

## اثربخشی تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای مکرر بر توجه انتخابی افراد سالم Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation on selective attention in healthy adults

Hoseini Baharanchi, Fahimeh Sadat

حسینی بهاراتچی، فهیمه سادات<sup>۱\*</sup>

Rostami, Reza

رستمی، رضا<sup>۲</sup>

### چکیده

### Abstract

Previous studies have shown that repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) induced enhancement in individuals' cognitive processes. Executive functions, particularly selective attention are one of the known underlying parts of cognitive processes by which human being can behave intelligent behavioral such as programming, reasoning and problem solving. Functional neuroimaging investigations demonstrated that selective attention is associated with the left dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC). The aim of this study is investigating the effect of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) on stroop task performance in healthy adults. Therefore thirty healthy subjects underwent single session of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) with frequency of 10 HZ, intensity of 110%RMT and duration of 12 minutes, on their left dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC) and performed colour-word stroop task before and after stimulation. Response times for congruent and incongruent stimuli were recorded and stroop interference was calculated. Results demonstrated that response time for congruent stimuli has improved significantly in active group compared to sham group although there was no significant change in incongruent stimuli response time and stroop interference. These findings confirmed the role of left dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC) in top-down attentional control and also declared that high frequency repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) on left dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC) has positive effect on selective attention.

**Keywords:** rTMS, DLPFC, selective attention, stroop

مطالعات قبلی نشان داده است که تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای مکرر مغز می‌تواند موجب بهبود پردازش‌های شناختی افراد گردد. یکی از بخش‌های زیربنایی پردازش‌های شناختی کارکردهای اجرایی به‌ویژه توجه انتخابی است. مطالعات مربوط به تصویربرداری عصبی نشان داده است که ناحیه‌ی خلفی جانبی پیش‌پیشانی چپ مغز با توجه انتخابی ارتباط دارد. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثربخشی تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای مکرر مغز بر عملکرد افراد سالم در اجرای تکلیف رنگ-واژه استروپ است. بدین منظور ۳۰ آزمودنی سالم تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای مکرر را بر روی ناحیه‌ی خلفی جانبی پیش‌پیشانی چپ با فرکانس ۱۰ هرتز دریافت کردند، به‌طوری‌که آنها قبل و بعد از تحریک به‌انجام تکلیف رنگ-واژه استروپ پرداختند. تجزیه و تحلیل نتایج نشان داد که در گروه فعال نسبت به گروه خاموش زمان پاسخ افراد به محرک‌های هم‌خوان به شکل معناداری بهبود یافته است ولی در خصوص محرک‌های ناهم‌خوان تفاوت معناداری مشاهده نشد. یافته‌های این پژوهش علاوه بر این که مؤید نقش ناحیه‌ی خلفی جانبی پیش‌پیشانی چپ در کنترل توجه بالا به‌پایین است، نشان‌می‌دهد که تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای مکرر مغز با فرکانس بالا در این ناحیه‌ی خلفی جانبی پیش‌پیشانی چپ می‌تواند اثرات مثبتی بر توجه انتخابی افراد بر جای بگذارد.

**کلمات کلیدی:** تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای مکرر، خلفی جانبی پیش‌پیشانی چپ، توجه انتخابی، استروپ.

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه روانشناسی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران  
f.baharan@gmail.com

<sup>۲</sup> دکترای تخصصی، استاد گروه روانشناسی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران rezaras@gmail.com

