Military Caring Sciences
Volume 11, Issue 2, Summer 2024 (Serial Number: 40)
10.22034/11.2.142
OPEN ACCESS
Original Article

Investigate the Effectiveness of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) on Working Memory in Stroke Patients with Hemineglect

Amiri. S[1]
*Amiri. H[2]
Hassani Abharian. P[3]
Nasehi. M[4]
Chehri. A[5]

1- Department of Psychology, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran

2 - Department of Psychology, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran, Email: ahasan.amiri@gmail.com

3 - Cognitive Rehabilitation Department, Institute for Cognitive Sciences Studies (IRICSS), Tehran, Iran

4 - Cognitive and Neuroscience Research Center (CNRC), Tehran Medical Sciences, Tehran Islamic Azad University

5 - Department of Psychology, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran

Abstract

Introduction: Stroke survivors with right hemisphere damage exhibit specific working memory deficits, often manifested as difficulty recognizing visual targets during monitoring.

Objective: This study aims to evaluate the effectiveness of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) on working memory in stroke patients with hemineglect.

Materials and Methods: This experimental study involved 60 stroke patients with hemiplegia, who were randomly divided into two groups: 30 in the rTMS (experimental) group and 30 in the sham group. Both groups received treatment with rTMS at 0.9 frequency, three times a week for 10 minutes over 15 sessions. In the sham group, the rTMS device was turned off after 30 seconds, leading participants to believe they were receiving real treatment.

Results: The results indicated a significant difference between the pre-test and post-test working memory components for both the experimental and sham groups ($P \geq 0.05$). Additionally, the post-test comparisons revealed significant differences between the experimental and sham groups in terms of correct answers, unanswered cases, and response time ($P \geq 0.05$). Moreover, within the experimental group, the difference between post-test and pre-test scores for correct answers and errors was also significant ($P \geq 0.05$).

Conclusion: This study provides preliminary evidence that rTMS effectively enhances working memory in stroke patients with hemineglect, contributing to the expanding research on non-invasive brain stimulation in neurorehabilitation and underscoring the necessity for further investigation.

Keywords: Hemineglect, rTMS, Stroke, Working Memory

Amiri S, Amiri H, Hassani Abharian P, Nasehi M, Chehri A. Investigate the Effectiveness of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) on Working Memory in Stroke Patients with Hemineglect. Military Caring Sciences. 2024; 11 (2).142-151.
Received: 22/05/2024 Received in revised form: 18/06/2024 Accepted: 21/06/2024 Published: 21/06/2024

©The Author(s)

Publisher: Aja University of Medical Sciences

بررسی اثربخشی تحریک مغناطیسی مکرر مغزی (rTMS) بر حافظه کاری در بیماران سکته مغزی مبتلا به همی نگلکت

ساناز امیری[۱]، *حسن امیری[۲]، پیمان حسنی ابهریان[۳]، محمد ناصحی[۴]، آزیتا چهری[۵]

چکیده

مقدمه: بازماندگان سکته مغزی با آسیب به شبکه‌های نیمکره راست نقص‌های مشخصی در ظرفیت حافظه کاری نشان می‌دهند که معمولاً با نقص کلی در توانایی تشخیص اهداف بینایی در هنگام نظارت مشخص می‌شود.

هدف: این مطالعه با هدف بررسی اثربخشی تحریک مغناطیسی مکرر مغزی (rTMS) بر حافظه فعال در بیماران سکته مغزی مبتلا به همی نگلکت صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع آزمایشی با گروه آزمایش و شم بود. در این مطالعه ۶۰ نفر از بیماران مبتلا به سکته‌ی مغزی مبتلا به همی نگلکت مراجعه کننده به کلینیک درمانی تبسم شهر تهران به صورت هدفمند انتخاب و طور تصادفی ساده به دو گروه (۳۰ نفر گروه دریافت کننده‌ی rTMS یا آزمایش و ۳۰ نفر گروه شم) تخصیص یافته‌اند. در گام بعد هر دو گروه ۳ بار در هفته، هر بار ۱۰ دقیقه به مدت ۱۵ جلسه تحت درمان با rTMS مهاری با فرکانس ۰/۹ در جهت تقویت عملکرد حافظه کاری قرار گرفتند. در گروه شم پس از ۳۰ ثانیه دستگاه rTMS خاموش شده است ولی مشارکت کننده تصور می‌کرد که تحت مداخله توان بخشی حافظه کاری با rTMS قرار دارد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد میان پس آزمون زیر مؤلفه‌های حافظه کاری گروه‌های آزمایش و شم تفاوت معناداری وجود دارد ($P\leq۰/۰۵$). تفاوت میان پس‌آزمون گروه آزمایش و گروه شم در مؤلفه‌های تعداد پاسخ‌های صحیح، موارد بدون پاسخ و زمان پاسخ معنادار بوده است ($P\leq۰/۰۵$). همچنین تفاوت میان پس و پیش آزمون گروه آزمایش در مؤلفه‌های تعداد پاسخ‌های صحیح و تعداد خطاها معنادار بوده است ($P\leq۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: یافته‌های این مطالعه شواهد اولیه‌ای برای اثربخشی rTMS در بهبود حافظه کاری در بیماران سکته مغزی مبتلا به همی نگلکت ارائه می‌دهد. این نتایج به حجم فزاینده تحقیقات در مورد پتانسیل تکنیک‌های غیرتهاجمی تحریک مغز در توان‌بخشی عصبی کمک می‌کند و نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه را برجسته می‌کند.

کلمات کلیدی: حافظه کاری، سکته مغزی، غفلت نیمه فضایی، rTMS

مجله علوم مراقبتی نظامی سال یازدهم ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۳ ■ شماره مسلسل ۴۰ ■ صفحات ۱۵۱-۱۴۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۰۲
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۰۱
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۴/۱۰

مقدمه

سکته مغزی اختلال عصبی است که با انسداد عروق خونی مشخص می‌شود (۱) و عوامل مختلفی از جمله محل ضایعه، کاهش حجم خون رسانی، غیرفعال شدن عملکرد نواحی دور دست مغز (Diaschisis)، یا فشار بیش از حد بر بافت اطراف مغز، علل احتمالی ایجاد کننده اختلالات بعدی آن هستند (۲). در حالی که تقریباً ۷۰ درصد از بازماندگان سکته مغزی به دلیل نقص حرکتی و یا حسی، ناهماهنگی و تون ماهیچه‌ای (Spasticity) در تکالیف عملکردی و فعالیت‌های زندگی روزمره محدودیت‌هایی دارند؛ غفلت نیم فضایی یک طرفه (Unilateral Hemispatial Neglect Phenomenon)UHNP یا همی نگلکت در حدود ۱۳ تا ۸۲ درصد موارد این افراد دیده می‌شود

۱ - گروه روان شناسی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران
۲ - گروه روان شناسی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران، آدرس الکترونیک: ahasan.amiri@gmail.com
۳ - گروه توانبخشی شناختی، پژوهشکده علوم شناختی، تهران، ایران
۴ - مرکز تحقیقات علوم شناختی و اعصاب (CNRC)، واحد علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران
۵ - گروه روانشناسی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران

(۳).

