و غیرفعال شده که بر اساس داده‌ی به دست آمده در نتیجه‌ی ارتباط با میدان شعوری فرادمانی نه فعال و نه غیرفعال می‌شود، انتخاب شده است (شکل ۱). علت انتخاب ناحیه‌ی سوم آن بوده است که به عنوان کنترل منفی، تغییرات احتمالی متابولیک آن در مقایسه با دو منطقه‌ی دیگر بررسی شود. تصاویر مربوط به نواحی منتخب و طیف به دست آمده‌ی MRS در حالت رست در شکل‌های ۲ تا ۴ آمده است.

$4 \times 4 \times 4$ FOV^۲ سانتی‌متر مربع، با اندازه‌ی ماتریس 256×256 و ضخامت برش یک میلی‌متر بود. پیش از انجام MRS، وکسل $1 \times 1 \times 1 \text{ cm}^3$ در نواحی سه‌گانه‌ی موردنظر برای هر نمونه تعریف شد. به دنبال تنظیم دستی و تنظیم حذف آب، طیف‌های MR پروتون کوتاه مدت پژواک کاملاً آرام، 156 داده با تکنیک PRESS، TR/TE=6000/135 ms به دست آمد.

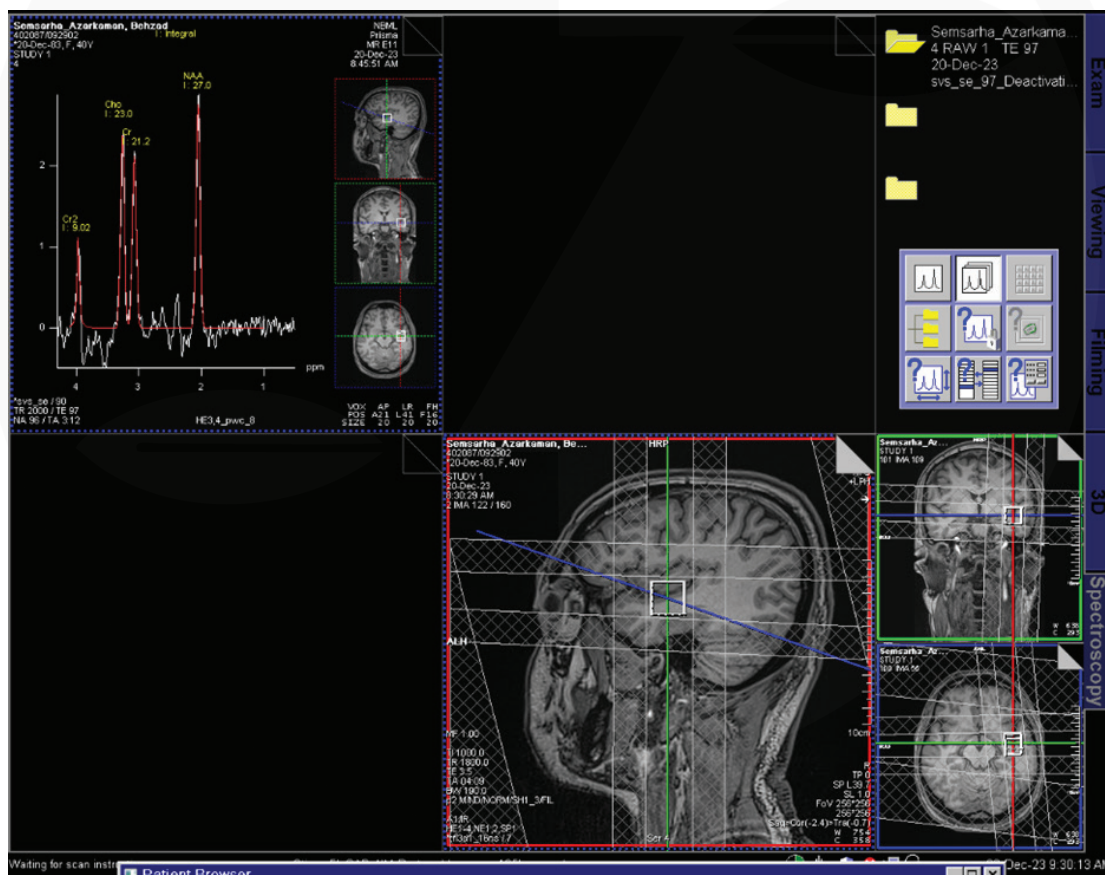
پیش از شروع تست MRS، مهار آب با استفاده از شیمینگ مرتبه‌ی دوم و پالس توالی انتخابی شیفت شیمیایی (CHESS) انجام شد. در پایان آزمایش MRS، سیگنال آب مرجع با خاموش کردن سرکوب آب به دست آمد تا کالیبراسیون غلظت متابولیت انجام شود. دستورالعمل‌های MRI و MRS توصیف شده به‌طور مشابه پیش از شروع فرایند تیمار و پس از آن انجام شد. تصویربرداری رست و تسک به‌طور متوالی بدون حرکت دادن نمونه‌ها و با چشمان کاملاً بسته‌ی آن‌ها در هر دو مرحله انجام شد.



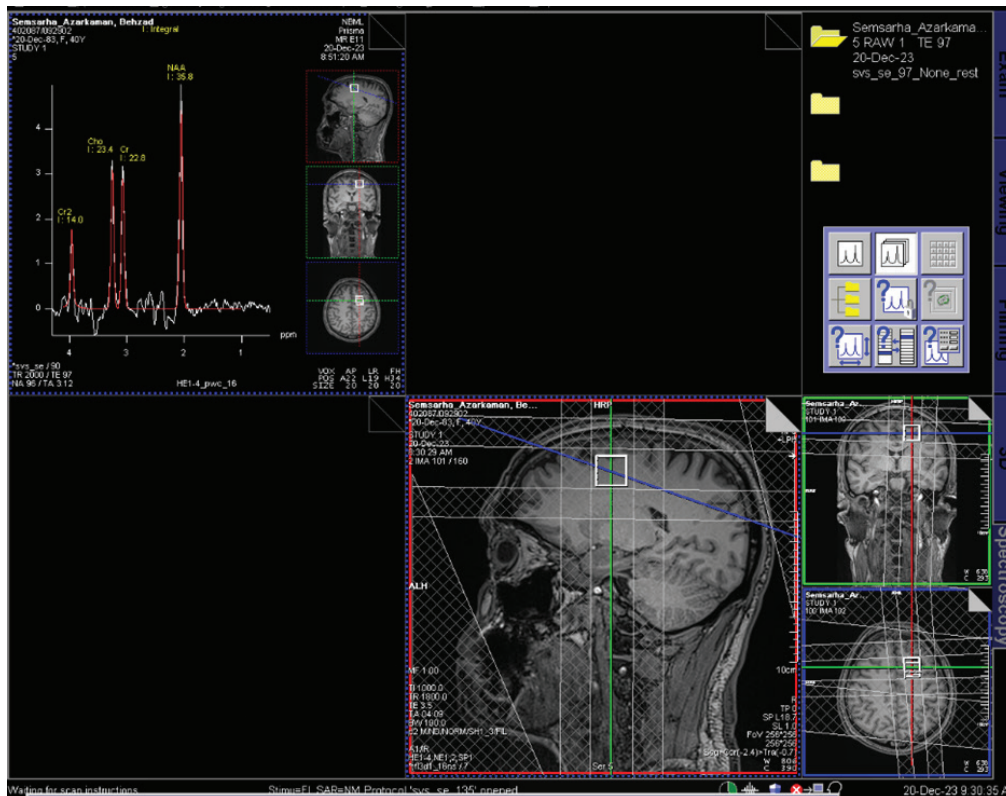
شکل ۱- نواحی سه‌گانه‌ی منتخب بر اساس داده‌ی fMRI. کادر قرمز: ناحیه‌ی فعال شده. کادر زرد: ناحیه‌ی غیرفعال شده. کادر سفید: ناحیه‌ی هیچ‌کدام [۱۵].



شکل ۲- تصویر MR با وزن T2 یکی از نمونه‌های مورد مطالعه. قراردادن وکسل MRS بر ناحیه‌ی منتخب فعال تحت تیمار شعوری فرادمانی، همراه طیف پروتون به دست آمده در حالت رست.



شکل ۳- تصویر MR با وزن T2 یکی از نمونه‌های مورد مطالعه. قراردادن وکسل MRS بر ناحیه‌ی منتخب غیرفعال شده‌ی تحت تیمار شعوری فرادمانی، همراه طیف پروتون به دست آمده در حالت رست.



شکل ۴. تصویر MR با وزن T2 یکی از نمونه‌ی مورد مطالعه، قرار دادن وکسل MRS بر ناحیه‌ی منتخب هیچ کدام حین تیمار میدان شعوری فرادرمانی، همراه طیف پروتون به دست آمده در حالت رست.

30 فرد بالغ (میانگین سنی: 42 ± 7) همگی سالم و بدون مصرف داروهای حوزه‌ی اعصاب و روان در شش ماه پیش از روز آزمون در گروه مطالعه قرار گرفتند. 40% افراد در مطالعه مرد ($n=12$) و 60% زن ($n=18$) بوده‌اند. طراحی پژوهش‌های انجام‌شده با تکنیک MRS، شامل یک مرحله‌ی رست 15 دقیقه‌ای (بدون ارتباط با میدان قبل از تسک) و یک تسک یا حالت ارتباط با میدان شعوری فرادرمانی 15 دقیقه‌ای (بلافاصله پس از پایان مرحله‌ی رست) است. توضیحات بیش‌تر درباره‌ی مقاطع این پژوهش به‌ترتیب زمانی در ادامه آمده است.

۱. رست: مرحله‌ی 15 دقیقه‌ای ابتدا که در آن از فرادرمانگران خواسته می‌شود زمانی که در دستگاه MRI قرار گرفته‌اند، چشمان خود را ببندند و بدون نظر به هیچ‌کدام از میدان‌های شعوری (ط)، صرفاً در حالت ریلکس و بدون تنش باشند. هدف از این بخش، داشتن داده‌ی کنترل به معنای داده‌ی پایه و پیش از ارتباط با میدان در مورد هر فرد است که در ساخت داده‌ی جمعیتی کنترل یا همان پیش‌ارتباط نقشی حیاتی دارد.

۲. تسک: در این پژوهش، به مرحله‌ی 15 دقیقه‌ای دوم که افراد در ارتباط با میدان شعوری فرادرمانی قرار می‌گیرند، تسک گفته می‌شود. این مرحله بلافاصله و بدون قطع زمانی در ادامه‌ی رست است و افراد با شنیدن صدای بوقی که بر اساس پیش‌آگاهی داده‌شده به افراد به مفهوم شروع ارتباط با میدان است، اتصال خود را آغاز می‌کنند.

تجزیه و تحلیل طیف MR

وکسل مورد نظر (VOI) برای آزمایش‌های MRS روی تصاویر با وزن T2 کشیده شد. ما کوشیدیم میان نمونه‌های مختلف، به‌طور دقیق نواحی سه‌گانه‌ی VOI یکسان ایجاد کنیم که نواحی مورد نظر در هر فرد را به‌طور مشابه پوشش دهد. هر طیف مربوط به نواحی مورد نظر با استفاده از رابط کاربری گرافیکی‌ای مبتنی بر جاوا تجزیه و تحلیل شد. این رابط که برای تحلیل بسته‌ی کمی MRUI استفاده می‌شود، حاوی مجموعه‌ای پایه‌ای از دانش قبلی با ۵۷ پیک مرتبط با حداقل ۳۴ متابولیت مختلف است. غلظت متابولیت‌ها با توجه به سیگنال آب به عنوان مرجع تعیین شد. بنابراین، تمام دامنه‌ها در هر طیف MR به‌صورت نیمه کمی بیان شد. همچنین، لازم به ذکر است از روش پیشرفته‌ی الگوریتم برآزش طیفی دقیق، قوی و کارآمد (AMARES) برای کمی‌سازی استفاده شده است [17].

استفاده از میدان شعوری فرادرمانی

در مطالعه‌ی پیش رو، تجزیه و تحلیل MRS جمعیتی از فرادرمانگران انجام و تغییرات متابولیت‌ها در مناطق مختلف منتخب مغزی آن‌ها هنگام انجام وظیفه (تسک) و استراحت مقایسه شده است. تسک به فعالیتی گفته می‌شود که طی آن فرادرمانگر شخصاً به شبکه‌ی شعور کیهانی متصل می‌شود. این مطالعه را کمیته‌ی اخلاق دانشگاه علوم پزشکی ایران تایید کرده است (شناسه‌ی تایید IR.IUMS.REC.1402.940).

در مقادیر میانه در نمودار باکس پلات دیده می شود.

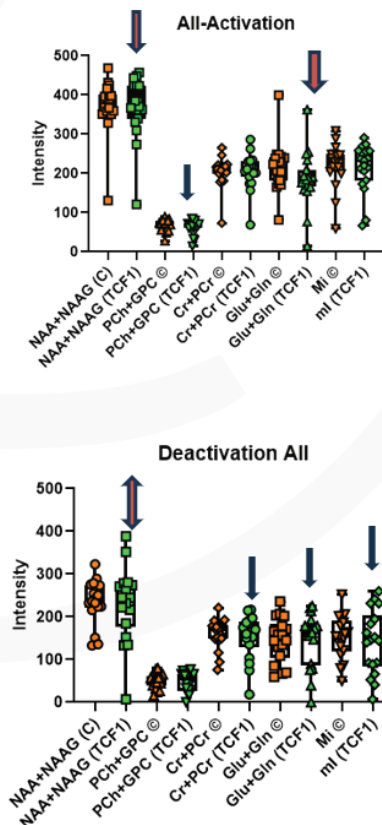
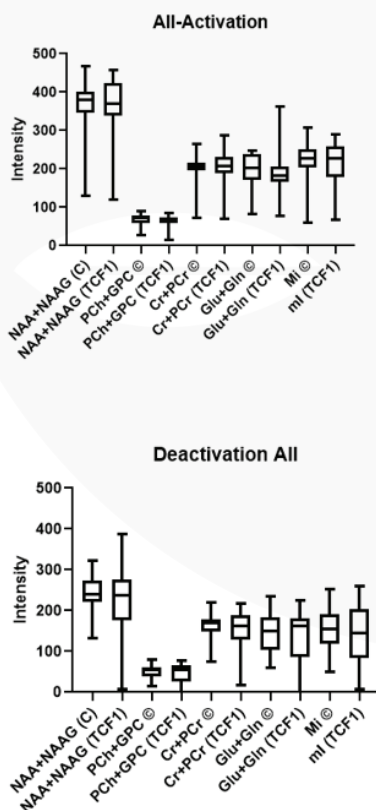
در شرایط معمول، افزایش فعالیت مغزی با افزایش گردش متابولیت های کلیدی مغز همراه است؛ از جمله N-استیل آسپاراتات که نشان دهنده سلامت نورونی و عملکرد میتوکندری ها است [18]، کولین که در سنتز و بازسازی غشای سلولی نقش دارد و گلوتامات که به عنوان اصلی ترین ناقل عصبی تحریکی مغز شناخته می شود [19]. با این حال، کاهش این متابولیت ها با وجود فعال سازی در fMRI نشان می دهد مغز ممکن است صرفاً به مسیرهای متابولیکی مرسوم اتکا نداشته باشد. این مشاهده با فرضیه ی «انرژی تاریک زیستی» طاهری هم راستا است؛ فرضیه ای که وجود منبع انرژی جایگزینی را مطرح می کند که قادر است عملکرد سلولی و عصبی را به صورت مستقل از تولید ATP از طریق مسیرهای متابولیکی مرسوم پشتیبانی کند. انجام آزمایش های پیش تر، به ویژه آن هایی که تولید ATP در زمان واقعی، عملکرد میتوکندری و طیف سنجی تشدید مغناطیسی مبتنی بر فسفر را اندازه گیری می کنند، برای اعتبارسنجی این فرضیه ی انرژی جایگزین ضروری است.

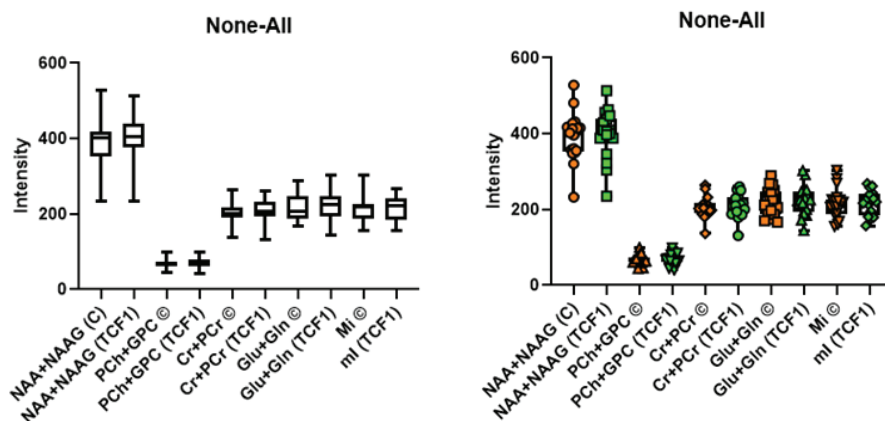
مقادیر نرمالیزه ی میانگین تغییرات متابولیت ها نیز در جدول ۱ و شکل ۶ ارائه شده اند. در ناحیه ی «بدون تغییر»، مقادیر مشابهی در هر دو شرایط استراحت و وظیفه مشاهده می شود. در ناحیه ی فعال سازی، این مقادیر با ناحیه ی «بدون تغییر» قابل مقایسه هستند و در برخی موارد حتی پایین ترند. در مقابل، در ناحیه ی غیرفعال سازی، روند کاهشی مشخصی در مقایسه با سایر نواحی دیده می شود.

