

اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان متناوب بر توجه دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص: مطالعه نیمه تجربی

لادن واقف^۱، شورش قیصری^۲، مجتبی زاهدی^۳

تاریخ دریافت ۱۳۹۷/۱۰/۱۳ تاریخ پذیرش ۱۳۹۷/۱۲/۲۵

چکیده

پیش‌زمینه و هدف: هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان متناوب، بر توجه دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص است.

مواد و روش کار: ۲۰ دانش‌آموز مقطع ابتدایی دارای اختلال یادگیری خاص به شیوه نمونه‌گیری هدفمند انتخاب گردیدند و به‌صورت تصادفی به دو گروه آزمایش و کنترل (۱۰ نفر در هر گروه) تقسیم شدند. ابتدا توجه انتخابی آزمودنی‌ها با کمک آزمون استروپ ارزیابی گردید. سپس در گروه آزمایش، بر اساس سیستم ۲۰-۱۰ دو الکتروود آند به‌طور هم‌زمان در نواحی F3 و P3 و الکتروود کاتد در ناحیه FP2 روی سر قرار داده شدند و جریان الکتریکی با فرکانس ۱۰ هرتز (موج آلفا)، شدت ۱ میلی‌آمپر و مدت ۲۰ دقیقه ارائه گردید. پروتکل مشابهی برای گروه کنترل استفاده شد با این تفاوت که فقط ۳۰ ثانیه تحریک دریافت کردند. در پایان مجدداً آزمون استروپ گرفته شد. داده‌ها با استفاده از روش کوواریانس چندمتغیره تحلیل شدند.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با موج آلفا توانست بر دقت و زمان واکنش دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص تأثیر مثبت و معنی‌داری ($p < 0/05$) بگذارد.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج حاصل حاکی از آن است که تحریک الکتریکی با موج آلفا در ناحیه F3-P3 افراد دارای اختلال یادگیری می‌تواند بر روی بهبود توجه آن‌ها اثربخش باشد و کارکردهای توجهی آن‌ها را بهبود ببخشد. لذا می‌توان از این روش به‌عنوان یک روش غیر دارویی، برای بهبود کارکردهای توجهی این افراد استفاده نمود.

کلیدواژه‌ها: اختلال یادگیری خاص، تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان متناوب (tACS)، توجه

مجله پزشکی ارومیه، دوره سی‌ام، شماره دوم، ص ۱۱۵-۱۰۶، اردیبهشت ۱۳۹۸

آدرس مکاتبه: تبریز، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تلفن: ۰۹۱۴۴۰۶۹۷۸۷

Email: l.vaghef@azaruniv.ac.ir

مقدمه

همچون، ناتوانی در دستیابی به تحصیلات عالی، شغل مناسب و ازدواج درگیر خواهند بود. همچنین مشکلات در خصوص یادگیری ممکن است باعث کاهش اعتمادبه‌نفس، انزوا و ایجاد تعارض‌های احساسی و اجتماعی در این کودکان شود (۲). شیوع اختلال یادگیری در کودکان سنین مدرسه و در جوامع مختلف، بین ۵ تا ۱۵ درصد است (۳). همچنین Olsson و همکاران، میانگین نرخ شیوع این اختلال را بین ۵ تا ۶ درصد گزارش کرده‌اند (۴). در ایران نیز در فرا تحلیلی که توسط زارع، بهرام‌آبادی و گنجی انجام شد، میزان شیوع اختلال‌های یادگیری

یکی از عمده‌ترین دلایل شکست تحصیلی دانش‌آموزان، ناتوانی در یادگیری است. این ناتوانی‌ها، گروه نامتجانسی از اختلالات هستند که مهم‌ترین مشخصه‌های آن‌ها دشواری در فراگیری و کارکرد خواندن، نوشتن و محاسبات است که روند تحولی داشته و از پیش از دبستان شروع و تا بزرگسالی ادامه پیدا می‌کنند (۱). کودکان دارای اختلال یادگیری خاص (special learning disorder) نسبت به همسالانشان از داشتن فرصت‌های آموزشی و اجتماعی کمتری برخوردار هستند و در بزرگسالی با مشکلاتی

^۱ استادیار، گروه روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران (نویسنده مسئول)

^۲ کارشناس ارشد روانشناسی شناختی، گروه روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد روانشناسی شناختی، گروه روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

را در مقطع ابتدایی در پسران ۴/۵۵ در صد و در دختران ۲ در صد برآورد شده است (۵).

انجمن روان‌پزشکی آمریکا، اختلال یادگیری خاص را نوعی اختلال عصبی-تحوالی با منشأ زیست‌شناختی تعریف می‌کند، بر این اساس، مبنای آن مشکلاتی در سطح شناختی است، که بر توانایی مغز در درک و پردازش کارآمد و دقیق اطلاعات کلامی و غیرکلامی تأثیر دارد (۳).

در رابطه با علل شناختی این اختلال، یکی از مواردی که نظریات شناختی و عصب روان‌شناختی در مورد کودکان دارای اختلال‌های یادگیری و بیش‌فعالی بر آن تأکید دارند عملکرد کارکردهای اجرایی هست (۶). کارکردهای اجرایی، مجموعه‌ای از فرایندهای شناختی هستند که شامل کنترل بازداری، حافظه‌ی کاری و انعطاف‌پذیری شناختی، استدلال، حل مسئله، برنامه‌ریزی و کنترل توجه هست (۷). هرگونه مشکل در رشد این کارکردها می‌تواند باعث اختلال نقص توجه، به یادسپاری تکلیف و اختلال یادگیری شود (۸). همچنین مطالعات بیان می‌کنند که مشکلات یادگیری ارتباط مستقیمی با مشکلات در توجه دارند (۹، ۱۰). در همین راستا بند ورا بیان می‌کند که مرحله ابتدایی هر یادگیری با توجه آغاز می‌شود و اگر توجه کافی نباشد، یادگیری فرد خدشه‌دار می‌گردد (۱۱). Seidman، توجه را مجموعه‌ای از عملیات پیچیده ذهنی اطلاق می‌کند که شامل تمرکز کردن بر هدف یا درگیر شدن با آن، نگه‌داشتن یا تحمل کردن و گوش‌به‌زنگ بودن در یک‌زمان طولانی، رمزگردانی ویژگی‌های محرک و تغییر تمرکز از یک هدف به هدف دیگر تعریف می‌کند (۶).

