

اثر بخشی تحریک الکتریکی فراقشری مغز بر بهبود سرعت پردازش شناختی توجه در

افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص توجه

* عبدالواحد نرماشیری^۱، حمیدرضا اشرفی^۲، زینب رستمی^۳، علی باقری فر^۴، گیتی همتی راد^۵

۱. دانشجوی دکتری علوم شناختی، پژوهشکده علوم شناختی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران، ۲. کارشناس ارشد روان‌شناسی، دانشگاه پیام نور مرکز فردوس، خراسان جنوبی، ایران، ۳. عضو هیئت علمی، دانشگاه جیرفت، کرمان، ایران، ۴. کارشناسی ارشد مدیریت و برنامه ریزی آموزشی، دانشکده علوم تربیتی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران، ۵. استادیار دانشگاه پیام نور، ایران.

(تاریخ وصول: ۹۶/۰۴/۱۹ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۲۳)

The Effect of Brain Electric Brain Stimulation on Improving the Cognitive Speed of Attention in People with Attention Deficit Hyperactivity Disorder

Abdolvahad Nermasheiri^{1,*}, Hamidreza Ashrafi², Zeynab Rostami³, Ali Bagherifar⁴, Sarah Hemmati⁵

1. Ph.D. Student of Cognitive Science, Cognitive Sciences Research Center, Shahid Beheshti University,

Tehran, Iran, 2. MA in Psychology, Payame Noor University, Ferdows Center, South Khorasan, Iran*, 3.

Academic Committees, Jiroft University, Kerman, Iran, 4. MA in Management and Programming, Faculty of Educational Sciences, Sistan and Baluchestan University, Zahedan, Iran, 5. Assistant Professor, Payame Noor University, Iran.

(Received: Jul. 10, 2017 - Accepted: Jan. 13, 2018)

Abstract

چکیده

Introduction: The aim of this study was to determine the effect of cerebellar direct electrical stimulation on the speed of processing in the attention of people with hyperactivity and attention deficit disorder in Tehran. **Method:** This quasi-experimental research was carried out in a pre-test and post-test with control group. The statistical population of the study consisted of all individuals with hyperactivity and attention deficit disorder between the ages of 15 and 18 years in Tehran in 1396, of which 30 were selected as sample size. From the statistical population, 30 subjects in the experimental group and 30 controls were selected by random sampling and randomly selected. For the experimental group, direct brain electric stimulation was performed. Data collection tools consisted of the Vendriota questionnaire and the computer-aided computer visual and audio performance (IVA). To analyze the data, one-variable covariance test was used. **Results:** The results of the post-intervention research showed that there is a significant difference between the experimental and control groups in the variable of attention processing speed (visual and auditory). **Conclusion:** Therefore, it can be said that direct brain electric stimulation is effective in improving the speed of attention processing in people with hyperactivity and attention deficit.

Key words: Brain transcranial direct electrical stimulation - Processing speed - Attention - People with hyperactivity and attention deficit.

مقدمه: پژوهش حاضر با هدف اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراقشری مغز بر بهبود سرعت پردازش در توجه افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص توجه شهر تهران صورت گرفته است. روش: این پژوهش شبه آزمایشی و به صورت پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل انجام شد. جامعه آماری پژوهش را کلیه افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص توجه بین سنین ۱۵ تا ۱۸ سال شهر تهران در سال ۱۳۹۶ تشکیل می‌دادند که تعداد ۳۰ نفر به عنوان حجم نمونه تعیین گردید. از جامعه آماری تعداد ۳۰ نفر در گروه آزمایش و ۳۰ نفر کنترل با روش نمونه‌گیری در دسترس و به صورت تصادفی انتخاب و گمارش شدند. برای گروه آزمایش مداخله تحریک الکتریکی مستقیم فراقشری 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 تک متغیره استفاده شد. یافته‌ها: نتایج تحقیق پس از مداخله نشان داد بین گروه‌های آزمایش و کنترل در متغیر سرعت پردازش توجه (دیداری و شنیداری) تفاوت معنی‌داری وجود دارد. نتیجه‌گیری: بنابراین می‌توان گفت تحریک الکتریکی مستقیم فراقشری مغز در بر بهبود سرعت پردازش توجه در افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص توجه مؤثر است.

کلید واژه‌ها: تحریک الکتریکی مستقیم فراقشری مغز - سرعت پردازش - توجه - افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص توجه

مقدمه

در شکل‌گیری این اختلال دارند. کارکردهای لوب پیشانی دارای ماهیت اجرایی بوده، در طرح ریزی 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 (فیشر^۵، ۱۹۹۸). شواهد حاکی از آن است که اختلال در عملکرد لوب پیشانی راست، اساس اختلال کاستی توجه 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 نارسایی توجه و بیش‌فعالی دست یافته‌اند (وانس و همکاران^۶، ۲۰۰۷؛ باراباسز و باراباسز^۷، ۱۹۹۶).

