اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز بر بهبود توجه دیداری و شنیداری در افراد دارای نشانگان نقص‌توجه و بیش‌فعالی

حمیدرضا اشرفی[۱]، دکتر خدیجه اعراب شیبانی[۲]، دکتر حسین زارع[۳]، دکتر نیلا علمی‌منش[۴]

تاریخ دریافت:. ۱۳۹۶/۷/۲۴ تجدیدنظر: ۱۳۹۷/۱/۲۲
پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۸/۱۴

چکیده

هدف: پژوهش حاضر با هدف اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز بر بهبود توجه دیداری و شنیداری در افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص‌توجه شهر تهران صورت گرفته است. **روش:** این پژوهش نیمه‌آزمایشی و به صورت پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه کنترل انجام شد. جامعه آماری پژوهش را کلیه افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص‌توجه شهر تهران در سال ۱۳۹۶ تشکیل می‌دادند که تعداد ۳۰ نفر به عنوان حجم نمونه تعیین گردید. از جامعه آماری تعداد ۱۵ نفر در گروه آزمایش و ۱۵ نفر کنترل با روش نمونه‌گیری در دسترس و به صورت تصادفی انتخاب و گمارش شدند. برای گروه آزمایش مداخله تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز انجام شد. ابزار جمع‌آوری اطلاعات شامل پرسشنامه وندریوتا و تکلیف کامپیوتری اجرای همزمان دیداری و شنیداری (IVA)بود. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون کوواریانس تک‌متغیره و چندمتغیره استفاده شد. **یافته‌ها:** نتایج تحقیق پس از مداخله نشان داد بین گروه‌های آزمایش و کنترل در متغیر توجه (دیداری و شنیداری) تفاوت معنی‌داری وجود دارد. **نتیجه‌گیری**: بنابراین می‌توان گفت تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز در بر بهبود توجه دیداری و شنیداری در افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص‌توجه موثر است.

واژه‌های کلیدی: *تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز، توجه دیداری و شنیداری، افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص‌توجه.*

۱. کارشناس ارشد روان شناسی، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران.
۲. **نویسنده مسئول:** استادیار دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران.
۳. استاد دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران.
۴. استادیار دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران.

The Effectiveness ofTranscranial direct-current stimulationon the improvement of visual and auditory attention in People with attention deficit-hyperactivity disorder(ADHD)

Hamidreza Ashrafi,M.A, M.A,[1]
Khadijeh Arabe Sheibani, Ph.D,[2]
Hossein Zare,P Nila Elmi Mansesh,Ph.D[3]

Received: 10. 16.2017 Revised: 04.11.2018
Accepted: 11.05.2018

Abstract

Objective: The purpose of this study was to investigate the effect of Transcranial direct-current stimulationon the improvement of visual and auditory attention in People with attention deficit-hyperactivity disorder(ADHD)in Tehran. **Method:** This research was supposed as an quasi-experimental one and it was carried out by using a pre-test and post-test method with the control group. The statistical population of the study consisted of all individuals who suffer from attention deficit-hyperactivity disorder in Tehran in 1396. For about 30 individuals were determined as sample size.from the statistical population group , 30 individuals were selected as experimental group and 15 oneswere determined as the control group. It should be noted that they were selected by using random sampling method. For the experimental group, interference of Transcranial direct-current stimulation was studied. In this research some of Data collection tools are such as Wendryota(WURS) Questionnaire, it was used of (IVA) test Computer task of psychological and simultaneous Visual and Audio (SCL-25) execution and ANCOVA covariance.**Results**:The results of the post-interferenc estudy showed that there is a significant difference between the experimental and control groups in the degree of attention variable (visual and auditory).**Conclusion**:Therefore, it can be said that direct transcranial electric stimulation can play an important role on the improvement of visual and auditory attention in patients with attention deficit -hyperactivity disorder(ADHD)

Key words: *direct transcranial electric stimulation- Visual and auditory attention - patients with attention deficit /hyperactivity disorder(ADHD)*

1. MA of Psychology, Payame Noor University, Tehran, Iran
2. **Corresponding Author:** Assistant Professor, Payam-e Noor University, Tehran, Iran
. **Email**: shakiba_a_shaibani@yahoo.com
3. Professor, Payam-e Noor University, Tehran, Iran
4. Assistant Professor, Payam-e Noor University, Tehran, Iran

مقدمه

اختلال نقص‌توجه- بیش‌فعالی، وضعیت عصبی– رشدی است که بر اساس وجود الگوی پایدار نقص‌توجه و یا تکانشگری و بیش‌فعالی به عنوان ویژگی‌های بسیار تکرارپذیر و شدیدتر از میزان قابل مشاهده در همتاهای رشدی فرد مشخص می‌گردد و علائم موجود با سطح رشدی تکاملی فرد تناسب و همخوانی ندارد (کورمیر ،۲۰۰۸). کودکان مبتلا به اختلال نقص‌توجه- بیش‌فعالی مشکلات واضحی در توجه پایدار نشان می‌دهند، به‌ویژه زمانی که در تکالیف آموزشی درگیر می‌شوند. آنها در شروع تکالیف جدید مشکل دارند و به آسانی از اکثر تکالیف شروع کرده منحرف می‌شوند و در برگشتن به یک تکلیف بعد از حواس پرتی مشکل دارند. در کلاس درس، این کودکان تمایل کمی برای تمرکز روی تکالیف تکراری، راکد و کند دارند (هاگز،کوپر،۲۰۰۷). در کودکان مبتلا به اختلال نقص‌توجه- بیش‌فعالی با غلبه الگوی بی‌توجهی، مشکل عمده و برجسته به طور شاخص، افت تحصیلی است. والدین و معلمان اغلب از دیرکرد درازمدت، فراموش‌کاری، آشفتگی و نداشتن سازماندهی، گم‌کردن وسایل، خیال‌پردازی، انجام‌ندادن تکالیف و یا کیفیت پایین آنها، ناتوانی در انجام تکالیف هدفمند، بهانه‌جویی و تعلُل، بلندشدن از جا، تعویض مکرر فعالیت‌ها در مقایسه با سایرین، حواس‌پرتی و گوش‌نکردن به حرف والدین و مربیان این کودکان شکایت می‌کنند (فرمند ،۱۳۸۵).

بر اساس مشاهدات بالینی، ADHD یک اختلال عصب روان‌شناختی است و نظریه‌های رایج روی نقش محوری کمبودهای توجهی و اجرایی مثل عدم بازداری تاکید می‌کنند (بارکلی، ۱۹۹۷). توجه عبارت است از فرآیند شناختی تمرکز انتخابی روی یک وجه از محیط و همزمان نادیده‌گرفتن وجوه دیگر، و نیز کنارزدن برخی عوامل (منحرف کننده‌ها) به‌منظور رسیدگی مؤثر به عوامل مورد نظر. توجه یک سازۀ پیچیده و مبهم است و به اجزای مختلف اشاره دارد: ۱- جلب توجه یا تمرکز؛ ۲- متوجه باقی‌ماندن یا هشیاری؛ ۳- بازداری پاسخ به محرک‌های غیرمرتبط یا توجه انتخابی؛ و ۴- تغییر توجه (دنکل، ۱۹۹۶؛ میرسکی وهمکاران،۱۹۹۱).