پژوهش‌های بسیاری به بررسی تفاوت در کارکردهای توجهی در افراد دارای اختلال یادگیری و افراد عادی پرداختند، یافته‌ها نشان می‌دهند که کارکردهای توجه در این افراد نسبت به افراد عادی در سطح پایین‌تری قرار دارند (۱۰، ۱۲-۱۵). به‌عنوان مثال، نریمانی و همکاران، در پژوهشی که با آزمون استروپ انجام شد به مقایسه توجه انتخابی در کودکان دارای اختلال یادگیری خاص و افراد عادی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که افراد دارای اختلال یادگیری در میزان خطا و مدت‌زمان پاسخگویی نسبت به افراد عادی در آزمون استروپ عملکرد ضعیف‌تری از خود نشان دادند (۱۶).

علاوه بر این، مطالعات عصب‌شناختی نشان می‌دهند که سه‌نقطه در سطح کورتکس در کارکردهای توجهی نقش ایفا می‌کنند که این نواحی شامل ۱. پیش‌پیشانی خلفی جانبی dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC) ۲. آهیانه خلفی posterior parietal cortex (ppc) ۳. ناحیه سینگولیت قدامی anterior cingulate cortex (ACC) می‌باشد (۱۴، ۱۷، ۱۸).

همچنین یافته‌های الکتروفیزیولوژی در این حوزه نشان می‌دهند که امواج مغزی در کودکان دارای اختلال یادگیری خاص نسبت به افراد عادی متفاوت می‌باشد، به‌عنوان مثال در پژوهشی که با استفاده از QEEG انجام شد، کودکان مبتلابه اختلال یادگیری در مقایسه با کودکان عادی تغییرات بسیار زیادی در امواج مغزی خود، از قبیل افزایش توان مطلق در طیف امواج دلتا و تتا، کاهش در فعالیت موج آلفا و بتا از خود نشان دادند (۱۹). همچنین مطالعاتی EEG و MEG شواهدی را ارائه می‌دهند که باندهای فرکانسی گاما و آلفا ممکن است با مکانیسم‌های مختلف برای توجه همراه باشند (۲۰).

لذا با توجه به اینکه نواحی فرونتال و پرینتال و موج آلفا در توجه نقش مهمی ایفا می‌کند، به نظر می‌رسد که تحریک هم‌زمان این دو ناحیه می‌تواند در بهبود عملکرد توجهی نقش شایانی را ایفا کند. در این راستا جهت بهبود عملکردهای مغزی و توان‌بخشی شناختی به‌ویژه در کودکان دارای اختلال یادگیری تحقیقات متعددی صورت می‌گیرد که از جمله آن می‌توان به روش‌های تحریک الکتریکی مغز اشاره کرد. تحریک الکتریکی مغز، در طول زمان دست‌خوش تغییراتی شده است. این تغییرات، تا به امروز ادامه داشته و باعث پیشرفت در روش‌های درمانی از جمله تحریک الکتریکی مستقیم Transcranial Direct-Current Stimulation (tDCS) و متناوب Transcranial Alternating Current Stimulation (tACS) فرا جمجمه‌ای مغز شده است به نظر می‌رسد این دو روش با تغییر در سطح نوروترنسمیترها موجب تغییر در عملکردهایی همچون ادراک، شناخت و رفتار می‌گردد (۲۱). تحریک جریان متناوب (AC) یک روش ارائه جریان غیر ثابت به مغز است. این روش تحریک با استفاده از جریان‌های پالس در امواج سینوسی انجام می‌شود (شدت به یک دامنه خاص منتهی می‌شود، در آن دامنه برای مدت‌زمان کوتاه نگه‌داشته می‌شود، سپس با جریان صفر، قطبیت جریان تغییر و فرایند تکرار می‌شود) (۲۱). در خصوص تحریک فراجمجمه‌ای بر توجه افراد اختلال یادگیری بیشتر مطالعات به‌وسیله tDCS انجام گرفته به‌عنوان مثال پژوهش Lusulano و Cohen Kadosh به‌وسیله tDCS انجام گرفت نشان داده شد که تحریک ناحیه آهیانه سمت چپ (P3) در بهبود توجه در آزمون استروپ عددی افراد دارای اختلال یادگیری تأثیر مثبتی دارد (۲۲). همچنین در مطالعه Gladwin و همکاران به بررسی اثربخشی تحریک tDCS بر توجه انتخابی پرداختند و نشان دادند که تحریک ناحیه DLPFC چپ باعث بهبود در سرعت زمان واکنش می‌گردد (۲۳). علاوه بر این مطالعات انجام شده به‌وسیله تحریک مکرر مغناطیسی repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) با موج آلفا بر

