MEJDS. 2024; 14:155.

Published online 2025 March. **Original Article**

Comparing the Effectiveness of Neurofeedback and Transcranial Brain Stimulation on the Executive Functions of Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder

Moghadasi F[1], *Taqhvaeinia A[2], Hosseini Nik SS[3]

Author Address
1. PhD Student in Psychology, Islamic Azad University, Yasouj Branch, Yasouj, Iran;
2. Associate Professor, Department of Psychology, Islamic Azad University, Yasouj Branch, Yasouj, Iran;
3. Assistant Professor, Department of Psychology, Islamic Azad University, Yasouj Branch, Yasouj, Iran.
***Corresponding Author Email:** Taghvaei.ali2@gmail.com

Received: 2024 August 20**; Accepted:** 2024 October 8

Abstract

Background & Objectives: Attention–deficit/hyperactivity disorder (ADHD) is a developmental disorder marked by persistent symptoms of inattention, hyperactivity, and impulsivity. Some people mostly have symptoms of inattention. Symptoms begin in childhood and can interfere with daily life, including social relationships and school or work performance. ADHD is well–known among children and teens, but many adults also have the disorder. Effective treatments are available to manage symptoms. Since the 1970s, numerous studies have identified impairments in executive functioning as the core cause of ADHD in adolescents. These impairments impair essential cognitive abilities for complex goal–oriented behaviors and adjusting to a range of changes and environmental demands. Several authors believed that some, but not all, children with ADHD suffer from significant impairments in several areas of executive functioning. However, other authors discuss that ADHD is fundamentally a developmental disorder that affects executive functions (EFs) in all cases. This research aimed to compare the effectiveness of neurofeedback and transcranial direct current stimulation (tDCS) on the executive functions of children with ADHD.

Methods: This study was a clinical trial of the quasi–experimental type that employed a pretest–posttest design and a control group. The present study used two experimental groups of neurofeedback (n=15) and transcranial direct current stimulation) tDCS) (n=15) and one control group (n=15). After selecting the participants in the study, the implementation steps were as follows: 1) random counting of the subjects; 2) pretest execution and data collection; 3) administration of independent variables, namely neurofeedback and cognitive behavioral therapy, twice a week, 90 minutes per session, and treatment of electrical stimulation of the brain in 15 sessions, 20 minutes in each session; and 4) posttest execution after the end of treatment and data collection. The statistical research community includes all children aged 7 to 11 with ADHD visiting the Tolou Counseling Center in Gachsaran, Iran. The sampling method was random sampling. In this method, 60 children were randomly selected after being diagnosed with ADHD and confirmed by a psychologist with a clinical interview. The research tool included clinical interviews of the subjects participating in the study based on DSM–5 diagnostic criteria for ADHD disorder, and the Behavior Rating Inventory of Executive Function) BRIEF) Parent Form (Gioia et al., 2000) was implemented. Ethical considerations included obtaining written consent from students and their parents, a shared cultural context, and voluntary participation in the study. The obtained data were analyzed using multivariate analysis of covariance and Bonferroni post hoc test. In the present study, the significance level was set at 0.05. Data analysis was performed in SPSS software version 26.

Results: The results indicated that the effect of the independent variable (neurofeedback treatments and tDCS) on the behavioral regulation skill component ($p<0.001$), the metacognitive skill component ($p<0.001$), and the total score of executive functions ($p<0.001$) was significant after removing the pretest effect. Also, the mean effects of neurofeedback and tDCS in the variable of executive functions had a significant difference ($p=0.003$). Thus, neurofeedback treatment had a greater impact on executive functions than tDCS.

Conclusions: Both neurofeedback and tDCS, with different mechanisms, help improve executive functions in children with ADHD. However, neurofeedback treatment is more effective in improving executive functions in these children.

Keywords: Neurofeedback, Transcranial direct current stimulation (tDCS), Executive functions, Attention–deficit/hyperactivity disorder.

Copyright © 2024, MEJDS. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

مجله مطالعات ناتوانی ۱۴۰۳؛ (۱۴):۱۵۵.

انتشار برخط اسفند ۱۴۰۳ مقاله پژوهشی اصیل

مقایسهٔ اثربخشی نوروفیدبک و تحریک فراجمجمه‌ای مغز بر کارکردهای اجرایی کودکان دارای اختلال کمبود توجه/بیش‌فعالی

فاطمه مقدسی[۱]، *علی تقوایی‌نیا[۲]، سیدسلیمان حسینی نیک[۳]

توضیحات نویسندگان

۱. دانشجوی دکترا روان‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یاسوج، یاسوج، ایران؛

۲. دانشیار گروه روان‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یاسوج، یاسوج، ایران؛

۳. استادیار گروه روان‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یاسوج، یاسوج، ایران.

***رایانامهٔ نویسندهٔ مسئول:** Taghvaei.ali2@gmail.com

تاریخ دریافت: ۳۰مرداد۱۴۰۳؛ **تاریخ پذیرش:** ۱۷مهر۱۴۰۳

چکیده

زمینه و هدف: از دههٔ ۱۹۷۰، در مطالعات متعددی نقص در عملکرد اجرایی به‌عنوان علت اصلی اختلال کمبود توجه/بیش‌فعالی شناسایی شده است؛ بنابراین پژوهش حاضر باهدف مقایسهٔ اثربخشی درمان‌های نوروفیدبک و تحریک فراجمجمه‌ای مغز بر کارکردهای اجرایی کودکان دارای اختلال کمبود توجه/بیش‌فعالی انجام شد.

روش‌بررسی: این مطالعه، کارآزمایی بالینی از نوع نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه گواه بود. در پژوهش حاضر دو گروه آزمایش نوروفیدبک و تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای و یک گروه گواه (هر گروه پانزده نفر) شرکت داشتند. جامعهٔ آماری پژوهش را تمامی کودکان ۷تا۱۱سالهٔ دارای اختلال بیش‌فعالی/کمبود توجه مراجعه‌کننده به مرکز مشاورهٔ طلوع در شهرستان گچساران تشکیل دادند. نمونه‌گیری به‌روش تصادفی ساده انجام گرفت. در این روش از بین مراجعه‌کنندگان دارای اختلال بیش‌فعالی/کمبود توجه (ارجاع‌شده توسط روان‌پزشک و تأیید اختلال توسط روان‌شناس ازطریق مصاحبهٔ بالینی) به‌طور تصادفی ساده (قرعه‌کشی)، ۴۵ کودک وارد پژوهش شدند. به‌منظور سنجش کارکردهای اجرایی، پرسش‌نامهٔ درجه‌بندی رفتاری کارکردهای اجرایی (بریف) فرم والدین (جیویا و همکاران، ۲۰۰۰) به‌کار رفت. تحلیل داده‌ها با روش آماری تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی بااستفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۶ در سطح معناداری ۰/۰۵ صورت گرفت.

