

Efficacy of Anodal Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Anhedonia and Symptoms of Combat Related Post-Traumatic Stress Disorder (PTSD)

Abstract

This study aimed to investigate the efficacy of Transcranial direct stimulation (tDCS) on anhedonia and post-traumatic stress disorder (PTSD). This research was a double-blind experimental study that was conducted with pre-test post-test design with a control group. The statistical population included military men suffering from PTSD who had visited at psychiatric clinic of Baqiyatullah al-Azam Hospital from March 2018 to April 2020. 33 participants (experimental = 17, control = 16) with PTSD were selected via available sampling method from this population. The experimental group received 10 sessions of anodal tDCS (delivered at 2 mA to the left dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC), while the control group experienced 10 sessions of sham stimulation. The post-traumatic stress disorder checklist for DSM-5 (PCL-5) and Snaith-Hamilton Pleasure Scale (SHAPS) were used for data collection. The data was also analyzed through the multivariate analysis of covariance (MANCOVA) test by using SPSS₂₆ software. Results showed that 41% of patients responded to tDCS treatment and the rate of reduction of anhedonia ($F_{(1,20)}=4.75$ $p=0.038$) and PTSD symptoms ($F_{(1,20)}=9.37$, $p=0.006$) was significantly higher in the experimental group compared the control group. This study showed that tDCS could be considered as a new and complementary treatment technique for the treatment of anhedonia and PTSD symptoms in militaries with post-traumatic stress disorder.

Keywords: *Anhedonia, Post-traumatic stress disorder (PTSD), Transcranial direct stimulation (tDCS)*

Extended Abstract

Aim

Post-traumatic stress disorder (PTSD) is a chronic and debilitating mental disorder that develops in some people who have experienced a traumatic event and is characterized by symptoms of avoidance, re-experiencing, hyperarousal, and negative cognition and mood. Several treatment methods have been developed for PTSD (such as pharmacotherapy, eye movement desensitization, and reprocessing and cognitive processing therapy). Some studies indicated considerable nonresponse and high dropout rates for these treatments. Transcranial direct current stimulation (tDCS) as a new treatment technique for psychiatric disorders has emerged. tDCS involves delivery of weak direct currents to the targeted cortical area. Present study aimed to investigate the efficacy of tDCS on anhedonia and post-traumatic stress disorder (PTSD) in patients with combat related PTSD.

Methods

This research was a double-blind experimental study that was conducted with pre-test post-test design with a control group. The statistical population included military men suffering from PTSD who had visited at psychiatric clinic of Baqiyatullah al-Azam Hospital from March 2018 to April 2020. 33 participants (experimental=17, control=16) with PTSD were selected via available sampling method from this population. The inclusion criteria were patients aged between 30 and 66, diagnosis of PTSD based on the DSM-5 criteria and PCL-5 (scores ≥ 37). The pharmacological regime (medication and dosage) was not changed during the study.

Exclusion criteria were comorbid psychotic, bipolar and personality disorders, hearing disorder, risk of suicide, neurological illness, prior treatment with stimulation treatments, wearing a cardiac pacemaker and metal parts in the head, and epilepsy or any organic brain disorders, implanted medication pumps, mobile metal implants, pacemakers. Patients were assessed on two occasions. Baseline evaluation was occurred in the first session of tDCS treatment and post-test evaluation performed at the end of the tenth sessions.

Direct current was transferred by a saline-soaked pair of surface sponge electrodes and delivered by a battery-driven stimulator. Brain areas were localized using the EEG 10/20 system. In this treatment protocol, the anode and the cathode were placed over the left DLPFC and the right supra-orbital respectively (F3 and Fp2). The current intensity of 2 mA for a duration of 20 min was used for 10 consecutive sessions on consecutive days. For sham stimulation, the electrodes were placed in the same location and the same montage was used. However, the current was ramped up for 30 s and then ramped down. The Posttraumatic Stress Disorder Checklist for DSM-5 (PCL-5) and Snaith-Hamilton Pleasure Scale (SHAPS) were used to collect data. On version 26 of SPSS, descriptive statistics (mean and standard deviation) and MANCOVA were used to analyze the data.

Findings

We identified 7 patients (41.17%) as treatment responders. Regarding results of MANCOVA, the experimental group demonstrated a significant decrease in symptoms of PTSD (PCL-5) and anhedonia (SHAPS) compared to the control group. Membership in a group was the factor that could explain 42% and 14% of the variations in the variances of the PTSD symptoms and anhedonia, according to the inferential findings.

Discussion

Present study investigated efficacy of tDCS treatment on symptoms of PTSD and anhedonia for 33 patients with combat related PTSD who received 10 sessions of tDCS of the left DLPFC. Although only 41.17% of patients reached response criteria as defined in this study. In line with previous studies, results showed that a course of tDCS treatment resulted in a significant reduction in PTSD symptom. There are several potential explanations for our results. First, tDCS could improve traumatic symptoms by increasing the functional connectivity over the VMPFC and DLPFC. Second, the DLPFC may be hypothesized as playing an important role in improvement of PTSD symptoms by providing cognitive control over the fear circuit among the hippocampus, amygdala, and VMPFC. Our data indicated that, a course of tDCS treatment resulted in a significant improvement in anhedonia among PTSD patients. This finding consists with the findings of some previous studies. Due to the asymmetrical approach-system of the brain, excitatory stimulation (anodal stimulation) over the left DLPFC (F3) area result in an increase in approach-related behavior and enhances frontal asymmetry. There were some limitations. First, medication use was not exclusionary and may have impacted treatment response. Second, The SHAPS mainly measures consummatory pleasure and does not cover other subtypes of pleasure such as anticipatory and subjective pleasure. Third, the findings of the present study are limited only to the tDCS protocol and parameters used in this study.

اثربخشی تحریک الکتریکی جریان مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS) آنودال بر بی‌لذتی و نشانه‌های اختلال استرس پس از ضربه (PTSD) مرتبط با جنگ

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی جریان مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS) بر نشانه‌های اختلال استرس پس از ضربه و بی‌لذتی انجام گرفت. این پژوهش از نوع مطالعات آزمایشی دوسوکور بود که با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل انجام گردید. جامعه آماری شامل مردان نظامی مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه (PTSD) بود که از اسفند ماه ۱۳۹۶ تا فروردین ۱۳۹۹ به درمانگاه روان‌پزشکی بیمارستان بقیه‌الله الاعظم (عج) مراجعه کرده بودند. از این جامعه آماری، تعداد ۳۳ نفر (آزمایش = ۱۷ نفر، کنترل = ۱۶ نفر) به صورت در دسترس انتخاب شدند. گروه آزمایش ۱۰ جلسه tDCS آنودال (۲ میلی‌آمپر در قشر پیشانی پستی-چانیپ (DLPFC) دریافت کردند، در حالی که گروه کنترل ۱۰ جلسه تحریک ساختگی را تجربه کردند. به منظور جمع‌آوری اطلاعات، از فهرست اختلال استرس پس از ضربه (PCL-5) و مقیاس خوش‌کامی اسنیت-همیلتون (SHPS) استفاده شد. داده‌ها نیز از طریق آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره (مانکوا) و با استفاده از SPSS²⁶ تجزیه و تحلیل شد. یافته‌ها نشان داد که ۴۱ درصد از بیماران به درمان tDCS پاسخ دادند و میزان کاهش نشانه‌های بی‌لذتی (F(۱,۲۰)=۴/۷۵، p=۰/۰۳۸) و اختلال استرس پس از ضربه (F(۱,۲۰)=۹/۳۷، p=۰/۰۰۶)، به طور معناداری در گروه آزمایش بیشتر از گروه کنترل بود. این مطالعه نشان داد که tDCS می‌تواند به‌عنوان یک تکنیک درمانی جدید و مکمل برای درمان نشانه‌های بی‌لذتی و اختلال استرس پس از ضربه در نظامیان در نظر گرفته شود.

کلید واژه: اختلال استرس پس از ضربه، بی‌لذتی، تحریک الکتریکی جریان مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS)

۱. مقدمه

اختلال استرس پس از ضربه^۱ (PTSD) یک اختلال روانی مزمن و ناتوان کننده است که در مواجهه با یک رویداد آسیب‌زا^۲ ایجاد می‌شود و با نشانه‌های اجتناب^۳، تجربه مجدد^۴ رویداد آسیب‌زا، بیش‌برانگیختگی^۵ و شناخت و خلق منفی^۶ مشخص می‌شود. شیوع نسبتاً بالای آن در ایران و بار اجتماعی-اقتصادی حاصل از آن باعث شده است که پژوهش‌های زیادی را به سوی خود جلب کند. برای مثال میزان شیوع آن در نیروهای نظامی ایرانی ۲۷/۸ تا ۵۸ درصد برآورد شده است (سپهوند و همکاران^۷، ۲۰۱۹؛ شاه‌میری‌بارزوقی و همکاران^۸، ۲۰۲۳) که بیشترین شیوع در میان نیروهای نظامی‌ای است که سابقه شرکت در جنگ دارند (سپهوند و همکاران، ۲۰۱۹). بعلاوه، افراد مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه ممکن است در چندین زمینه، از جمله فعالیت‌های اجتماعی-اقتصادی گرفته تا عملکردهای فیزیکی، با کاهش کیفیت زندگی مواجه شوند و حتی احتمال خودکشی در آن‌ها نسبتاً بالا است (واردون-بونس^۹، ۲۰۲۰). به همین دلیل درمان این افراد ضروری به نظر می‌رسد.

