Archive of SID

دانشور
پزشکی

دوماهنامه علمی–پژوهشی

دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۳۰
آخرین اصلاح‌ها: ۱۳۹۷/۱۱/۱۷
پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۷

تأثیر تحریک جریان مستقیم قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی چپ بر حافظه کاری در جانبازان و معلولین ورزشکار

نویسندگان: علی‌اصغر ارسطو[۱]، شهلا زاهدنژاد[۲]، سجاد پارسایی*[۳]، سعید البوغبیش[۴]، نسیم عطایی قراچه[۵]، حسن عامری اصل[۶]

۱. مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی بر مؤثر سلامت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

۲. مرکز تحقیقات توانبخشی عضلانی-اسکلتی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

۳. گروه روانشناسی ورزش، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۴. گروه رفتار حرکتی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، تهران، ایران.

۵. گروه تربیت‌بدنی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

۶. گروه مدیریت ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه پیام نور کرج، کرج، ایران

* نویسنده مسئول: سجاد پارسایی **E-mail: sajadparsaei93@gmail.com**

چکیده

مقدمه و هدف: حافظه کاری، اصلی‌ترین رکن حافظه جهت انجام تکالیف شناختی است. هدف این تحقیق بررسی تأثیر تحریک الکتریکی فراجمجه‌ای مغز بر حافظه کاری جانبازان و معلولان ورزشکار می‌باشد.

مواد و روش‌ها: نوع تحقیق نیمه‌تجربی است. ۲۴ نفر از جانبازان و معلولان ورزشکار شیراز به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس در این تحقیق شرکت کردند. پس از اجرای پیش‌آزمون، شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی در دو گروه تحریک واقعی و ساختگی قرار گرفتند. در گروه تحریک الکتریکی واقعی، الکترود آنودال بر روی قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی (DLPFC) چپ و الکترود کاتودال در بالای حفره‌ی چشمی سمت چپ (FP1) قرار گرفت. محل قرارگیری الکترودها در گروه شم همانند گروه تحریک واقعی بود ولی جریان تحریک پس از ۳۰ ثانیه قطع می‌شد. میزان تحریک ارائه شده بوسیله دستگاه، ۲ میلی‌آمپر و به مدت ۱۵ دقیقه بود که در طی سه جلسه با فاصله زمانی ۴۸ ساعت در هر جلسه صورت گرفت. پس از پایان جلسات سوم پس-آزمون به عمل آمد. تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون آنکوا و نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

نتایج: نتایج نشان داد که در تکلیف حافظه کاری بین گروه تحریک واقعی و شم تفاوت معناداری وجود دارد (P=۰/۰۰۰۱). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که عملکرد گروه تجربی نسبت به ساختگی (P=۰/۰۰۰۱) بهتر می‌باشد.

نتیجه‌گیری: در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که tDCS آنودی در ناحیه DLPFC با تحریک ۲ میلی آمپری می‌تواند موجب بهبود حافظه کاری در ورزشکاران جانباز و معلول گردد.

واژگان کلیدی: تحریک الکتریکی مستقیم مغز از روی جمجمه، قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی، عملکرد شناختی، حافظه کاری، جانبازان، معلولان

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ورزش و فعالیت بدنی از طریق تغییرات در سطوح مولکولی، سلولی، سیستمی و رفتاری و نیز تغییر در سطح نوراپی‌نفرین، نوروترنسمیترها و کاتکول‌آمین‌ها موجب بهبود عملکرد شناختی افراد از قبیل بهبود حافظه و یادگیری می‌شود (۳-۱). سیستم حافظه بر اساس مدت زمان نگهداری اطلاعات به حافظه حسی[1]، حافظه کوتاه‌مدت[2]، حافظه کاری[3]، حافظه بلندمدت[4] تقسیم می‌شود (۴). اصلی‌ترین رکن حافظه جهت انجام کارهای شناختی، حافظه کاری است. حافظه کاری، فرایند ذخیره موقت اطلاعات بوده و استفاده از آن‌ها در مراحل پردازش اطلاعات را در بر می‌گیرد (۶-۵). در مدل حافظه‌ی کاری بدلی که موفق‌ترین و مؤثرترین مدل جهت توصیف حافظه کاری است، حافظه کاری چهار مؤلفه اصلی دارد که عبارت‌اند از: حلقه‌ی واج‌شناختی، حافظه‌ی کاری دیداری- فضایی، مجری مرکزی و انباره رویدادی (۷).

ظرفیت حافظه و مغز برای تغییرات ساختاری و نوروفیزیولوژیک در پاسخگویی به خواسته‌های زیست‌محیطی اشاره به نوروپلاستیسیته دارد و تغییرات در عملکرد مربوط به اجرا در سطح سیستم، مربوط به پلاستیسیته شناختی است؛ بنابراین تغییرات کاربردی مانند افزایش وابستگی به عملکرد اجرایی، به نوبه خود بر روی نوروپلاستی تأثیر می‌گذارد (۸). با توجه به اینکه پلاستیسیته عصبی و شناختی فرآیندهای تعاملی و پویا هستند، از تکنیک‌های تقویت عصب-شناختی می‌توان برای ارتقای عملکرد اجرایی و شناختی و تسهیل تغییرات نوروپلاستی استفاده کرد (۹).

