

اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز بر افزایش انعطاف‌پذیری شناختی و سرعت پردازش کودکان با نارسایی توجه/فزون‌کنشی

مهران سلیمانی^۱، نیلوفر کاظمی‌منیر^۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۰۳

تاریخ وصول: ۱۳۹۹/۰۸/۰۷

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (TDCS) بر افزایش انعطاف‌پذیری شناختی و سرعت پردازش کودکان با نارسایی توجه/فزون‌کنشی (ADHD) انجام شده است. این پژوهش از نظر روش از نوع نیمه آزمایشی، پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه گواه است. جامعه آماری پژوهش را کلیه کودکان مبتلا به نارسایی توجه/فزون‌کنشی (ADHD) مراجعه‌کننده به مراکز و کلینیک‌های درمان اختلالات رفتاری کودکان در شهر ارومیه در سه ماهه اول سال ۹۸ را شامل می‌شود. تعداد ۳۰ نفر از کودکان مبتلا به نارسایی توجه/فزون‌کنشی (ADHD) در شهر ارومیه در سه ماهه اول سال ۹۸ به‌عنوان نمونه پژوهش انتخاب و با روش نمونه‌گیری تصادفی ساده در دو گروه آزمایش و گواه گنجانده شدند. ابزار پژوهش شامل آزمون سرعت پردازش و کسلر و انعطاف‌پذیری شناختی بود. گروه آزمایش به مدت ۱۰ جلسه ۱۰ دقیقه‌ای در معرض درمان تحریک الکتریکی مستقیم از فراجمجمه‌ای مغز (TDCS) قرار گرفت. داده‌های جمع‌آوری‌شده با آزمون کواریانس چندمتغیره و از طریق نرم‌افزار Spss ۱۹ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج تحلیل کواریانس نشان داد مداخله TDCS بر افزایش انعطاف‌پذیری شناختی ($P < ۰/۰۵$) و سرعت پردازش ($P < ۰/۰۱$) کودکان با نارسایی توجه/فزون‌کنشی (ADHD) اثربخش بود. با توجه به نتایج می‌توان گفت مداخله درمانی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز

۱. دانشیار، روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران msoleymani21@yahoo.com

۲. کارشناس ارشد، روان‌شناسی، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران (نویسنده مسؤل) kazemii.sepideh72@gmail.com

(TDCS) می‌تواند در ارتقاء کارکردهای اجرایی مانند انعطاف‌پذیری شناختی و سرعت پردازش در کودکان دارای ADHD مؤثر باشد.

واژگان کلیدی: تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز، انعطاف‌پذیری شناختی، سرعت پردازش، نارسایی توجه/ فزون‌کنشی.

مقدمه

امروزه نارسایی توجه/ فزون‌کنشی^۱ از یکی از شایع‌ترین و رایج‌ترین اختلالات رفتاری و مشکلات روان‌شناختی کودکان است که در مراجعان به درمانگاه‌های روان‌پزشکی مشاهده می‌شود (ظهیرالدین، آدینه، راجزی اصفهانی و احمدی، ۱۳۹۶). نارسایی توجه/ فزون‌کنشی در درجه اول با علائم عدم توجه، بیش‌فعالی، تکانش‌گری (انجمن روان‌پزشکی آمریکا^۲، ۲۰۱۳) و اختلالات مختلف شناختی (صالحی‌نژاد، وینچسکی، نجاتی و ویکاریو و نیچچه^۳، ۲۰۱۹) مشخص می‌شود که اغلب در بزرگسالی ادامه دارد. به غیر از علائم بیش‌فعالی و بی‌توجهی، طیف گسترده‌ای از نقص‌های شناختی در افراد مبتلا به اختلال نارسایی توجه/ فزون‌کنشی (ADHD) از جمله مشکلات در توجه، برنامه‌ریزی، حل مسئله و عملکردهای اجرایی مانند انعطاف‌پذیری شناختی و سرعت پردازش مشاهده می‌شود (کورتیس، فرین، براندیس، بویتلار، دلای^۴ و همکاران، ۲۰۱۵). اختلالات عملکرد شناختی در پاتوفیزیولوژی ADHD گسترده و تأثیرگذار هستند، به حدی که اختلال انعطاف‌پذیری شناختی^۵ و نقص در سرعت پردازش شناختی^۶ با اختلال نارسایی توجه/ فزون‌کنشی (ADHD) همراه شده است (کاسپر، آلدerson و هودس^۷، ۲۰۱۲).

انعطاف‌پذیری شناختی را به معنی میزان ارزیابی شخص در مورد قابل کنترل بودن شرایط، تعریف کرده‌اند که این ارزیابی در موقعیت‌های مختلف تغییر می‌کند (دنيس و ندروال^۸، ۲۰۱۰) و می‌تواند به شخص این توانمندی را بدهد که در برابر فشارها، چالش‌ها

1. Attention Deficit / Hyperactivity Disorder
2. American Psychiatric Association.
3. Salehinejad MA, Wischnewski, Nejati, Vicario & Nitsche
4. Cortese, Ferrin, Brandeis, Buitelaar & Daley
5. Cognitive Flexibility
6. Processing Speed
7. Kasper, Alderson & Hudec
8. Dennis & VanderWal

و سایر مسائل عاطفی و اجتماعی واکنش مطلوب و کارآمد داشته باشد. توانایی تغییر آماهی‌های شناختی به منظور سازگاری با محرک‌های در حال تغییر محیطی، عنصر اصلی در تعاریف انعطاف‌پذیری شناختی است (داجانی و اودین^۱، ۲۰۱۵). همچنین در انعطاف‌پذیری شناختی میزان تجربه‌پذیری فرد در مقابل تجارب درونی و بیرونی مدنظر است. این ویژگی شخصیتی در افراد مختلف به درجات مختلف وجود دارد و نوع واکنش افراد را در مقابل تجارب جدید معین می‌کند (ایچورن، مارتون و پیروتینسکی^۲، ۲۰۱۸).

انعطاف‌پذیری شناختی یک جنبه مهم از عملکرد اجرایی است که ممکن است به عنوان توانایی انطباق کارآمد با تغییر خواسته‌ها تعریف شود. از آنجا که محیط، نیازها و اهداف به‌طور مکرر تغییر می‌کند، انعطاف‌پذیری شناختی اغلب برای بقا حیاتی است (داری، کاسترو، وازرمن و اسلوتسکی^۳، ۲۰۱۸). وقتی فرد انعطاف‌پذیری شناختی نداشته باشد، به‌طور غیرفعال با شرایط محیط مواجه می‌شود و معمول به‌خطا می‌رود و کارها را با تعلل انجام می‌دهد. با انعطاف‌پذیری شناختی می‌توان تغییرات اساسی در بازسازی فکری ایجاد کرد (داو، واکرمن، تاناکا، لیو و استافلیم^۴، ۲۰۱۶)، از سوی دیگر، کودکان با اختلال نارسایی توجه/فزون‌کنشی به دلیل مشکلاتی در لوب فرونتال علاوه بر کارکردهای اجرایی، مشکلاتی در زمینه انعطاف‌پذیری شناختی دارند (گرافه، کارفیلد، لوز، والتینو و باتناگار^۵، ۲۰۱۷).

تحقیقات با تصویربرداری کارکردی رزونانس مغناطیسی نشان داده است که مناطق خاصی از مغز زمانی که یک فرد درگیر تکالیف انعطاف‌پذیری شناختی است، فعال می‌شود. این مناطق عبارتند از: قشر پیش‌پیشانی^۶ خلفی جانبی، عقده‌های پایه^۷، قشر کمربندی قدامی و قشر جداری خلفی (لبر، ترک-براون و چوم^۸، ۲۰۰۸).