درمان‌های روان‌شناختی (از قبیل پردازش مجدد با حساسیت‌زایی حرکات چشم^{۱۰} و رفتار درمانی شناختی) و دارویی خط مقدم درمان‌های PTSD محسوب می‌شوند، اما تبعیت از روان‌درمانی و دارودرمانی به دلیل عوارض جانبی بالقوه (دارودرمانی) و ناکارآمدی آن‌ها در بیماران مبتلا به PTSD پایین است. طوری که بیش از نیمی از بیمارانی که روان‌درمانی دریافت می‌کنند علائم باقیمانده قابل توجهی دارند و همچنان معیارهای کامل PTSD را برآورده می‌کنند و ۲۰ تا ۳۰ درصد از این بیماران به دارودرمانی پاسخ نمی‌دهند (هان و همکاران^{۱۱}، ۲۰۲۲). بویژه اگر اختلال استرس پس از ضربه ناشی از آسیب‌های نظامی و جنگی باشد درمان آن به مراتب سخت‌تر خواهد بود. در این راستا، یک فراتحلیل نشان داد که اختلال استرس پس از ضربه مرتبط با جنگ در برابر روان‌درمانی مقاوم‌تر است و به سایر تکنیک‌های درمانی نیاز دارد (استراود و همکاران^{۱۲}، ۲۰۱۹). بنابراین، به روش‌های درمانی جدیدی نیاز است که تکنیک‌های تحریک الکتریکی و مغناطیسی فراجمجمه‌ای مغز از درمان‌های مکمل و جدید محسوب می‌شوند. از آنجا که یکی از مشکلات اساسی بیماران مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه بدکارکردی نواحی مختلف مغزی است انتظار می‌رود از طریق تکنیک‌های تحریک مغزی، کارکرد این نواحی تنظیم و تعدیل شوند. برای مثال، بیماران مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه کاهش جریان خون مغزی منطقه‌ای در قشر پیش‌پیشانی و افزایش جریان خون منطقه‌ای مغز در آمیگدال را نشان می‌دهند. همچنین بدکارکردی قشر پیش‌پیشانی پستی-جانبی^{۱۳} (DLPFC) با ناهنجاری‌های شناختی و عاطفی در بیماران مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه مرتبط بوده (ون و همکاران^{۱۴}، ۲۰۲۲) و بهبود عملکرد آن با پاسخ‌های انعطاف‌پذیر به تروما مرتبط است (ناکاگاو و همکاران^{۱۵}، ۲۰۱۶). بنابراین، یک روش برای کاهش بدکارکردی نواحی مغزی، تحریک الکتریکی جریان مستقیم فراجمجمه‌ای^{۱۶} (tDCS) است. تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای یک تکنیک درمانی کم‌هزینه، غیرتهاجمی است که در آن یک جریان مستقیم الکتریکی با ولتاژ پایین (معمولاً بین +۱ و +۲ میلی‌آمپر) به طور انتخابی برای شبکه‌های عصبی درگیر در سبب‌شناسی اختلالات روان‌پزشکی ارائه می‌گردد. در تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای، الکتروده‌های آنود (مثبت) و کاتودی (منفی) تحریک‌پذیری قشر مغز را با تغییر پتانسیل‌های استراحت^{۱۷} عصبی تنظیم می‌کنند (فاوچر و همکاران^{۱۸}، ۲۰۲۱). اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای در چندین اختلال روان‌پزشکی از قبیل اختلالات افسردگی، اسکیزوفرنی و سوء‌مصرف مواد

1. Post-traumatic stress disorder
2. Traumatic
3. Avoidance
4. Re-experiencing
5. Hyperarousal
6. Negative cognition and mood
7. Sepahvand et al.
8. Shahmiri Barzoki
9. Vardon-Bounes
10. Eye movement desensitization and reprocessing
11. Han
12. Straud et al.
13. Dorsolateral prefrontal cortex
14. Wen et al.
15. Nakagawa
16. Transcranial direct current stimulation
17. Resting membrane potentials
18. Faucher et al.

مورد مطالعه و تایید قرار گرفته است (روسون و همکاران^۱، ۲۰۲۲). این تکنیک در مقایسه با سایر روش‌های تحریک مغزی، اثرات نامطلوب کمتری دارد (به عنوان مثال، از دست دادن هوشیاری، تشنج، احساسات غیرطبیعی). اثربخشی آن بر نشانه‌های اختلال استرس پس از ضربه نیز اخیراً مورد توجه پژوهش‌ها قرار گرفته است. برای مثال احمدی‌زاده، رضایی و فیتز‌گرالد^۲ (۲۰۱۹) با ۴۰ فرد مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه نشان دادند که ۱۰ جلسه تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای دوجانبه (آنود در ناحیه پیش‌پیشانی پشتی-جانبی چپ و کاتود در ناحیه پیش‌پیشانی پشتی-جانبی راست) منجر به کاهش معنادار در نشانه‌های تجربه مجدد رویداد آسیب‌زا، بیش‌برانگیختگی و شناخت و خلق منفی می‌گردد. رضایی و احمدی‌زاده (۱۴۰۰) در یک مطالعه با پروتکل مشابه (۱۰ جلسه تحریک دوجانبه پیش‌پیشانی پشتی-جانبی) نشان دادند که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای منجر به کاهش معنادار نشانه‌های اختلال استرس پس از ضربه می‌شود. بعلاوه، در مطالعه هامپستید و همکاران^۳ (۲۰۲۰) تحریک آنودال قشر گیجگاهی جانبی چپ^۴ منجر به کاهش ۹ تا ۸۴ درصدی نشانه‌های اختلال استرس پس از ضربه در ۴ نفر از شرکت‌کنندگان (از ۵ نفر شد. در سایر مطالعات هم، تحریک مغزی در کاهش خاطره ترس و آسیب و سایر نشانه‌های اختلال استرس پس از ضربه موثر بوده است (مارکوویک و همکاران^۵، ۲۰۲۱). البته در این زمینه مطالعات ناهمخوانی هم وجود دارد. برای مثال در مطالعه اسمیت و همکاران^۶ (۲۰۲۲) تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای اثربخشی معناداری در کاهش نشانه‌های اختلال استرس پس از ضربه و اضطراب نداشت. همچنین در این مطالعات پروتکل‌ها و پارامترهای یکسانی استفاده نشده است و هنوز یک پروتکل درمانی که نسبت به سایر پروتکل‌ها برتری داشته باشد استخراج نشده است. مهم‌ترین ناهمخوانی بین پروتکل‌ها ناشی از تفاوت در ناحیه تحریک و یک‌جانبه یا دوجانبه بودن تحریک است. برای مثال، در مطالعات گذشته نواحی پیش‌پیشانی پشتی-جانبی، قشر پیش‌پیشانی شکمی-میانی^۷ (VMPFC)، پیش‌پیشانی میانی^۸ (MPFC)، شکنج پیشانی قدامی^۹ (IFG) به صورت یک‌جانبه یا دوجانبه تحریک شده است و در مطالعات دوجانبه میزان پاسخدهی به درمان هم نسبتاً بالاتر بوده است (احمدی‌زاده، رضایی و فیتز‌گراد، ۲۰۱۹؛ هان و همکاران، ۲۰۲۲). حتی یک مطالعه مروری نشان داد که برخلاف پروتکل‌های معمول که الکتروآنود در نیمکره چپ نصب می‌شود، تحریک کاتودال نیمکره چپ نسبت به آنودال، در کاهش ترس شرطی شده موثرتر است (کان^{۱۰}، ۲۰۲۰). بنابراین، به مطالعات بیشتری برای شناسایی یک پروتکل درمانی مناسب برای اختلال استرس پس از ضربه لازم است. در این راستا، هدف اول این پژوهش تعیین اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای آنودال (در ناحیه پیش‌پیشانی پشتی-جانبی چپ) بر کاهش نشانه‌های اختلال استرس پس از ضربه بود.