محققان حوزه نوروساینس، جایگاه و محل فعالیت اصلی حافظه کاری را قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی[5] (DLPFC) بیان کرده‌اند (۱۲-۱۰). بر اساس نتایج تحقیق باربی[6] و همکاران (۲۰۱۳) DLPFC به دو ناحیه چپ و راست تقسیم می‌شود که DLPFC راست در استدلال و تفکر فضایی و کلامی نقش دارد و نقش DLPFC چپ بیشتر مربوط به دانش فضایی و کلامی است؛ بنابراین این ناحیه در فرایندهای شناختی درگیر بوده و نقش مهمی در بازنمایی‌های شناختی ایفا می‌کند (۱۳).

یکی از تکنیک‌هایی که امروزه در بهبود فرایندهای شناختی، حسی، میزان توجه و کارکردهای حرکتی و غیره مورد توجه پژوهشگران حوزه علوم شناختی و نوروساینس قرار گرفته است، استفاده از تحریک الکتریکی مغز با جریان مستقیم[7] (tDCS) است که به عنوان یک روش درمانی غیرتهاجمی، بدون درد و ارزان‌قیمت شناخته می‌شود (۱۵-۱۴). روش tDCS از جدیدترین روش‌های تحریک مغزی است که به دلیل غیرتهاجمی بودن و ارزان بودن از لحاظ اقتصادی مورد توجه زیادی قرار گرفته است. در روش tDCS جریان الکتریکی نسبتاً ضعیفی از طریق پوست و جمجمه به بافت عصبی وارد شده و تحریک‌پذیری بافت را تغییر می‌دهد. بطور کلی سه نوع تحریک وجود دارد: تحریک مثبت (anodal)، منفی (cathodes) و ساختگی (sham). در تحریک مثبت، تحریک‌پذیری عصبی منطقه مورد نظر افزایش می‌یابد. در تحریک منفی، تحریک عصبی کاهش می‌یابد و حالت ساختگی نیز به عنوان گروه کنترل در نظر گرفته شده که ابتدا تحریک کوتاهی صورت می‌گیرد و پس از آن متوقف می‌شود (۱۶). کارایی استفاده از روش tDCS در بهبود موارد مختلفی از قبیل افسردگی، سکته مغزی، آلزایمر، پارکینسون، درد مزمن، اسکیزوفرنی، شناخت، وزوز گوش و روان‌پریشی تأیید شده است (۱۷).

در یکی از اولین مطالعات که اثر tDCS بر روی DLPFC در ۱۵ جوان سالم مورد بررسی قرار گرفت،

[1]. Sensory memory
[2]. Short-term memory
[3]. Working memory
[4]. Long-term memory
[5]. Dorsolartela prefrontal cortex (DLPFC)
[6]. Barbey
[7]. Transcranial direct current stimulation (tDCS)

www.SID.ir

Archive

فرگنی و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که تحریک آندی DLPFC چپ موجب بهبود حافظه کاری در تکلیف 3-Back می‌گردد (۱۸). پاپازوا[1] و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی نشان دادند که تحریک یک میلی‌آمپر و دو میلی‌آمپر بر روی حافظه کاری بیماران اسکیزوفرنی مؤثر است و تفاوتی بین شدت تحریک یک و دو میلی‌آمپر وجود ندارد (۱۹). ارکان و یاریاری (۲۰۱۴) در تحقیقی که بر روی دانشجویان ۱۸ تا ۲۳ سال انجام دادند بدین نتیجه رسیدند که تحریک آندی قشر مغز می‌تواند موجب بهبود حافظه کاری و زمان واکنش گردد (۲۰). وفایی و رمضانی (۲۰۱۷) در طی تحقیقی نشان دادند که درمان با تحریک مستقیم مغز از ورای جمجمه (tDCS) اثرات درمانی معنی‌داری بر سلامت روان جانبازان با اختلال روانی دارد (۲۱).

از طرفی برخی تحقیقات نیز به نتایج متناقضی رسیده‌اند. جوادی و اساسی زوینا (۲۰۱۶) در تحقیقی نشان دادند که تحریک آندی tDCS بر روی DLPFC چپ در بهبود حافظه کاری فضایی تأثیر ندارد (۲۲). سوکول[2] (۲۰۱۶) در تحقیقی بدین نتیجه رسید که بهبود قابل توجهی در عملکرد حافظه کاری پس از tDCS آنودال در DLPFC مشاهده نشد (۲۳).