غفلت نیم فضایی یک نقص شـــناختی رایج پس از ســـکته مغزی است که تخمین شـــیوع آن بسته به نمونه بیماران مورد بررسی، فاز و زمان پس از ســـکته مغزی، تعداد و نـــوع آزمون‌های مورد اســـتفاده و نیمکره ضایعه متفاوت اســـت (۴). غفلت نیم فضایی به طور کلاســـیک به صورت عدم جهت‌گیـــری فضایی در جهت غیر غالب (اغلب ســـمت چپ) پس از سکته مغزی نیمکره راست را نشـــان می‌دهد. غفلت نیم فضایی می‌توانـــد باعث اختلال در مؤلفه‌های عصبـــی مانند نقایص ادراکی، بازنمایی دیداری فضایی و رفتاری شـــود. در بیماران دارای غفلت نیم فضایی هنگامی که از بیمار خواسته می‌شـــود صحنه یا مکانی را که با آن آشنا است توصیف کند، فقط ســـمت راســـت صحنه را توصیف می‌کند و از توصیف ســـمت چپ غفلت می‌کند (۵) . این اختلال تأثیر منفی بر فعالیت‌هایی مانند راه یابی و دنبال کردن دارد و به نظر می‌رسد بار مراقب بیمـــاری را افزایش می‌دهد (۶) همچنین علائم بالینی آن از بیماری به بیمار دیگر متفاوت بوده و اختلالات شـــناختی، بینایی و افســـردگی در بیماران سکته مغزی با پدیده غفلت یک طرفه شایع‌تر است (۷).

همچنین اختلال در عملکردهای شـــناختی یکی از شـــایع‌ترین مسائلی است که بیماران سکته مغزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تخمین زده می‌شـــود که تا ۸۰ درصـــد از جمعیت افراد مبتلا به سکته مغزی در طول بهبودی خود، سطحی از اختلالات شناختی را تجربه کنند (۸). این اختـــلالات، اختلالات حرکتی بیماران را تشدید می‌کنند، بر پیشرفت توانبخشی آن‌ها تأثیر منفی گذاشته و میـــزان ناتوانی و مرگ و میـــر را افزایش می‌دهند (۹) . حافظه کاری نیز به عنوان بخشـــی از شناخت برای ذخیره سازی موقت اطلاعات اســـتفاده می‌شود و مسئولیت فرآیندهای مختلفی مانند درک، زبـــان، یادگیری و تثبیت حافظه بلند مدت را بر عهده دارد و طبق مدل کلاســـیک حافظه کاری این حافظه متشـــکل از دو حافظـــه موقت، کلامی و دیداری-فضایی اســـت، که اغلب پس از ســـکته مغزی تحت تأثیر قرار می‌گیرنـــد (۱۱). بنابراین می‌توان گفـــت حافظه کاری به تمام اطلاعات موقتی که فرد در هر لحظه به آن‌ها دسترسی دارد اطلاق می‌شود (۱۲) و یک سیستم چند جزئی است که نقش مهمی در رفتار هدفمند زندگی روزمره دارد و اختلالات آن افزایش ناتوانی، وابستگی، مرگ و میر، اختلال در حافظه اپیزودیک و افزایش خطر زوال عقل پس از سکته مغزی را پیش بینی می‌کند (۱۳).

بســـیاری از مطالعات تصویربرداری نشـــان داده‌اند حافظه فعال بخشـــی از قشـــر پیشـــانی و آهیانه اســـت که این نواحی توسط شـــاخه‌های شـــریان مغزی میانی و قدامی خون رسانی می‌شوند و تخلیه خون این نواحی نیز به ســـینوس‌های ورید مغزی صورت می‌گیرد. این مطالعات تأکید می‌کنند سکته مغزی که این نواحی را تحت تأثیر قرار دهد ایـــن عملکردها را مختل می‌کند (۱۴) و در نتیجه شـــبکه عصبی حافظه کاری مختل می‌شود (۱۵). این در حالی اســـت که با توجه به اثرات تعدیل کننده ادعاییrTMS بر عملکردهـــای مغزی، rTMS ممکن اســـت در بهبود عملکرد شـــناختی دارای ارزش درمانی باشد. مکانیســـم‌های پیشنهادی این اثرات افزایشی بر روی شناخت شامل تغییرات نوروپلاستیک سیناپســـی است و شواهد رو به رشد نشـــان می‌دهد که rTMS ممکن اســـت با القای مکانیسم‌های شـــکل پذیری (Plasticity) تغییرات شناختی را برانگیزد (۱۶) .

این در حالی اســـت که درمان‌های شـــناختی بســـیار کمی برای بیماران سکته مغزی در دســـترس است و شواهد اثر بخشی این درمان‌ها نیز هنوز کافی نیست، اما تصور می‌شود عملکرد شناختی بازماندگان سکته مغزی با ارتقای انعطاف‌پذیری عصبی بهبود یابد (۱۰). rTMS یک مداخله در جهت تعدیل عصبی غیر تهاجمی اســـت که برای ارتقاء و یا افزایش اثربخشـــی توانبخشـــی پس از سکته مغزی (۱۷) و بازگرداندن تعادل و ارتباطات بین نیمکره‌ای مختل شده به کار می‌رود (۱۸) . در مطالعه‌ای که درمان rTMS با فرکانس پایین بر روی قشر آهیانه سالم بیماران مبتلا به غفلت نیمه فضایی انجام شـــد توانست مهار صورت گرفته توسط ناحیه ترانس کالوزال (Transcallosal) مغزی را از طریق تأثیر آهیانه سالم (P3) روی قشر آهیانه آسیب دیده (P4) آزاد کند. بنابراین، تحریک پذیری قشـــر آهیانه آســـیب دیده (P4) توانست افزایش یابد. این عامل توانســـت موجب کاهـــش غفلت بینایی فضایی در سمت چپ را کاهش دهد (۳) .

