Journal of Ilam University of Medical Sciences

P-ISSN: 1563-4728
E-ISSN: 2588-3135

Evaluation of Neurofeedback Exercises on Executive Performance of Cognitive Flexibility and Attention in Students with Learning Disabilities

Sargol Sheri[1], Mastooreh Sedaghat[2*], Mehrangiz Shoakazemi[3], Hojatollah Moradi[4]

[1] Dept of Counselling, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran
[2] Faculty of Counseling and Psychology, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran
[3] Dept of Women in Family Studies, Faculty of Social Sciences and Economic, Alzahra University, Tehran, Iran
[4] Dept of Counseling and Psychology, Imam Hossein University, Tehran, Iran

Article Info

Article type:
Research article

Article History:
Received: 06 February 2022
Revised: 05 March 2022
Accepted: 13 April 2022
Published Online: 23 July 2022

**** Correspondence to:***
Mastooreh Sedaghat
Dept of Counseling and Psychology, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran
Email:
Mastoorehsedaghat@yahoo.com

A B S T R A C T

Introduction: This study aimed to evaluate the impact of neurofeedback exercises on executive performance, cognitive flexibility, and attention in students with learning disabilities.

Material & Methods: In this study, a total of 30 male students with learning disabilities were referred to the Movafaghiat Clinic in Tehran, Iran, and were randomly assigned to two groups (each including 15 students). The first group (experimental group) received 16 sessions of neurofeedback training (two sessions per week) and the second group (control) did not receive any intervention. The study instruments included the Wisconsin cognitive flexibility test and the Stroop attention test. The data were analyzed using the univariate and multivariate analysis of covariance in SPSS software (version 24).
(Ethic code: IR.IAU.TNB.REC.1401.031)

Findings: The results showed that the experimental group had superiority in terms of the indicators of the Stroop Attention test and Wisconsin Cognitive Flexibility test.

Discussion & Conclusion: Based on the obtained results, neurofeedback training is effective in improving the executive functions of students with learning disabilities. Accordingly, this method can be used to improve the executive functions of these groups of students.

Keywords: Attention, Cognitive flexibility, Executive function, Learning disability neurofeedback

➢ **How to cite this paper**

Sheri S, Sedaghat M, Shoakazemi M, Moradi H. Evaluation of Neurofeedback Exercises on Executive Performance of Cognitive Flexibility and Attention in Students with Learning Disabilities. Journal of Ilam University of Medical Sciences. 2022;30(3): 62-74.

© The Author(s)
Publisher: Ilam University of Medical Sciences

مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام
JIUMS
P-ISSN: ۱۵۶۳-۴۷۲۸
E-ISSN: ۲۵۸۸-۳۱۳۵

ارزیابی تمرینات نوروفیدبک بر عملکرد اجرایی انعطاف‌پذیری شناختی و توجه در دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری

سرگل شعری[۱]، مستوره صداقت[۲*]، مهرانگیز شعاع کاظمی[۳]، حجت‌الله مرادی[۴]

[۱] گروه مشاوره، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران
[۲] گروه مشاوره و روان شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، تهران، ایران
[۳] گروه مطالعات زنان و خانواده، دانشکدهٔ علوم اجتماعی و اقتصاد، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران
[۴] گروه مشاوره و روان شناسی، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۷
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۴
تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۵/۰۱

نویسنده مسئول:
مستوره صداقت
گروه مشاوره و روان‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، تهران، ایران
Email:
Mastoorehsedaghat@yahoo.com

چکیده

مقدمه: هدف این پژوهش ارزیابی تمرینات نوروفیدبک بر عملکرد اجرایی انعطاف‌پذیری شناختی و توجه در دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری بود.