با توجه به اثرات گوناگون tDCS در بهبود اختلالات گوناگون و در افراد مختلف و نتایج متناقض در تأثیر و یا عدم تأثیر این تکنیک در بهبود حافظه کاری و اهمیت نقش حافظه کاری در بهبود فرایندهای شناختی مختلف و نیز کمبود مطالعات تحقیقی در مورد بررسی تأثیر تحریک الکتریکی مغز (tDCS) بر عملکرد شناختی و حرکتی افراد جانباز و معلول ورزشکار، هدف از این پژوهش بررسی تأثیر تحریک الکتریک فراجمجمه‌ای مغز بر حافظه کاری جانبازان و معلولین ورزشکار است.

مواد و روش‌ها

نوع تحقیق نیمه تجربی بود که با استفاده از دو گروه و با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون انجام گرفت. جامعه آماری مورد پژوهش شامل کلیه جانبازان و معلولان عضو هیئت جانبازان و معلولان شهر شیراز بودند. تعداد ۲۴ نفر از جامعه آماری موردنظر به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و به صورت تصادفی در ۲ گروه ۱۲ نفری تحریک واقعی و تحریک ساختگی (شم) قرار گرفتند.

ویژگی‌ها و معیارهای جانبازان جهت ورود به تحقیق شامل ورزشکار بودن (انجام فعالیت بدنی حداقل سه روز در هفته و به صورت منظم)، عدم انجام عمل جراحی در ناحیه سر، نداشتن اختلالات روان‌شناختی و ذهنی و نداشتن بیماری‌های قلبی و عصبی و نیز عدم مصرف داروهای محرک سیستم عصبی بود. شرکت در فرایند این تحقیق کاملاً داوطلبانه بود و به تمام شرکت‌کنندگان این اختیار داده شده بود که در هر زمان از فرایند اجرای تحقیق که مایل باشند می‌توانند از ادامه کار انصراف دهند.

این مطالعه در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز مورد تأیید قرار گرفت (IR.AJUMS.REC.1397.401).

ابزار مورد استفاده

آزمون حافظه کاری n-back: این آزمون که برای اولین بار توسط کرچنر[3] (۱۹۸۵) طراحی و مورد استفاده استفاده قرار گرفت. یک تکلیف سنجش عملکرد شناختی مرتبط با کنش‌های اجرایی است. با توجه به اینکه در این آزمون، هم نگهداری اطلاعات و هم دست‌کاری آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده از آن برای سنجش حافظه کاری مناسب است. ضریب اعتبار و روایی آن مورد قبول واقع شده است (۲۴). در نسخه کامپیوتری آزمون n-back، دنباله‌ای از محرک‌های بینایی، گام‌به‌گام و به صورت تصادفی بر روی صفحه ظاهر می‌شود. آزمودنی باید بررسی کند که آیا محرک ارائه شده فعلی با محرک n گام قبل از آن مشابه است یا خیر. در این مطالعه، از نوع 2-back استفاده شد. در آزمون 2-back چنانچه محرک ارائه شده با محرک دو تا

[1]. Papazova
[2]. Sokol
[3]. Kirchner

www.SID.ir

Archive of SID

ماقبل خود مشابه باشد، فرد باید کلید مربوطه را بفشارد. نمره کل حافظه کاری از تعداد پاسخ‌های صحیح فرد در نظر گرفته شده است.

دستگاه تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای: برای اعمال تحریک مغزی در این پژوهش از دستگاه تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مدل نوروِاستیم ۲ محصول شرکت مدینا طب‌گستر و مؤسسه‌ی علوم شناختی سینا استفاده شد. دستگاه دارای دو کانال کاملاً مجزا بوده و هر کانال به‌طور مستقل از دیگری قابل تنظیم و اعمال انواع تحریک است. دستگاه موردنظر قابلیت اعمال تحریک ساختگی را نیز دارد. همچنین مجهز به هشداردهنده‌ی صوتی است که در مواقع جدا شدن الکترودها از سر، افزایش مقاومت الکترودها، کاهش شارژ باتری و اتمام جلسه به صدا درمی‌آید برای تحریک الکتریکی مغز از پد ابری با ابعاد ۳/۵×۳/۵ سانتی‌متر و همچنین محلول نمکی جهت خیس کردن پدها مورداستفاده قرار گرفت.