یافته‌ها: نتایج مشخص کرد، اثر متغیر مستقل (درمان‌های نوروفیدبک و تحریک فراجمجمه‌ای) بر مؤلفهٔ مهارت تنظیم رفتار (p<۰/۰۰۱) و مؤلفهٔ مهارت فراشناختی (p<۰/۰۰۱) و نمرهٔ کل کارکردهای اجرایی (p<۰/۰۰۱) پس از حذف اثر پیش‌آزمون معنادار بود؛ همچنین میانگین درمان‌های نوروفیدبک و تحریک فراجمجمه‌ای مغز در متغیر کارکردهای اجرایی دارای اختلاف معنادار بود (p=۰/۰۰۳)؛ به‌این‌ترتیب که درمان نوروفیدبک درمقایسه با تحریک فراجمجمه‌ای مغز تأثیر بیشتری بر کارکردهای اجرایی داشت.

نتیجه‌گیری: هردو روش نوروفیدبک و تحریک فراجمجمه‌ای مغز با سازوکارهای متفاوت، به بهبود کارکردهای اجرایی کودکان با اختلال اختلال کمبود توجه/بیش‌فعالی کمک می‌کنند؛ اما درمان نوروفیدبک اثربخشی بیشتری بر بهبود کارکردهای اجرایی این کودکان دارد.

کلیدواژه‌ها: نوروفیدبک، تحریک فراجمجمه‌ای مغز، کارکردهای اجرایی، اختلال کمبود توجه/بیش‌فعالی.

حق انتشار محفوظ است © ۱۴۰۳، مجله مطالعات ناتوانی. این یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت مجوز اختیار_غیرتجاری ۴/۰ بین‌المللی (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.fa) منتشر شده است که به شما اجازه می‌دهد که مواد منتشر شده در این مقاله را با شرط ارجاع مناسب به نسخهٔ اصلی، به‌طور غیرتجاری نسخه‌برداری و توزیع کنید.

۱ مقدمه

از اختلالات بسیار شایع عصبی‌تحولی در دوران کودکی، اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی[1] است. این اختلال توجه روان‌شناسان و روان‌پزشکان را به‌خود جلب کرده است (۱) و شامل نوع عمدتاً بی‌توجه[2] و نوع عمدتاً تکانشگر[3] و نوع مرکب[4] می‌شود (۲). شیوع این اختلال در دوران کودکی و در سنین مدرسه بین ۳تا۵درصد است (۳). این اختلال، به‌صورت الگویی پایدار از بی‌توجهی یا بیش‌فعالی یا ترکیب آن دو است که میزان آن‌ها از کودکان با سطح رشد مشابه شدیدتر و شایع‌تر است؛ همچنین اختلال حداقل باید شش ماه دوام داشته باشد و سبب اشکال در عملکرد اجتماعی شود (۴). علائم بی‌توجهی و بیش‌فعالی و تکانشگری از دوران کودکی آغاز می‌شود و تا بزرگسالی ادامه پیدا می‌کند و پیامدهای جبران‌ناپذیری مثل اضطراب[5]، بزهکاری، زندانی‌شدن، مشکلات خانوادگی، طلاق و غیره به‌بار می‌آورد (۵). شیوع اختلال مذکور در طی سال‌های ۲۰۰۱تا۲۰۱۶، حدود ۹تا۱۵درصد در سراسر جهان برآورد شد (۶). پژوهشگران ژن‌هایی را کشف کرده‌اند که در ابتلای بیش‌فعالی و نقص توجه دخیل هستند. ژن‌های یادشده به رمزگشایی پروتئین‌هایی کمک می‌کنند که در ایجاد اختلال مذکور در سیستم عصبی نقش دارند. محققان ژنوم خانواده‌های متعدد دارای کودکان مبتلا به نقص توجه/بیش‌فعالی را بررسی کردند. براساس گزارش دانشمندان، ابتلا به بیش‌فعالی به‌سبب تغییراتی در ساختمان ژن‌های رمزگشایندهٔ پروتئین‌هایی ایجاد می‌شود که در انتقال پیام‌های عصبی در دستگاه عصبی دخالت دارند (۷).

در اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی، بی‌توجهی به‌صورت پرت‌شدن حواس از وظیفه یا تکلیف، نبود تمرکز، نداشتن پشتکار و نامنظم‌بودن، مشخص می‌شود که ناشی‌از لجبازی یا فقدان درک نیست. بیش‌فعالی به فعالیت حرکتی بیش‌ازاندازه درزمان نامناسب یا تحرک مفرط، پرحرفی یا تلنگرزدن، اشاره دارد. در افراد بزرگسال، بیش‌فعالی به‌شکل بی‌قراری زیاد بروز می‌کند (۸). وجود این علائم منجربه نقص‌ها و نارسایی‌های عملکردی و شناختی[6] در حیطه‌های مختلف زندگی می‌شود (۹). عملکرد شناختی ازطریق درگیرکردن فرد در فعالیت‌های شناختی، کارکردهای اجرایی[7] را ارتقا می‌بخشد (۱۰)؛ بنابراین کارکردهای اجرایی، از متغیرهایی است که در کودکان دارای اختلال کمبود توجه/بیش‌فعالی کاهش می‌یابد. اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی، اختلالی عصب‌تحولی[8] به‌شمار می‌رود که نشانهٔ اصلی آن نقص کارکردهای اجرایی است (۱۱). نظریهٔ عصب‌روان‌شناختی جدید این فرض را مطرح کرد که نشانه‌های رفتاری نقص توجه/بیش‌فعالی ممکن است به‌سبب نارسایی در کارکردهای اجرایی باشد (۱۲). میلتزر کارکردهای اجرایی را به‌مثابهٔ چتری با مجموعه‌ای از فرایندهای شناختی سطح بالا در نظر گرفت که اساس رفتار هدفمند و هدایت‌شده را تشکیل می‌دهند و نظم و عمل را تنظیم و نظارت و کنترل می‌کنند (۱۳).

درمان‌های زیادی درجهت فعال‌سازی بیشتر این ناحیه از مغز به‌کار رفته است. یکی از آن‌ها دارودرمانی بااستفاده از تجویز داروهای محرک نظیر متیل‌فنیدیت[9] است. داروی متیل‌فنیدیت با اثرات شیمیایی که دارد، موجب تحریک بیشتر این ناحیه و بالابردن سطح برانگیختگی این ناحیه از قشر مخ به‌کمک مسیرهای بیوشیمیایی می‌شود (۱۴). کاربرد سایر درمان‌های روان‌شناختی همچون نوروفیدبک[10] و تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای[11] و درمان‌های شناختی‌رفتاری[12] درجهت بهبود علائم کمبود توجه/بیش‌فعالی است؛ این درمان‌ها ازطریق تغییرات رفتاری و شناختی سبب ایجاد مسیرهای عصبی جدیدتر یا فعالیت دوبارهٔ مسیرهای بدون‌استفاده و درنهایت فعال‌سازی بیشتر این نواحی می‌شود (۱۵).