مواد و روش ها: بدین منظور، ۳۰ دانش‌آموز پسر دارای اختلال یادگیری مراجعه‌کننده به کلینیک درمانی موفقیت در تهران، به‌صورت تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری قرار گرفتند. گروه اول به‌عنوان گروه آزمایش، ۱۶ جلسه تمرین نوروفیدبک (دو جلسه در هفته) دریافت نمود و گروه دوم (شاهد) هیچ مداخله‌ای دریافت نکرد. ابزارهای پژوهش شامل آزمون‌های رایانه‌ای انعطاف‌پذیری شناختی ویسکانسین و آزمون توجه استروپ بود. داده‌های به دست آمده از پژوهش با روش تحلیل کوواریانس تک متغیره و چندمتغیره و با استفاده از نرم‌افزار SPSS vol.24 تجزیه‌وتحلیل شد.

یافته‌ها: نتایج این تحقیق نشان داد که گروه آزمایش در نشانگرهای آزمون توجه استروپ و انعطاف‌پذیری شناختی ویسکانسین برتری داشتند.

بحث و نتیجه‌گیری: با تمرکز بر یافته‌های این پژوهش، آموزش نوروفیدبک در ارتقای کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری مفید است و می‌تواند عملکرد اجرایی انعطاف‌پذیری شناختی و توجه این دانش آموزان را بهبود ببخشد.

واژه‌های کلیدی: انعطاف‌پذیری شناختی، اختلال یادگیری، توجه، عملکرد اجرایی، نوروفیدبک

استناد: شعری، سرگل؛ صداقت، مستوره؛ شعاع کاظمی، مهرانگیز؛ مرادی، حجت الله. ارزیابی تمرینات نوروفیدبک بر عملکرد اجرایی انعطاف‌پذیری شناختی و توجه در دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی ایلام، شهریور ۱۴۰۱؛۳۰(۳): ۷۴-۶۲.