داده های به دست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم افزار گرافپد (نسخه ی 9) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) برای ارزیابی مقادیر متابولیت ها در مقایسه ی بین نمونه های کنترل و آزمون استفاده شد. برای مجموعه داده های MRS هر گروه، آزمون Wilcoxon در سطح معناداری 5% برای مقایسه ی تغییرات غلظت هر متابولیت پیش و پس از تیمار با میدان شعوری فرادرمانی استفاده شد. آنالیز پیرسون و محاسبه ی مقادیر هم بستگی r با در نظر گرفتن پی-ویو two tailed صورت گرفت. مقدار $p < 0.05$ از نظر آماری معنادار در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

نمودار شکل 5 تغییرات متابولیت های کلیدی طیف MRS را در شرایط استراحت و وظیفه نشان می دهد. مشاهده می شود که در ناحیه ی فعال سازی، روند کاهشی در NAA توتال، کولین توتال، گلوتامین و گلوتامیک اسید تحت تاثیر میدان شعوری فرادرمانی ثبت شده است. در ناحیه ی غیرفعال سازی، همان طور که در نمودار باکس پلات نشان داده شده، سطح NAA در وضعیت وظیفه نسبت به آستانه ی پیشینه در حالت استراحت افزایش یافته، در حالی که نسبت به آستانه ی کمینه در حالت استراحت کاهش نشان داده است. با این حال، سایر متابولیت ها از قبیل کراتین توتال، مایواینوزیتول، گلوتامین و گلوتامیک اسید در وضعیت وظیفه روندی کاهشی را نشان داده اند. در ناحیه ی هیچ کدام یا None که به عنوان ناحیه ای از مغز تعریف شده که تحت تاثیر میدان شعوری فرادرمانی هیچ تغییر قابل اندازه گیری ای نشان نداده، روندهای مشابهی میان شرایط استراحت و وظیفه مشاهده شد؛ طوری که تنها تفاوت های جزئی ای

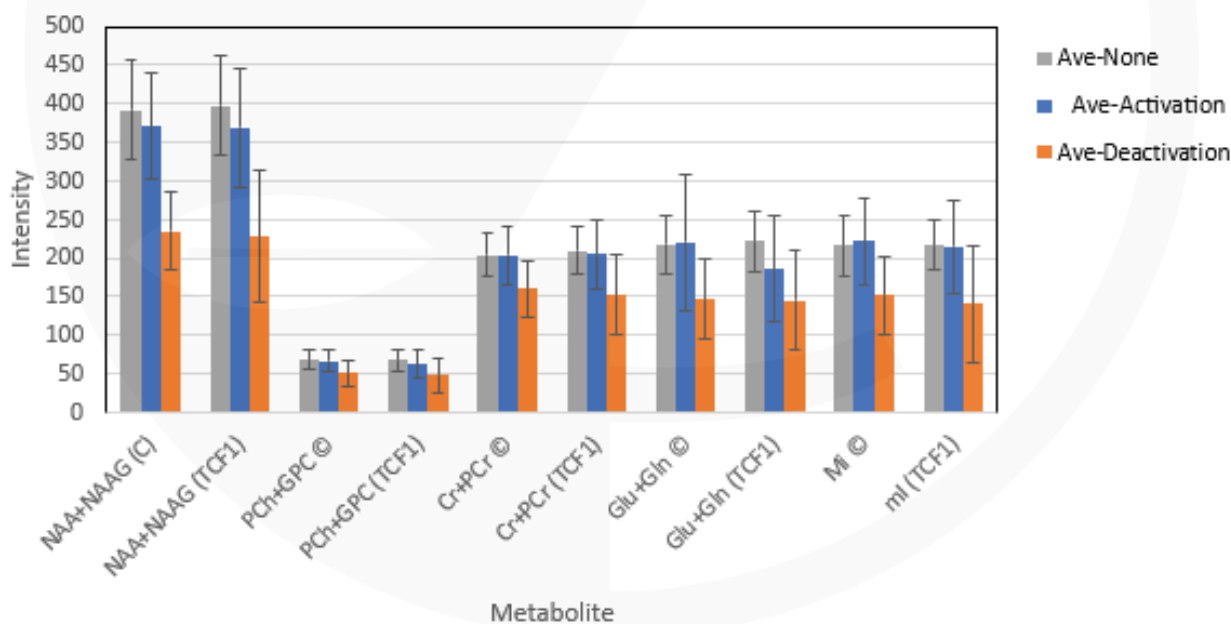




شکل ۵- مقایسه‌ی تغییرات سطح متابولیت‌های کلیدی در سه ناحیه‌ی مختلف مغز در فرادمانگرها. بالا: ناحیه‌ی فعال‌سازی. میانه: ناحیه‌ی غیرفعال‌سازی. پایین: ناحیه‌ی بدون تغییر. C: حالت استراحت، TCF1: تسک میدان شعوری فرادمانی. (نمودارهای سمت چپ و راست هر دو تغییر متابولیت‌ها را نشان می‌دهند و برای مشاهده‌ی بهتر روند تغییرات توزیع داده‌ها به دو صورت نشان داده شده است).

جدول ۱. تغییرات در مقادیر نرمالیزه‌ی میانگین متابولیت‌های کلیدی در نواحی مختلف مغز در فرادمانگرها. C: استراحت یا کنترل. (TCF1): شرایط تسک یا وظیفه.

	NAA+NAAG (C)	NAA+NAAG (TCF1)	PCh+GPC ©	PCh+GPC (TCF1)	Cr+PCr ©	Cr+PCr (TCF1)	Glu+Gln ©	Glu+Gln (TCF1)	Mi ©	mI (TCF1)
Ave-Activation	370.58	369.11	67.12	62.39	204.19	205.43	220.41	185.91	221.51	215.08
SD	68.78189909	77.58	14.61	18.71	37.72	44.53	87.35	69.61	56.66	60.65
Ave-Deactivation	235.2521667	228.0478333	50.535	47.70183333	160.1137	151.8888	145.7506	145.6489	152.2921	140.4383
SD	51.47	86.23	17.44	22.89	35.51	51.31	51.84	63.22	50.29	74.68
Ave-None	391.85	397.32	68.11	67.95	204.35	209.30	217.54	222.36	216.70	217.07
SD	63.80	64.21	13.22	13.63	28.14	30.58	36.95	39.31	39.42	32.15

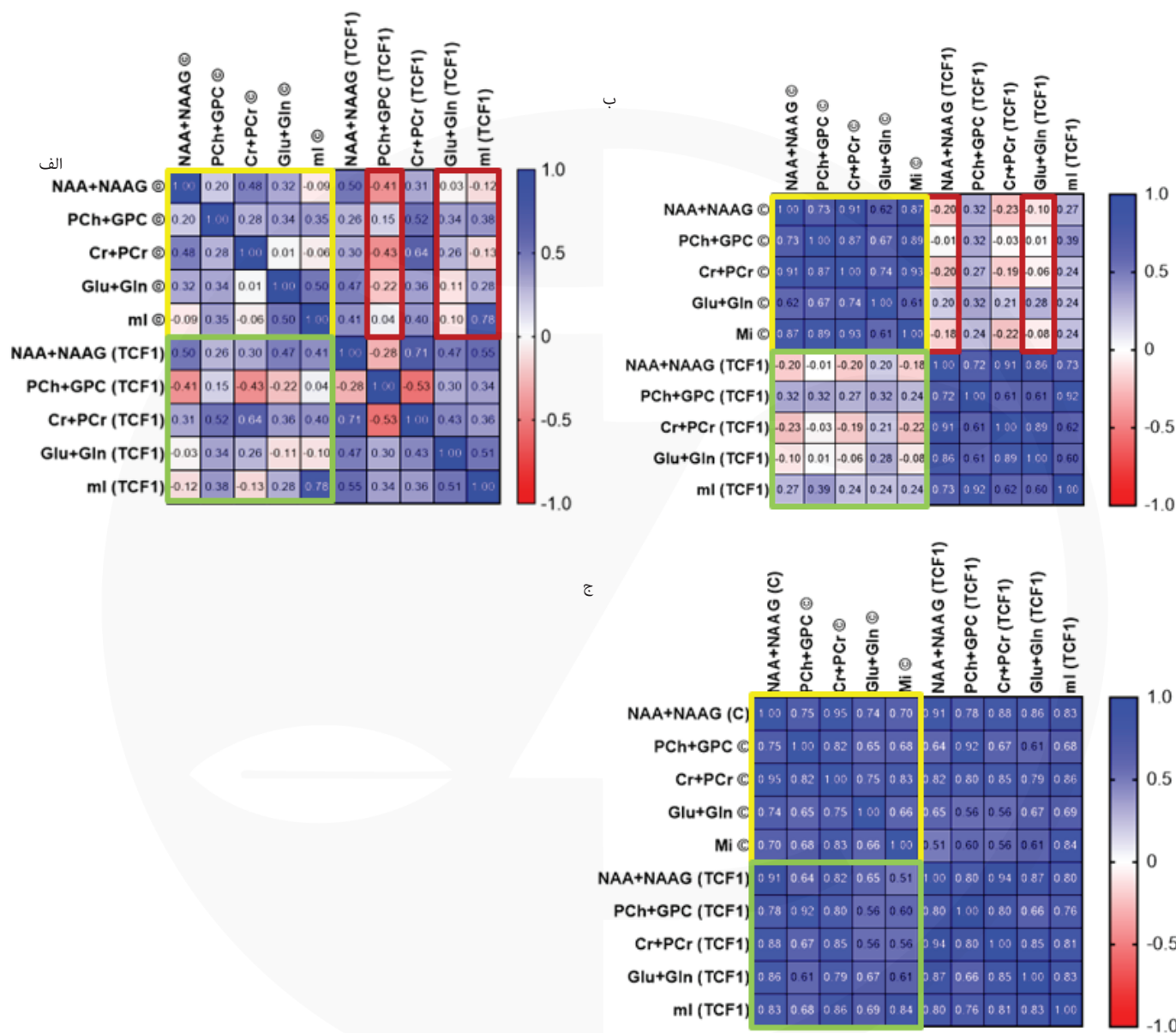


شکل ۶- نمودار میله‌ای نشان‌دهنده‌ی تغییرات در سطوح متابولیت‌ها بر اساس زیرجمعیت‌ها. C: استراحت. TCF1: تسک یا تحت تاثیر میدان شعوری فرادمانی.

به صفر نشان دهنده‌ی عدم هم‌بستگی است، در حالی که امتیاز نزدیک به 1- نشان دهنده‌ی هم‌بستگی منفی قوی است؛ به این معنا که متغیرها به‌طور مخالف تغییر می‌کنند. ضریب هم‌بستگی پیرسون (r) برای دو شیئی با متغیرهای جفت‌شده، حاصل ضرب تفاوت‌های آن‌ها از مقادیر میانگین مربوطه‌شان را جمع می‌کند و این مجموع را بر حاصل ضرب ریشه‌های مربع تفاوت‌ها از میانگین‌های‌شان تقسیم می‌کند. در شکل ۷، هم‌بستگی پیرسون تغییرات در سطوح متابولیت‌های کلیدی در شرایط استراحت و تسک برای جمعیت کلی ارائه شده است.

بر اساس داده‌های به دست آمده، سطوح متابولیت‌های کلیدی در ناحیه‌ی غیرفعال‌سازی به‌طور کلی کم‌تر از سطوح آن‌ها در نواحی فعال‌سازی و بدون تغییر در مغز فرادمانگرها است. این تفاوت تحت تاثیر میدان شعوری فرادمانی یا در شرایط انجام وظیفه در مقایسه با شرایط استراحت یا وضعیت پایه، برجسته‌تر می‌شود (شکل ۶).

برای درک عمیق‌تر تغییرات در متابولیت‌های کلیدی در شرایط انجام وظیفه، آنالیز هم‌بستگی پیرسون انجام و ضرایب هم‌بستگی (r) محاسبه شد. این تحلیل، امتیازی در بازه‌ی 1+ تا 1- به دست می‌دهد. امتیاز 1+ نشان دهنده‌ی هم‌بستگی مثبت قوی است؛ به این معنا که دو متغیر به‌طور مشابه تغییر می‌کنند. امتیاز نزدیک

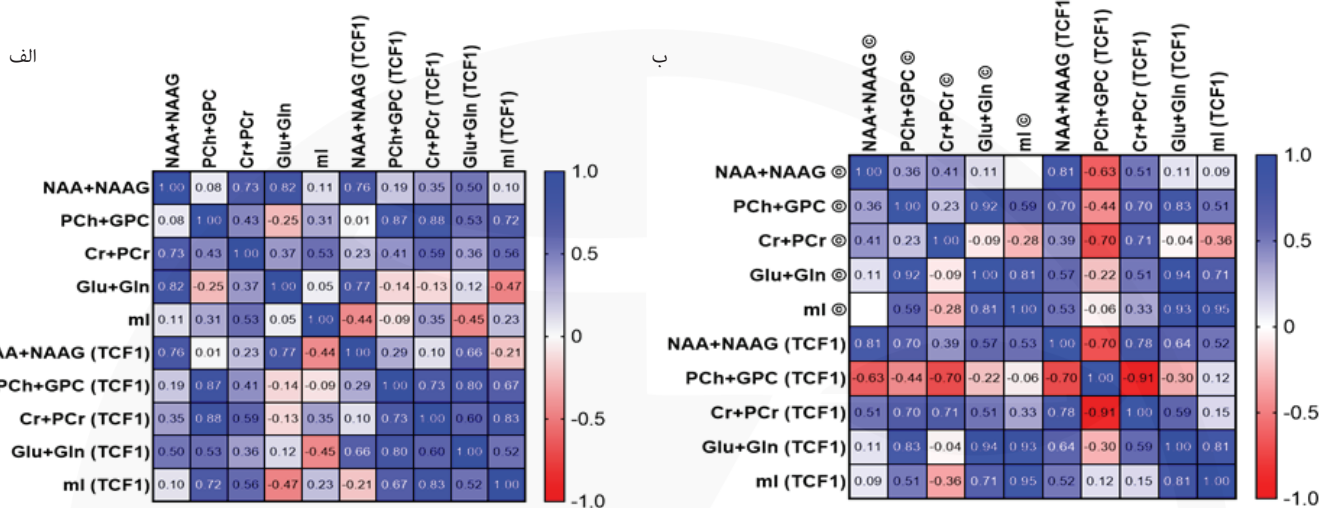


شکل ۷- تحلیل هم‌بستگی تغییرات در متابولیت‌های کلیدی در جمعیت کلی. الف: منطقه‌ی فعال‌سازی. ب: منطقه‌ی غیرفعال‌سازی. ج: منطقه‌ی بدون تغییر یا هیچ‌کدام.

توتال مشاهده می‌شود، در حالی که این دو متابولیت در نمونه‌های استراحت هم‌بستگی مستقیم داشتند.

در ادامه‌ی این مطالعه و به منظور انجام تحلیلی دقیق‌تر و جزئی‌تر از هم‌بستگی‌های بین تغییرات متابولیت‌ها در نواحی مختلف مغز، جمعیت کلی بر اساس تغییر در سطح NAA که فراوان‌ترین و برجسته‌ترین متابولیت مغزی در آنالیزهای MRS محسوب می‌شود، تقسیم‌بندی شد. شرکت‌کنندگان به دو زیرگروه تقسیم شدند: زیرجمعیتی که پس از تیمار فرادمانی افزایش در سطح NAA نشان دادند (NAA+) و زیرجمعیتی که به دنبال تسک کاهش NAA را تجربه کردند (NAA-). سپس تحلیل هم‌بستگی پیرسون به صورت جداگانه در این زیرجمعیت‌ها انجام شد (شکل ۸).

همان‌طور که در شکل 7 نشان داده شده در منطقه‌ی غیرفعال‌سازی مغز تحت تاثیر میدان شعوری فرادمانی، هم‌بستگی تغییرات متابولیت‌ها از مقادیر بالاتر از صفر که در مقایسه‌های شرایط استراحت-استراحت و وظیفه-وظیفه مشاهده می‌شود، به مقادیر نزدیک به صفر یا منفی در مقایسه‌ی میان شرایط استراحت و وظیفه تغییر می‌کند. این تغییرات به وضوح با الگوهای مشاهده‌شده در دو منطقه‌ی دیگر مغز متفاوت است. در منطقه‌ی «هیچ‌کدام» (None)، هم‌بستگی‌های مثبت به وضوح در تمامی مقایسه‌های نمونه‌ها مشاهده می‌شود. در منطقه‌ی فعال‌سازی، الگوی متفاوتی از تغییرات متابولیت‌ها در تحلیل هم‌بستگی پیرسون دیده می‌شود. به‌ویژه، تغییرات توتال کولین در شرایط وظیفه نشان‌دهنده‌ی تمایل به مقادیر منفی یا نزدیک به صفر در مقایسه با سایر متابولیت‌ها در شرایط استراحت است؛ به‌ویژه برای میواینوزیتول. علاوه بر این، در مقایسه‌ی وظیفه-وظیفه، روند معکوسی میان کراتین توتال و کولین



شکل ۸- تحلیل هم‌بستگی تغییرات متابولیت‌های کلیدی در دو زیرجمعیت این مطالعه در ناحیه‌ی فعال‌شده‌ی مغز تحت تاثیر میدان شعوری فرادمانی. الف: زیرجمعیت NAA+. ب: زیرجمعیت NAA-.