از روش‌های نسبتاً نوین در درمان نقص توجه/بیش‌فعالی می‌توان به آموزش نوروفیدبک اشاره کرد (۱۶). نوروفیدبک یکی از روش‌های مؤثر در یادگیری است (۱۷). نوروفیدبک نوعی شرطی‌سازی عامل است که به فرد آموزش می‌دهد فعالیت امواج مغزی خود را زیاد یا کم کند (۱۸). از دیگر روش‌های استفاده‌شده درراستای کمک به کودکان بیش‌فعال، تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای است. تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای، ابزاری غیرتهاجمی برای تعدیل تحریک‌پذیری قشر مغز به‌شمار می‌رود که درمقایسه با سایر تکنیک‌های تنظیم فعالیت عصبی، مقرون‌به‌صرفه و دارای کارکرد ساده است؛ همچنین کاربرد آن در درمان مشکلات و بیماری‌های عصب‌شناختی و ارتقای عملکردهای شناختی تأیید شده است (۱۹). برای اجرای این تحریک، جریانی بسیار ضعیف در قشر مغز برقرار می‌شود. ایجاد این جریان ازطریق دو الکترود لاستیکی رسانا همراه با اسفنج‌های خیس‌شده در محلول آب‌نمک یا آغشته به ژل رسانا صورت می‌گیرد (۲۰). پژوهش الماسی و همکاران نشان داد، درمان‌های نوروفیدبک و تحریک مستقیم فراجمجمه‌ای در بهبود چیرگی شناختی در کودکان دارای اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی مؤثر است (۲۱). پژوهش ارشدی و همکاران مشخص کرد، توان‌بخشی شناختی کنترل مهاری[13]، تحریک جریان مستقیم ترانسکرانیال و ترکیبی از این دو می‌تواند به‌عنوان درمانی واحد یا همراه با سایر درمان‌های روان‌شناختی برای کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی استفاده شود (۲۲).

باتوجه به مطالب بیان‌شده و اینکه درمان‌های رایج ممکن است به‌تنهایی کافی نباشد، مقایسهٔ اثربخشی درمان‌های نوروفیدبک و تحریک فراجمجمه‌ای مغز می‌تواند به‌منزلهٔ رویکردی نوین و مکمل در بهبود کارکردهای اجرایی کودکان با اختلال کمبود توجه/بیش‌فعالی مدنظر قرار گیرد. این پژوهش می‌تواند به شناسایی روش‌های مؤثرتر درمانی کمک کند و راهکارهای بهتری برای مدیریت اختلال کمبود توجه/بیش‌فعالی ارائه دهد که درنهایت به بهبود اوضاع تحصیلی،

---

1. Attention -Deficit Hyperactivity Disorder (ADHA)
2. Inattentive
3. Impulsive
4. Mixed
5. Anxiety
6. Functional and cognitive deficits
7. Executive functions
8. Neurodevelopmental Disorder
9. Methylphenidate
10. Neurofeedback
11. Transcranial direct-current stimulation (tDCS)
12. Cognitive behavioral therapies
13. Cognitive rehabilitation of inhibitory control

اجتماعی و روانی این کودکان منجر می‌شود؛ بنابراین پژوهش حاضر باهدف مقایسهٔ درمان‌های نورفیدبک و تحریک فراجمجمه‌ای مغز (tDCS) بر بهبود کارکردهای اجرایی کودکان با اختلال کمبود توجه/بیش‌فعالی انجام شد.

۲ روش‌بررسی

این مطالعه، کارآزمایی بالینی از نوع نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه گواه بود. جامعهٔ آماری پژوهش را تمامی کودکان ۷تا۱۱سالهٔ دارای اختلال بیش‌فعالی/کمبود توجه مراجعه‌کننده به مرکز مشاورهٔ طلوع در شهرستان گچساران تشکیل دادند. شیوهٔ نمونه‌گیری در پژوهش، تصادفی ساده بود. در این روش از بین مراجعه‌کنندگان دارای اختلال بیش‌فعالی/کمبود توجه (ارجاع‌شده توسط روان‌پزشک و تأیید اختلال توسط روان‌شناس ازطریق مصاحبهٔ بالینی) به‌شکل تصادفی ساده (قرعه‌کشی)، ۴۵ کودک داوطلب واجد شرایط وارد پژوهش شدند. در مطالعهٔ حاضر دو گروه آزمایش نوروفیدبک و تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای و یک گروه گواه (هر گروه پانزده نفر) شرکت داشتند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به پژوهش عبارت بود از: کودکان ۷تا۱۱ سال؛ تأیید اختلال نارسایی توجه/بیش‌فعالی کودکان توسط روان‌پزشک؛ مصرف‌نکردن داروهای روان‌پزشکی برای درمان نارسایی بیش‌فعالی مانند ریتالین و گوانفاسین و کلونیدین؛ زندگی‌کردن کودک با هردو والد؛ تمایل به شرکت والدین و کودک در جلسات آموزشی. معیارهای خروج آزمودنی‌ها از پژوهش شامل بیماری‌های مزمن و ناتوان‌کننده مانند فلج عضلانی و ناتوانی ذهنی یا تشخیص هم‌زمان اختلالات روان‌پزشکی در کودکان ازطریق مصاحبهٔ بالینی توسط روان‌پزشک، غیبت والدین در جلسات، انجام‌ندادن تکالیف تعیین‌شده و ابراز تمایل‌نداشتن، انصراف فرد از همکاری در روند تحقیق و غیبت بیش از دو جلسه بود. از ملاحظات اخلاقی، داشتن رضایت‌نامهٔ کتبی از دانش‌آموزان و اولیای آنان، بافت فرهنگی مشترک و داوطلبانه‌بودن حضور در پژوهش بود. پس از انتخاب شرکت‌کنندگان در پژوهش، مراحل اجرایی به‌ترتیب زیر بود: ۱. شمارش تصادفی آزمودنی‌ها؛ ۲. اجرای پیش‌آزمون و جمع‌آوری داده‌ها؛ ۳. اعمال متغیرهای مستقل یعنی نوروفیدبک به‌صورت هفته‌ای دوبار و هرجلسه نود دقیقه و درمان تحریک الکتریکی مغز به‌صورت پانزده جلسهٔ بیست‌دقیقه‌ای؛ ۴. اجرای پس‌آزمون بعد از پایان درمان و جمع‌آوری داده‌ها. نوروفیدبک و تحریک الکتریکی مغز هردو به‌عنوان روش‌های غیرتهاجمی برای بهبود عملکرد مغز شناخته شده‌اند؛ اما هرکدام از سازوکارهای متفاوتی برای تأثیرگذاری برخوردار هستند. روش نوروفیدبک با ارائهٔ بازخورد لحظه‌ای به فرد دربارهٔ فعالیت‌های مغزی‌اش، به وی کمک می‌کند الگوهای مغزی مطلوب‌تری را یاد بگیرد و تقویت کند. درمقابل، روش تحریک الکتریکی مغز با تحریک الکتریکی نواحی خاص مغز، می‌تواند فعالیت نورونی را تغییر دهد و به بهبود کارکردهای اجرایی کمک کند. ترکیب این دو روش، به تقویت اثرات مثبت هریک و افزایش اثربخشی کلی درمان منجر می‌شود.