rTMS از جریان الکتریکی بـــرای تعدیل تحریک پذیری عصبی قشـــر مغز اســـتفاده می‌کند و از آن جا که گفته می‌شـــود لوب فرونتال و (DLPFC: Dorsolateral Prefrontal Cortex) در عملکـــرد اجرایی، حافظه، حافظـــه کاری و توجه نقش دارند. این

یافته‌ها نشان می‌دهد یک الگوی تحریک به ویژه در لوب فرونتال، ممکن است برای بهبود اختلال حافظه کاری پس از سکته مغزی مؤثر باشد (۱۹). با این حال، نقش rTMS در توان بخشی اختلال حافظه کاری پس از سکته مغزی در افراد دارای غفلت نیمه فضایی یک طرفه نامشخص است و مطالعات در زمینه در مورد اثر بخشی rTMS بر عملکردهای شناختی و به ویژه حافظه کاری در افراد دارای غفلت نیمه فضایی یک طرفه بحث برانگیز و نادر هستند. از طرفی نیاز به درمان‌های جدیدی که نه تنها می‌تواند به بیماران در اندام‌ها یا سیستم‌های خاص درمان کمک کند، بلکه عملکرد کلی را نیز بهبود بخشد در این افراد نمایان است؛ لذا، با توجه به موارد ذکر شده در این مطالعه با فرض اثرگذاری تحریک مغناطیسی مکرر مغزی rTMS بر عملکرد شناختی حافظه کاری به دنبال بررسی اثربخشی تحریک مغناطیسی مکرر مغزی rTMS بر حافظه‌ی کاری در بیماران سکته‌ی مغزی مبتلا به همی نگلکت در مقایسه با گروه شم بوده‌ایم.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع آزمایشی با گروه آزمایش و شم با پیش آزمون و پس آزمون بود. جامعه آماری پژوهش حاضر کلیه افراد مبتلا به سکته‌ی مغزی دارای همی نگلکت مراجعه کننده به کلینیک درمان اختلالات سکته مغزی تبسم شهر تهران در سال ۱۴۰۱ بودند. معیارهای ورود به این مطالعه شامل ابتلا به همی نگلکت چپ و آسیب در پریتال نیمکره راست بر اساس تشخیص پزشک متخصص، نداشتن سابقه بیماری‌های مزمن مانند فشارخون و دیابت به تشخیص پزشک متخصص، نداشتن سابقه اختلالات روان‌پزشکی مانند افسردگی به تشخیص پزشک متخصص، توانایی کار با کامپیوتر، نداشتن اختلالات بینایی و شنوایی به تشخیص پزشک متخصص، مصرف نکردن داروهای آرام‌بخش و مخدرها و تمایل به شرکت در مطالعه بود. همچنین معیارهای خروج آن غیبت بیش از دو جلسه از جلسات درمانی، عدم تمایل به ادامه همکاری با تیم تحقیق و نداشتن معیارهای ورود به مطالعه بود. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار تعیین حجم نمونه Gpower (α =۰/۰۵) و توان ۸۵ در صد برای مقایسه میان دو گروه) ۶۰ نفر تعیین شده است.

t tests - Means: Difference between two independent means (two groups)

Analysis: A priori: Compute required sample size

Input: Tail(s) = One

Effect size d = ۰/۷۸

α err prob = ۰/۰۵

Power (-۱β err prob) = ۰/۸۵

Allocation ratio N۲/N۱ = ۱

Output: Noncentrality parameter δ = ۲/۷۵۵۹۰۲۸

Critical t = ۱/۶۷۰۶۴۸۹

Df = ۵۸

Sample size group 1 = ۳۰

Sample size group 2 = ۳۰

Total sample size = ۶۰

Actual power = ۰/۸۵۹۸۷۵

در این مطالعه افراد به طور تصادفی ساده در دو گروه (۳۰ نفر گروه توان‌بخشی شناختی دریافت کننده‌ی rTMS یا گروه آزمایش و ۳۰ نفر گروه شم) گمارش شدند. در گام بعد از هر دو گروه تحت شرایط یکسان پیش آزمون به عمل آمد. در ادامه

جدول ۱- داده‌های جمعیت شناختی

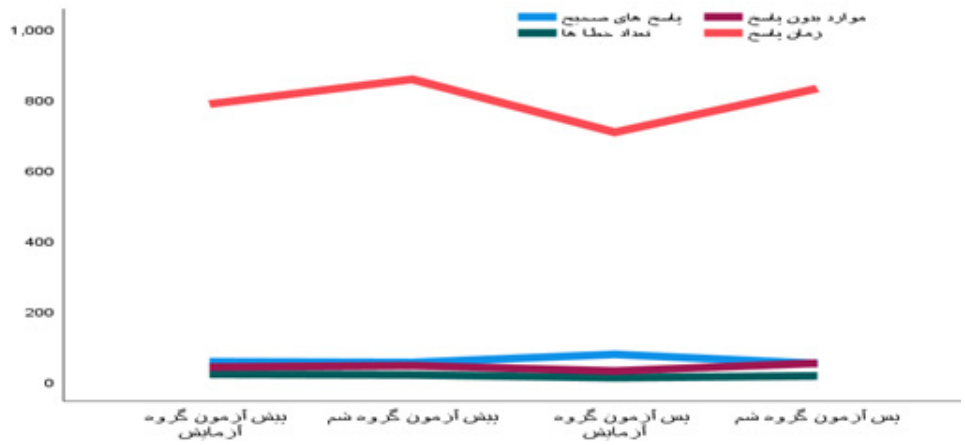
	سن		معناداری
	۰=< ۵۸	۵۹+	
شم فراوانی (درصد)	۱۴(۴۶/۵)	۱۶(۵۳/۵)	۰/۱۵۳
آزمایش فراوانی (درصد)	۱۹(۶۳/۳)	۱۱(۳۶/۷)	
	جنسیت		
	زن	مرد	۰/۳۰۰
شم فراوانی (درصد)	۱۱ (۳۶/۶)	۱۹(۶۴/۴)	
آزمایش فراوانی (درصد)	۱۴(۴۶/۶)	۱۶(۵۴/۴)	
	تحصیلات		
	شم	آزمایش	
لیسانس و بالاتر فراوانی (درصد)	۸(۲۶/۶)	۶ (۲۰)	۰/۸۵۳
دیپلم و فوق‌دیپلم فراوانی (درصد)	۱۰(۳۳/۳)	۱۳(۴۳/۳)	
متوسطه فراوانی (درصد)	۴(۱۳/۳)	۶(۲۰)	
راهنمایی فراوانی (درصد)	۵(۱۶/۳)	۳(۱۰)	
ابتدای فراوانی (درصد)	۳(۱۰)	۲(۱۰)	