بنابراین شواهد پژوهشی متعدد حاکی از نقص در کارکردهای بازداری پاسخ، توانایی برنامه‌ریزی و سرعت پردازش افراد ADHD می‌باشد (کاستلانوس، پروال^۸، ۲۰۱۲). لذا لازم است روشی برای بهبود این علائم در افراد ADHD با کمترین عوارض و بیشترین اثربخشی به کار برده شود (ماتی و همکاران، ۲۰۱۱). تحریک الکتریکی مستقیم از روی جمجمه یک روش درمانی عصبی است که جریان مستقیم و ضعیفی را به مناطق

اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی (ADHD) یکی از شایع‌ترین اختلالات رشدی - عصبی دوران کودکی است که ویژگی‌های آن با سطوح نامناسبی از بی‌توجهی، بیش‌فعالی و تکانشگری مشخص می‌شود (انجمن روانپزشکی آمریکا^۱، ۲۰۱۳). برای تشخیص اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی نشانه‌های آن باید حداقل در دو موقعیت (خانه و مدرسه) دیده شود و در کارکرد اجتماعی، تحصیلی یا فعالیت‌های خارج درسی متناسب با رشد کودک تداخل کند (گومز و هوفتر^۲، ۲۰۱۱). پایه زیست‌شناختی اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی به طور قابل ملاحظه‌ای ناشناخته است (سلطانی نژاد، نجاتی و اختیاری، ۱۳۹۳). اما شواهدی وجود دارد که نقص کارکردهای شناختی در اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی با نابهنجاری‌های رفتاری و شناختی در ارتباط است (لومان، تریپ و چیریز^۳، ۲۰۱۰). مطالعات نشان داده است که مشکل اساسی این افراد نقص در پردازش‌های شناختی است (گلدستین و نگلیری^۴، ۲۰۰۸).

در سال‌های اخیر، متخصصان علل گوناگونی را در رابطه با اختلال کاستی توجه و بیش‌فعالی مطرح نمود (کِرک^۴ و همکاران، ۲۰۰۰). یکی از علل این اختلال که پژوهش‌های متعددی آن را تأیید می‌کنند، علل عصب شناختی و نقص در پردازش‌های شناختی است (گلدستین و نگلیری، ۲۰۰۸). این پژوهش‌ها، شواهد مشخصی در خصوص نقش لوب پیشانی

5. Fisher
6. Vance
7. Barabasz & Barabasz
8. Castellanos & Proal

1. APA
2. Luman, Tripp & Scheres
3. Goldstein & Naglieri
4. Kirk

دارودرمانی تنها در زمان اثر فعال داروها به مدت چند ساعت وجود داشته 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). علیرغم اینکه tDCS در بزرگسالان عمدتاً مورد استفاده قرار گرفته است، اما مطالعات نشان داده‌اند که این روش نیز در کودکان و نوجوانان قابل تحمل و ایمن است (کریشمن و همکاران، ۲۰۱۵؛ مولیداز و همکاران، ۲۰۱۴؛ آندرید و همکاران، ۲۰۱۴).

در مجموع، براساس مطالعات حوزه درمان اختلال ADHD، تا به امروز هیچ روش درمانی به تنهایی نتوانسته است نتایج کامل و پایداری در پی داشته باشد. لذا امروزه در فرایند درمان این اختلال، گرایش به رویکردی التقاطی و استفاده همزمان از چند روش درمانی است. نتایج دارو درمانگری‌ها نیز حاکی از ضعف این روش در بهبود همه جانبه اختلال ADHD است. با علم به ناکافی بودن روش‌های رایج در درمان اختلال ADHD، از جمله دارو درمان گریها، 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 کلی، هم اکنون این مسأله مطرح است که آیا می‌توان از این روش نوین در کنار روش‌های درمانی ثابت شده دیگری، مانند دارو درمانگری، به عنوان درمانی مکمل برای بهبود علایم روانشناختی و عصب شناختی استفاده کرد؟ لذا لازم است بررسی‌های بیشتری مبنی بر

قشری وارد و فعالیت خودانگیخته عصبی را تسهیل یا بازداری می‌کند (برونونی^۱ و همکاران، ۲۰۱۲). 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 تحریک پذیری 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 معمولاً یک آند و یک کاتد در نقاط مختلف بر روی سطح جمجمه منجر به تحریک نورونهای زیرین می‌شود (استیج و نیتچه، ۲۰۱۱) که اثرات طولانی مدت پس از پایان تحریک ایجاد می‌کند (نیتچه و پاول، ۲۰۰۱).