همچنین یکی از کارکردهای اجرایی که در بیشتر مطالعات، نقص آن در کودکان دارای ADHD تأیید شده است، سرعت پردازش اطلاعات است. سرعت پردازش یک اصطلاح

1. Dajani & Uddin
2. Eichorn, Marton & Pirutinsky
3. Darby, Castro, Wasserman & Sloutsky
4. Douw, Wakeman, Tanaka, Liu & Stufflebeam
5. Grafe, Cornfeld, Luz, Valentino & Bhatnagar
6. Prefrontal cortex
7. Basal ganglia
8. Leber, Turk-Browne & Chun

کلی است که نشان‌دهنده سرعت شناسایی فرد، دستکاری و پاسخ به اطلاعات است. سرعت پردازش شامل فعالیت‌های فعال و خودکار است. سرعت پردازش توانایی شناسایی، ادغام، تصمیم‌گیری در مورد اطلاعات و پاسخ به اطلاعات بصری و کلامی است (هولدناک و ساکلوفسکی^۱، ۲۰۱۹). عملکرد ضعیف در سرعت پردازش می‌تواند به دلیل مسائل روان‌شناختی و شناختی مانند اضطراب، افسردگی و یا انگیزه ضعیف باشد (میلر^۲، ۲۰۱۴). سرعت پردازش تخمین می‌زند که چگونه کودک می‌تواند تکالیف یا وظایفی اساسی، کاملاً آگاهانه (یعنی خودکار) را انجام دهد یا نیاز به پردازش (یعنی فعال) اطلاعات جدید داشته باشد (هولدناک و همکاران، ۲۰۱۹).

اصطلاح سرعت پردازش شامل بسیاری از مؤلفه‌ها از جمله سرعت ادراکی، شناختی و خروجی است. علیرغم شواهد موجود برای اینکه سرعت پردازش در کودکان دارای اختلال نارسایی توجه/فزون‌کنشی (ADHD) پایین است، اما اطلاعات کمی در مورد اینکه کدام مؤلفه‌ها در ADHD بیشترین تأثیر را دارد، وجود دارد (کیبی، وادنیس و جاگر-ریکلز^۳، ۲۰۱۹)؛ لذا با توجه به مشکلات گسترده کودکان مبتلا به ADHD بررسی مداخلاتی در قالب درمان و پروتکل‌های توان‌بخشی جهت ارتقاء سطح انعطاف‌پذیری شناختی و سرعت پردازش می‌تواند مفید باشد؛ براین اساس یکی از مداخلاتی که در سالیان اخیر در کاهش مشکلات این کودکان در پژوهش‌های مختلفی بررسی و کاربرد بالینی آن تأیید شده است، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز^۴ است.

تحریک الکتریکی مستقیم مغز (TDCS) روشی غیرتهاجمی است که طی آن جریان مستقیم ضعیفی (۱ تا ۴ میلی‌آمپر) بر پوست سر وارد می‌شود و با استفاده از آن تغییرات بلند مدت در قطبیت قشر مغز در پی دپولاریزاسیون و هیپرپلاریزاسیون نورونها و تأثیر بر گیرنده‌های عصبی، ایجاد می‌شود، به عبارتی دیگر، در این نوع تحریک الکتریکی نقاطی از سر با استفاده از جریانهای ضعیف الکتریکی هدف قرار می‌گیرند (پوتاگاس، جیوگاکاراک، کوتسیس، ماندلوس و تسیرمپولو^۵، ۲۰۰۸).

1. Holdnack & Saklofske
2. Miller
3. Kibby, Vadnais & Jagger-Rickels
4. Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS)
5. Potagas, Giogkaraki, Koutsis, Mandellos & Tsirempolou

با توجه به اینکه در مطالعات مختلفی (ایران پرست گمیچی، ۱۳۹۷؛ سوروسن، مزا، هینشاو و لاندروالد^۱، ۲۰۱۸؛ ایمانی پور و همکاران، ۱۳۹۷ و ویلاسانته، کانسلا و رئال-بابتا^۲، ۲۰۱۵) نقص در کارکردهای اجرایی مغز در کودکان دارای ADHD تأیید شده است، توجه به انعطاف‌پذیری شناختی و سرعت پردازش به‌عنوان کارکردهای بسیار مهم اجرایی در این کودکان باید مد نظر قرار گیرد و با بررسی مطالعات منظم و قوی، زمینه ارتقاء این کارکردها در کودکان دارای نارسایی توجه/فزون‌کنشی فراهم شود؛ بر این اساس توجه به مداخلاتی جهت رسیدن به این هدف اساسی است. از مداخلات بسیار کاربردی که با توجه به تأثیر بر ساختارهای مغزی می‌تواند زمینه ارتقاء کارکردهای اجرایی در این کودکان را مهیا سازد، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز است؛ بر این اساس مطالعه حاضر جهت پاسخ به این مسئله انجام شده است که اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز بر افزایش انعطاف‌پذیری شناختی و سرعت پردازش کودکان با نارسایی توجه/فزون‌کنشی (ADHD) اثربخش است؟

در بررسی نحوه تأثیرگذاری مداخله تحریک فراجمجمه‌ای مغز، باید به درک درستی از ساختار مدارگونه مغز دست یافت که در کارکردهای بهنجار و نابهنجار مغز نقش اساسی ایفا می‌کند (امینی ماسوله، غضنفریان و بیرامی، ۱۳۹۸). در نتیجه‌ی تحریک عصبی به‌وسیله‌ی تحریک مغزی، آبخاری از وقایع مولکولی روی می‌دهد که منجر به تغییرات عصبی درازمدتی به‌خصوص در سطح سیناپسی می‌شود (رتی و چانگ^۳، ۲۰۱۵). تکنیک‌های غیرتهاجمی تحریک مغزی مختلفی مورد استفاده قرار گرفته است که می‌توانند منجر به تعدیل در تحریک‌پذیری و فعالیت کورتکسی و در نتیجه، ایجاد تغییرات در کارکردهای شناختی و رفتاری شود (فیلمر، احرار، شاو و ماتینگلی^۴، ۲۰۱۹). نتایج مطالعات مختلفی اثرگذاری این مداخله را بر سرعت پردازش و انعطاف‌پذیری شناختی تأیید نمودند.

در مطالعه‌ای در داخل کشور که توسط نرم‌اشیری، اشرفی، رستمی، باقری‌فر و همتی‌راد (۱۳۹۶) با بررسی تأثیر تحریک الکتریکی فراقشری مغز بر بهبود سرعت پردازش شناختی توجه در افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص توجه انجام شد، آنها در این مطالعه نشان دادند

1. Thorsen, Meza, Hinshaw & Lundervold
2. Vilasante, Cancela & Rial-Boubeta
3. Reti & Chang
4. Filmer, Ehrhardt, Shaw & Mattingley

تحریک الکتریکی مستقیم فراقشری مغز در بر بهبود سرعت پردازش توجه در افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص توجه مؤثر بود. همچنین مطالعه کروز گونزالس، فونگ و براون^۱ (۲۰۱۸)، با بررسی تأثیر تحریک جریان مستقیم مغزی (TDCS) بر عملکردهای شناختی نشان داد مداخله از نظر عملکرد و مدت زمان اجرا، تأثیر معناداری بر سرعت پردازش، توجه انتخابی و وظایف توانایی برنامه‌ریزی داشت. در همین راستا و در مطالعه‌ای دیگر، نلسون، مک‌کینلی، فلیپ، مک‌ایتیر و گودییر^۲ و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی تأثیر تحریک جریان مستقیم مغز (TDCS) بر ظرفیت شناختی، به این نتیجه رسیدند که این مداخله به طور قابل توجهی توانایی پردازش اطلاعات شرکت‌کنندگان را بهبود بخشید. در مطالعه روح الامینی و همکاران (۱۳۹۶) با بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (TDCS) بر توجه انتخابی و انعطاف‌پذیری شناختی دانش‌آموزان نشان دادند، برنامه مداخله‌ای موجب بهبودی توجه انتخابی و انعطاف‌پذیری دانش‌آموزان می‌شود و همچنین نتایج مطالعه سیمپسون، فگنی و گرین^۳ (۲۰۱۸) نشان داد تأثیر تحریک جریان مستقیم مغناطیسی بر عملکرد حرکتی فک، گفتار، جویدن مؤثر بود. نتایج مطالعه برینگتون نیز حاکی از تأثیر معنادار تحریک فراجمجمه‌ای در ارتقاء وضعیت کارکردهای اجرایی بیماران ADHD است (بریتلینگ، زاها، دانهاور، تگلبرکس و فلیچتر^۴ و همکاران، ۲۰۱۹)؛ بنابراین می‌توان گفت مداخلاتی که متمرکز بر تحریک و تغییر توانمندی‌های شناختی باشند، می‌توانند انعطاف‌پذیری شناختی کودکان با نارسایی توجه/فزون‌کنشی را تغییر دهند (ناجیان و نجاتی، ۱۳۹۶).