گـــروه آزمایش یا دریافت کننده‌ی rTMS ۳ بار در هفته، هر بار ۱۰ دقیقه به مدت ۱۵ جلســه تحــت درمان با rTMS مهاری با فرکانس ۰/۹ قرار گرفتند و گروه شــم ۳ بار در هفته، هر بار ۱۰ دقیقه، به مدت ۱۵ جلسه تحت درمان با rTMS قرار گرفتند که در این گروه پس از ۳۰ ثانیه دستگاه rTMS خاموش شده است ولی مشــارکت کننده تصور می‌کرد که تحــت درمان با rTMS قرار دارد. لازم به ذکر اســت به افراد اطلاع داده شده است که در صورت تمایل می‌توانند از درمان گروهی که نتایج بهتری داشــته باشد به صورت رایگان استفاده کنند. همچنین دستگاه rTMS به کار رفته در این مطالعه، این دستگاه ساخت کمپانی Neurosoft روسیه با نام تجاری Neuro-MS/D دارای تأییدیه CE و FDA بود. در گام بعدی و پس اجرای مداخلات مورد نظر در گروه‌ها هر دو گروه تحت شرایط یکســان مورد آزمون مجدد یا پس آزمون قــرار گرفتند و در انتها داده‌های حاصل از مطالعه با اســتفاده از روش آماری تحلیل واریانس آمیخته و نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

آزمــون کامپیوتــری n-back: این آزمون یک تکلیف ســنجش عملکرد شــناختی مرتبط با کنش‌های اجرایی اســت و نخستین بار در سال ۱۹۵۸ توســط کرچنر (Kirchner) معرفی شد. این تکلیف هم نگهداری اطلاعات شــناختی و هم دســت‌کاری آن‌ها را شامل می‌شــود در نتیجه برای سنجش عملکرد حافظه کاری بســیار مناسب شناخته شده اســت. در این آزمون اعداد به طور تصادفی به‌عنوان محرک‌های دیداری روی صفحه ظاهر می‌شــود و مشــارکت کننده باید بررســی کند که آیا محرک ارائه شده‌ی فعلی با محرک ارائه شــده در مرحله قبل همخوانی دارد یا خیر. در ایــن آزمون تعدادی محرک بینایی با فاصله ۱۸۰۰ میلی ثانیه به صورت ســریال بر روی صفحه نمایشــگر ظاهر می‌شود و فرد باید هر محرک را با محرک قبل مقایســه کند و در صورت تشابه،

جدول ۲- داده‌های توصیفی متغیرهای پژوهش در دو گروه آزمایش و شم

		میانگین (انحراف معیار)	کمینه	بیشینه
پاسخ‌های صحیح	پیش‌آزمون گروه آزمایش	۶۰/۲۴ (۵۶/۷۷)	۱۵	۱۱۶
	پیش‌آزمون گروه شم	۷۲/۲۷ (۵۴/۳۷)	۷	۱۱۶
	پس‌آزمون گروه آزمایش	۲۵/۸۰(۷۷/۶۰)	۲۹	۱۱۷
	پس‌آزمون گروه شم	۲۷/۴۷(۵۱/۶۰)	۸	۱۱۰
	کل	۲۸/۰۶(۶۰/۰۸)	۷	۱۱۷
تعداد خطاها	پیش‌آزمون گروه آزمایش	۱۴/۹(۲۱/۷۰)	۰	۵۱
	پیش‌آزمون گروه شم	۱۴ (۱۹/۷۳)	۱	۴۸
	پس‌آزمون گروه آزمایش	۹/۷(۱۱/۹۳)	۰	۴۲
	پس‌آزمون گروه شم	۹/۹(۱۶/۳۳)	۱	۴۱
	کل	۱۲/۷(۱۷/۴۳)	۰	۵۱
موارد بدون پاسخ	پیش‌آزمون گروه آزمایش	۲۸/۴(۴۱/۵۳)	۲	۹۹
	پیش‌آزمون گروه شم	۳۰ (۴۵/۹۰)	۲	۱۰۶
	پس‌آزمون گروه آزمایش	۲۷/۴(۳۰/۴۷)	۰	۹۰
	پس‌آزمون گروه شم	۲۹/۴(۵۲/۰۷)	۰	۱۰۳
	کل	۲۹/۶(۴۲/۴۹)	۰	۱۰۶
زمان پاسخ	پیش‌آزمون گروه آزمایش	۲۲۶/۸(۷۸۶/۲۰)	۴۹۷	۱۲۴۰
	پیش‌آزمون گروه شم	۲۰۴/۸(۸۵۶/۵۳)	۴۹۱	۱۲۱۲
	پس‌آزمون گروه آزمایش	۲۲۰/۵(۷۰۶/۱۳)	۴۲۷	۱۱۵۵
	پس‌آزمون گروه شم	۱۸۸/۹(۸۳۰/۲۳)	۵۳۶	۱۲۳۵
	کل	۲۱۵/۸ (۷۹۴/ ۷۸)	۴۲۷	۱۲۴۰



نمودار ۱- تفاوت میان میانگین‌های زیر مؤلفه‌های حافظه کاری

کلید مربوطه را فشـــار دهد. خروجی این آزمون به صورت تعداد پاسخ‌های صحیح و غلط ارائه می‌شود (۲۰). پایایی درونی آزمون ان بک با اســـتفاده از آزمون آلفای کرونباخ در مطالعات گذشـــته ۰/۷۶ گزارش شده اســـت (۲۱). کد اخلاق این مطالعه به شماره IR.IAU.KSH.REC.۱۴۰۲,۰۵۷ از دانشـــگاه آزاد اســـلامی دریافت شده است.