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)، سکنه مغزی (چانگ و همکاران، ۲۰۱۵) و نارساخوانی (هت و لاویدور، ۲۰۱۵) می‌شود. کاستینالوس و پرول (۲۰۱۲) پیشنهاد کردند tDCS همچنین می‌تواند در بهبود شدت علایم در ADHD استفاده شود. از آنجایی که 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

فعالی استفاده شد. در نهایت افرادی انتخاب شدند که در هر دو آزمون نمره بالایی کسب نمایند. افرادی که در پرسشنامه SCL-25 از نمره‌های بالایی کسب کردند و به عبارتی نشانه‌هایی از عدم سلامت عمومی روانی را نشان دهند نیز از مطالعه حذف شدند. در مجموع ۳۰ نفر وارد مطالعه شدند که هم نشانگان نقص توجه 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.

ابزارهای پژوهش

پرسشنامه وندریوتا: مربوط به سنجش عائم نقص توجه و بیش‌فعالی در دوران کودکی است که شامل ۶۱ سوال می‌باشد. با در نظر گرفتن نمرات T با فرض اینکه صفات موجود در نقص توجه و بیش‌فعالی توزیع نرمال داشته باشند؛ می‌توان گفت از لحاظ آماری، نمره آزمون وندریوتا کمتر از ۴۲ طبیعی است (معادل $t < ۶۲$) و نمره بیشتر از ۴۲ و کمتر از ۵۶ حالت حد وسط و یا مشکوک است ($t < ۷۰$) و نمره بیشتر از ۵۶ ($t > ۷۰$) بیانگر وجود نقص توجه- بیش‌فعالی در زمان کودکی فرد می‌باشد (سرامی، ۲۰۰۰).

تکلیف کامپیوتری اجرای همزمان دیداری و شنیداری (IVA): این آزمون حدوداً ۲۲ دقیقه طول می‌کشد و فرایند کل آزمون به منظور استاندارد کردن نتایج و کنترل توسط اجرای کامپیوتری تنظیم شده است. چهار بخش آزمون شامل: گرم کردن؛ تمرین؛ اجرای اصلی؛ و آرام

اثربخشی آن انجام گیرد، در همین راستا این پژوهش به دنبال پاسخ به این سؤال است که آیا tDCS قادر به بهبود سرعت پردازش توجه افراد مبتلا به ADHD می‌شود یا خیر؟

روش

روش پژوهش حاضر نیمه آزمایشی و طرح مورد استفاده در این پژوهش طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه کنترل معادل می‌باشد. طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل از دو گروه آزمودنی تشکیل شده است. جامعه آماری این پژوهش را کلیه دانش‌آموزان شهر تهران در نیمسال دوم تحصیلی ۹۵-۹۶ تشکیل دادند. جامعه آماری این پژوهش شامل دانش‌آموزان مقطع دبیرستان مراجعه کننده به مراکز مشاوره شهر تهران با تشخیص اولیه ADHD بودند. معیارهای ورود به مطالعه شامل دارا بودن نشانگان نقص توجه- بیش‌فعالی از طریق دو پرسشنامه وندریوتا و کانرز، دارا بودن سلامت عمومی روانی از طریق پرسشنامه SCL-25 فرم کوتاه SCL-90 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 در دسترس انجام شد، به گونه‌ای که پرسشنامه کانرز و پرسشنامه وندریوتا و همچنین پرسشنامه SCL-25 بر روی تعدادی از افراد اجرا شد. برای مطمئن شدن از صحت انتخاب آزمودنی‌هایی که نشانگان ADHD را دارند از دو آزمون تشخیصی وندریوتا برای بررسی علائم در دوران کودکی و آزمون کانرز برای تشخیص نشانگان

نشان داده‌اند در توجه افراد ADHD نقش دارند، جای گذاری شد، بدین ترتیب که الکتروود آنود بر روی شکنج پیشانی تحتانی راست^۱ و الکتروود کاتود در شکنج پیشانی تحتانی چپ^۲ (هارت و همکاران، ۲۰۱۳)، بر روی پیشانی براساس 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 آندود با شدت ۲ میلی آمپر به مدت ۲۰ دقیقه (کاجوئیرا^۳ و همکاران، ۲۰۱۷)، انجام شد.