در خواندن یا ریاضی یا نوشتن هستند از آزمایش خارج شدند همچنین با توجه به اینکه اکثریت افراد پژوهش حاضر دارای اختلال در خواندن و ریاضی بودند و اختلال نوشتن افراد کمتری را در برمی‌گرفت لذا در این پژوهش تنها افرادی که دارای ترکیبی از این دو اختلال بودند بر اساس پرونده‌ای که برای آن‌ها در مرکز اختلالات یادگیری شهرستان دارند وارد آزمایش شدند و افرادی که شرایط ذکر شده را نداشته باشند از روند تحقیق خارج شدند. قبل از شروع مطالعه، توضیحات کافی در مورد دستگاه tDCS و روند اجرای کار به دانش‌آموزان و والدین آن‌ها ارائه شد و رضایت‌نامه کتبی از والدین اخذ گردید. سپس طی یک جلسه ۲۰ دقیقه‌ای، گروه آزمایش تحریک الکتریکی متناوب فراجمجمه‌ای (tACS) و گروه کنترل، تحریک‌شده دریافت کردند. قبل و بعد از ارائه تحریک الکتریکی از هر دو گروه به‌عنوان پیش‌آزمون و پس‌آزمون، آزمون استروپ گرفته شد.

تحریک الکتریکی (Stimulation procedure):

جهت ارائه تحریک الکتریکی از دستگاه نورواستیم ۲ (NEUROSTIM)، شرکت مدینا طب گستر، استفاده شد. در گروه آزمایش، بر اساس سیستم ۲۰-۱۰، دو الکترود آند به‌طور هم‌زمان در نواحی F3 و P3 و الکترود کاتد در ناحیه FP2 قرار داده شدند و جریانی با شدت ۱ میلی‌آمپر، با فرکانس ۱۰ هرتز (موج آلفا) و به مدت ۲۰ دقیقه تحریک ارائه گردید. مونتاژ مشابهی برای گروه کنترل استفاده شد با این تفاوت که فقط ۳۰ ثانیه تحریک دریافت کردند.

آزمون استروپ (Stroop task):

به‌منظور اندازه‌گیری توجه انتخابی در این پژوهش از آزمون رایانه‌ای استروپ استفاده شد. آزمون (رنگ-واژه) استروپ اول-بین-دو-بار در سال ۱۹۳۵ توسط رابینسون و استروپ به‌منظور اندازه‌گیری توجه انتخابی و انعطاف‌پذیری شناختی ساخته شد. در حقیقت آزمون استروپ یک آزمون واحد نیست، بلکه تاکنون شکل‌های مختلفی از آن جهت اهداف پژوهشی تهیه شده است. نرم‌افزار فارسی استروپ را موسسه سینا از روی آزمون کارتی استروپ طراحی کرده است. در این آزمون ۴۸ کلمه رنگی (congruent)، (رنگ کلمه بامعنای کلمه یکسان است؛ رنگ قرمز، زرد، سبز و آبی) و ۴۸ کلمه رنگی ناهمخوان (incongruent) همخوان (رنگ کلمه بامعنای کلمه یکسان نیست؛ به‌عنوان مثال کلمه آبی که با رنگ قرمز نشان داده می‌شود)، بافاصله ارائه محرک ۸۰۰ میلی‌ثانیه و مدت زمان ارائه محرک ۲۰۰۰ میلی‌ثانیه ارائه می‌شود. تکلیف آزمودنی این است که تنها، رنگ صحیح را انتخاب کند.

توجه نیز قابل توجه است که نشان دادند تحریک به‌وسیله موج آلفا می‌تواند بر بهبود توجه اثر مثبتی به‌جای بگذارد (۲۴).

در خصوص تحریک الکتریکی متناوب (tACS) نیز مطالعه Hopfinger و همکاران به بررسی اثرات موج آلفا و گاما بر روی توجهات درون‌زاد (endogenous) و برون‌زاد (exogenous) بینایی پرداختند که نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که موج گاما (۴۰ هرتز) بر روی توجهات درون‌زاد و موج آلفا (۱۰ هرتز) بر توجهات برون‌زاد اثر می‌گذارد (۲۵). قابل ذکر است تا جایی که بررسی‌های ما نشان می‌دهد تاکنون مطالعه‌ای در خصوص تأثیر تحریک الکتریکی متناوب بر عملکردهای شناختی در افراد دارای اختلال یادگیری خاص صورت نگرفته است و پژوهش حاضر اولین مطالعه در این خصوص می‌باشد. با توجه به اهمیت دو ناحیه آهیانه و پیش‌پیشانی در کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری از یکسو، و عدم وجود تحقیقات مشابه (خصوصاً با این مونتاژ الکترودی) از سوی دیگر، لذا به‌منظور بررسی اثرات اولیه یا همان اثرات حاد (۲۶) تحریک، در پژوهش حاضر پروتکل تک جلسه‌ای اعمال تحریک الکتریکی اجرا گردید. با توجه به موارد فوق‌الذکر، این مطالعه، به دنبال پاسخ این سؤال است که آیا تحریک الکتریکی متناوب فراجمجمه‌ای (tACS)، قادر به بهبود توجه انتخابی در افراد دارای اختلال یادگیری خاص می‌باشد یا خیر؟