در سال‌های اخیر، متخصصان علل گوناگونی را در رابطه با اختلال کاستی توجه و بیش‌فعالی مطرح نمودند (انجمن روانپزشکی آمریکا،۲۰۱۳). یکی از علل این اختلال که پژوهش‌های متعددی آن را تأیید می‌کنند، علل نورولوژیکی اختلال نقص‌توجه و بیش‌فعالی است. داده‌های حاصل از این پژوهش‌ها، شواهد مشخصی در خصوص نقش لوب پیشانی در شکل‌گیری این اختلال دارند. کارکردهای لوب پیشانی دارای ماهیت اجرایی بوده، در طرح‌ریزی و سازماندهی منابع دخیل هستند و نقش حیاتی در رفتارهای بازدارنده میانجی از قبیل کنترل رفتار حرکتی و بازداری از تمرکز توجه بر محرک‌های نامربوط ایفا می‌کنند (دیویدسون،۲۰۰۸). شواهد حاکی از آن است که اختلال در عملکرد لوب پیشانی راست، اساس اختلال نقص‌توجه و بیش‌فعالی است، به همین دلیل این افراد قادر به انجام توانایی‌هایی همچون سازماندهی، تصمیم‌گیری، حفظ توجه، بازداری حرکتی، برنامه‌ریزی راهبردی، انعطاف شناختی و کنترل تکانه نیستند. به عبارت دیگر محققان حوزه نوروفیزیولوژی عمدتاً به شواهدی در خصوص کاهش فعالیت لوب پیشانی و مرکزی میانی در تقریباً ۸۵ تا ۹۰ درصد افراد مبتلا به اختلال نقص‌توجه و بیش‌فعالی دست یافته‌اند (ونس و همکاران، ۲۰۰۷).

همچنین پژوهش‌های گسترده، نابهنجاری‌هایی در الکتروآنسفالوگرام افراد مبتلا به اختلال نقص‌توجه و بیش‌فعالی گزارش داده‌اند (لوبار، ۲۰۰۳). بدین صورت که پژوهش‌های الکتروآنسفالوگرام کمّی انجام‌شده بر روی این کودکان در مقایسه با افراد عادی نشان می‌دهد که فعالیت امواج مغزی آهسته که مشخصۀ ذهن آشفته، حواس‌پرتی و تفکر غیرمتمرکز است در

آنها بیشتر و فعالیت امواج بتا کمتر می باشد (لو و بارکلی، ۲۰۰۵ ؛ منسترا، منسترا و گروگ، ۲۰۰۲). بنابراین یکی از علل این اختلال که پژوهش‌های متعددی آن را تأیید می‌کنند، علل نورولوژیکی می‌باشد. مسئله اساسی این است که آیا در گسترهٔ تحول‌های علم کنونی می‌توان روش تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای را برای بهبود نشانگان افراد با اختلال نقص‌توجه و بیش‌فعالی ثمربخش دانست.

تحریک الکتریکی مستقیم از روی جمجمه یک روش درمانی عصبی است که جریان مستقیم و ضعیفی را به مناطق قشری وارد و فعالیت خودانگیخته عصبی را تسهیل یا بازداری می‌کند (برونونی و همکاران،۲۰۱۲). تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای با شدت کم الکتریکی بین دو الکترود در سراسر پد جریان می‌یابد تا مناطق قشری را با قابلیت تحریک، تنظیم نماید (نیتچی و پایولوس، ۲۰۰۰). تحریک آنود توانایی افزایش قابلیت تحریک در مناطق قشری، و تحریک کاتود توانایی کاهش قابلیت تحریک در مناطق قشری را دارد (نیتچی و پایولوس، ۲۰۰۰؛ داسیلوا و همکاران، ۲۰۱۱).

تحریک الکتریکی مستقیم مغز در یک دهه گذشته به طور گسترده مورد آزمایش و بررسی قرار گرفته است و به عنوان یک روش جایگزین غیرتهاجمی، ارزان و ایمن برای تغییر تحریک‌پذیری قشر مغز از طریق تغییر پتانسیل استراحت سلول‌های عصبی قشر مغز عمل می‌کند. این جریان ضعیف و مستقیم از طریق اتصال دو الکترود با قطب‌های متفاوت معمولا یک انود و یک کاتد در نقاط مختلف بر روی سطح جمجمه منجر به تحریک نورون‌های زیرین می‌شود. تحریک کاتد باعث کاهش تحریک پذیری مغز و تحریک انود منجر به افزایش تحریک پذیری مغز می‌شود (داسیلوا و همکاران،۲۰۱۱).

در TDCS موقعیت الکترودها در تعیین اثربخشی تحریک بسیار مهم است. شدت تحریک تا دو میلی آمپر و طول مدت تحریک حدود ۲۰ دقیقه هیچ خطری ندارد و کاملا ایمن است. در حین تحریک اثرات جانبی کم و خفیف شامل خارش در زیر الکترود و سردرد خفیف، هم درطول تحریک و هم در زمانی که دستگاه خاموش است (تحریک نما) دیده می‌شود. این اثرات در مناطق مغزی مختلف در آزمودنی‌های سالم و در بیماران با اختلالات نورولوژیکی مختلف دیده می‌شود (داسیلوا و همکاران،۲۰۱۱).

مطالعات نشان داده است که TDCS موجب بهبود شدت علایم در اختلالات روانپزشکی و عصبی مانند افسردگی (کالو و همکاران،۲۰۱۲)، اسکیزوفرنی (برونولین و همکاران، ۲۰۱۲)، سکته مغزی (چانگ و همکاران، ۲۰۱۵) و نارساخوانی (هت و لاویدور، ۲۰۱۵) می‌شود. به نظر کاستینالوس و پرول (۲۰۱۲) TDCS می‌تواند در بهبود شدت علایم در ADHD استفاده شود. از آنجایی‌که بسیاری از بیماران تحت درمان دارویی قرار می‌گیرند و عوارض جانبی قابل توجهی را گزارش می‌کنند، گسترش روش‌های درمان غیر دارویی به ویژه در ADHD اهمیت زیادی پیدا می‌کنند و والدین و همچنین کودکان و نوجوانان اغلب روش‌های جایگزین را ترجیح می‌دهند (هالپرین و هیلای، ۲۰۱۱). اثرات دارودرمانی تنها در زمان اثر فعال داروها به مدت چند ساعت وجود دارد (کرونیز و همکاران، ۲۰۰۳)، در حالی‌که اثرات مثبتی از TDCS در چند ماه پس از اعمال آن گزارش شده است (کوهن-کادوش و همکاران،۲۰۱۰). به‌رغم اینکه TDCS بیشتر در بزرگسالان مورد استفاده قرار گرفته است، اما مطالعات نشان داده‌اند که این روش در کودکان و نوجوانان نیز قابل تحمل و ایمن است (کریشمن و همکاران،۲۰۱۵؛ مولیداز و همکاران، ۲۰۱۴؛ اندرید و همکاران، ۲۰۱۴).