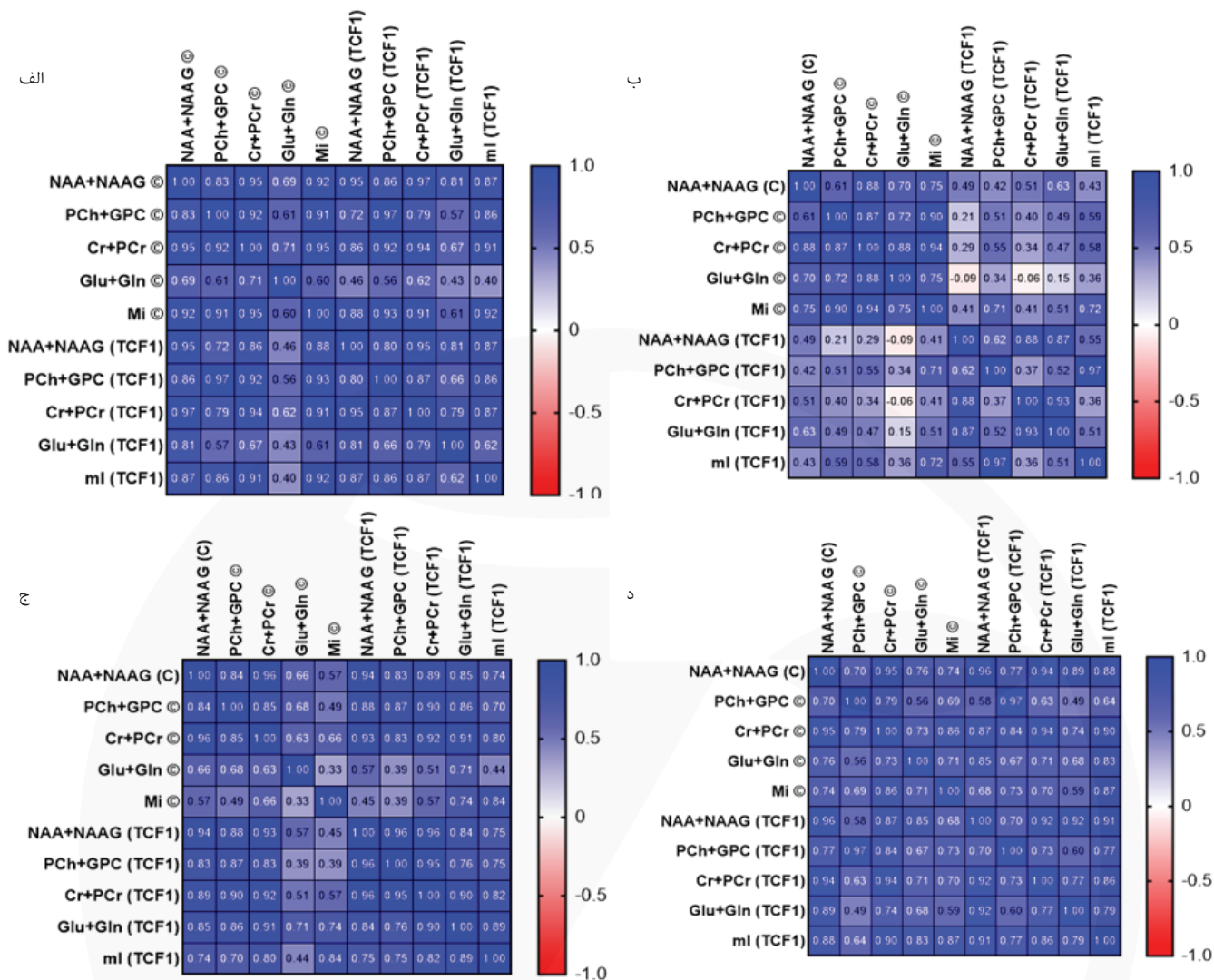
در بازتوزیع انرژی باشد؛ طوری که تقاضای متابولیکی در نواحی غیرفعال کاهش یافته تا عملکرد کارآمدتری در شبکه‌های فعال یا شرایط وظیفه پشتیبانی شود؛ مشابه آنچه در الگوی غیرفعال‌سازی معمول در شبکه‌ی پیش‌فرض (DMN) طی درگیری شناختی [20] مشاهده می‌شود. هم‌بستگی منفی بین شرایط استراحت و وظیفه می‌تواند نمایان‌گر پاسخی جبرانی به نیازهای انرژی باشد. با این حال، جالب است که در آزمایش قبلی داده‌های EEG به شکل برعکس، در ناحیه‌ی BA31 (کورتکس کمر بندی خلفی) که یکی از نواحی کلیدی DMN محسوب می‌شود، تحت تاثیر میدان شعوری فرادمانی افزایش فعالیت نشان داده شد که این امر برخلاف سرکوب معمول DMN در تسک‌های شناختی با تمرکز بیرونی است [14].

علاوه بر این، در ناحیه‌ی فعال‌شده‌ی مغز، زیرجمعیتی با کاهش سطح NAA (NAA-) نیز کاهش متناظری در کراتین توتال طی شرایط وظیفه نشان داد (شکل ۸) که این بیان‌گر تغییر در

شکل ۸ تغییرات متابولیت‌ها را در دو زیرجمعیت نشان می‌دهد. قابل توجه‌ترین تغییر در گروه NAA- مشاهده می‌شود؛ جایی که افزایش در کولین توتال مشهود است، در حالی که سایر متابولیت‌ها به‌ویژه کراتین توتال، روند کاهشی را نشان می‌دهند. تغییرات متفاوت کولین توتال و کراتین توتال در ناحیه‌ی فعال‌شده‌ی مغز حاکی از آن است که ممکن است پویایی متضاد این متابولیت‌ها در فعال‌سازی نواحی مغزی مشاهده‌شده در فرادمان‌گرها نقش کلیدی ایفا کند. با مراجعه به داده‌های ارائه‌شده در مطالعه‌ی نخست این شماره، روشن می‌شود این تغییر به‌ویژه در مغز مردان فرادمان‌گر برجسته است؛ جایی که برخلاف جمعیت زنان، فعال‌سازی پیش‌تری مشاهده شد.

همان‌طور که در مقدمه ذکر شد، کراتین در حفظ سطح ATP سلولی نقش محوری ایفا می‌کند. در شکل ۷ (ب)، کاهش کراتین توتال در شرایط وظیفه در ناحیه‌ی غیرفعال‌شده مشاهده می‌شود. ممکن است به نظر برسد این کاهش نشان‌دهنده‌ی راهبرد تطبیقی‌ای

پویایی‌های انرژی است. این مشاهدات حاکی از آن‌اند که ممکن است تاثیر میدان شعوری فرادرمانی، سازوکاری جای‌گزین برای تامین انرژی فعال شده باشد. همان‌طور که بالاتر ذکر شد این مشاهدات هم‌راستا با نظریه‌ی انرژی تاریک زیستی طاهری است و نیازمند مطالعات بیشتر است.



شکل ۹- تحلیل هم‌بستگی تغییرات متابولیت‌های کلیدی در دو زیرجمعیت در نواحی غیرفعال و بدون تغییر از مغز فرادمانگرا. الف: ناحیه‌ی غیرفعال NAA+. ب: ناحیه‌ی غیرفعال NAA-. ج: ناحیه‌ی بدون تغییر NAA+. د: ناحیه‌ی بدون تغییر NAA-.

می‌شود. این مشاهده با داده‌های fMRI نیز هم‌راستا است؛ طوری که نواحی غیرفعال از نظر تعداد نواحی تحت تاثیر و شدت تغییرات، نسبت به نواحی فعال برجسته‌تر ظاهر شدند.

اگرچه میدان شعوری فرادرمانی منجر به افزایش نشان‌گرهای آمینواسیدی (گلوتامین و گلوتامیک اسید) در ناحیه‌ی غیرفعال بود اما در ناحیه‌ی فعال باعث افزایش قابل توجه کولین تام شد. افزایش گلوتامین (Gln) و گلوتامیک اسید (Glu) نشان‌دهنده‌ی افزایش گردش گلوتاماتریک است. به گفته‌ی تانی و همکاران (2014)، گلوتامین سنتز شده به نورون‌های پیش‌سیناپسی منتقل می‌شود و در آن‌جا به عنوان پیش‌ساز گلوتامات سیناپسی عمل

تحلیل هم‌بستگی پیرسون از تغییرات متابولیت‌های کلیدی در جمعیت کلی (بدون تقسیم به زیرجمعیت‌ها)، در درجه‌ی نخست نشان‌دهنده‌ی تفاوت مشخصی در رفتار متابولیکی میان نواحی فعال و غیرفعال در مقایسه با ناحیه‌ی بدون تغییر (None) است. این موضوع که در داده‌های fMRI نیز مشاهده شد، تاییدکننده‌ی تاثیر میدان شعوری فرادرمانی است. در واقع در ناحیه‌ی که هیچ اثر قابل تشخیصی از فرادرمانی در سطح مغز در داده‌های fMRI دیده نشد، تغییرات متابولیکی متناظری نیز مشاهده نشد. نکته‌ی دوم این است که داده‌ها تفاوت چشم‌گیر و معناداری بین نواحی غیرفعال و فعال نشان می‌دهند. در ناحیه‌ی غیرفعال، هنگام مقایسه‌ی شرایط استراحت و وظیفه، تغییرات متابولیکی واضح و مشخصی مشاهده

در مجموع با تکیه بر یافته‌های پیشین، می‌توان گفت مطالعه‌ی حاضر نه تنها شواهد بیش تری از تأثیرات فرادرمانی بر فعالیت مغز ارائه می‌دهد، بلکه بررسی می‌کند چه گونه چنین ورودی‌ای اطلاعات غیر فیزیکی می‌تواند دینامیک متابولوم‌های مغزی را تغییر دهد.

می‌کند. این فرایندها با یکدیگر چرخه‌ی گلوتامین-گلوتامات را تشکیل می‌دهند [21]. این مشاهده نشان می‌دهد کاهش فعالیت عصبی لزوماً به معنای غیرفعال بودن متابولیسم نیست، بلکه ممکن است نشان‌دهنده‌ی انتقال به سمت پردازش عصبی کارآمدتر یا سازمان‌دهی مجدد باشد که در آن، چرخه‌ی آمینواسیدها و تنظیم انتقال‌دهنده‌های عصبی نقش کلیدی ایفا می‌کنند.

منابع

1. Barker, P. B., & Lin, D. D. M. (2006). In vivo proton MR spectroscopy of the human brain. *Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy*, 49(2), 99-128. <https://doi.org/10.1016/j.pnmrs.2006.06.002>
2. Emwas, A. H., Szczepski, K., Poulson, B. G., Chandra, K., McKay, R. T., Dhahri, M., Alahmari, F., Jaremko, L., Lachowicz, J. I., & Jaremko, M. (2020). NMR as a "Gold Standard" Method in Drug Design and Discovery. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 25(20), 4597. <https://doi.org/10.3390/molecules25204597>
3. Mansfield, P., & Grannell, P. K. (1973). NMR'diffraction'in solids?. *Journal of Physics C: solid state physics*, 6(22), L422. DOI: 10.1088/0022-3719/6/22/007
4. Wilson, M., Andronesi, O., Barker, P. B., Bartha, R., Bizzi, A., Bolan, P. J., ... & Howe, F. A. (2019). Methodological consensus on clinical proton MRS of the brain: Review and recommendations. *Magnetic resonance in medicine*, 82(2), 527-550. <https://doi.org/10.1002/mrm.27742>
5. Weinberg, B. D., Kuruva, M., Shim, H., & Mullins, M. E. (2021). Clinical Applications of Magnetic Resonance Spectroscopy in Brain Tumors: From Diagnosis to Treatment. *Radiologic clinics of North America*, 59(3), 349–362. <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2021.01.004>
6. Verma, A., Kumar, I., Verma, N., Aggarwal, P., & Ojha, R. (2016). Magnetic resonance spectroscopy - Revisiting the biochemical and molecular milieu of brain tumors. *BBA clinical*, 5, 170–178. <https://doi.org/10.1016/j.bbacli.2016.04.002>
7. Dossi, G., Squarcina, L., & Rango, M. (2019). In Vivo Mitochondrial Function in Idiopathic and Genetic Parkinson's Disease. *Metabolites*, 10(1), 19. <https://doi.org/10.3390/metabo10010019>
8. Yao, N., Li, W., Xu, G., Duan, N., Yu, G., & Qu, J. (2023). Choline metabolism and its implications in cancer. *Frontiers in oncology*, 13, 1234887. <https://doi.org/10.3389/fonc.2023.1234887>
9. Lu, W., Feng, J., Zou, Y., Liu, Y., Gao, P., Zhao, Y., Wu, X., & Ma, H. (2024). 1H-MRS parameters in non-enhancing peritumoral regions can predict the recurrence of glioblastoma. *Scientific reports*, 14(1), 29258. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-80610-z>
10. Ramadan, S., Lin, A., & Stanwell, P. (2013). Glutamate and glutamine: a review of in vivo MRS in the human brain. *NMR in biomedicine*, 26(12), 1630–1646. <https://doi.org/10.1002/nbm.3045>
11. Soto-Verdugo, J., & Ortega, A. (2021). Critical Involvement of Glial Cells in Manganese Neurotoxicity. *BioMed research international*, 2021, 1596185. <https://doi.org/10.1155/2021/1596185>
12. Zhou, Y., & Danbolt, N. C. (2014). Glutamate as a neurotransmitter in the healthy brain. *Journal*

- of neural transmission (Vienna, Austria : 1996)*, 121(8), 799–817. <https://doi.org/10.1007/s00702-014-1180-8>
13. Taheri MA. (2013). Human from another outlook. Interuniversal Press. 2nd Edition. ISBN-13: 978-1939507006, ISBN-10: 1939507006 2013.
14. Taheri, M. A., Modarresi-Asem, F., & Semsarha, F. (2022). An Investigation of the Electrical Activity of the Brain during the Treatment with Faradarmani Consciousness Field in the Faradarmangar Population. *The Scientific Journal of Cosmointel*, 1(2), 22–32. <https://doi.org/10.61450/joci.v1i2.19>
15. Taheri, M. A., Torabi, S., Nabavi, N., Modarresi-Asem, F., Abbasi Sisara, M., Maftoun, P., & Semsarha, F. (2022a). Task-fMRI Group and Functional Connectivity Analysis of the Brain During Faradarmani Consciousness Field Connection. *The Scientific Journal of Cosmointel*, 1(2), 46–55. <https://doi.org/10.61450/joci.v1i2.29>
16. Taheri, M. A., Torabi, S., A. Elmetwally, M., & Semsarha, F. (2024). Effects of T-Consciousness Fields on Mouse Oocyte Maturation and Embryo Development Following IVF. *The Scientific Journal of Cosmointel*, 3(15), 11–24. <https://doi.org/10.61450/joci.v3i15.195>
17. Vanhamme, L., van den Boogaart A, & Van Huffel S (1997). Improved method for accurate and efficient quantification of MRS data with use of prior knowledge. *Journal of magnetic resonance (San Diego, Calif. : 1997)*, 129(1), 35–43. <https://doi.org/10.1006/jmre.1997.1244>
18. Paslakis, G., Träber, F., Roberz, J., Block, W., & Jessen, F. (2014). N-acetyl-aspartate (NAA) as a correlate of pharmacological treatment in psychiatric disorders: a systematic review. *European neuropsychopharmacology : the journal of the European College of Neuropsychopharmacology*, 24(10), 1659–1675. <https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2014.06.004>
19. Wolinsky, J. S., & Narayana, P. A. (2002). Magnetic resonance spectroscopy in multiple sclerosis: window into the diseased brain. *Current opinion in neurology*, 15(3), 247–251. <https://doi.org/10.1097/00019052-200206000-00004>
20. Anticevic, A., Cole, M. W., Murray, J. D., Corlett, P. R., Wang, X. J., & Krystal, J. H. (2012). The role of default network deactivation in cognition and disease. *Trends in cognitive sciences*, 16(12), 584–592. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.10.008>
21. Tani, H., Dulla, C. G., Farzampour, Z., Taylor-Weiner, A., Huguenard, J. R., & Reimer, R. J. (2014). A local glutamate-glutamine cycle sustains synaptic excitatory transmitter release. *Neuron*, 81(4), 888–900. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.12.026>

اثر میدان شعوری فرادرمانی بر متابولوم مغز با استفاده از H-MRS با تمرکز بر متابولیت‌های مرتبط با انرژی

محمدعلی طاهری^۱، سارا ترابی^۲، فرید سمسارها^{۳*}

* نویسنده مسئول: فرید سمسارها
ایمیل: Semsarha@ut.ac.ir

DOI: <https://doi.org/10.61450/joci.FA.v5i20.233>

۱. بخش تحقیق و توسعه‌ی ساینسفت، مرکز تحقیقات کازموپینتل، انتاریو، کانادا
۲. دپارتمان زیست‌شناسی گیاهی، دانشکده‌ی زیست‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

این مطالعه به بررسی اثرگذاری میدان شعوری فرادرمانی به تغییرات متابولیت‌ها با تمرکز بر تغییرات احتمالی انرژیابی می‌پردازد. در مطالعه‌ی قبلی با استفاده از fMRI مشخص شد مناطقی از مغز افراد آموزش دیده که فرادرمانگر نامیده می‌شوند در حالت تسک یا تحت تاثیر این میدان شعوری فعال و مناطقی غیرفعال می‌شوند. طیف‌سنجی تشدید مغناطیسی پروتون (¹H-MRS) به عنوان روشی غیرتهاجمی امکان ارزیابی تغییرات عملکرد و متابولیسم مغز تحت تاثیر میدان شعوری فرادرمانی را فراهم می‌کند. بر اساس نتایج به دست آمده، می‌توان به صورت مشخص به کاهش نیاز و مصرف مولکول ATP و مسیرهای متابولیک وابسته به آن و تغییر قابل توجه در انرژی‌های سلول‌های مغز، به صورت ویژه در منطقه‌ی فعال شده‌ی آن اشاره کرد. در این میان افزایش لاکتات، آسکوربات و ماکرومولکول MM09 در این نواحی می‌تواند موید افزایش فرایندهای متابولیک ثبت شده در fMRI باشد. از سوی دیگر در منطقه‌ی غیرفعال شده، بدون وقوع تغییری معنادار، ترندهای کاهش‌ی Glycerophosphorylcholine (GPC) و اسکوربات و ترندهای افزایشی Pch، گلوتامات و Lip13b، تفاوت متابولیک پاسخ این منطقه را در مقایسه با منطقه‌ی فعال شده‌ی مغز نشان می‌دهد. مطالعه‌ی بیش‌تر بر متابولیت‌های وابسته به انرژی به خصوص ATP در مقایسه‌ی رست و تسک ارتباط با میدان شعوری فرادرمانی با تکنیک فسفر MRS در دستور کار نویسندگان قرار دارد.