مواد و روش کار

روش پژوهش حاضر، نیمه آزمایشی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل است. جامعه این پژوهش شامل کلیه افراد دارای اختلال یادگیری خاص در شهرستان سقز در سال ۱۳۹۷ بود. جهت تعیین تعداد حجم نمونه ابتدا نمونه‌ای اولیه به تعداد ۵ نفر به‌صورت تصادفی ساده انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند. سپس با استفاده از فرمول برآورد حجم نمونه کوکران با توجه به خطای نسبی حجم نهایی نمونه تعیین گردید (۲۷). که در نهایت میزان نمونه لازم به‌دست آمده برای این آزمون ۹ نفر برای هر گروه تعیین شد که به دلیل احتمال ریزش‌ها و در نظر گرفتن معیارهای خروج ۲۰ نفر به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب گردید که به‌صورت تصادفی در دو گروه ۱۰ نفره آزمایشی و کنترل قرار گرفتند. در طی مدت اجرای ۱ نفر از آزمودنی‌ها به دلیل عدم همکاری از پژوهش خارج گردید. تمام افراد موجود در پژوهش از نظر نمره هوش (وکسلر IV) مندرج در پرونده آن‌ها هم‌ترازی شدند. شرکت‌کنندگان در این پژوهش افراد دارای اختلال یادگیری خاص بین سن ۸ تا ۱۲ سال دارای بهره هوشی نرمال (۹۰ تا ۱۱۵) و بدون سابقه اختلال روان شناختی بودند. همچنین تمام شرکت‌کنندگان از دید طبیعی برخوردار بوده و راست دست بود. در این پژوهش افرادی که دارای یک مشکل خالص مانند فقط مشکل

قسمت آمار استنباطی با توجه به ماهیت طرح از تحلیل کوواریانس چند متغیره (MANCOVA) استفاده شد.

یافته‌ها

در این مطالعه، گروه آزمایش و کنترل از نظر متغیر سن (میانگین گروه کنترل=۸/۹، انحراف استاندارد گروه کنترل=۰/۸۲۳، میانگین گروه آزمایش=۸/۷، انحراف استاندارد گروه آزمایش=۰/۸۷۵)، هوش‌بهر (میانگین گروه کنترل=۹۳/۷، انحراف استاندارد گروه کنترل=۷/۲۵۴، میانگین گروه آزمایش=۹۵/۲، انحراف استاندارد گروه آزمایش=۶/۸۸)، پایه تحصیلی و جنسیت با هم همتا بودند. در جدول شماره یک میانگین و انحراف معیار دو گروه آزمایش و کنترل در مؤلفه‌های توجه (دقت، زمان واکنش و نمرات تداخل) نشان داده شده است.

به منظور نمره دهی و تفسیر نتایج حاصل از این آزمون، نمرات زیر به صورت مجزا برای گروه کلمات ناهمخوان و ناهمخوان محاسبه می‌شوند: تعداد خطا، تعداد صحیح، زمان واکنش (reaction time) و نمره تداخل. نمره تداخل از طریق محاسبه نمره تفاوت بین زمان واکنش کلمات ناهمخوان و کلمات همخوان (نمره تداخل= زمان واکنش کلمات ناهمخوان - زمان واکنش کلمات همخوان) محاسبه می‌شود. پژوهش‌های انجام شده پیرامون این آزمون نشانگر اعتبار و روایی مناسب آن در سنجش بازداری در بزرگسالان و کودکان می‌باشد. اعتبار این آزمون از طریق باز آزمایی در دامنه ۰/۸۰ تا ۰/۹۱ گزارش شده است (۲۸-۳۰). داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS 24 از نظر آمار توصیفی و آمار استنباطی مورد تحلیل قرار گرفت. در بخش آمار توصیفی از شاخص‌های میانگین و انحراف معیار استفاده شد. در

جدول (۱): مقایسه میانگین دو گروه کنترل و آزمایش در آزمون استروپ

متغیرها	گروه	میانگین	انحراف معیار	تعداد
دقت (تعداد پاسخ‌های صحیح همخوان)	آزمایش	۴۷/۵۶	۰/۵۲۷	۹
	گواه	۴۰/۹۰	۲/۵۵۸	۱۰
	جمع	۴۴/۰۵	۳/۸۸۰	۱۹
دقت (تعداد پاسخ‌های صحیح ناهمخوان)	آزمایش	۴۳/۸۹	۱/۴۵۳	۱۰
	گواه	۴۰/۰۰	۲/۱۰۸	۹
	جمع	۴۱/۸۴	۲/۶۷۲	۱۹
زمان واکنش همخوان (میلی ثانیه)	آزمایش	۱۱۸۷/۰۰	۱۳۰/۲۶۱	۹
	گواه	۱۳۱۵/۳۰	۱۱۵/۷۸۴	۱۰
	جمع	۱۲۵۴/۵۳	۱۳۶/۲۹۴	۱۹
زمان واکنش ناهمخوان (میلی ثانیه)	آزمایش	۱۱۸۲/۸۹	۱۳۷/۴۰۹	۱۰
	گواه	۱۳۲۰/۹۰	۱۲۷/۴۲۹	۹
	جمع	۱۲۵۵/۵۳	۱۴۶/۷۰۷	۱۹
نمرات تداخل	آزمایش	۳/۷۸	۱/۸۷۸	۹
	گواه	۱/۰۰	۲/۶۲۵	۱۰
	جمع	۲/۳۲	۲/۶۲۶	۱۹

مقایسه دو گروه در پس‌آزمون‌ها با استفاده از تحلیل کوواریانس انجام شد. قبل از انجام تحلیل کوواریانس، تحلیل مربوط به پیش فرض‌های آماری، از جمله بررسی همگنی شیب رگرسیون، نرمال بودن داده‌ها و همگنی واریانس‌ها صورت گرفت که در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

مقایسه میانگین‌های نمرات استروپ نشان داد آزمودنی‌های گروه کنترل و گروه آزمایش در پیش‌آزمون - پس‌آزمون، عملکرد تقریباً مشابه همدیگر داشته‌اند، ولی در پس‌آزمون؛ میانگین نمرات گروه آزمایش، بیشتر از گروه کنترل بود. جهت بررسی اثرگذاری تحریک و حذف اثر پیش‌آزمون،