هدف دوم این پژوهش تعیین اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای آنودال بر بی‌لذتی^{۱۱} بیماران مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه بود. بی‌لذتی یکی از نشانه‌های فراطشخیصی^{۱۲} در اختلالات روان‌پزشکی می‌باشد که در بیماران مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه نیز قابل تشخیص است. بی‌لذتی یا از دست دادن علاقه یا لذت به عنوان ظرفیت کاهش یافته برای لذت در فعالیت‌های معمولی تعریف می‌شود (پیزاگالی^{۱۳}، ۲۰۲۲). بی‌لذتی را می‌توان به زیرمقیاس‌های فرعی، از جمله پاداش‌خواهی^{۱۴}، میل داشتن^{۱۵}، و یادگیری طبقه‌بندی کرد. به عبارت دیگر، بی‌لذتی شامل از دست دادن تلاش/انگیزه^{۱۶}، میل^{۱۷}، انتظار^{۱۸} و لذت مصرفی^{۱۹} است که افراد مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه در مقایسه با افراد

1. Rosson et al.
2. Ahmadizadeh, Rezaei & Fitzgerald
3. Hampstead et al.
4. Right lateral temporal cortex
5. Marković et al.
6. Smits et al.
7. Ventromedial prefrontal cortex
8. Medial prefrontal cortex
9. Inferior frontal gyrus (IFG)
10. Kan
11. Anhedonia
12. Transdiagnostic
13. Pizzagalli
14. Reward wanting
15. Liking
16. Effort/motivation
17. Desire
18. Anticipation
19. Consummatory

بدون اختلال استرس پس از ضربه در این مولفه‌ها نمرات بدتری کسب می‌کنند (پیزاگالیل، ۲۰۲۲). همچنین به لحاظ زیستی، کاهش فعالیت مدار پاداش^۱ که با بی‌لذتی مرتبط است، با تشدید علائم اختلال استرس پس از ضربه همراه است (وینوگرا، استاوت و ریس‌بروگ^۲، ۲۰۲۱). این یافته‌ها از بی‌لذتی به عنوان یک فوتوتیپ^۳ قوی در افراد مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه پشتیبانی می‌کند. از سوی دیگر، بدکارکردی‌های مغزی که در بیماران مبتلا اختلال استرس پس از ضربه مطرح است در سبب‌شناسی بی‌لذتی هم درگیر است. برای مثال ناقرینگی قشر پیشانی^۴ (موثر در رفتارهای نزدیکی و اجتنابی) و بدکارکردی‌های نواحی پیش‌پیشانی پشتی-جانبی، میانی و شکمی-میانی و بدتنظیمی دوپامین استریاتال^۵ در افرادی که بی‌لذتی بالایی دارند و همچنین افراد مبتلا اختلال استرس پس از ضربه مشاهده شده است (وینوگرا، استاوت و ریس‌بروگ، ۲۰۲۱). در این راستا، مطالعات نشان می‌دهند که تحریک مغزی نواحی پیش‌پیشانی پشتی-جانبی، میانی و شکمی-میانی در بیماران مبتلا به افسردگی با کاهش معنادار بی‌لذتی مرتبط است (کرپل و همکاران^۶، ۲۰۲۱؛ رضایی، باقری و احمدی^۷، ۲۰۲۱). همچنین مطالعات نشان می‌دهد که بازداری پیشانی چپ (تحریک آنودال) با افزایش رفتارهای نزدیکی همراه است (فورکانو و همکاران^۸، ۲۰۲۰؛ اسپولر، کان، جیسن و هو^۹، ۲۰۱۹). برای مثال، کرپل و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که تحریک مغزی ناحیه پیش‌پیشانی پشتی-جانبی به طور معناداری منجر به کاهش بی‌لذتی بیماران مبتلا افسردگی اساسی می‌گردد. همچنین رضایی باقری و احمدی (۲۰۲۱) نشان دادند که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای (آنودال، ۲ میلی‌آمپر، در ناحیه پیش‌پیشانی پشتی-جانبی) به طور معناداری بی‌لذتی در بیماران افسرده را کاهش می‌دهد. اما این مطالعات بیشتر بر روی بیماران مبتلا به افسردگی انجام شده و در بیماران مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه نیاز به پژوهش‌های بیشتری دارد. فقط در یک مطالعه مشابه هان و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای دوجانبه (۱۰ جلسه، ۲ میلی‌آمپر، در ناحیه پیش‌پیشانی پشتی-جانبی) با افزایش کیفیت زندگی همراه است. بنابراین، باتوجه به شیوع بالای بی‌لذتی در بیماران مبتلا به PTSD و همبستگی آن با خودکشی در بیماران مبتلا به اختلال‌های روان‌شناختی (پیزاگالیل، ۲۰۲۲) تعیین اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای بر بی‌لذتی در این بیماران ضروری به نظر می‌رسد. به صورت کلی پژوهش حاضر درصدد پاسخ‌گویی به سؤال زیر است: آیا تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای آنودال یک‌جانبه در ناحیه پیش‌پیشانی پشتی-جانبی چپ در کاهش نشانه‌های اختلال استرس پس از ضربه و بی‌لذتی موثر است؟

۲. روش

۲-۱. جامعه، نمونه و روش اجرا

این پژوهش از نوع مطالعات آزمایشی دوسوکور بود که در آن درمان‌گر و شرکت‌کننده‌ها نسبت به فرضیات و اهداف مطالعه کور (بی‌اطلاع) بودند. پژوهش حاضر، با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل انجام گردید. جامعه آماری شامل مردان نظامی مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه بود که از اسفند ماه ۱۳۹۶ تا فروردین ۱۳۹۹ به درمانگاه و بخش روان‌پزشکی بیمارستان بقیه‌الله الاعظم (عج) مراجعه کرده بودند. از این جامعه آماری، بر اساس ملاک‌های تشخیصی^{۱۰} DSM-5 و مصاحبه روان‌پزشک، تعداد ۴۰ نفر به صورت در دسترس انتخاب شدند. برای محاسبه حجم نمونه از جدول کوهن استفاده شد. طبق جدول محاسبه‌ی حجم نمونه کوهن برای مطالعات آزمایشی، تعداد ۴۰ نفر با توان آزمون ۰/۹۵ در سطح آلفای ۰/۰۵ و با حجم اثر ۰/۴۰ انتخاب شدند. معیارهای ورود عبارت بودند از: دامنه سنی بین ۳۰ تا ۶۶ سال، عضویت در نیروهای نظامی، تشخیص اختلال استرس پس از ضربه بر اساس معیارهای DSM-5 و PCL-5 (نمرات ≥ 37) و عدم تغییر رژیم دارویی (نوع دارو و دوز دارو) در طول مطالعه. طبق مطالعات قبلی در صورت دریافت دارو، حداقل ۴ هفته قبل از درمان دوز دارو ثابت نگه داشته می‌شد. معیارهای خروج نیز عبارت بودند از: داشتن اختلالات روان‌پریشی، دوقطبی و شخصیتی، عصب‌شناختی، صرع، اختلال شنوایی، خطر خودکشی، بارداری، تجربه درمان

1. Reward circuit
2. Vinograd, Stout & Risbrough
3. Phenotype
4. Frontal asymmetry
5. Striatal dopamine
6. Krepel et al.
7. Rezaei, Bagheri & Ahmadi
8. Fukuda
9. Schüller, Kuhn, Jessen & Hu
10. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition

قبلی با تکنیک‌های تحریک مغزی، وجود ضربان‌ساز قلبی و کاشت سایر قطعات فلزی دیگر در بدن. اگر بیماران شروع به تغییر داروها می‌کردند، از مطالعه حذف می‌شدند، ولی هیچ اجباری برای عدم تغییر رژیم دارویی وجود نداشت.

۲-۲. ابزارها

۲-۲-۱. فهرست اختلال استرس پس از ضربه^۱ (PCL-5)

این فهرست یک مقیاس خودسنجی است که توسط بلوینز و همکاران^۲ (۲۰۱۵) براساس معیارهای تشخیصی DSM-5 تهیه شده است. به عبارت دیگر، این فهرست نسخه بازنگری شده PCL است و شامل ۲۰ گویه است که ۵ گویه (گویه‌های ۱-۵) آن مربوط به نشانه‌های تجربه مجدد حادثه آسیب‌زا (ملاک B)، ۲ گویه (گویه‌های ۶ و ۷) آن مربوط به نشانه‌های اجتنابی (ملاک C)، ۷ گویه (گویه‌های ۸-۱۴) آن مربوط به تغییرات منفی شناخت و خلق (ملاک D) و ۶ گویه (گویه‌های ۱۵-۲۰) آن مربوط به نشانه‌های بیش برانگیختگی (ملاک E) است. این فهرست به دو روش نمره‌گذاری می‌شود: اولین روش، از طریق جمع نمرات گویه‌های ۲۰ گانه براساس مقیاس لیکرت ۵ درجه‌ای (۰ = اصلاً؛ ۴ = خیلی زیاد) به دست می‌آید و دامنه نمرات در این روش صفر تا ۸۰ متغیر است. دومین روش نمره‌گذاری از معیارهای تشخیصی DSM-5 پیروی می‌کند. بدین معنی که داشتن حداقل یک نشانه از نشانه‌های ملاک B (گویه‌های ۱-۵)، یک نشانه از نشانه‌های ملاک C (گویه‌های ۶ و ۷)، دو نشانه از ملاک D (گویه‌های ۸-۱۵) و دو نشانه از ملاک E (گویه‌های ۱۵-۲۰) برای تشخیص اختلال استرس پس از ضربه کافی است. در این مطالعه از روش اول استفاده گردید. بلوینز و همکاران (۲۰۱۵) روایی همزمان این مقیاس را با PCL، مقیاس اختلال استرس پس از ضربه^۳ (PDS)، مقیاس سنجش مفصل اختلال استرس پس از ضربه^۴ (DAPS) به ترتیب ۰/۸۵، ۰/۸۵ و ۰/۸۴ گزارش کردند. آن‌ها پایایی کل مقیاس را از طریق آلفای کرونباخ ۰/۹۳ و از طریق بازآزمایی (به مدت یک هفته) ۰/۸۲ بدست آوردند. همچنین آن‌ها نقطه برش ۳۷ را با حساسیت^۵ ۰/۶۶، دقت^۶ ۰/۹۷ و کارایی ۰/۹۳ برآورد کردند. در ایران نیز صادقی، گودرزی و راه‌نجات (۱۳۹۵) روایی سازه‌ایی و ساختار ۴ عاملی را از طریق تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی تأیید کردند و روایی همزمان PCL-5 با مقیاس CAPS^۷ را ۰/۶۸ گزارش کردند. آن‌ها پایایی کل مقیاس را از طریق آلفای کرونباخ ۰/۷۹ و از طریق بازآزمایی (به مدت ۳ هفته) ۰/۷۷ بدست آوردند. همچنین ضریب آلفای کرونباخ برای مقیاس‌های تجربه مجدد، اجتناب، تغییرات منفی شناخت و خلق و بیش برانگیختگی به ترتیب ۰/۷۳، ۰/۸۴، ۰/۹۰ و ۰/۸۵ گزارش شد (صادقی، گودرزی و راه‌نجات، ۱۳۹۵). ضریب آلفای کرونباخ در این مطالعه برای نمره کل مقیاس ۰/۸۱ بدست آمد.