یافته‌ها

یافته‌های این مطالعه نشـــان داد ۳۰ درصد افراد ۶۰ تا ۶۲ ســـال و ۱۶/۷ درصد بالای ۶۳ ســـال سن داشته‌اند. یافته‌های جمعیت شناختی در جدول شماره ۱ نشان داد ۳۶/۷ درصد پاسخ دهندگان زن و ۶۳/۳ درصد مرد بوده‌اند. ۲۰ درصد افراد دیپلم و ۲۰ درصد کارشناســـی داشـــته‌اند و همچنین ۳/۳ درصد افراد دکتری، ۳/۳ درصد نیز کارشناس ارشد بوده‌اند. همچنین نتایج به دست آمده نشان می‌دهد دو گروه در متغیرهای جمعیت شناختی با یکدیگر تفاوت معناداری نداشته‌اند ($P\geq۰/۰۵$).

در ادامه نحوه توزیع متغیرها با اســـتفاده از آزمون شاپیرو و ویلک مورد بررســـی قرار گرفت و نتایج نشان داد شکل توزیع داده‌ها از توزیع نرمال پیروی می‌کنند ($P\leq۰/۰۵$).

جهت انجام آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه یا آنوا ابتدا پیش‌فرض همگنی واریانس‌ها با اســـتفاده از آزمون لوین مورد بررســـی قرار گرفت و نتایج نشان داد فرض همگنی واریانس‌ها برقرار بوده و از این فرض تخطی صورت نگرفته است ($P\leq۰/۰۵$).

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های توصیفی در جدول شماره ۲ نشان می‌دهـــد میانگین نمرات زیر مؤلفه‌هـــای حافظه کاری در پیش آزمون و پس آزمون دو گروه با یکدیگر تفاوت داشته‌اند.

در ادامه بررسی معناداری این تفاوت‌ها از آزمون تحلیل واریانس یک راهه جدول شماره ۳ استفاده شده است.

نتایج جدول شـــماره ۳ نشان می‌دهد میان پیش و پس آزمون زیر مؤلفه‌های حافظه کاری گروه‌های آزمایش و شـــم تفاوت معناداری وجود دارد ($P\leq۰/۰۵$). این به معنای آن اســـت که میانگین نمرات حافظه کاری در پیش و پس از دریافت تحریک مغناطیســـی مکرر مغزی rTMS تفاوت داشته است. در ادامه جهت تعیین جهت این تفاوت آزمون‌های پس تعقیبی جدول شماره ۴ استفاده شده است. نتایج آزمون پس تعقیبی LSD جدول شـــماره ۴ نشان می‌دهد تفـــاوت میان پس آزمون گروه آزمایش با پس آزمون گروه شـــم در مؤلفه‌های تعداد پاســـخ‌های صحیح، موارد بدون پاسخ و زمان پاسخ معنادار بوده است ($P\leq۰/۰۵$). همچنین تفاوت میان پس و پیش آزمون گروه آزمایش در مؤلفه‌های تعداد پاسخ‌های صحیح و تعداد خطاها معنادار بوده است ($P\leq۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف بررســـی اثربخشی تحریک مغناطیسی مکرر مغزی (rTMS) بر حافظه‌ی فعال بیماران سکته‌ی مغزی مبتلا به همی نگلکت صورت گرفت و نتایج نشان داد rTMS بر حافظه‌ی کاری بیماران سکته‌ی مغزی مبتلا به همی نگلکت اثربخش است. مطالعات نشان می‌دهد، rTMS می‌تواند تحریک پذیری قشر مغز را تعدیل کند و ممکن است ابزاری بالقوه برای بازیابی شناختی در موقعیت‌هایی مانند آلزایمر (۲۲)، اختلال شناختی خفیف (۲۳)، آسیب مغزی تروماتیک (TBI) (۲۴) و افسردگی (۲۵) باشد.

جدول ۳- آزمون تحلیل واریانس یک راهه جهت بررسی متغیر حافظه کاری میان و درون گروه‌ها

متغییر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	آماره F	معناداری
پاسخ‌های صحیح	میان گروهی	۱۲۶۴۴/۴	۳	۴۲۲۴/۸	۶/۰۴۷	۰/۰۰۱
	درون‌گروهی	۸۱۰۴۰/۷	۱۱۶	۶۹۸/۶		
	کل	۹۳۴۵/۱	۱۱۹			
تعداد خطاها	میان گروهی	۱۶۴۸/۶	۳	۵۴۹/۵	۳/۵۸۹	۰/۰۱۶
	درون‌گروهی	۱۷۷۶۰/۷	۱۱۶	۱۳۵/۱		
	کل	۱۹۴۰۶/۳	۱۱۹			
موارد بدون پاسخ	میان گروهی	۷۴۶۴/۴	۳	۲۸۸۴/۱۶	۲/۹۸۱	۰/۰۳۴
	درون گروهی	۹۶۸۱۵/۵	۱۱۶	۸۳۴/۶۱		
	کل	۱۰۴۲۷۹/۹	۱۱۹			
زمان پاسخ	میان گروهی	۳۹۰۰۸۶/۸۲	۳	۱۳۰۰۲۲/۶	۲/۹۲۶	۰/۰۳۷
	درون‌گروهی	۵۱۵۵۲۰۱/۱	۱۱۶	۴۴۴۴۱/۳۸		
	کل	۵۵۴۵۲۶۸/۹	۱۱۹			

به نظر می‌رسد قشر پیش پیشانی به عنوان یک ساختار عصبی مهم در عملیات حافظه کاری عمل می‌کند و به طور خاص، ناحیه پشتی جانبی آن (DLPFC) در به روز رسانی بازنمایی‌های هدف بر اساس اطلاعات زمینه یا خواسته‌های مربوط به وظیفه نقش دارد (۲۶). علاوه بر این، از آنجایی که رایج‌ترین محل مغز مورد استفاده برای پروتکل‌های rTMS، قشر پیش پیشانی پشتی جانبی (DLPFC) است (۲۷)، همه حالت‌های rTMS پتانسیل بهبود عملکرد شناختی و تقویت قابلیت‌های زندگی روزانه در بیماران سکته مغزی را به همراه اثرات جانبی ناچیز و خفیف نشان می‌دهند (۲۸) و همسو با یافته‌های مطالعه حاضر، نتایج مطالعات نشان می‌دهند rTMS ناحیه DLPFC به طور قابل توجهی تمام معیارهای عملکرد حافظه کاری را در افراد دچار