در مجموع، براساس مطالعات حوزهٔ درمان اختلال ADHD ، تا به امروز هیچ روش درمانی به تنهایی نتوانسته است نتایج کامل و پایداری درپی داشته باشد. درمان‌نکردن نشانه‌های مربوط به بیش‌فعالی مانند نقص‌توجه و تکانشگری بر شدت آن می‌افزاید و

به این ترتیب درمان دشوارتر شده و احتمال پیدایش مشکلات عمیق‌تر وجود خواهد داشت. از سوی دیگر پژوهش‌های اندکی در خصوص اثربخشی و کارآیی تحریک الکتریکی مستقیم مغز بر کاهش نشانگان ADHD دانش‌آموزان داخل کشور انجام شده است. لذا امروزه در فرایند درمان این اختلال، گرایش به رویکردی التقاطی و استفاده همزمان از چند روش درمانی است. نتایج دارودرمان‌گری‌ها نیز حاکی از ضعف این روش در بهبود همه جانبه اختلال ADHD است. با علم به ناکافی‌بودن روش‌های رایج در درمان اختلال ADHD از جمله دارودرمان‌گری‌ها و پس از اثبات وجود مشکلات روان- عصب شناختی در این اختلال، و تأیید امکان کاربرد و اثربخشی مداخلات عصب- روان‌شناختی، از جمله روش TDCS در بهبود اختلالات عصب روان‌شناختی، به طور کلّی، هم اکنون این مسأله مطرح است که آیا می‌توان از این روش نوین در کنار روش‌های درمانی ثابت شده دیگری، مانند دارودرمان‌گری، به عنوان درمانی مکمل برای بهبود علایم روان‌شناختی و عصب‌شناختی استفاده کرد؟ لذا لازم است بررسی‌های بیشتری به منظور تعیین اثربخشی TDCS در بهبود نقص‌توجه دیداری و شنیداری بیماران مبتلا به ADHD گیرد.

روش

روش پژوهش حاضر نیمه‌آزمایشی و طرح مورد استفاده در این پژوهش طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه کنترل معادل است. طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل از دو گروه آزمودنی تشکیل شده است.

جامعه آماری، نمونه و روش نمونه‌گیری

جامعه آماری این پژوهش شامل دانش‌آموزان مقطع دبیرستانی مراجعه‌کننده به مراکز مشاوره شهر تهران با تشخیص اولیه ADHD بودند. معیارهای ورود به مطالعه شامل دارابودن نشانگان نقص‌توجه- بیش‌فعالی از طریق دو پرسشنامه وندریوتا و کانرز بود. معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل وجود سابقه صرع، تشنج، ضربه به سر و سابقه اختلالات روانپزشکی غیر از ADHD بود. نمونه‌گیری به صورت هدفمند انجام شد، به‌گونه‌ای که پرسشنامه کانرز و پرسشنامه وندریوتا و همچنین پرسشنامه SCL-25 بر روی تعدادی از افراد اجرا شد. برای مطمئن‌شدن از صحت انتخاب آزمودنی‌هایی که نشانگانADHD را دارند از دو آزمون تشخیصی وندریوتا برای بررسی علائم در دوران کودکی و آزمون کانرز برای تشخیص نشانگان فعلی استفاده شد. در نهایت افرادی انتخاب شدند که در هر دو آزمون نمره بالایی کسب نمودند. افرادی که در پرسشنامه SCL-25 نمره‌های بالایی کسب کردند و به‌عبارتی نشانه‌هایی از عدم سلامت عمومی روانی را نشان دادند، از مطالعه حذف شدند. در مجموع ۳۰ نفر وارد مطالعه شدند که هم نشانگان نقص‌توجه و بیش‌فعالی را نشان دادند و هم از سلامت عمومی روانی برخوردار بودند و به صورت گمارش تصادفی در گروه آزمایش و کنترل قرار گرفتند.

ابزار

پرسشنامه وندریوتا: مربوط به سنجش علائم نقص‌توجه و بیش‌فعالی در دوران کودکی است که شامل ۶۱ سوال است. با در نظر گرفتن نمرات T با فرض اینکه صفات موجود در نقص‌توجه و بیش‌فعالی توزیع نرمال داشته باشند، می‌توان گفت از لحاظ آماری، نمره آزمون وندریوتا کمتر از ۴۲ طبیعی است و نمره بیشتر از ۴۲ و کمتر از ۵۶ حالت حد وسط و یا مشکوک است و نمره بیشتر از۵۶ بیانگر وجود نقص توجه- بیش‌فعالی در زمان کودکی فرد می‌باشد و ضریب اعتبار آن را ۰/۶۹ گزارش کرده‌اند (سرامی، ۲۰۰۰).

تکلیف کامپیوتری اجرای همزمان دیداری و شنیداری(IVA): این آزمون در حدود۲۰ دقیقه طول می‌کشد و زمان آزمون تا نهایت ۲۵ دقیقه کنترل می شود.فرایند کل آزمون به منظور استانداردکردن نتایج و کنترل توسط اجرای کامپیوتری تنظیم شده است. چهار بخش آزمون

شامل: گرم‌کردن، تمرین، اجرای اصلی، و آرام‌شدن است. در حین اجرای این آزمون به فرد گفته می‌شود که با شنیدن یا دیدن عدد یک، کلیدی را فشار دهد. اگر فرد به عدد دو که هدف نیست پاسخ دهد نشان‌دهندهٔ برانگیختگی و اگر به عدد هدف کمتر پاسخ دهد نشان‌دهندهٔ نقص‌توجه است. IVA حساسیت مناسب (۹۲٪) و قدرت پیش‌بینی مثبت (۸۹٪) برای استفاده در سنجش ADHD در کودکان دارد (لوبار، ۲۰۰۴). درستی همزمان این آزمون توسط ارزیابی مجدد کودکانی که به‌عنوانADHD تشخیص داده شده بودند با ابزارهای تشخیصی دیگر نظیر آزمون متغیرهای توجه، آزمون اجرای متمادی گوردن، مقیاس توجه کودکان، و مقیاس رتبه‌بندی(CPRS-39) ADHD محاسبه شد که درصد توافق در دامنهٔ بین ۹۰ تا ۱۰۰ درصد قرار داشت (لوبار،۲۰۰۴).

دستگاه تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای (TDCS) تحریک مغز از روی جمجمه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی یک فناوری قدیمی است که به تازگی بازتعریف و گزارش‌هایی از کاربرد آن در طیف گسترده‌ای از بیماری‌های مغزی منتشر شده است. در این مطالعه از دستگاه ACTIVADOSE ساخت کشور آمریکا برای تحریک مغزی استفاده شد. منبع جریان این دستگاه یک باتری ۷ ولت است. حداکثر شدت جریان ۴ میلی‌آمپر و حداکثر ولتاژ ۸۲ ولت به صورت DC می‌باشد.