## مقدمه

مطالعات قبلی نشان داده است که تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای مکرر می‌تواند با تغییر وضعیت عصبی افراد، خلق و شناخت آنها را تحت تأثیر قرار دهد و اطلاعات بیشتری را در خصوص نحوه عملکرد مدار عصبی دخیل در کارکردهای اجرایی فراهم نماید (موزر و همکاران، ۲۰۰۲). پژوهش‌های قبلی در خصوص اثر تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای مکرر با فرکانس بالا اثرات مثبتی را بر کارکردهای اجرایی بیماری‌های عصب‌روان‌پزشکی از جمله افسردگی (مارتین و همکاران، ۲۰۰۳؛ حاجی عبدالهی، ۱۳۹۰)، اسکیزوفرنی (کاظمی، ۱۳۹۱) نشان داده است. اگرچه در برخی از مطالعات اثرات تسهیل‌گر این نوع تحریک در تکالیفی که نیاز به کنترل توجه داشتند مشاهده گردید (واندره‌زالت، ۲۰۰۶، ۲۰۱۰؛ هوانگ و همکاران، ۲۰۱۰؛ کیم و همکاران، ۲۰۱۲) لیکن در خصوص ارتقای کارکردهای اجرایی به‌وسیله تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای مکرر در نمونه سالم شواهد کمی وجود دارد.

کارکردهای اجرایی به‌عنوان یک فرایند پیچیده شناختی در انسان نیاز به هم‌آهنگی همزمان چند زیرفرایند برای رسیدن به یک هدف مشخص دارد (لزاک، ۲۰۰۴). توجه انتخابی یکی از بخش‌های مهم کارکردهای اجرایی به شمار می‌رود که در توانایی پردازش محرک مرتبط و نادیده گرفتن محرک غیرمرتبط با تکلیف به‌منظور هدایت پاسخ‌های مربوط به‌اجرای تکلیف نقش اساسی ایفا می‌کند (کوهن، ۱۹۹۹). اثر استروپ در مطالعات مربوط به توجه انتخابی مفهوم مهمی به شمار می‌رود (بانیش، ۲۰۰۱). اصل مهم در اثر استروپ این است که خواند واژه -به عنوان یک توانایی آموخته شده نیرومند- با نام‌گذاری رنگ واژه تداخل می‌کند. این تداخل وقتی به‌حداکثر خود می‌رسد که رنگ واژه نوشته شده با معنای واژه یکسان نباشد (موارد ناهم‌خوان؛ برای مثال واژه «قرمز» با رنگ سبز نوشته شود) و تکلیف فرد نام‌گذاری رنگ واژه باشد. اثر استروپ با پاسخ‌های کندتر افراد در نام‌گذاری موارد ناهم‌خوان نسبت به‌موارد هم‌خوان شناخته می‌شود (استروپ، ۱۹۳۵). از طرفی مطالعات تصویربرداری عملکردی، ارتباط میان توجه انتخابی و فعالیت ناحیه‌ی خلفی جانبی پیش‌پیشانی را نشان داده است (هاداند و همکاران، ۲۰۰۱). اگرچه مطالعات زیادی وجود دارد که نقش این ناحیه را در توجه انتخابی تأیید کرده‌اند، لیکن هنوز در خصوص دخالت نواحی خلفی جانبی پیش‌پیشانی و قشر سینگولای قدامی در اجرای تکلیف استروپ بحث‌هایی وجود دارد (راش ورت، ۲۰۰۲). پژوهش‌های قبلی نشان داده است که فعالیت خلفی جانبی پیش‌پیشانی چپ در طول تکالیفی که نیاز به‌نگهداری توجه روی یک محرک، همزمان با سرکوب کردن محرک منحرف‌کننده دارد افزایش می‌یابد (اگنر و هیرش، ۲۰۰۵؛ هیر و همکاران، ۲۰۰۹؛ مک دونالد، ۲۰۰۰) و میزان فعالیت این ناحیه با عملکرد افراد در تکلیف استروپ همبستگی دارد (فلودن و همکاران، ۲۰۱۱).

