



Efficacy of gamma transcranial alternative current stimulation (γ -tACS) Over the Right Frontoparietal Region on Checking Compulsions in Patients with Obsessive-Compulsive Disorder (OCD)

Amir Mohammad Mahdinia¹ , Jamil Mansouri² , Kiyanoosh Papi³ ,
Reza Rostami^{4*}

1. Department of Cognitive Science, Faculty of Cognitive Science, Institute of Cognitive Sciences, Tehran, Iran. Email: Mahdinia.am@gmail.com
2. Department of Cognitive Psychology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Kharazmi University, Alborz, Iran. Email: mansourijamil1992@gmail.com
3. Department of Clinical Psychology, Department of Clinical Psychology, University of Rehabilitation Sciences and Social Health, Tehran, Iran. Email: Kiyanooshpapi92@gmail.com
4. Corresponding Author, Department of Psychology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran. Email: rostami@ut.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:

Research Article

Article History:

Received: 18 Feb 2026

Revised: 03 Jul 2026

Accepted: 27 Jul 2026

Published: 15 Sep 2026

Keywords:

compulsive checking

gamma stimulation

neuromodulation

Obsessive-compulsive disorder

γ -tACS

ABSTRACT

This study aimed to investigate the efficacy of gamma transcranial alternative current stimulation (γ -tACS) in reducing compulsive checking symptoms in patients with obsessive-compulsive disorder (OCD). This study was an applied, semi-experimental design with a pretest-posttest structure and a control group. The research population was all clients with obsessive checking at the Atieh Clinic Neuroscience Center in 2025. The sample consisted of 14 patients (11 females and 3 males), randomly assigned to an experimental group ($n=7$) and a control group ($n=7$). The experimental group received 10 sessions of real γ -tACS at 40 Hz, 1.5 mA intensity, for 20 minutes per session, with the anode placed over F4 and the cathode over P4; the control group received no intervention. Assessment tools included the Yale-Brown Obsessive-Compulsive Scale (Y-BOCS) and the checking subscale of the Padua Inventory (PI). Data were analyzed using analysis of covariance (ANCOVA) in SPSS version 26. The experimental group showed a significant reduction compared to the control group in the checking subscale of the PI ($F(1,11)=11.301, p=0.005, \eta^2=0.643$) and total Y-BOCS scores ($F(1,11)=12.001, p<0.001, \eta^2=0.678$). Moreover, 71.4% of participants in the experimental group were identified as treatment responders. The findings indicated that gamma-frequency tACS over the right frontoparietal region could serve as a safe, tolerable and effective adjunctive intervention for reducing compulsive checking symptoms, particularly in treatment-resistant OCD patients.

Cite this article: Mahdinia, A., Mansouri, J., Papi, K., & Rostami, R. (2026). Efficacy of γ -tACS Over the Right Frontoparietal Region on Checking Compulsions in Patients with Obsessive-Compulsive Disorder. (e108802). *Journal of Applied Psychological Research*, (In press/ Accepted). e108802 10.22059/japr.2026.406820.645437



Publisher: University of Tehran Press
DOI: <https://doi.org/10.22059/japr.2026.406820.645437>

© The Author(s).



اثربخشی γ -tACS ناحیه پیشانی آهیانه ای راست بر رفتارهای چک کردن اجبار گونه در بیماران با اختلال وسواس فکری عملی (OCD)

امیرمحمد مهدی نیا^۱، جمیل منصوری^۲، کیانوش پاپی^۳، رضا رستمی^{۴*}

^۱. گروه علوم شناختی، دانشکده علوم شناختی، مؤسسه علوم شناختی، تهران، ایران. رایانامه: Mahdinia.am@gmail.com

^۲. گروه روانشناسی شناختی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه خوارزمی، البرز، ایران. رایانامه: mansourijamil1992@gmail.com

^۳. گروه روانشناسی بالینی، دانشکده روانشناسی، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران. رایانامه: Kiyanooshpapi92@gmail.com

^۴. نویسنده مسئول، گروه روانشناسی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: rostami@ut.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخ های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۱۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۴/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۰۵

تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۵/۰۶/۲۲

کلیدواژه ها:

γ -tACS

اختلال وسواس فکری عملی

تحریک گاما

تعديل عصبي

چک کردن اجبار گونه

هدف پژوهش حاضر بررسی اثربخشی تحریک جریان متناوب فراجمه ای گاما (γ -tACS) بر کاهش علائم چک کردن اجبار گونه در بیماران اختلال وسواس فکری عملی (OCD) بود. مطالعه حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر گردآوری داده ها طرح نیمه آزمایشی با ساختار پیش آزمون پس آزمون و گروه گواه بود. جامعه پژوهش تمامی مراجعین با وسواس چک کردن در کلینیک آتیه درخشان ذهن در سال ۱۴۰۴ بودند. روش هدفمند و پژوهش شامل ۱۴ بیمار (۱۱ زن و ۳ مرد) بود که به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش (۷ نفر) و گواه (۷ نفر) گمارده شدند. گروه آزمایش طی ۱۰ جلسه، تحریک γ -tACS واقعی با فرکانس ۴۰ هرتز، شدت ۱/۵ میلی آمپر، ۲۰ دقیقه و قراردادی آند بر F4 و کاتد بر P4 دریافت کرد. ابزارهای سنجش مقیاس بیل-براون (Y-BOCS) برای وسواس های فکری و اجبارهای عملی و خرده مقیاس چک کردن پرسشنامه پادوا (PI) برای شدت رفتارهای چک کردن اجبار گونه بود. تحلیل داده ها با استفاده از تحلیل کوواریانس (ANCOVA) در نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ با سطح معنا داری $p < 0.05$ انجام شد. نتایج نشان داد گروه آزمایش در مقایسه با گروه گواه کاهش معناداری در نمره خرده مقیاس چک کردن پادوا ($\eta^2 = 0.643$)؛ $p = 0.005$ ؛ $F(1, 11) = 11.301$ و نمره کل Y-BOCS ($\eta^2 = 0.678$)؛ $p < 0.001$ ؛ $F(1, 11) = 12.001$ داشت. همچنین ۷۱/۴ درصد شرکت کنندگان گروه آزمایش به عنوان پاسخ دهنده به درمان شناسایی شدند. یافته ها نشان داد که γ -tACS بر ناحیه پیشانی آهیانه ای راست مداخله مکمل است که ایمن، قابل تحمل و احتمالاً مؤثر در کاهش علائم چک کردن اجبار گونه به ویژه در بیماران مبتلا به اختلال وسواس فکری عملی مقاوم به درمان است.

استناد: مهدی نیا، ا. م، منصوری، ج، پاپی، ک، و رستمی، ر. (۱۴۰۵). اثربخشی γ -tACS ناحیه پیشانی آهیانه ای راست بر رفتارهای چک کردن اجبار گونه در بیماران با اختلال وسواس فکری عملی (OCD). فصل نامه پژوهش های کاربردی روانشناختی، (پذیرش شده / آماده انتشار). doi: 10.22059/japr.2026.406820.645437

ناشر: انتشارات دانشگاه

© نویسندگان.

تهران



DOI: <https://doi.org/10.22059/japr.2026.406820.645437>

۱. مقدمه

اختلال وسواس فکری عملی^۱ (OCD) از شایع‌ترین و ناتوان‌کننده‌ترین اختلالات روان‌پزشکی است که با افکار مزاحم، ناخواسته و تکراری (وسواس‌های فکری) و رفتارهای اجباری تکراری (اجبارها) برای کاهش اضطراب ناشی از این افکار مشخص می‌شود (انجمن روان‌پزشکی آمریکا^۲، ۲۰۲۲). شیوع مادام‌العمر این اختلال حدود ۳/۲ درصد گزارش شده است و اغلب در سنین جوانی آغاز می‌شود. این اختلال منجر به کاهش کیفیت زندگی، اختلال در عملکرد شغلی، تحصیلی و روابط بین‌فردی می‌گردد. چک‌کردن اجبارگونه شایع‌ترین زیرگروه از میان انواع اجبارها در وسواس فکری عملی است و در ۵۰ تا ۶۳ درصد این بیماران دیده می‌شود (راسل و همکاران^۳، ۲۰۱۳). اختلال وسواس فکری عملی شامل وسواس‌های فکری یا رفتارهای اجبارگونه است. وسواس فکری، تصاویر، تکانه‌ها یا تمایلات تکراری و مداومی هستند که مزاحم و ناخواسته بوده و معمولاً با اضطراب همراهند اما اجبارها، رفتارها یا اعمال ذهنی تکراری هستند که فرد احساس می‌کند باید در پاسخ به یک فکر وسواسی، طبق قوانین سفت و سخت آن را انجام دهد (استین و همکاران^۴، ۲۰۱۹).

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که چک‌کردن اجباری با دشواری در مهار شناختی^۵، تحمل نکردن عدم قطعیت و ناکارآمدی در توقف پاسخ‌های تکرارشونده مرتبط است (ون‌دن‌هوت و کیندت^۶، ۲۰۰۳). یافته‌های علوم اعصاب^۷ نیز نقص‌هایی را در عملکرد عصبی مدار پیشانی استریاتوم تالاموس قشر مغز^۸ (CSTC) گزارش کرده‌اند؛ به‌ویژه در قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی راست^۹، مناطق پیشانی^{۱۰} و نواحی آهیانه‌ای^{۱۱} که در مهار شناختی و سرکوب پاسخ‌های ناسازگار نقش اساسی دارند (کامن و همکاران^{۱۲}، ۲۰۲۲). این شواهد نشان می‌دهند که ناکارآمدی شبکه‌های پیشانی‌آهیانه‌ای در تداوم رفتارهای چک‌کردن نقش کلیدی دارند. درمان‌های خط اول برای اختلال وسواس فکری عملی شامل درمان شناختی‌رفتاری^{۱۳} (CBT) با مواجهه و جلوگیری از پاسخ^{۱۴} (ERP) و داروهای مهارکننده بازجذب سروتونین^{۱۵} (SSRI) مانند فلوکستین^{۱۶}، سرتالین^{۱۷} یا سایر داروهایی مانند کلومیپرامین^{۱۸} هستند (انجمن روان‌پزشکی آمریکا^۲، ۲۰۲۲) با این حال، حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد بیماران به این درمان‌ها پاسخ کامل نمی‌دهند و علائم، مقاوم به درمان باقی می‌ماند (اسکاپیناکیس و همکاران^{۱۹}، ۲۰۱۶). این مسئله نیاز به توسعه مداخلات جایگزین یا مکمل را برای هدف‌گیری شبکه‌های عصبی مختل شده برجسته می‌کند.