روش اجرای پژوهش

این مطالعه یک مطالعه دو سو کور بود به این معنا که هم افراد شرکت کننده و هم افراد اجرا کننده از نتایج tDCS بی اطلاع بودند. اعمال تحریک طبق پروتکل ارائه شده در قسمت فوق، اجرا شد. پس از آن آزمون همزمان دیداری و شنیداری (IVA) قبل و بعد از مداخله، روی ۳۰ شرکت کننده اجرا شد و در نتیجه نمرات گروه‌ها با یکدیگر مقایسه گردید. همچنین براساس مطالعات پیشین آشکار گردید که شدت جریان و مدت زمان تحریک ذکر شده اثر سوء بر سلامتی شرکت کنندگان نخواهد داشت (نجاتی و همکاران، ۲۰۱۵). روند پژوهش به آزمودنی‌ها توضیح داده شد، فرم رضایتنامه توسط مدیر مدرسه به عنوان نماینده

شدن 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 نشاندهنده برانگیختگی و اگر به عدد هدف کمتر پاسخ دهد نشان دهنده نقص توجه است. IVA حساسیت مناسب (۹۲٪) و قدرت پیش بینی مثبت (۸۹٪) برای استفاده در سنجش ADHD در کودکان دارد (لوبار، ۲۰۰۴). درستی همزمان این آزمون توسط ارزیابی مجدد کودکانی که ADHD تشخیص داده شده بودند با ابزارهای تشخیصی دیگر نظیر آزمون متغیرهای توجه، آزمون اجرای متمادی گوردن، مقیاس توجه کودکان، و مقیاس رتبه بندی (CPRS- ADHD (39 محاسبه شد که درصد توافق در دامنه بین ۹۰ تا ۱۰۰ درصد قرار داشت (لوبار، ۲۰۰۴).

دستگاه تحریک الکتریکی مستقیم فراقشری (tDCS): تحریک مغز از روی مجموعه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی یک فناوری قدیمی است که به تازگی بازتعریف و گزارش‌هایی از کاربرد آن در طیف گسترده ای از بیماری‌های مغزی منتشر شده است. در این مطالعه از دستگاه NEUROSTIM ساخت مؤسسه علوم شناختی سینا برای تحریک مغزی استفاده شد. منبع جریان این دستگاه یک باتری ۷ ولت است، حداکثر شدت جریان ۴ میلی آمپر و حداکثر ولتاژ ۸۲ ولت به صورت DC می‌باشد. روش اعمال تحریک به گونه ای بود که پد اسفنجی 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

1. Right DLPFC
2. Left DLPFC
3. Cachoeira

عبدالواحد نماشیری و همکاران: اثر بخشی تحریک الکتریکی فرا قشری مغز بر بهبود و سرعت پردازش ...

قانونی آن‌ها امضاء شد و سپس فرآیند پژوهش آغاز شد. پیوسته پژوهش با آزمون کالموگروف - اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت که مقادیر احتمال بیانگر این مطلب هستند که توزیع تمام متغیرهای پژوهش نرمال می‌باشد. بنابراین جهت تحلیل داده‌ها باید از آزمون‌های پارامتریک استفاده کنیم.

یافته ها

میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش در جدول ۱ آمده است. نرمال بودن توزیع متغیرهای

جدول ۱. میانگین، انحراف استاندارد و آزمون کالموگروف - اسمیرنوف نمره‌های پیش آزمون، پس آزمون و پیگیری متغیرهای پژوهش در گروه‌های آزمایش و کنترل

پس آزمون			پیش آزمون				
آزمون k-S	انحراف استاندارد	میانگین	آزمون k-S	انحراف استاندارد	میانگین		
۰/۹۷	۳۷.۸۸۲۲۷	۵۷.۰۶۶۷	۰/۹۴	۳۸.۵۹۶۵۷	۴۷.۸۶۶۷	گروه آزمایش	سرعت پردازش توجه دیداری
۰/۹۸	۳۵.۱۶۶۶۸	۵۴.۸۶۶۷	۰/۹۶	۳۵.۷۷۲۰۳	۴۸.۲۶۶۷		سرعت پردازش توجه شنیداری
۰/۶۴	۳۷.۵۶۷۹۷	۴۸.۷۳۳۳	۰/۵۹	۳۵.۸۲۲۵۸	۴۸.۴۶۶۷	گروه کنترل	سرعت پردازش توجه دیداری
۰/۶۸	۳۴.۸۰۳۹۴	۴۹.۲۰۰۰	۰/۶۳	۳۵.۱۷۴۷۷	۴۸.۴۰۰۰		سرعت پردازش توجه شنیداری

نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیره

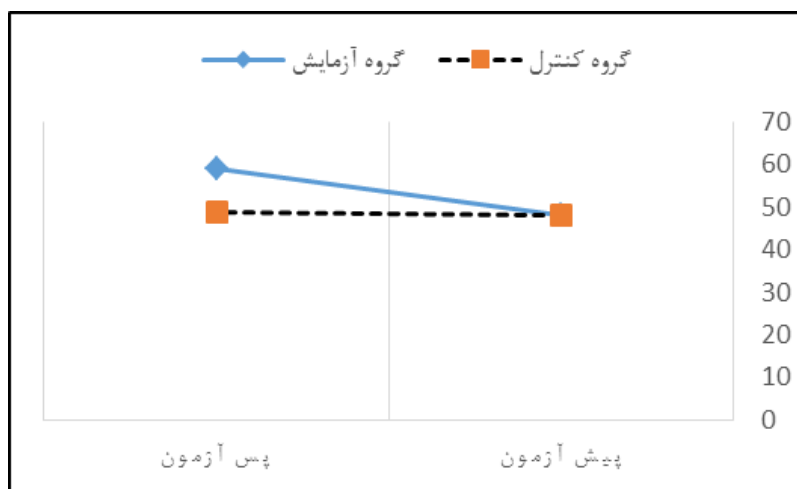
برای بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه ای مغز بر بهبود سرعت پردازش توجه دیداری در افراد دارای نشانگان نقص توجه و بیش فعالی لازم است قبل از انجام روش تحلیل کوواریانس تک متغیره مفروضه ی همگنی واریانس ها بررسی شود که آزمون لوین با مقدار $f=۲/۲۵$ (درجه ی آزادی ۱ و ۲۸) در سطح معنی داری $p=۰/۴۱$ حاکی از همگنی واریانس‌های گروه‌های مورد مقایسه بوده است.

(ANCOVA) نشان داد که با حذف اثر نمرات پیش آزمون به عنوان متغیر همراه، متغیر اثر بین گروهی (گروه گواه و آزمایش) بر میزان سرعت پردازش توجه دیداری (پس آزمون)، در سطح $p=۰/۰۰۱$ ($df_2=۲۸$) $f=۷۲/۱۱۸$ ($df_2=۱$) با اندازه اثر (نسبت مجذور اتای تفکیکی) $\eta^2=۰/۳۴$ تاثیر معنادار داشته است، به این صورت که بین میانگین نمرات پس آزمون گروهها تفاوت معنی داری وجود دارد (جدول ۵-۴).

۱۴۸

جدول ۲. نتایج تحلیل کواریانس جهت مقایسه میانگین نمرات پس آزمون تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه ای مغز بر بهبود سرعت پردازش توجه دیداری در دو گروه

منبع	مجموع مجدورات	Df	میانگین مجدورات	F	Sig	ضریب ایثا
پیش آزمون	۳۹۶۲۶.۴۵۷	۱	۳۹۶۲۶.۴۵۷	۴۷۸۹.۰۲۷	۰/۰۰۱	۰/۷۲
گروهها	۵۹۶.۷۳۲	۱	۵۹۶.۷۳۲	۷۲.۱۱۸	۰/۰۰۱	۰/۳۴
خطا	۲۲۳.۴۱۰	۲۸	۸.۲۷۴			
کل	۱۲۴۳۲۳.۰۰۰	۳۰				



نمودار ۱. مقادیر میانگین نمرات توجه دیداری در پیش آزمون و پس آزمون به تفکیک گروه آزمایش و کنترل: نمودار ۱ نشان دهنده روند افزایشی میزان سرعت پردازش توجه دیداری در گروه آزمایش در مرحله پس آزمون و مرحله پیگیری است در حالیکه گروه کنترل روند نسبتاً ثابتی را در هر سه مرحله تحقیق حفظ کرده است.

بوده است. نتایج تحلیل کواریانس تک متغیره (ANCOVA) نشان داد که با حذف اثر نمرات پیش آزمون به عنوان متغیر همراه، متغیر اثر بین گروهی (گروه گواه و آزمایش) بر میزان نشانه های سرعت پردازش توجه شنیداری (پس آزمون)، در سطح $p=0/001$ ($f=48/547$ $df_2=1$ $df_2=28$) با اندازه اثر (نسبت مجذور اتای تفکیکی) $n^2=0/48$ تأثیر معنادار داشته است. (جدول ۳).