از طرفی مطالعات روی افراد سالم از این‌جهت که خلق افراد در طول مداخله تا حد زیادی کنترل شده و دست‌خوش تغییر نخواهد شد حائز اهمیت هستند. چرا که خلق افراد می‌تواند کارکردهای اجرایی آنان را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین در مطالعه حاضر سعی بر این است که اثر تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای مکرر قشر خلفی جانبی پیش‌پیشانی چپ بر عملکرد افراد در اجرای تکلیف رنگ-واژه استروپ موردبررسی قرارگیرد. بر اساس مطالعات قبلی در خصوص اثر مثبت این روش روی توجه انتخابی افراد سالم (هوانگ و همکاران، ۲۰۱۰؛ واندره‌زالت و همکاران، ۲۰۰۶a، ۲۰۱۰) انتظار می‌رود که نتایج پژوهش حاضر، بهبود عملکرد افراد در اجرای تکلیف استروپ را در گروه فعال نسبت به‌گروه خاموش نشان دهد.

## روش اجرا

پژوهش حاضر از نوع طرح آزمایشی پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل به‌صورت دو سر کور و تصادفی است. به‌این منظور ۳۰ نفر داوطلب سالم به شکل تصادفی به دو گروه ۱۵ نفره (فعال و خاموش) اختصاص یافته و گروه فعال تحت تحریک مغناطیسی مکرر و گروه خاموش تحت تحریک خاموش قرار گرفتند. معیارهای ورود عبارت بودند از راست دست بودن (ارزیابی با پرسشنامه دست برتری ادینبورگ) (اولفیلد، ۱۹۷۱)، سن ۲۰ تا ۴۰ سال، سلامت روان‌پزشکی (ارزیابی با پرسشنامه سلامت عمومی-۱۲ سوالی) (مک‌میکان و لیسمن، ۱۹۷۵) و عدم دریافت تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای.

آزمودنی‌ها (چه در گروه فعال و چه در گروه خاموش) قبل و بعد از دریافت تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای به‌انجام آزمون رنگ-واژه استروپ پرداختند. این آزمون اولین بار در سال ۱۹۳۵ توسط رایدلی استروپ به‌منظور اندازه‌گیری توجّه انتخابی و انعطاف‌پذیری شناختی معرفی شد. در واقع آزمون استروپ شکل واحدی ندارد و شکل‌های مختلف آن بر اساس اهداف پژوهشی متفاوت تهیه شده است. آزمون مورد استفاده در پژوهش حاضر به‌صورت رایانه‌ای و شامل رنگ‌های زرد، قرمز، سبز و آبی است. محرک‌ها عبارتند از ۴۸ محرک هم‌خوان (رنگ واژه با معنای آن یکسان است؛ به‌عنوان مثال واژه "قرمز" با رنگ قرمز نشان داده می‌شود) و ۴۸ محرک ناهم‌خوان (رنگ واژه با معنای آن یکسان نیست؛ برای مثال واژه "قرمز" با رنگ آبی نشان داده می‌شود). جهت کنترل اثر پیش‌آزمون، آزمودنی‌ها قبل از اجرای اصلی به‌اجرای تمرین پرداختند. زمان پاسخ آزمودنی‌ها قبل و بعد از تحریک ثبت شده و اندازه اثر تداخل محاسبه گردید.

هر آزمودنی بسته به اینکه در کدام یک از دو گروه موردنظر باشد، یک جلسه تحریک مغناطیسی فعال یا خاموش در قشر خلفی جانبی پیش‌پیشانی چپ دریافت می‌کند. پارامترهای تحریک مغناطیسی که بر اساس راهنمای ایمنی، ملاحظات اخلاقی و نحوه استفاده تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای در حوزه درمان و پژوهش (روسی و همکاران، ۲۰۰۹) تعیین گردیده است عبارتند از فرکانس ۱۰ هرتز، ۱۰۰٪ آستانه استراحت حرکتی، ۲۲ قطار ۵ ثانیه‌ای، با فواصل ۲۵ ثانیه‌ای و بنابراین مجموعاً ۱۲۰۰ پالس در ۱۲ دقیقه. محل تحریک توسط لازم به‌ذکر است تحریک خاموش به‌واسطه مماس کردن لبه یکی از بال‌های کویل پروانه ای-شکل با زاویه‌ای ۴۵ درجه بر روی جمجمه‌ی فرد، اعمال می‌گردد (جورج و بلمیکر، ۱۳۹۵، ص ۱۷۲)، به‌طوری‌که بدون این‌که تحریک مغناطیسی در ناحیه قشری دریافت شود احساس تحریک در فرد ایجاد می‌گردد. رضایت نامه شرکت در طرح از همه آزمودنی‌ها دریافت شده و به‌آنان گفته شده بود که در هر زمانی که بخواهند می‌توانند پژوهش را ترک نمایند. پس از جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از آزمون تی مقادیر دو گروه در پیش‌آزمون و پس از آزمون مقایسه شده و با استفاده از تحلیل کوواریانس تفاوت مقادیر پاسخ بین دو گروه، با کنترل اثر پیش‌آزمون، بررسی گردید. لازم به‌ذکر است پژوهش حاضر توسط کمیته اخلاق دانشگاه تهران تأیید شده (کد اخلاق: *ir.ut.rec.1395010*) و در سایت کارآزمایی بالینی به‌ثبت رسیده است (کد ثبت: *IRCT2017041733488N1*).