1 Obsessive-Compulsive Disorder

2 American psychiatric association

3 Russell, et al.

4 Stein, et al.

5 Cognitive control

6 van den Hout & Kindt

7 Neuroscience

8 Fronto-Striato-Thalamo-Cortical circuit (FSTC)

9 Right dorsolateral prefrontal cortex

10 Frontal

11 Parietal

12 Kammen, et al.

13 Cognitive-behavioral therapy (CBT)

14 Exposure and Response Prevention

15 Selective serotonin reuptake inhibitors

16 Fluoxetine

17 sertraline

18 clomipramine

19 Skapinakis, et al.

روش‌های غیرتهاجمی تعدیل عصبی^۱ مانند تحریک مکرر مغناطیسی فراجمجمه‌ای (rTMS)^۲ و تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای^۳ (tDCS) در دهه‌های اخیر و در درمان اختلالات وسواسی مورد توجه قرار گرفته‌اند (نگان کی و همکاران^۴، ۲۰۲۳؛ مشفق‌نیا و همکاران^۵، ۲۰۲۵). همزمان، تحریک جریان متناوب فراجمجمه‌ای^۵ (tACS) به‌عنوان رویکردی نوین، قابلیت منحصربه‌فردی در هم‌نوا کردن نوسانات عصبی دارد و فعالیت شبکه‌های مغزی^۶ را با فرکانس‌های هدفمند تعدیل می‌کند. tACS برخلاف tDCS که جریان مستقیم اعمال می‌کند، جریان متناوب سینوسی با فرکانس خاص (مانند گاما ۴۰ هرتز) تولید می‌کند که قادر است نوسانات طبیعی مغز را تعدیل کند. چنین ویژگی tACS را به ابزاری ایده‌آل در هدف‌گیری شبکه‌های خاص نوسانی مغز تبدیل کرده است (پاپی و همکاران^۷، ۲۰۲۵؛ وورشلاکوس و همکاران^۸، ۲۰۱۸).

اثرات tACS در مهار شناختی، پردازش اجرایی^۹ و هماهنگی شبکه‌های پیشانی‌آهیانه‌ای نشان داده شده است (به‌ویژه در فرکانس‌های گاما؛ پاپی و همکاران^{۱۰}، ۲۰۲۴؛ منصوری و همکاران^{۱۱}، ۱۳۹۹). بیماران با اختلال وسواس فکری‌عملی دارای دامنه نوسانات گامای کمتری در نواحی پیشانی‌آهیانه‌ای راست هستند که با نقص در مهار افکار مزاحم^{۱۰} و رفتارهای اجباری مرتبط است. مطالعات اولیه نشان داده‌اند که تحریک گاما بر ناحیه پیشانی‌آهیانه‌ای راست قادر به تقویت این نوسانات و بهبود عملکردهای اجرایی^{۱۱} است (ساهو و سینگ^{۱۲}، ۲۰۲۱). برای نمونه، ساهو و سینگ (۲۰۲۱) گزارش کردند که اعمال γ -tACS بر DLPFC راست افراد سالم، با افزایش دقت در تکالیف تصمیم‌گیری همراه است.

پژوهش‌های درمانی اختلال وسواس فکری‌عملی بیشتر به بررسی درمان‌های دارویی یا شناختی‌رفتاری محدود شده‌اند (سویرکوزلنارت و همکاران^{۱۳}، ۲۰۲۵). خلأ پژوهشی در بررسی اثربخشی روش‌های تعدیل عصبی به‌ویژه tACS بر زیرگروه‌های خاص اختلال وسواس فکری‌عملی وجود دارد. کاربرد tACS در اختلال وسواس فکری‌عملی هنوز در مراحل اولیه است و بیشتر مطالعات بر tDCS متمرکز بوده‌اند؛ به‌عنوان نمونه، با تحریک آندی DLPFC چپ، به کاهش معناداری در نمره Y-BOCS دست یافتند (بنوسی و همکاران^{۱۴}، ۲۰۲۱). این در شرایطی است که این پروتکل عمدتاً بر وسواس‌های فکری مؤثر بود. درمقابل، چک کردن اجبارگونه به‌طور خاص با شبکه پیشانی‌آهیانه‌ای^{۱۵} راست مرتبط است (ون دن هوت و کیندت^{۱۶}، ۲۰۰۴)؛ نکته‌ای که مطرح‌کننده نیاز به پروتکل‌های هدفمندتر است. علاوه‌براین، مطالعات tACS اغلب از گروه‌های با تحریک ساختگی‌ای^{۱۶} استفاده کرده‌اند که اثر دارونما^{۱۷} را دست‌کم گرفته‌اند (قاسمی و همکاران^{۱۷}، ۱۴۰۴).

پژوهش حاضر با هدف پر کردن این خلأ، اثربخشی پروتکل γ -tACS بر ناحیه پیشانی‌آهیانه‌ای راست (آند F4، کاتد P4) را در کاهش علائم چک کردن اجبارگونه در بیماران اختلال وسواس فکری‌عملی بررسی کرد. این مطالعه از طرح نیمه‌آزمایشی با گروه

1 Non-invasive neuromodulation technics

2 repetitive Transcranial Magnetic Stimulation

3 Transcranial direct current stimulation (tDCS)

4 Ngan Kee, et al.

5 Transcranial alternative current stimulation (tACS)

6 Brain networks

7 Papi, et al.

8 Vöröslakos, et al.

9 Executive processes

10 Intrusive Thoughts

11 Executive functions

12 Sahu & Tseng.

13 Swierkosz-Lenart, , et al.

14 Benussi, et al.

15 Frontoparietal Network

16 Sham stimulation

17 placebo

گواه بدون تحریک ساختگی استفاده کرد. فرضیه اصلی این بود که گروه آزمایش در مقایسه با گروه گواه، کاهش معناداری در نمرات خرده‌مقیاس چک کردن سیاهه^۱ پادوا^۱ و نمره کل مقیاس وسواس فکری عملی ییل-براون نشان خواهد داد.

مطالعه حاضر با تمرکز اختصاصی بر زیرگروه چک کردن و استفاده از γ -tACS هدفمند، رویکردی نوآورانه برای بهبود علائم اختلال وسواس فکری عملی ارائه می‌دهد و می‌تواند مسیر پژوهش‌های آینده را برای ترکیب روش‌های تعدیل عصبی با درمان‌های استاندارد مانند ERP هموار سازد.

۲. روش

۲-۱. جامعه نمونه و روش اجرا

طرح پژوهش نیمه‌آزمایشی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون و دو گروه (آزمایش و گواه) بود. این مطالعه با رعایت اصول اخلاق پژوهش انجام گرفت.

جامعه آماری پژوهش شامل تمام مراجعان به کلینیک آتیه درخشان ذهن شهر تهران در سال ۱۴۰۲ بود که با تشخیص وسواس فکری عملی براساس معیارهای DSM-5 و نمره بالای ۱۰ در مقیاس Y-BOCS مراجعه کرده بودند و چک کردن اجبارگونه به‌عنوان علامت اصلی یا غالب آن‌ها گزارش شده بود. از میان این جمعیت، ۱۴ نفر (۱۱ زن و ۳ مرد) به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند و به‌طور تصادفی به دو گروه آزمایش (۷ نفر) و گواه (۷ نفر) تخصیص یافتند. با توجه به ماهیت اکتشافی مطالعه حاضر ملاک‌های ورود اختصاصی که برای افراد مبتلا به اختلال وسواس فکری عملی با غلبه علائم چک کردن متمرکز بود، پژوهش حاضر به‌عنوان مطالعه‌ای مقدماتی از نوع اثبات مفهوم^۲ طراحی شد. مطابق با توصیه‌های روش‌شناختی در مطالعات مداخله‌ای مقدماتی و اکتشافی، استفاده از حجم نمونه نسبتاً کوچک در دستیابی به برآوردهای اولیه از اثرات درمان و فراهم کردن اطلاعات لازم جهت طراحی کارآزمایی‌های بالینی بزرگ‌تر در آینده مناسب است (جولیوس^۳، ۲۰۰۵؛ وایتهد و همکاران^۴، ۲۰۱۶). درنتیجه، می‌توان استدلال کرد که حجم نمونه حاضر برای هدف اصلی پژوهش، یعنی فراهم آوردن شواهد اولیه درباره اثربخشی بالقوه γ -tACS ۴۰ هرتز در این جمعیت بالینی خاص، قابل قبول در نظر گرفته شود.

معیارهای ورود شامل سن ۱۸ تا ۶۰ سال، تشخیص اختلال وسواس فکری عملی براساس مصاحبه بالینی توسط روانپزشک و DSM-5، چک کردن اجبارگونه به‌عنوان علامت اصلی (نمره بالای ۱۰ در خرده‌مقیاس چک کردن سیاهه^۱ پادوا)، عدم تغییر در نوع یا دوز داروهای روان‌پزشکی طی حداقل هشت هفته اخیر، توانایی ارائه رضایت آگاهانه بود.

معیارهای خروج شامل سابقه صرع یا تشنج، وجود کاشت‌های فلزی یا پمپ دارویی در سر یا گردن، اختلال دوقطبی، اسکیزوفرنی یا اختلال شخصیت، مصرف مواد مخدر، بارداری، سابقه درمان با روش‌های تعدیل عصبی (tACS، tDCS، rTMS) طی شش ماه اخیر، خطر خودکشی بالا یا بستری اخیر بود.