درنهایت بااستفاده از تحلیل کوواریانس چندمتغیره و تک‌متغیره و آزمون تعقیبی بونفرونی داده‌ها تحلیل شد. در پژوهش حاضر سطح معناداری ۰/۰۵ بود. تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۶ انجام گرفت.

در این پژوهش ابزارهای زیر به‌کار رفت.

ـ پرسش‌نامهٔ درجه‌بندی رفتاری کارکردهای اجرایی (بریف)[1] فرم والدین: این پرسش‌نامه توسط جیویا و همکاران در سال ۲۰۰۰ طراحی شد (۲۳). پرسش‌نامه دارای دو فرم والدین و معلمان است. در پژوهش حاضر از فرم والدین استفاده شد. فرم والدین ۸۶ سؤال دارد که باتوجه به شرایط حادث‌شدن وضعیت برای کودک دارای گزینه‌های «هیچ‌وقت» و «گاهی اوقات» و «همیشه» است و به‌ترتیب از ۱تا۳ توسط والدین نمره‌گذاری می‌شود؛ به‌عبارتی رفتارهای کودک را در مدرسه یا منزل بررسی می‌کند و به‌منظور تفسیر رفتاری عملکرد اجرایی کودکان ۵تا۱۸ساله طراحی شده است (۲۳). زمان لازم برای تکمیل این فرم بین ۱۰تا۱۵ دقیقه است. جامعهٔ هدف آن شامل اختلالات رشدی و اختلالات عصبی (اختلال بیش‌فعالی همراه با نقص توجه، اختلال طیف درخودمانده، اختلال خواندن، سندرم تورت، عقب‌ماندگی ذهنی و آسیب‌های مغزی) است. پرسش‌نامهٔ حاضر متشکل از مهارت تنظیم رفتار[2] ومهارت فراشناختی[3] است. هریک از شاخص‌ها زیرمؤلفه‌هایی دارد که به‌ترتیب عبارت است از: بازداری[4]، جابه‌جایی توجه، کنترل هیجان؛ آغازگری، حافظهٔ کاری، برنامه‌ریزی[5] راهبردی، سازمان‌دهی و نظارت. درنهایت از تجمیع نمرات زیرمؤلفه‌های پژوهش نمرهٔ کل آزمون به‌دست می‌آید (۲۴). نتایج هنجاریابی پرسش‌نامهٔ درجه‌بندی رفتاری کارکردهای اجرایی در پژوهش جیویا و همکاران نشان داد، پرسش‌نامهٔ مذکور دارای پایایی خوبی است؛ به‌طوری‌که بیشترین نمرهٔ پایایی آزمون‌ـ بازآزمون برای والدین ۰/۸۲ و ضریب همسانی درونی آلفای کرونباخ ۰/۸۸ است. شواهد مربوط به روایی هم‌گرا و روایی واگرای مقیاس از بررسی همبستگی این پرسش‌نامه با مقیاس‌های دیگر کارکردهای رفتاری و هیجانی به‌دست آمد. همچنین مشخص شد، در تمایز بین کودکان و نوجوانان دارای اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی موفق عمل کرده است (۲۳). این پرسش‌نامه توسط عبدالمحمدی و همکاران در ایران هنجاریابی شد و آلفای کرونباخ محاسبه‌شده برای هشت زیرمقیاس پرسش‌نامه بین ۰/۶۸تا۰/۸۶ و آلفای کرونباخ محاسبه‌شده برای نمرهٔ کل پرسش‌نامه ۰/۹۳ بود. به‌منظور بررسی روایی پرسش‌نامه، روش تحلیل عامل تأییدی به‌کار رفت و سه مدل متفاوت پرسش‌نامهٔ بریف بااستفاده از تحلیل عامل تأییدی هدف آزمون قرار گرفت. بهترین برازش، الگوی تک‌عاملی برای پرسش‌نامهٔ حاضر است. عوامل نیز منطبق با نسخهٔ اصلی پرسش‌نامه است. نتایج نشان داد، این پرسش‌نامه اعتبار مطلوبی دارد و در تحقیقات و کارهای بالینی می‌توان به‌عنوان ابزاری معتبر از آن استفاده کرد (۲۵).

مصاحبهٔ بالینی: روان‌شناسان با آزمودنی‌های شرکت‌کننده در این مطالعه، براساس راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی ویرایش

[1]. Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF)
[2]. Behavior adjustment skill
[3]. Metacognitive skill
[4]. Inhibition
[5]. Planning

پنجم[1] برای اختلال کمبود توجه/بیش‌فعالی، مصاحبه انجام دادند و تشخیص اختلال توسط روان‌پزشک به‌تأیید رسید.

۳ یافته‌ها

جدول ۱ میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش را نشان می‌دهد.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار متغیر کارکردهای اجرایی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به‌تفکیک گروه‌های آزمایش و گواه

متغیر		موقعیت	گروه نوروفیدبک		گروه تحریک فراجمجمه‌ای		گروه گواه	
کارکردهای اجرایی	مهارت تنظیم رفتار	پیش‌آزمون	۴۵/۲۰	۶/۱۵	۴۳/۵۳	۵/۵۷	۴۴/۸۰	۸/۴۶
		پس‌آزمون	۶۹/۶۰	۱۱/۰۵	۶۳/۸۶	۱۲/۰۲	۴۵/۱۳	۸/۸۳
	مهارت فراشناختی	پیش‌آزمون	۴۶/۳۳	۷/۲۱	۴۷/۷۳	۷/۶۶	۴۸/۴۰	۹/۱۲
		پس‌آزمون	۶۹/۸۰	۶/۳۴	۶۴/۰۶	۱۱/۸۸	۴۹/۷۳	۹/۰۲
	نمرهٔ کل کارکردهای اجرایی	پیش‌آزمون	۹۱/۵۳	۱۱/۱۱	۹۲/۲۶	۱۱/۱۸	۷۸/۲۰	۱۴/۰۶
		پس‌آزمون	۱۳۴/۴۰	۱۲/۹۷	۱۲۸/۹۳	۱۶/۶۷	۷۹/۸۶	۱۴/۱۹