جدول ۴ - آزمون پس تعقیبی LSD جهت تعیین تفاوت متغیر حافظه کاری پس و پیش آزمون گروه‌ها

متغییر	گروه (آزمایش)	گروه (کنترل)	میانگین تفاوت (آزمایش-کنترل)	معناداری	سطح اطمینان ۹۵٪	
					حد پایین	حد بالا
تعداد پاسخ‌های صحیح	پس‌آزمون گروه آزمایش	پیش‌آزمون گروه آزمایش	۲۰/۸*	۰/۰۰۳	۷/۳۲	۳۴/۳۵
		پیش آزمون گروه شم	۲۳/۲*	۰/۰۰۱	۹/۷۲	۳۶/۷۵
		پس‌آزمون گروه شم	۲۶/۰*	۰/۰۰۱	۱۲/۴۸	۳۹/۵۲
تعداد خطاها	پس‌آزمون گروه آزمایش	پیش‌آزمون گروه آزمایش	-۹/۷*	۰/۰۰۳	-۱۶/۰۹	-۳/۴۴
		پیش‌آزمون گروه شم	-۷/۸*	۰/۰۱۶	-۱۴/۱۳	-۱/۴۷
		پس‌آزمون گروه شم	-۴/۴	۰/۱۱۷	-۱۰/۷۳	۱/۹۳
موارد بدون پاسخ	پس‌آزمون گروه آزمایش	پیش‌آزمون گروه آزمایش	-۱۱/۰۶	۰/۱۴۱	-۲۵/۸۴	۳/۷۱
		پیش‌آزمون گروه شم	-۱۵/۴۳*	۰/۰۴۱	-۳۰/۲۱	-۰/۶۶
		پس‌آزمون گروه شم	-۲۱/۶*	۰/۰۰۵	-۳۶/۳۷	-۶/۸۳
زمان پاسخ	پس‌آزمون گروه آزمایش	پیش‌آزمون گروه آزمایش	-۸۰/۰۶	۰/۱۴۴	-۱۸۷/۸۷	۲۷/۷۴
		پیش‌آزمون گروه شم	-۱۵۰/۴*	۰/۰۰۷	-۲۵۸/۲۱	-۴۲/۵۹
		پس‌آزمون گروه شم	-۱۲۴/۱*	۰/۰۲۴	-۲۳۱/۹۱	-۱۶/۲۹

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

سکته مغزی بهبود می‌بخشد (۲۶، ۲۹) . این در حالی است که تأثیر rTMS بر حافظه‌ی کاری بیماران سکته‌ی مغزی مبتلا به همی نگلکت تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است. با این حال تلاش‌های متعددی برای درک تأثیر فعالیت متقابل بین نیمکره‌ها برای کشف اثرات کم‌فعالی (به دلیل ضایعه یا ناشی از فرکانس پایین یا مهاری، rTMS) در یک نیمکره بر روی عملکرد نیمکره دیگر (یعنی بیش فعال سازی یا کم فعال سازی القایی) انجام شده است. تا جایی که چنین رویکردی برای آزمایش مستقیم این فرضیه که کاهش فعالیت در یک نیمکره (لوب جداری راست) منجر به افزایش فعالیت در مناطق همولوگ در نیمکره دیگر می‌شود، تنها در مقاله باگاتینی (Bagattini) و همکارانش وجود داشت (۳۰).در این مقاله، نویسندگان rTMS یک هرتز را در شرکت‌کنندگان سالم برای کاهش واکنش‌پذیری قشر مغز در یک نیمکره اعمال کردند و همزمان با EEG، اثرات این کاهش را در نواحی متصل عملکردی اندازه‌گیری کردند. آن‌ها دریافتند که مکان‌های مخالف تحریک، کاهشی در فعالیت مشابه با آنچه در نیمکره تحریک شده ایجاد می‌شود، نشان می‌دهند. به طور مشابه، اتخاذ یک رویکرد TMS-fMRI در مطالعه ریسی (Ricci)و همکاران نشان داد rTMS با فرکانس پایین روی قشر آهیانه خلفی راست (rPPC) باعث کاهش فعالیت عصبی نواحی آهیانه- پیشانی و نواحی آهیانه همولوگ نیمکره چپ می‌شود (۳۱) .

در تبیین این نتایج می‌توان گفت، rTMS با فرکانس بالا تحریک‌پذیری قشر DLPFC چپ و راست را قبل از انجام تکالیف حافظه افزایش می‌دهد که این تغییرات با افزایش فعالیت متابولیکی DLPFC راست مرتبط است (۳۲) و از آنجا که لوب فرونتال یک ناحیه مغزی بسیار تکامل یافته است که از طریق مسیرهای کوتاه و بلند با سایر ساختارهای قشری و زیر قشری در ارتباط بوده (۳۳) و منطقه کلیدی مغز برای حافظه است (۳۴).
مطالعات قبلی گزارش دادند تحریک این ناحیه‌ی مغزی، به ویژه با فرکانس بالا می‌تواند عملکردهای شناختی و حافظه را بهبود بخشد. این بهبود عملکرد شناختی احتمالاً متکی بر مدولاسیون تحریک پذیری و همچنین ساختار کمکی DLPFC راست است، زیرا این تحریکات می‌توانند هیپوکامپ را از طریق تأثیر بر ساختار زیر قشری و قشر خلفی فعال کرده و در نتیجه حافظه را بهبود بخشند. بهبود عملکرد حافظه می‌تواند به افراد اجازه دهد تا تجربیات جدیدی را در محیط خود به دست آورند و در نتیجه عملکرد شناختی کل مغز را بهبود بخشند (۳۵).
مهم‌ترین محدودیت‌های پیشروی این پژوهش استفاده از روش نمونه‌گیری غیرتصادفی بود که تعمیم‌پذیری نتایج را با دشواری روبه‌رو می‌سازد. همچنین از دیگر محدودیت‌های این مطالعه استفاده از آزمون‌های سنجش کامپیوتری بود چرا که در این آزمون‌ها از زمان‌بندی خاصی استفاده می‌شود و افراد مبتلا به همی نگلکت به دلیل داشتن آسیب‌های مغزی توانی حرکتی کاهش‌یافته داشته و قدرت پاسخ‌گویی در زمان تعیین شده را نداشتند.
یافته‌های این مطالعه شواهد اولیه‌ای برای اثربخشی rTMS در بهبود حافظه کاری بیماران سکته مغزی مبتلا به همی نگلکت ارائه می‌دهد و نشان می‌دهد پروتکل rTMS سه بار در هفته، هر بار ۱۰ دقیقه به مدت ۱۵ جلسه تحت درمان با rTMS مهاری با فرکانس ۰/۹ در بهبود حافظه کاری بیماران سکته مغزی مبتلا به همی نگلکت مؤثر بوده است. این نتایج به حجم فزاینده تحقیقات در مورد پتانسیل تکنیک‌های غیرتهاجمی تحریک مغز در توان‌بخشی عصبی کمک می‌کند و نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه را برجسته می‌کند.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه جهت اخذ دکتری رشته روان‌شناسی عمومی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد کرمانشاه با شناسه اخلاق ۱۶۲۷۰۵۳۱۷ به تاریخ تصویب ۱۴۰۳/۱۱/۱۱ است. بدین‌وسیله از مساعدت کلیه عزیزان و به‌ویژه ریاست و کادر بیمارستانی کلینیک تبسم و آقای دکتر روزبه کاظمی همچنین بیماران و خانواده‌های آنان که در انجام این پژوهش همکاری نمودند قدردانی می‌نماییم.