کلیدواژه‌ها: MRS، انرژی، فرادرمانی، متابولوم مغز

در این دیدگاه، میدان‌های شعوری (ط) مختلف با عملکردهای گوناگون وجود دارند. مطالعه‌ی حاضر از میدان شعوری فرادرمانی به عنوان یکی از این میدان‌های غیرمادی استفاده کرده است. کاربرد این میدان بر پایه‌ی تکنیک‌های ذهنی آموخته‌شده مانند کنترل تنفس، تمرکز پایدار یا تجسم که در روش‌هایی همچون مدیتیشن یا ذهن‌آگاهی رایج‌اند، استوار نیست. بلکه ارتباط با میدان شعوری (ط) تنها با لحظه‌ای توجه که معمولاً تنها چند ثانیه طول می‌کشد، آغاز می‌شود و پس از آن، به هیچ تلاش ذهنی یا فعالیت شناختی دیگری از سوی شرکت‌کننده (اعلام‌کننده) نیاز نیست. بنابراین، نمی‌توان هرگونه تغییر فیزیولوژیکی یا متابولیکی مشاهده‌شده را به فعالیت عمده‌ی ذهن یا تلاش شناختی نسبت داد؛ زیرا هیچ‌کدام از آن‌ها به کار گرفته نمی‌شوند. افزون بر این، یافته‌ها از این فرضیه که مغز به عنوان نوعی آشکارساز می‌تواند اطلاعاتی از میدان شعوری فرادرمانی دریافت کند، پشتیبانی می‌کنند؛ چنین تعاملاتی ممکن است به‌صورت تغییرات قابل اندازه‌گیری در پروفایل متابولیکی مغز ظاهر شوند.

روش

MRI روی اسکنر بالینی 3.0-T (Magnetom Prisma, Siemens Medical Solutions, Erlangen, آلمان) با قدرت گرایان میدان 40 mT/m انجام شد. سیم پیچ متصل به بدن امکان انتقال تحریک را فراهم می‌کند. طوری که سیم پیچ آرایه‌ی فازی HI (125 مگاهرتز) متصل به سر افراد برای تشخیص سیگنال استفاده شد (زیومدیکال سریع زیمنس، آلمان).

پس از به دست آوردن تصاویر پیشاهنگی از نمونه‌ها، دستورالعمل تصویربرداری با وزن T2 در سطوح محوری و کرونال برای ثبت داده‌ی مربوط به نواحی مورد نظر انجام شد. دستورالعمل‌های مربوط به MRI برای آزمایش‌های MRS نیز دنبال شدند. نحوه‌ی کسب داده‌های MRI به‌طور مشابه پیش از شروع تیمار تا 15 دقیقه (رست) و بلافاصله پس از شروع آن تا 15 دقیقه (تسک) انجام شد.

دستورالعمل تصویربرداری با وزن T2 بر اساس تصویربرداری اسپین-اکوی استاندارد TR/TE: 5000/77 میلی‌ثانیه، 2: NEX، 4x4: FOV¹ سانتی‌متر مربع، اندازه‌ی ماتریس 256x256 و ضخامت برش یک میلی‌متر بود. پیش از انجام MRS، وکسل 1x1x1 cm³ در نواحی سه‌گانه‌ی مورد نظر در مورد هر نمونه تعریف شد. به دنبال تنظیم دستی و تنظیم حذف آب، طیف‌های MR پروتون کوتاه مدت پژواک کاملاً آرام، 156 داده با استفاده از تکنیک PRESS، TR/TE=6000/135 ms به دست آمد.

پیش از شروع تست MRS، مهار آب با استفاده از شیمینگ مرتبه‌ی دوم و پالس توالی انتخابی شیفت شیمیایی (CHESS) انجام شد. در پایان آزمایش MRS، سیگنال آب مرجع با خاموش کردن سرکوب آب به دست آمد تا کالیبراسیون غلظت متابولیت انجام شود. دستورالعمل‌های MRI و MRS توصیف‌شده به‌طور مشابه پیش از شروع فرایند تیمار و پس از آن اجرا شدند. تصویربرداری رست و تسک در هر دو مرحله به‌طور متوالی و بدون حرکت دادن نمونه‌ها، با چشمان کاملاً بسته‌ی آن‌ها انجام شد.

مغز انسان یکی از پیچیده‌ترین و حیاتی‌ترین ارگان‌ها است که نه تنها فرایندهای فیزیولوژیکی پایه‌ای را کنترل می‌کند بلکه عملکردهای شناختی بالاتر مانند ادراک، هیجان و آگاهی را نیز مدیریت می‌نماید. درک عملکرد پیچیده‌ی آن از دیرباز هدف اصلی علوم اعصاب بوده است. در دهه‌های گذشته، پیشرفت‌های چشم‌گیری در کشف دینامیک‌های بیوشیمیایی و عملکردی مغز به دست آمده است [1]. میان تکنیک‌های گوناگون تصویربرداری عصبی استاندارد، طیف‌سنجی تشدید مغناطیسی (MRS) به عنوان ابزار غیرتهاجمی قدرتمندی برای بررسی متابولیسم مغز شناخته شده است و بینشی در رابطه با پایه‌های بیوشیمیایی عملکرد و اختلالات عصبی فراهم می‌کند [2].

هم‌زمان با این پیشرفت‌های علمی، توجه روزافزونی به تاثیر پدیده‌های مبتنی بر ذهن و آگاهی بر مغز و بدن معطوف شده است [3]. به‌طور کلی، دو دیدگاه غالب در مورد منشا آگاهی وجود دارد؛ دیدگاه رایج در علوم اعصاب بر این باور است که «آگاهی» را مغز به‌صورت محلی و از طریق فعالیت‌های نورونی ایجاد می‌کند [4]. در مقابل، مفهوم آگاهی غیرمحلی بیان می‌کند آگاهی فراتر از مرزهای فیزیکی مغز گسترش دارد؛ مجموعه‌ای از مطالعات میان‌رشته‌ای، همچون تحقیقات در فیزیک کوانتومی، تجربه‌های نزدیک به مرگ، تله‌پاتی و سایر پدیده‌های مرتبط با آگاهی، این دیدگاه را پشتیبانی می‌کنند [5، 6، 7].

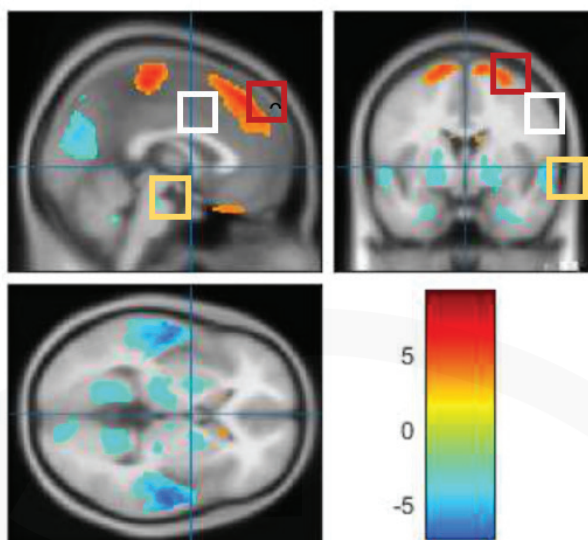
شایان ذکر است تحقیقات اخیر نشان می‌دهند «آگاهی» به‌طور بنیادی با «توجه» (attention) متفاوت است. در حالی که توجه به عنوان عملکرد شناختی پایه‌ای و یکی از نخستین دستاوردهای تکاملی دستگاه عصبی در نظر گرفته می‌شود، آگاهی مجموعه‌ای گسترده‌تر و پیچیده‌تر از فرایندها را در بر می‌گیرد. آگاهی زیربنای عملکردهایی اساسی مانند تصمیم‌گیری، کنترل ارادی اعمال، برنامه‌ریزی برای آینده، بازیابی حافظه و ساخت خودآگاهی است. شواهد علوم اعصاب نشان می‌دهند آگاهی پدیداری (phenomenal consciousness) به‌طور عمده با فعالیت هماهنگ‌شده در نواحی تمپورال-پری‌تال-اکسیپیتال مرتبط است، در حالی که توجه را شبکه‌های فرونتو-پری‌تال که به‌طور انتخابی جنبه‌های خاصی از تجربه را تقویت می‌کنند، هدایت می‌کنند [8].

در رویکرد طاهری، آگاهی به عنوان یکی از عناصر بنیادی هستی در نظر گرفته می‌شود که ماده، انرژی و اطلاعات از آن سرچشمه می‌گیرند. در این چهارچوب، مغز و دستگاه عصبی انسان تولیدکننده‌ی آگاهی نیستند، بلکه نقش گیرنده یا آشکارساز را ایفا می‌کنند؛ مشابه سخت‌افزاری که وظیفه‌ی دریافت و پردازش اطلاعات را بر عهده دارد. این سیستم در هماهنگی با «ذهن» عمل می‌کند؛ ذهن در این دیدگاه مانند نرم‌افزاری عمل می‌کند که اندیس‌های اطلاعاتی لازم را برای بروز آگاهی فراهم می‌کند. هنگامی که عملکرد مغز مختل می‌شود (برای مثال در اثر آسیب) توانایی سیستم برای دریافت و پردازش اطلاعات دچار اختلال می‌شود؛ درست مانند آنتن معیوبی که توانایی دریافت سیگنال را ندارد؛ در نتیجه تجربه‌ی آگاهانه دچار اختلال می‌شود.

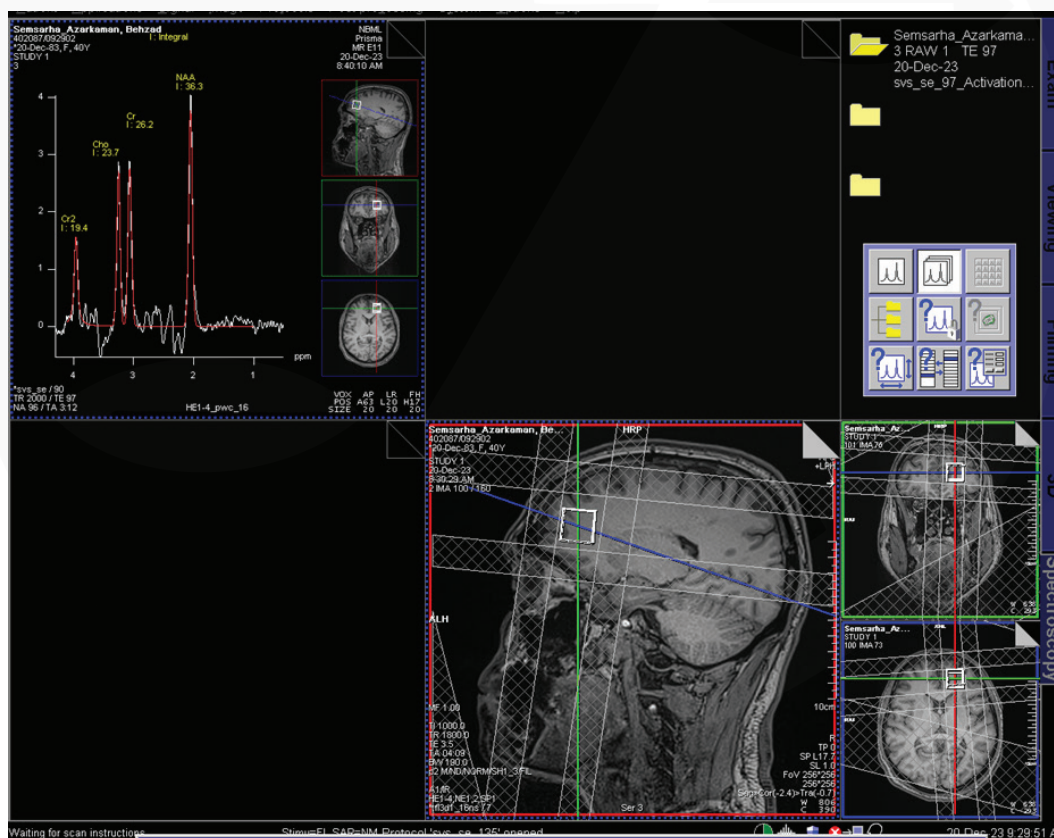
طراحی مطالعه

که بر اساس داده‌ی به دست آمده در نتیجه‌ی ارتباط با میدان شعوری فرادرمانی نه فعال و نه غیرفعال می‌شود، انتخاب شده است (شکل ۱). علت انتخاب ناحیه‌ی سوم آن بوده که به عنوان کنترل منفی، تغییرات احتمالی متابولیک آن در مقایسه با دو منطقه‌ی دیگر بررسی شود. تصاویر مربوط به نواحی منتخب و طیف به دست آمده‌ی MRS در حالت رست در شکل‌های ۲ تا ۴ آمده است.

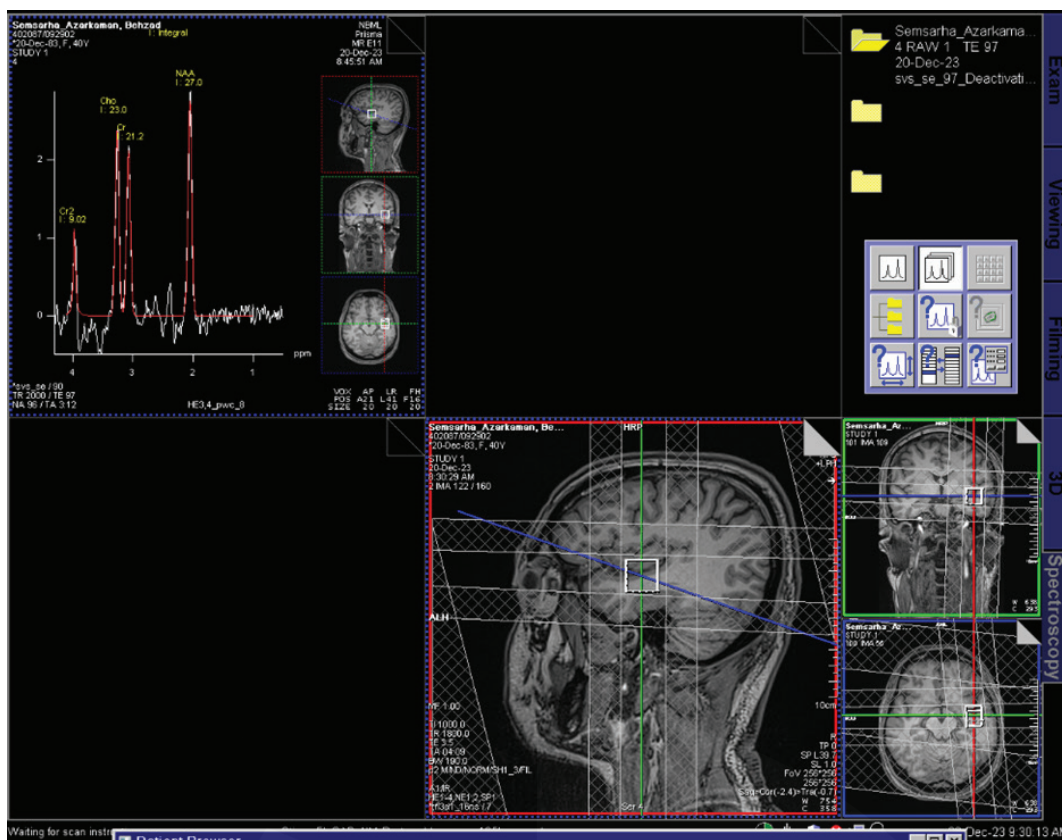
بر اساس داده‌ی حاصل شده از fMRI در مطالعات پیشین، به منظور بررسی تغییرات متابولیک در نواحی فعال شده و غیرفعال شده‌ی مغز فرادرمانگران، سه ناحیه حاوی منطقه‌ی فعال شده (Precentral Gyrus-right)، منطقه‌ی غیرفعال شده (Superior Temporal Gyrus-right) و منطقه‌ای با ابعاد مشابه مابین مناطق فعال و غیرفعال شده



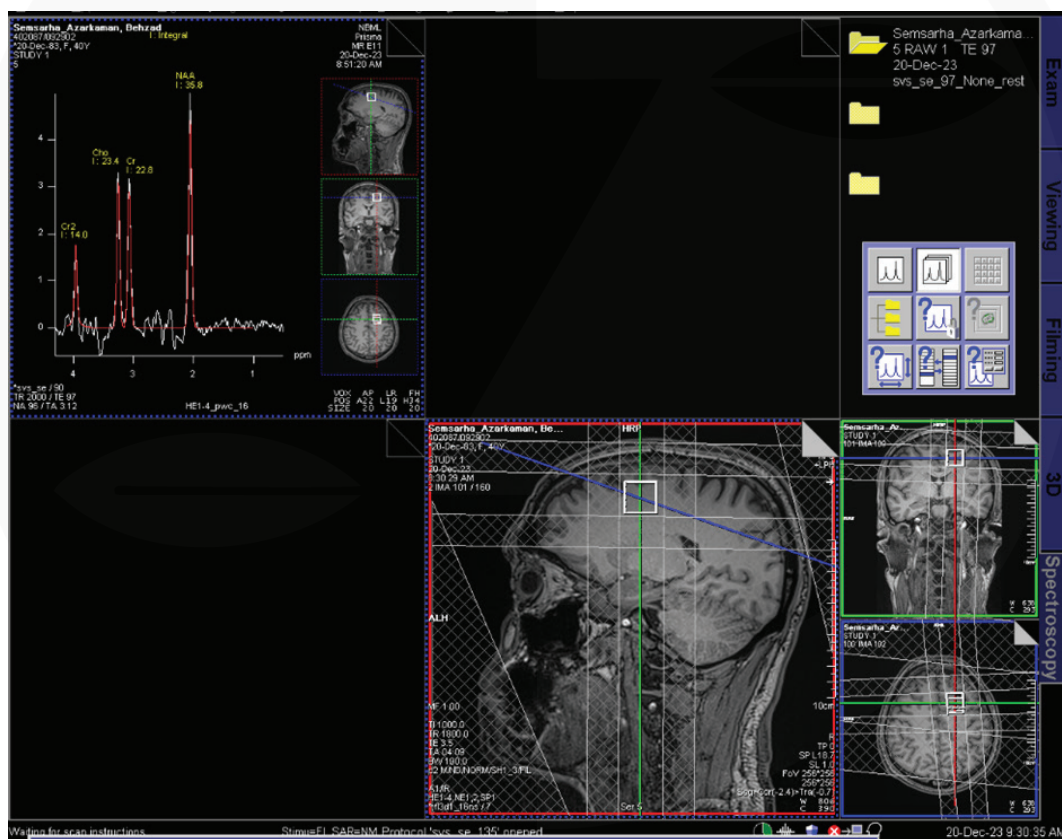
شکل ۱- نواحی سه‌گانه‌ی منتخب بر اساس داده‌ی fMRI. کادر قرمز: ناحیه‌ی فعال شده. کادر زرد: ناحیه‌ی غیرفعال شده. کادر سفید: ناحیه‌ی هیچ‌کدام [۹].