CC BY NC

حق‌مؤلف © نویسندگان

مقدمه

مشکلات یادگیری، ارتباطی، آموزشی، عملکرد اجرایی و هماهنگی دیداری-حرکتی در دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری از مشکلاتی است که والدین و معلمین با آن درگیر هستند (۱). بررسی ویژگی‌های نوروسایکولوژیک، به‌ویژه هماهنگی هیجانی در سیستم لیمبیک و مدار پاپز هیپوکامپ یکی از ابعادی است که به آن توجه می شود و در توجه و انعطاف‌پذیری شناختی نقش مهمی را ایفا می‌کند (۲). کارکردهای اجرایی مجموعه‌ای از فعالیت‌های شناختی سطح بالا هستند که برای دستیابی به اهداف مدنظر استفاده می‌گردند و شامل مهارت‌هایی مانند حل مسئله، برنامه‌ریزی، بازداری و انعطاف‌پذیری شناختی می شوند (۵-۳)؛ بنابراین، عملکرد اجرایی تشکیلات بااهمیتی است که در ساماندهی و بروز رفتار، نقش تعیین‌کننده‌ای دارد و برای سازگاری و بروز اجرایی رفتار موفق در رفتارهای روزمرهٔ فرد مهم است (۶). با توجه اینکه موقعیت‌های محیط یادگیری، عملکرد اجرایی، تشکیلات منسجم و بااهمیتی هستند که به اختلال یادگیری دانش‌آموزان کمک می‌کنند تا موقعیت‌های غیرمنتظره را تشخیص دهند و به‌سرعت یادگیری منسجم و برنامه‌هایی را تجسم کنند؛ پس عملکرد اجرایی و توجه همراه با سازگاری و تاب‌آوری شناختی در یادگیری به‌ویژه در کودکان دارای اختلال یادگیری از اهمیت به سزایی برخوردار است (۷). کارکردهای اجرایی شامل نگهداری مجموعه، فعالیت‌های تغییر وضعیت، کنترل، بازداری، تجسم فضا و زمان، برنامه‌ریزی، حافظهٔ کاری، تنظیم و توجه و انعطاف‌پذیری شناختی است که با بخشهای توجه، حل مسئله و استدلال ارتباط دارد (۸). توجه و بازداری شناختی، فرایند پیشگیری و ایجاد سد از ورود داده‌های غیرمرتبط با تکلیف به حافظهٔ کاری است (۹). توجه و بازداری پاسخ توانایی سنجش محیط و موقعیت بروز رفتار را پیش از عملکرد اجرا می‌کند (۱۰). اجرای کامل کارکردهای اجرایی به ساختار و کنترل بازداری در لوب پیشانی و پیش پیشانی مغز فراگیر وابسته است (۱۱). تداوم توجه به دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری کمک می‌کند تا تداخل‌ها را کنترل نمایند و تنها به یک محرک پاسخ دهند. کنترل تداخل نوعی توجه مداوم است و شامل کارکردهای بازداری است و در تداوم و استحکام رفتار و توجه هدف‌دار در یادگیری قابل‌تأمل و مهم به نظر می‌رسد (۱۲)؛ همچنین از همبسته‌های توجه و عملکردهای اجرایی در این پژوهش، مفهوم تاب‌آوری شناختی یا انعطاف‌پذیری شناختی است. بر اساس این، هدف از انعطاف‌پذیری شناختی توانایی انتزاع و تغییر راهبردهای شناختی بر اساس تغییر در بازخوردهای یادگیری و پاسخ‌های محیطی است که مستلزم برنامه‌ریزی، جستجوی سازمان‌یافته و توانایی استفاده از بازخوردهای محیطی برای تغییر طرح‌واره‌های شناختی است (۱۳). در تحقیقی، اثربخشی نوروفیدبک بر کارکردهای اجرایی کودکان دارای اختلال یادگیری و اتستیک بررسی شد و نتایج نشان داد که کارکردهای اجرایی پس از جلسات نوروفیدبک، بهبودی فراوانی پیدا کرد (۱۴)؛ بنابراین، تمرین‌های نوروفیدبک از شیوه‌های نو و روبه گسترش برای بهبود کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری است (۱۵). ارتقای مهارت‌های خودتنظیمی از اقدامات اساسی برای بهبود عملکرد اجرایی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری است. برای توسعهٔ آرامش، مهارت‌های تمرکز و توجه، فرض اساسی نوروفیدبک این است که روش مستقیمی برای خودتنظیمی فراهم می‌کند؛ بنابراین، پژوهشگران را جذب می‌کند که تلاش نمایند عملکرد اجرایی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری را بهبود بخشند (۱۶). این پژوهش به دنبال آن است که تأثیر نوروفیدبک را بر بهبود کارکرد اجرایی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری را بررسی کند. با توجه به اینکه آموزش نوروفیدبک در بهبود کارکرد اجرایی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری از اهمیت شایسته‌ای برخوردار است، پژوهش حاضر بر آن است که به ارزیابی تمرینات

نوروفیدبک در بهبود کارکردهای اجرایی توجه و انعطاف‌پذیری شناختی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری بپردازد.