شیوه اجرای آزمون

جهت کنترل متغیرهـایی ماننـد دما، نور و صدا که از عوامل اصلی ایجاد نویز در تحقیقات نوروساینس است و این عوامل می‌توانند نتیجه تحقیق را زیر سؤال ببرند و در فرایند تحقیق تأثیرگذار باشند، این تحقیق در محیط آزمایشگاهی و کنترل شده انجام شد. پس از بررسی شرایط ورود به تحقیق، ابتـدا عملکـرد دسـتگاه tDCS برای شرکت‌کنندگان توضیح داده شد. سپس توضیحاتی درباره روند آزمون به شرکت‌کنندگان داده شد. همچنین این مطلب بیان شد که شرکت در فرایند این تحقیق کاملا داوطلبانه بوده و به تمام شرکت‌کنندگان این اختیار داده شده بود که در هر زمان از فرایند اجرای تحقیق که مایل باشند می‌توانند از ادامه کار انصراف دهند. پس از اتمام مراحل اولیه و انتخاب آزمودنی‌های تحقیق، ابتدا یک پیش‌آزمون گرفته شد. بدین ترتیب که از تمام شرکت‌کنندگان آزمون حافظه کاری n-back گرفته شد. هر شرکت‌کننده سه بار آزمون حافظه کاری را اجرا کرد و بهترین رکورد او به عنوان نمره پیش‌آزمون ثبت گردید. پس از انجام پیش‌آزمون، شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی به دو گروه تحریک الکتریکی واقعی و گروه شم تقسیم شدند.

در گروه تحریک الکتریکی واقعی، الکترود آنودال بر روی قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی (DLPFC) چپ معادل نقطه F3 (بر اساس سیستم ۲۰-۱۰ بین‌المللی الکتروآنسفالوگرافی) و الکترود کاتودال در بالای حفره‌ی چشمی سمت چپ (FP1) قرار گرفت، به‌گونه‌ای که فاصله‌ی دو الکترود از هم حداقل ۶ سانتی‌متر بود. در گروه شم به عنوان گروه کنترل الکترود آنودال و کاتودال همانند گروه تحریک واقعی به ترتیب روی نقاط F3 و FP1 قرار گرفت ولی جریان تحریک پس از ۳۰ ثانیه از تحریک قطع می‌شد. این تحریک اولیه بدین خاطر در نظر گرفته شده بود که آزمودنی از نحوه واقعی یا ساختگی بودن تحریک مطلع نباشد. میزان تحریک ارائه شده بوسیله دستگاه، ۲ میلی‌آمپر و به مدت ۱۵ دقیقه بود که در طی سه جلسه با فاصله زمانی ۴۸ ساعت در هر جلسه صورت گرفت (۲۵). پس از پایان جلسات تحریکی پس‌آزمون، همانند پیش‌آزمون به عمل آمد و هر فرد سه بار آزمون حافظه کاری را اجرا کرد و بهترین رکورد او به عنوان نمره پس‌آزمون ثبت گردید.

از میانگین و انحراف معیار به عنوان آمار توصیفی استفاده گردید. بعد از بررسی نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون شاپیرو ویلکز، از آزمون تحلیل واریانس آنکوا و آزمون پیگردی بونفرونی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ و سطح معناداری $p<۰/۰۵$ در نظر گرفت شد.

نتایج

نتایج مربوط به ویژگی‌های دموگرافیک نشان داد که میانگین سن گروه تحریک واقعی ۳۹/۲۵ با انحراف معیار ۹/۱۱، میانگین قد ۱۶۵/۵۰ با انحراف معیار ۶/۳۴ و میانگین وزن ۶۱/۳۳ با انحراف معیار ۸/۵۲ است. همچنین در گروه شم، میانگین سن ۴۰/۳۳ با انحراف

www.SID.ir

Archive

معیار ۸/۰۶، میانگین قد ۱۶۷/۹۱ با انحراف معیار ۵/۷۵ و میانگین وزن ۵۸/۳۳ با انحراف معیار ۸/۷۰ است.

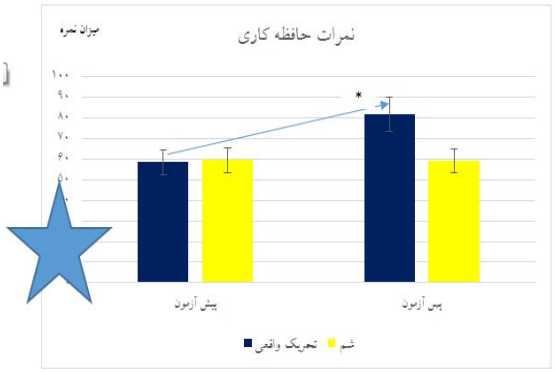
یافته‌های توصیفی گروه‌های تحریک واقعی و شم شامل میانگین و انحراف استاندارد تکلیف n-back در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول شماره ۱ گزارش شده است.

جدول ۱. میانگین انحراف استاندارد گروه‌های شم و تحریک واقعی در آزمون زمان واکنش و حافظه کاری

متغیر	گروه	پیش‌آزمون Mean ±SD	پس‌آزمون Mean ±SD
حافظه کاری	تحریک واقعی	۵۸/۴۱ ± ۶/۷۷	۸۱/۶۶ ± ۹/۵۶
	شم	۵۹/۵۰ ± ۵/۵۱	۵۹/۱۶ ± ۵/۹۹

همانطور که در جدول شماره ۱ آورده شده است. در گروه تحریک واقعی نمره پس‌آزمون بیشتر از نمره پیش‌آزمون است ولی در گروه شم بین نمره پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوتی وجود ندارد. در ادامه جهت بررسی تفاوت عملکرد گروه تحریک واقعی و شم در شاخص تکلیف n-buck از آزمون تحلیل واریانس آنکوا استفاده شد.