شکل ۲- تصویر MR با وزن T2 یکی از نمونه‌های مورد مطالعه. قراردادن و کسب MRS بر ناحیه‌ی منتخب فعال تحت تیمار میدان شعوری فرادرمانی، همراه طیف پروتون به دست آمده در حالت رست.



شکل ۳- تصویر MR با وزن T2 یکی از نمونه‌های مورد مطالعه، قراردادن و کسل MRS بر ناحیه‌ی منتخب غیرفعال شده تحت تیمار میدان شعوری فرادرمانی، همراه طیف پروتون به دست آمده در حالت رست.



شکل ۴- تصویر MR با وزن T2 یکی از نمونه‌های مورد مطالعه. قراردادن و کسل MRS بر ناحیه‌ی منتخب هیچ‌کدام حین تیمار میدان شعوری فرادرمانی، همراه طیف پروتون به دست آمده در حالت رست.

تجزیه و تحلیل طیف MR

۲. تسک: در این پژوهش به مرحله‌ی 15 دقیقه‌ای دوم که افراد در ارتباط با میدان شعوری فرادرمانی قرار می‌گیرند، تسک گفته می‌شود. این مرحله بلافاصله و بدون قطع زمان در ادامه‌ی رست است و افراد با شنیدن صدای بوقی که بر اساس پیش‌آگاهی به مفهوم شروع ارتباط با میدان است، اتصال خود را شخصا آغاز می‌کنند.

آنالیز آماری

داده‌های به دست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار گرافید (نسخه‌ی 9) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) برای ارزیابی مقادیر متابولیت‌ها در مقایسه‌ی بین نمونه‌های کنترل و آزمون استفاده شد. برای مجموعه داده‌های MRS هر گروه، آزمون Wilcoxon در سطح معناداری 5% برای مقایسه‌ی تغییرات غلظت هر متابولیت، پیش و پس از تیمار با میدان شعوری فرادرمانی استفاده شد. آنالیز پیرسون و محاسبه‌ی مقادیر هم‌بستگی r با در نظر گرفتن پی-ولیو two tailed صورت گرفت. مقدار $p < 0.05$ از نظر آماری معنادار در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

ان-استیل-آسپاراتات (N-acetyl-aspartate)

شکل ۵ تغییرات NAA^۲ و NAAG^۳ را در هر دو ناحیه‌ی فعال و غیرفعال مغز تحت تاثیر میدان شعوری فرادرمانی نشان می‌دهد. NAA یکی از مهم‌ترین ترکیباتی است که در آنالیز MRS ارزیابی و در شیفت شیمیایی 2.0 ppm شناسایی می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود، میانگین جمعیتی NAA در هر دو ناحیه‌ی فعال و غیرفعال مغز روندی کاهشی نشان می‌دهد، در حالی که NAAG روند افزایشی دارد. با این حال، هم‌بستگی منفی پیرسون بین کاهش NAA و افزایش NAAG تنها در ناحیه‌ی فعال مغز دیده می‌شود و نه در ناحیه‌ی غیرفعال. هم‌بستگی مثبت بین NAA و NAAG در ناحیه‌ی غیرفعال نشان‌دهنده‌ی مصرف متابولیکی NAAG است. این امر نشان می‌دهد می‌توان الگوی تغییرات معکوس (مانند الاکلنگ) بین این دو متابولیت را برای ناحیه‌ی فعال مطرح کرد. افزایش NAAG هم‌زمان با کاهش NAA بیانگر آن است که NAAG به NAA هیدرولیز نمی‌شود [11، 12].

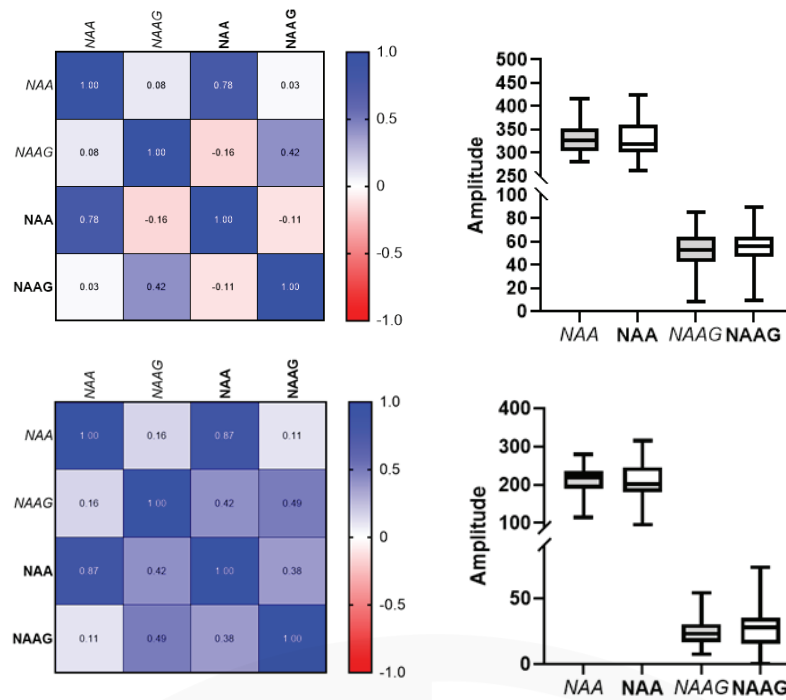
وکسل مورد نظر (VOI) برای آزمایش‌های MRS روی تصاویر با وزن T2 کشیده شد. ما سعی کردیم بین نمونه‌های مختلف دقیقاً نواحی سه‌گانه‌ی VOI یکسانی که نواحی مورد نظر در هر فرد را به طور مشابه پوشش دهد، ایجاد کنیم. هر طیف مربوط به نواحی مورد نظر با استفاده از رابط کاربری گرافیکی‌ای مبتنی بر جاوا تجزیه و تحلیل شد. این رابط که برای تحلیل بسته‌ی کمی MRUI استفاده می‌شود، حاوی مجموعه‌ای پایه‌ای از دانش قبلی با ۵۷ پیک مرتبط با دست کم ۳۴ متابولیت مختلف است. غلظت متابولیت‌ها با توجه به سیگنال آب به عنوان مرجع تعیین شد. بنابراین، تمام دامنه‌ها در هر طیف MR به صورت نیمه‌کمی بیان شد. همچنین، لازم به ذکر است از روش پیشرفته‌ی الگوریتم برازش طیفی دقیق، قوی و کارآمد (AMARES) برای کمی‌سازی استفاده شده است [10].

استفاده از میدان شعوری فرادرمانی

در مطالعه‌ی پیش رو، تجزیه و تحلیل MRS جمعیتی از فرادرمانگران انجام و تغییرات متابولیت‌ها در مناطق مختلف منتخب مغزی آن‌ها هنگام انجام وظیفه (تسک) و استراحت مقایسه شده است. تسک به فعالیتی گفته می‌شود که طی آن فرادرمانگر شخصا به شبکه‌ی شعور کیهانی متصل می‌شود. این مطالعه را کمیته‌ی اخلاق دانشگاه علوم پزشکی ایران تایید کرده است (شناسه‌ی تایید IR.IJUMS.REC.1402.940).

30 فرد بالغ (میانگین سنی: 42 ± 7) همگی سالم و بدون مصرف داروهای حوزه‌ی اعصاب و روان در شش ماه پیش از روز آزمون در گروه مطالعه قرار گرفتند. 40% افراد در مطالعه مرد ($n=12$) و 60% زن ($n=18$) بوده‌اند. طراحی پژوهش‌های انجام شده با تکنیک MRS، شامل یک مرحله‌ی رست 15 دقیقه‌ای (بدون ارتباط با میدان و پیش از تسک) و یک تسک یا حالت ارتباط با میدان شعوری فرادرمانی 15 دقیقه‌ای (بلافاصله پس از پایان مرحله‌ی رست) است. توضیحات بیش‌تر درباره‌ی مقاطع این پژوهش به ترتیب زمانی در ادامه آمده است.

۱. رست: مرحله‌ی 15 دقیقه‌ای ابتدا، که در آن از فرادرمانگران خواسته می‌شود زمانی که در دستگاه MRI قرار گرفته‌اند، چشمان خود را ببندند و بدون نظر به هیچ‌کدام از میدان‌های شعوری، صرفاً در حالت ریلکس و بدون تنش باشند. هدف از این بخش، داشتن داده‌ی کنترل به معنای داده‌ی پایه و پیش از ارتباط با میدان در مورد هر فرد است که در ساخت داده‌ی جمعیتی کنترل یا همان پیش‌ارتباط نقش حیاتی دارد.



شکل ۵- نمودار باکس تغییرات مقادیر متابولیت‌های آسپارات‌ها همراه هم‌بستگی پیرسون آن‌ها در شرایط رست و تسک در منطقه‌ی فعال‌شده‌ی مغز (بالا) و منطقه‌ی غیرفعال‌شده‌ی مغز (پایین). ایتالیک: رست. بولد: تسک.

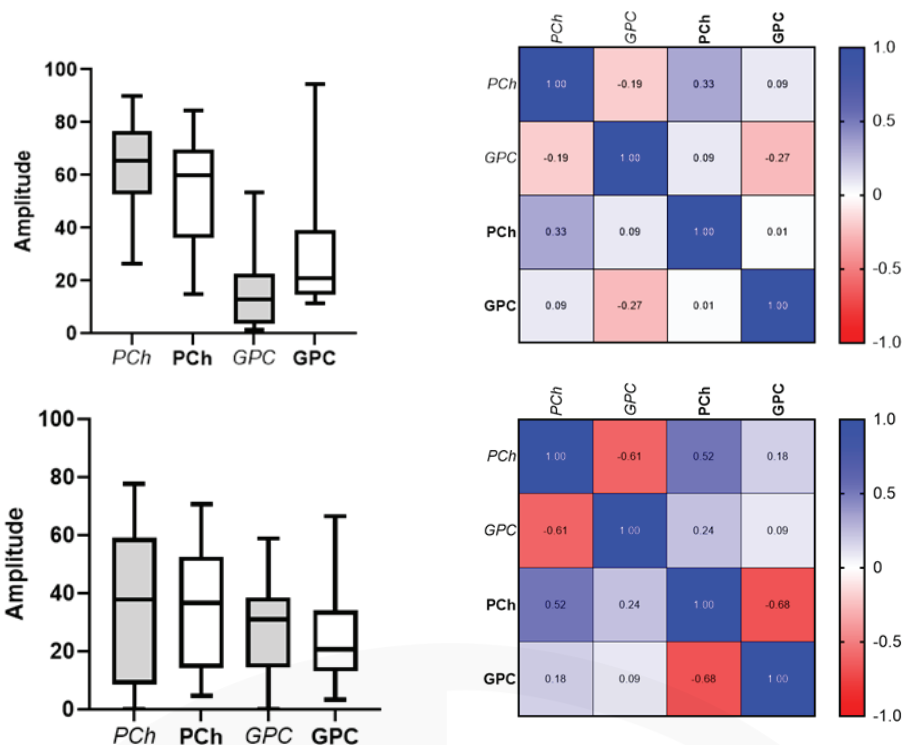
کولین تام

شکل ۶ مقایسه‌ای از تغییرات سطح کولین تام در نواحی فعال و غیرفعال مغز فرادمان‌گران را نشان می‌دهد. همچنین، مقایسه‌ی سطوح کولین تام بین وضعیت تسک و رست در نواحی فعال و غیرفعال مغز فرادمان‌گران در جدول ۱ ارائه شده است. کولین مولکول زیستی ضروری‌ای برای تمام سلول‌ها است و برای سنتز فسفاتیدیل کولین و اسفنگومیلین که از اجزای اصلی غشای سلولی هستند، ضروری است [17]. تشکیل غشاهای سلولی جدید نیازمند مرحله‌ی محدودکننده‌ی برداشت کولین و پس از آن بیوسنتز فسفولیپیدها است [18]. همچنین، کولین پیش‌ساز انتقال‌دهنده‌ی عصبی استیل کولین و دهنده‌ی متیل بتائین است که هر دو در عملکردهای زیستی حیاتی نقش دارند [19].

مغز از بسیاری جهات، از جمله سازوکارهای سنتز لیپید و تولید انرژی، میان سایر اندام‌ها منحصر به فرد است. متابولیت اختصاصی سیستم عصبی (NAA) N-acetylaspartate که از آسپاراتات و استیل کوانزیم A در نورون‌ها سنتز می‌شود، مولکولی کلیدی در این ویژگی‌های بیوشیمیایی متمایز متابولیسم CNS است. در طول تکوین اولیه‌ی CNS پس از تولد، بیان آنزیم‌های لیپوژنیک در الیگودندروسیت‌ها، از جمله آنزیم تجزیه‌کننده‌ی NAA آسپارتوآسیلاز (ASPA)، همراه با افزایش تولید NAA در نورون‌ها افزایش می‌یابد [13].

این مولکول نقش‌های دیگری از جمله نقش بیوانژژیک در میتوکندری‌های عصبی را نیز ایفا می‌کند. تولید آن در سلول، در میتوکندری سلول‌های عصبی بوده و وابسته به ATP است NAA [13، 14]. شکل استیل‌ه‌ی آمینوآسید آسپاراتات است و در غلظت‌های بالا در نورون‌ها یافت می‌شود و به عنوان نشان‌گری از حیات نورونی عمل می‌کند. بنابراین، در هر فرایندی که به از دست رفتن نورون‌ها منجر شود (مانند تومورهای درجه بالا یا بیماری‌های نورودژنراتیو) سطح NAA کاهش می‌یابد [15].

کاهش NAA در مناطق فعال و غیرفعال‌شده‌ی مغز فرادمان‌گران در عین سلامت فیزیولوژیک پایه‌ی مغز، حاکی از عدم وابستگی این رخداد در سطح مغز، به این متابولیت و ATP درون سلولی است. با توجه به نقشی که آسپاراتات در فرایند تولید ATP دارد، کاهش NAA به صورت غیرمستقیم منتهی به کاهش ATP می‌شود. NAA نمایان‌گر بقای نورون‌ها، تنظیم اسمزی عصبی است و NAAG در آزادسازی گلوتامات (مسیر پیشنهادی در منطقه‌ی غیرفعال‌شده با توجه به تغییرات بررسی شده در مورد گلوتامات)، محافظت از نورون‌ها و پلاستیسیته سیناپسی نقش دارد [16].



شکل ۶- نمودار باکس تغییرات مقادیر متابولیت‌های کولین (فسفوکولین و فسفولیسروکولین) همراه هم‌بستگی پیرسون آن‌ها در شرایط رست و تسک منطقه‌ی فعال شده (بالا) و غیرفعال شده‌ی مغز (پایین). ایتالیک: رست، بولد: تسک.

جدول ۱. مقادیر توتال کولین در شرایط تسک و رست مناطق فعال و غیرفعال شده‌ی مغز فرادمانگران. ایتالیک، رست، بولد: تسک.

	Activation		Deactivation	
	<i>PCh+GPC</i>	PCh+GPC	<i>PCh+GPC</i>	PCh+GPC
Minimum	14.67	28.23	15.7	16.8
Maximum	84.61	89.76	80.0	77.4
Range	69.94	61.53	64.3	60.6
Mean	62.19	66.05	48.3	48.1
Std. Deviation	19.51	15.57	16.3	18.3
Std. Error of Mean	4.364	3.482	3.39	3.82

علاوه بر این، تغییرات سطح کولین کل در ناحیه‌ی غیرفعال شده‌ی مغز فرادمانگرها، روندی مشابه فسفوکولین در ناحیه‌ی فعال شده را نشان می‌دهد؛ هرچند با کاهش کم‌تر و روند معکوس برای GPC در مقایسه با ناحیه‌ی فعال شده مشاهده می‌شود.

این مشاهده، همراه با کاهش نسبی فسفوکولین، نشان می‌دهد GPC وارد مسیری خارج از چرخه‌ی choline-GPC شده است (مشابه با وضعیت رست در ناحیه‌ی فعال شده)؛ به‌ویژه مسیرهای مرتبط با سنتز استیل کولین و فسفاتیدیل کولین.

کاهش فسفوکولین در مورد هر دو منطقه‌ی فعال و غیرفعال شده‌ی مغز فرادمانگران در عین عدم وجود محدودیت در کولین، حاکی از کاهش فعالیت آنزیم کولین کیناز در نتیجه‌ی کاهش احتمالی دسترسی به ATP در محیط واکنش آنزیم یا همان سلول‌های عصبی مغز فرادمانگران است. از سوی دیگر بر اساس این داده،

عدم تغییر و افزایش مقادیر کولین تام در نتیجه‌ی تسک به ترتیب در منطقه‌ی غیرفعال شده و در منطقه‌ی فعال شده‌ی مغز فرادمانگران حاکی از عدم محدودیت و کاستی در متابولیت کولین در این مناطق است. از سوی دیگر، روند کاهشی فسفوکولین و روند افزایشی گلیسروفوسفوکولین در ناحیه‌ی فعال شده‌ی مغز، حاکی از توقف نسبی چرخه‌ی تولید فسفوکولین از کولین و عملاً مهار آنزیم کولین کیناز است که با صرف ATP عملکرد خود را انجام می‌دهد. افزون بر این، هم‌بستگی منفی سطوح GPC بین حالت تسک و رست (با در نظر گرفتن افزایش GPC در حالت تسک) نشان‌دهنده‌ی کاهش این متابولیت در حالت رست است که می‌تواند دلالت بر توزیع مجدد آن در مسیرهای متابولیکی خارج از چرخه‌ی choline-GPC داشته باشد (مانند سنتز استیل کولین؛ سیگنالینگ، سنتز فسفاتیدیل کولین؛ تشکیل غشای سلولی).