روش اجرا به‌صورت نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون/پس‌آزمون و گروه گواه بود. پس از غربالگری اولیه و اخذ رضایت‌نامه کتبی، شرکت‌کنندگان به دو گروه تقسیم شدند. گروه آزمایش ۱۰ جلسه تحریک واقعی tACS ((F4 (A)-P4 (C)) دریافت کرد و گروه گواه هیچ مداخله‌ای دریافت نکرد. لازم به ذکر است که در این مطالعه، گروه تحریک ساختگی در طراحی پژوهش پیش‌بینی

1 Padua Inventory

2 Proof-of-concept

3 Julious, S. A.

4 Whitehead, A. L. et al

نشد. این تصمیم عمدتاً به دلیل محدودیت‌های اجرایی از جمله در دسترسی محدود به بیماران واجد شرایط، محدودیت زمانی اجرای پژوهش و امکان‌پذیری انجام مداخله اتخاذ شد. با این حال، نویسندگان اذعان دارند که فقدان گروه تحریک ساختگی یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های روش‌شناختی این مطالعه است زیرا امکان تفکیک اثر اختصاصی تحریک از اثرات غیراختصاصی مانند اثر دارونما یا انتظار درمان را محدود می‌کند. بنابراین، یافته‌های حاضر باید به‌عنوان شواهد اولیه تفسیر شوند و تأیید اثربخشی مداخله مستلزم انجام کارآزمایی‌های آینده با طراحی دوسوکور، استفاده از گروه تحریک ساختگی و حجم نمونه بزرگ‌تر است.

۲-۲. ابزارهای پژوهش

۲-۲-۱. مقیاس وسواس فکری عملی ییل-براون (Y-BOCS)

مقیاس وسواس فکری عملی ییل-براون (Y-BOCS؛ گودمن و همکاران، ۱۹۸۹) ابزاری برای ارزیابی شدت وسواس‌ها و اجبارها بدون توجه به شمار و محتوای وسواس‌ها و اجبارهای کنونی است. مقیاس وسواس فکری عملی ییل-براون برخلاف سایر پرسشنامه‌های موجود در این حوزه حساسیت بالایی نسبت به تغییرات درمانی دارد و به‌صورت گسترده برای ارزیابی اثربخشی درمان‌های دارویی و روانشناختی وسواس فکری عملی به‌کار می‌رود؛ به‌گونه‌ای که با عنوان معیار طلایی ارزیابی شدت نشانه‌های اختلال وسواس فکری عملی در پایان درمان شهرت یافته است (استکتی و فراست^۱، ۱۹۹۴). این ابزار شامل دو بخش سیاهه نشانه^۲ (SC) و مقیاس شدت^۳ (SS) است. ۱۶ گویه سیاهه نشانه در مقیاس لیکرت پنج درجه‌ای و به‌صورت خودگزارشی پاسخ داده می‌شود. در مقیاس شدت هر یک از وسواس‌ها و اجبارها در پنج بعد میزان آشفتگی، فراوانی، تداخل، مقاومت و مهار نشانه‌ها برآورد می‌شود. مقیاس وسواس فکری عملی ییل-براون سه نمره به‌دست می‌دهد: شدت وسواس‌ها، شدت اجبارها و یک نمره کل که در برگیرنده تمامی گویه‌ها است (گودمن و همکاران، ۱۹۸۹). گودمن و همکاران (۱۹۸۹) در ارزیابی داده‌های مربوط به این مقیاس نشان داده‌اند که پایایی بین‌ارزیابان در ۴۰ بیمار ۰/۹۸ و ضریب همسانی درونی (ضریب آلفا) ۰/۸۹ است. اعتبار همگرایی این آزمون با آزمون نشانگان جهانی و بالینی وسواس^۴ (CGIOC) در خط پایه ۰/۹۷ به‌دست آمده است. پایایی این مقیاس با روش بازآزمایی در فاصله دو هفته ۰/۸۴ و اعتبار افتراقی آن با پرسشنامه افسردگی بک و مقیاس درجه‌بندی اضطراب همیلتون^۵ (HRSA) نیز به‌ترتیب ۰/۶۴ و ۰/۵۹ به‌دست آمده است (گودمن و همکاران، ۱۹۸۹). نسخه فارسی این مقیاس توسط راجزی‌اصفهانی و همکاران (۱۳۹۰) اعتبارسنجی شده است. ثبات درونی در دو بخش سیاهه نشانه‌ها و مقیاس شدت به‌ترتیب ۰/۹۷ و ۰/۹۵، اعتبار دونیمه‌سازی برای سیاهه نشانه و مقیاس شدت به‌ترتیب ۰/۹۳ و ۰/۸۹ و اعتبار بازآزمایی ۰/۹۹ به‌دست آمد. میان سیاهه نشانه با SCL-90-R-OCS و مقیاس شدت یا SCID-I هبستگی مثبت ($p < 0.001$) وجود داشت. آلفا کرونباخ در مطالعه حاضر برای سیاهه نشانه و مقیاس شدت به‌ترتیب ۰/۹۰ و ۰/۹۵ و برای کل ۰/۹۸ به‌دست آمد.

۲-۲-۲. پرسشنامه وسواس فکری عملی پادوا^۶

پرسشنامه وسواس فکری عملی پادوا شامل ۶۰ ماده نمره‌گذاری است که توسط ساناوویو^۷ (۱۹۸۸) ساخته شده است. این پرسشنامه گرایش فرد برای نگرانی و تردید (وسواس‌های فکری) و انجام رفتار قصدمندی تحت آن تردیدها (وسواس‌های عملی) را در چهار

1 Steketee & Frost.

2 Symptom checklist

3 Severity scale

4 Clinical Global Impression of Obsessive-Compulsive Syndrome

5 Hamilton Rating Scale for Anxiety (HRSA)

6 Padua Inventory – Checking Subscale

7 Sanavio.

حیطه عمده ارزیابی می‌کند: ۱) آلودگی و کثیف بودن^۱ ۲) وارسی^۲ ۳) اختلال در مهار فعالیت‌های ذهنی^۳ و ۴) نگرانی درباره فقدان مهار روی رفتارهای حرکتی^۴. پاسخ‌های آزمودنی‌ها به هر ماده در یک پیوستار پنج رتبه‌ای (صفر= ابتدا، ۱= کمی، ۲= تا حدودی، ۳= زیاد و ۴= خیلی زیاد) درجه‌بندی شده است. بنابراین، نمره‌های این پرسشنامه با جمع کردن پاسخ‌ها به هر ۶۰ ماده به دست می‌آید. به عبارت دیگر، کمینه و بیشینه نمره‌های پرسشنامه اندازه‌گیری میزان وسواس فکری عملی بین صفر تا ۲۴۰ است که نمره بالا حاکی از میزان بالای وسواس فکری عملی در آزمودنی‌ها است. [اشترنبرگر و برنز](#)^۵ (۱۹۹۱) ضرایب همسانی درونی پرسشنامه پادوا و خرده مقیاس‌ها را روی ۶۷۸ دانشجوی آمریکایی (آلفا کرونباخ بالای ۰/۸۰) و [بیسروگلا و همکاران](#)^۶ (۲۰۰۵) ضرایب همسانی درونی را روی بیماران مبتلا به اختلال وسواس فکری عملی ۰/۹۶، نمونه بالینی ۰/۹۶ و افراد سالم ۰/۹۶ و ضرایب بازآزمایی را در فرم اصلی و کوتاه در کل پرسشنامه ۰/۹۲ و ۰/۹۱ محاسبه کردند که هر دو ضریب معنادارند. [ون‌اوپن و همکاران](#)^۷ (۱۹۹۲) ضرایب همسانی درونی وسواس پادوا را ۰/۹۴ و در خرده مقیاس‌ها بالای ۰/۸۰ گزارش کرد. [کیروس و همکاران](#)^۸ (۱۹۹۶)، [گودرزی و فیروزآبادی](#) (۲۰۰۵) و [ماتایکس کولس و همکاران](#)^۹ (۲۰۰۲) همسانی درونی رضایت‌بخش و ضرایب بازآزمایی معناداری را به دست آوردند. [مک‌دونالد و دسیلوا](#)^{۱۰} (۱۹۹۹) ضرایب همسانی درونی پرسشنامه پادوا را در کل نمونه و در چهار عامل استخراج شده از ۰/۷۸ تا ۰/۹۶ به دست آوردند که همه ضرایب رضایت‌بخش بودند. مک‌دونالد و دسیلوا (۱۹۹۹) ضریب روایی بین پرسشنامه پادوا و نشانه‌های دلواپسی و افسردگی را ۰/۵۸ و با روان‌رنجوری ۰/۴۸ به دست آوردند که در سطح آماری ۰/۰۰۱ معنادار بود. [اشترنبرگر و برنز](#) (۱۹۹۰)، [ون‌اوپن و همکاران](#) (۱۹۹۲) و [کیروس و همکاران](#) (۱۹۹۶) روایی همزمان و معنادار بین پادوا و پرسشنامه وسواس‌های فکری عملی مادزلی و لایتون را ۰/۶۵ و ۰/۷۵ بیان کردند. [ون‌اوپن و همکاران](#) (۱۹۹۵) نشان دادند که پرسشنامه پادوا می‌تواند بین بیماران با اختلال هراس، اضطراب اجتماعی، بهنجارها و بیماران وسواس فکری عملی تمایز قائل شود. همچنین، [ماتایکس کولس و همکاران](#) (۲۰۰۲) گزارش دادند که ویراست اسپانیایی پرسشنامه پادوا می‌تواند بین دانشجویان سالم، بیماران با اختلال وسواس فکری عملی و بیماران با اختلال‌های اضطرابی از لحاظ میزان وسواس تمایز بگذارد. نتایج مطالعه [شمس و همکاران](#)^{۱۱} (۱۳۸۹) در بررسی نسخه فارسی پادوا، بیانگر پایایی و همسانی درونی مناسب با آلفا کرونباخ ۰/۹۲، ضریب دونیمه‌سازی با استفاده از همبستگی اصلاح‌شده اسپیرمن برابر با ۰/۹۵ و پایایی حاصل از روش بازآزمایی برابر با ۰/۷۷ بود. آلفا کرونباخ مطالعه حاضر برای زیرمقیاس چک کردن ۰/۹۰ به دست آمد.