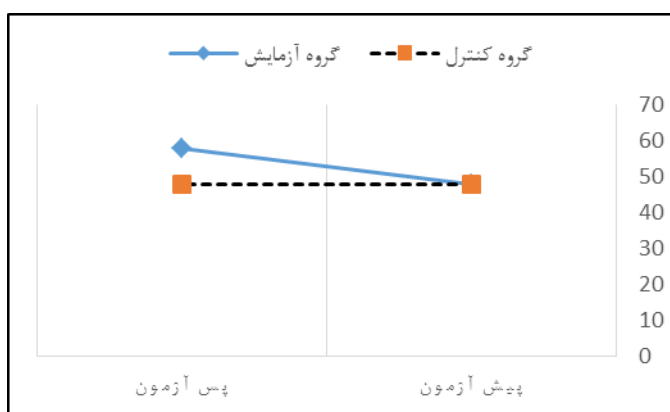
علاوه بر این برای بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه ای مغز بر بهبود سرعت پردازش توجه شنیداری در افراد دارای نشانگان نقص توجه و بیش فعالی لازم است قبل از انجام روش تحلیل کواریانس تک متغیری مفروضه همگنی واریانسها بررسی شود که آزمون لوین با مقدار $f=0/89$ (درجه ی آزادی ۱ و ۲۸) در سطح معنی داری $p=0/25$ حاکی از همگنی واریانسهای گروههای مورد مقایسه

عبدالواحد نماشیری و همکاران: اثر بخشی تحریک الکتریکی فرا قشری مغز بر بهبود و سرعت پردازش ...

جدول ۳. نتایج تحلیل کواریانس جهت مقایسه میانگین نمرات پس آزمون تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز بر

بهبود سرعت پردازش توجه شنیداری در دو گروه

منبع	مجموع مجدورات	Df	میانگین مجدورات	F	Sig	ضریب ای‌تا
پیش آزمون	۳۴۱۳۱.۹۷۲	۱	۳۴۱۳۱.۹۷۲	۶۵۷۵.۰۱۲	۰/۰۰۱	۰/۵۱
گروه‌ها	۲۵۲.۰۱۳	۱	۲۵۲.۰۱۳	۴۸.۵۴۷	۰/۰۰۱	۰/۴۸
خطا	۱۴۰.۱۶۱	۲۸	۴۸.۵۴۷			
کل	۱۱۵۷۳۷.۰۰۰	۳۰				



نمودار ۲. مقادیر میانگین نمرات سرعت پردازش توجه شنیداری نوجوانان در پیش آزمون، پس آزمون و پیگیری به تفکیک گروه آزمایش و کنترل: نمودار ۲ نشان دهنده روند افزایشی میزان سرعت پردازش توجه شنیداری در گروه آزمایش در مرحله پس آزمون و مرحله پیگیری است در حالیکه گروه کنترل روند نسبتاً ثابتی را در هر سه مرحله تحقیق حفظ کرده است.

بحث و نتیجه‌گیری

نجاتی و همکاران (۱۳۹۳)، کاسما و همکاران (۲۰۱۵)، یتیمی 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 سرعت پردازش توجه تأثیرگذار است.

کاسما و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای باعث کنترل بازداری در افراد دارای ADHD می‌گردد. علاوه بر این دیتی و همکاران (۲۰۱۲) به این نتیجه رسیدند

این مطالعه با هدف بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی فراقشری مغز بر بهبود سرعت پردازش شناختی توجه در افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص توجه انجام شد. یافته‌ها نشان داد بین گروه‌های آزمایش و کنترل در متغیر سرعت پردازش توجه (دیداری و شنیداری) افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص توجه تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بنابراین بر اساس این یافته می‌توان نتیجه گرفت تحریک الکتریکی مغز در بهبود سرعت پردازش توجه در افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص توجه موثر است. یافته‌های پژوهش حاضر همسو با نتایج تحقیقات

پیشانی مغز برای بهبود توجه تجویز شده، ممکن است اثرات بالینی دیگری نیز داشت باشد زیرا اثر تحریک نسبتاً پراکنده است. در تبیین این یافته میتوان این گونه بیان کرد که استفاده از روش‌های جدید مغزی در درمان افسردگی و سایر اختلالات روانی، موثر می‌باشد. تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) یکی از روش‌های امیدوار کننده به دلیل سهولت نسبی در استفاده، ایمنی و اثرات زیستی-عصبی پدیدار گشته 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 اغلب اثرات درمانی در مقابل عوارض جانبی سبک سنگین می‌شود. درمانی که (عوارض جانبی) سودمندی دارد به راستی خوش یمن و خوش قدم خواهد بود (ناردون و همکاران، ۲۰۱۱). حتی امکان پذیر 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 بی‌نیاز نمی‌کند (عبدالمنافی و بشارت، ۲۰۱۳). 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 و پیشگیری به کار گرفته شود.