نتایج آزمون آنکوا نشان داد که در تکلیف حافظه کاری بین گروه تحریک واقعی و شم تفاوت معناداری وجود دارد (F1.1=۷۹/۳۷ ،sig=۰/۰۰۱، η2=۰/۸۰۷). جهت بررسی بیشتر اثرات تعاملی از آزمون پیگردی بونفرونی استفاده شد که نتایج آن نشان داد که بین گروه تحریک واقعی و شم تفاوت معناداری وجود دارد (P=۰/۰۰۰۱) که با توجه به تفاوت میانگین‌های دو گروه مشخص می‌شود که عملکرد گروه تحریک واقعی بهتر از گروه شم است؛ بنابراین tDCS واقعی نسبت به tDCS ساختگی (شم) باعث بهبود حافظه کاری در DLPFC چپ می‌گردد. نمودار شماره ۱ به صورت شماتیک نمرات دو گروه تحریک واقعی و شم را در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان می‌دهد.



شکل ۱. نمرات حافظه کاری دو گروه در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

*. اختـــلاف معنادار در نمرات گروه تحریک واقعی در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون (p=۰۰۱).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام تحقیق حاضر بررسی تأثیر تحریک الکتریکی فراجمجه‌ای مغز بر بهبود حافظه کاری در جانبازان و معلولین ورزشکار بود. نتایج نشان داد که در گروه تحریک واقعی نسبت به گروه شم عملکرد حافظه کاری به طور معناداری بهبود یافته است بدین صورت که تحریک الکتریکی آنودال در ناحیه DLPFC چپ با افزایش میزان نمره تکلیف n-back در گروه تحریک واقعی نسبت به گروه شم همراه بود. این نتایج با یافته‌های فرگنی و همکاران (۲۰۰۵)، پاپازوا و همکاران (۲۰۱۸)، ارکان و یاریاری (۲۰۱۴)، وفایی و رمضانی (۲۰۱۷) (۲۱-۱۸) همخوان است.

مطابق با نتایج تحقیق حاضر، جیلیا[1] و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی نشان دادند که تحریک DLPFC موجب بهبود حافظه کاری فضایی می‌شود (۲۶)، اندریوز[2] و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که فعالیت شناختی n-BACK و تحریک آندی tDCS بر قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی (DLPFC) موجب بهبود حافظه کاری می‌شود (۲۷). هر چند تحقیقات اشاره شده نیز نشان داده‌اند که tDCS موجب بهبود حافظه کاری می‌شود اما وجه تمایز و نکته مهم در تحقیق حاضر

[1]. Giglia
[2]. Andrews

www.SID.ir

Archive of SID

نسبت به تحقیقات اشاره شده استفاده از آزمودنی‌های ورزشکاران جانباز و معلول بود.

با استفاده از روش tDCS که یک روش ایمن و مورد پذیرش جامعه نوروساینس و دیگر محققان حوزه‌های تحقیقی و درمانی است، یک جریان مستقیم و ضعیف (به هدف درمان یا پژوهش) از طریق الکترودهای مخصوص به مناطق قشری مختلف وارد می‌شود و از این طریق فعالیت آن قسمت از مغز را از نظر عصبی تسهیل یا بازداری می‌کند (۲۸). زمانی که محل tDCS به درستی انتخاب شود و پروتکل مناسب استفاده شود می‌توان انتظار داشت که پتانسیل‌های برانگیخته حرکتی مغز در ناحیه تحت الکترود آنودال تسهیل شده و شکل‌پذیری قشری در ارتباط با بهبود اجرای حرکتی صورت گیرد و از این طریق بر روی اجرای حرکت موردنظر تأثیر مستقیم بگذارد (۲۹). در تحقیق حاضر نیز استفاده از تحریک الکتریکی با ۲ میلی‌آمپر در ناحیه قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی (DLPFC) موجب بهبود معنادار در حافظه کاری شرکت‌کنندگانی که از tDCS واقعی استفاده می‌کردند، شد.

با توجه به اینکه محل قرارگیری دوپامین در قشر پیش‌پیشانی است (۳۰)، تحریک دوپامینرژیک در ناحیه قشر پیش‌پیشانی برای حفظ فعالیت قشر پیش‌پیشانی و فرایندهای حافظه کاری ضروری است. استفاده از تحریک الکتریکی با فرکانس مناسب در قشر پیش‌پیشانی، رهاسازی دوپامین را افزایش می‌دهد که می‌تواند سطوح گلوتامات، آمینواسید مرتبط با حافظه کاری، بازشناسی حافظه و یادگیری محرک-پاسخ را افزایش داده و موجب بهبود عملکرد حافظه کاری شود (۳۱).