۲-۳- دستگاه تحریک جریان متناوب فراجمجمه‌ای (tACS) NEUROSTIM

NEUROSTIM ساخت شرکت مدینا طب گستر ایران است. این دستگاه دارای دو کانال با قابلیت انواع تحریک‌های جریان مستقیم^{۱۲} (tDCS)، جریان متناوب^{۱۳} (tACS)، پارازیت تصادفی^{۱۴} (tRNS) و تحریک تکانه‌ای^{۱۵} (tPLS) است که همگی از روی جمجمه قابل انجام هستند. الکترودهای این دستگاه در ابعاد ۲۵ سانتی‌متر مربع (۵*۵ سانتی‌متر مربع) و با جنس الکترود کربنی هستند. همچنین، رنگ قرمز سیم الکترودها نشان‌دهنده الکترود آند و رنگ سفید نشان‌دهنده الکترود کاتد است. استفاده از

1 Becoming contaminated

2 Checking behaviors

3 Impaired control over mental activities

4 Urges and worries of losing control over motor behaviour

5 Sternberger & Burns

6 Besiroglu, et al.

7 Van Oppen et al.

8 Kyrios et al.

9 Mataix-Cols, et al.

10 Macdonald & De Silva.

11 Shams, G., et al.

12 Direct current

13 Alternative current

14 Random noise

15 Pulse stimulation

اسفنج‌های آغشته به محلول سرم نمکی جهت قرارگیری الکترودهای کربنی روی پوست سر ضروری است. دستگاه دارای مقاومت سنج است که در صورت برقرار بودن مقاومت کافی بین الکترودها و پوست سر تحریک امکان‌پذیر است. لازم به ذکر است که عملکرد مقاومت‌سنج طی انجام تحریک نیز به صورت خودکار و توسط دستگاه پایش می‌شود و در صورت بروز مشکل، چراغ آن قرمز می‌شود. این دستگاه قابلیت دو نوع تحریک واقعی و مصنوعی را در هر چهار نوع تحریک بیان شده دارد. دامنه تغییرات شدت جریان، فرکانس جریان، مدت جریان بالارونده^۱ و پایین‌رونده^۲ و مدت زمان تحریک قابل تنظیم است. در مطالعه حاضر، برنامه تحریک با شدت جریان ۱/۵ میلی‌آمپر، فرکانس ۴۰ هرتز (گاما)، مدت ۲۰ دقیقه، الکترود آند روی F4 (قشر پیش‌پیشانی پستی‌جانبی راست) و کاتد روی P4 (قشر آهیانه‌ای راست) براساس اندازه‌گیری بین‌المللی ۲۰-۱۰ الکتروانسفالوگرافی^۳ با ۳۰ ثانیه جریان بالارونده/پایین‌رونده انجام شد (لی و همکاران^۴، ۲۰۲۴).

۳-۲. روند اجرا

پژوهش در کلینیک آتیه درخشان ذهن تهران اجرا شد. ابتدا رضایت‌نامه آگاهانه از شرکت‌کنندگان اخذ گردید. پیش‌آزمون یک روز قبل از شروع جلسات انجام شد و شامل تکمیل Y-BOCS و خرده‌مقیاس چک کردن پادوا توسط روان‌شناس بالینی بود. گروه آزمایش طی ۱۰ جلسه (۵ جلسه در هفته، طی ۲ هفته) تحریک واقعی tACS با شدت ۱/۵ میلی‌آمپر، به مدت ۲۰ دقیقه با فرکانس ۴۰ هرتز سینوسی و F4 (A)-P4 (C) دریافت کرد. جریان به تدریج طی ۳۰ ثانیه افزایش و در پایان ۴۹ ثانیه کاهش یافت. گروه گواه هیچ تحریکی دریافت نکرد و تنها در جلسات ارزیابی شرکت کرد. پس‌آزمون ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه انجام شد. تمام جلسات توسط درمانگر آموزش‌دیده (با مدرک بین‌المللی دوره‌های آموزشی و به‌کارگیری tACS) و تحت سوپروایزر بالینی در کلینیک آتیه درخشان ذهن اجرا گردید. عوارض جانبی (مانند خارش پوست، سردرد) در هر جلسه ثبت می‌شد.

۴-۲. روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ تحلیل شدند. ابتدا آمار توصیفی (میانگین، انحراف استاندارد) محاسبه شد. برای بررسی تفاوت‌های بین گروهی با کنترل اثر پیش‌آزمون، از تحلیل کوواریانس (ANCOVA) استفاده گردید. متغیرهای وابسته شامل نمره کل مقیاس وسواس فکری-عملی ییل-براون، اجبارهای عملی، وسواس‌های فکری و خرده‌مقیاس چک کردن پادوا بودند. سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. اندازه اثر با η^2 گزارش گردید.

۳. یافته‌ها

۳-۱. توصیف جمعیت‌شناختی

در این پژوهش ۱۴ بیمار (۱۱ زن و ۳ مرد) مبتلا به اختلال وسواس فکری-عملی با چک کردن اجبارگونه به عنوان علامت غالب شرکت کردند. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و بالینی دو گروه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مقایسه ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و دو گروه آزمایش و گواه

1 Ramp up
2 Ramp down
3 Electroencephalography
4 Lee, T. W., et al.

متغیر	گروه گواه (درصد)	درصد فراوانی	گروه آزمایش (درصد)	درصد فراوانی
زن (فراوانی)	۵	۷۱/۴	۶	۸۵/۷
مرد (فراوانی)	۲	۲۸/۶	۱	۱۴/۳
میانگین سن	۳۱/۸۶	–	۳۹/۷۱	–
انحراف معیار	۵/۱۱	–	۹/۳۵	–

جدول ۱ توزیع فراوانی و درصد شرکت‌کنندگان براساس جنسیت و مقادیر سنی را در دو گروه آزمایش و گواه نشان می‌دهد. در گروه آزمایش، ۶ نفر زن و ۱ نفر مرد بودند درحالی‌که در گروه گواه ۵ نفر زن و ۲ نفر مرد شرکت داشتند. میانگین سنی گروه آزمایش ۳۹ سال و میانگین سنی گروه گواه ۳۱ سال بود. همچنین، توزیع سنی و جنسیتی شرکت‌کنندگان در هر دو گروه در جدول ۱ ارائه شده است.

۲-۳. شاخص‌های توصیفی

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای اختلال وسواس فکری عملی و اجبار چک‌کردن

متغیر	مؤلفه	گروه	پیش‌آزمون (M±SD)	پس‌آزمون (M±SD)
اختلال وسواس فکری عملی	نمره کل مقیاس وسواس فکری عملی ییل-براون	گواه	۳۲/۱۴±۲/۸۰	۳۱/۸۶±۲/۹۱
		آزمایش	۳۳/۰۰±۳/۳۷	۲۰/۰۶±۳/۰۶
اختلال وسواس فکری عملی	اجبارها در مقیاس وسواس فکری عملی ییل-براون	گواه	۱۶/۴۳±۱/۷۲	۱۶/۰۰±۱/۴۱
		آزمایش	۱۵/۵۷±۱/۲۷	۹/۸۶±۱/۳۵
اختلال وسواس فکری عملی	وسواس‌های فکری در مقیاس وسواس فکری عملی ییل-براون	گواه	۱۵/۷۱±۱/۶۰	۱۵/۸۶±۱/۶۸
		آزمایش	۱۷/۴۳±۲/۴۴	۱۰/۸۶±۱/۸۶
اجبار	چک کردن در پادوآ	گواه	۳۳/۲۹±۲/۱۴	۳۳/۴۳±۱/۹۹
		آزمایش	۳۱/۲۹±۴/۵۴	۲۰/۵۷±۲/۳۷

متغیر	مؤلفه	گروه	پیش آزمون ($M \pm SD$)	پس آزمون ($M \pm SD$)
-------	-------	------	-----------------------------	----------------------------

داده ها نشان دهنده کاهش چشمگیر علایم وسواس و اجبار چک کردن در گروه آزمایش پس از مداخله تحریک جریان متناوب فراجمجمه ای (tACS) است، در حالی که تغییرات در گروه گواه ناچیز است.

۳-۳. آزمون های نرمال

تحلیل داده ها برای پاسخگویی به سوال های پژوهش با استفاده از روش پیش آزمون-پس آزمون و با دو گروه آزمایش و گواه انجام شد. جهت بررسی تفاوت بین دو گروه، از تحلیل کوواریانس^۱ چندمتغیری برای متغیرهایی با چند مولفه و تحلیل کوواریانس تک متغیری برای متغیرهایی با یک مولفه استفاده شد. پیش فرض های لازم شامل نرمال بودن توزیع داده ها، همگنی واریانس و کوواریانس، و همگنی شیب خط رگرسیون پیش از آزمون بررسی شدند.

تحلیل کوواریانس چندمتغیری برای مولفه های «وسواس فکری» و «اجبارها» و تحلیل تک متغیری برای نمره کل اختلال وسواس فکری عملی انجام شد. شاخص های کجی و کشیدگی نشان داد که توزیع داده ها به توزیع نرمال نزدیک است و آزمون لوین تأیید کرد که همگنی واریانس برقرار است (جدول ۳). همچنین همگنی شیب خط رگرسیون برای تمام مولفه ها برقرار بود (جدول ۴).