۲-۲-۲. مقیاس خوش‌کامی اسنیت-همیلتون^۸ (SHPS)

این مقیاس در سال ۱۹۹۵ توسط اسنیت و همکاران^۹ (۱۹۹۵) طراحی شد و ۱۴ گویه دارد که توانایی کسب لذت را می‌سنجد (اسنیت و همکاران، ۱۹۹۵). این مقیاس نیز دو روش نمره‌گذاری دارد. در روش اول آزمودنی با خواندن هر گویه، در یک طیف چهار گزینه‌ای (۰ = کاملاً مخالفم؛ ۳ = کاملاً موافقم)، میزان موافقت یا مخالفت خود را با هر گویه، نشان می‌دهد. بنابراین حداقل نمره در این روش صفر و حداکثر ۴۲ است. در روش دوم، ارزش گزینه‌های اول و دوم برابر با صفر و گزینه‌های سه و چهار برابر ۱ می‌باشد. بنابراین دامنه نمرات فرد بین ۱۴-۰ است. در پژوهش حاضر از روش نمره‌گذاری اول استفاده شد. در این مقیاس نمرات بالاتر نشان دهنده ناخوش‌کامی و بی‌لذتی زیاد است. این مقیاس دارای ۴ زیرمقیاس علایق و سرگرمی‌ها (گویه‌های ۱، ۲، ۹)، تعامل اجتماعی (گویه‌های ۳، ۷، ۸، ۱۳، ۱۴)، تجربه حسی (گویه‌های ۵، ۶، ۱۱، ۱۲) و خوراک و نوشیدنی (گویه‌های ۴ و ۱۰) است. اسنیت و همکاران (۱۹۹۵) روایی همزمان آن را با نمره کل مقیاس درجه‌بندی افسردگی مونته‌گمری-

1. Post-traumatic stress disorder checklist for DSM-5 (PCL-5)
2. Blevins et al.
3. Post-traumatic distress scale (PDS)
4. Detailed assessment of post-traumatic symptoms-posttraumatic stress
5. Sensitivity
6. Specificity
7. Post-traumatic stress disorders scale
8. Snait-Hamilton Pleasure Scale
9. Snait

آزبرگ^۱ (MADRS) ۰/۳۶، با سازه‌های اشتغال ذهنی با خودکشی^۲، اضطراب و بدبینی MADRS به ترتیب ۰/۳۷، ۰/۳۴ و ۰/۲۷ برآورد کردند. در ایران نیز ابراهیمی، فرهمند و جعفری (۱۳۹۷) ساختار ۴ عاملی آن را تایید کردند و روایی همزمان این مقیاس را با پرسش‌نامه شادکامی اکسفورد^۳ ۰/۲۴- و پرسش‌نامه افسردگی بک ۰/۲۱ برآورد نمودند. آن‌ها همچنین پایایی این مقیاس را به روش دونیمه‌سازی ۰/۷۴ و به روش آلفای کرونباخ ۰/۸۵ گزارش کردند (ابراهیمی، فرهمند و جعفری، ۱۳۹۷). ضریب آلفای کرونباخ در مطالعه حاضر برای نمره کل مقیاس برابر با ۰/۷۹ بود.

۲-۳. روند اجرا

بعد از انتخاب نمونه‌ی آماری براساس ملاک‌های ورود و خروج، آن‌ها به صورت تصادفی در یک گروه آزمایش یا تحریک فعال^۴ (۲۰ نفر گروه) و یک گروه کنترل یا تحریک ساختگی^۵ (۲۰ نفر) جایگزین شدند. به این منظور، از طریق قانون تخصیص تصادفی به دو گروه تحریک الکتریکی فرآجمه‌ایی و کنترل تقسیم شدند. به این منظور برای هر گروه ۲۰ توپ در نظر گرفته شد و در داخل ظرف قرعه‌کشی قرار گرفتند سپس توپ‌ها بدون جایگزینی تصادفی از ظرف خارج می‌شدند. در فرایند اجرای پژوهش ابتدا از هر دو گروه، در اولین جلسه پیش‌آزمون گرفته شده و سپس تحریک الکتریکی فرآجمه‌ایی (فعال و ساختگی) ارائه شد. در آخرین جلسه درمان نیز پس‌آزمون گرفته شد. گروه آزمایش (تحریک الکتریکی فرآجمه‌ایی فعال) طی ۱۰ جلسه متوالی (با فاصله ۲۴ ساعته، هر هفته ۵ روز به جز روزهای پنج‌شنبه و جمعه)، جریان الکتریکی‌ای با شدت ۲ میلی‌آمپر را به مدت ۲۰ دقیقه دریافت کردند. براساس پیشینه پژوهش الکتروود آنود در ناحیه پیش‌پیشانی پستی-جانبی چپ (F3) نصب شد (هان و همکاران، ۲۰۲۲) و الکتروود کاتود در ناحیه اوربیتال راست^۶ (Fp2) نصب گردید. چگالی جریان ۰/۵۷ و اندازه الکتروودها ۳۵ سانتی‌متر مربع بود. همچنین برای انتقال بهتر جریان، الکتروودها به سدیم کلراید (۹٪ NaCl) آغشته بود. نواحی مورد تحریک، بوسیله‌ی سیستم بین‌المللی ۱۰/۲۰ تعیین گردید. تحریک برای گروه کنترل در ناحیه‌های مشابه (F3 و Fp2) با همان دوز صورت گرفت با این تفاوت که گروه کنترل دو فاز تحریک ساختگی داشتند: در فاز اول، در ۳۰ ثانیه ابتدایی تحریک را به صورت صعودی تجربه می‌کردند و در فاز دوم، به مدت ۳۰ ثانیه تحریک را به صورت نزولی تجربه می‌کردند و سپس تحریک قطع می‌شد. این روش برای شبیه‌سازی گروه کنترل به تحریک واقعی در پژوهش‌های پیشین تأیید شده است. منطق انتخاب ناحیه پیش‌پیشانی پستی-جانبی برای تحریک این بود که این ناحیه‌ی مغزی نقش قابل ملاحظه‌ایی در اختلال استرس پس از ضربه، پردازش تهدید، تنظیم کارکرد آمیگدالا در واکنش هیجانی و بهبود روان‌شناختی بعد از تروما دارد (ون و همکاران، ۲۰۲۲). لازم به ذکر است که جریان الکتریکی تا شدت ۲ میلی‌آمپر برای سلامتی شرکت‌کنندگان بزرگسال مضر نیست (صالح‌نژاد و همکاران^۷، ۲۰۲۰). برای انجام مداخله از دستگاه NeuroStim2 ساخت شرکت مدینا طب استفاده شد. لازم به ذکر است که در فرایند مطالعه ۳ نفر از گروه آزمایش و ۴ نفر از گروه کنترل ریزش کردند و تعداد نمونه به ۳۳ نفر کاهش یافت.

۲-۴. روش تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از شاخص‌های آمار توصیفی (فراوانی، میانگین و انحراف معیار)، آزمون t مستقل، خی‌دو (برای بررسی تفاوت‌های بین گروهی در متغیرهای جمعیت شناختی و بالینی) و تحلیل کوواریانس چندمتغیری (مانکووا)^۸ استفاده گردید. همچنین طبق مطالعات پیشین (هان و همکاران، ۲۰۲۲؛ فیلیپ^۹ و همکاران، ۲۰۱۸)، میزان پاسخ‌دهی به درمان بر اساس معیار کاهش ۵۰ درصدی در فهرست اختلال استرس پس از ضربه از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون تعیین گردید. داده‌های بوسیله نسخه ۲۶ نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شدند.

1. Montgomery-Åsberg Depression Rating Scale (MADRS)
2. Suicidal preoccupation
3. Oxford Happiness Questionnaire (OHQ)
4. Active stimulation
5. Shame
6. Right supra-orbital area
7. Salehinejad
8. multivariate analysis of covariance (MANCOVA)
9. Philip

۳-۱. توصیف جمعیت‌شناختی

در راستای تجزیه تحلیل داده‌ها ابتدا اطلاعات جمعیت‌شناختی و بالینی شرکت‌کنندگان مورد بررسی قرار گرفت. جدول ۱ اطلاعات بالینی و جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان را نشان می‌دهد

جدول ۱- اطلاعات بالینی و جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان (n=۳۳).