با توجه به اینکه در مطالعات مختلفی نقص در کارکردهای اجرایی مغز در کودکان دارای ADHD تأیید شده است، توجه به انعطاف‌پذیری شناختی و سرعت پردازش به عنوان کارکردهای بسیار مهم اجرایی در این کودکان باید مد نظر قرار گیرد و با بررسی مطالعات منظم و قوی، زمینه ارتقاء این کارکردها در کودکان دارای نارسایی توجه/فزون‌کنشی فراهم شود؛ براین اساس توجه به مداخلاتی جهت رسیدن به این هدف اساسی است. از مداخلات بسیار کاربردی که با توجه به تأثیر بر ساختارهای مغزی می‌تواند زمینه ارتقاء کارکردهای

-
1. Cruz Gonzalez, Fong & Brown
 2. Nelson, McKinley, Phillips, McIntire & Goodyear
 3. Simone, Fregni & Green
 4. Breitling, Zaehle, Dannhauer, Tegelbeckers & Flechtner

اجرائی در این کودکان را مهیا سازد، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز است؛ براین اساس مطالعه حاضر جهت پاسخ به این مسئله انجام شده است که اثر بخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز بر افزایش انعطاف پذیری شناختی و سرعت پردازش کودکان با نارسایی توجه / فزون کنشی (ADHD) اثر بخش است؟

روش

پژوهش حاضر از نوع نیمه آزمایشی پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه گواه است. جامعه آماری پژوهش را کلیه کودکان مبتلا به نارسایی توجه / فزون کنشی (ADHD) مراجعه کننده به کلینیک پیشگامان امید در شهر ارومیه در سه ماهه اول سال ۱۳۹۸ را شامل می‌شود. پس از مراجعه به کلینیک پیشگامان، والدین و کودکانی که دارای ADHD بودند و جهت انجام مشاوره و خدمات توان بخشی به این کلینیک مراجعه نموده بودند، به پژوهشگر معرفی شدند. پس از گفتگو با والدین این کودکان، تعداد ۳۰ کودک که رضایت والدین جهت حضور در پژوهش و برنامه درمانی را داشتند، انتخاب و به صورت تصادفی در ۲ گروه آزمایش و گواه انتساب شدند. کودکان قبل از انجام مداخله، در پیش‌آزمون‌های سرعت پردازش و آزمون انعطاف پذیری شناختی را پاسخ دادند. سپس گروه آزمایش به مدت ده جلسه ۱۰ دقیقه‌ای در معرض درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (TDCS) قرار گرفت. در طول مدت مداخله برای گروه آزمایش، هیچ مداخله‌ای برای گروه گواه انجام نشد. سپس از ۲ گروه پس‌آزمون گرفته شد. ملاک‌های ورود به پژوهش شامل داشتن رضایت والدین، دامنه سنی ۸ تا ۱۲ سال، حداقل ۶ ماه تشخیص اختلال ADHD و مقطع تحصیلی ابتدایی و ملاک‌های خروج از پژوهش نیز شامل غیبت بیش از ۳ جلسه درمانی، داشتن سایر معلولیت‌های ذهنی و حرکتی، داشتن آسیب‌های شنوایی و بینایی و داشتن اختلالات رفتاری همبند مانند اختلال سلوک، اختلال بی‌نظمی خلقی ایدایی بود. در این پژوهش جهت گردآوری اطلاعات از ابزارهای زیر استفاده شد:

آزمون سرعت پردازش و کسلر^۱: این آزمون یکی از خرده‌مقیاس‌های آزمون هوش و کسلر چهار (رمزنویسی - نمادیابی) است که برای اندازه‌گیری سرعت پردازش اطلاعات به کار می‌رود. در این خرده‌آزمون، آزمودنی به رونویسی نمادهایی می‌پردازد که همراه با

1. Wechsler processing speed test

اشکال هندسی ساده با ارقام است که در آن سرعت انجام کار مهم است (اهرمی، راضیه؛ فرامرزی، سالار؛ شوشتری، مژگان؛ عابدی، ۱۳۹۱). دو خرده‌آزمون رمزنویسی و نمادیابی از مجموعه آزمون هوش و کسلر برای کودکان در کنار هم عامل سرعت پردازش را می‌سنجد. کسب نمره‌ی بالا در این آزمون‌ها، بدان معناست که فرد می‌تواند با سرعت زیادی اطلاعات را جذب و آنها را یکپارچه کند (فتحی آشتیانی، اخوان تفتی و خادمی، ۱۳۹۵). ضریب پایایی همسانی درونی آن ۰/۸۵ گزارش شده است (اهرمی و همکاران، ۱۳۹۱). در ایران، پایایی آزمون به روش بازآزمایی ۰/۴۴ تا ۰/۹۴ و پایایی دو نیمه کردن آن ۰/۴۲ تا ۰/۹۸ گزارش شده است. روایی هم‌زمان آن با استفاده از همبستگی نمرات با نمرات بخش عملی مقیاس و کسلر برای کودکان پیش‌دبستانی ۰/۷۴ گزارش شد. به‌وسیله این آزمون برای هر فرد سه هوشبهر کلامی، غیرکلامی و کلی محاسبه می‌شود. ضرایب همبستگی بین سه نوع هوشبهر کلامی، غیرکلامی و کلی به ترتیب ۰/۸۴، ۰/۷۴ و ۰/۸۵ به‌دست آمده است (عابدی، صادقی و ربیعی، ۱۳۹۴).

آزمون انعطاف‌پذیری شناختی^۱: آزمون دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین یک آزمون عصب روان‌شناختی است که استدلال انتزاعی، انعطاف‌پذیری شناختی، درجاماندگی، حل مسئله، تشکیل مفاهیم، تغییر مجموعه، توانایی آزمون فرضیه و استفاده از بازخورد خطاها، راهبرد شروع و توقف عمل و نگهداری توجه را می‌سنجد. این آزمون دارای ۶۴ کارت که دوبار اجرا می‌شود را شامل می‌شود. آزمون ویسکانسین بیشتر به سنجش کارکردهای عالی اجرایی منتسب به مناطق پیشانی و پیش‌پیشانی مغز می‌پردازد (یزدی روندی، شمسانی، متین‌نیا، شمس، مقیم بیگی و همکاران، ۲۰۱۸). این آزمون به طور سنتی برای بررسی کنش‌های اجرایی مغز به کار می‌رود. جهت انجام نمره‌گذاری این آزمون، در هر پژوهشی و با توجه به کارکرد اجرایی مورد بررسی، شاخص مدنظر این آزمون می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد؛ لذا با توجه به نظر استریوس، شرمین و اسپرین^۲ که پیشنهاد کرده‌اند دو شاخص "تعداد طبقات تکمیل شده یا به‌دست آمده" و "تعداد خطای درجاماندگی" جهت سنجش کارکرد اجرایی انعطاف‌پذیری شناختی مورد استفاده قرار گیرند؛ که از سوی اکثر پژوهشگران مورد پذیرش قرار گرفته است. چندین پژوهش از اعتبار