مواد و روش ها

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از لحاظ جمع‌آوری داده‌ها، از نوع پژوهش نیمه آزمایشی است. در این پژوهش، از طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه شاهد استفاده شد. جامعهٔ آماری پژوهش حاضر شامل همهٔ دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری مراجعه‌کننده به کلینیک درمانی موفقیت در تهران بود که در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ مشغول تحصیل بودند. از میان دانش‌آموزان پسر ابتدایی به‌صورت تصادفی ساده انتخاب شدند. ابتدا در کلینیک موفقیت برای اجرای پژوهش اطلاع‌رسانی گردید. فهرستی از دانش‌آموزانی تهیه شد که به علت اختلال یادگیری به کلینیک موفقیت مراجعه کرده بودند. به همین صورت، فهرستی از والدین و دانش‌آموزانی آماده گردید که به شرکت در پژوهش علاقه داشتند. درنهایت، کسانی که واجد شرایط بودند، به‌تصادف در دو گروه نوروفیدبک و گواه قرار داده شدند. با توجه به آلفای ۰/۰۵ و توان آزمون حداقل ۰/۷ و حجم اثر ۰/۶، میزان نمونه تقریباً سی نفر به‌دست آمد. معیارهای ورود به پژوهش شامل این موارد بود: داشتن معیارهای تشخیص اختلال یادگیری بر اساس ملاک‌های پنجمین راهنمای تشخیصی و اختلال آماری (DSM- 5)؛ دامنهٔ سنی شرکت‌کنندگان بین ۷ تا ۱۲ سال باشد؛ دانش‌آموز مقطع اول متوسطه (ابتدایی) و پسر باشند؛ هیچ‌کدام از شرکت‌کنندگان با نوروفیدبک آشنایی نداشته باشند؛ از هرگونه خدمات روان‌درمانی و مشاوره در زمان اجرای پژوهش و یا پیش آن استفاده نکنند و ملاک‌های خروج شامل وضعیت جسمانی نامناسب، استفاده از داروهای روان‌پزشکی، نداشتن آمادگی و رضایت کامل (والدین) برای شرکت در جلسات آموزشی بود و نیز شرکت‌کنندگانی که در ناحیهٔ جمجمه عمل جراحی انجام داده باشند و یا در دستگاه عصبی آنان مشکل خاصی وجود داشته باشد.

پس از یافتن شرکت‌کنندگان با ویژگی‌های یادشده در جامعهٔ مدنظر، همهٔ شرکت‌کنندگان با روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب و به‌صورت تصادفی، در گروه آزمایش و گواه گمارده شدند. در پژوهش حاضر نیز پانزده نفر در هر گروه و درمجموع سی نفر واجد شرایط با میانگین سنی مدنظر تعیین گردیدند و به‌صورت تصادفی در دو گروه پانزده نفرهٔ نوروفیدبک و گروه شاهد قرار گرفتند. پس از انتخاب گروه‌های نهایی پژوهش، از آزمودنی‌های دو گروه خواسته شد که در یک جلسهٔ توجیهی شرکت کنند. در این جلسه، با تشریح اهداف پژوهش تلاش گردید که انگیزه و موافقت لازم والدین دانش‌آموزان برای شرکت در پژوهش جلب شود. فرم موافقت والدین دانش‌آموزان برای همکاری در پژوهش از سوی مراجعان تکمیل گردید. در ابتدا، از همهٔ شرکت‌کنندگان گروه‌های آزمایش و گواه در جلسهٔ نخست پیش‌آزمون گرفته شد و هر دو گروه به‌وسیلهٔ آزمون‌های کارکرد اجرایی شامل آزمون‌های استروپ و ویسکانسین به شکل انفرادی ارزیابی گردیدند؛ سپس شرکت‌کنندگان گروه نوروفیدبک طی پانزده جلسه، هفت هفته و هفته‌ای دو جلسه تحت آموزش نوروفیدبک، دستورالعمل افزایش ریتم حسی- حرکتی (۱۵-۱۲)، سرکوب تتا (۷-۴) و افزایش بتا (۲۲-۱۸) در ناحیهٔ سی زد (CZ) نروسایکولوژی مغز دریافت کردند و گروه گواه هیچ مداخله‌ای دریافت نکرد و در پایان جلسات، پس‌آزمون نیز به شکل انفرادی از همهٔ آزمودنی‌ها گرفته شد. ابزارهای پژوهش عبارت‌اند از:

۱. *دستگاه نوروفیدبک:* نوروفیدبک از انواع بازخورد زیستی است که افراد از طریق آن یاد می‌گیرند امواج مغزی خود را کنترل کنند. حس‌گرهایی که الکترود نامیده می‌شوند، به سر مراجع متصل می‌گردد. امواج مغزی به آمپلی‌فایر و از آنجا به کامپیوتر منتقل می‌شود؛ سپس بازخوردهای مدنظر از طریق صفحهٔ