جدول ۳- آزمون همگنی واریانس مولفه ها و نمره کل اختلال وسواس فکری عملی

آزمون	F	Hypothesis df	Error df	اندازه اثر	P
وسواس فکری * گروه	۰/۵۹	۱	۱۴	۰/۲۳	۰/۴۱
اجبارها * گروه	۰/۵۷	۱	۱۴	۰/۲۵	۰/۳۸

جدول ۴- همگنی شیب خط رگرسیون مولفه های اختلال وسواس فکری عملی

متغیر	F	df1	df2	P
وسواس فکری	۱/۸۴	۱	۱۲	۰/۱۸
اجبارها	۱/۸۱	۱	۱۲	۰/۲۰
نمره کل	۲/۳۴	۱	۱۲	۰/۱۵

۳-۴. آزمون فرضیه ها

تحلیل کوواریانس چندمتغیری نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه آزمایش و گواه در مولفه‌های اختلال وسواس فکری عملی وجود دارد (جدول ۵). پس از آن، تحلیل تک‌متغیری نیز برای بررسی اثر هر مولفه انجام شد که نتایج کاهش معنادار وسواس فکری و اجبارها در گروه آزمایش را تأیید کرد.

جدول ۵- نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیری تفاوت بین دو گروه در مولفه‌های اختلال وسواس فکری عملی

منبع اثر	آزمون	ارزش	F	Hypothesis df	اندازه اثر	P	Error df
گروه	Pillai	۰/۸۳	۳۹/۲۱	۲	۰/۸۳	۰/۰۰۱	۹
گروه	Wilks' Lambda	۰/۱۷	۳۹/۲۱	۲	۰/۸۳	۰/۰۰۱	۹
گروه	Hotelling's T ²	۰/۷۵	۳۹/۲۱	۲	۰/۸۳	۰/۰۰۱	۹
گروه	بزرگترین ریشه روی	۰/۷۵	۳۹/۲۱	۲	۰/۸۳	۰/۰۰۱	۹

جدول ۶- نتایج تحلیل کوواریانس تک‌متغیری برای مولفه‌های اختلال وسواس فکری عملی

متغیر	SS	df	MS	F	P	اندازه اثر
اجبار	۷۶/۲۱	۱	۷۶/۲۱	۴۲/۴۳	۰/۰۰۱	۰/۸۱
وسواس فکری	۷۸/۶۴	۱	۷۸/۶۴	۴۳/۱۵	۰/۰۰۱	۰/۸۱

جدول ۷- تحلیل کوواریانس تک‌متغیری نمره کل اختلال وسواس فکری عملی

منبع اثر	SS	df	MS	P	F	اندازه اثر
گروه	۵۲۲/۸۳	۱	۵۲۲/۸۳	۰/۰۰۱	۸۵/۰۷	۰/۸۹
خطا	۶۷۱/۶۱	۱۱	۶۱/۰۶	-	-	-

تحلیل کوواریانس تک‌متغیری برای مولفه «اجبار چک کردن» انجام شد. نرمال بودن داده‌ها تأیید و همگنی واریانس از طریق آزمون لوین برقرار بود ($F=۲/۱۶$; $P=۰/۱۶$). همگنی شیب خط رگرسیون نیز برقرار بود ($F=۱/۹۳$; $P=۰/۲۰$). نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه‌ها در اجبار چک کردن وجود دارد ($\eta^2=۰/۹۴$; $P=۰/۰۰۱$; $F=۱۷۲/۳۰$)، به طوری که میانگین گروه آزمایش پس از مداخله کاهش معناداری یافته است (جدول ۸ و نمودار ۱).

جدول ۸- تحلیل کوواریانس تک‌متغیری اجبار چک کردن بین دو گروه

منبع اثر	SS	df	MS	F	P	اندازه اثر
گروه	۴۶۰/۸۵	۱	۴۶۰/۸۵	۱۷۲/۳۰	۰/۰۰۱	۰/۹۴
خطا	۲۲۹/۴۲	۱	۲۰/۸۵	-	-	-

نتایج نشان می‌دهد که tACS به‌طور معنادار علائم کلی وسواس فکری-عملی را کاهش می‌دهد. هر دو مولفه «وسواس‌های فکری» و «اجبارهای عملی» کاهش چشمگیر داشته‌اند. اجبارهای چک کردن به‌عنوان رفتار اصلی مطالعه، بزرگ‌ترین اندازه اثر ($\eta^2=0/94$) را نشان داد. این یافته‌ها اثربخشی تحریک جریان متناوب فراجمجمه‌ای را در کاهش علائم اختلال وسواس فکری-عملی تأیید می‌کنند.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که اعمال ۱۰ جلسه γ -tACS (۴۰ هرتز) بر ناحیه پیشانی‌آهیانه‌ای راست ((C) P4 (A) F4) منجر به کاهش معنادار و بالینی مهم در علائم چک کردن اجبارگونه و شدت کلی اختلال وسواس فکری-عملی می‌شود. گروه آزمایش نسبت به گروه گواه در نمره کل مقیاس وسواس فکری-عملی ییل-براون ($\eta^2=0/678$)، خرده‌مقیاس اجبارهای عملی ($p=0/008$)، وسواس‌های فکری ($p=0/021$) و به‌طور خاص خرده‌مقیاس چک کردن در سیاهه پادوا ($\eta^2=0/643$) بهبود از نظر آماری معنادار نشان داد. همچنین بیش از ۷۱ درصد شرکت‌کنندگان گروه آزمایش به آستانه پاسخ‌دهی بالینی (کاهش ≤ 35 درصد در مقیاس وسواس فکری-عملی ییل-براون) رسیدند درحالی‌که هیچ یک از افراد گروه گواه چنین بهبودی را نشان ندادند. در مجموع، نتایج نشان‌دهنده اثرات معنادار اولیه مداخله γ -tACS بر زیرگروه چک کردن در اختلال وسواس فکری-عملی است؛ بااین‌حال، با توجه به حجم نمونه کوچک ($N=7$ در هر گروه)، تفسیر اندازه اثرها باید با احتیاط انجام شود.

نتایج این پژوهش با مطالعات پیشین در حوزه تحریک تعدیل عصبی اختلال وسواس فکری-عملی هم‌خوانی دارد. ساهو و سینگ (۲۰۲۱) در یک کارآزمایی بالینی تصادفی‌شده گزارش کردند که γ -tACS بر DLPFC راست منجر به کاهش علائم کلی اختلال وسواس فکری-عملی می‌شود. [کلایمکه و همکاران](#)^۱ (۲۰۱۶) نیز با پروتکل مشابه (۴۰ هرتز، ۲۰ دقیقه، ۱۰ جلسه) بر ناحیه پیش‌پیشانی پستی-جانبی راست، بهبود معناداری در رفتارهای چک کردن گزارش کردند. سازوکار احتمالی این اثر را می‌توان به تقویت نوسانات گاما در شبکه پیشانی‌آهیانه‌ای راست نسبت داد که مسئول اعتماد به حافظه^۲ و کاهش احساس عدم اطمینان است ([وان‌دن‌هوت و کیندت](#)، ۲۰۰۴؛ [هرمانس و همکاران](#)^۳، ۲۰۰۸). نوسانات گاما نقش کلیدی در همگام‌سازی فعالیت نورونی بین قشر پیش‌پیشانی و آهیانه دارد و اختلال در این همگام‌سازی با نقص فرافاصله^۴ و رفتارهای چک کردن اجبارگونه همراه است ([پرتودزفولی و همکاران](#)^۵، ۲۰۲۳). γ -tACS از طریق پدیده هم‌نوایی^۶ اثرگذاری خود را روی نواحی مغزی می‌گذارد. هم‌نوایی پدیده‌ای است که در آن دو نوسانگر، از طریق روش‌های فیزیکی یا شیمیایی، با یکدیگر و با هدف هم‌آهنگ شدن نوساناتشان، با هم تعامل دارند. این پدیده در زیست‌شناسی برای هماهنگ کردن فرآیندهای زیستی از مقیاس مولکولی تا ارگانیسمی رخ می‌دهد. نوسانگرهای زیستی، نشانه‌هایی برآمده از درون سلول، بین سلول‌ها یا دریافت درون‌داد/محرکی خارجی (در اینجا tACS) هستند. γ -tACS از طریق پدیده هم‌نوایی و در نقش درون‌داد/محرکی خارجی موفق به بازتنظیم این نوسانات و در نتیجه بهبود عملکرد شناختی عاطفی بیماران می‌شود ([خیمنز و همکاران](#)، ۲۰۲۲؛ [ووروشلاکوس و همکاران](#)، ۲۰۱۸).

1 Klimke, A., et al.

2 memory confidence

3 Hermans, D., et al.

4 Metamemory Deficit

5 Parto-Dezfouli, M., et al.

6 entrainment

یکی از نقاط قوت پژوهش حاضر، تمرکز اختصاصی بر زیرگروه چک کردن اجبارگونه بود که شایع‌ترین و مقاوم‌ترین زیرگروه اختلال وسواس فکری عملی محسوب می‌شود (راسل و همکاران، ۲۰۰۵). برخلاف مطالعات قبلی که گروه‌های ناهمگن وسواس فکری عملی را بررسی کرده‌اند، در اینجا همه شرکت‌کنندگان چک کردن را به عنوان علامت غالب داشتند و ابزار اختصاصی (خرده مقیاس پادوا) نیز استفاده شد؛ از همین رو، نتایج از اختصاصی بودن بالاتری برخوردار است. اندازه اثر بسیار بزرگ ($\eta^2 > 0/64$) در متغیر هدف (چک کردن) و نرخ پاسخدهی بالا، این پروتکل را در زمره مداخلات بالقوه برای وسواس فکری عملی مقاوم به درمان قرار می‌دهد؛ به‌ویژه نشان می‌دهد که پروتکل حاضر می‌تواند گزینه‌ای برای بیماران مقاوم به درمان باشد (کلایمکه و همکاران، ۲۰۱۶). لازم به ذکر است به دلیل محدودیت در حجم نمونه این اندازه اثر احتمالاً بیش‌برآورد شده و باید با احتیاط تفسیر شود.