تضاد منافع

بدین وسیله کلیه نویسندگان تصریح می‌نمایند که هیچ گونه تضاد منافعی در خصوص مطالعه حاضر وجود ندارد.

References

1. Kuriakose D, Xiao Z. Pathophysiology and treatment of stroke: Present status and future perspectives. Int J Mol Sci. 33396540. 2020; 21(20): 7609. DOI:10.3390/ijms21207609 PMID: 33076218 PMCID: PMC7589849
2. Dawar D, Kamalakannan S, Chawla NS, Mathew JT, Mehmood E, Bhatnagar U, et al. A scoping review of recent advancements in intervention and outcome measures for post-stroke cognitive impairments. Ann Indian Acad Neurol. 2023; 26(Suppl 1): S32-42. DOI:10.4103/aian.aian_1099_21 PMID: 37092018 PMCID: PMC10114535
3. Kim W-J, Rosselin C, Amatya B, Hafezi P, Khan F. Repetitive transcranial magnetic stimulation for management of post-stroke impairments: An overview of systematic reviews. J Rehabil Med. 2020; 52(2): jrm00015. DOI: 10.2340/16501977-2637 PMID: 31922207
4. Brosnan M, Dockree P, Harty S, Pearce D, Levenstein J, Gillebert C, et al. Lost in time: Temporal monitoring elicits clinical decrements in sustained attention post-stroke. J Int Neuropsychol Soc. 2022; 28(3): 249-57. DOI:10.1017/S1355617721000242 PMID: 33745486
5. Rodriguez-Hernandez A, Babici D, Campbell M, Carranza-Reneteria O, Hammond T. Hypoglycemic hemineglect a stroke mimic. eNeurologicalSci. 2023; 30: 100444. DOI: 10.1016/j.ensci.2023.100444 PMID: 36698773 PMCID: PMC9869408
6. Bosma MS, Caljouw MA, Achterberg WP, Nijboer TC. Prevalence, severity and impact of visuospatial neglect in geriatric stroke rehabilitation, a cross-sectional study. J Am Med Dir Assoc. 2023; 24(11): 1798-805. DOI: 10.1016/j.jamda.2023.06.038 PMID: 37634546
7. Aslan SG, Tezel K, Yıldız E, Ordu-Gokkaya NK. The unilateral hemispatial neglect phenomenon in right hemiplegia. Turk J Phys Med Rehabil. 2022; 68(3): 426-9. DOI:10.5606/tftrd.2022.6618 PMID: 36475108 PMCID: PMC9706792
8. Saa JP, Tse T, Baum C, Cumming T, Josman N, Rose M, et al. Longitudinal evaluation of cognition after stroke–A systematic scoping review. PloS one. 2019; 14(8): e0221735. DOI:10.1371/journal.pone.0221735 PMID: 31465492 PMCID: PMC6715188
9. Zhang Q, Wei J-H, Fu X, Liu X, Li X-Y, Liu W, et al. Can we trust computers to assess the cognition of stroke patients? A systematic review. Front Neurol. 2023; 14: 1180664. DOI:10.3389/fneur.2023.1180664 PMID: 37305744 PMCID: PMC10248476
10. Wang Y, Liu W, Chen J, Bai J, Yu H, Ma H, et al. Comparative efficacy of different noninvasive brain stimulation therapies for recovery of global cognitive function, attention, memory, and executive function after stroke: A network meta-analysis of randomized controlled trials. Ther Adv Chronic Dis. 2023: 14: 20406223231168754. DOI:2023;14:20406223231168754 PMID: 37332390 PMCID: PMC10272674
11. Silva Filho EMd, Albuquerque JAd, Mescouto KA, Freitas RPdA. Effects of transcranial direct current stimulation on the working memory of post-stroke people: An integrative review. Man Ther Posturology Rehabil. 2018; 15: 496. DOI: 10.17784/mtprehabjournal.2017.15.496
12. Eskandarnejad M, Hoseinzadeh Z. Estimation of selective attention and performance accuracy based on working memory in young girls. International J Motor Cont Learn. 2020; 2(3): 31-40. DOI:10.1016/j.ensci.2023.100444
13. Eriksson J, Nyberg L, Elgh E, Hu X. Improvement of cognition across a decade after stroke correlates with the integrity of functional brain networks. Neuroimage Clin. 2023: 37: 103356. DOI:10.1016/j.nicl.2023.103356
14. Velugoti LSDR, Tabowei G, Gaddipati GN, Mukhtar M, Alzubaidee MJ, Dwarampudi RS, et al. Comparison of rehabilitative interventions that ameliorate post-stroke working memory Deficit: A systematic review. Cureus. 2022; 14(10): e30014.DOI: 10.7759/cureus.30014 PMID: 36348933 PMCID: PMC9637249
15. Kranou-Economidou D, Kambanaros M. Transcranial magnetic stimulation and working memory training to address language impairments in aphasia: A case study. Behav Neurol 2021; 2021: 9164543. DOI:10.1155/2021/9164543 PMID: 34868389 PMCID: PMC8639281
16. Patel R, Silla F, Pierce S, Theule J, Girard TA. Cognitive functioning before and after repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): Aquantitative meta-alysis in healthy adults. Neuropsychologia. 2020; 141: 107395. DOI:10.1016/j.neuropsychologia.2020.107395 PMID: 32142730
17. Smith M-C, Stinear CM. Transcranial magnetic stimulation (TMS) in stroke: Ready for clinical practice? J Clin Neurosci. 2016; 31: 10-4. DOI:10.1016/j.neuropsychologia.2020.107395 PMID: 27394378
18. Cao Y, D'olhaberriague L, Vikingstad E, Levine S, Welch K. Pilot study of functional MRI to assess cerebral activation of motor function after poststroke hemiparesis. Stroke. 1998; 29(1): 112-22. DOI:10.1161/01.STR.29.1.112 PMID: 9445338
19. Hara T, Shanmugalingam A, McIntyre A, Burhan AM. The effect of non-invasive brain stimulation (NIBS) on attention and memory function in stroke rehabilitation patients: A systematic review and meta-analysis. Diagnostics (Basel). 2021; 11(2): 227. DOI: 10.3390/diagnostics11020227 PMID: 33546266 PMCID: PMC7913379
20. Saeb A, Hassani-Abharian P, Zarrabian S. Cognitive rehabilitation of attention and working memory in patients with chronic bipolar disorder using RehaCom software. Medical Science Journal of Islamic Azad Univesity-Tehran Medical Branch. 2022; 32(1): 75-82. (Persian) DOI:10.52547/iau.32.1.75
21. Hatami J, Borujeni BH, Abdekhodaie E, Kormi-Nouri R, Mayeli Z, Ghamsari ASM, et al. Preliminary reliability and validity of the Iranian computerized version of memory tasks of the Betula study. Basic Clin Neurosci 2020; 11(4): 535-48. DOI:10.32598/bcn.9.10.105 PMID: 33613892 PMCID: PMC7878035
22. Ahmed MA, Darwish ES, Khedr EM, El Serogy YM, Ali AM. Effects of low versus high frequencies of repetitive transcranial magnetic stimulation on cognitive function and cortical excitability in Alzheimer's dementia. J Neurol 2012; 259(1): 83-92. DOI:10.1007/s00415-011-6128-4 PMID: 21671144
23. Padala PR, Padala KP, Lensing SY, Jackson AN, Hunter