پیش از اجرای تحلیل‌های آماری، مفروضات روش تحلیل کوواریانس چندمتغیره بررسی شد. نتایج بررسی پیش‌فرض نرمال‌بودن با آزمون شاپیرو–ویلک مشخص کرد، متغیر کارکردهای اجرایی در هردو گروه و هردو مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون دارای توزیع نرمال بود ($p>۰/۰۵$). نتایج آزمون لون برابری واریانس گروه‌ها در متغیر کارکردهای اجرایی را نشان داد ($p>۰/۰۵$). همچنین نتایج آزمون ام‌باکس همگن‌بودن ماتریس واریانس–کوواریانس برای متغیر کارکردهای اجرایی را تأیید کرد ($p>۰/۰۵$). در بررسی شرط برابری شیب‌های رگرسیون مشخص شد، توازی شیب‌های رگرسیون برای تحلیل کوواریانس فراهم بود ($p>۰/۰۵$).

نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیره بیانگر آن بود که لامبدای ویلکز معنادار بود ($F=۷۹/۵۲$، $p<۰/۰۰۱$). نتایج مؤید آن بود که در پس‌آزمون، حداقل در یکی از متغیرهای پژوهش بین گروه‌های آزمایش و گواه با کنترل پیش‌آزمون تفاوت معناداری وجود داشت. ضریب تأثیر نشان داد، ۸۶/۴درصد تفاوت دو گروه مربوط به مداخلات نوروفیدبک و تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای بود. جدول ۲ نتایج تحلیل کوواریانس تک‌متغیره را نشان می‌دهد.

جدول ۲. نتایج تحلیل کوواریانس تک‌متغیره به‌منظور مقایسهٔ نمرات متغیر کارکردهای اجرایی و مؤلفه‌های آن در گروه‌های آزمایش و گواه

متغیر	منابع اثر	F	مقدار p	ضریب اتا	توان آزمون
مهارت تنظیم رفتار	گروه	۴۵/۲۶	<۰/۰۰۱	۰/۶۳۵	۱
	پیش‌آزمون	۸۴/۸۶	<۰/۰۰۱	۰/۶۶۱	۱
مهارت فراشناختی	گروه	۱۱۱/۸۷	<۰/۰۰۱	۰/۸۱۱	۱
	پیش‌آزمون	۲۰/۰۴	<۰/۰۰۱	۰/۲۷۴	۰/۹۹۳
نمرهٔ کل کارکردهای اجرایی	گروه	۱۴۷/۳۱	<۰/۰۰۱	۰/۸۵۰	۱
	پیش‌آزمون	۱۵/۵۹	<۰/۰۰۱	۰/۴۶۹	۱

براساس نتایج مندرج در جدول ۲، اثر متغیر مستقل (درمان‌های نوروفیدبک و تحریک فراجمجمه‌ای) بر مؤلفهٔ مهارت تنظیم رفتار ($\eta^2=۰/۶۳۵$ و$F=۴۵/۲۶$، $p<۰/۰۰۱$) و مؤلفهٔ مهارت فراشناختی ($\eta^2=۰/۸۱۱$ و$F=۱۱۱/۸۷$، $p<۰/۰۰۱$) و نمرهٔ کل کارکردهای اجرایی ($\eta^2=۰/۸۵۰$ و$F=۱۴۷/۳۱$، $p<۰/۰۰۱$) پس از حذف اثر پیش‌آزمون معنادار بود. همچنین نتایج نشان داد، نوروفیدبک قادر است درصد درخورتوجهی از تغییرات کارکردهای اجرایی و مؤلفه‌های آن را تبیین کند. مقدار توان آزمون مشخص کرد، این آزمون توانسته است با توان پذیرفتنی فرض صفر غلط را رد کند.

جدول ۳ نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی به‌منظور مقایسهٔ درمان‌های نوروفیدبک و تحریک فراجمجمه‌ای مغز در پس‌آزمون را نشان می‌دهد.

جدول ۳. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی به‌منظور مقایسهٔ درمان‌های نوروفیدبک و تحریک فراجمجمه‌ای مغز

درمان	مقایسهٔ درمان‌ها	اختلاف میانگین	خطای معیار	مقدار p
نوروفیدبک	تحریک فراجمجمه‌ای مغز	۶/۶۷	۴/۶۵	۰/۰۰۳

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد، میانگین درمان‌های نوروفیدبک و تحریک فراجمجمه‌ای مغز در متغیر کارکردهای اجرایی، اختلاف معناداری با یکدیگر داشت ($p=۰/۰۰۳$)؛ به‌این‌صورت که درمان نوروفیدبک درمقایسه با درمان تحریک فراجمجمه‌ای مغز تأثیر بیشتری

[1]. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-5)

بر کارکردهای اجرایی داشت.

۴ بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر مقایسهٔ اثربخشی نوروفیدبک و تحریک فراجمجمه‌ای مغز بر کارکردهای اجرایی کودکان دارای اختلال کمبود توجه/بیش‌فعالی بود. نتایج نشان داد، درمان نوروفیدبک درمقایسه با تحریک فراجمجمه‌ای مغز تأثیر بیشتری بر بهبود کارکردهای اجرایی داشت. در تبیین این یافته می‌توان گفت، نوروفیدبک به افراد امکان می‌دهد کنترل بهتری بر فعالیت‌های مغزی خود داشته باشند و با تمرین مستمر، الگوهای مغزی مطلوب‌تری را تقویت کنند. در درمان نوروفیدبک، افراد معمولاً به‌طور فعال در فرایند یادگیری شرکت می‌کنند و این امر می‌تواند سبب تعهد بیشتر به درمان شود (۲۶). درمقابل، تحریک فراجمجمه‌ای بیشتر به‌عنوان روشی تحریک‌کننده عمل می‌کند و ممکن است نتایج آن به‌اندازهٔ روش نوروفیدبک پایدار نباشد؛ درحالی‌که تحریک فراجمجمه‌ای، فرایندی غیرفعال‌تر است که امکان دارد انگیزهٔ کمتری را در فرد ایجاد کند (۲۷).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد، اثر متغیر مستقل (تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای) بر مؤلفهٔ مهارت تنظیم رفتار و مؤلفهٔ مهارت فراشناختی و نمرهٔ کل کارکردهای اجرایی معنادار بود. به‌علاوه نتایج نشان داد، تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای قادر است درصد درخورتوجهی از تغییرات کارکردهای اجرایی و مؤلفه‌های آن را تعیین کند. این یافته با پژوهش‌های الماسی و همکاران (۲۱) و ارشدی و همکاران (۲۲) همسوست. در تبیین این یافته می‌توان گفت، تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای با تحریک نواحی خاص مغز به تغییر فعالیت نورونی منجر می‌شود. این نواحی به‌ویژه در تنظیم رفتار و فراشناخت نقش دارد. با تحریک این نواحی، ممکن است عملکردهای مرتبط با کنترل رفتار و آگاهی شناختی بهبود یابد (۲۸). ازسوی‌دیگر اثر متغیر مستقل (درمان نوروفیدبک) بر مؤلفهٔ توجه، مؤلفهٔ تمرکز و نمرهٔ کل توجه و تمرکز معنادار بود. همچنین نتایج نشان داد، نوروفیدبک قادر است درصد درخورتوجهی از تغییرات توجه و تمرکز را تعیین کند.