که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه ای همراه با آموزش شناختی

باعث بهبود رفتار بازداری در افراد دارای ADHD می‌گردد. همچنین پریهن-کریستنسن و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای باعث بهبود حافظه اخباری در افراد دارای ADHD می‌گردد. علاوه بر این بندریا و همکاران (۲۰۱۶) نتیجه‌گیری کردند که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای باعث بهبود سرعت پردازش، بهبود شناسایی محرک و بهبود توانایی سوئیچینگ در فعالیت جدید و مداوم می‌گردد. همچنین بریتلینگ و همکاران (۲۰۱۶) دریافتند که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای باعث بهبود تداخل کنترل در بیماران ADHD می‌گردد.

این مشاهدات با نتایج تحقیقات کاجوئیرا و همکاران (۲۰۱۷) در افزایش عملکرد شناختی و بهبود توجه در افراد بیش فعال با tDCS هماهنگ است. تحریک آندی قشر پیش پیشانی جانبی چپ (همان منطقه‌ای که برای درمان بهبود توجه تحریک می‌شود) ارتقاء کارآیی وظایف در سرتاسر تعدادی از وظایف شناختی رفتاری - بهره برداری از سطوح بالاتر عملکردهای شناختی، مانند توجه را نشان داده است. سایر تحقیقات 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 گلاوین و همکاران (۲۰۱۲) به دوره‌های تحریک مکرر و پی در پی اشاره دارند که ممکن است بطور مفید و سودمندانه به بهبود توجه و شناخت کمک نمایند، که با نتایج این تحقیق همخوان است در واقع با درک درستی از فیزیکی tDCS قابل تصور است، تحریکی که در درجه اول در نواحی

نتیجه گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد بین گروه‌های آزمایش و کنترل در سرعت پردازش توجه (دیداری و شنیداری) افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص توجه تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بنابراین بر اساس یافته‌های این پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت تحریک الکتریکی مغز در بهبود نشانگان توجه (دیداری و شنیداری) تأثیرگذار است. 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 و پیشگیری به کار گرفته شود. بدین ترتیب، مشکل اصلی افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص با این روش قابل حل است و می‌تواند میزان کیفیت زندگی آن‌ها را افزایش دهد و آنچه که این پژوهش را با پژوهش‌های دیگر متمایز می‌کند، اعمال آن در کودکان و نوجوانان است که نشان داد این روش می‌تواند در آن‌ها جهت بهبود علایم در کودکان و نوجوانان مبتلا به ADHD نیز استفاده شود.

محدودیت‌های پژوهش

در این تحقیق، محقق با محدودیت‌هایی مواجه بود که اهم آن‌ها عبارتند از: محدود بودن جامعه آماری به افراد بیش‌فعال و نقص توجه شهر تهران بود متوسطه 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. علاوه بر این کمبود تحقیقات و پژوهش‌های مدون در حوزه موضوع پژوهش حاضر به‌ویژه در افراد بیش‌فعال و نقص توجه می‌باشند تا مشکلات

رفتاری و اجتماعی آن‌ها کاهش یابد و نیز به دلیل محدودیت زمانی امکان اجرای دوره پیگیری جهت بررسی پایداری اثربخشی آن در زندگی روزمره افراد وجود نداشت.

پیشنهاد‌های پژوهشی

توصیه 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 بیش‌فعال و نقص توجه 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 پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات آتی یک پیگیری یک تا دو ماهه برای ارزیابی مجدد اثربخشی تحریک الکتریکی مغز در افراد مبتلا به بیش‌فعال و نقص توجه صورت پذیرد.

پیشنهاد‌های کاربردی

پیشنهاد می‌شود تا آموزش اصول روان‌شناختی و برگزاری کارگاه‌های آموزشی جهت بررسی متغیرهای پژوهش در افراد بیش‌فعال و نقص توجه انجام گیرد. علاوه بر این فعالیت بیشتر روانشناسان در مراکز مشاوره در توانمندسازی بیشتر افراد بیش‌فعال و نقص توجه انجام گیرد. همچنین 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

شود. علاوه بر این به نقش جنسیت در مطالعات بعدی توجه بیشتری گردد.

در زمینه مداخلات آزمایشی انجام گیرد و نیز به آموزش ها در زمینه آگاهسازی خانواده‌های دارای کودک مبتلا به بیش فعالی و نقص توجه اهمیت داده

منابع

- فریدمن، رونالد. جی. و دویال، گانی. تی. (۱۳۸۱). شیوه رفتار با کودکان و نوجوانان دچار اختلال نقص توجه-بیش فعالی. ترجمه صدرالسادات، سید جلال، محمدی، محمدرضا و صدرالسادات، لیلا. انتشارات اسپندهنر. تهران

- کاکاوند، علیرضا (۱۳۸۵). اختلال نقص توجه- بیش فعالی (نظریه و درمان). انتشارات سرفراز. تهران.