-
1. Cognitive flexibility test
 2. Strauss, Sherman & Spreen

و پایایی آزمون دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین حمایت کرده‌اند (استریوس و همکاران، ۲۰۰۶). لزاک^۱، میزان اعتبار این آزمون برای سنجش نارسایی‌های شناختی پس از آسیب‌های مغزی را بیش از ۰/۸۶ ذکر کرده است (لزاک، ۱۹۹۵). همچنین پایایی این آزمون در جمعیت ایرانی با روش بازآمایی ۰/۸۵ گزارش شده است (یزدی روندی و همکاران، ۲۰۱۸). تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (TDCS): تحریک الکتریکی مستقیم مغز روشی غیرتهاجمی است که جریان خفیف الکتریکی (حداکثر ۱۰ میلی‌آمپر) را به صورت مستقیم وارد مغز می‌کند. قطب آند در این روش منجر به افزایش تحریک پذیری قشری و قطب کاتد منجر به کاهش تحریک‌پذیری قشری می‌شود. این پژوهش با توجه به پروتکل‌های جدید صورت گرفت که شدت جریان را ۲ میلی‌آمپر پیشنهاد می‌دهند و زمان ارائه جریان در هر جلسه را ۱۰ دقیقه پیشنهاد می‌کنند و تعداد کل جلسات را نیز معمولاً ۱۰ جلسه پیشنهاد می‌کنند در حالی که در مورد تعداد جلسات تفاوت‌هایی در پروتکل‌های جدید وجود دارد (فرگنی، باجیو، نیتچه، برمپول، آنتال^۲ و همکاران، ۲۰۰۵).

اصول کار در دستگاه‌های دو کاناله به این صورت است که دو الکتروود یکی قطب مثبت (آند) و دیگری قطب منفی (کاتد) از طریق دو پد اسفنجی مجزا که به محلول رسانا آغشته شده بر روی سر قرار می‌گیرند. جریان الکتریکی مستقیم ۰ تا ۲ میلی‌آمپر (و بدون نوسان / مداوم ضعیف) از طریق الکتروودهای روی سر و پس از عبور از نواحی مختلف پوست سر، مجسمه و ...، به سطح قشر مغز رسید. به این ترتیب جریان وارد شده، بار الکتریکی غشای نورون‌های قشر مغز را تغییر داده و پتانسیل استراحت غشا و متعاقباً قابلیت تحریک‌پذیری عصبی را تحت تأثیر قرار داد، اگر جریان از آند به کاتد برقرار باشد، اصطلاحاً TDCS آنودال نام دارد که منجر به تسهیل دپلاریزاسیون غشای نورون و افزایش فعالیت نورون‌ها در ناحیه تحریک می‌شود و اگر جریان از کاتد به آند برقرار باشد، اصطلاحاً TDCS کاتودال نام دارد که منجر به هیپرپلاریزاسیون غشای نورون‌ها و مهار فعالیت نورون‌ها در محل تحریک می‌شود. گاهی به جای استفاده از دو الکتروود، از پنج الکتروود با سایزهای کوچکتر برای هدف گذاری مناطق مشخصی از قشر مغز استفاده می‌شود که تحت عنوان TDCS با کیفیت بالا (TDCS-HD) شناخته شده است (امینی ماسوله و همکاران، ۲۰۱۸). در این

1. Lezak
2. Fregni, Boggio, Nitsche, Bermppohl & Antal

روش چهار الکتروود آنود و یکی کاتود و یا برعکس در نظر گرفته می‌شود. برای طراحی پروتکل درمانی، بسته به نوع اختلال عصبی، باید موارد زیر قبل از اجرای تکنیک مشخص شود: شدت جریان الکتریکی، مدت و جهت آن، محل قرار گیری هر یک از الکتروودها، اندازه پدهای اسفنجی مورد استفاده، تعداد جلسات (زاغی، آکار، هالتگرین، باجیو و فرگنی و همکاران، ۲۰۱۰).

با این وجود در مطالعه حاضر، زمان ارائه جریان در هر جلسه ۱۰ دقیقه تعیین شد. در این مطالعه، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجه ساخت NEUROSTIM-2 با استفاده از دستگاه دو کاناله شرکت مدینا طب گستر اعمال گردید. این دستگاه با استفاده از دو منبع انرژی مستقل، دو الکتروود کاتد و دو الکتروود آند کاملاً ایزوله و مجزا را در اختیار قرار می‌دهد.

جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات از آزمون کواریانس چندمتغیره استفاده شد. همچنین داده‌های جمع‌آوری شده از طریق نرم‌افزار Spss ۱۹ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته‌ها

تعداد ۳۰ شرکت‌کننده در پژوهش حضور داشتند. از نظر سنی، میانگین سن گروه آزمایش ۱۰/۲۱ و گروه گواه ۹/۸۸ است. از نظر جنسیت نیز، هر گروه دختر و پسر با فراوانی برابر ۱۵ نفر در پژوهش حضور داشتند.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های انعطاف‌پذیری شناختی و هوشبهر سرعت پردازش

متغیر	گروه آزمایش		گروه گواه	
	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد
تعداد طبقه شاخص‌های انعطاف‌پذیری شناختی	پیش-آزمون	۱/۵۳	۰/۶۳	۱/۶۶
	پس‌آزمون	۳/۲۰	۱/۰۸	۲/۱۳
خطای درجاماندگی	پیش-آزمون	۳۷/۸۰	۱۱/۴۸	۳۴/۱۳
	پس‌آزمون	۳۲/۰۱	۹/۹۷	۳۲/۷۳

۱۳/۸۴	۸۶/۰۱	۸/۸۸	۸۴/۸۶	پیش- آزمون	هوشبهر سرعت پردازش
۱۴/۹۴	۸۷/۲۶	۸/۹۶	۹۰/۸۰	پس آزمون	

جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های انعطاف پذیری شناختی و هوشبهر سرعت پردازش را نشان می‌دهد. با توجه به جدول فوق می‌توان گفت در تعداد طبقه درست و هوشبهر سرعت پردازش نمرات در پس آزمون افزایش یافته است؛ اما در خطای درجاماندگی، نمرات در مرحله پس آزمون کاهش یافته است.

جدول ۲. آزمون شاپیرو- ویلک جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها

پس آزمون		پیش آزمون		مقیاس‌ها	متغیرها
شاخص معناداری	سطح آزمون	شاخص سطح معناداری	شاخص آزمون		
۰/۱۹۶	۰/۹۴۷	۰/۰۶۱	۰/۹۲۹	تعداد طبقه درست	شاخص‌های انعطاف-
۰/۱۰۰	۰/۹۳۵	۰/۲۱۷	۰/۹۵۴	خطای درجاماندگی	پذیری شناختی
۰/۲۱۷	۰/۹۵۲	۰/۰۶۹	۰/۹۳۶		هوشبهر سرعت پردازش

جدول ۲ آزمون شاپیرو- ویلک جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به میزان شاخص آزمون به دست آمده و سطح معناداری آزمون شاپیرو- ویلک متغیرها که در جدول فوق ملاحظه می‌شود؛ لذا توزیع نمرات نرمال است.