روش تجزیه و تحلیل

در این پژوهش اطلاعات جمع آوری شده در دو بخش آمار توصیفی و آمار استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. در بخش آمار توصیفی میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش به تفکیک مراحل پیش آزمون و پس‌آزمون مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سپس در بخش آماراستنباطی، به منظور آزمون فرضیه‌های پژوهش، نتایج حاصل از آزمون تحلیل کوواریانس تک‌متغیری همراه با بررسی مفروضه‌های آنها موردتجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

روش اجرای مداخله

این مطالعه یک مطالعه دو سو کور بود به این معنا که هم افراد شرکت‌کننده و هم افراد اجراکننده از نتایج TDCS بی‌اطلاع بودند. روش اعمال تحریک به‌گونه‌ای بود که پد اسفنجی (۲ در ۲) که در واقع پوشش الکترودها محسوب می‌شود به سدیم کلرید ۷ درصد آغشته شد و الکترودها درون آن قرار گرفت. الکترودها بر اساس مطالعات پیشین که نشان داده‌اند در توجه افراد ADHDنقش دارند، جای‌گذاری شد، بدین‌ترتیب که الکترود آنود بر روی شکنج پیشانی تحتانی راست و الکترود کاتود در شکنج پیشانی تحتانی چپ (هارت و همکاران،۲۰۱۳)، بر روی پیشانی بر اساس سیستم بین المللی ۲۰-۱۰ قرار گرفت و به وسیله کش مخصوص بر روی سر محکم شد. تحریک TDCS در وضعیت آرامش و در زمان صبح انجام شد. این پژوهش دارای دو گروه آزمایش و کنترل بود. در طی ۵ روز متوالی تحریک TDCS انود با شدت ۲ میلی آمپر به مدت ۲۰ دقیقه(کاچوئیرا و همکاران، ۲۰۱۷) انجام شد. پس از آن آزمون همزمان دیداری و شنیداری (IVA) قبل و بعد از مداخله، روی ۳۰ شرکت‌کننده اجرا شد و نمرات گروه‌ها با یکدیگر مقایسه گردید. همچنین براساس مطالعات پیشین آشکار گردیده که شدت جریان و مدت زمان تحریک ذکرشده اثر سوء بر سلامتی شرکت‌کنندگان نخواهد داشت (نجاتی و همکاران، ۲۰۱۵). روند پژوهش به آزمودنی‌ها توضیح داده شد، فرم رضایت‌نامه توسط مدیر مدرسه به عنوان نماینده قانونی آنها امضاء شد و سپس فرآیند پژوهش آغاز شد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف‌معیار متغیرهای پژوهش در جدول۱ آمده است. نرمال‌بودن توزیع متغیرهای پیوسته پژوهش با آزمون کالموگروف- اسمیرنف مورد بررسی قرار گرفت که مقادیر احتمال بیانگر این مطلب

هستند که توزیع تمام متغیرهای پژوهش نرمال می‌باشد. بنابراین جهت تحلیل داده‌ها می‌توان از آزمون‌های پارامتریک استفاده کرد.

جدول ۱. میانگین، انحراف‌استاندارد و آزمون کلموگروف - اسمیرنف نمره‌های پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری متغیرهای پژوهش در گروه‌های آزمایش و کنترل

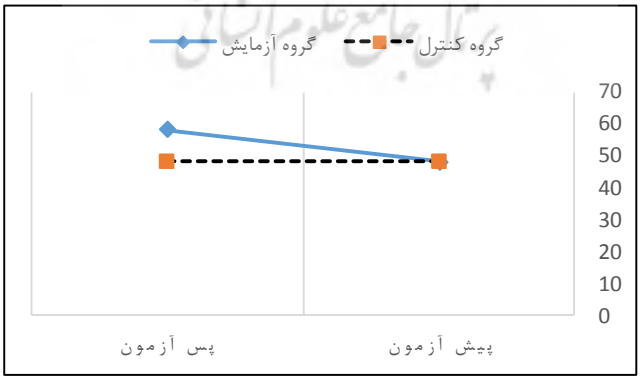
		پیش‌آزمون			پس‌آزمون		
		میانگین	انحراف استاندارد	آزمون k-S	میانگین	انحراف استاندارد	آزمون k-S
گروه آزمایش	توجه دیداری	۴۷/۸۶۶	۳۸/۵۹۶	۰/۹۴	۵۷/۰۶۶	۳۷/۸۸	۰/۹۷
	توجه دیداری	۴۸/۲۶۶	۳۵/۷۷۲	۰/۹۶	۵۴/۸۶۶	۳۵/۱۶	۰/۹۸
گروه کنترل	توجه دیداری	۴۸/۴۶۶	۳۵/۸۲۲	۰/۵۹	۴۸/۷۳۳	۳۷/۵۶	۰/۶۴
	توجه دیداری	۴۸/۴۰۰	۳۵/۱۷۴	۰/۶۳	۴۹/۲۰۰	۳۴/۸۰	۰/۶۸

برای بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز بر بهبود توجه دیداری در افراد دارای نشانگان نقص‌توجه و بیش‌فعالی لازم است قبل از انجام روش تحلیل کوواریانس تک متغیری مفروضه همگنی واریانس‌ها بررسی شود که آزمون لوین با مقدار f=2/25 (درجه آزادی ۱ و ۲۸) در سطح معنی‌داری p=0/41 حاکی از همگنی واریانس‌های گروه‌های مورد مقایسه بوده است.

نتایج تحلیل کوواریانس تک‌متغیره(ANCOVA) نشان داد که با حذف اثر نمرات پیش‌آزمون به عنوان متغیر همراه، متغیر اثر بین‌گروهی (گروه گواه و آزمایش) بر میزان توجه دیداری (پس‌آزمون)، در سطح ($f=14.216 , df_1=1 df_2=27$) p=0/001 با اندازه اثر(نسبت مجذور اتای تفکیکی) $n^2=0/34$تاثیر معنی‌دار داشته است، به این صورت که بین میانگین نمرات پس‌آزمون گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج تحلیل کواریانس جهت مقایسه میانگین نمرات پس‌آزمون تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز بر بهبود توجه دیداری در دو گروه

منبع	مجموع مجذورات	Df	میانگین مجذورات	F	Sig	ضریب‌ایتا
نمرات پیش‌آزمون	۳۹۶۲۶/۴۵۷	۱	۳۹۶۲۶/۴۵۷	۴۷۸۹/۰۲۷	۰/۰۰۱	۰/۹۹۵
گروه‌ها	۵۹۶/۷۳۲	۱	۵۹۶/۷۳۲	۷۲/۱۱۸	۰/۰۰۱	۰/۷۲۸
خطا	۲۲۳/۴۱۰	۲۷	۸/۲۷۴			
کل	۱۲۴۳۲۳/۰۰۰	۳۰				



نمودار ۱. مقادیر میانگین نمرات توجه دیداری در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به تفکیک گروه آزمایش و کنترل

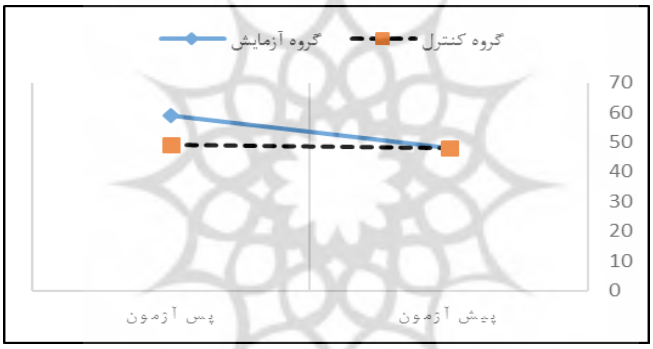
نمودار ۱ نشان‌دهنده روند افزایشی میزان توجه دیداری در گروه آزمایش در مرحله پس‌آزمون و مرحله پیگیری است، در حالی‌که گروه کنترل روند نسبتاً ثابتی را در هر سه مرحله تحقیق حفظ کرده است.