- وردی، مینا (۱۳۸۰) «رابطه کمال گرایی و سرسختی روانشناختی با سلامت روانی و عملکرد تحصیلی در دانش آموزان دختر مرکز پیش دانشگاهی اهواز»، پایان- نامه کارشناسی ارشد روانشناسی عمومی، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده علوم تربیتی و روانشناختی.

- سلطانی نژاد، زهرا؛ نجاتی، وحید و اختیاری، حامد (۱۳۹۳). «اثر تحریک الکتریکی مستقیم شکنج پیشانی تحتانی راست مغز بر بهبود بازداری در افراد دارای نشانگان نقص توجه و بیش فعالی». فصلنامه علمی - پژوهشی طب توانبخشی، ۴(۲).

- علیزاده، حمید (۱۳۸۶). اختلال نارسایی توجه و فزون جنبشی. ویژگی ها، ارزیابی و درمان. تهران: انتشارات رشد.

- فرمند، آ (۱۳۸۵). سودمندی درمان ترکیبی: برنامه گروهی فرزند پروری مثبت و دارودرمانی، بر علائم و شیوه های تربیتی کودکان ۱۲-۳ ساله مبتلا به اختلال نقص توجه/بیش فعالی در مقایسه با هر یک از این درمانها به تنهایی. دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی. گروه روان پزشکی.

- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th Edition (DSM-5) Diagnostic Stat. Man. Ment. Disord.* 4th Ed. TR. 280, doi: 10.1176/appi.books.9780890425596.744053.

- Andrade A. C., Magnavita G. M., Allegro J. V., Neto C. E., Lucena Rde C., Fregni F. (2014). "Feasibility of transcranial direct current stimulation use in children aged 5 to 12 years". *J. Child Neurol.* 29 1360-1365. 10.1177/0883073813503710

- 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.
- Barabasz, A., & Barabasz, M. (1996). "Attention deficit hyperactivity disorder: Neurological basis and treatment alternatives". *Journal of Neurotherapy*, 1(1), 1-10.
- 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>
- Brunelin J., Mondino M., Gassab L., Haesebaert F., Gaha L., Suaud-Chagny M. F., et al. (2012). Examining transcranial direct-current stimulation (tDCS) as a treatment for hallucinations in schizophrenia". *Am. J. Psychiatry* 169 719–724. [10.1176/appi.ajp.2012.11071091](http://dx.doi.org/10.1176/appi.ajp.2012.11071091)
- 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](http://dx.doi.org/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](http://dx.doi.org/10.1016/j.brs.2015.01.411)
- Chronis A. M., Pelham W. E., Jr., Gnagy E. M., Roberts J. E., Aronoff H. R. (2003). "The impact of late-afternoon stimulant dosing for children with ADHD on parent and parent-child domains". *J. Clin. Child Adolesc. Psychol.* 32 118–126. [10.1207/S15374424JCCP3201_11](http://dx.doi.org/10.1207/S15374424JCCP3201_11)
- 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.
- Davidson, M. a., (2008). "ADHD in adults: a review of the literature". *J. Atten. Disord.* 11, 628–641. <http://dx.doi.org/10.1177/1087054707310878>.

- 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., Berman, 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.
- Goldstein, S., & Naglieri, J. A. (2008). "The school neuropsychology of ADHD: Theory, assessment, and intervention". *Psychology in the Schools*, 45(9), 859-874.
- Gomez, R., & Hafetz, N. (2011). "DSM-IV ADHD: Prevalence based on parent and teacher ratings of Malaysian primary school children". *Asian Journal of Psychiatry*, 4(1), 41-44.
- 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. 10.1016/j.neubiorev.2010.07.006
- 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 attention deficit/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.
- Luman, M., Tripp, G., & Scheres, A. (2010). "Identifying the neurobiology of altered reinforcement sensitivity in ADHD: a review and research agenda". *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 34(5), 744-754.
- 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.; Cohen L. G.; Wassermann E. M.; Priori A.; Lang N., Antal A. & et al. (2008). "Transcranial direct current stimulation: State of the art 2008". *Brain Stimul.* 1 206-223. 10.1016/j.brs.2008.06.004.

- Nitsche M. A., Paulus W. (2001). "Sustained excitability elevations induced by transcranial DC motor cortex stimulation in humans". *Neurology* 57 1899-1901. 10.1212/WNL.57.10.1899

- 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.

- Stagg C. J., Nitsche M. A. (2011). Physiological basis of transcranial direct current stimulation. *Neuroscientist* 17 37–53.
10.1177/1073858410386614

- 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.