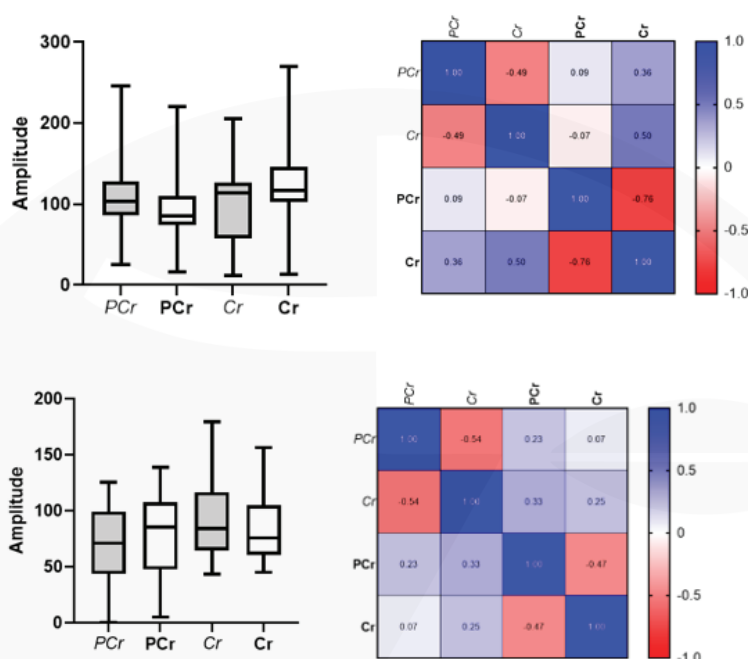
غیرفعال شده‌ی مغز فرادمانگران است که تاییدی در نوع فعالیت برعکس در این نواحی است.

در منطقه‌ی فعال شده، ترند کاهشی فسفوکراتین در میانگین و توزیع جمعیت نمونه‌های آزمون بر خلاف متابولیت کراتین در این نمونه است. در واقع، مشابه با متابولیت‌های کولین، متابولیت فسفریله‌ی کراتین در مقایسه با شکل پایه‌ی آن در این مناطق کاهش می‌یابد. در واقع، تیمار میدان شعوری فرادمانی منجر به کاهش شکل فسفریله‌ی متابولیت کراتین که نیازمند ATP درون سلولی است، می‌شود. هم‌بستگی منفی متابولیت کراتین با فسفوکراتین در رست ($r=-0.49$)، در تسک نیز تکرار می‌شود، با این تفاوت که میزان هم‌بستگی منفی تقویت می‌شود ($r=-0.76$).

متابولیت کلیدی در تمایز بین مناطق فعال شده و غیرفعال شده‌ی مغز فرادمانگران، مولکول GPC است که در مناطق فعال شده افزایش را نشان می‌دهد و این دقیقاً بر خلاف تغییرات غلظت این متابولیت در مناطق غیرفعال شده است.

کراتین کل

تغییرات متابولیت کراتین در شکل ۷ و جدول ۲ نشان داده شده است. کراتین و شکل فسفریله‌ی آن، فسفوکراتین (PCr)، نقش مهم و متمرکزی در حفظ غلظت آدنوزین تری فسفات (ATP) در بافت‌هایی با نیازهای انرژی بالا، مانند ماهیچه‌های اسکلتی، قلب و مغز دارند [20]. نکته‌ی مهم در مقایسه‌ی مناطق فعال و غیرفعال شده در آنالیز باکس، رابطه‌ی عکس تغییرات مقادیر در مناطق فعال و



شکل ۷- مقایسه‌ی مقادیر متابولیت‌های کراتین در آنالیز باکس و بررسی هم‌بستگی پیرسون آن‌ها در نمونه‌های تسک (بولد) و رست (ایتالیک) مناطق فعال شده (بالا) و غیرفعال شده (پایین) مغز فرادمانگران. ایتالیک: رست. بولد: تسک.

نیاز به ATP در حین ارتباط با میدان شعوری در این منطقه است و برعکس این حالت، کراتین فسفریله‌شده در مناطق غیرفعال شده افزایش می‌یابد و مانند متابولیت GPC، به عنوان متابولیت متمایزکننده‌ی مناطق فعال شده و غیرفعال شده‌ی مغز فرادمانگران ایفای نقش می‌کند.

جدول ۲ تغییرات سطح کراتین کل را در شرایط رست و تسک در نواحی فعال و غیرفعال مغز فرادمانگرها نشان می‌دهد. با توجه به عدم تغییرات معنادار مقادیر کراتین تام در مقایسه‌ی حالات رست و تسک در مناطق فعال شده و غیرفعال شده، تغییرات کاهشی مشاهده‌شده در منطقه‌ی فعال شده حاکی از کاهش دسترسی یا

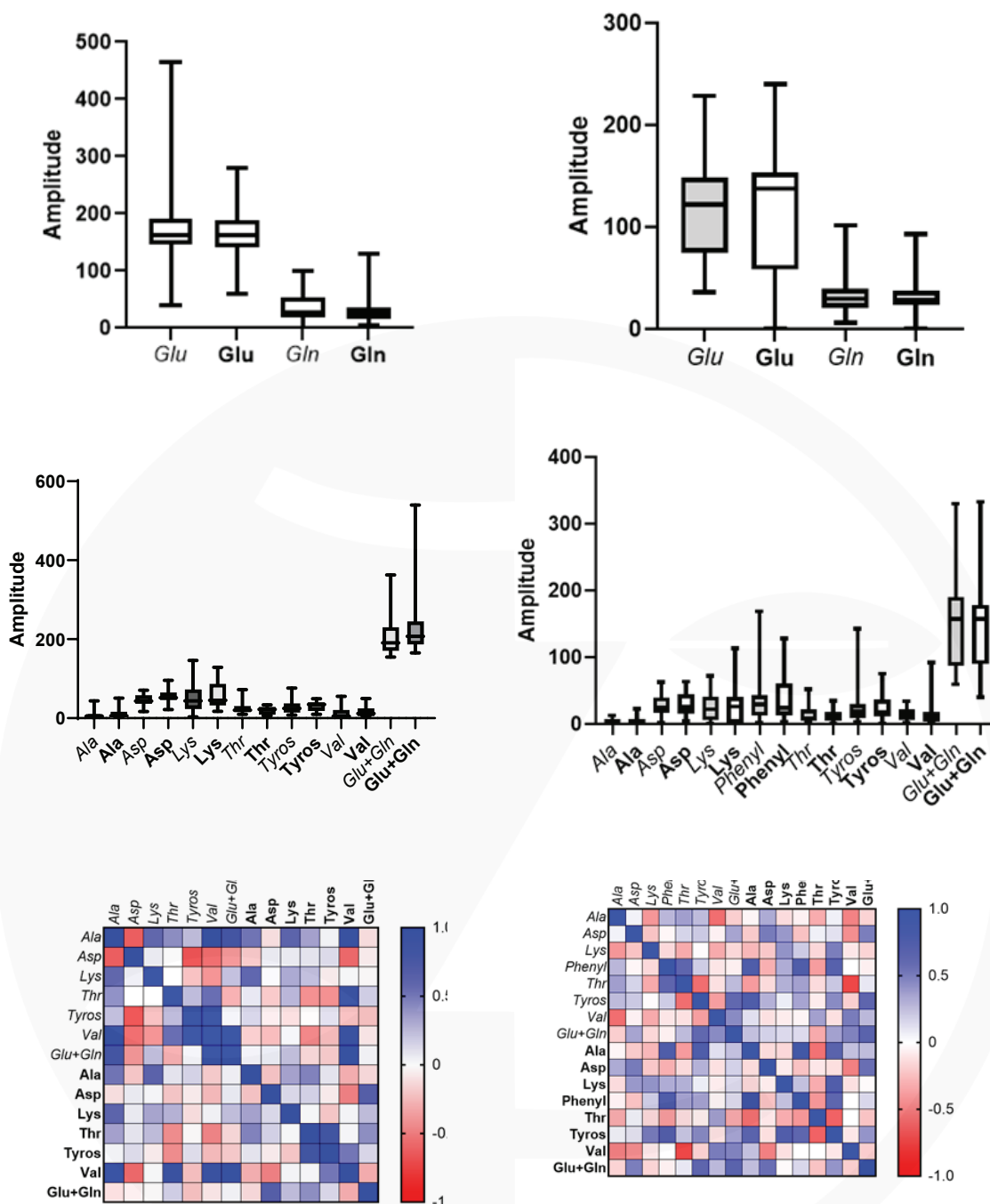
جدول ۲. مقادیر توتال کراتین در شرایط رست و تسک مناطق فعال و غیرفعال شده‌ی مغز فرادمانگران. ایتالیک: رست. بولد: تسک.

	Activation		Deactivation	
	Cr+PCr	Cr+PCr	Cr+PCr	Cr+PCr
Minimum	68.76	73.74	76.2	18.5
Maximum	286.5	265.7	221	217
Range	217.7	191.9	145	198
Mean	203.1	203.0	159	153
Std. Deviation	46.20	41.06	35.1	47.8
Std. Error of Mean	10.33	9.181	7.32	9.97

اسیدهای آمینه

نیست. البته بیشترین میزان بین آمینواسیدها در تمام نمونه‌ها، متعلق به آمینواسیدهای گلوتمات و گلوتامین (با غلبه‌ی گلوتمات) است. همچنین، در مورد مناطق غیرفعال شده شاهد ترند عمومی افزایش گلوتمات در تسک و در مقایسه با حالت رست هستیم.

تغییرات سطح اسیدهای آمینه گلوتمات و گلوتامین، همچنین متابولیت‌های گوناگون اسیدهای آمینه در شکل ۸ نمایش داده شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تغییرات آمینواسیدها بین حالات رست و تسک در مناطق فعال-شده و غیرفعال شده قابل توجه

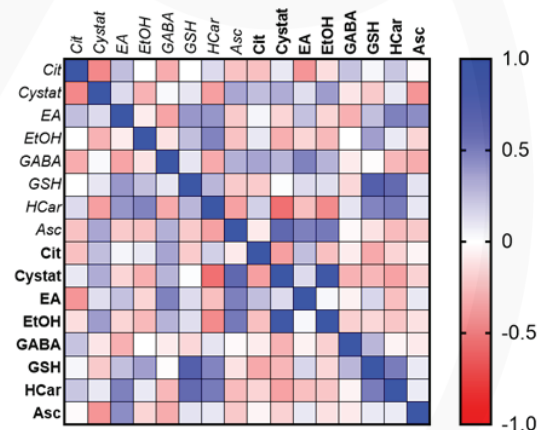
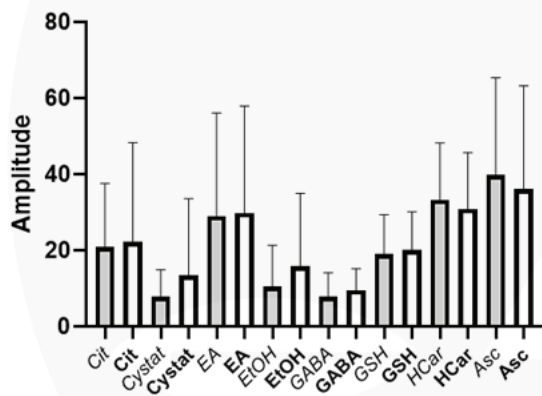
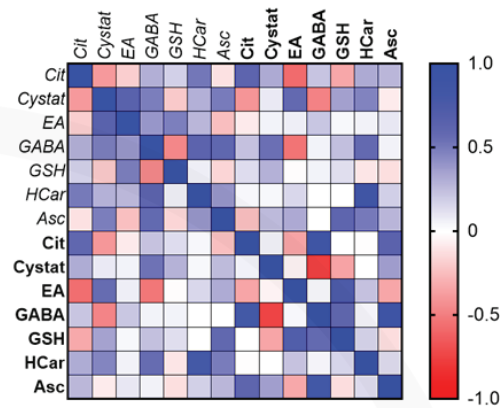
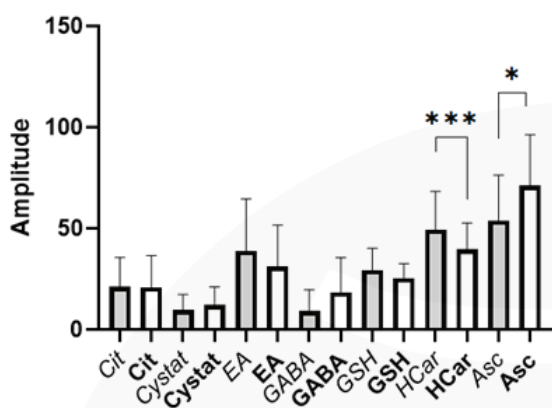


شکل ۸- مقایسه‌ی مقادیر آمینواسیدهای گلوتمات و گلوتامین و انواع متابولیت‌های آمینواسیدی در آنالیز باکس، همراه بررسی هم‌بستگی پیرسون آن‌ها در شرایط تسک و رست مناطق فعال شده (چپ) و غیرفعال شده (راست). ایتالیک: رست. بولد: تسک.

متابولیت‌های دیگر ۱

آسکوربات که با نام ویتامین C نیز شناخته می‌شود، یکی از آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی اصلی است که در غلظت‌های بالا در دستگاه عصبی مرکزی انسان حضور دارد [21]. حفظ غلظت هموستاتیک در حد میلی‌مولار آن نشان‌دهنده‌ی نقش مهم این ترکیب در مغز است؛ اندامی که به‌ویژه در برابر آسیب‌های اکسیداتیو آسیب‌پذیر است [22]. چندین مطالعه نشان می‌دهد که استرس اکسیداتیو به اختلال در عملکرد مغز در پیری طبیعی کمک می‌کند و عامل خطر همیشگی‌ای برای سیستم عصبی و شروع بیماری‌های آن است [23].

مجموعه‌ای از متابولیت‌ها در دسته‌ی قراردادی متابولیت‌های دیگر 1 در این بخش بین شرایط رست و تسک در مناطق فعال و غیرفعال شده‌ی مغز مقایسه شده است. همان‌طور که در شکل ۹ نشان داده شده، در شرایط تسک افزایش معناداری در سطح آسکوربات مشاهده می‌شود که با GABA نیز هم‌بستگی مثبت دارد. از سوی دیگر در مناطق غیرفعال شده، بدون مشاهده‌ی تغییر معنادار متابولیت‌ها در حالات رست و تسک، ترند تغییرات برعکس منطقه‌ی فعال شده در مورد متابولیت آسکوربات قابل توجه است. در واقع در کنار GPC و PCh، آسکوربات نیز روند تغییرات متفاوتی میان مناطق فعال و غیرفعال شده نشان می‌دهد.



شکل ۹- مقایسه‌ی مقادیر متابولیت‌های دیگر ۱ در منطقه‌ی فعال شده (بالا) و غیرفعال شده‌ی (پایین) در شرایط تسک و رست به‌صورت آنالیز باکس و بررسی هم‌بستگی پیرسون آن‌ها. ایتالیک: رست. بولد: تسک.

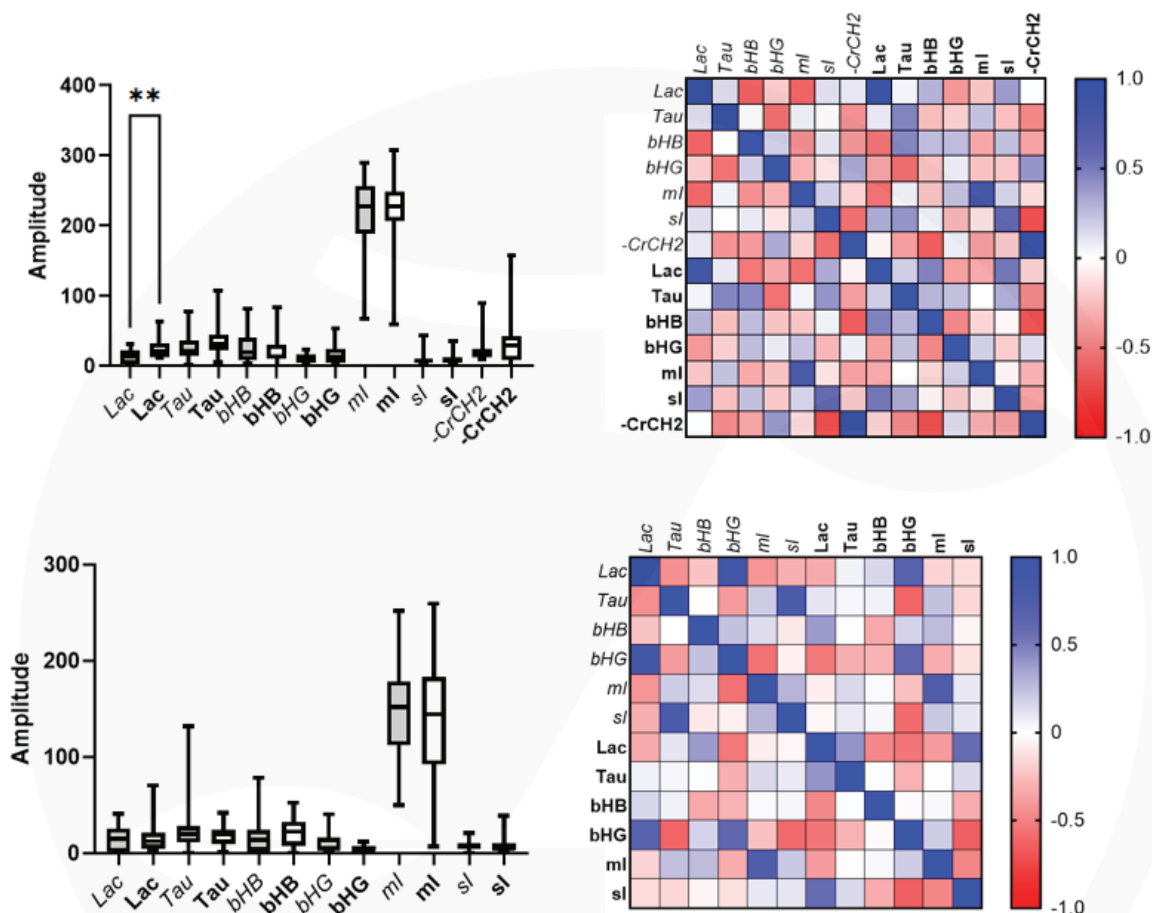
و آمینواسیدها از جمله هیستیدین، به احتمال قوی به کاهش ATP مربوط است) در نتیجه‌ی تیمار میدان شعوری فرادمانی پیشنهاد می‌شود.