جدول (۲): نتایج بررسی مفروضه‌های آماری مؤلفه‌های توجه

مفروضه نرمال بودن (شاپیرو-ولیک)		مفروضه همگنی شیب رگرسیون		مفروضه همگنی واریانس‌ها (آزمون لون)		متغیرها
مقدار	سطح معنی‌داری	مقدار F	سطح معنی‌داری	مقدار	سطح معنی‌داری	
۰/۹۵۶	۰/۱۳	۰/۰۵۶	۰/۸۱۶	۳/۹۲۷	۰/۰۷۵	تعداد صحیح هم‌خوان
۰/۹۷۹	۰/۶۶۴	۳/۴۵۷	۰/۰۸۱	۱/۲۹۴	۰/۲۷۲	تعداد صحیح ناهم‌خوان
۰/۹۸۲	۰/۷۷۲	۴/۴۹۹	۰/۰۵	۰/۰۹۰	۰/۷۶۸	زمان پاسخ هم‌خوان
۰/۹۷۷	۰/۵۹۹	۰/۳۳۸	۰/۵۶۹	۰/۳۰۶	۰/۵۸۸	زمان پاسخ ناهم‌خوان
۰/۹۷۸	۰/۶۳۶	۱/۷۵۸	۰/۲	۰/۴۴۳	۰/۵۱۶	نمره تداخل

چند متغیره وجود داشت. که نتایج حاصل از آن در جدول شماره ۳ عنوان شده است.

همان‌طور که در جدول فوق مشاهده می‌شود تمام پیش‌فرض‌ها آماری رعایت شده است ($p > 0/05$). بنابراین این با برقراری مفروضات آماری، امکان استفاده از روش تحلیل کوواریانس

جدول (۳): نتایج تحلیل کوواریانس چند متغیره برای بررسی اثر مداخله بر مؤلفه‌های توجه

متغیر	منابع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی‌داری	اندازه اثر
دقت (تعداد پاسخ‌های صحیح همخوان)	گروه	۲۰۹/۸۲۵	۱	۲۰۹/۸۲۵	۵۸/۳۵۹	۰/۰۰۰	۰/۷۷۴
	خطا	۶۱/۱۲۲	۱۷	۳/۵۹۵			
	جمع	۳۷۱۴۳					
دقت (تعداد پاسخ‌های صحیح ناهمخوان)	گروه	۷۱/۶۳۷	۱	۷۱/۳۶۷	۲۱/۴۰۷	۰/۰۰۰	۰/۵۵۷
	خطا	۵۶/۸۸۹	۱۷	۳/۳۴۶			
	جمع	۳۳۳۹۳					
زمان واکنش همخوان (میلی ثانیه)	گروه	۷۷۹۷۲/۶۳۷	۱	۷۷۹۷۲/۶۳	۵/۱۷۰	۰/۰۳۶	۰/۲۳۳
	خطا	۲۵۶۳۹۸/۱۰	۱۷	۱۵۰۸۲/۲۴			
	جمع	۳۰۲۳۷۲۶۰					
زمان واکنش ناهمخوان (میلی ثانیه)	گروه	۹۰۲۲۲/۹۴	۱	۹۰۲۲۲/۹۴	۵/۱۶۱	۰/۰۳۶	۰/۲۳۳
	خطا	۲۹۷۱۹۱/۷۸	۱۷	۱۷۴۸۱/۸۷			
	جمع	۳۰۳۳۷۹۹۵					
نمرات تداخل	گروه	۳۶/۵۵۰	۱	۳۶/۵۵	۷/۰۹۷	۰/۰۱۶	۰/۲۹۵
	خطا	۸۷/۵۵۶	۱۷	۵/۱۵			
	جمع	۲۲۶					

پژوهش حاضر باهدف اثربخشی تحریک الکتریکی متناوب فراجمجمه ای (tACS)، بر توجه دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص صورت گرفت. عملکرد توجهی، با استفاده از آزمون استروپ موردسنجش قرار گرفت. مؤلفه‌های این آزمون شامل، دقت که خود شامل (پاسخ‌های هم‌خوان صحیح و پاسخ ناهم‌خوان صحیح)، زمان واکنش و نمره تداخل بود. نتایج این پژوهش نشان داد که تحریک الکتریکی متناوب فراجمجمه ای با موج ۱۰ هرتز، بر توجه دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص تأثیر دارد.

همان‌طور که مشاهده می‌شود نتایج آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره نشان می‌دهد که عملکرد توجهی گروه آزمایش نسبت به گروه گواه پس از انجام تحریک روی آن‌ها به‌صورت معنی‌داری ($p < 0/05$)، بهبود یافته است. همچنین این نتایج در تمام زیر مؤلفه‌ها (دقت، زمان واکنش و نمرات تداخل) نیز تفاوت معنی‌داری ($p < 0/05$) از خود نشان داد.

بحث و نتیجه‌گیری

همچنین نتایج نشان دادند که این مداخله بر تمام زیر مؤلفه‌های توجه اثربخش بود. افرادی که تحت تأثیر این مداخله قرار گرفتند، پس از مداخله دقتشان افزایش پیدا کرد همچنین زمان واکنش آن‌ها کاهش یافت و در نهایت توانستند عملکرد توجهی بهتری از خود نشان بدهند.

در خصوص عملکردهای توجهی Sterr، بیان می‌کند که این عملکردها، از طریق تنظیم و اولویت‌دهی به محرک‌های پردازش شده از طریق سیستم اعصاب مرکزی به‌عنوان دروازه‌بان ذهن عمل می‌کند. همچنین توجه برای عملکردهای شناختی نظیر حافظه و رفتار مناسب امری حیاتی به شمار می‌رود و حتی نقص خفیف در عملکردهای توجهی منجر به ایجاد اختلال در امر یادگیری می‌گردد (۱۰، ۳۱).