متغیر	کل نمونه (n=۳۳)	tDCS (n=۱۷)	کنترل (n=۱۶)	معناداری
سن (میانگین، SD)	۴۲/۴۴ (۱۱/۱۶)	۴۰/۷۱ (۱۰/۱۹)	۴۴/۱۳ (۱۲/۱۶)	$t_{(31)} = 0.93, P = 0.362$
مصرف دارو (فروانی، %)				$X^2 (1) = 0.76, P = 0.383$
بله	۲۳ (%۶۹/۷)	۱۳ (%۷۶/۵)	۱۰ (%۶۲/۵)	
خیر	۱۰ (%۳۰/۳)	۴ (%۲۳/۵)	۶ (%۳۷/۵)	
سابقه روان‌درمانی				$X^2 (1) = 0.08, P = 0.776$
بله	۹ (%۲۳/۷)	۵ (%۲۹/۴)	۴ (%۲۵)	
خیر	۲۴ (%۲۷/۳)	۱۲ (%۷۰/۶)	۱۲ (%۷۵)	
وضعیت تأهل (فروانی، %)				$X^2 (1) = 1.14, P = 0.286$
مجرد	۹ (%۲۷/۳)	۶ (%۳۵/۳)	۳ (%۱۸/۸)	
متاهل	۲۴ (%۷۳/۷)	۱۱ (%۶۴/۷)	۱۳ (%۸۱/۳)	
مصرف سیگار (فروانی، %)				$X^2 (1) = 1.58, P = 0.208$
بله	۱۴ (%۴۲/۴)	۹ (%۵۲/۹)	۵ (%۳۱/۳)	
خیر	۱۹ (%۵۷/۶)	۸ (%۴۷/۱)	۱۱ (%۶۸/۸)	
اختلال همایند (فروانی، %)				$X^2 (1) = 4.25, P = 0.039$
بله	۹ (%۲۷/۳)	۲ (%۱۱/۸)	۷ (%۴۳/۸)	
خیر	۲۴ (%۷۳/۷)	۱۵ (%۸۸/۲)	۹ (%۵۶/۳)	
سابقه بستری (فروانی، %)				$X^2 (1) = 0.02, P = 0.881$
بله	۱۴ (%۴۲/۴)	۷ (%۴۱/۲)	۷ (%۴۳/۸)	
خیر	۱۹ (%۵۷/۶)	۱۰ (%۵۸/۸)	۹ (%۵۶/۳)	

همان‌طوری که جدول شماره ۱ نشان می‌دهد فقط در اختلال همایند تفاوت معناداری بین گروه آزمایش و کنترل وجود دارد ($P < 0.05$) و اختلالات همایند در گروه کنترل بیشتر از گروه آزمایش است.

۳-۲. شاخص‌های توصیفی

در این بخش داده‌های توصیفی برای متغیرهای پژوهش مورد بررسی قرار گرفت. ۶۵، ۵۶ و ۴۶ درصد از بیماران به ترتیب داروهای بازدارنده-های بازجذب سروتونین/نوراپرفین^۱ (SSRI/SNRI)، ضدروان‌پریشی و بنزودیازپین‌ها را مصرف می‌کردند. همچنین ۳۵ درصد از شرکت‌کنندگان سایر داروها مثل تثبیت‌کننده‌های خلق را مصرف می‌کردند.

1. serotonin-norepinephrine reuptake inhibitors (SSRI/SNRI)

جدول شماره ۲- میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای وابسته در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون.

متغیر وابسته	گروه آزمایش	گروه کنترل		
	میانگین (انحراف معیار) پیش‌آزمون	میانگین (انحراف معیار) پیش‌آزمون	میانگین (انحراف معیار) پس‌آزمون	میانگین (انحراف معیار) پس‌آزمون
نمره کلی PCL-5	۵۲/۸۲ (۸/۴۵)	۳۰/۶۴ (۱۱/۷۳)	۵۰ (۷/۶۵)	۴۳/۸۱ (۶/۷۰)
تجربه مجدد	۱۲/۳۱ (۲/۵۳)	۷/۴۵ (۳/۲۲)	۱۲/۱۸ (۲/۲۴)	۹/۷۳ (۳/۷۵)
اجتناب	۵/۹۴ (۱/۱۴)	۵/۹۳ (۱/۵۹)	۵/۴۳ (۱/۸۳)	۵/۲۵ (۱/۷۳)
شناخت و خلق منفی	۱۸/۴۱ (۲/۳۴)	۹/۲۱ (۳/۰۷)	۱۵/۳۳ (۴/۶۸)	۱۴/۲۸ (۲/۶۹)
پیش‌انگیزگی	۱۶/۱۴ (۳/۵۵)	۸/۰۵ (۳/۷۰)	۱۷/۰۶ (۳/۳۱)	۱۴/۵۶ (۱/۹۵)
نمره کلی بی‌لذتی	۲۸/۸۸ (۹/۷۷)	۱۶/۰ (۷/۵۵)	۲۷/۹۹ (۹/۷۵)	۲۴/۰۶ (۹/۸۵)
علائق و سرگرمی	۱۷/۵۶ (۱/۹۰)	۵/۷۹ (۱/۹۴)	۶/۸۱ (۱/۹۱)	۴/۶۲ (۱/۹۸)
تعامل اجتماعی	۹/۲۶ (۲/۱۱)	۴/۲۹ (۱/۸۱)	۱۰/۰۷ (۲/۷۹)	۹/۵۶ (۱/۷۱)
خوردن و آشامیدن	۲/۴۶ (۱/۸۰)	۲/۴۷ (۱/۵۰)	۳/۲۵ (۱/۸۵)	۲/۳۷ (۲/۹۰)
تجربه حسی	۷/۶۴ (۱/۶۹)	۳/۹۴ (۱/۴۸)	۷/۸۶ (۲/۳۱)	۷/۵۱ (۱/۹۱)

بررسی جدول شماره ۲ نشان می‌دهد، نمره بی‌لذتی و PCL-5 از مرحله پیش‌آزمون به پس‌آزمون در هر دو گروه کاهش یافته است ولی در گروه آزمایش کاهش بیشتر است.

۳-۳. میزان پاسخ‌دهی به درمان

میزان پاسخ‌دهی به درمان (بر اساس معیار کاهش ۵۰ درصدی در پرسش‌نامه PCL-5) مورد بررسی قرار گرفت که داده‌ها نشان داد ۴۱/۱۷ درصد (۷ نفر از ۱۰ نفر) از شرکت‌کنندگان در گروه آزمایش به درمان پاسخ دادند ولی هیچکدام از شرکت‌کنندگان در گروه کنترل به درمان پاسخ ندادند.

۳-۴. بررسی مفروضه‌های آماری آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیری (مانکوا)

در بخش آمار استنباطی، برای استفاده از تحلیل کوواریانس چندمتغیری (مانکوا) ابتدا مفروضه‌های آماری آن مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور، داده‌های پرت بوسیله نمودارهای جعبه‌ای مورد بررسی قرار گرفت و یک مورد حذف گردید. سپس رابطه خطی بین متغیرها از طریق نمودار پراکنندگی تایید شد. توزیع بهنجار تک‌متغیری فقط برای بی‌لذتی ($p=0/003$ ، $df=33$ ، $p=0/194$)، آماره کالموگروف-اسمیرنوف رعایت نشده بود. مانکوا در برابر تخطی از این فرضیه مقاوم است. البته بهنجاری چندمتغیری رعایت شده بود (ضریب چولگی و کشیدگی بین -۱ تا +۱). بررسی آزمون لوین نیز نشان داد که همگنی واریانس‌ها برای نمره کلی PCL-5، خرده مقیاس علائق و-سرگرمی و خوراک و نوشیدنی رعایت نشده است (لذا به جای شاخص لامبدای ویلکز باید به اثر پیلایی تکیه کرد). همگنی واریانس‌ها برای سایر متغیرها رعایت شده بود ($p>0/05$).

همچنین همگنی ماتریس‌های واریانس-کوواریانس ($F=1/33, p=0/053, M=113/32$ باکس)، همگنی شیب رگرسیون ($P=0/159, F=2/98$) و عدم هم‌خطی چندگانه بین متغیرهای وابسته (بیشترین ضریب همبستگی برابر بود با $r=0/69$) رعایت گردیده بود.

۳-۵. آزمون فرضیه‌ها

جدول شماره ۳ نتایج آزمون کوواریانس چندمتغیری را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۳- نتایج آزمون‌های چندمتغیری با کنترل پیش‌آزمون‌ها ($n=33$).