جدول ۳. آزمون لوین برای بررسی برابری واریانس‌های خطای نمره‌های آزمودنی‌ها

سطح معناداری		درجه آزادی	درجه آزادی	نسبت F	مقیاس‌ها	متغیرها
سطح معناداری	درجه آزادی	مخرج	صورت			
۰/۰۶۲	۲۸	۱	۳/۸۱۴		تعداد طبقه درست	شاخص‌های انعطاف-
۰/۸۹۷	۲۸	۱	۰/۰۱۷		خطای درجاماندگی	پذیری شناختی
۰/۳۷۵	۲۸	۲	۰/۸۱۴			هوشبهر سرعت پردازش

جدول ۳ نشان می‌دهد که فرضیه‌ی صفر مربوط به برابری واریانس‌های خطای نمره‌های شاخص‌های انعطاف‌پذیری شناختی در مرحله پس آزمون رد نشده، زیرا نسبت F مشاهده شده در سطح معناداری $p > ۰/۰۵$ ، معنادار نشده است؛ بنابراین فرض همسانی واریانس‌های

این نمره‌ها برقرار بوده و استفاده از مدل تحلیل کواریانس چندمتغیره در این تحلیل بلا مانع است.

جدول ۴. آزمون کواریانس چندمتغیره جهت آزمون اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمه‌ای مغز بر افزایش انعطاف‌پذیری شناختی و سرعت پردازش کودکان با نارسایی توجه/فزون‌کنشی

منبع تغییرات	متغیر وابسته	مجموع مجذورها	درجه آزادی	میانگین مجذورها	F	Sig	اندازه اثر
گروه	تعداد طبقه درست	۰/۴۸۳	۱	۰/۴۸۳	۷/۷۳۲	۰/۰۱۰	۰/۲۲
	خطای درجاماندگی	۸۸/۴۷۵	۱	۸۸/۴۷۵	۵/۱۰۰	۰/۰۳۳	۰/۱۶
	هوشبهر سرعت پردازش	۱۶۴/۷۸۱	۱	۱۶۴/۷۸۱	۱۵/۵۶۸	۰/۰۰۱	۰/۳۶

جدول فوق نشان می‌دهد پس از حذف اثر پیش‌آزمون از میانگین دو گروه آزمایش و گواه در تعداد طبقه درست (اندازه اثر برابر ۰/۲۲، $p < ۰/۰۱$ ، $F=۷/۷۳۲$) با ضریب اطمینان ۹۹ درصد و خطای درجاماندگی (مجذور اتا برابر ۰/۱۶، $p < ۰/۰۵$ ، $F=۵/۱۰۰$) با ضریب اطمینان ۹۵ درصد و هوشبهر سرعت پردازش (اندازه اثر برابر ۰/۳۶، $p < ۰/۰۱$ ، $F=۱۵/۵۶۸$) تفاوت معناداری از نظر آماری بین میانگین‌های دو گروه در این متغیرها وجود دارد، اندازه اثر نیز نشان دهنده سهم واریانسی است که مربوط به متغیر مستقل است و اگر این مقدار بیشتر از ۱۴ درصد باشد نشان دهنده اندازه اثر زیاد است که در این تحلیل نیز برای هر دو شاخص همینطور است و به این معناست که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمه‌ای مغز (TDCS) بر افزایش انعطاف‌پذیری شناختی و سرعت پردازش کودکان با نارسایی توجه/فزون‌کنشی (ADHD) تأثیر قوی دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

باتوجه به اینکه کودکان مبتلا به نارسایی توجه/ فزون‌کنشی در کارکردهای اجرایی مانند انعطاف‌پذیری شناختی و سرعت پردازش دچار مشکلات و نابهنجاری هستند؛ لذا تلاش برای دستیابی به مداخلاتی جهت بهبود کارایی این کودکان در کارکردهای اجرایی ذکر شده ضرورت دارد؛ براین اساس مطالعه حاضر با هدف بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز بر افزایش انعطاف‌پذیری شناختی و سرعت پردازش کودکان با نارسایی توجه/ فزون‌کنشی (ADHD) انجام شده است.

نتایج نشان داد که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (TDCS) بر افزایش انعطاف‌پذیری شناختی کودکان با نارسایی توجه/ فزون‌کنشی (ADHD) در قالب شاخص‌های تعداد طبقه درست و خطای درجاماندگی اثربخش بود. یافته به‌دست آمده مبنی بر اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (TDCS) بر انعطاف‌پذیری شناختی با نتایج مطالعه روح الامینی و همکاران (۱۳۹۷) که نشان دادند برنامه مداخله‌ای تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز موجب بهبودی توجه انتخابی و انعطاف‌پذیری دانش‌آموزان می‌شود و همچنین با نتایج مطالعه سیمپسون و همکاران^۱ (۲۰۱۸) که نشان داد تحریک جریان مستقیم مغناطیسی بر عملکردهای مربوط به انعطاف‌پذیری شناختی مؤثر بود، هم‌خوان بود. همچنین نتایج مطالعه بریتلینگ و همکاران (۲۰۱۹) نیز که حاکی از تأثیر معنادار تحریک فراجمجمه‌ای در ارتقاء وضعیت کارکردهای اجرایی بیماران ADHD بود هم‌خوان و در راستای نتایج مطالعه حاضر است. یافته غیر هم‌خوان به‌دست نیامد.

در این راستا و با مراجعه به نتایج پژوهش‌ها می‌توان گفت که انعطاف‌پذیری شناختی به تناسب سن رشد می‌کند (کارت رایت^۲، ۲۰۰۷) و سرعت رشد آن نسبت به کارکردهای دیگری نظیر حافظه فعال و بازداری کمتر است. به‌طور کلی، توانایی تغییر آمایه‌های شناختی به منظور سازگاری با محرک‌های در حال تغییر محیطی، عنصر اصلی در انعطاف‌پذیری شناختی است (دنيس و همکاران، ۲۰۰۶).

در تبیین یافته به‌دست آمده مبنی بر تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (TDCS) بر افزایش انعطاف‌پذیری شناختی کودکان با نارسایی توجه/ فزون‌کنشی

1. Simione & et al
2. Cartwright

(ADHD)، می‌توان گفت در این روش یک تغییر کند در طی استراحت پتانسیل سلول‌های تحریک شده ایجاد می‌شود (روح‌الامینی و همکاران، ۱۳۹۷) و پردازش اطلاعات را به وسیله قطب‌های نزدیک نوروهای مغز بهبود می‌بخشد. در تحریک مستقیم، جریان الکتریسته دارای قطبیت ضعیف و کوتاه را از طریق یک جفت الکترود به قشر منتقل می‌کنند و بر طبق قطبیت مسیر جریان، قابلیت تحریک‌پذیری مغز می‌تواند از طریق تحریک آندی افزایش یابد و یا از طریق تحریک کاتدی، کاهش پیدا کند (فرگنی و همکاران، ۲۰۰۵). در واقع تحریک الکتریکی مستقیم از روی مجموعه به میزان چشم‌گیری باعث افزایش عملکرد بعد شنیداری / کلامی حافظه کاری، آگاهی واج‌شناختی و افزایش نمره در تکلیف شنیداری می‌شود و سایر کارکردهای اجرایی مانند انعطاف‌پذیری شناختی منجر می‌شود (بیات مختاری، آقاییوسفی، زارع و نجاتی، ۱۳۹۶).

از دیگر عوامل قابل اشاره در تأثیر این درمان در ارتقاء انعطاف‌پذیری شناختی کودکان مبتلا به ADHD می‌توان به بحث ماندگاری تأثیر این درمان در شدت تحریک اشاره نمود که اکثریت بررسی‌ها شدت تحریک را عامل مهمی در ایجاد پتانسیل درازمدت مغزی و بهبود انعطاف‌پذیری شناختی می‌دانند (بلازر، کسلر، مک‌گوناگل و استوارتز، ۱۹۹۴). لذا به سبب نقش مهمی که این درمان در ایجاد تغییرات درازمدت بر روی تحریک‌پذیری قشری و ایجاد پتانسیل درازمدت ایجاد می‌کند، می‌توان ارتقاء سطح انعطاف‌پذیری شناختی را تبیین نمود.