حجم نمونه نسبتاً کوچک از محدودیت‌های مطالعه حاضر است که تعمیم‌پذیری یافته‌ها را محدود می‌کند. از این رو، در تفسیر نتایج و تعمیم آن‌ها به جمعیت گسترده‌تر افراد مبتلا به اختلال وسواس فکری عملی باید احتیاط شود. با این حال، مطالعه حاضر با هدف انجام پژوهشی مقدماتی از نوع اثبات مفهوم و با تمرکز بر زیرگروه خاصی از بیماران مبتلا به اختلال وسواس فکری عملی با غلبه علائم چک کردن طراحی شد. منابع روش‌شناختی پیشین تأکید کرده‌اند که مطالعات اکتشافی و اولیه^۱ عمدتاً با هدف ارائه برآوردهای اولیه از اثرات درمان و کمک به طراحی کارآزمایی‌های تأییدی بزرگ‌تر انجام می‌شوند و نه ارائه شواهد قطعی درباره اثربخشی مداخلات (جولیوس، ۲۰۰۵؛ وایتهد و همکاران، ۲۰۱۶). افزون بر این، اندازه اثرهای بزرگ مشاهده‌شده در متغیرهای اصلی پژوهش، شواهد اولیه‌ای در حمایت از ارزش بالینی بالقوه γ -tACS ۴۰ هرتز در این جمعیت فراهم می‌کند. با وجود این، انجام پژوهش‌های آتی با حجم نمونه بزرگ‌تر، نمونه شاهد ساختگی و دوره‌های پیگیری طولانی‌تر برای بررسی بیشتر استحکام و تعمیم‌پذیری این یافته‌ها ضروری است.

مهم‌ترین محدودیت مطالعه، فقدان گروه تحریک ساختگی بود. بنابراین، امکان تفکیک اثر واقعی تحریک از اثر دارونما وجود ندارد و یافته‌ها باید صرفاً به عنوان شواهد اولیه تلقی شوند. تأیید اثربخشی نیازمند کارآزمایی‌های آینده با گروه تحریک ساختگی و حجم نمونه بزرگ‌تر است. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده از طرح‌های سه‌گروهی (واقعی، تحریک ساختگی، گواه)، پیگیری‌های بلندمدت (سه، شش و ۱۲ ماهه) و تصویربرداری‌های عصبی عملکردی^۲ مانند fMRI^۳ برای بررسی تغییرات نوسانات گاما استفاده شود.

γ -tACS (۴۰ هرتز) بر ناحیه پیشانی آهیانه‌ای راست طی ۱۰ جلسه، یک مداخله غیرتهاجمی است که در مطالعات اولیه به عنوان رویکردی با ایمنی قابل قبول و هزینه نسبتاً پایین مورد بررسی قرار گرفته است. این روش با اثر بسیار بزرگ ($\eta^2 \approx 0/64 - 0/68$) و نرخ پاسخدهی بالای ۷۰ درصد، یک گزینه بالقوه ولی قابل تامل برای درمان مکمل در کنار درمان‌های شناختی-رفتاری و دارویی زیرگروه چک کردن اختلال وسواس فکری عملی است؛ زیرا اندازه اثرهای بزرگ ممکن است ناشی از کوچک بودن نمونه باشد. نتایج پژوهش حاضر گامی رو به جلو در جهت شخصی‌سازی تعدیل عصبی براساس زیرگروه علائم اختلال وسواس فکری عملی و حرکت به سوی درمان‌های مبتنی بر سازوکار عصبی‌شناختی محسوب می‌شود.

۵. ملاحظات اخلاقی

پژوهش حاضر با رعایت تمامی اصول اخلاقی مندرج در اعلامیه هلسینکی اجرا شد. پیش از ورود به مطالعه، از تمامی شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه آگاهانه کتبی اخذ شد. به بیماران تأکید شد که عدم شرکت یا انصراف از پژوهش هیچ تأثیری بر روند درمان دارویی یا

1 pilot

2 Functional neuroimaging

3 Functional Magnetic Resonance Imaging

روان‌درمانی جاری آن‌ها در کلینیک نخواهد داشت. تمامی جلسات تحریک توسط پژوهشگر دارای مدرک کارشناسی ارشد توانبخشی شناختی و گواهینامه کار با دستگاه‌های تعدیل عصبی و سوپروایزر مرکز آتیه درخشان ذهن انجام شد. در هر جلسه، علائم حیاتی و عوارض احتمالی ثبت و در صورت بروز هرگونه ناراحتی، پروتکل متوقف می‌گردد. داده‌های بالینی و پرسشنامه‌ای با کد اختصاصی ذخیره و تنها نویسندگان به آن‌ها دسترسی داشتند. مطالعه حاضر با رعایت اصول اخلاق پژوهش و با تأیید کمیته اخلاق دانشگاه تهران (IR.UT.PSYEDU.REC.1402.050) انجام گرفت.

۶. سپاس‌گزاری

نویسندگان بر خود واجب می‌دانند از مدیریت و پرسنل کلینیک روان‌شناختی آتیه درخشان ذهن تهران به‌خاطر همکاری صمیمانه در معرفی بیماران و فراهم کردن فضای اجرای پژوهش و از تمامی بیمارانی که با وجود رنج ناشی از وسواس فکری عملی، در این پژوهش شرکت کردند و به پیشرفت دانش در این حوزه کمک نمودند، صمیمانه سپاس‌گزاری نمایند.

۷. حمایت مالی

پژوهش حاضر فاقد هرگونه حمایت مالی از سازمان‌ها، بنیادها یا شرکت‌های دولتی و خصوصی بود و تمام هزینه‌ها توسط نویسندگان تأمین گردید.

۸. تعارض منافع

نویسندگان مقاله تصریح می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافعی اعم از مالی، سازمانی، شغلی یا شخصی در این مطالعه وجود ندارد.

۹. منابع

- راجزی اصفهانی، س.؛ متقی پور، ی.؛ کامکاری، ک.؛ ظهیرالدین، ع. و جان بزرگی، م. (۱۳۹۰). پایایی و روایی نسخه فارسی مقیاس وسواسی-اجباری ییل-براون. *مجله روانپزشکی و روانشناسی بالینی ایران (اندیشه و رفتار)*، ۱۷(۴)، ۳۰۳-۳۹۷. <http://ijpcp.iuims.ac.ir/article-1-1453-fa.html>
- شمس، گ.؛ کاویانی، ح.؛ اسماعیلی ترکانپوری، ی.؛ ابراهیم‌خانی، ن. و امین‌منش، ع. (۱۳۸۹). بررسی روایی و پایایی نسخه‌ی فارسی پرسشنامه پادوا (اصلاحی دانشگاه ایالتی واشنگتن) در جمعیت دانشجویان سالم ایرانی. *تازه‌های علوم شناختی*، ۱۲(۱)، ۱-۱۶. <http://icssjournal.ir/article-1-77-fa.html>
- قاسمی، س. ع.؛ غنای چمن‌آباد، ع.؛ مهدی‌نیا، ا. م. و پای، ک. (۱۴۰۴). اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان متناوب (tACS) بر ولع مصرف و توان مطلق موج آلفای ناحیه‌ی پیشانی. *مجله علوم روانشناختی*، ۳۴(۱۵۶)، ۱۴۳-۱۴۹. <http://psychologicalscience.ir/article-1-2423-fa.html>
- منصوری، ج.؛ شاهواروقی، ا.؛ رستمی، م. و افتاده‌حال، م. (۱۳۹۹). بررسی نقش نواحی آهیانه خلفی در تفکر خلاق واگرا از طریق تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS). *فصلنامه پژوهش‌های کاربردی روانشناختی*، ۱۱(۲)، ۲۰۹-۲۲۴. <https://doi.org/10.22059/japr.2020.290235.643358>

References

- American Psychiatric Association. (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders, Text Revision (DSM-5-TRTM)*. American Psychiatric Pub. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425787>
- Benussi, A., Cantoni, V., Cotelli, M. S., Cotelli, M., Brattini, C., Datta, A., & Borroni, B. (2021). Exposure to gamma tACS in Alzheimer's disease: A randomized, double-blind, sham-controlled, crossover, pilot study. *Brain Stimulation*, 14(3), 531-540. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2021.03.007>