اثر	آزمون‌ها	ارزش F	Df فرضیه	Df خطا	معناداری	مجذور اتا	قدرت آزمون
عضویت	اثر پیلایی	۱۴/۱۱	۱۰	۱۱	۰/۰۰۱	۰/۶۲	۰/۹۹
گروهی	لامبدای ویلکز	۱۴/۱۱	۱۰	۱۱	۰/۰۰۱	۰/۶۲	۰/۹۹
	T هاتلینگ	۲/۸۳	۱۰	۱۱	۰/۰۰۱	۰/۶۲	۰/۹۹
	بزرگترین ریشه روی	۲/۸۳	۱۰	۱۱	۰/۰۰۱	۰/۶۲	۰/۹۹

جدول شماره ۳ نتایج تحلیل کوواریانس چند متغیری (مانکووا) را نشان می‌دهد که در آن عضویت گروهی به عنوان متغیر مستقل، نمره کلی PCL-5 همراه خرده مقیاس‌ها و نمره کلی بی‌لذتی بعلاوه خرده مقیاس‌ها در مرحله پس‌آزمون به عنوان متغیرهای وابسته و نمرات در مرحله پیش‌آزمون به عنوان متغیرهای همپراش وارد تحلیل شدند. همان‌طوری که جدول شماره ۳ نشان می‌دهد بین دو گروه آزمایش و کنترل در ترکیب خطی متغیرهای نمره کلی PCL-5، نشانگان تجربه مجدد، اجتناب، تغییرات منفی در شناخت و خلق، بیش‌انگیزگی، نمره کلی بی‌لذتی، بی‌لذتی از علائق-سرگرمی، خوراک و آشامیدنی، تجربه حسی و تعاملات اجتماعی تفاوت معناداری وجود دارد ($p < 0/001, p = 14/15$). $F(1, 11) = 0/66$ ، اثر پیلایی) و ۶۲ درصد از این تفاوت توسط عضویت گروهی تبیین می‌شود. برای بررسی اینکه تفاوت بین گروهی در کدام متغیر معنادار است از آزمون تحلیل کوواریانس تک‌متغیری (آنکووا) استفاده شد. جدول شماره ۴ نیز نتایج آزمون کوواریانس تک‌متغیری را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۴- نتایج آزمون تحلیل کوواریانس تک‌متغیری بر روی متغیرهای وابسته با کنترل پیش‌آزمون‌ها ($n=33$).

متغیر وابسته	منابع	مجموع مجذورات درجه سوم	df	میانگین مجذورات	F	معناداری	مجذور اتا
نمره کلی PCL-5	عضویت گروهی	۸۳۳/۷۳	۱	۸۳۳/۷۳	۹/۳۷	۰/۰۰۶	۰/۳۲
	خطا	۱۷۷/۷۴	۲۰	۸۸/۹۹			
تجربه مجدد	عضویت گروهی	۱۵۷/۵۳	۱	۱۵۷/۵۳	۱۲/۴۳	۰/۰۰۱	۰/۳۸
	خطا	۲۵۲/۴۱	۲۰	۱۲/۶۷			
اجتناب	عضویت گروهی	۰/۷۸	۱	۰/۷۸	۰/۳	۰/۸۶۲	۰/۰۰۲
	خطا	۵۰/۲۱	۲۰	۲/۵۱			
شناخت و خلق منفی	عضویت گروهی	۲۷۰/۳۸	۱	۲۷۰/۳۸	۱۹/۸۵	۰/۰۰۱	۰/۵۰
	خطا	۲۷۲/۳۰	۲۰	۱۳/۶۱			
بیش‌انگیزگی	عضویت گروهی	۲۸۶/۴۴	۱	۲۸۶/۴۴	۱۷/۴۰	۰/۰۰۱	۰/۴۶
	خطا	۳۲۹/۲۷	۲۰	۱۶/۶۴			
نمره کلی بی‌لذتی	عضویت گروهی	۳۴۲/۶۴	۲	۳۴۲/۶۴	۴/۷۵	۰/۰۳۸	۰/۱۴
	خطا	۲۰۹۲/۲۰	۲۹	۷۲/۱۴			
علائق و سرگرمی	عضویت گروهی	۴۳/۸۹	۱	۴۳/۸۹	۱۹/۸۶	۰/۰۰۱	۰/۵۰
	خطا	۴۴/۲۰	۲۰	۲/۲			
خوراک و آشامیدنی	عضویت گروهی	۰/۱۰	۱	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۷۹۹	۰/۰۰۳
	خطا	۲۹/۴۹	۲۰	۱/۴۷			
تجربه حسی	عضویت گروهی	۵۹/۵۳	۱	۵۹/۵۳	۲۹/۷۶	۰/۰۰۱	۰/۵۹

تعاملات اجتماعی		خطا	
۰/۵۱	۰/۰۰۱	۲۰/۷۶	۵۴/۹۲
		۲/۶۱	۲۰
			۳۹/۹۹
			۵۴/۹۲
			۵۲/۹۱

آنکوا نشان داد تفاوت بین گروه آزمایش و کنترل در نمره کلی PCL-5 ($F_{(۱,۲۰)} = ۹/۳۷, p = ۰/۰۰۶$)، نشانگان تجربه مجدد ($p = ۰/۰۰۱$)، $F_{(۱,۲۰)} = ۱۲/۴۳$)، تغییرات منفی در شناخت و خلق ($F_{(۱,۲۰)} = ۱۹/۸۵, p = ۰/۰۰۱$)، بیش‌انگیختگی ($F_{(۱,۲۰)} = ۱۷/۴۰, p = ۰/۰۰۱$)، نمره کلی بی‌لذتی ($F_{(۱,۲۰)} = ۴/۷۵, p = ۰/۰۳۸$)، بی‌لذتی از علائق-سرگرمی ($F_{(۱,۲۰)} = ۱۹/۸۶, p = ۰/۰۰۱$)، تجربه حسی ($F_{(۱,۲۰)} = ۲۹/۷۱, p = ۰/۰۰۱$) و تعاملات اجتماعی ($F_{(۱,۲۰)} = ۲۰/۷۶, p = ۰/۰۰۱$) معنادار است ولی تفاوت معناداری بین دو گروه در متغیرهای اجتناب ($F_{(۱,۲۰)} = ۰/۳, p = ۰/۸۶۲$) و خوراک و آشامیدنی ($F_{(۱,۲۰)} = ۰/۰۷, p = ۰/۷۹۹$) وجود ندارد (جدول شماره ۴).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تعیین اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای بر نشانه‌های اختلال استرس پس از ضربه و بی‌لذتی در بیماران مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه مرتبط با جنگ انجام گرفت. به این منظور تعداد ۳۳ نفر از مردان مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه که سابقه حضور در عملیات نظامی داشتند انتخاب شدند و نتایج نشان داد که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای در کاهش نشانه‌های اختلال استرس پس از ضربه و بی‌لذتی به طور معناداری موثر است. همچنین بررسی زیرمقیاس‌های PCL-5 (تجربه مجدد، اجتناب، شناخت و خلق منفی، بیش‌انگیختگی) و SHPS (علائق و سرگرمی، خوراک و آشامیدنی، تجربه حسی، تعاملات اجتماعی) نشان داد که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای فقط بر بر نشانگان اجتناب و بی‌لذتی از خوراک و آشامیدنی اثربخشی معناداری ندارد. میزان پاسخدهی به تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای در این مطالعه ۴۱ درصد برآورد گردید که با میزان پاسخدهی ۴۴ تا ۵۰ درصدی در مطالعات پیشین (احمدی‌زاده، رضایی و فیتزگرالد، ۲۰۱۹؛ هان و همکاران، ۲۰۲۲) هماهنگ است.

یکی از یافته‌های این تحقیق اثربخشی معنادار تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای بر نشانه‌های اختلال استرس پس از ضربه بود. این یافته نیز با نتایج احمدی‌زاده، رضایی و فیتزگرالد (۲۰۱۹)، رضایی و احمدی‌زاده (۱۴۰۰) و هان و همکاران (۲۰۲۲) که نشان دادند تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای دوجانبه در ناحیه پیش‌پیشانی به طور معناداری نشانه‌های اختلال استرس پس از ضربه را کاهش می‌دهد، همسو است. هماهنگ با این مطالعه هامپستید و همکاران (۲۰۲۰) نیز نشان دادند که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای در ناحیه گیجگاهی منجر به کاهش نشانه‌های اختلال استرس پس از ضربه می‌شود. بعلاوه، همخوان با این مطالعه، فراتحلیل مارکوویک و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای خاطرات مربوط به ترس و رویداد آسیب‌زا که در افراد مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه رایج است را تعدیل می‌کند. در تبیین اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای در کاهش نشانه‌های اختلال استرس پس از ضربه چند تبیین بالقوه مطرح است. اول این که بیماران مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه که ارتباط عملکردی^۱ ضعیفی در نواحی پیش‌پیشانی پستی-جانبی، میانی و شکمی-میانی دارند، تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای در ناحیه پیش‌پیشانی پستی-جانبی ارتباط عملکردی بین این نواحی را تقویت می‌کند (فاوچر و همکاران، ۲۰۲۱). دوم این که پیش‌پیشانی پستی-جانبی از طریق کنترل شناختی که بر مدار ترس در هیپوکامپ و آمیگدال دارد، منجر به بهبود نشانه‌ها می‌گردد. به عبارت پیش‌پیشانی پستی-جانبی فعالیت بیش‌ازحد آمیگدال جهت صدور پاسخ‌های ترس را بازدارد می‌کند. در سومین تبیین احتمالی می‌توان گفت که پیش‌پیشانی پستی-جانبی از طریق تسهیل انعطاف‌پذیری عصبی، انعطاف‌پذیری غدد درون‌ریز^۲ و دستگاه خودمختار^۳ انعطاف‌پذیری در پاسخدهی به استرس را افزایش می‌دهد (فاوچر و همکاران، ۲۰۲۱). حتی مطالعات نشان می‌دهد که افزایش فعالیت پیش‌پیشانی پستی-جانبی چپ با نشانگان رشد پس از ضربه^۴ ارتباط معنادار دارد (ناکاگاو و همکاران، ۲۰۱۶). از سوی دیگر، نتایج این مطالعه با پژوهش اسمیت و همکاران (۲۰۲۲) ناهمخوان است. آن‌ها نشان دادند که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای اثربخشی معناداری در کاهش نشانه‌های PTSD ندارد. پژوهش حاضر با مطالعه اسمیت و همکاران (۲۰۲۲) چندین تفاوت روشی دارد. برای مثال آنها الکتروود آنود را در ناحیه شکنج پیشانی قدامی^۵ نصب کردند