همچنین در تبیینی دیگر می‌توان گفت که ارائه تحریک مستقیم با تغییر تحریک‌پذیری نوروها و جابجایی پتانسیل غشای نوروهای سطحی در جهت دپولاریزاسیون یا هایپرپولاریزاسیون، باعث شلیک بیشتر یا کمتر سلول‌های مغز می‌شود و این به تناسب عملکرد سلولهای عصبی زمینه انتقال سریعتر پیام‌های عصبی می‌شود که این فرایند زمینه انعطاف‌پذیری شناختی بیشتر کودکان دارای ADHD را به همراه خواهد داشت (بیات مختاری و همکاران، ۱۳۹۶). در واقع تبیین این نتیجه را می‌توان براساس این اصل بنیادی درمان تحریک مغز از روی مجموعه با جریان مستقیم الکتریکی تصور نمود که به نوعی تغییراتی در تحریک‌پذیری کرتکس ایجاد می‌کند. براین اساس تحریک آنودال منجر به افزایش تحریک‌پذیری و کاتودال منجر به کاهش تحریک‌پذیری در مغز می‌شود. همچنین

مطالعات عصب داروشناسی نشان می‌دهد که اثرات فوری این نوع تحریک به دلیل تغییرات در پتانسیل غشا سلول در سطح زیر آستانه‌ای است که زمینه تغییرات شناختی را فراهم می‌کند (مک کلینتوک، اوساین، وینسوسکی، نیربرگ، استوارت^۱ و همکاران، ۲۰۱۱).

همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (TDCS) بر افزایش سرعت پردازش کودکان با نارسایی توجه/ فزون کنشی (ADHD) اثربخش بود. یافته به دست آمده با نتایج مطالعه نرماشیری و همکاران (۱۳۹۶) که نشان دادند تحریک الکتریکی مستقیم فراقشری مغز در بر بهبود سرعت پردازش توجه در افراد مبتلا به نارسایی توجه/ فزون کنشی، مؤثر است، هم‌خوان بود. همچنین نتایج مطالعه کروزگونزالس و همکاران (۲۰۱۸) نیز در راستای نتیجه مطالعه حاضر بود که با بررسی تأثیر تحریک جریان مستقیم مغزی (TDCS) بر عملکردهای شناختی نشان دادند، مداخله از نظر عملکرد و مدت مان اجرا، تأثیر معناداری بر سرعت پردازش، توجه انتخابی و وظایف توانایی برنامه‌ریزی داشت. همچنین یافته به دست آمده با نتایج مطالعه نلسون و همکاران (۲۰۱۶) که با بررسی تأثیر تحریک جریان مستقیم مغز (TDCS) بر ظرفیت شناختی، نشان دادند که این مداخله به طور قابل توجهی توانایی پردازش اطلاعات شرکت کنندگان را بهبود می‌بخشد، هم‌خوان بود. همچنین در این ارتباط کاستینالوس و همکاران در سال ۲۰۱۲ اعتقاد داشتند که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز می‌تواند در کاهش نشانه‌های نارسایی توجه/ فزون-کنشی در ابعاد شناختی نقش عمده‌ای داشته باشد.

در تبیینی در راستای نتایج حاصل شده می‌توان اشاره نمود که قشر پیش‌پیشانی، فرایند تصمیم‌گیری را تنظیم و تعدیل می‌کنند. یعنی می‌تواند در فرایند انتخاب و توجه بر اطلاعات نقش داشته باشد (۲۰۱۲)؛ از طرفی مطالعات بالینی نشان می‌دهند که قشر پیش‌پیشانی محل کنترل توجه است. پس دستکاری این منطقه می‌تواند منجر به تحریک و فعالیت بیشتر و در نتیجه بهبود عملکرد تصمیم‌گیری و توجه که از پایه‌های اصلی پردازش اطلاعات هستند است که این فرایند زمینه سرعت پردازش بیشتر اطلاعات را تحت تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه مغز منجر می‌شود (هیرن، ردت، کاستر و فلیپات^۲، ۲۰۱۳).

-
1. McClintock, Husain, Wisniewski, Nierenberg, Stewart
 2. Heeren, De Raedt, Koster & Philippot

همچنین در تبیین دیگر می‌توان گفت تحریک شدن برخی دیگر از نواحی مغز می‌تواند با تحریک ناحیه قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی چپ در ارتباط باشد، به طوری که باعث بهبود مهارت‌های برنامه‌ریزی، توانایی یادگیری و سیالی کلامی شود که هر کدام از این موارد با تقویت حافظه مرتبط هستند (جوادی و چنگ، ۲۰۱۳). تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه مغز می‌تواند به عنوان یک مداخله درمانی مکمل در کنار سایر رویکردهای درمانی برای کودکان با نارسایی توجه/بیش‌فعالی همراه باشد و از طریق کاهش رفتار بازداری زمینه کاهش سایر نشانه‌های بیش‌فعالی را نیز فراهم نماید. در راستای تأیید این تبیین، براساس دیدگاه مارتین و همکاران، می‌توان گفت تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز سرعت پردازش شناختی اطلاعات را افزایش می‌دهد (مارتین، آلونزو، هو، پلیمر، میتچل^۲ و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین استفاده از این رویکرد درمانی می‌تواند کارکردهای روان‌شناختی کودکان دارای ADHD را بهبود بخشد؛ در واقع این مداخله درمانی از طریق فعال کردن ماده سفید مغزی، زمینه بهبود کارکردهای روان‌شناختی را فراهم می‌کند (زاهلی، ساندمن، سورن، جانکی، هرمن^۳ و همکاران، ۲۰۱۶). در واقع تحریک مستقیم فراجمجمه‌ای مغز می‌تواند مستقیماً بر لوب پیشانی (فرونال) تأثیر گذارد و از این طریق نیز می‌تواند زمینه بهبود کارکردهای اجرایی مغز را فراهم نماید؛ از این طریق این مداخله درمانی می‌تواند سرعت و زمان انجام فرایندها و عملکردهای شناختی مانند پردازش اطلاعات شناختی را تقویت نماید (دلسوسو و همکاران، ۲۰۱۲).

در نهایت در تبیین احتمالی از دیدگاه پژوهشگر می‌توان اشاره نمود که اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز بستگی به جهت جریان الکتریکی دارد؛ تحریک آندی میزان فعالیت و برانگیختگی مغز را افزایش می‌دهد و تحریک کاتدی برعکس، فعالیت را کاهش می‌دهد؛ براین اساس و در مطالعه حاضر سعی شد از طریق جریان تحریک آندی بیشتر، میزان فعالیت و برانگیختگی مغز بیشتر شود و این فرایند باعث شد میزان سرعت پردازش اطلاعات پس از مداخله تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه مغز بهبود یابد.