در همین راستا، یافته‌های علوم اعصاب در رابطه با نقاط مغزی دخیل در توجه نشان می‌دهند که سه ناحیه در سطح کورتکس در این عملکرد نقش بسزایی دارند که شامل، نواحی آهیانه‌ای که در توزیع منابع توجهی (۱۷). ناحیه پشتی-جانمایی پیش پیشانی (DLPFC) چپ که در ارائه و حفظ توجه و همچنین توجه انتخابی دخیل می‌باشد و ناحیه ACC که در فعالیت‌های مربوط به پاسخ دخیل می‌باشد (۱۴، ۱۸). همچنین پژوهش‌های دیگر نشان می‌دهند که شبکه‌ی فرونتوپرتال که دربرگیرنده نواحی پریتال و فرونتال می‌باشد در عملکردهای توجه دیداری فضایی دخیل می‌باشد (۳۲). علاوه بر این یافته‌های تصویربرداری مغزی از کودکان دارای اختلال یادگیری نشان می‌دهد که این افراد در نواحی فرونتال و پریتال دارای مشکل می‌باشند (۳۳-۳۵). یافته‌های این پژوهش نیز نشان داد که با تحریک هم‌زمان این دو ناحیه (فرونتال و پریتال)، در افراد دارای اختلال یادگیری خاص، می‌توان عملکرد توجهی این افراد را تا حد زیادی بهبود بخشید که از این نظر با مطالعات بالا می‌توان هم‌راستا دانست.

علاوه بر مطالعات عصب‌شناختی، مطالعات الکتروفیزیولوژی انجام شده در این افراد شایان توجه است که این مطالعات نشان می‌دهد در این کودکان فعالیت امواج دلتا و تتا بیشتر از افراد عادی و فعالیت امواج بتا و آلفا از افراد عادی کمتر می‌باشد (۱۹). در مطالعه‌ای که توسط Otero و همکاران، انجام گرفت نشان داده شد که افزایش در قدرت دلتا و یا کاهش قدرت آلفا با ارزیابی آموزش ضعیف و افزایش تتا یا کاهش آلفا با ارزیابی‌های غیرمعمول و افزایش آلفا و کاهش تتا با ارزیابی‌های خوب همراه می‌باشد (۳۶). با توجه به جستجوهای انجام‌شده در خصوص تحریک الکتریکی متناوب فراجمجمه‌ای و تحریکات موجی در افراد دارای اختلال یادگیری خاص مطالعه‌ای یافت نشد. اما پژوهش‌ها بر جوامع دیگر نشان می‌دهد که فعالیت نوروها با موج آلفا (۷-۱۳ هرتز) با توجه

دیداری در ارتباط است و می‌تواند یکپارچگی شبکه‌ی مغزی مربوط به توجه را تسهیل نماید (۳۷). به‌عنوان مثال مطالعه‌ای که توسط Vanderhasselt و همکاران، به‌وسیله تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای (rTMS)، بر روی ناحیه DLPFC چپ بر عملکرد استروپ در داوطلبان سالم زن مورد بررسی قرار گرفت. فرکانس تحریک ۱۰ هرتز بود و تحریک به مدت ۲۰ دقیقه انجام گرفت. نتایج نشان داد که زمان واکنش در پاسخ‌های هم‌خوان و ناهم‌خوان پس از تحریک به‌طور فراوان‌ای بهبود یافت ولی در نمره تداخل تفاوتی بین دو گروه مشاهده نشد (۲۴). که این نتایج با این پژوهش هم‌راستا است. با این تفاوت که نتایج این پژوهش نشان داد علاوه بر بهبود پاسخ‌های هم‌خوان و ناهم‌خوان پس از تحریک در نمرات تداخل نیز بهبود حاصل گردید که این مسئله می‌تواند ناشی از تحریک هم‌زمان دو ناحیه PPC و DLPFC باشد. در همین راستا Hilgetag و همکاران از rTMS برای ایجاد نقص در قشر پاریتال داوطلبان سالم استفاده کردند و نشان دادند که با بازداری و ایجاد اختلال در این ناحیه به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای عملکرد افراد در آزمون توجه کاهش پیدا کرد (۳۸). همچنین پژوهش‌ها نشان می‌دهند که اعمال tACS بر روی ناحیه DLPFC چپ می‌تواند روی توجه انتخابی به‌وسیله نگهداری توجه تأثیر مثبت داشته باشد که این تأثیر می‌بایست بر روی سرعت زمان واکنش دیده شود که نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش با این فرض که DLPFC چپ در ارائه و حفظ توجه نقش دارد همسو است (۳۹). در نتیجه با توجه به نقش هر ناحیه DLPFC و PPC چپ در عملکردهای توجهی به نظر می‌رسد که تحریک هم‌زمان این دو ناحیه اثربخشی بهتر و قوی‌تری نسبت به تحریک موضعی بر جای بگذارد که در مقایسه نتایج این پژوهش با مطالعه‌ی Vanderhasselt این مسئله مشهود به نظر می‌رسد. علاوه بر این مطالعات EEG نیز نشان می‌دهد که تحریک الکتریکی متناوب با موج آلفا می‌تواند توان آلفا را در ناحیه‌ی تحریکی افزایش دهد (۲۴، ۴۰). در نهایت می‌توان گفت که موج آلفای ۱۰ هرتز در عملکردهای توجهی به‌خصوص عملکردهایی که به توجه دیداری مرتبط می‌باشند می‌تواند این عملکرد را بهبود بخشد و همچنین ناحیه مناسب برای القای این موج در آن‌که در کارکرد توجهی نقش دارد ناحیه فرونتوپرتال و به‌خصوص نقاط PPC و DLPFC می‌باشد، که می‌توان این مطالعات را با نتایج این پژوهش هم‌راستا دانست.