متابولیت‌های دیگر ۲

مجموعه‌ای دیگر از متابولیت‌ها در دسته‌ی قراردادی متابولیت‌های دیگر 2، در این بخش در شرایط رست و تسک در مناطق فعال و غیرفعال شده‌ی مغز مقایسه شده است. همان‌طور که در شکل ۱۰ نشان داده شده، افزایش لاکتات در شرایط تسک در ناحیه‌ی فعال تنها تغییر معنادار و قابل توجه میان متابولیت‌های مقایسه‌شده است.

هوموکارنوزین، دی‌پپتیدی منحصر به فرد متشکل از GABA و هیستیدین است که در مغز یافت می‌شود و در مقایسه با سایر پستان‌داران ($<0.07 \text{ mmol/L}$) در مغز انسان با غلظت بسیار بالاتری (0.3-1.6 mmol/l) وجود دارد [24]. هوموکارنوزین در سیتوزول زیرکلاسی از نورون‌های تولیدکننده‌ی گابا است که آنزیم هوموکارنوزین سنتتاز آن را سنتز می‌کند [25]. سوبستراهای آنزیم، هیستیدین و GABA هستند؛ محصولات آن نیز شامل هوموکارنوزین، ADP، منیزیم آزاد و یک یون هیدروژن است [26].

کاهش هوموکارنوزین که محصول واکنش بین سوبستراهای گابا، هیستیدین و ATP به وسیله‌ی آنزیم هوموکارنوزید سنتتاز است، قابل توجه است. با توجه به نتایج این بخش، مهار آنزیم هوموکارنوزید سنتتاز با کاهش سوبستراها (که به دلیل عدم محدودیت در گابا



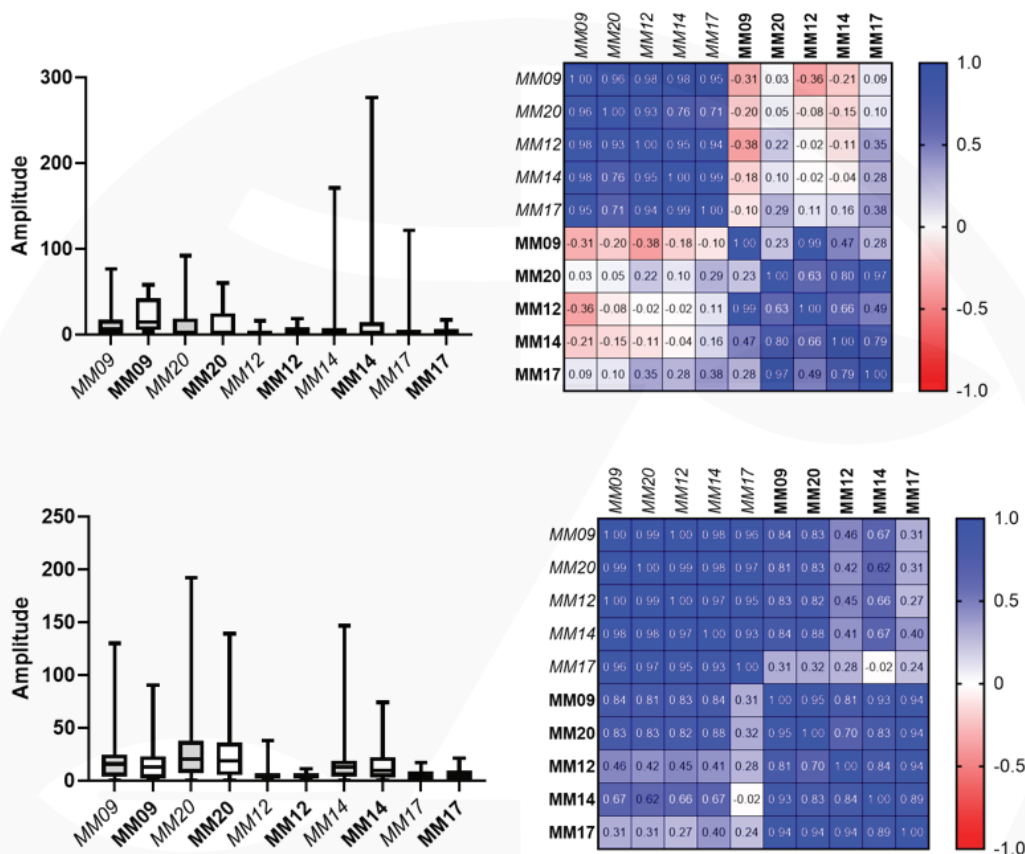
شکل ۱۰- مقایسه‌ی مقادیر برخی متابولیت‌ها به صورت آنالیز باکس و بررسی هم‌بستگی پیرسون آن‌ها در شرایط رست و تسک مناطق فعال شده (بالا) و غیرفعال شده (پایین). ایتالیک: رست. بولد: تسک.

همچنین، میان این دسته‌ی متابولیت‌ها، میواینوزیتول بیش‌ترین میزان متابولیت در شرایط تسک و رست در هر دو منطقه را به خود اختصاص می‌دهد و ترند عمومی تغییرات آن بین منطقه‌ی فعال شده و غیرفعال شده برعکس است (شکل ۱۰). میواینوزیتول پیش‌ساز فسفاتیدیل اینوزیتول (فسفولیپید اصلی حاوی اینوزیتول) و فسفاتیدیل 4،5- بیس فسفات (مولکولی کلیدی در انتقال سیگنال سلولی) است. همچنین، نقش مهمی در تنظیم اسمزی ایفا می‌کند [31]. این متابولیت در منطقه‌ی فعال‌شده‌ی مغز فرادمانگران افزایش را نشان می‌دهد.

متابولیت‌های ماکرومولکولار

انواع متابولیت‌های ماکرومولکولی که متناسب با فرکانس تشخیص دسته‌بندی شده‌اند در این بخش مقایسه شده‌اند.

در طول رشد مغز جنین، سطح لاکتات از مرحله‌ی میانی بارداری به‌میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد. این موضوع نقش حیاتی لاکتات در رشد مغز و تمایز عصبی را برجسته می‌کند [27]. در مغز، آستروسیت‌ها (نوعی سلول گیالی) در پاسخ به سیگنال‌های فعالیت عصبی، به‌طور عمده لاکتات را از گلوکز یا گلیکوژن تولید می‌کنند. نورون‌ها و آستروسیت‌ها همکاری متابولیکی قوی‌ای دارند؛ طوری که لاکتات از آستروسیت‌ها به نورون‌ها منتقل می‌شود تا نیازهای انرژی نورونی را تامین کند. لاکتات علاوه بر تامین انرژی، عملکردهای عصبی مانند تحریک‌پذیری، انعطاف-پذیری و تثبیت حافظه را نیز تعدیل می‌کند. در واقع، لاکتات به‌میزان فزاینده‌ای به عنوان مولکول سیگنال‌دهنده در مغز شناخته می‌شود که متابولیسم، در دسترس بودن سوپسترا، جریان خون و فعالیت عصبی را به هم مرتبط می‌کند [28، 29، 30].



شکل ۱۱- تغییرات ماکرومولکول‌های مختلف در نمونه‌های تسک و رست در آنالیز باکس و بررسی هم‌بستگی پیرسون در منطقه‌ی فعال شده (بالا) و غیرفعال‌شده‌ی (پایین) مغز فرادمانگران. ایتالیک: رست. بولد: تسک.

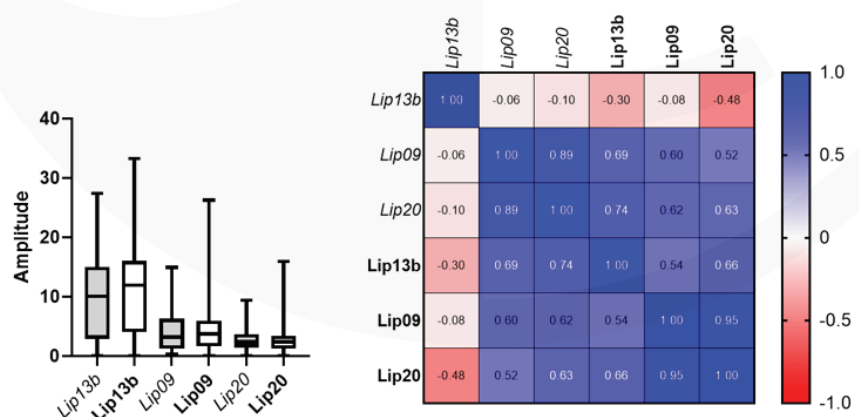
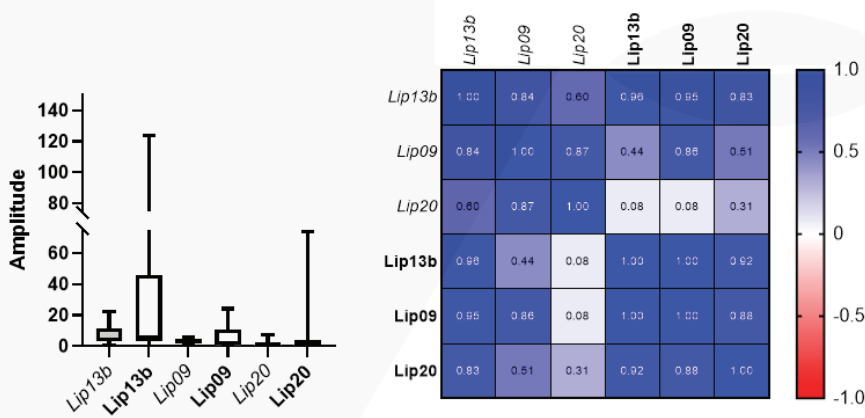
تغییر کوتاه مدت در مرحله‌ی تسک احتمالاً بازتاب‌دهنده‌ی تغییری ناشی از فرادرمانی در پویایی پروتئین‌های درون سلولی یا تعاملات میان گلیال‌ها و نورون‌ها است که نشان‌دهنده‌ی نوعی پاسخ نوروشیمیایی عملکردی و وابسته به وضعیت است و به بررسی‌های بیش‌تر نیاز دارد.

متابولیت‌های لیپیدی

مقایسه‌ی متابولیت‌های لیپیدی در نواحی فعال و غیرفعال مغز منجر به داده‌های قابل تحلیل در طیف‌نگاری تشدید مغناطیسی (MRS) شد که در شکل ۱۲ ارائه شده است. همان‌طور که در نمودارها مشاهده می‌شود تغییرات متوسط مقادیر در نواحی فعال مغز تغییر و روند قابل توجهی را نشان نمی‌دهد. همچنین، هم‌بستگی تغییرات مقادیر عموماً مثبت است و صرفاً در مورد Lip20، عدم هم‌بستگی با سایر لیپیدها در نتیجه‌ی تسک دیده می‌شود. از سوی دیگر، میزان تغییرات در منطقه‌ی غیرفعال شده‌ی مغز قابل توجه است؛ در مورد Lip13b بالاترین سطح لیپیدی میان نمونه‌ها در ناحیه‌ی غیرفعال مغز مشاهده می‌شود و در وضعیت تسک، روند افزایشی آن در میانگین قابل مشاهده است. علاوه بر این، این لیپید هم‌بستگی منفی با سطوح سایر لیپیدها در هر دو وضعیت تسک و رست نشان می‌دهد که بیان‌گر روند معکوس است. طوری که با افزایش Lip13b در شرایط وظیفه، سایر لیپیدها تمایل به کاهش دارند. این موضوع الگوی متمایزی در حالت تحت تیمار با فرادرمانی در مقایسه با وضعیت رست در منطقه‌ی غیرفعال مغز نشان می‌دهد.

همان‌طور که در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود تغییر قابل توجه در مقایسه‌ی بین نمونه‌های تسک و رست در مورد متابولیت‌های ماکرومولکولی در منطقه‌ی فعال شده است. در واقع، همان‌طور که در بررسی هم‌بستگی پیرسون مشاهده می‌شود، روند تغییرات این متابولیت‌ها در کنتراست تسک-رست برعکس است و این حاکی از تغییرات غیرهم‌سو در مقادیر متابولیت‌های ماکرومولکولار است. این تفاوت در منطقه‌ی غیرفعال شده نیز قابل تشخیص است اما به شدت منطقه‌ی فعال شده نیست. با دقت در انواع ماکرومولکول‌ها، ترند افزایشی MM09 در منطقه‌ی فعال شده‌ی مغز قابل توجه است. همان‌طور که در بررسی هم‌بستگی پیرسون، هم‌بستگی منفی مقایسه‌ای مقادیر تسک و رست در منطقه‌ی فعال شده به خوبی حاکی از اثرگذاری تیمار میدان‌های شعوری است، به‌طور ویژه، MM09 در شرایط تسک نسبت به همه‌ی انواع ماکرومولکولی در گروه رست هم‌بستگی منفی نشان می‌دهد که منعکس‌کننده‌ی روند افزایشی این متابولیت در تسک در مقایسه با رست است.

افزایش شدت سیگنال ماکرومولکولی (MM) مانند آن‌چه در فرایند پیری یا اختلالات عصبی مشاهده می‌شود با تغییرات در غلظت کلی پروتئین یا میزان تحرک آن مرتبط دانسته شده است [32، 33]. با این حال در مطالعه‌ی حاضر، شرکت‌کنندگان بزرگسالان سالم با میانگین سنی 42 ± 7 سال بودند و میدان شعوری فرادرمانی تنها به مدت کوتاه ۱۵ دقیقه اعمال شد. با توجه به این شرایط، افزایش مشاهده‌شده در MM09 به دشواری می‌تواند ناشی از فرایندهای پاتولوژیک یا مرتبط با سن باشد. در عوض، این

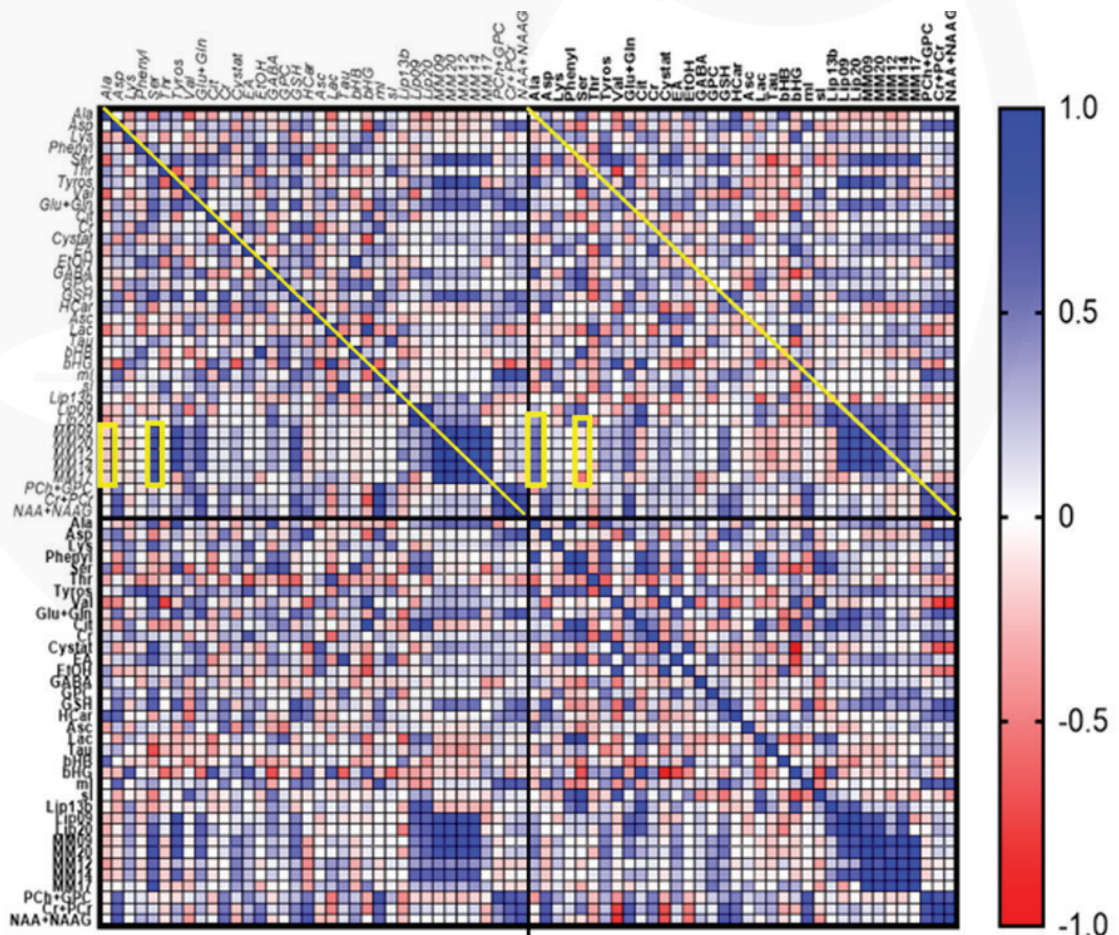
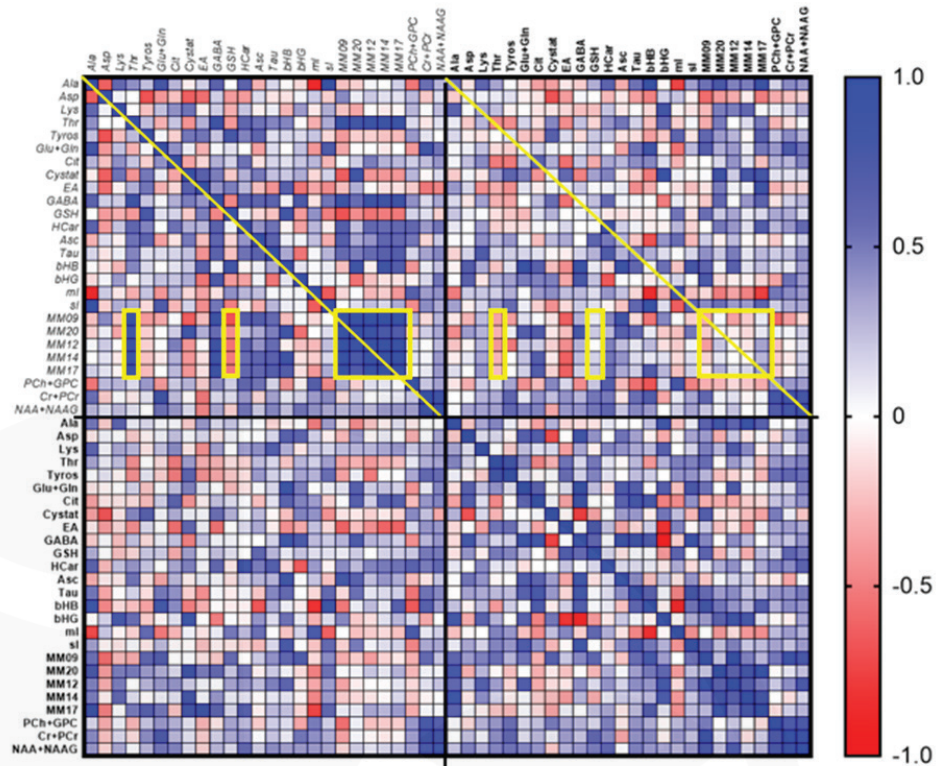


شکل ۱۲- تغییرات متابولیت‌های لیپیدی در شرایط تسک و رست در آنالیز باکس و بررسی هم‌بستگی پیرسون در مناطق فعال (بالا) و غیرفعال شده‌ی (پایین) مغز فرادرمان‌گران. ایتالیک: رست. بولد: تسک.