-
1. Javadi & Cheng
 2. Martin, Alonzo, Ho, Player, Mitchell
 3. Zaehle, Sandmann, Thorne, Jäncke & Herrmann

در مطالعه حاضر محدودیت‌هایی وجود داشت که شامل عدم اجرای مرحله پیگیری به دلیل مشکل در دسترسی به کودکان و همچنین هزینه‌های مربوط به مداخله درمانی، حضور کودکان دختر و پسر در مطالعه که این عامل تفاوت جنسیتی ممکن است در نتایج کلی اثرگذار باشد. محدودیت در کنترل ترس و اضطراب کودکان از دستگاه TDCS و الکترودهای قرار گرفته شده روی سر کودکان و همچنین پژوهش حاضر بر روی کودکان دارای ADHD انجام شده است و در تعمیم نتایج به گروه‌های دیگر محدودیت وجود دارد. براین اساس پیشنهاد می‌شود، در مطالعات آتی زمینه استفاده تجهیزات توان بخشی شناختی، رفتاری و حسی در فرایند مداخله فراهم شود. همچنین پیشنهاد می‌شود، در مطالعات آتی، جهت اطلاع از ثبات و ماندگاری نتایج، مرحله پیگیری مجدد نیز انجام گیرد و جنسیت کودکان دارای ADHD کنترل شود و مداخله TDCS بر کارکردهای اجرایی کودکان دختر و پسر به صورت جداگانه انجام گیرد. همچنین تلاش شود در مطالعات آتی از طریق حضور والدین در جلسه مداخله، تکنیک‌های شناختی حواس پرتی، ارائه تقویت و پاداش برای کودکان دارای ADHD تا حدودی ترس و اضطراب آنها را کنترل و مدیریت کرد. در نهایت توصیه می‌شود در تعمیم نتایج به کودکان با سایر اختلالات، جانب احتیاط در نظر گرفته شود. همچنین با توجه به نتایج حاصل شده پیشنهاد می‌شود مداخله درمانی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه به عنوان یک رویکرد تأثیرگذار درمانی در مراکز درمانی و مدارس کودکان دارای ADHD جهت ارتقاء سطح کارکردهای اجرایی مانند انعطاف پذیری شناختی، سرعت پردازش، سازماندهی، بازداری و سایر کارکردها و همچنین ارتقاء فرایندهای شناختی و فرا شناختی مانند توجه، ادراک و ... که پایه‌های سرعت پردازش و انعطاف پذیری شناختی هستند، مورد استفاده قرار گیرد. همچنین اقدامات لازم جهت تهیه و در اختیار قرار دادن تجهیزات و دستگاه‌های لازم مربوط به TDCS برای استفاده در مراکز درمان ADHD و همچنین سهولت در آموزش این مداخله برای دانش‌آموختگان کودکان استثنائی و همچنین درمانگران حوزه ADHD فراهم شود.

تشکر و قدردانی: مقاله حاضر برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد نیلوفر کاظمی منیر در دانشگاه آزاد اسلامی ارومیه به راهنمایی دکتر مهران سلیمانی و در کلینیک پیشگامان امید ارومیه و با کد اخلاق IR.IAU.URMIA.REC.1389.009 ثبت شده در کمیته

اخلاق در پژوهش‌های زیست‌پزشکی انجام شده است؛ لذا از تمامی کادر کلینیک و همچنین والدین و کودکان شرکت‌کننده در مطالعه حاضر نهایت تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

- امینی ماسوله، میلاد؛ غضنفریان، سمیرا؛ بیرامی، منصور. (۱۳۹۸). مقایسه‌ی اثربخشی پروتکل‌های مختلف تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای (TDCS) به همراه تمرینات شناختی در ارتقای بازدارنده‌ی پاسخ افراد عادی. *مجله روانشناسی و روانپزشکی شناخت*، ۶(۳)، ۱۴-۱.
- اهرمی، راضیه؛ فرامرزی، سالار؛ شوشتری، مژگان؛ عابدی، احمد. (۱۳۹۱). رابطه نیمرخ دانش آموزان در هوش آزمای وکسلر کودکان فرم ۴ و هوش‌های چندگانه مبتنی بر نظریه گاردنر. *فصلنامه اندازه‌گیری تربیتی*، ۳(۹)، ۴۳-۶.
- ایران پرست گمیجی، مریم. (۱۳۹۷). مقایسه سرعت پردازش، انعطاف‌پذیری شناختی و حافظه فعال در کودکان مبتلا به اختلال یادگیری خاص، بیش‌فعال و عادی مقطع ابتدایی در شهر ارومیه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد روان‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی ارومیه.
- ایمانی پور، سمانه؛ شیخ، محمود؛ حمایت‌طلب، رسول؛ حومنیان، داوود. (۱۳۹۷). مقایسه توانایی ادراک دیداری حرکتی و حافظه‌ی کاری در کودکان با اختلال توجه/بیش‌فعالی و کودکان سالم. *پژوهشنامه مدیریت ورزشی و رفتار حرکتی*، ۱۴(۲۸)، ۲۱۸-۲۰۷.
- بیات مختاری، لیلا؛ آقاییوسفی، علیرضا؛ زارع، حسین؛ نجاتی، وحید. (۱۳۹۶). تأثیر تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه و آموزش آگاهی واج‌شناختی بر بهبود عملکرد بعد شنیداری حافظه کاری کودکان نارساخوان. *فصلنامه کودکان استثنایی*، ۱۷(۴)، ۳۷-۴۸.
- پورآقا رودبرده، فاطمه؛ کافی، سید موسی؛ کریمی علی‌آباد، تمجید؛ دل‌آذر، ربابه. (۱۳۹۱). مقایسه درجه‌ماندگی عملکردی و انعطاف‌پذیری ذهنی در کودکان مبتلا به اختلال طیف اوتیسم، کم‌توان ذهنی و عادی. *مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان*، ۱۷(۳)، ۲۶-۳۴.

روح الامینی، شکوفه؛ سلیمانی، مهران؛ واقف، لادن. (۱۳۹۷). اثر بخشی تحریک الکتریکی مستقیم فرامجمه‌ای مغز (tDCS) بر توجه-انتخابی و انعطاف‌پذیری شناختی دانش‌آموزان با اختلال یادگیری خاص خواندن. *ناتوانی‌های یادگیری*، ۸(۱)، ۴۱-۲۳. ظهورالدین، علیرضا؛ آدینه، مینا؛ راجزی اصفهانی، سپیده؛ احمدی، آمنه. (۱۳۹۶). بررسی شیوع نارسایی توجه-بیش‌فعالی در دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. *فصلنامه علمی - پژوهشی طب توان بخشی*، ۶(۴)، ۲۳۹-۲۳۱.

عابدی، محمدرضا؛ صادقی، احمد؛ ربیعی، مجمد. (۱۳۹۴). هنجاریابی آزمون هوشی و کسلر کودکان چهار در استان چهارمحال و بختیاری. *مجله دست‌آوردهای روان‌شناختی*، ۲۲(۲)، ۹۹-۱۱۶.

فتحی‌آشتیانی، مینا؛ اخوان تفتی، مهناز؛ خادمی، ملوک. (۱۳۹۵). اثر بخشی آموزش شناختی بر سرعت پردازش و حافظه‌ی کاری کودکان مبتلا به ناتوانی‌های یادگیری. *فصلنامه روان‌شناسی تربیتی*، ۱۲(۴۱)، ۱۴۱-۱۲۵.

ناجیان، عسل؛ نجاتی، وحید. (۱۳۹۶). تأثیر توان بخشی شناختی مبتنی بر حرکت بر بهبود توجه پایدار و انعطاف‌پذیری شناختی کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی. *فصلنامه علمی - پژوهشی طب توان بخشی*، ۶(۴)، ۱۲-۱.

نرماشیری، عبدالواحد؛ اشرفی، حمیدرضا؛ رستمی، زینب؛ باقری فر، علی؛ همتی راد، گیتی. (۱۳۹۶). اثر بخشی تحریک الکتریکی فراقشری مغز بر بهبود سرعت پردازش شناختی توجه در افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص توجه. *فصلنامه علمی - پژوهشی عصب روان‌شناسی*، ۳(۱۱)، ۱۵۸-۱۴۳.

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. 5th edition. Author; Washington, DC.

Blazer, DG., Kessler, RC., McGonagle, KA., & Swartz, MS. (1994). The prevalence and distribution of major depression in a national community sample: The national comorbidity survey. *The American Journal of Psychiatry*, 151(7), 979-986.

Breitling, C., Zaehle, T., Dannhauer, M., Tegelbeckers, J., Flechtner, H., Krauela, K. (2019). Comparison between conventional and HD-tDCS of the right inferior frontal gyrus in children and adolescents with ADHD. *Clinical Neurophysiology*, 131 (5), 1146-1154.