1. Functional connectivity (FC) analyses
2. Neuroendocrine
3. Autonomic
4. Post-traumatic growth
5. Inferior frontal gyrus

درحالی که در این مطالعه الکتروود آنود در ناحیه پیش‌پیشانی پشتی-جانبی نصب شد. آنها نیمکره راست را هدف تحریک قرار دادند ولی در این مطالعه نیمکره چپ محل نصب الکتروود آنود بود. بعلاوه شدت تحریک در مطالعه آنها ضعیف‌تر (۱/۲۵ میلی‌آمپر) از این مطالعه (۲ میلی‌آمپر) بود.

یکی دیگر از نتایج این مطالعه اثربخشی معنادار تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای بر بی‌لذتی بیماران مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه بود که با یافته‌های [کرپل و همکاران \(۲۰۲۰\)](#)، [رضایی، باقری و احمدی \(۲۰۲۱\)](#) و [فوکودا و همکاران \(۲۰۲۱\)](#) همخوان است. این مطالعات نیز نشان دادند که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای در ناحیه پیش‌پیشانی پشتی-جانبی با کاهش معنادار بی‌لذتی در افراد مبتلا به افسردگی اساسی همراه است. همچنین همخوان با این پژوهش در یک مطالعه‌ی مشابه، [هان و همکاران \(۲۰۲۲\)](#) نشان دادند که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای به طور معناداری کیفیت و رضایت از زندگی بیماران مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه را افزایش می‌دهد. در تبیین احتمالی این یافته می‌توان گفت که با توجه به ناقرینگی کارکردی مغز، نیمکره راست بیشتر با سیستم بازداری و نیمکره چپ با سیستم نزدیکی ارتباط دارد. لذا تحریک نیمکره چپ و بازداری نیمکره راست می‌تواند باعث افزایش رفتار شود که در این مطالعه نیمکره چپ تحریک گردید. به عبارت دیگر، در بیماران مبتلا به اختلال استرس پس از ضربه ناقرینگی مغز کاهش می‌یابد و تحریک مغزی می‌تواند منجر به افزایش و اصلاح ناقرینگی گردد ([اسچولر و همکاران، ۲۰۱۹؛ فورکانو همکاران، ۲۰۲۰](#)). تبیین احتمالی دیگر شاید با سیستم دوپامینرژیک^۱ و نقش پیش‌پیشانی پشتی-جانبی در پردازش پاداش مرتبط باشد. سیستم دوپامینرژیک که به طور سنتی با پردازش پاداش نقش دارد در بخش‌هایی از نواحی مغز مثل قشر پیشانی، هسته‌های آکامبوس^۲ و هیپوکامپ بیشتر ترشح می‌شود و تحریک ناحیه پیش‌پیشانی پشتی-جانبی با تنظیم انتقال دهنده‌های دوپامین در این نواحی، زمینه را برای افزایش لذت و پاداش خواهی فراهم می‌کند ([پیزاگالیل، ۲۰۲۲](#)). در نهایت می‌توان گفت که تحریک پیش‌پیشانی چستی-جانبی می‌تواند نواحی دور و نزدیک قشری و زیرقشری را تحت تاثیر قرار دهد. یکی از این نواحی که پیش‌پیشانی چستی-جانبی روی آن تاثیر می‌گذارد ناحیه پیش‌پیشانی شکمی-میانی است که نقش بسزایی در تنظیم عاطفی و لذت دارد. به عبارت دیگر فعالیت بیش از اندازه پیش‌پیشانی شکمی-میانی با بدتنظیمی عاطفی و بی‌لذتی همراه است. بنابراین، تحریک پیش‌پیشانی چستی-جانبی با تنظیم فعالیت پیش‌پیشانی شکمی-میانی به طور غیرمستقیم نیز در کاهش بی‌لذتی مشارکت می‌کند ([کوبینگز و گرامفمان^۳، ۲۰۰۹](#)).

این مطالعه چندین محدودیت داشت. اول این که شرکت‌کنندگان در هر دو گروه دارو مصرف می‌کردند و شاید با نتایج تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای تداخل پیدا کند. البته بین گروه آزمایش و کنترل از نظر تعداد افرادی که دارو مصرف می‌کردند تفاوت معناداری وجود نداشت. همچنین در اکثر مطالعات، تحریک مغزی همراه با مصرف دارو به کار برده شده است ([کرپل و همکاران، ۲۰۲۰](#)؛ [احمدی‌زاده، رضایی و فیتزگالد، ۲۰۱۹](#)). بنابراین، پیشنهاد می‌شود برای کاهش اثرات تداخلی دارو، اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای در بیماران بدون مصرف دارو هم انجام شود. دومین محدودیت این مطالعه به ابزار سنجش بی‌لذتی مربوط می‌شود. مقیاس SHAPS عمدتاً بی‌لذتی مصرفی^۴ را اندازه‌گیری می‌کند و سایر زیرمقیاس‌های لذت مانند پیش‌بینی لذت، انتظار و انگیزش را پوشش نمی‌دهد. بعلاوه SHAPS برداشت ذهنی را از لذت می‌سنجد و شاید رفتار لذت را به خوبی مورد سنجش قرار ندهد. به همین منظور پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آتی از سایر ابزارهای سنجش بی‌لذتی (مثل مقیاس بی‌لذتی فیزیکی چمپان^۵) استفاده شود و در صورت امکان، ظرفیت کسب لذت افراد از طریق آزمون‌های رفتاری مثل میزان توانایی در پیش‌بینی وقوع رویدادهای مثبت و یا تشخیص هیجان‌های چهره‌ای مثبت اندازه‌گیری شود. سومین محدودیت به عدم تعمیم‌پذیری نتایج این مطالعه به جامعه غیرنظامی مربوط می‌شود. لذا پیشنهاد می‌شود در جامعه غیرنظامی هم بررسی گردد. در نهایت، یافته‌های مطالعه حاضر تنها به پروتکل و پارامترهای مورد استفاده در این مطالعه محدود می‌شود.

۵. **ملاحظات اخلاقی پژوهش:** این پژوهش با رضایت آگاهانه شرکت‌کنندگان انجام شد و توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله الاعظم با کد اخلاق IR.BMSU.REC.13960519 مورد تأیید قرار گرفت. همچنین برگرفته از بخشی از طرح پژوهشی می‌باشد.

1. Dopaminergic
2. Accumbens
3. Koenigs & Grafman
4. Consummatory
5. Chapman physical anhedonia scale (CPAS)

۶. **حمایت مالی:** این پژوهش از هیچ سازمانی حمایت مالی دریافت نکرده است.
۷. **تضاد منافع:** نویسنده مقاله تصریح می‌کند که هیچ گونه تضاد منافی در این مطالعه وجود ندارد.
۸. **تشکر و قدردانی:** نویسنده مراتب تشکر و قدردانی را از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله اعلام می‌دارد.

منابع

- ابراهیمی، ف.، فرهمند، ه.، و جعفری، ا. (۱۳۹۷). بررسی پایایی و روایی مقیاس لذت اسنیت- همیلتون در دانشجویان. *رویش*، ۷(۴)، ۱۰۶-۸۹.
<http://dorl.net/dor/20.1001.1.2383353.1397.7.4.4.9>
- رضایی، م.، و احمدی‌زاده م. ج. (۱۴۰۰). مقایسه اثربخشی اثربخشی تحریک الکتریکی جریان مستقیم فراجمجمه‌های مغز (tDCS) با حساسیت‌زدایی حرکات چشم و پردازش مجدد (EMDR) بر اختلال استرس پس از ضربه (PTSD) مزمن. *مجله طب نظامی*، ۲۳(۷)، ۵۸۳-۵۷۳.
https://militarymedj.bmsu.ac.ir/article_1001087.html
- صادقی، م.، تقو، ا.، گودرزی، ن.، و راه‌نجات، ا. ح. (۱۳۹۵). روایی و پایایی نسخه فارسی فهرست اختلا اسرس پس از ضربه در جامعه جانبازان ناشی از جنگ. *مجله طب جانباز*، ۱۸(۴)، ۱۴۹-۱۴۳.
<http://ijwph.ir/article-1-596-en.html>