در ضمن برای بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی

فراجمجمه‌ای مغز بر بهبود توجه شنیداری در افراد دارای نشانگان نقص‌توجه و بیش‌فعالی لازم است قبل از انجام روش تحلیل کوواریانس تک‌متغیری مفروضه همگنی واریانس‌ها بررسی شود که آزمون لوین با مقدار f=0/89 درجهٔ آزادی ۱ و ۲۸) در سطح معنی‌داری p=0/25 حاکی از همگنی واریانس‌های گروه‌های مورد مقایسه بوده است. نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیره(ANCOVA) نشان داد که با حذف اثر نمرات پیش‌آزمون به عنوان متغیر همراه، متغیر اثر بین‌گروهی(گروه گواه و آزمایش) بر میزان نشانه‌های بهزیستی روان‌شناختی (پس‌آزمون)، در سطح (f=24.382 , df_1=1 df_2=26) p=0/001 بااندازه اثر(نسبت مجذور اتای تفکیکی) n^2=0/48 تاثیر معنی‌دار داشته است (جدول۳).

جدول ۳ نتایج تحلیل کواریانس جهت مقایسه میانگین نمرات پس‌آزمون تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز بر بهبود توجه شنیداری در دو گروه

منبع	مجموع مجذورات	Df	میانگین مجذورات	F	Sig	ضریب‌ایتا
نمرات پیش‌آزمون	۳۴۱۳۱/۹۷۲	۱	۳۴۱۳۱/۹۷۲	۶۵۷۵/۰۱۲	۰/۰۰۱	۰/۹۹
گروه‌ها	۲۵۲/۰۱۳	۱	۲۵۲/۰۱۳	۴۸/۵۴۷	۰/۰۰۱	۰/۶۴
خطا	۱۴۰/۱۶۱	۲۷	۷/۸۹۷			
کل	۱۱۵۷۳۷/۰۰۰	۳۰				



نمودار۲. مقادیر میانگین نمرات توجه شنیداری نوجوانان در پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری به تفکیک گروه آزمایش و کنترل

نمودار۲ نشان‌دهنده روند افزایشی میزان توجه شنیداری در گروه آزمایش در مرحله پس‌آزمون و مرحله پیگیری است در حالی‌که گروه کنترل روند نسبتا ثابتی را در هر سه مرحله پژوهش حفظ کرده است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تحلیل کواریانس نشان داد بین گروه‌های آزمایش و کنترل در متغیر توجه (دیداری و شنیداری) افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص‌توجه تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بنابراین بر اساس این یافته می‌توان نتیجه گرفت تحریک الکتریکی مغز در بهبود نشانگان توجه در افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص‌توجه موثر است. یافته‌های پژوهش حاضر همسو با نتایج نجاتی و همکاران (۱۳۹۳)، کاسما و همکاران (۲۰۱۵)، دیتیی و همکاران (۲۰۱۲)، پریهن-کریستنسین و همکاران (۲۰۱۴)، بندریا و همکاران (۲۰۱۶)، بریتلینگ و همکاران (۲۰۱۶)، فریگنی و همکاران (۲۰۰۵)، الیویرا و همکاران (۲۰۱۳) است که نشان داده‌اند تحریک الکتریکی مغز در بهبود نشانگان توجه تاثیرگذار است.

کاسما و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای با عنوان نقش تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای در

کنترل بازداری در افراد دارای ADHD نتیجه‌گیری کردند که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای باعث کنترل بازداری در افراد دارای ADHD می‌گردد. علاوه بر این دیتیی و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌هایی با عنوان بهبود رفتار بازداری به‌وسیله تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای همراه با آموزش شناختی در افراد دارای ADHD به این نتیجه رسیدند که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای همراه با آموزش شناختی باعث بهبود رفتار بازداری در افراد دارای ADHD می‌شود. همچنین پریهن-کریستنسین و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای با عنوان بررسی اثر تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای در طی خواب در جهت بهبود حافظه اخباری در کودکان دارای ADHD دریافتند که باعث بهبود حافظه اخباری در این افراد می‌گردد. علاوه بر این بندریا و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای با عنوان بررسی اثر تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای در کودکان و نوجوانان دارای ADHD نتیجه‌گیری کردند که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای باعث بهبود سرعت پردازش، بهبود شناسایی محرک و بهبود توانایی سوئیچینگ در فعالیت جدید و مداوم می‌شود. همچنین بریتلینگ و همکاران(۲۰۱۶) در مطالعه‌ای با عنوان بهبود تداخل کنترل در بیماران ADHD با تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای دریافتند که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای باعث بهبود تداخل کنترل در بیماران ADHD می‌گردد.

تاثیر TDCS بر توجه افراد بیش‌فعال و نقص‌توجه به‌تازگی بررسی شده است. شرکت‌کنندگان در این پژوهش در برابر یک تکلیف شناسایی محرک هدف کنترل ترافیک هوایی شبیه‌سازی‌شده قرار داده شدند. نشان داده شد که در طول زمان، توجه به‌صورت قابل‌ملاحظه‌ای در انجام تکالیف در گروه تحریک‌نما کاهش می‌یابد و شناسایی محرک هدف کم شده، سرعت واکنش کاهش یافته و حجم جریان خون مخچه که عامل موثری در توجه است، کاهش نشان می‌دهد. تحریک فعال TDCS موجب بهبود نسبت شناسایی محرک هدف، کاهش افت حجم جریان خون در طول مدت زمان انجام تکلیف و افزایش سوخت و ساز مخچه می‌شود. این نتایج در رابطه با استفاده از TDCS برای بهبود عملکرد در تکالیفی که نیاز به توجه پایدار در یک دوره زمانی طولانی دارد، دلگرم‌کننده است.