## نتایج

همه ۳۰ آزمودنی به‌جز یک نفر (که بعداً فرد جدیدی جای‌گزین آن گردید)، مرحله‌ی مداخله‌ی تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای مکرر را بدون هیچ شکایتی پشت سر گذاشتند. میانگین سنی (انحراف استاندارد) آزمودنی‌های مورد مطالعه ۲۷،۲ (۵،۰۲) سال بود و ۲۵ (۸۳٪) آزمودنی زن بودند. برای بررسی همگن بودن دو

گروه از نظر متغیر سن از آزمون تی و از نظر متغیرهای تحصیلات و جنسیت از آزمون کای اسکوئر استفاده گردید.

جدول ۱: اطلاعات جمعیت شناختی آزمودنی‌ها

مقدار P	گروه خاموش		گروه فعال		
	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	
۰,۲۷	۵,۹۸	۲۸,۳	۵,۰۲	۲۶,۱	سن (سال)
۰,۴۹	۲,۷۲	۱۸,۵۳	۳,۰۹	۱۷,۸۰	تحصیلات (سال)
	درصد	تعداد	درصد	تعداد	
۰,۶۲	۸۰	۱۲	۸۷	۱۳	جنسیت
	۲۰	۳	۱۳	۲	زن مرد

همان‌طور که جدول ۱ نشان می‌دهد دو گروه فعال و خاموش از نظر سن، جنسیت و تحصیلات همگن هستند ( $P > 0.05$ ). از آزمون تی برای مقایسه میانگین متغیرها در دو گروه، قبل از تحریک و نیز بعد از تحریک، استفاده شد که تنها مقایسه میانگین زمان پاسخ به‌موارد ناهم‌خوان قبل از تحریک، معنادار گردید ( $P = 0.04$ ). میانگین و انحراف استاندارد زمان پاسخ به محرک‌های هم‌خوان و زمان پاسخ به محرک‌های ناهم‌خوان و اثر تداخل در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. «انحراف استاندارد  $\pm$  میانگین» زمان پاسخ به محرک هم‌خوان و محرک ناهم‌خوان و اثر تداخل استروپ

	گروه خاموش		گروه فعال	
	بعد	قبل	بعد	قبل
زمان پاسخ به محرک هم‌خوان	۸۱۰,۳۸ $\pm$ ۱۱۳,۳۹	۸۶۴,۶۸ $\pm$ ۲۶۹,۹۵	۷۲۹,۴۰ $\pm$ ۱۲۴,۳۱	۷۹۷,۷۹ $\pm$ ۱۳۱,۶۷
زمان پاسخ به محرک ناهم‌خوان	۹۲۴,۹۵ $\pm$ ۱۸۲,۳۴	۱۰۴۲,۰۹ $\pm$ ۱۸۹,۵۲	۸۵۴,۸۱ $\pm$ ۱۵۳,۱۸	۹۱۴,۸۰ $\pm$ ۱۴۲,۴۴
اثر تداخل استروپ	۱۱۴,۵۶ $\pm$ ۱۰۵,۴۹	۱۷۷,۴۱ $\pm$ ۱۹۳,۰۴	۱۲۵,۴۱ $\pm$ ۸۴,۶۸	۱۱۷,۰۱ $\pm$ ۷۵,۶۳