به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای یا جریان آلفا، می‌تواند بر کارکرد های توجهی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص اثر بگذارد. این روش به‌عنوان یک درمان غیر دارویی می‌تواند در این افراد مورد استفاده

تحریک می‌توان این روش را برای تأثیر بیشتر آموزش در کودکان دارای اختلال یادگیری به‌عنوان راه‌حلی کمکی در هنگام آموزش و یادگیری توان‌بخشی شناختی در این افراد مورد استفاده قرارداد.

تشکر و قدردانی

در پایان از مسئولین و کارکنان آموزش و پرورش شهرستان سفیر و کلیه شرکت‌کنندگانی که ما را در انجام این پژوهش همراهی کردند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود. لازم به ذکر است که این پژوهش دارای کد اخلاق با کد IR.TBZMED.REC.1397.653 می‌باشد که در تاریخ ۱۳۹۷/۰۸/۱۴ در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی تبریز تصویب گردید.

بگیرد و در بهبود توجه، که یکی از مشکلات مهم افراد دارای این اختلال است مورد استفاده قرار بگیرد.

محدودیت‌ها: یکی از محدودیت‌ها در این پژوهش عدم دسترسی به نمونه کافی برای بررسی در گروه‌های مختلف دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری بود. همچنین عدم دسترسی به تعداد کافی از دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری به تفکیک جنسیت محدودیت دیگری بود که در این پژوهش وجود داشت. پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آتی از همین پروتکل به‌صورت چند جلسه‌ای استفاده شده و اثرات پایداری تحریک مورد پیگیری قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آتی از جهت مقایسه تأثیر تحریک بر امواج مغزی قبل و بعد از تحریک EEG گرفته شود. در نهایت با توجه به بی‌ضرر بودن این نوع

References:

1. Shaywitz SE. Overcoming dyslexia: A new and complete science-based program for reading problems at any level. Knopf; 2003.
2. Morgan PL, Farkas G, Hillemeier MM, Maczuga S. Replicated evidence of racial and ethnic disparities in disability identification in US schools. *Educ Res* 2017;46(6):305-22.
3. Edition F. Diagnostic and statistical manual of mental disorders. Arlington: American Psychiatric Publishing; 2013.
4. Olsson L, Östergren R, Träff U. Developmental dyscalculia: A deficit in the approximate number system or an access deficit? *Cogn Dev* 2016;39:154-67.
5. Bahramabadi mz, Ganji.K. The study of prevalence of attention deficit / hyperactivity disorder (ADHD) and it's comorbidity with learning disorder (LD) in primary school's students. *Learn Disabil* 2013;3(4):25-43.
6. Seidman LJ. Neuropsychological functioning in people with ADHD across the lifespan. *Clin Psychol Rev* 2006;26(4):466-85.
7. Arghavani M, Mosavi nasab,M.H, Khezri moghadam,N. The Effectiveness of Cognitive Empowerment on Executive Functions (Inhibition, Updating and Shifting) in Students with Learning Disorder. *J Cogn Strateg Learn* 2017;5(8):205-22.
8. Wu KK, Anderson V, Castiello U. Neuropsychological evaluation of deficits in executive functioning for ADHD children with or without learning disabilities. *Dev Neuropsychol* 2002;22(2):501-31.
9. Hallahan DP KJ. Exceptional Children (Introduction to Special Education). 1993.
10. Sterr AM. Attention performance in young adults with learning disabilities. *Learn Individ Differ* 2004;14(2):125-33.
11. Hartman JM, Hunfalvay T. Effect of attentional focus on learning the basic cast for fly fishing. University of Virginia; 2001.
12. Eghlidi J KF, Nejati V, Tabatabaee SM. A comparative study of sustain attention to auditory and visual stimulus in children with Mix learning disorder and normal peers. *J Res Rehabil Sci* 2013;9(3):435-44.
13. Ghalamzan S, Moradi,M, Abedi,A.. A comparison of attention and executive function profile in normal children and children with learning disabilities. *Learn Disabil* 2013;3(4):99-111.
14. Helland T, Asbjørnsen A. Executive functions in dyslexia. *Child Neuropsychol* 2000;6(1):37-48.