نمایشگر (بازخورد بینایی) و بلندگوها (بازخورد شنوایی) به فرد ارائه می‌گردد. در این حالت، مراجع با کمک آزمایشگر و ارائهٔ محرک‌های دیداری - شنیداری قادر خواهد بود امواج مغزی را دست‌کاری کند. پیش از قرارگیری الکترودها بر روی سر، پوست سر با الکل طبی و ژل نیوپرپ کاملاً تمیز می شود و الکترودها در منطقهٔ مدنظر با چسب متصل می‌گردند. دستگاه استفاده‌شده در این تحقیق، دستگاه پروکامپ دو بود.

۲. *آزمون رایانه‌ای رنگ- واژه استروپ:* ریدلی استروپ این آزمون را برای نخستین بار در سال ۱۹۳۵، به‌منظور اندازه‌گیری توجه انتخابی و بازداری پاسخ ساخت. آزمون استروپ که یکی از پرکاربردترین آزمون‌های توجه انتخابی با توجه متمرکز و بازداری پاسخ است (۱۷)، یک مدل آزمایشگاهی و به‌عنوان یک آزمون پایه برای عملکرد قطعهٔ پیشانی مغز تلقی می‌شود. در پژوهش حاضر، نوع رایانه‌ای آن استفاده گردید که مشتمل بر سه مرحلهٔ ذیل است: الف. در مرحلهٔ اول که مرحلهٔ کوشش‌های هماهنگ است، اسامی چهار رنگ اصلی با رنگ سیاه در مرکز صفحهٔ نمایشگر ظاهر می‌شود و شرکت‌کننده باید هرچه سریع‌تر بر اساس اسامی رنگ‌ها، یکی از کلیدهای آبی، قرمز، زرد و یا سبز را بر روی صفحه‌کلید فشار دهد؛ ب. در مرحلهٔ دوم اسامی چهار رنگ اصلی، هرکدام به رنگ خودشان در مرکز صفحهٔ رایانه ظاهر می‌گردد و شرکت‌کننده باید هرچه سریع‌تر کلید مطابق با هر رنگ را در صفحه‌کلید فشار دهد؛ ج. مرحلهٔ سوم، مرحلهٔ کوشش‌های ناهماهنگ یا تداخل نام دارد که اسامی چهار رنگ اصلی، هرکدام با رنگی متفاوت از رنگ خودشان بر صفحه ظاهر می شود و از شرکت‌کننده می‌خواهند تا هرچه سریع‌تر بر اساس رنگ کلمه، کلید مطابق با آن را در صفحه‌کلید فشار دهد؛ برای مثال واژهٔ قرمز با رنگ دیگری (مثلاً سبز) نوشته می‌شود و شرکت‌کننده باید به‌جای معنی کلمه، رنگ جوهر آن را تعیین کند. شاخص‌های موردسنجش در این آزمون عبارت‌اند از: دقت (تعداد پاسخ‌های صحیح) و سرعت (میانگین زمان واکنش پاسخ‌های صحیح در برابر محرک برحسب هزارم ثانیه). پایایی آزمون استروپ، به روش بازآزمایی برای هر سه کوشش، به‌ترتیب معادل ۰/۰۱، ۰/۸۳ و ۰/۹۰ به‌دست‌آمده است و بر اساس معیاری دیگر، پایایی بازآزمایی هر سه کوشش این آزمون به‌ترتیب ۰/۶، ۰/۸۳ و ۰/۹۷ گزارش‌شده است.