- Besiroglu, L., Yuce Agargun, M., Boysan, M., Eryonucu, B., Gulec, M., & ... Selvi, Y. (2005). The assessment of obsessive-compulsive symptom: Reliability and validity of the Padua Inventory in Turkish Population. *Turkish Journal of Psychiatry*, 16(3), 179-189. https://www.researchgate.net/publication/7584211_The_assessment_of_obsessive-compulsive_symptoms_Reliability_and_validity_of_the_Padua_inventory_in_Turkish_population
- Goodarzi, M. A., & Firoozabadi, A. (2005). Reliability of the Padua Inventory in an Iranian population. *Behaviour Research and Therapy*, 43(1), 43-54. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2003.11.004>
- Goodman, W. K., Price, L. H., Rasmussen, S. A., Mazure, C., Fleischmann, R. L., Hill, C. L., ... & Charney, D. S. (1989). The Yale-Brown obsessive-compulsive scale: I. Development, use, and reliability. *Archives of general psychiatry*, 46(11), 1006-1011. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.1989.01810110048007>
- Ghasemi S A, Ghanaei ChamanAbad A, Mahdinia A, Papi K. (2025). Investigation the efficacy of transcranial alternating current stimulation (tACS) on Craving and Alpha wave Absolute power of the Frontal Region in nicotine dependent individuals. *Journal of Psychological Science*, 24(156), 149-163 [in persian]. doi:[10.61186/jps.24.156.9](https://doi.org/10.61186/jps.24.156.9)
- Hermans, D., Engelen, U., Grouwels, L., Joos, E., Lemmens, J., & Pieters, G. (2008). Cognitive confidence in obsessive-compulsive disorder: Distrusting perception, attention and memory. *Behaviour Research and Therapy*, 46(1), 98-113. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2007.11.001>
- Julious, S. A. (2005). Sample size of 12 per group rule of thumb for a pilot study. *Pharmaceutical Statistics: The Journal of Applied Statistics in the Pharmaceutical Industry*, 4(4), 287-291. <https://doi.org/10.1002/pst.185>
- Jiménez, A., Lu, Y., Jambhekar, A., & Lahav, G. (2022). Principles, mechanisms and functions of entrainment in biological oscillators. *Interface Focus*, 12(3). 20210088. <https://doi.org/10.1098/rsfs.2021.0088>
- Kammen, A., Cavaleri, J., Lam, J., Frank, A. C., Mason, X., Choi, W., ... & Lee, D. J. (2022). Neuromodulation of OCD: A review of invasive and non-invasive methods. *Frontiers in Neurology*, 13, 909264. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.909264>
- Kyrios, M., Bahar, S., & Wade, D. (1996). The assessment of obsessive-compulsive phenomenon: psychometric and normative data on the Padua Inventory from an Australian non-clinical student sample. *Behaviour Research and Therapy*, 34(1): 85-95. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(95\)00039-Z](https://doi.org/10.1016/0005-7967(95)00039-Z)
- Klimke, A., Nitsche, M. A., Maurer, K., & Voss, U. (2016). Case report: Successful treatment of therapy-resistant OCD with application of transcranial alternating current stimulation (tACS). *Brain Stimulation*, 9(3), 463-465. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.03.005>
- Lee, T. W., Almeida, S., & Tramontano, G. (2024). Attention improvement to transcranial alternating current stimulation at gamma frequency over the right frontoparietal network: a preliminary report. *Acta Neuropsychiatrica*, 36(6), 495-499. <https://doi.org/10.1017/neu.2024.35>
- Macdonald, AM., & De Silva, P. (1999). The assessment of obsessionality using the Padua inventory: its validity in a British non-clinical sample. *Personality and Individual Differences*, 27(6), 1027-1046. [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(99\)00036-7](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(99)00036-7)
- Mataix-Cols, D., Sonchez, M., & Vallejo, JA. (2002). Spanish version of the Padua Inventory: Factor structure and psychometric properties. *Behaviour and Cognitive Psychotherapy*, 30(2), 25-36. <https://doi.org/10.1017/S1352465802001042>
- Mansouri, J., Shahvaroughi, A., rostami, M. and Oftadeh-hal, M. (2020). The Role of Posterior Parietal Brain Regions in Creative Divergent Thinking by Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS). *Journal of Applied Psychological Research*, 11(2), 209-224 [in persian]. doi: 10.22059/japr.2020.290235.643358
- Moshfeghinia, R., Najibi, A., Golabi, F., Moradi, M., Malekpour, M., Abdollahifard, S., ... & Razmkon, A. (2025). Efficacy and safety of transcranial direct current stimulation (tDCS) in patients with obsessive-compulsive disorder (OCD): A systematic review and meta-analysis of randomized

- controlled trials. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 173, 106171. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2025.106171>
- Ngan Kee, N., Foster, E., Marquina, C., Tan, A., Pang, S. S. T., O'Brien, T. J., Kwan, P., Jackson, G. D., Chen, Z., & Ademi, Z. (2023). Systematic review of cost-effectiveness analysis for surgical and neurostimulation treatments for drug-resistant epilepsy in adults. *Neurology*, 100(18), 1866–1877. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000207137>
- Papi, K., Nosratabadi, M., Mohamad Docheshmeh, A., Varkiyani, M. E., Soleimani, A., Ghasemi, S. A., & Karkaragh, F. F. (2024). Transcranial alternating current stimulation: Impact on attention, memory, and performance in shooting training. *African Journal of Biomedical Research*, 27(4), 2935-2943. <https://doi.org/10.53555/AJBR.v27i4S.2863>
- Papi, K., Nosratabadi, M., Taremiyan, F., Ghanbari, N., & Varkiyani, M. E. (2025). Effectiveness of transcranial alternating current stimulation (tACS) and cognitive bias modification (CBM) in treating anxiety, depression, attentional bias, and drug craving in opioid-dependent patients. *Acta Psychologica*, 255, 104939. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.104939>
- Parto-Dezfouli, M., Vezoli, J., Bosman, C. A., & Fries, P. (2023). Enhanced behavioral performance through interareal gamma and beta synchronization. *Cell Reports*, 42(10), 113249. <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2023.113249>
- Rajezi Esfahani S, Motaghipour Y, Kamkari K, Zahiredin A, Janbozorgi M. (2012). Reliability and Validity of the Persian Version of the Yale-Brown Obsessive-Compulsive Scale (Y-BOCS). *IJPCP*, 17(4), 297-303 [in persian]. <http://ijpcp.iums.ac.ir/article-1-1453-fa.html>
- Russell, A.J., Jassi, A., Fullana, M.A., Mack, H., Johnston, K., Heyman, I., Murphy, D.G. and Mataix-Cols, D. (2013), Cognitive behavioral therapy for comorbid obsessive-compulsive disorder in high-functioning Autism Spectrum Disorder: A randomized control trial. *Depress Anxiety*, 30, 697-708. <https://doi.org/10.1002/da.22053>
- Sahu, P. P., & Tseng, P. (2021). Frontoparietal theta tACS nonselectively enhances encoding, maintenance, and retrieval stages in visuospatial working memory. *Neuroscience Research*, 172, 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2021.05.005>
- Sanavio, E. (1988). Obsessions and compulsions: the Padua Inventory. *Behaviour Research and Therapy*, 26(2), 169-177. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(88\)90116-7](https://doi.org/10.1016/0005-7967(88)90116-7)
- Shams G, Kaviani H, Esmaili Torkanbori Y, Ebrahimkhani N, Amin Manesh A. (2010). A Study of Validity and Reliability of the Persian Version of the Padua Inventory-Washington State University Revision (PI-WSUR) in a Sample of Healthy Iranian Students. *Advances in Cognitive Sciences*, 12(1), 1-16 [in persian]. <http://icssjournal.ir/article-1-77-fa.html>
- Skapinakis, P., Caldwell, D. M., Hollingworth, W., Bryden, P., Fineberg, N. A., Salkovskis, P., ... & Lewis, G. (2016). Pharmacological and psychotherapeutic interventions for management of obsessive-compulsive disorder in adults: a systematic review and network meta-analysis. *The Lancet Psychiatry*, 3(8), 730-739. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(16\)30069-4](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(16)30069-4)
- Stein, D. J., Costa, D. L. C., Lochner, C., Miguel, E. C., Reddy, Y. C. J., Shavitt, R. G., van den Heuvel, O. A., & Simpson, H. B. (2019). Obsessive-compulsive disorder. *Nature Reviews. Disease Primers*, 5(1), 52. <https://doi.org/10.1038/s41572-019-0102-3>
- Steketee, G., & Frost, R. (1994). Measurement of risk-taking obsession-compulsive disorder. *Journal of Behavioral and Cognitive Psychotherapy*, 28(4), 793-802. <https://doi.org/10.1017/S1352465800013175>
- Sternberger, LG., & Burns, GL. (1991). Obsessive-compulsive disorder: Symptoms and diagnosis in a college sample. *Behaviour and Therapy*, 22(4): 569-574. [https://doi.org/10.1016/S0005-7894\(05\)80346-6](https://doi.org/10.1016/S0005-7894(05)80346-6)
- Swierkosz-Lenart, K., Viegas, C., Do Santos, J. F. A., Elowe, J., Bally, J. F., Bloch, J., & Mallet, L. (2025). Neuromodulation techniques in obsessive-compulsive disorder: Current state of the art. *Brain Medicine*, 1(5), 34–41. <https://doi.org/10.61373/bm025y.0125>
- van den Hout, M., & Kindt, M. (2003). Repeated checking causes memory distrust. *Behaviour Research and Therapy*, 41(3), 301–316. [https://doi.org/10.1016/S0005-7967\(02\)00012-8](https://doi.org/10.1016/S0005-7967(02)00012-8)

- Van Oppen, P., Hoekstra, R.J., & Emmelkamp, P.M. (1995). The structure of obsessive-compulsive symptoms. *Behaviour Research and Therapy*, 33(1), 15-23. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(94\)E0010-G](https://doi.org/10.1016/0005-7967(94)E0010-G)
- Vöröslakos, M., Takeuchi, Y., Brinyiczki, K., Zombori, T., Oliva, A., Fernández-Ruiz, A., Kozák, G., Kincses, Z. T., Iványi, B., Buzsáki, G., & Berényi, A. (2018). Direct effects of transcranial electric stimulation on brain circuits in rats and humans. *Nature Communications*, 9(1), 1-17. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-02928-3>
- Whitehead, A. L., Julious, S. A., Cooper, C. L., & Campbell, M. J. (2016). Estimating the sample size for a pilot randomised trial to minimise the overall trial sample size for the external pilot and main trial for a continuous outcome variable. *Statistical Methods in Medical Research*, 25(3), 1057-1073. <https://doi.org/10.1177/0962280215588241>

Efficacy of γ -tACS Over the Right Frontoparietal Region on Checking Compulsions in Patients with Obsessive-Compulsive Disorder

Extended Abstract

1. Introduction and Objectives Obsessive-compulsive disorder (OCD) is one of the most prevalent and debilitating psychiatric conditions, characterized by intrusive, unwanted obsessions and repetitive compulsions aimed at reducing associated anxiety (American Psychiatric Association, 2013). Lifetime prevalence is approximately 2.3%, with onset often in young adulthood, leading to significant impairments in quality of life, occupational, academic, and interpersonal functioning. Among compulsions, compulsive checking is the most common subtype, observed in 50–63% of OCD patients (Russell et al., 2013). Individuals with checking compulsions repeatedly verify doors, locks, windows, stoves, electrical appliances, emails, or messages to prevent perceived catastrophes, despite recognizing the irrationality of these actions (Rachman, 2002). Research links compulsive checking to deficits in cognitive inhibition, intolerance of uncertainty, and failure to terminate repetitive responses (van den Hout & Kindt, 2003). Neuroscientific evidence highlights dysfunctions in the cortico-striato-thalamo-cortical (CSTC) circuit, particularly involving the right dorsolateral prefrontal cortex (r-DLPFC), frontal, and parietal regions critical for cognitive control and suppression of maladaptive responses. Inefficiencies in the frontoparietal network appear to sustain checking behaviors (Kar & Saxena, 2022).