تأثیرTDCS بر شبکه توجه دیداری فضایی/ جهت‌مند مورد بررسی قرار گرفته است. استون و تچه (۲۰۰۹) دریافتند که هر دو نوع تحریک انودی و کاتدی TDCS بر قشر آهیانه‌ای فوقانی موجب کاهش توانایی جابه‌جایی توجه مرکز از محرکی که تحت زاویه محدود دیداری توجه را به خود جلب می‌کند، به محرکی که در یک زاویه وسیع‌تر ارائه می‌گردد، می‌شود (جابه‌جایی توجه از موضوعی به کلی). قابل توجه است که مدت اثر تحریک انودی تنها بیست دقیقه و در تحریک کاتدی این اثر تنها در زمان تحریک قابل مشاهده است.

اثر تحریک آهیانه‌ای با TDCS بر توجه ادراک دیداری فضایی بوسیله اسپرینگ و همکاران (۲۰۰۹) برای دو گروه افراد سالم و افراد با اختلال نادیده‌انگاری یک‌طرفه دیداری فضایی مورد آزمایش قرار گرفت. در آزمایش اول این پژوهش تحریک انودی TDCS موجب کاهش شناسایی محرک ارائه‌شده در سوی مخالف محدوده دیداری در افراد سالم شد. اما در افراد با اختلال نادیده‌انگاری تاثیر مثبتی در مقایسه با افراد سالم مشاهده نشد.

کانگ و همکاران (۲۰۰۹) نخستین مطالعه را در رابطه با تاثیر TDCS بر توجه اجرایی انجام دادند. این مطالعه بر روی بیماران مبتلابه تخریب نواحی مختلف مغز انجام شد. تحریک انودی TDCS بر ناحیه DLPFC چپ در حین انجام تکلیف استاندارد go/no-go صورت گرفت و دریافتند که این مداخله موجب افزایش پاسخ درست در بیماران شده است، اما در افراد سالم گروه کنترل این اثر قابل مشاهده نیست، که حاکی از آن است که تحریک در نرمال‌سازی

نواحی با پردازش توجه مختل موثر بوده است. به‌تازگی گلدوین و همکاران (۲۰۱۲) همین دستور کار را در سنجش توجه انتخابی در افراد سالم به‌کار بردند. در این پژوهش محققین از تکلیف سنجش توجه انتخابی استرنبرگ برای سنجش مولفه توجه و حافظه‌کاری استفاده کردند. تحریک انودی TDCS در این مطالعه سرعت زمان واکنش را بهبود بخشید (کافمن و همکاران، ۲۰۱۴).

این مشاهدات با نتایج تحقیقات کاچوئیرا و همکاران (۲۰۱۷) در افزایش عملکرد شناختی و بهبود توجه در افراد بیش‌فعال با TDCS سازگاری دارد. تحریک انودی قشر پیش‌پیشانی جانبی چپ (همان منطقه‌ای که برای درمان بهبود توجه تحریک می‌شود) ارتقاء کارآیی وظایف در سرتاسر تعدادی از وظایف شناختی رفتاری- بهره‌برداری از سطوح بالاتر عملکردهای شناختی، مانند توجه را نشان داده است. سایر پژوهش‌ها نیز بهبودی خاصی را در نشانگان توجه بعد از انجام TDCS نمایان ساخته‌اند. غیر از این مطالعات که یک دوره منفرد TDCS را بررسی می‌کند، مطالعه گلادوین و همکاران (۲۰۱۲) به دوره‌های تحریک مکرر و پی‌درپی اشاره دارند که ممکن است به‌طور مفید و سودمندانه به بهبود توجه و شناخت کمک نماید که با نتایج این تحقیق همخوان است. در واقع با درک درستی از فیزیک TDCS قابل تصور است، تحریکی که در درجه اول در نواحی پیشانی مغز برای بهبود توجه تجویز شده، ممکن است اثرات بالینی دیگری نیز داشته باشد زیرا اثر تحریک نسبتاً پراکنده است. در تبیین این یافته می‌توان این‌گونه بیان کرد که استفاده از روش‌های جدید مغزی در درمان افسردگی و سایر اختلالات روانی موثر است. تحریک الکتریکی مستقیم مغز (TDCS) یکی از روش‌های امیدوارکننده به دلیل سهولت نسبی در استفاده، ایمنی و اثرات زیستی- عصبی است (فینک، ۲۰۰۱).

TDCS کشف دوباره یک تکنولوژی کهنه است و اکنون خیلی از مطالعات، در حال کشف پتانسیل درمانی آن در طیف وسیعی از اختلالات هستند (آرول- آناندام و لو،۲۰۰۹). در یک تجزیه و تحلیل، هزینه و سود درمان در مقابل عوارض جانبی آن سنجیده می‌شود. درمانی که (عوارض جانبی) سودمندی دارد به راستی خوش‌یمن و خوش‌قدم خواهدبود (ناردون و همکاران، ۲۰۱۱). حتی امکان‌پذیر است که در آینده نمونه‌های تحریک طوری طراحی شوند که از طبیعت انتشار تحریک در درمان برای مجموعه‌ای از نشانگان در یک زمان استفاده کنند. در واقع TDCS ابزاری است که توانمندی مغز را در پردازش اطلاعات ورودی افزایش می‌دهد. این ویژگی اثربخشی سایر درمان‌ها را افزایش می‌دهد ولی فرد را از آنها بی نیاز نمی‌کند.

نتایج این تحقیق نشان داد بین گروه‌های آزمایش و کنترل در توجه (دیداری و شنیداری) افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص‌توجه تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بنابراین بر اساس یافته‌های این پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت تحریک الکتریکی مغز در بهبود نشانگان توجه (دیداری و شنیداری) تاثیرگذاراست. لذا با توجه به نتایج و شواهد این پژوهش، توصیه می‌شود این روش درمانی توسط روان‌پزشکان، روان‌شناسان و روان‌درمانگران در کلینیک‌های اعصاب و روان و مراکز خدمات روان‌شناسی به عنوان یک روش مداخله به‌کار گرفته شود. بدین ترتیب، مشکل اصلی افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص‌توجه با این روش قابل حل است و می‌تواند میزان کیفیت زندگی آنها را افزایش دهد.

در این تحقیق، محقق با محدودیت‌هایی مواجه بود که عبارت‌اند از: مهم‌ترین محدودیت در انجام این پژوهش، نحوه نمونه‌گیری و حجم پایین نمونه بود. علاوه بر این محدود بودن جامعه آماری به افراد بیش‌فعال و نقص‌توجه شهر تهران بود که امکان تعمیم نتایج این پژوهش را به سایر گروه‌ها با محدودیت مواجه می‌سازد. همچنین در این تحقیق صرفاً یک متغیر توجه در گروه‌ها پس از مداخله مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است. کمبود تحقیقات و پژوهش‌های مدون در حوزه موضوع پژوهش حاضر

به‌ویژه در افراد بیش‌فعال و نقص‌توجه از دیگر مشکلات بود و نیز به دلیل محدودیت زمانی امکان اجرای دوره پیگیری یک ماهه وجود نداشت.نداشتن پیگیری به دلیل ضیق وقت یکی از محدودیت های این پژوهش می باشد.