در تبیین این نتایج می‌توان گفت اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه، اختلال رشدی‌عصبی در دوران کودکی است. این اختلال در بیشتر مواقع تا بزرگسالی ادامه می‌یابد و به‌طور درخورتوجهی بر عملکرد بیمار تأثیر می‌گذارد (۲۹). اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه، وضعیتی از سلامت روان است که می‌تواند باعث سطوح غیرعادی بیش‌فعالی و رفتارهای تکانشی شود. همچنین افراد مبتلا به اختلال بیش‌فعالی/کمبود توجه ممکن است در تمرکز حواس خود بر کاری واحد یا بی‌حرکت نشستن برای مدت طولانی مشکل داشته باشند. بسیاری از افراد مبتلا به اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه، بی‌توجهی و تغییرات در سطح انرژی را تجربه می‌کنند. این موضوع برای فردی مبتلا به اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه درمقایسه با افراد بدون این بیماری، به‌میزان بیشتری اتفاق می‌افتد و امکان دارد تأثیر چشمگیری بر تحصیل و کار و زندگی روزمرهٔ آن‌ها داشته باشد (۳۰)؛ به‌طورکلی در تبیین یافته‌ها می‌توان گفت، سازوکار زیربنایی روش نوروفیدبک همان نظریهٔ شرطی‌سازی عامل است؛ به‌گونه‌ای که اگر تغییر عامل محرک (دامنهٔ امواج مغزی) برمبنای قرارداد ازپیش‌تعیین‌شده یا پیامد مطلوب (حرکت تصاویر ویدیوئی با تولید صدا) همراه و تقویت شود، منجربه یادگیری خواهد شد؛ این یادگیری زمانی مؤثرتر خواهد بود که از محرک‌های ساده‌تر مانند آموزش نوروفیدبک، به‌عنوان شیء ناظر بر ارائهٔ اطلاعات به فرد پس از ابراز رفتار مدنظر استفاده می‌شود تا آنکه در آینده این اطلاعات به رخداد مجدد آن رفتار منجر شود (۳۱). آموزش نوروفیدبک درواقع تقویت سازوکارهای زیربنایی خودتنظیمی برای کارکرد مؤثر است. این سیستم با بازخورددادن به مغز دربارهٔ اینکه فرد در چند ثانیهٔ گذشته چه کارهایی انجام داده و ریتم‌های بیوالکتریکی طبیعی مغز در چه وضعیتی بوده است، مغز را برای اصلاح و تعدیل و حفظ فعالیت مناسب تشویق می‌کند؛ لذا از مغز خواسته می‌شود امواج مغزی متفاوت را با تولید بیشتر برخی از امواج و تولید کمتر برخی دیگر از امواج دست‌کاری کند؛ این امر درنهایت باعث بهبود تمرکز، طرح‌ریزی، سازمان‌دهی و حافظهٔ فعال می‌شود؛ درنتیجه با این اطلاعات فرد می‌آموزد رفتار مزبور را درجهت مطلوب تغییر دهد و این امر کارکردهای اجرایی را در کودک مبتلا به بیش‌فعالی بهبود می‌بخشد. همان‌طورکه گفته شد، یکی از کارکردهای دچار نقص در افراد مبتلا به اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه، کارکردهای اجرایی است. کارکردهای اجرایی، در زمرهٔ فعالیت‌های عالی شناختی و فراشناختی قرار دارد که مجموعه‌ای از توانایی‌های عالی شامل خودگردانی[1]، بازداری، خودآغازگری[2]، برنامه‌ریزی، انعطاف‌پذیری شناختی[3] و کنترل تکانه[4] را به‌انجام می‌رساند (۱۱). به‌طورکلی کارکردهایی نظیر بازداری، برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی، احساس و ادراک زمان، پیش‌بینی آینده، حافظهٔ کاری، زبان درونی و حل مسئله ازجمله کارکردهای اجرایی مهم‌تر عصب‌شناختی به‌شمار می‌رود (۳۲). بارکلی در نظریهٔ خود دربارهٔ اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی، به کاستی در کنترل بازداری به‌عنوان هستهٔ اصلی ازهم‌پاشیدگی فرایندهای پردازشی در کارکردهای اجرایی اختلال بیش‌فعالی و نقص توجه اشاره کرد. او معتقد بود، بازداری ازطریق بازداری رویداد غالب، ایجاد فرصت تأمل در تصمیم‌گیری برای پاسخ‌دادن یا ادامهٔ پاسخ و حفظ دورهٔ تأمل، سبب اجرای کارآمد وظایف کارکردهای اجرایی دیگری نظیر خودتنظیمی، سازمان‌دهی، حافظهٔ کاری، برنامه‌ریزی و حل مسئله می‌شود که درنهایت کارکردهای اجرایی صحیح موجب ایجاد و ساخت پاسخی کنترل‌شده و هدفمند خواهد شد (به‌نقل از ۳۳)؛ به‌عبارت‌دیگر، بازداری و چهار کارکرد اجرایی یادشده در فرایند مهم‌تر و اساسی‌تر کنترل زمان‌بندی، پایداری، انعطاف‌پذیری، پیچیدگی و ساخت اعمال حرکتی هدف‌مدار، مشارکت و دخالت دارند (۲۹). توانایی برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی نیز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین کارکردهای اجرایی و فعالیت‌های عالی مغز چه به‌لحاظ ایفای نقش در انجام فعالیت‌های روزانهٔ زندگی و چه به‌لحاظ نقش‌آفرینی در هماهنگ‌ساختن دیگر کارکردها برای رسیدن به هدف، مدنظر محققان مختلف بوده است

[1]. Self-governance
[2]. Self-initiation
[3]. Cognitive flexibility
[4]. Impulse control