بهبود حافظه کاری در پی tDCS را احتمالاً می‌توان ناشی از مکانیسم پتانسیل بلندمدت[3] (LTP) دانست. مدل LTP که پذیرفته‌شده‌ترین مدل نوروپلاستیسیتی است، ناشی از فعالیت همزمان سلول‌های پیش‌سیناپسی و پس‌سیناپسی است و به افزایش طولانی‌مدت انتقال‌دهنده‌های عصبی اشاره دارد که سبب تسهیل انتقال شیمیایی در سیستم عصبی مرکزی می‌گردد. با توجه به اینکه LTP و حافظه، مکانیسم‌های مولکولی مشابهی دارند محققان معتقدند که LTP عامل اصلی در بهبود حافظه و یادگیری است (۳۲). تحریک غیرتهاجمی قشر با استفاده از tDCS و فعالیت سیناپسی قوی، بوسیله انتقال سیناپسی قدرتمند مداوم می‌تواند به افزایش اثرات LTP منجر شود که این موضع خود می‌تواند حافظه کاری را بهبود بخشد (۳۳).

از طرفی سوکول (۲۰۱۶) در تحقیقی بدین نتیجه رسید که بهبود قابل توجهی در عملکرد حافظه کاری پس از tDCS آنودال در DLPFC مشاهده نشد (۲۳). این یافته با نتایج تحقیق حاضر متناقض است. در تحقیق آن‌ها از الکترود کوچک‌تر (25 cm2) استفاده شده بود در حالی که در تحقیق حاضر و اکثر مطالعات از الکترود (35 cm2) استفاده شده است که فضای بیشتری از مغز را تحت پوشش قرار می‌دهد؛ بنابراین می‌توان انتظار داشت که تحریک بطور مناسب‌تر و بهتر در ناحیه موردنظر صورت گیرد. کوچک بودن بیش از اندازه الکترود احتمالاً می‌تواند نتایج تحقیق را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین آزمودنی‌های تحقیق سوکول (۲۰۱۶) نیز بطور منظم و دریک برنامه زمانی مشخص در تحقیق شرکت نکردند. با توجه به مشغله شرکت‌کنندگان به آن‌ها اجازه داده شده بود که در هر مقطع زمانی در طول روز که مایل بودند و می‌توانستند در فرایند تحقیق شرکت کنند) که این موضوع نیز می‌تواند بر روی عدم تأثیر tDCS تأثیرگذار باشد. در حالی که برنامه پروتکلی مدنظر در تحقیق حاضر برای هر فرد در ساعت مشخصی در نظر گرفته شده بود و تمام شرکت‌کنندگان مطابق با آن برنامه در فرایند تحقیق شرکت کردند. همچنین نیلسون[4] و همکاران (۲۰۱۷) نیز در تحقیقی متناقض با تحقیق حاضر بدین نتیجه رسیدند tDCS در ناحیه DLPFC بر

[3]. Long-term potentiation (LTP)

[4]. Nilsson

www.SID.ir

Archive

روی حافظه کاری سالمندان ۶۵ تا ۷۵ ساله تأثیر ندارد (۳۴). دلیل اصلی عدم تأثیر tDCS در تحقیق آن‌ها مربوط به استفاده از تنها یک جلسه تحریک جهت بهبود حافظه کاری بود. به نظر می‌رسد که در نظر گرفتن تنها یک جلسه tDCS جهت بهبود حافظه کاری به خصوص در سالمندان که با افزایش سن با کاهش فرایندهای شناختی روبرو هستند نمی‌تواند پروتکل مناسبی جهت تأثیرگذاری tDCS بر روی حافظه کاری باشد.

بطورکلی در توجیه چگونگی تأثیر tDCS بر قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی چپ (DLPFC)، می‌توان اینگونه بیان کرد که تحریک آنودال در DLPFC چپ، می‌تواند تحریک‌پذیری قشری را به میزان بیشتری افزایش دهد که خود می‌تواند موجب بهبود برخی کارکردهای شناختی از جمله حافظه کاری شود. در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که tDCS آنودی در ناحیه DLPFC با تحریک ۲ میلی‌آمپری می‌تواند موجب بهبود حافظه کاری در ورزشکاران جانباز و معلول گردد.

تشکر و قدردانی

از تمام شرکت‌کنندگان در تحقیق و نیز از مسئولان هیئت جانبازان و معلولین شیراز که صبورانه با ما همکاری نمودند کمال تقدیر و تشکر را داریم.