15. Richards GP, Samuels SJ, Turnure JE, Ysseldyke JE. Sustained and selective attention in children with learning disabilities. *J Learn Disabil* 1990;23(2):129-36.
16. Narimani MS, E. The effectiveness of cognitive rehabilitation on executive functions (working memory and attention) and academic achievement in students with math learning disorder. *J Learn Disabil* 2012;2(3):91-115.
17. Friedenberg J, Silverman G. *Cognitive science: An introduction to the study of mind*: Sage; 2011.
18. Rushworth M, Hadland K, Paus T, Sipila P. Role of the human medial frontal cortex in task switching: a combined fMRI and TMS study. *J Neurophysiol* 2002;87(5):2577-92.
19. Cantor DS, Chabot R. QEEG studies in the assessment and treatment of childhood disorders. *Clin EEG Neurosci*. 2009;40(2):113-21.
20. Rihs TA, Michel CM, Thut G. A bias for posterior α -band power suppression versus enhancement during shifting versus maintenance of spatial attention. *Neuroimage* 2009;44(1):190-9.
21. Zaghi S, Acar M, Hultgren B, Boggio PS, Fregni F. Noninvasive brain stimulation with low-intensity electrical currents: putative mechanisms of action for direct and alternating current stimulation. *Neuroscientist* 2010;16(3):285-307.
22. Iuculano T, Cohen Kadosh R. Preliminary evidence for performance enhancement following parietal lobe stimulation in developmental dyscalculia. *Front Hum Neurosci* 2014;8:38.
23. Gladwin TE, den Uyl TE, Fregni FF, Wiers RW. Enhancement of selective attention by tDCS: interaction with interference in a Sternberg task. *Neurosci Lett* 2012;512(1):33-7.
24. Vanderhasselt M-A, De Raedt R, Baeken C, Leyman L, D'haenen H. The influence of rTMS over the left dorsolateral prefrontal cortex on Stroop task performance. *Exp Brain Res*. 2006;169(2):279-82.
25. Hopfinger JB, Parsons J, Fröhlich F. Differential effects of 10-Hz and 40-Hz transcranial alternating current stimulation (tACS) on endogenous versus exogenous attention. *Cogn Neurosci*. 2017;8(2):102-11.
26. Nasser P, Nitsche MA, Ekhtiari H. A framework for categorizing electrode montages in transcranial direct current stimulation. *Front Hum Neurosci*. 2015;9:54.
27. Cochran WG. *Sampling techniques*: John Wiley & Sons; 2007.
28. Baron IS. *Neuropsychological evaluation of the child*: Oxford University Press; 2003.
29. Gorfein DS, MacLeod CM. *Inhibition in cognition*: American Psychological Association; 2007.
30. Mashhadi A, Rasoulzadeh-Tabatabaie, K, Azadfallah, P, Soltanifar. A. The Comparison of Response Inhibition and Interference Control in ADHD and Normal Children. *J Clin Psychol*. 2009;1(2):37-50.
31. Nazari MA, Jnagi, SH, Shir Abadi, A.A. Comparison of Sustained Attention in Children with Learning Disabilities and Normal Children. *J Clin Psychol*. 2012;5(4):17-27.
32. Kehler S, Kraft A, Koch SP, Kathmann N, Irlbacher K, Brandt SA. Timing of spatial priming within the fronto-parietal attention network: a TMS study. *Neuropsychologia*. 2015;74:30-6.
33. Chein JM, Fiez JA. Evaluating models of working memory through the effects of concurrent irrelevant information. *J Exp Psychol Gen*. 2010;139(1):117.

34. Jonides J, Lewis RL, Nee DE, Lustig CA, Berman MG, Moore KS. The mind and brain of short-term memory. *Annu Rev Psychol* 2008;59:193-224.
35. Palva JM, Monto S, Kulashekhar S, Palva S. Neuronal synchrony reveals working memory networks and predicts individual memory capacity. *National Academy of Sciences* 2010;107(16):7580-5.
36. Otero G, Pliego-Rivero F, Fernández T, Ricardo J. EEG development in children with sociocultural disadvantages: a follow-up study. *Clin Neurophysiol* 2003;114(10):1918-25.
37. Clayton MS, Yeung N, Cohen Kadosh R. The effects of 10 Hz transcranial alternating current stimulation on audiovisual task switching. *Front Neurosci* 2018;12:67.
38. Hilgetag CC, Théoret H, Pascual-Leone A. Enhanced visual spatial attention ipsilateral to rTMS-induced 'virtual lesions' of human parietal cortex. *Nat Neurosci* 2001;4(9):953.
39. Harrison BJ, Shaw M, Yücel M, Purcell R, Brewer WJ, Strother SC, et al. Functional connectivity during Stroop task performance. *Neuroimage* 2005;24(1):181-91.
40. Veniero D, Vossen A, Gross J, Thut G. Lasting EEG/MEG aftereffects of rhythmic transcranial brain stimulation: level of control over oscillatory network activity. *Front Cell Neurosci* 2015;9:477.

THE EFFECT OF TRANSCRANIAL ALTERNATING CURRENT STIMULATION (TACS) ON ATTENTION IN STUDENTS WITH SPECIAL LEARNING DISORDER: SEMI-EXPERIMENTAL STUDY

Ladan vaghef¹, Shoresh ghaisary², MojtabaZahedi³

Received: 03 Jan, 2019; Accepted: 16 Mar, 2019

Abstract

Background & Aims: This main aim of this study is to investigate the effectiveness of Transcranial Alternating Current Stimulation (tACS) on attention in students with specific learning disorder.

Materials & Methods:: Twenty students of elementary school with specific learning disorders were selected through purposive sampling method and randomly divided into two groups, the experimental and control groups (10 in each group). At first, the subjects' selective attention was evaluated by Stroop task. Then in the experimental group two anodal electrodes were simultaneously placed over the F3 and P3, whilst cathodal electrode was placed over the FP2, the according to the International 10/20 system. An alternative electrical current at 10 Hz (Alpha wave) was delivered at 1 mA intensity for 20 min. The same protocol was used for the control group, except that they received stimulation for only 30 s. At the end, the Stroop test was again administrated. Data were analyzed using multivariate covariance method.

Results: The findings showed that alpha-wave-induced Transcranial Stimulation could have a positive and significant effect on the accuracy and response time of students with specific learning disorder.

Conclusion:: The results of this study indicated that Transcranial Stimulation with alpha wave in the F3-P3 region of students with learning disorder can be effective in improving their attention and improve their careful function. Therefore, this method can be used as a non-pharmacological method to improve the function of these individuals.

KeyWords: Specific learning disorder, Transcranial Alternating Current Stimulation (tACS), attention

Address: Azarbaijan shahid Madani University, Tabriz, Iran.

Tel: (+98)9144069787

Email: l.vaghef@azaruniv.ac.ir

SOURCE: URMIA MED J 2019; 30(2): 115 ISSN: 1027-3727

¹ Assistant Professor, Department of Psychology, Azarbaijan shahid madani University(Corresponding Author)

² Msc in cognitive Psychology, Azarbaijan shahid madani University

³ Msc student of cognitive Psychology, Azarbaijan shahid madani University