در جدول ۳ خلاصه نتایج مربوط به تحلیل کوواریانس متغیرها آورده شده است. همان‌طور که مقادیر جدول نشان می‌دهد بعد از تحریک مغناطیسی فراجمجه‌ای و با کنترل اثر پیش-آزمون، زمان پاسخ به‌موارد هم‌خوان در گروه فعال نسبت به گروه خاموش تفاوت معناداری دارد ( $P < 0.05$ ) ولی زمان پاسخ به‌موارد ناهم‌خوان و اثر تداخل استروپ در گروه فعال نسبت به گروه خاموش تفاوت معناداری نداشته است ( $P < 0.05$ ).

جدول ۳ نتایج تحلیل کوواریانس زمان پاسخ هم‌خوان و ناهم‌خوان و اثر تداخل استروپ

مقدار P	مقدار F	درجه آزادی	مجموع مجزورات	منبع تغییرات	متغیر
<۰,۰۰۰۱	۹,۱۰۵	۱	۶۷۲۵۴,۹۸	گروه	زمان پاسخ به‌موارد هم‌خوان
<۰,۰۰۰۱	۲۷,۲۱	۱	۲۰۱۰۲۴,۱۳	پیش‌آزمون	
۰,۰۵۵	۰,۳۲	۱	۵۴۲۵۳,۹۲	گروه*پیش‌آزمون	
		۲۶	۱۹۲۰۵۶,۴۶	خطا	
		۳۰	۱۸۲۲۷۳۴۸,۹۹	کل	
۰,۵۰	۰,۴۵	۱	۵۲۵۲,۵۸	گروه	زمان پاسخ به‌موارد ناهم‌خوان
<۰,۰۰۰۱	۳۷,۰۸	۱	۴۲۹۳۴۵,۹۶	پیش‌آزمون	
۰,۵۸	۰,۳۱	۱	۳۶۱۷,۳۷	گروه*پیش‌آزمون	
		۲۶	۳۰۱۰۲۲,۷۸	خطا	
		۳۰	۲۴۵۸۷۶۹۵,۶۴	کل	
۰,۸۴	۰,۰۴	۱	۳۸۸,۶۶	گروه	اثر تداخل استروپ
۰,۴۵	۰,۵۷	۱	۵۵۲۴,۰۳	پیش‌آزمون	
۰,۵۷	۰,۳۲	۱	۳۱۳۲,۴۷	گروه*پیش‌آزمون	
		۲۶	۲۵۰۶۸۵,۵۴	خطا	
		۳۰	۶۸۹۰۲۵,۱۵۹	کل	

کلیه برآوردها و معناداری‌ها بر اساس گروه شم گزارش شده و گروه فعال به‌عنوان گروه مرجع در نظر گرفته شده است. توجه شود که عرض از مبدا مدل آنالیز کوواریانس در جدول ارائه نشده است.

### بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر اثر یک جلسه تحریک مغناطیسی فرآجمجمه‌ای مکرر ناحیه‌ی خلفی جانبی پیش‌پیشانی چپ را بر توجه انتخابی افراد سالم مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که زمان پاسخ مربوط به‌موارد هم‌خوان بعد از اعمال تحریک در گروه فعال نسبت به‌گروه خاموش به شکل معناداری ارتقا یافته است. در حالی که زمان پاسخ به‌موارد ناهم‌خوان و نیز اثر استروپ تغییر معناداری نداشته است.