منابع

1. Thomas A, Dennis A, Bandettini PA, Johansen-Berg H. The effects of aerobic activity on brain structure. Frontiers in Psychology 2012; 3:86.
2. Lin TW, Chen SJ, Huang TY, Chang CY, Chuang JI, Wu FS, Kuo YM, Jen CJ. Different types of exercise induce differential effects on neuronal adaptations and memory performance. Neurobiology of Learning and Memory 2012; 97(1):140-7.
3. Cotman CW, Berchtold NC. Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. Trends in Neurosciences 2002; 25(6):295-301.
4. Sternberg RJ, Sternberg K. Cognitive psychology. Nelson Education 2016.
5. Amann M, Dössegger LS, Penner IK, Hirsch JG, Raselli C, Calabrese P, Weier K, Radü EW, Kappos L, Gass A. Altered functional adaptation to attention and working memory tasks with increasing complexity in relapsing-remitting multiple sclerosis patients. Human Brain Mapping 2011; 32(10):1704-19.
6. Alloway TP, Gathercole SE, Kirkwood H, Elliott J. The working memory rating scale: A classroom-based behavioral assessment of working memory. Learning and Individual Differences 2009; 19(2):242-5.
7. Baddeley A. Working memory: looking back and looking forward. Nature Rreviews Neuroscience 2003; 4(10):829.
8. Greenwood PM, Parasuraman R. Neuronal and cognitive plasticity: a neurocognitive framework for ameliorating cognitive aging. Frontiers in Aging Neuroscience 2010; 2:150.
9. Hunter MA, Lieberman G, Coffman BA, Trumbo MC, Armenta ML, Robinson CS, Bezdek MA, O'Sickey AJ, Jones AP, Romero V, Elkin-Frankston S. Mindfulness-based training with transcranial direct current stimulation modulates neuronal resource allocation in working memory: A randomized pilot study with a nonequivalent control group. Heliyon 2018; 4(7):e00685.
10. Zaehle T, Sandmann P, Thorne JD, Jäncke L, Herrmann CS. Transcranial direct current stimulation of the prefrontal cortex modulates working memory performance: combined behavioural and electrophysiological evidence. BMC Neuroscience 2011; 12(1):2.
11. Zheng H, Wang S, Guo W, Chen S, Luo J, Ye H, Huang D. Enhancing the Activity of the DLPFC with tDCS Alters Risk Preference without Changing Interpersonal Trust. Frontiers in Neuroscience 2017; 11:52.
12. Clark VP, Coffman BA, Trumbo MC, Gasparovic C. Transcranial direct current stimulation (tDCS) produces localized and specific alterations in neurochemistry: a 1H magnetic resonance spectroscopy study. Neuroscience Letters 2011; 500(1):67-71.
13. Barbey AK, Koenigs M, Grafman J. Dorsolateral prefrontal contributions to human working memory. Cortex 2013; 49(5):1195-205.
14. Krause B, Kadosh RC. Can transcranial electrical stimulation improve learning difficulties in atypical brain development? A future possibility for cognitive training. Developmental Cognitive Neuroscience 2013; 6:176-94.
15. Jacobson L, Ezra A, Berger U, Lavidor M. Modulating oscillatory brain activity correlates of behavioral inhibition using transcranial direct current stimulation. Clinical Neurophysiology 2012; 123(5):979-84.
16. Brunoni AR, Amadera J, Berbel B, Volz MS, Rizzerio BG, Fregni F. A systematic review on reporting and assessment of adverse effects associated with transcranial direct current stimulation. International Journal of Neuropsychopharmacology 2011; 14(8):1133-45.
17. Fregni F, Nitsche MA, Loo CK, Brunoni AR, Marangolo P, Leite J, Carvalho S, Bolognini N, Caumo W, Paik NJ, Simis M. Regulatory considerations for the clinical and research use of transcranial direct current stimulation (tDCS): review and recommendations from an expert panel. Clinical Research and Regulatory Affairs 2015; 32(1):22-35.
18. Fregni F, Boggio PS, Nitsche M, Bermpohl F, Antal A, Feredoes E, Marcolin MA, Rigonatti SP, Silva MT, Paulus W, Pascual-Leone A. Anodal transcranial direct current stimulation of prefrontal cortex enhances working memory. Experimental Brain Research 2005; 166(1):23-30.
19. Papazova I, Strube W, Becker B, Henning B, Schwippel T, Fallgatter A, Padberg F, Palm U, Falkai P, Plewnia C, Hasan A. S79. Enhancing Working Memory in Schizophrenia Using 1ma and 2ma Transcranial Direct Stimulation To The Left Dorsolateral Prefrontal Cortex. Schizophrenia Bulletin 2018; 44(Suppl 1):S355.