References

- Ahmadizadeh, M. J., Rezaei, M., & Fitzgerald, P. B. (2019). Transcranial direct current stimulation (tDCS) for post-traumatic stress disorder (PTSD): A randomized, double-blinded, controlled trial. *Brain research bulletin*, 153, 273-278. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2019.09.011>
- Blevins, C. A., Weathers, F. W., Davis, M. T., Witte, T. K., & Domino, J. L. (2015). The posttraumatic stress disorder checklist for DSM-5 (PCL-5): Development and initial psychometric evaluation. *Journal of traumatic stress*, 28(6), 489-498. <https://doi.org/10.1002/jts.22059>
- Ebrahimi, F., Farahmand, H & Jafari, E. (2018). Investigation of the reliability and validity of Snaith-Hamilton Pleasure Scale in university students. *Rooyesh-e-Ravanshenasi Journal (RRJ)*, 7(4), 89-106. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.2383353.1397.7.4.4.9> (in Persian).
- Faucher, C., Doherty, R., Philip, N., Harle, A., Cole, J., & Van't Wout-Frank, M. (2021). Is there a neuroscience-based, mechanistic rationale for transcranial direct current stimulation as an adjunct treatment for posttraumatic stress disorder? *Behavioral neuroscience*, 135(6), 702-713. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/bne0000487>
- Forcano, L., Castellano, M., Cuenca-Royo, A., Goday-Arno, A., Pastor, A., Langohr, K., Castañer, O., Pérez-Vega, K. A., Serra, C., & Ruffini, G. (2020). Prefrontal cortex neuromodulation enhances frontal asymmetry and reduces caloric intake in patients with morbid obesity. *Obesity*, 28(4), 696-705 <https://doi.org/10.1002/oby.22745> .
- Fukuda, A. M., Kang, J. W. D., Gobin, A. P., Tirrell, E., Kokdere, F., & Carpenter, L. L. (2021). Effects of transcranial magnetic stimulation on anhedonia in treatment resistant major depressive disorder. *Brain and Behavior*, 11(9), 23-29. <https://doi.org/10.1002/brb3.2329>
- Hampstead, B. M., Mascaró, N., Schlaeflin, S., Bhaumik, A., Laing, J., Peltier, S., & Martis, B. (2020). Variable symptomatic and neurophysiologic response to HD-tDCS in a case series with posttraumatic stress disorder. *International Journal of Psychophysiology*, 154, 93-100. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2019.10.017>
- Han, J., Choi, K.-m., Yang, C., Kim, H. S., Park, S.-S., & Lee, S.-H. (2022). Treatment efficacy of tDCS and predictors of treatment response in patients with post-traumatic stress disorder. *Journal of Affective Disorders*, 318, 357-363. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.08.111>

- Kan, R. L., Zhang, B. B., Zhang, J. J., & Kranz, G. S. (2020). Non-invasive brain stimulation for posttraumatic stress disorder: a systematic review and meta-analysis. *Translational Psychiatry*, 10(1), 168-180. <https://doi.org/10.1038/s41398-020-0851-5>
- Koenigs, M., & Grafman, J. (2009). The functional neuroanatomy of depression: Distinct roles for ventromedial and dorsolateral prefrontal cortex. *Behavioural Brain Research*, 201(2), 239-243. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2009.03.004>
- Krepel, N., Rush, A. J., Iseger, T. A., Sack, A. T., & Arns, M. (2020). Can psychological features predict antidepressant response to rTMS? A Discovery–Replication approach. *Psychological medicine*, 50(2), 264-272. <https://doi.org/10.1017/S0033291718004191>
- Marković, V., Vicario, C. M., Yavari, F., Salehinejad, M. A., & Nitsche, M. A. (2021). A systematic review on the effect of transcranial direct current and magnetic stimulation on fear memory and extinction. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15, 1-26. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.655947>
- Nakagawa, S., Sugiura, M., Sekiguchi, A., Kotozaki, Y., Miyauchi, C. M., Hanawa, S., Araki, T., Takeuchi, H., Sakuma, A., & Taki, Y. (2016). Effects of post-traumatic growth on the dorsolateral prefrontal cortex after a disaster. *Scientific reports*, 6, 34364. <https://doi.org/10.1038/srep34364>
- Philip, N. S., Barredo, J., van 't Wout-Frank, M., Tyrka, A. R., Price, L. H., & Carpenter, L. L. (2018). Network Mechanisms of Clinical Response to Transcranial Magnetic Stimulation in Posttraumatic Stress Disorder and Major Depressive Disorder. *Biol Psychiatry*, 83(3), 263-272. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2017.07.021>
- Pizzagalli, D. A. (2022). *Anhedonia: preclinical, translational, and clinical integration* (Vol. 5). Springer Nature, Berlin.
- Rezaei, M., & Ahmadizadeh, M. J. (2021). Comparing the Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) with Eye Movement Desensitization and Reprocessing (EMDR) on Post-traumatic Stress Disorder (PTSD). *Journal of Military Medicine*, 23(7), 573-583. https://militarymedj.bmsu.ac.ir/article_1001087.html?lang=en (in Persian).
- Rezaei, M., Bagheri, M. M. S., & Ahmadi, M. (2021). Clinical and demographic predictors of response to anodal tDCS treatment in major depression disorder (MDD). *Journal of Psychiatric Research*, 138, 68-74. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2021.03.047>
- Rosson, S., De Filippis, R., Croatto, G., Collantoni, E., Pallottino, S., Guinart, D., Brunoni, A. R., Dell'Osso, B., Pigato, G., & Hyde, J. (2022). Brain stimulation and other biological non-pharmacological interventions in mental disorders: An umbrella review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 1047.1047-1057. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104743>
- Sadeghi, M., Taghva, A., Goudarzi, N., & Rah Nejat, A. (2016). Validity and reliability of Persian version of “post-traumatic stress disorder scale” in war veterans. *Iranian Journal of War and Public Health*, 8(4), 143-149. <http://ijwph.ir/article-1-596-en.html> (in Persian)
- Salehinejad, M. A., Nejati, V., Mosayebi-Samani, M., Mohammadi, A., Wischnewski, M., Kuo, M.-F., Avenanti, A., Vicario, C. M., & Nitsche, M. A. (2020). Transcranial direct current stimulation in ADHD: a systematic review of efficacy, safety, and protocol-induced electrical field modeling results. *Neuroscience bulletin*, 36, 1191-1212. <https://doi.org/10.1007/s12264-020-00501-x>
- Schüller, C. B., Kuhn, J., Jessen, F., & Hu, X. (2019). Neuronal correlates of delay discounting in healthy subjects and its implication for addiction: an ALE meta-analysis study. *The American journal of drug and alcohol abuse*, 45(1), 51-66. <https://doi.org/10.1080/00952990.2018.1557675>
- Sepahvand, H., Hashtjini, M. M., Salesi, M., Sahraei, H., & Jahromi, G. P. (2019). Prevalence of post-traumatic stress disorder (PTSD) in Iranian population following disasters and wars: a systematic review and meta-analysis. *Iranian journal of psychiatry and behavioral sciences*, 13(1), 66124. <https://doi.org/10.5812/ijpbs.66124>
- Shahmiri Barzoki, H., Ebrahimi, M., Khoshdel, A., Noorbala, A. A., Rahnejat, A. M., Avarzamani, L., Shahed Hagh Ghadam, H., & Avakh, F. (2023). Studying the Prevalence of PTSD in Veterans,

- Combatants and Freed Soldiers of Iran-Iraq War: A Systematic and Meta-analysis Review. *Psychology, Health & Medicine*, 28(3), 812-818. <https://doi.org/10.1080/13548506.2021.1981408>
- Smits, F. M., Geuze, E., Schutter, D. J., van Honk, J., & Gladwin, T. E. (2022). Effects of tDCS during inhibitory control training on performance and PTSD, aggression and anxiety symptoms: a randomized-controlled trial in a military sample. *Psychological medicine*, 52(16), 3964-3974. <https://doi.org/10.1017/S0033291721000817>
- Snaith, R. P., Hamilton, M., Morley, S., Humayan, A., Hargreaves, D., & Trigwell, P. (1995). A scale for the assessment of hedonic tone the Snaith-Hamilton Pleasure Scale. *British Journal of Psychiatry*, 167(1), 99-103. <https://doi.org/10.1192/bjp.167.1.99>
- Straud, C. L., Siev, J., Messer, S., & Zalta, A. K. (2019). Examining military population and trauma type as moderators of treatment outcome for first-line psychotherapies for PTSD: A meta-analysis. *Journal of anxiety disorders*, 67, 102133. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2019.102133>
- Vardon-Bounes, F., Gracia, R., Abaziou, T., Crognier, L., Seguin, T., Labaste, F., Geeraerts, T., Georges, B., Conil, J.-M., & Minville, V. (2021). A study of patients' quality of life more than 5 years after trauma: a prospective follow-up. *Health and quality of life outcomes*, 19(1), 1-10. . <https://doi.org/10.1186/s12955-020-01652-1>
- Vinograd, M., Stout, D. M., & Risbrough, V. B. (2021). Anhedonia in posttraumatic stress disorder: prevalence, phenotypes, and neural circuitry. *Current Topics in Behavioral Neurosciences*, 58, 185-199. https://doi.org/10.1007/7854_2021_292c .
- Wen, Z., Seo, J., Pace-Schott, E. F., & Milad, M. R. (2022). Abnormal dynamic functional connectivity during fear extinction learning in PTSD and anxiety disorders. *Molecular Psychiatry*, 27(4), 2216-2224. <https://doi.org/10.1038/s41380-022-01462-5>