نتایج مشاهده شده هم‌راستای پژوهش‌های قبلی است که تحریک مغناطیسی فرآجمجمه‌ای منجر به‌ارتقای عملکرد افراد بزرگسال در انجام تکلیف استروپ در افراد سالم (واندرازلت و همکاران، ۲۰۰۶؛ هوانگ و همکاران، ۲۰۱۰) و افراد سالم سالمند (کیم و همکاران، ۲۰۱۲؛ بوگیو و همکاران، ۲۰۱۱؛ رکتوروا و همکاران، ۲۰۰۵) شده است. از طرفی بهبود مشاهده شده هم‌راستا با این فرضیه است که ناحیه‌ی خلفی جانبی پیش‌پیشانی چپ در کنترل توجه به‌وسیله اعمال و نگهداری فعال توجه فرد به محرک‌های مرتبط با تکلیف و نادیده گرفتن محرک‌های غیرمرتبط با تکلیف نقش مهمی ایفا می‌کند (واندرازلت و همکاران، ۲۰۰۶؛ هریسون و همکاران، ۲۰۰۴؛ مک‌دونالد و همکاران، ۲۰۰۰). مطالعات اخیر در حوزه بهبود کارکردهای اجرایی عمدتاً به‌تحریک مغناطیسی مکرر با فرکانس بالا روی ناحیه‌ی خلفی جانبی پیش‌پیشانی چپ پرداخته‌اند و مطالعات کمتری به‌خلفی جانبی پیش‌پیشانی راست اختصاص یافته است (گوس و همکاران، ۲۰۱۰) که در میان مطالعات مربوط به‌خلفی جانبی پیش‌پیشانی راست، برخی پژوهش‌ها ارتقای کنترل توجه معطوف به‌هدف را گزارش کرده‌اند (واندرازلت و همکاران، ۲۰۰۶b، ۲۰۰۷). در خصوص هم‌بسته‌های عصبی عملکرد افراد در تکلیف استروپ، مطالعات اخیر نشان داده است که هر کدام از نواحی راست و چپ خلفی جانبی پیش‌پیشانی در جنبه‌های مختلفی از عملکرد کنترل شناختی نقش دارند (واندرازلت و همکاران،

۲۰۰۹). اگرچه نحوه اثرگذاری تحریک مغناطیسی فراجمجه‌ای بر عملکردهای عصب‌زیست‌شناختی که منجر به تغییرات عملکرد شناختی افراد می‌شود پیچیده و تا حد زیادی ناشناخته است (گوس و همکاران، ۲۰۱۰). لیکن می‌توان این تغییرات را ناشی از تسهیل فعالیت شبکه‌های عصبی که عملکرد موردهدف را پشتیبانی می‌کند و یا ناشی از سرکوب فعالیت شبکه‌های عصبی که به شکل همزمان عملکرد موردهدف را بازداری می‌کنند، دانست.

با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان این‌طور گفت که از آنجایی که پاسخ به محرک‌های هم‌خوان نسبت به محرک‌های ناهم‌خوان به کنترل توجه کمتری نیاز دارد، به نظر می‌رسد میزان تحریک مغناطیسی فراجمجه‌ای مکرر که در پژوهش حاضر اعمال گردید، تنها توانسته است کنترل توجه افراد را در این حوزه بهبود بخشد و برای مشاهده‌ی بهبود در پاسخ به محرک‌های ناهم‌خوان که نیاز به کنترل توجه بیشتری دارد، تحریک قشری بزرگ‌تری لازم است. بنابراین با توجه به مطالب گفته شده می‌توان انجام مطالعاتی که به مقایسه پروتکل‌های مختلف تحریک مانند مقایسه‌ی پالس‌های متفاوت و یا مقایسه دو ناحیه‌ی خلفی جانبی پیش‌پیشانی چپ و راست می‌پردازد را حائز اهمیت دانست. از طرفی برای درک بهتر مکانیزم‌های عصبی و شناختی در مطالعاتی که به تسهیل عملکردهای شناختی افراد با استفاده از روش‌های تحریک غیرتهاجمی می‌پردازد، استفاده همزمان از تکنیک‌های تصویربرداری مغزی مفید به نظر می‌رسد. از آنجایی که در مطالعه‌ی حاضر حدود ۸۰ درصد نمونه‌ها زن بودند، امکان بررسی اثربخشی تحریک اعمال شده با کنترل جنسیت وجود نداشت. چرا که مطالعات قبلی نشان داده است که زنان نسبت به مردان به مداخله‌ی تحریکی انجام شده پاسخ بهتری می‌دهند (بوگیو و همکاران، ۲۰۰۸؛ هوبر و همکاران، ۲۰۰۳). وارد کردن متغیر جنسیت به عنوان متغیر تعدیل‌کننده می‌تواند درک بهتری از اثرات تحریک مغناطیسی فراجمجه‌ای مکرر بر توجه انتخابی افراد فراهم کرده و در تعیین پروتکل‌های درمانی در جنسیت‌های متفاوت یاری‌کننده باشد.