CR, Parkes CM, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation for apathy in mild cognitive impairment: A double-blind, randomized, sham-controlled, cross-over pilot study. Psychiatry Res 2018; 261: 312-8. DOI:10.1016/j.psychres.2017.12.063 PMID: 29331848 PMCID: PMC7334038

24. Neville IS, Hayashi CY, El Hajj SA, Zaninotto ALC, Sabino JP, Sousa LM, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) for the cognitive rehabilitation of traumatic brain injury (TBI) victims: Study protocol for a randomized controlled trial. Trials. 2015; 16:440. DOI:10.1186/s13063-015-0944-2 PMID: 26438108 PMCID: PMC4594992
25. Myczkowski ML, Fernandes A, Moreno M, Valiengo L, Lafer B, Moreno RA, et al. Cognitive outcomes of TMS treatment in bipolar depression: Safety data from a randomized controlled trial. J Affect Disord. 2018; 235: 20-6. DOI:10.1016/j.jad.2018.04.022 PMID: 29631203
26. Brunoni AR, Vanderhasselt M-A. Working memory improvement with non-invasive brain stimulation of the dorsolateral prefrontal cortex: A systematic review and meta-analysis. Brain Cogn. 2014; 86: 1-9. DOI:10.1016/j.bandc.2014.01.008 PMID: 24514153
27. Asgarinejad M, Saviz M, Sadjadi SM, Saliminia S, Kakaei A, Esmaeili P, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) as a tool for cognitive enhancement in healthy adults: A review study. Med Biol Eng Comput. 2024; 62(3): 653-673. DOI:10.1007/s11517-023-02968-y PMID: 38044385
28. Gallop L, Westwood SJ, Hemmings A, Lewis Y, Campbell IC, Schmidt U. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation in children and young people with psychiatric disorders: A systematic review. Eur Child Adolesc Psychiatry. 2024. DOI:10.1007/s00787-024-02475-x PMID: 38809301
29. Beynel L, Dannhauer M, Palmer H, Hilbig SA, Crowell CA, Wang JEH, et al. Network-based rTMS to modulate working memory: The difficult choice of effective parameters for online interventions. Brain Behav. 2021; 11(11): e2361. DOI:10.1002/brb3.2361 PMID: 34651464 PMCID: PMC8613413
30. Bagattini C, Mazzi C, Savazzi S. Waves of awareness for occipital and parietal phosphenes perception. Neuropsychologia. 2015; 70: 114-25. DOI:10.1016/j.neuropsychologia.2015.02.021 PMID: 25698639
31. Mazzi C, Mele S, Bagattini C, Sanchez-Lopez J, Savazzi S. Coherent activity within and between hemispheres: Cortico-cortical connectivity revealed by rTMS of the right posterior parietal cortex. Front Hum Neurosci. 2024; 18: 1362742. DOI:10.3389/fnhum.2024.1362742 PMID: 38516308 PMCID: PMC10954802
32. Senczyszyn A, Szczesniak D, Wieczorek T, Maciaszek J, Małecka M, Bogudzińska B, et al. Improvement of working memory in older adults with mild cognitive impairment after repetitive transcranial magnetic stimulation–a randomized controlled pilot study. Front Psychiatry. 2023: 14: 1196478. DOI:10.3389/fpsyt.2023.1196478 PMID: 38111617 PMCID: PMC10726746
33. Li Y, Luo H, Yu Q, Yin L, Li K, Li Y, et al. Cerebral functional manipulation of repetitive transcranial magnetic stimulation in cognitive impairment patients after stroke: An fMRI study. Front Neurol. 2020: 11: 977. DOI: 10.3389/fneur.2020.00977 PMID: 33013646 PMCID: PMC7506052
34. Balconi M. Dorsolateral prefrontal cortex, working memory and episodic memory processes: insight through transcranial magnetic stimulation techniques. Neurosci Bull. 2013; 29(3): 381–9. DOI:10.1007/s12264-013-1309-z PMID: 23385388 PMCID: PMC5561838
35. Lu H, Zhang T, Wen M, Sun L. Impact of repetitive transcranial magnetic stimulation on post-stroke dysmnesia and the role of BDNF Val66Met SNP. Med Sci Monit. 2015: 21: 761-8. DOI: 10.12659/MSM.892337 PMID: 25770310 PMCID: PMC4370352