پیشنهاد می‌شود این تحقیق در بین جوامع دیگر نیز انجام گیرد و در صورت امکان داده‌های آنها با هم مقایسه گردد. همچنین متغیرهای روان‌شناختی دیگر مرتبط با افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص‌توجه نیز تحت اثربخشی تحریک الکتریکی مغز قرار گیرند. علاوه بر این پژوهش‌های مدون جهت شناسایی و تعیین مداخلات مؤثر انجام گیرد و نیز توصیه می‌شود در پژوهش‌های آتی، بررسی جامع‌تری از عوامل و روش‌های مؤثر بر متغیرهای پژوهش انجام شود و براساس آن مدلی طراحی شود. همچنین در تحقیقات آتی یک پیگیری یک تا دو ماهه برای ارزیابی مجدد اثربخشی تحریک الکتریکی مغز در افراد مبتلا به بیش‌فعال و نقص‌توجه صورت پذیرد.

علاوه بر این پیشنهاد می‌شود تا آموزش اصول روان‌شناختی و برگزاری کارگاه‌های آموزشی جهت بررسی متغیرهای پژوهش در افراد بیش‌فعال و نقص‌توجه انجام گیرد. همچنین فعالیت بیشتری به‌وسیله روان‌شناسان در مراکز مشاوره در توانمندسازی بیشتر افراد بیش‌فعال و نقص‌توجه انجام گیرد. لازم است با توجه به اهمیت پژوهش و تحقیق در رشد و توسعه جامعه، دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی با تدوین قوانین لازم و منطقی، شرایط آسان و سالم کار را برای محققان فراهم نمایند و پژوهش‌های بیشتری به‌ویژه در زمینه مداخلات آزمایشی انجام گیرد. به آموزش‌ها در زمینه آگاه‌سازی خانواده‌های دارای کودک مبتلا به بیش‌فعالی و نقص‌توجه اهمیت داده شود. علاوه بر این به نقش جنسیت در مطالعات بعدی توجه بیشتری گردد.

منابع

سلطانی‌نژاد، ز؛ نجاتی، و؛ اختیاری، ح. (۱۳۹۳). اثر تحریک الکتریکی مستقیم شکنج پیشانی تحتانی راست مغز بر بهبود بازداری در افراد دارای نشانگان نقص‌توجه و بیش‌فعالی. فصلنامه علمی-پژوهشی طب توانبخشی، ۴ (۲).

علیزاده، ح. (۱۳۸۶). اختلال نارسایی توجه و فزون جنبشی. ویژگی‌ها، ارزیابی و درمان. تهران: انتشارات رشد.

فرمند، آ. (۱۳۸۵). سودمندی درمان ترکیبی: برنامه گروهی فرزندپروری مثبت و دارودرمانی بر علائم و شیوه‌های تربیتی کودکان ۱۲-۳ ساله مبتلا به اختلال نقص‌توجه/ بیش‌فعالی در مقایسه با هر یک از این درمان‌ها به تنهایی. دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی. گروه روان پزشکی.

فریدمن، ر. ج؛ دویال، گانی تی. (۱۳۸۱). شیوه رفتار با کودکان و نوجوانان دچار اختلال نقص‌توجه- بیش‌فعالی. ترجمه سید جلال صدرالسادات، محمدرضا محمدی، و لیلا صدرالسادات (۱۳۸۱). تهران: انتشارات اسپند هنر.

کاکاوند، ع.(۱۳۸۵). اختلال نقص‌توجه- بیش‌فعالی(نظریه و درمان). تهران: انتشارات سرافراز.

وردی ، مینا. (۱۳۸۰). رابطه کمال‌گرایی و سرسختی روان‌شناختی با سلامت روانی و عملکرد تحصیلی در دانش آموزان دختر مرکز پیش‌دانشگاهی اهواز(پایان‌نامه کارشناسی ارشد). دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده علوم‌تربیتی و روان‌شناختی.

Bandeira, I. D., Guimarães, R. S. Q., Jagersbacher, J. G., Barretto, T. L., de Jesus-Silva, J. R., Santos, S. N., ... & Lucena, R. (2016). Transcranial Direct Current Stimulation in Children and Adolescents With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) A Pilot Study. *Journal of child neurology*, *31*(7), 918-924.

Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin, 121*, 65-94.

Breitling, C., Zaehle, T., Dannhauer, M., Bonath, B., Tegelbeckers, J., Flechtner, H. H., & Krauel, K. (2016). Improving Interference Control in ADHD Patients with Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS). *Frontiers in Cellular Neuroscience*, *10*, 72. http://doi.org/10.3389/fncel.2016.00072

Brunoni, A. R., Nitsche, M. A., Bolognini, N., Bikson, M., Wagner, T., Merabet, L., ... & Ferrucci, R. (2012). Clinical research with transcranial direct current stimulation (TDCS): challenges and future directions. *Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation, 5*(3), 175-195.

Castellanos F. X., Proal E. (2012). Large-scale brain systems in ADHD: beyond the prefrontal-striatal model. *Trends Cogn. Sci.* 16, 17–26. 10.1016/j.tics.2011.11.007.

Chang M. C., Kim D. Y., Park D. H. (2015). Enhancement of cortical excitability and lower limb motor function in patients with stroke by transcranial direct current stimulation. *Brain Stimul.* 8, 561–566. 10.1016/j.brs.2015.01.411

Cormier, E. (2008). Attention deficit/hyperactivity disorder: a review and update. *Journal of pediatric nursing*, *23*(5), 345-357.

Cosmo, C., Ferreira, C., Miranda, J. G. V., do Rosário, R. S., Baptista, A. F., Montoya, P., & de Sena, E. P. (2015). Spreading effect of TDCS in individuals with attention-deficit/hyperactivity disorder as shown by functional cortical networks: a randomized, double-blind, sham-controlled trial. *Frontiers in psychiatry*, *6*..

DaSilva, A. F., Volz, M. S., Bikson, M., & Fregni, F. (2011). Electrode positioning and montage in transcranial direct current stimulation. *Journal of visualized experiments: JoVE*, (51).

Davidson, M. a. (2008). ADHD in adults: a review of the literature. J. Atten. Disord. 11, 628–641.

Denckla, M.B. (1996). Biological correlates of learning and attention: what is relevant to learning disabilities and attention deficit hyperactivity disorder? *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, *17*, 114-119.disorder to a level comparable to healthy controls. Brain Stimul. 2014;7:793-799. doi:10.1016/j.brs.2014.07.036.

Ditye, T., Jacobson, L., Walsh, V., & Lavidor, M. (2012). Modulating behavioral inhibition by TDCS combined with cognitive training. *Experimental brain research*, *219*(3), 363-368.

Faraone, S. V., & Glatt, S. J. (2010). A comparison of the efficacy of medications for adult attention-deficit/hyperactivity disorder using meta-analysis of effect sizes. *Journal of Clinical Psychiatry*, *71*(6), 754.

Fisher, B. C. (1998). Attention deficit disorder misdiagnosis. London : CRC Press.

Fregni, F., Boggio, P. S., Nitsche, M., Bermpohl, F., Antal, A., Feredoes, E., ... & Pascual-Leone, A. (2005). Anodal transcranial direct current stimulation of prefrontal cortex enhances working memory. *Experimental brain research*,*166*(1), 23-30.