## منابع

کاظمی، رضا. (۱۳۹۱). بررسی اثربخشی درمانی تحریک مکرر مغناطیسی ترانس کرانیال (rTMS) و نتایج بر عملکرد اجرایی و نشانگان منفی بیماران مبتلا به اسکیزوفرنی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد روان‌شناسی، دانشگاه تهران.

حاجی عبدالهی، نفیسه. (۱۳۹۱). بررسی اثربخشی درمانی تحریک مغناطیسی فراجمجه‌ای مکرر بر بهبود شناخت و نشانگان بیماران مبتلا به افسردگی عمده. پایان‌نامه کارشناسی ارشد روان‌شناسی، دانشگاه تهران.

Banich MT, Milham MP, Jacobson BP, Webb A, Wszalek T, Cohen NJ, Kramer AF (2001) Attentional selection and the processing of task-irrelevant information: insights from fMRI examinations of the Stroop task. *Cogn Brain Res* 134: 459–470.

Boggio, P.S., Rocha, R.R., da Silva, M.T., Fregni, F., 2008. Differential modulatory effects of transcranial direct current stimulation on a facial expression go-no-go task in males and females. *Neurosci. Lett.* 447, 101–105.

Boggio, P.S., Valasek, C.A., Campanhã, C., Giglio, A.C.A., Baptista, N.I., Lapenta, O.M. , Fregni, F., (2011). Non-invasive brain stimulation to assess and modulate neuroplasticity in Alzheimer's disease. *Neuropsychol. Rehabil.* 21, 703–716.

Cohen JD, Dunbar K, McClelland JL (1990) On the control of automatic processes: a parallel distributed processing account of the Stroop effect. *Psychol Rev* 97(3):

332–36.