www.SID.ir

Archive of SID

20. Arkan A, Yaryari F. Effect of transcranial direct current stimulation (TDCS) on working memory in healthy people. Abstract. Journal of Cognitive Psychology 2014; 2 (2):10-17. (Persian).
21. Vafaye Sisakht S, Ramezani K. The Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on Mental Health of Veterans with Psychiatric Disorders. Shefaye Khatam 2017; 5 (2):36-42. (Persian).
22. Javadi AH, Assassi Z. Investigating the role of parietal and prefrontal cortices in spatial working memory using tDCS 2016.
23. Sokol O. Effects of long-term use of anodal tDCS on working memory: comparing the difference in performance between active and sham anodal tDCS on a dual n-back task over 11 sessions (Master's thesis, NTNU) 2016.
24. Kane MJ, Conway AR, Miura TK, Colflesh GJ. Working memory, attention control, and the N-back task: a question of construct validity. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition 2007; 33(3):615.
25. Teo F, Hoy KE, Daskalakis ZJ, Fitzgerald PB. Investigating the role of current strength in tDCS modulation of working memory performance in healthy controls. Frontiers in Psychiatry 2011; 2:45.
26. Giglia G, Brighina F, Rizzo S, Puma A, Indovino S, Maccora S, Baschi R, Cosentino G, Fierro B. Anodal transcranial direct current stimulation of the right dorsolateral prefrontal cortex enhances memory-guided responses in a visuospatial working memory task. Functional Neurology 2014; 29(3):189.
27. Andrews SC, Hoy KE, Enticott PG, Daskalakis ZJ, Fitzgerald PB. Improving working memory: the effect of combining cognitive activity and anodal transcranial direct current stimulation to the left dorsolateral prefrontal cortex. Brain Stimulation 2011; 4(2):84-9.
28. Brunoni AR, Nitsche MA, Bolognini N, Bikson M, Wagner T, Merabet L, Edwards DJ, Valero-Cabre A, Rotenberg A, Pascual-Leone A, Ferrucci R. Clinical research with transcranial direct current stimulation (tDCS): challenges and future directions. Brain Stimulation 2012; 5(3):175-95.
29. Stagg CJ, Nitsche MA. Physiological basis of transcranial direct current stimulation. The Neuroscientist 2011; 17(1):37-53.
30. Barati Dowom P, Darvishi M, Heidarbeigi K. Neurological Alterations in Cognitive Impairment. Shefaye Khatam 2016; 4(4):99-115. (Persian).
31. Bayat Mokhtari L, Agha Yousefi AR, Zare H, Nejati V. The Impact of Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS) and Phonological Awareness Training on the Auditory Function of Working Memory in Children with Dyslexia. Journal of Ophthalmology & Eye Care 2018; 17(4):37-48. (Persian).
32. Cooke SF, Bliss TV. Plasticity in the human central nervous system. Brain 2006; 129(7):1659-73.
33. Floel A, Cohen LG. Contribution of noninvasive cortical stimulation to the study of memory functions. Brain Research Reviews 2007; 53(2):250-9.
34. Nilsson J, Lebedev AV, Lövdén M. No significant effect of prefrontal tDCS on working memory performance in older adults. Frontiers in Aging Neuroscience 2015; 7:230.

www.SID.ir

Archive of SID

Daneshvar

Medicine

Scientific-Research Journal of Shahed

Received: 21/11/2018
Last revised: 06/02/2019
Accepted: 16/02/2019

The effect of direct current stimulation in left dorsolateral prefrontal cortex on working memory in veterans and disabled athletes

Ali Asghar Arastoo[1], Shahla Zahednejad[2], Sajad Parsaei[3*], Saeed Alboghebish[4], Nasim Ataei[5], Hasan Ameriasl[6]

1. Social Factors affecting Health Research Center, Health School, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, *Ahvaz, Iran.*
2. Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, Physical Therapy Department, Rehabilitation School, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
3. Department of Sports Psychology, Faculty of Physical Education, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahwaz, Iran.
4. Department of Motor Behavior, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
5. Department of Physical Education, Faculty of Literature and Human Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran.
6. Department of Sport Management, Faculty of Physical Education, Payame Noor University of Karaj, Karaj, Iran.

*** Corresponding author e-mail: sajadparsaei93@gmail.com**

Abstract

Background and Objective: Working memory is the most basic pillar of memory for doing cognitive tasks. The purpose of this study was to investigate the effect of transcranial direct current stimulation (tDCS) on working memory in veterans and disabled athletes.

Material and Methods: The method of this study was semi-experimental. 24 veterans and disabled of Shiraz athletes participated in this study in an available sampling. After the pre-test, the participants were randomly divided into real stimulation and sham groups. In the real stimulation group, anodal electrode was on the left dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC) and cathode electrode in the FP_1. The location of the electrodes in the sham group was the same as the real stimulation group, but the stimulation was interrupted after 30 seconds. The stimulation rate was 2 mA for 15 minutes, which was performed during three sessions with an interval of 48 hours per session. Data analysis was performed using ANCOVA test in SPSS version 22**.**

Results: The results showed that there was a significant difference between the real stimulation group and the sham at the working memory (P = 0.0001). The results of Bonferroni post-hoc test showed that the performance of the real stimulation was better than the sham group (P = 0.0001).

Conclusion: It can be said that anodal tDCS in the DLPFC region with 2 mA excitation can improve working memory in veterans and disabled athletes.

Keywords: Transcranial direct current stimulation, Dorsolateral, Prefrontal cortex, Working memory, Cognitive task, Veterans, Disabled

www.SID.ir