بررسی هم‌بستگی تمام متابولیت‌ها در کنار هم

در نهایت در نمودارهای شکل ۱۳، پروفایل کلی هم‌بستگی پیرسون و تغییرات در مناطق فعال و غیرفعال شده‌ی مغز فرادمانگران حین ارتباط فرادمانی و در مقایسه با پیش از ارتباط با این میدان آمده است.

شکل ۱۳- نمای کلی تغییرات تمام متابولیت‌های بررسی شده در تمام پژوهش‌های این شماره در شرایط رست و تسک در منطقه‌ی فعال (بالا) و غیرفعال شده‌ی (پایین) مغز فرادمانگران.



فرادرمانی می‌کند؛ ارتباطی که به نظر می‌رسد علاوه بر انواع ماکرومولکول‌های مذکور، با آمینواسیدهای ترئونین، سرین و آلانین نیز مرتبط است.

جمع بندی

در مجموع، تغییر هم‌بستگی پیرسون مجموعه ماکرومولکول‌ها در مقایسه‌ی بین شرایط رست و تسک در هر دو ناحیه‌ی فعال و غیرفعال، به عنوان شاخص مهمی برای بررسی اثر میدان شعوری فرادرمانی به‌ویژه در ناحیه‌ی فعال مغز مطرح می‌شود. علاوه بر این، افزایش ماکرومولکول MM09 و هم‌بستگی منفی آن با سایر متابولیت‌های ماکرومولکولی در ناحیه‌ی فعال نیز به عنوان نشان‌گر دیگری از وضعیت تسک در این ناحیه قابل ذکر است. همچنین، تغییر در هم‌بستگی بین ماکرومولکول‌ها و اسیدآمینوهای ترئونین (در ناحیه‌ی فعال)، سرین و آلانین (در ناحیه‌ی غیرفعال) بیان‌گر نقش ویژه‌ی این اسیدآمینوها در ارتباط با میدان شعوری فرادرمانی در هر دو ناحیه‌ی مورد مطالعه است. علاوه بر این، می‌توان به کاهش نیاز و مصرف مولکول ATP و مسیره‌های متابولیکی وابسته به آن، همراه با تغییر قابل توجه در وضعیت انرژیایی سلول‌های مغزی، به‌ویژه در ناحیه‌ی فعال، اشاره کرد. در این میان، افزایش لاکتات، آسکوربات و MM09 در این نواحی ممکن است نشان‌دهنده‌ی تقویت فرایندهای متابولیکی ثبت‌شده در fMRI باشد. از سوی دیگر، در ناحیه‌ی غیرفعال، بدون مشاهده‌ی تغییرات معنادار، روند کاهش‌ی GPC و آسکوربات و روند افزایشی PCh، گلوتامات و Lip13b، نشان‌دهنده‌ی پاسخ متابولیکی متمایز این ناحیه در مقایسه با ناحیه‌ی فعال مغز است.

همان‌طور که در شکل ۱۳ مشاهده می‌شود، در بررسی هم‌بستگی پیرسون تمام متابولیت‌ها در کنار هم در مناطق فعال و غیرفعال‌شده‌ی مغز، شاهد تغییراتی در پروفایل مقادیر متابولیت‌ها هستیم. در هر دو منطقه‌ی فعال‌شده و غیرفعال‌شده، هم‌بستگی کامل (+1) بین متابولیت‌های یکسان عموماً از بین رفته است (خطوط زردرنگ شکل ۱۳). در منطقه‌ی فعال‌شده ۱۹ متابولیت از ۲۶ متابولیت بررسی شده و در منطقه‌ی غیرفعال‌شده ۱۴ متابولیت از ۲۶ متابولیت. این به معنای آن است که در بیش از ۵۰٪ از متابولیت‌ها شاهد تغییر در روند تغییر مقادیر در مقایسه‌ی تسک و رست در هر دو منطقه هستیم و این داده تاییدی بر اثرگذاری میدان شعوری فرادرمانی بر متابولوم مغز فرادمانگران در محدوده‌ی زمانی این مطالعه است.

از سوی دیگر، در بررسی هم‌بستگی پیرسون تمام متابولیت‌ها در کنار هم، شاهد رفتار متفاوت، به‌خصوص در محدوده‌ی ماکرومولکول‌ها، با سایر متابولیت‌ها هستیم (کادرهای زردرنگ شکل ۱۳). به این صورت که ماکرومولکول‌ها در منطقه‌ی فعال‌شده و در مقایسه‌ی تسک و رست، گذشته از تغییر قابل توجه در هم‌بستگی با دسته‌ی خودشان (که در مقایسه‌ی مستقیم هم بررسی شد) با آمینواسید ترئونین و مولکول GSH نیز تغییر قابل توجه در هم‌بستگی نشان می‌دهند. همچنین، در منطقه‌ی غیرفعال‌شده نیز تغییر هم‌بستگی ماکرومولکول‌ها با آمینواسیدهای سرین و آلانین قابل توجه است. با توجه به بررسی لیپیدها در این منطقه، تغییر هم‌بستگی Lip09 و Lip20 نیز با آمینواسید آلانین قابل توجه است. این تغییر هم‌بستگی با توجه به بررسی پیشین مربوط به معناداری تغییرات، صرفاً از این نظر کاربرد دارد که ما را متوجه تغییر و نوسان قابل توجه در دسته‌ی ماکرومولکول‌ها در ارتباط بین مغز و میدان شعوری

تشکر و قدردانی

نویسندگان از آزمایشگاه ملی نقشه‌برداری مغز ایران (NBML)، تهران، ایران، به‌دلیل ارائه‌ی خدمات ثبت داده برای این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌کنند.

منابع

1. Pessoa, L. (2014). Understanding brain networks and brain organization. *Physics of life reviews*, 11(3), 400–435. <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2014.03.005>
2. Yen, C., Lin, C.-L., & Chiang, M.-C. (2023). Exploring the Frontiers of Neuroimaging: A Review of Recent Advances in Understanding Brain Functioning and Disorders. *Life*, 13(7), 1472. <https://doi.org/10.3390/life13071472>
3. Schwartz, J. M., Stapp, H. P., & Beauregard, M. (2005). Quantum physics in neuroscience and psychology: a neurophysical model of mind-brain interaction. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 360(1458), 1309–1327. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1598>
4. Koch, C., Massimini, M., Boly, M., & Tononi, G. (2016). Neural correlates of consciousness: progress and problems. *Nature reviews. Neuroscience*, 17(5), 307–321. <https://doi.org/10.1038/nrn.2016.22>

5. Dossey, L. (2014). Spirituality and nonlocal mind: A necessary dyad. *Spirituality in Clinical Practice*, 1(1), 29–42. <https://doi.org/10.1037/scp0000001>
6. Lohrey, A., & Boreham, B. (2020). The nonlocal universe. *Communicative & integrative biology*, 13(1), 147–159. <https://doi.org/10.1080/19420889.2020.1822583>
7. Wahbeh, H., Radin, D., Cannard, C., & Delorme, A. (2022). What if consciousness is not an emergent property of the brain? Observational and empirical challenges to materialistic models. *Frontiers in psychology*, 13, 955594. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.955594>
8. Nani, A., Manuello, J., Mancuso, L., Liloia, D., Costa, T., & Cauda, F. (2019). The Neural Correlates of Consciousness and Attention: Two Sister Processes of the Brain. *Frontiers in neuroscience*, 13, 1169. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.01169>
9. Taheri, M. A., Torabi, S., Nabavi, N., Modarresi-Asem, F., Abbasi Sisara, M., Maftoun, P., & Semsarha, F. (2022). Task-fMRI Group and Functional Connectivity Analysis of the Brain During Faradarmani Consciousness Field Connection. *The Scientific Journal of Cosmointel*, 1(2), 46–55. <https://doi.org/10.61450/joci.v1i2.29>
10. Vanhamme, L., van den Boogaart A, & Van Huffel S (1997). Improved method for accurate and efficient quantification of MRS data with use of prior knowledge. *Journal of magnetic resonance (San Diego, Calif. : 1997)*, 129(1), 35–43. <https://doi.org/10.1006/jmre.1997.1244>
11. Barker, P. B., & Lin, D. D. M. (2006). In vivo proton MR spectroscopy of the human brain. *Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy*, 49(2), 99–128. <https://doi.org/10.1016/j.pnmrs.2006.06.002>
12. Oz, G., Alger, J. R., Barker, P. B., Bartha, R., Bizzi, A., Boesch, C., Bolan, P. J., Brindle, K. M., Cudalbu, C., Dinçer, A., Dydak, U., Emir, U. E., Frahm, J., González, R. G., Gruber, S., Gruetter, R., Gupta, R. K., Heerschap, A., Henning, A., Hetherington, H. P., ... MRS Consensus Group (2014). Clinical proton MR spectroscopy in central nervous system disorders. *Radiology*, 270(3), 658–679. <https://doi.org/10.1148/radiol.13130531>
13. Moffett, J. R., Ross, B., Arun, P., Madhavarao, C. N., & Namboodiri, A. M. (2007). N-Acetylaspartate in the CNS: from neurodiagnostics to neurobiology. *Progress in neurobiology*, 81(2), 89–131. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2006.12.003>
14. Ariyannur, P. S., Madhavarao, C. N., & Namboodiri, A. M. (2008). N-acetylaspartate synthesis in the brain: mitochondria vs. microsomes. *Brain research*, 1227, 34–41. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.06.040>
15. Rigotti, D. J., Inglese, M., & Gonen, O. (2007). Whole-brain N-acetylaspartate as a surrogate marker of neuronal damage in diffuse neurologic disorders. *AJNR. American journal of neuroradiology*, 28(10), 1843–1849. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A0774>
16. Castellano, G., Dias, C. S., Foerster, B., Li, L. M., & Covolán, R. J. (2012). NAA and NAAG variation in neuronal activation during visual stimulation. *Brazilian journal of medical and biological research = Revista brasileira de pesquisas medicas e biologicas*, 45(11), 1031–1036. <https://doi.org/10.1590/s0100-879x2012007500128>
17. Zeisel, S. H., & da Costa, K. A. (2009). Choline: an essential nutrient for public health. *Nutrition reviews*, 67(11), 615–623. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2009.00246.x>

18. Inazu M. (2019). Functional Expression of Choline Transporters in the Blood-Brain Barrier. *Nutrients*, *11*(10), 2265. <https://doi.org/10.3390/nu11102265>
19. Dymek, A., Oleksy, Ł., Stolarczyk, A., & Bartosiewicz, A. (2024). Choline—An Underappreciated Component of a Mother-to-Be’s Diet. *Nutrients*, *16*(11), 1767. <https://doi.org/10.3390/nu16111767>
20. Bonilla, D. A., Kreider, R. B., Stout, J. R., Forero, D. A., Kerksick, C. M., Roberts, M. D., & Rawson, E. S. (2021). Metabolic Basis of Creatine in Health and Disease: A Bioinformatics-Assisted Review. *Nutrients*, *13*(4), 1238. <https://doi.org/10.3390/nu13041238>
21. Olufunmilayo, E. O., Gerke-Duncan, M. B., & Holsinger, R. M. D. (2023). Oxidative Stress and Antioxidants in Neurodegenerative Disorders. *Antioxidants*, *12*(2), 517. <https://doi.org/10.3390/antiox12020517>
22. Rice, M. E. (2000). Ascorbate regulation and its neuroprotective role in the brain. *Trends in neurosciences*, *23*(5), 209–216. [https://doi.org/10.1016/s0166-2236\(99\)01543-x](https://doi.org/10.1016/s0166-2236(99)01543-x)
23. Trofin, D.-M., Sardaru, D.-P., Trofin, D., Onu, I., Tutu, A., Onu, A., Onită, C., Galaction, A. I., & Matei, D. V. (2025). Oxidative Stress in Brain Function. *Antioxidants*, *14*(3), 297. <https://doi.org/10.3390/antiox14030297>
24. Hetherington, H., Petroff, O., Jackson, G. D., Kuzniecky, R. I., Briellmann, R. S., & Wellard, R. M. (2000). Magnetic resonance spectroscopy. *Magnetic Resonance in Epilepsy: Neuroimaging Techniques*, 333-384. <https://doi.org/10.1016/B978-012431152-7/50017-3>
25. Veiga-da-Cunha, M., Chevalier, N., Stroobant, V., Vertommen, D., & Van Schaftingen, E. (2014). Metabolite proofreading in carnosine and homocarnosine synthesis: molecular identification of PM20D2 as β -alanyl-lysine dipeptidase. *The Journal of biological chemistry*, *289*(28), 19726–19736. <https://doi.org/10.1074/jbc.M114.576579>
26. Hetherington, H., Petroff, O., Jackson, G. D., Kuzniecky, R. I., Briellmann, R. S., & Wellard, R. M. (2000). Magnetic resonance spectroscopy. *Magnetic Resonance in Epilepsy: Neuroimaging Techniques*, 333-384. <https://doi.org/10.1016/B978-012431152-7/50017-3>
27. Nordström, L., Achanna, S., Naka, K., & Arulkumaran, S. (2001). Fetal and maternal lactate increase during active second stage of labour. *BJOG : an international journal of obstetrics and gynaecology*, *108*(3), 263–268. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2001.00034.x>
28. Alberini, C. M., Cruz, E., Descalzi, G., Bessières, B., & Gao, V. (2018). Astrocyte glycogen and lactate: New insights into learning and memory mechanisms. *Glia*, *66*(6), 1244–1262. <https://doi.org/10.1002/glia.23250>
29. Beard, E., Lengacher, S., Dias, S., Magistretti, P. J., & Finsterwald, C. (2022). Astrocytes as Key Regulators of Brain Energy Metabolism: New Therapeutic Perspectives. *Frontiers in physiology*, *12*, 825816. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.825816>
30. Benarroch, E. (2024). What Is the Role of Lactate in Brain Metabolism, Plasticity, and Neurodegeneration?. *Neurology*, *102*(9), e209378. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000209378>
31. Chhetri, D. R. (2019). Myo-Inositol and Its Derivatives: Their Emerging Role in the Treatment of Human Diseases. *Frontiers in pharmacology*, *10*, 1172. <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.01172>

32. Cudalbu, C., Behar, K. L., Bhattacharyya, P. K., Bogner, W., Borbath, T., de Graaf, R. A., Gruetter, R., Henning, A., Juchem, C., Kreis, R., Lee, P., Lei, H., Marjańska, M., Mekte, R., Murali-Manohar, S., Považan, M., Rackayová, V., Simicic, D., Slotboom, J., Soher, B. J., ... Mlynárik, V. (2021). Contribution of macromolecules to brain ¹ H MR spectra: Experts' consensus recommendations. *NMR in biomedicine*, 34(5), e4393. <https://doi.org/10.1002/nbm.4393>
33. Akiyama, Y., Yokoyama, R., Takashima, H., Kawata, Y., Arihara, M., Chiba, R., Kimura, Y., Mikami, T., & Mikuni, N. (2021). Accumulation of Macromolecules in Idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus. *Neurologia medico-chirurgica*, 61(3), 211–218. <https://doi.org/10.2176/nmc.oa.2020-0274>

نویسندگان از سرکار خانم پانید هدایتی بابت ویراستاری ادبی این شماره تشکر و قدردانی میکنند.



بررسی تغییر در مقادیر متابولیت‌های مغز فرادرمانگران حین ارتباط با میدان شعوری فرادرمانی با استفاده از طیف‌سنجی رزونانسی مغناطیسی پروتون

همواره چپستی و چه‌گونگی تجلی شعور در انسان از چالش‌های مهم علمی بوده است. تلاش‌های بسیاری در علوم اعصاب با تمرکز بر مغز انسان انجام شده تا با بررسی فعالیت الکتریکی نورون‌ها یا تغییرات بیوشیمیایی در سطح مغز، ماهیت و عملکرد شعور مشخص شود. در دیدگاه طاهری، شعور (ط) عنصر اساسی کیهان است و نه تنها جنبه‌ی فیزیکی ندارد، بلکه ماده، انرژی و اطلاعات نیز از آن سرچشمه می‌گیرند. در این رویکرد، در رابطه با شعور در سطح انسان، مغز به آنتنی تشبیه می‌شود که نقش گیرنده و آشکارساز را دارد. در واقع، ذهن به عنوان مدیر یا اپراتور اطلاعات را به مغز مخابره می‌کند و به دنبال آن تغییر فعالیت الکتریکی و بیوشیمیایی در سطح مغز آشکار می‌شود.

بررسی متابولیت‌های مغز تحت تاثیر میدان شعوری فرادرمانی این امکان را فراهم می‌کند تا به‌طور عینی پاسخ بیوشیمیایی مغز را به دنبال انتقال اطلاعات از ذهن مشاهده کنیم. در این شماره داده‌های به دست آمده در وهله‌ی نخست تغییرات نواحی مختلف مغز را نشان می‌دهد و در وهله‌ی بعدی به شکل موشکافانه‌ای تغییر در متابولیت‌های کلیدی را تحت تاثیر این میدان شعوری بررسی می‌کند.