Gladwin, T. E., den Uyl, T. E., Fregni, F. F., & Wiers, R. W. (2012). Enhancement of selective attention by TDCS : interaction with interference in a Sternberg task. *Neuroscience letters*, *512*(1), 33-37.

Halperin J. M., Healey D. M. (2011). The influences of environmental enrichment, cognitive enhancement, and physical exercise on brain development: can we alter the developmental trajectory of ADHD? *Neurosci. Biobehav.Rev.* (35) 621–634.

Hart, H., Radua, J., Nakao, T., Mataix-Cols, D., & Rubia, K. (2013). Meta-analysis of functional magnetic resonance imaging studies of inhibition and attention in attention-deficit/hyperactivity disorder: exploring task-specific, stimulant medication, and age effects. *JAMA psychiatry*, *70*(2), 185-198.

Heth I., Lavidor M. (2015). Improved reading measures in adults with dyslexia following transcranial direct current stimulation treatment. *Neuropsychologia* 70, 107–113. 10.1016/j.neuropsychologia.2015.02.022

Hughes, L., & Cooper, P. (2007). Understanding and supporting children with ADHD: Strategies for teachers, parents and other professionals. London: Paul Chapman.

Kalu U. G., Sexton C. E., Loo C. K., Ebmeier K. P. (2012). Transcranial direct current stimulation in the treatment of major depression: a meta-analysis. *Psychol. Med.* 42, 1791–1800. 10.1017/S0033291711003059.

Leffa, D.T., de Souza, A., Scarabelot, V.L., Medeiros, L.F., de Oliveira, C., Grevet, E.H., Caumo, W., de Souza, D.O., Rohde, L.A.P., Torres, I.L.S. (2015). Transcranial direct current stimulation improves short-term memory in an animal model of attentiondeficit/ hyperactivity disorder. Eur. Neuropsychopharmacol.. http://dx.doi.org/10.1016/j.euroneuro.2015.11.012.

Loo, S. K., & Barkley, R. A. (2005). Clinical utility of EEG in attention deficit hyperactivity disorder. *Applied Neuropsychology*, 12, 64-76.

Lou, H.C., Henriksen, I., Bruhn, P., Bomer, H., & Nielsen, J. (1989). Striatal dysfunction in attention deficit and hyperkinetic disorder. *Archives of Neurology*, 46, 28-52.

Lubar, J. F. (2003). Neurofeedback for the management of attention deficit disorders. In M. S. Schwartz & F. Andrasik (Eds.), Biofeedback: A Practitioner's Guide (3rd ed.; pp. 409-437), New York: Guilford Press.

Lubar, J.F. (2004). *Quantitative Electroencephalographic Analysis (QEEG) Databases for Neurotherapy: Description, Validation, and Application*. Informa Healthcare press.

Lubar, J.F. , Swartwood, M.O., Swartwood, J.N, & Donnell, P.H. (1995) Evaluation of the effectiveness of EEG neurofeedback training for ADHD in a clinical setting as measured by changes in TOVA scores, behavioral ratings, and WISC-R performance.Biofeedback and Self Regulation,20,211-218.

Lubar,J.F. (1991). Discourse on the development of EEG diagnostics and biofeedback treatment for attention-deficit/hyperactivity disorders. Biofeedback and Self Regulation, 16, 201-225.

Manley, T., Ward, S., & Robertson, I. (2002). The rehabilitation of attention. In P.J. Eslinger (ed).Neuropsychological intervention: Clinicalresearch and practice. New York: Guilford Press

Mann, C., Lubar. J., Zimmerman, A., Miller, C.,and r.Muenchen, R. (1992). Quantitative analysis of EEG in boys with attention-deficit / hyperactivity disorder: A controlled study with clinical implication. Pediatric Neurology, 8, 30-36.

Mattai A., Miller R., Weisinger B., Greenstein D., Bakalar J., Tossell J., et al. (2011). Tolerability of transcranial direct current stimulation in childhood-onset schizophrenia. *Brain Stimul.* 4, 275–280. 10.1016/j.brs.2011.01.001

Mirsky, A.F., Anthony, B.J., Duncan, C.C., Ahearn, M.B., & Kellam, S.C. (1991). Analysis of the elements of attention: a neuropsychological approach. *Neuropsychology Review, 2*, 109-145.

Moliadze V., Schmanke T., Andreas S., Lyzhko E., Freitag C. M., Siniatchkin M. (2014). Stimulation intensities of transcranial direct current stimulation have to be adjusted in children and adolescents.*Clin. Neurophysiol.* 126, 1392–1399. 10.1016/j.clinph.2014.10.142.

Monastra, V. J., Monastra, D. M., & George, S. (2002). The effects of stimulant therapy , EEG biofeedback, and parenting style on the primary symptoms of attention deficit / Hyperactivity disorder. Applied Psychophysiology and Biofeedback, 27(4), 231-249.

Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2000). Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *The Journal of physiology*, *527*(3), 633-639.

Oliveira, J. F., Zanão, T. A., Valiengo, L., Lotufo, P. A., Benseñor, I. M., Fregni, F., & Brunoni, A. R. (2013). Acute working memory improvement after TDCS in antidepressant-free patients with major depressive disorder.*Neuroscience letters*, *537*, 60-64.

Prehn-Kristensen, A., Munz, M., Göder, R., Wilhelm, I., Korr, K., Vahl, W., ... & Baving, L. (2014). Transcranial oscillatory direct current stimulation during sleep improves declarative memory consolidation in children with attention-deficit/hyperactivity disorder to a level comparable to healthy controls. *Brain stimulation*, *7*(6), 793-799.

Rossiter, T. R. (2002). Neurofeedback for AD/HD: A ratio feedback case study and tutorial. *Journal of Neurotherapy*, *6*(3), 9-35.

Santosh, P. J., Sattar, S., & Canagaratnam, M. (2011). Efficacy and tolerability of pharmacotherapies for attention-deficit hyperactivity disorder in adults. *CNS drugs*, *25*(9), 737-763.

Smith, R. C., Boules, S., Mattiuz, S., Youssef, M., Tobe, R. H., Sershen, H., ... & Davis, J. M. (2015). Effects of transcranial direct current stimulation (TDCS) on cognition, symptoms, and smoking in schizophrenia: a randomized controlled study. *Schizophrenia research*, *168*(1), 260-266.

Vance, A., Silk, T., Casey, M., Rinehart, N., Bradshaw, J., Prakash, C., Bellgrove, M., & Cunnington, R. (2007). Right parietal dysfunction in children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder, combined type: an fMRI study. Molecular Psychiatry, 12(9), 826-32.

Voeller, K.K.S., & Heilman, K. (1988). Attention deficit disorder in children: A neglect syndrome? Neurology, 38, 806-808.

Zaehle, T., Sandmann, P., Thorne, J. D., Jäncke, L., & Herrmann, C. S. (2011). Transcranial direct current stimulation of the prefrontal cortex modulates working memory performance: combined behavioural and electrophysiological evidence. *BMC neuroscience*, *12*(1), 2.