(۳۴). تحریک فراجمجمه‌ای، به تغییر فعالیت در نواحی خاصی از مغز کمک می‌کند که مرتبط با کارکردهای اجرایی هستند. نواحی مانند پیش‌پیشانی که مسئولیت کارکردهای اجرایی را بر عهده دارند، می‌توانند هدف تحریک قرار گیرند. این نواحی دارای نقش کلیدی در توجه و برنامه‌ریزی و کنترل رفتار است. همچنین با تحریک این نواحی، ممکن است فعالیت مغز بهبود یابد و منجربه افزایش کارکردهای اجرایی شود (۳۵). این امر به کودکان دارای اختلال بی‌توجهی/بیش‌فعالی کمک می‌کند تمرکز بهتری داشته باشند، برنامه‌ریزی انجام دهند و رفتارهای خود را کنترل کنند.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر این بود که جامعهٔ پژوهش را فقط کودکان ۷تا۱۱ سالهٔ دارای اختلال بیش‌فعالی/کمبود توجه مراجعه‌کننده به مرکز مشاورهٔ طلوع در شهرستان گچساران تشکیل دادند؛ ازاین‌رو باید در تعمیم نتایج به سایر کودکان و گروه‌های سنی دیگر احتیاط کرد. پژوهش حاضر منحصراً در شهرستان گچساران انجام شد؛ لذا تعمیم آن به دیگر شهرهای کشور باید بااحتیاط کامل صورت گیرد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود، پژوهش حاضر در شهرها و استان‌های دیگر و با فرهنگ‌های متفاوت در مدارس مختلف انجام شود تا بتوان از این طریق قابلیت تعمیم نتایج را افزایش داد. به مربیان و معلمان این دانش‌آموزان و والدین توصیه می‌شود با آشنایی با درمان‌های مذکور و کاربرد آن، زمینهٔ افزایش عملکرد شناختی را در کودکان فراهم آورند.

۵ نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش نشان داد، هردو روش درمانی نوروفیدبک و تحریک فراجمجمه‌ای مغز به‌طور مؤثری به بهبود کارکردهای اجرایی کودکان با اختلال کمبود توجه/بیش‌فعالی کمک می‌کنند. درمان نوروفیدبک با تمرکز بر تنظیم فعالیت‌های مغزی و افزایش آگاهی خود، به کودکان این امکان را می‌دهد که کنترل بیشتری بر رفتارهای خود داشته باشند و درنتیجه، توانایی‌های شناختی و اجرایی خود را تقویت کنند. ازسوی‌دیگر، روش تحریک فراجمجمه‌ای مغز بااستفاده از جریان الکتریکی ملایم، قادر است سبب تقویت ارتباطات عصبی شود و به تسهیل عملکردهای شناختی کمک کند. براساس نتایج پژوهش، درمان نوروفیدبک درمقایسه با تحریک فراجمجمه‌ای مغز تأثیر بیشتری بر بهبود کارکردهای اجرایی کودکان با اختلال اختلال کمبود توجه/بیش‌فعالی دارد.

۶ تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند از تمامی افراد مشارکت‌کننده در پژوهش کمال تشکر و قدردانی را داشته باشند.

۷ بیانیه‌ها

تأییدیهٔ اخلاقی و رضایت‌نامه از شرکت‌کنندگان

این مقاله برگرفته از رسالهٔ دکتری نویسندهٔ اول در رشتهٔ روان‌شناسی دانشگاه آزاد یاسوج است. در پژوهش حاضر ملاحظات اخلاقی مانند اطلاع از اهداف پژوهش، رضایت آگاهانهٔ مشارکت در پژوهش، محرمانه‌ماندن اطلاعات شرکت‌کنندگان و حفظ رازداری رعایت شد.

رضایت برای انتشار

این امر غیرقابل اجرا است.

دردسترس‌بودن داده‌ها و مواد

تمامی داده‌ها و اطلاعات پژوهش ازطریق ارتباط با رایانامهٔ نویسنده دردسترس است.

تضاد منافع

این پژوهش هیچ‌گونه تضاد منافعی ندارد.

منابع مالی

پژوهش حاضر بدون هرگونه حمایت مالی سازمان خاصی، تأمین اعتبار شده است.

مشارکت نویسندگان

همهٔ نویسندگان در پیش‌نویسی و بازبینی و اصلاح پژوهش حاضر مشارکت داشتند.

References

1. Baji I, Túri A, Nagy DL, Sterczer A. Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) syndrome across ages. Developments in Health Sciences. 2024;6(2):34–8. https://doi.org/10.1556/2066.2023.00050
2. Coogan AN, Baird AL, Popa-Wagner A, Thome J. Circadian rhythms and attention deficit hyperactivity disorder: the what, the when and the why. Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry. 2016;67:74–81. https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2016.01.006
3. Poon K, Ho CSH. Risk-taking propensity and sensitivity to punishment in adolescents with attention deficit and hyperactivity disorder symptoms and/or reading disability. Res Dev Disabil. 2016;53–54:296–304. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.02.017
4. Munoz DP, Armstrong IT, Hampton KA, Moore KD. Altered control of visual fixation and saccadic eye movements in attention-deficit hyperactivity disorder. J Neurophysiol. 2003;90(1):503–14. https://doi.org/10.1152/jn.00192.2003
5. Khalife N, Kantomaa M, Glover V, Tammelin T, Laitinen J, Ebeling H, et al. Childhood attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms are risk factors for obesity and physical inactivity in adolescence. J Am Acad Child Adolesc Psychiatry. 2014;53(4):425–36. https://doi.org/10.1016/j.jaac.2014.01.009
6. Luo Y, Weibman D, Halperin JM, Li X. A review of heterogeneity in attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). Front Hum Neurosci. 2019;13:42. https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00042
7. Faraone SV, Larsson H. Genetics of attention deficit hyperactivity disorder. Mol Psychiatry. 2019;24(4):562–75. https://doi.org/10.1038/s41380-018-0070-0
8. Iverson GL, Kelshaw PM, Cook NE, Caswell SV. Middle school children with attention-deficit/hyperactivity disorder have a greater concussion history. Clin J Sport Med. 2021;31(5):438–41. https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000773
9. Lange KW, Reichl S, Lange KM, Tucha L, Tucha O. The history of attention deficit hyperactivity disorder. Atten Defic Hyperact Disord. 2010;2(4):241–55. https://doi.org/10.1007/s12402-010-0045-8
10. Fraggista C, Krouska A, Troussas C, Sgouropoulou C. Exploring the use of augmented reality in teaching history to students with attention-deficit hyperactivity disorder. In: Kabassi K, Mylonas P, Caro J; editors. Novel & intelligent digital systems:

proceedings of the 3rd international conference (NiDS 2023). Cham: Springer Nature Switzerland; 2023. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44097-7_22
11. Mahone EM, Denckla MB. Attention-deficit/hyperactivity disorder: a historical neuropsychological perspective. J Int Neuropsychol Soc. 2017;23(9–10):916–29. https://doi.org/10.1017/S1355617717000807
12. Isaac V, Lopez V, Escobar MJ. Arousal dysregulation and executive dysfunction in attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). Front Psychiatry. 2024;14:1336040. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2023.1336040
13. Meltzer L. Teaching executive functioning processes: promoting metacognition, strategy use, and effort. In: Goldstein S, Naglieri JA; editors. Handbook of executive functioning. New York, NY: Springer New York; 2014. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8106-5_25
14. Moran LV, Ongur D, Hsu J, Castro VM, Perlis RH, Schneeweiss S. Psychosis with methylphenidate or amphetamine in patients with ADHD. N Engl J Med. 2019;380(12):1128–38. https://doi.org/10.1056/NEJMoa1813751
15. Philipsen A, Graf E, Tebartz Van Elst L, Jans T, Warnke A, Hesslinger B, et al. Evaluation of the efficacy and effectiveness of a structured disorder tailored psychotherapy in ADHD in adults: study protocol of a randomized controlled multicentre trial. Atten Defic Hyperact Disord. 2010;2(4):203–12. https://doi.org/10.1007/s12402-010-0046-7
16. Gevensleben H, Holl B, Albrecht B, Schlamp D, Kratz O, Studer P, et al. Neurofeedback training in children with ADHD: 6-month follow-up of a randomised controlled trial. Eur Child Adolesc Psychiatry. 2010;19(9):715–24. https://doi.org/10.1007/s00787-010-0109-5
17. Reiner M, Gruzelier J, Bamidis PD, Auer T. The science of neurofeedback: learnability and effects. Neuroscience. 2018;378:1–10. https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2018.04.024
18. Thibault RT, Raz A. The psychology of neurofeedback: clinical intervention even if applied placebo. Am Psychol. 2017;72(7):679–88. https://doi.org/10.1037/amp0000118
19. Westwood SJ, Criaud M, Lam SL, Lukito S, Wallace-Hanlon S, Kowalczyk OS, et al. Transcranial direct current stimulation (tDCS) combined with cognitive training in adolescent boys with ADHD: a double-blind, randomised, sham-controlled trial. Psychol Med. 2021;53:1–16. https://doi.org/10.1017/S0033291721001859
20. Stagg CJ, Nitsche MA. Physiological basis of transcranial direct current stimulation. Neuroscientist. 2011;17(1):37–53. https://doi.org/10.1177/1073858410386614
21. Almasi M, Noroozi Homayoon M, Rezaei Sharif A. The effectiveness of neurofeedback therapy and transcranial direct current stimulation in cognitive dominance of children with attention deficit/hyperactivity disorder. Neuropsychology. 2021;7(25):111–30. [Persian] https://clpsy.journals.pnu.ac.ir/article_8146.html?lang=en
22. Arshadi S, Nokani M, Asgari M, Sepahvand T. The effectiveness of cognitive rehabilitation of inhibitory control transcranial direct current stimulation and combination of inhibitory control and transcranial direct current stimulation on inhibitory control and working memory in children with attention deficit disorder/hyperactivity. Journal of Research in Psychopathology. 2022;3(10):35–47. https://doi.org/10.22098/jrp.2022.10977.1108
23. Gioia GA, Isquith PK, Guy SC, Kenworthy L. Test review behavior rating inventory of executive function. Child Neuropsychol. 2000;6(3):235–8. http://dx.doi.org/10.1076/chin.6.3.235.3152
24. Memisevic H. Self-regulation in children with intellectual disability. Journal of Special Education and Rehabilitation. 2015;16(3–4):71–83. https://doi.org/10.1515/JSER-2015-0012
25. Abdolmohamadi K, Alizadeh H, Ghadiri F, Taiebli M, Fathi A. Psychometric properties of behavioral rating scale of executive functions (BRIEF) in children aged 6 to 12 years. Educational Measurement. 2016;8(30):135–51. [Persian] https://jem.atu.ac.ir/article_8699.html?lang=en
26. Marzbani H, Marateb H, Mansourian M. Methodological note: neurofeedback: a comprehensive review on system design, methodology and clinical applications. Basic and Clinical Neuroscience. 2016;7(2):143–58. https://doi.org/10.15412/J.BCN.03070208
27. Kricheldorff J, Göke K, Kiebs M, Kasten FH, Herrmann CS, Witt K, et al. Evidence of neuroplastic changes after transcranial magnetic, electric, and deep brain stimulation. Brain Sci. 2022;12(7):929. https://doi.org/10.3390/brainsci12070929
28. Oh SK, Kim GW, Yang JC, Kim SK, Kang HK, Jeong GW. Brain activation in response to visually evoked sexual arousal in male-to-female transsexuals: 3.0 tesla functional magnetic resonance imaging. Korean J Radiol. 2012;13(3):257. https://doi.org/10.3348/kjr.2012.13.3.257
29. Randall M, Egberts KJ, Samtani A, Scholten RJ, Hooft L, Livingstone N, et al. Diagnostic tests for autism spectrum disorder (ASD) in preschool children. Cochrane Database Syst Rev. 2018;2018(7). https://doi.org/10.1002/14651858.CD009044.pub2
30. Feldman HM, Reiff MI. Attention deficit–hyperactivity disorder in children and adolescents. N Engl J Med. 2014;370(9):838–46. https://doi.org/10.1056/NEJMcp1307215
31. Mohammadi Y, Bozorgkhou H, Hadavi SM, Shojaei M, Rezaei Khodadadi F, Najafi S, et al. The effectiveness of neurofeedback on the management of academic performance in students with academic failure: experimental research. Ann Med. 2023;85(6):2677–82. https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000000823
32. Barkley RA. Genetics of Childhood Disorders: XVII. ADHD, part 1: the executive functions and ADHD. J Am Acad Child Adolesc Psychiatry. 2000;39(8):1064–8. https://doi.org/10.1097/00004583-200008000-00025
33. Diamond A. Executive functions. Annu Rev Psychol. 2013;64(1):135–68. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750
34. Cristofori I, Cohen-Zimerman S, Grafman J. Executive functions. In: Vinken PJ, Bruyn GW, Klawans HL; editors. Handbook of clinical neurology. Elsevier; 2019. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-804281-6.00011-2
35. Sacco L, Ceroni M, Pacifico D, Zerboni G, Rossi S, Galati S, et al. Transcranial magnetic stimulation improves executive functioning through modulation of social cognitive networks in patients with mild cognitive impairment: preliminary results. Diagnostics. 2023;13(3):415. https://doi.org/10.3390/diagnostics13030415