Cartwright, KB. (2007). The contribution of graphophonological-semantic flexibility to reading comprehension in college students: implications for

- a less simple view of reading. *Journal of Literacy Research*, 39(10), 173–193.
- Castellanos, F., and Proal, E. (2012). Large-Scale Brain Systems in ADHD: Beyond the Prefrontal-Striatal Model. *Trends in cognitive sciences*, 16(1), 17–26.
- Cortese, S., Ferrin, M., Brandeis, D., Buitelaar, J., Daley, D., Dittmann, RW., et al. (2015). Cognitive Training for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Meta-Analysis of Clinical and Neuropsychological Outcomes from Randomized Controlled Trials. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 54(3), 164-74.
- Cruz Gonzalez, P., Fong, KN., Brown, T. (2018). The Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on the Cognitive Functions in Older Adults with Mild Cognitive Impairment: A Pilot Study. *Behavioural and Cognitive Changes in Neurodegenerative Diseases and Brain Injury*, 5971385.
- Dajani, DR., Uddin, LQ. (2015). Demystifying cognitive flexibility: implications for clinical and developmental neuroscience. *Trends in neurosciences*, 38(9), 571-8.
- Darby, KP., Castro, L., Wasserman, EA., Sloutsky, VM. (2018). Cognitive flexibility and memory in pigeons, human children, and adults. *Cognition*, 177, 30-40.
- Dell'Osso, B., Zanoni, S., Ferrucci, R., Vergari, M., Castellano, F., D'Urso, N., et al. (2012). Transcranial direct current stimulation for the outpatient treatment of poor responder depressed patients. *European Psychiatry*, 27(7), 513-7.
- Dennis, JP., VanderWal, JS. (2010). The cognitive flexibility inventory: instrument development and estimates of reliability and validity. *Cognitive therapy and research*, 34(3), 241-53.
- Douw, L., Wakeman, DG., Tanaka, N., Liu, H., Stufflebeam, SM. (2016). State-dependent variability of dynamic functional connectivity between frontoparietal and default networks relates to cognitive flexibility. *Neuroscience*, 17(339), 12-21.
- Eichorn, N., Marton, K., & Pirutinsky, S. (2018). Cognitive flexibility in preschool children with and without stuttering disorders. *Journal Fluency Disorders*, 57, 37-50.
- Filmer, HL., Ehrhardt, SE., Shaw, TB., Mattingley, JB., Dux, PE. (2019). The efficacy of transcranial direct current stimulation to prefrontal areas is related to underlying cortical morphology. *Neuroimage*, 1(196), 41-48.
- Fregni, F., Boggio, PS., Nitsche, M., Bermanpohl, F., Antal, A., Feredoes, E., et al. (2005). Anodal transcranial direct current stimulation of prefrontal cortex enhances working memory. *Experimental Brain Research*, 166(1), 23-30.
- Grafe, LA., Cornfeld, A., Luz, S., Valentino, R., Bhatnagar, S. (2017). Orexins mediate sex differences in the stress response and in cognitive flexibility. *Biological psychiatry*, 81(8), 683-692.
- Heeren, A., De Raedt, R., Koster, EW., & Philippot, P. (2013). The (neuro) mechanisms behind attention bias modification in anxiety: proposals

- based on theoretical accounts of attentional bias, *Frontiers in human neuroscience*, 7 (119), 1-6.
- Holdnack, JA., Saklofske, DA. (2019). WISC-V and the Personalized Assessment Approach. (Second Edition), 2019. Academia Press.
- Javadi, AH., & Cheng, P. (2013). Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS) Enhances Reconsolidation of Long-Term Memory. *Brain Stimulation*, 6(4), 668 -674.
- Kasper, LJ., Alderson, RM., & Hudec, KL. (2012). Moderators of working memory deficits in children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): A meta-analytic review. *Clinical psychology review*, 32(7), 605-17.
- Kibby, MY., Vadnais, SA., Jagger-Rickels, AC. (2019). Which components of processing speed are affected in ADHD subtypes? *Child Neuropsychol*, 25(7), 964-979.
- Leber, AB., Turk-Browne, NB., Chun, MM. (2008). Neural predictors of moment-to-moment fluctuations in cognitive flexibility, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(36), 13592-7.
- Martin, DM., Alonzo, A., Ho, KA., Player, M., Mitchell, PB., Sachdev, P., Loo, CK. (2013). Continuation transcranial direct current stimulation for the prevention of relapse in major depression. *Journal of Affective Disorders*, 144(3), 274-8.
- McClintock, SM., Husain, MM., Wisniewski, SR., Nierenberg, AA., Stewart, JW., Trivedi, MH., et al. (2011). Residual symptoms in depressed patients who respond by 50% but do not 5-remit to antidepressant medication. *Journal of clinical psychopharmacology*, 31(2), 180-6.
- Miller, DC. (2019). A School Neuropsychological Approach to Interpretation of the WISC-V Integrated in WISC-V. (Second Edition). Academia Press.
- Nelson, J., McKinley, RA., Phillips, C., McIntire, L., Goodyear, C., Kreiner, A., Monforton, L. (2016). The Effects of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Multitasking Throughput Capacity. *Frontiers in human neuroscience*, 29(10), 58-9.
- Potagas, C., Giogkarakaki, E., Koutsis, G., Mandellos, D., Tsirempolou, E., Sfagos, C., et al. (2008). Cognitive impairment in different MS subtypes and clinically isolated syndromes. *Journal of the Neurological Sciences*, 267(1-2), 100-6.
- Reti, IM., & Chang, AD. (2015). Introduction to brain stimulation. *Brain Stimulation, Methodologies and Interventions*, 3(5), 1-12.
- Salehinejad, MA., Wischniewski, M., Nejati, V., Vicario, CM., Nitsche, MA. (2019). Transcranial direct current stimulation in attention-deficit hyperactivity disorder: A meta-analysis of neuropsychological deficits. *PLoS One*. 12, 14(4), e0215095.
- Simione, M., Fregni, F., and Green, JR. (2018). The Effect of Transcranial Direct Current Stimulation on Jaw Motor Function Is Task Dependent: Speech, Syllable Repetition and Chewing. *Frontiers in human neuroscience*, 12, 33- 45.

- Strauss, E., Sherman, EM., & Spreen, O. (2006). A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms and commentary. USA: Oxford University Press.
- Thorsen, AL., Meza, G., Hinshaw, S., and Lundervold, AJ. (2018). Processing Speed Mediates the Longitudinal Association between ADHD Symptoms and Preadolescent Peer Problems. *Frontiers in psychology*. 8, 1-9.
- Vilasante, MF., Cancela, MB., & Rial-Boubeta, A. (2015). Comparison of cognitive flexibility in ADHD and dyslexia. *Journal for the Study of Education and Development*. 36, 1, 105-117.
- Yazdi-Ravandii, S., Shamsaei, F., Matinnia, N., Shams, J., Moghimbeigi, A., Ghaleiha, A et al. (2018). Cognitive Process in Patients With Obsessive-Compulsive Disorder: A Cross- Sectional Analytic Study. *BCN*, 9 (6), 448-457.
- Zaehle, T., Sandmann, P., Thorne, JD., Jäncke, L., Herrmann, CS. (2011). Transcranial direct current stimulation of the prefrontal cortex modulates working memory performance: combined behavioural and electrophysiological evidence. *BMC Neuroscience*, 6 (12), 2-11.
- Zaghi, S., Acar, M., Hultgren, B., Boggio, PS., Fregni, F. (2010). Noninvasive brain stimulation with low-intensity electrical currents: putative mechanisms of action for direct and alternating current stimulation. *Neuroscientist*, 16(3), 285-307.