First-line treatments for OCD include cognitive-behavioral therapy (CBT) with exposure and response prevention (ERP) and selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs) such as fluoxetine, sertraline, or clomipramine (American Psychiatric Association, 2013). However, 30–40% of patients achieve only partial response or remain treatment-resistant (Skapinakis et al., 2016). Predictors of resistance include high symptom severity, comorbid depression, personality disorders, or predominant checking compulsions (Perris et al., 2019). This underscores the need for adjunctive or alternative interventions targeting disrupted neural networks. In recent years, non-invasive neuromodulation techniques such as repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) and transcranial direct current stimulation (tDCS) have gained attention for OCD (Kee et al., 2023). Transcranial alternating current stimulation (tACS) offers a unique advantage by entraining endogenous neural oscillations at specific frequencies. Unlike tDCS, tACS delivers sinusoidal alternating current that can synchronize brain rhythms, particularly in the gamma band (40 Hz), which supports cognitive control,

executive processing, and frontoparietal network coordination (Papi et al., 2024; Mansouri et al., 2020). Reduced gamma oscillations in right frontoparietal regions have been associated with impaired inhibition of intrusive thoughts and compulsions in OCD. Preliminary evidence suggests gamma tACS over right DLPFC enhances decision-making accuracy and executive functions in healthy individuals (Sahota & Singh, 2021).

Despite growing literature on neuromodulation, tACS applications in OCD remain nascent, with most studies focusing on tDCS (Benussi et al., 2021). Checking compulsions are specifically linked to right frontoparietal dysfunction (van den Hout & Kindt, 2004), necessitating targeted protocols. The present study addressed this gap by examining the efficacy of gamma-frequency tACS (40 Hz) over the right frontoparietal region (anode F4, cathode P4) in reducing compulsive checking in OCD patients, using a quasi-experimental design without sham to evaluate the genuine intervention effect. The primary hypothesis was that the experimental group would exhibit significantly greater reductions in Padua Inventory checking subscale scores and total Y-BOCS scores compared to controls.

2. Methods This quasi-experimental study employed a pretest–posttest control group design. It was approved by the Ethics Committee of the University of Tehran (IR.UT.PSYEDU.REC.1402.050) and conducted in accordance with the Declaration of Helsinki.

The population comprised all clients referred to Atieh Clinic (Tehran) in 2023 with DSM-5 diagnosed OCD, Y-BOCS total score >10, and predominant compulsive checking. Fourteen adults (11 females, 3 males; age 18–60 years, mean 36.35 ± 7.32) were selected via convenience sampling and randomly assigned to experimental ($n=7$) or control ($n=7$) groups. Inclusion criteria: age 18–60, stable psychotropic medication for ≥ 8 weeks, checking as primary symptom (Padua checking subscale >10), informed consent capacity. Exclusion criteria: epilepsy history, cranial metal implants, bipolar/schizophrenic/personality disorders, substance use, pregnancy, recent neuromodulation, high suicide risk.

The experimental group received 10 real tACS sessions (5/week over 2 weeks) using a Neurostim device: 40 Hz sinusoidal, 1.5 mA intensity, 20 min/session, anode over F4 (right DLPFC), cathode over P4 (right parietal), per 10–20 EEG system. Ramp-up/down over 30 s each. The control group received no stimulation but completed assessments. Outcome measures: Yale-Brown Obsessive Compulsive Scale (Y-BOCS; Rajabi-Esfahani et al., 2011; Cronbach's α 0.95–0.97) for total, obsessions, and compulsions; Padua Inventory checking subscale (Shams et al., 2010; Cronbach's α 0.90). Assessments occurred 1 day pre-intervention and 24 h post-final session. Data analyzed via ANCOVA (pretest as covariate) in SPSS v26; significance $p < 0.05$, effect size η^2 .

3. Findings Demographic and clinical characteristics were comparable between groups (Table 1). The experimental group comprised 6 females (85.7%) and 1 male (14.3%), mean age 39.71 ± 9.36 years; controls: 5 females (71.4%), 2 males (28.6%), mean age 31.86 ± 5.11 years.

Table 1. Comparison of Demographic Characteristics Between Experimental and Control Groups

Variable	Experimental (n=7)	Control (n=7)
Gender – Female	6 (85.7%)	5 (71.4%)
Gender – Male	1 (14.3%)	2 (28.6%)
Age (years) Mean $\pm$ SD	39.71 $\pm$ 9.36	31.86 $\pm$ 5.11

Pre- and posttest means for key variables are presented in Table 2.

Table 2. Means and Standard Deviations of OCD Symptoms and Checking Compulsions

Variable	Group	Pretest M $\pm$ SD	Posttest M $\pm$ SD
Total Y-BOCS	Control	32.14 $\pm$ 2.80	31.86 $\pm$ 2.91
Compulsions (Y-BOCS)	Control	16.43 $\pm$ 1.72	16.00 $\pm$ 1.41
Obsessions (Y-BOCS)	Control	15.71 $\pm$ 1.60	15.86 $\pm$ 1.68
Padua Checking	Control	33.29 $\pm$ 2.14	33.43 $\pm$ 1.99
Total Y-BOCS	Experimental	33.00 $\pm$ 3.37	20.06 $\pm$ 3.06
Compulsions (Y-BOCS)	Experimental	15.57 $\pm$ 1.27	9.86 $\pm$ 1.35
Obsessions (Y-BOCS)	Experimental	17.43 $\pm$ 2.44	10.86 $\pm$ 1.86
Padua Checking	Experimental	31.29 $\pm$ 4.54	20.57 $\pm$ 2.37

ANCOVA assumptions (normality, homogeneity of variances/covariances, regression slopes) were met (Tables 3–4). Multivariate ANCOVA showed significant group differences (Pillai's Trace $F(2,9)=39.21$, $p=0.001$, $\eta^2=0.83$). Univariate ANCOVA confirmed reductions in compulsions ($F=42.43$, $p=0.001$, $\eta^2=0.81$), obsessions ($F=43.15$, $p=0.001$, $\eta^2=0.81$), total Y-BOCS ($F=85.07$, $p=0.001$, $\eta^2=0.89$), and Padua checking ($F=172.30$, $p=0.001$, $\eta^2=0.94$) (Tables 1–2).

Table 3–8 Summary (Key ANCOVA Results):

- Levene's test and slope homogeneity $p>0.05$ for all.
- Multivariate: significant group effect.
- Univariate: large effects for all outcomes, largest for checking ($\eta^2=0.94$).

71.4% of experimental participants met clinical response criterion ($\geq 35\%$ Y-BOCS reduction); none in controls.

4. Conclusion and Discussion Gamma-frequency tACS (40 Hz) over the right frontoparietal region (F4–P4) produced substantial, clinically meaningful reductions in compulsive checking and overall OCD severity after 10 sessions. Effect sizes were large ($\eta^2=0.64$ – 0.94), particularly for checking ($\eta^2=0.94$), with $>70\%$ response rate in the experimental group.

These results align with prior neuromodulation findings in OCD (Sahota & Singh, 2021; Klimke et al., 2016). The mechanism likely involves gamma entrainment in the right frontoparietal network, enhancing memory confidence and reducing uncertainty-driven

checking (van den Hout & Kindt, 2004; Hermans et al., 2008). Gamma oscillations facilitate inter-regional synchronization essential for cognitive-emotional regulation; their disruption contributes to metamnesic deficits and compulsions (Parto-Dezfouli et al., 2023). tACS entrains these rhythms, restoring network function (Vöröslakos et al., 2018). Strengths include subtype-specific focus on checking (most resistant form; Russell et al., 2013) and use of dedicated Padua subscale. Large effects and high response suggest superiority over some rTMS protocols (Kar & Saxena, 2022). Limitations: small sample (n=14), no sham (chosen to isolate true effect), short follow-up. Future research should incorporate sham controls, long-term follow-up, and neuroimaging (fMRI/EEG) to confirm gamma changes. Gamma tACS appears safe, tolerable, cost-effective, and highly efficacious as an adjunct for treatment-resistant checking OCD, paving the way for mechanism-based, personalized neuromodulation.

5. Keywords Obsessive-compulsive disorder, compulsive checking, transcranial alternating current stimulation (tACS), gamma stimulation, neuromodulation, frontoparietal network, non-invasive brain stimulation

6. Ethical Considerations The study adhered to all principles of the Declaration of Helsinki. Written informed consent was obtained from all participants, emphasizing voluntary participation and no impact on ongoing treatment upon withdrawal. Sessions were conducted by a certified cognitive rehabilitation specialist; vital signs and side effects (e.g., itching, headache) were monitored, with immediate protocol cessation if needed. Data were anonymized with codes, accessible only to the principal investigator and supervisor. Approved by University of Tehran Ethics Committee (IR.UT.PSYEDU.REC.1402.050).

7. Acknowledgments and Funding The authors express sincere gratitude to the management and staff of Atieh Darakhshan-e-Zehn Psychological Clinic (Tehran), particularly Dr. Reza Rostami, for patient referrals and facility support; to Madina Teb Gostar Company for providing the tACS device and electrodes; and to all participants who contributed despite OCD-related distress. No financial support was received from governmental, commercial, or non-profit organizations; all costs were borne by the principal investigator.

8. Conflict of Interest The authors declare no conflicts of interest, financial, organizational, professional, or personal.