- Egner, T., Hirsch, J., (2005). *The neural correlates and functional integration of cognitive control in a Stroop task. NeuroImage* 24, 539–547.
- Floden, D., Vallesi, A., Stuss, D.T., (2011). *Task context and frontal lobe activation in the Stroop task. J. Cogn. Neurosci.* 23, 867–879.
- Guse, B., Falkai, P., Wobrock, T., (2010). *Cognitive effects of high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation: a systematic review. J. Neural Transm.* 117, 105–122.
- Hadland KA, Rushworth MFS, Passingham RE, Jahanshahi M, Rothwell JC (2001) *Interference with performance of a response selection task that has no working memory component: an rTMS comparison of the dorsolateral prefrontal and medial frontal cortex. J Cogn Neurosci* 13: 1097–1108.
- Hare, T.A., Camerer, C.F., Rangel, A., (2009). *Self-control in decision-making involves modulation of the vmPFC valuation system. Science* 324, 646–648.
- Harrison BJ, Shaw M, Yu`cel M, Purcell R, Brewer WJ, Strother SC, Rgan GF, Olver JS, Nathan PJ, Pantelis C (2004) *Functional connectivity during Stroop task performance. Neuroimage* 24: 181–19.
- Huber, T.J., Schneider, U., Rollnik, J., (2003). *Gender differences in the effect of repetitive transcranial magnetic stimulation in schizophrenia. Psychiatry Res.* 120, 103–105.
- Hwang, J.H., Kim, S.H., Park, C.S., Bang, S.A., Kim, S.E., 2010. *Acute high-frequency rTMS of the left dorsolateral prefrontal cortex and attentional control in healthy young men. Brain Res.* 1329, 152–158.
- Kim, S. H., Han, H. J., Ahn, H. M., Kim, S. A., & Kim, S. E. (2012). *Effects of five daily high-frequency rTMS on Stroop task performance in aging individuals. Neuroscience research*, 74(3), 256-260.
- Lezak MD (2004) *Neuropsychological Assessment, 4th edn. Oxford University Press, Oxford.*
- MacDonald III, A.W., Cohen, J.D., Stenger, V.A., Carter, C.S., (2000). *Dissociating the role of the dorsolateral prefrontal and anterior cingulate cortex in cognitive control. Science* 288, 1835–1838.
- Martin JLR, Barbanoj MJ, Schlaeper TE, Thompson E, Pe´rez V, Kulisevsky J (2003) *Repetitive transcranial magnetic stimulation for the treatment of depression: Systematic review and meta-analysis. Br J Psychiatr* 182: 480–491.
- McMEEKAN, E. R., & Lishman, W. A. (1975). *Retest reliabilities and interrelationship of the Annett hand preference questionnaire and the Edinburgh handedness inventory. British Journal of Psychology*, 66(1), 53-59.
- Moser DJ, Jorge RE, Manes F, Paradiso S, Benjamin MJ, Robinson RG (2002) *Improved executive functioning following repetitive transcranial magnetic stimulation. Neurology* 58: 1288.
- Oldfield, R. C. (1971). *The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.
- Rektorova, I., Megova, S., Bares, M., Rektor, I., 2005. *Cognitive functioning after repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with cerebrovascular disease without dementia: a pilot study of seven patients. J. Neurol. Sci.* 229–230, 157–161.
- Rossi, S., Hallett, M., Rossini, P. M., Pascual-Leone, A., & Safety of TMS Consensus Group. (2009). *Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation in clinical practice and research. Clinical neurophysiology*, 120(12), 2008-2039.

- Rushworth MFS, Hadland KA, Paus T, Sipila PK (2002) Role of the Human Medial Frontal Cortex in Task Switching: A Combined fMRI and TMS Study. *J Neurophysiol* 87: 2577–2592.
- Stroop JR (1935) Studies of interference in serial verbal reactions. *J Exp Psychol* 18: 643–662.
- Vanderhasselt, M. A., De Raedt, R., Baeken, C., Leyman, L., & D'haenen, H. (2006). The influence of rTMS over the left dorsolateral prefrontal cortex on Stroop task performance. *Experimental brain research*, 169(2), 279-282.
- Vanderhasselt, M. A., De Raedt, R., Baeken, C., Leyman, L., Clerinx, P., & D'haenen, H. (2007). The influence of rTMS over the right dorsolateral prefrontal cortex on top-down attentional processes. *Brain research*, 1137, 111-116.
- Vanderhasselt, M.-A., De Raedt, R., Baeken, C., (2009). Dorsolateral prefrontal cortex and Stroop performance: tackling the lateralization. *Psychon. Bull. Rev.* 16, 609–612.
- Vanderhasselt, M.-A., de Raedt, R., Baeken, C., Leyman, L., D'haenen, H., (2006a). The influence of rTMS over the left dorsolateral prefrontal cortex on Stroop task performance. *Exp. Brain Res.* 169, 279–282.
- Vanderhasselt, M.-A., de Raedt, R., Baeken, C., Leyman, L., D'haenen, H., (2006b). The influence of rTMS over the right dorsolateral prefrontal cortex on intentional set switching. *Exp. Brain Res.* 172, 561–565.
- Vanderhasselt, M.A., De Raedt, R., Leyman, L., Baeken, C., (2010). Role of the left DLPFC in endogenous task preparation: experimental repetitive transcranial magnetic stimulation study. *Neuropsychobiology* 61, 162–168.