۳. *آزمون رایانه‌ای دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین:* این آزمون یکی از شاخص‌های اصلی تعیین عملکرد قطعهٔ پیشانی مغز است و متداول‌ترین آزمون برای ارزیابی کارکردهای اجرایی به‌شمار می‌رود (۱۸). از این آزمون به‌طور سنتی، برای بررسی کارکردهای اجرایی مغز شامل تغییر مجموعه، انعطاف‌پذیری، حل مسئله، شکل‌گیری مفهوم و توانایی غلبه بر گرایش به تکرار و در جا زدن استفاده می‌شود. علاوه بر این، آزمون یادشده به‌عنوان ارزیابی‌کنندهٔ میزان انتقال پاسخ نیز به کار می رود (۱۱). در پژوهش حاضر، نوع رایانه‌ای آزمون ویسکانسین استفاده شد. آزمون یادشده ۶۴ کارت نامتشابه دارد. نمرات ذیل از این آزمون به‌دست می‌آید: ۱. تعداد پاسخ‌های صحیح، ۲. نمرهٔ خطای در جاماندگی: وقتی مشاهده می‌شود که پاسخ‌دهنده علی رغم تغییر اصل از سوی آزمایشگر، بر اساس اصل پیشین به طبقه‌بندی خود ادامه می‌دهد و یا اینکه بر پایهٔ یک گمان نادرست، به دسته‌بندی کارت‌ها اقدام کند و علی رغم دریافت بازخورد غلط، به پاسخ نادرست خود اصرار ورزد. ۳. تعداد طبقات: به تعداد دسته‌بندی‌های صحیح بر اساس سه اصل رنگ، شکل و تعداد اطلاق می‌گردد و از صفر تا سه در نوسان است. اعتبار این آزمون برای سنجش نارسایی‌های شناختی پس از آسیب‌های مغزی بیش از ۰/۸۶ گزارش‌شده است.

یافته ها

برای سنجش و ارزیابی تمرین‌های نوروفیدبک بر توجه و انعطاف‌پذیری شناختی، از آماره‌های توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) و آمار استنباطی شامل

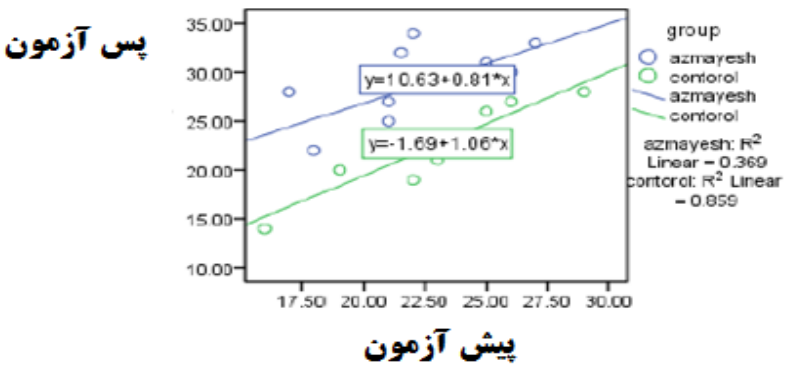
جدول شمارهٔ ۱. دستورالعمل تمرین‌های نوروفیدبک

جلسه	مدت‌زمان جلسه	محتوای جلسه
اول	۴۵ دقیقه	در جلسهٔ اول، ارتباط میان دستگاه نوروفیدبک، هماهنگی و پذیرش شناختی دانش‌آموزان، کامپیوتر و صفحه‌نمایش تشریح گردید و شرکت کنندگان راهنمایی می‌شدند تا به کمک آرمیدگی، تکلیف مدنظر را با موفقیت انجام دهند. تلاش‌های موفق مراجع با تشویق کلامی همراه می‌شد.
دوم تا شانزدهم	۳۰ دقیقه	در هر جلسهٔ آموزشی، مراجع در صندلی راحتی می‌نشست. در ۱۵ دقیقهٔ اول، مراجع با چشمان باز پویانمایی‌ها را مشاهده می‌کرد و به او گفته می‌شد که تمرکز کند تا پویانمایی حرکت نماید. فیدبک دیداری در قالب طرح‌ها و بازی‌های مختلف ارائه گردید؛ سپس در ۱۵ دقیقهٔ بعدی، از بازی قایق استفاده شد. در این قسمت از فیدبک های دیداری - شنیداری بازی قایق استفاده گردید.

تحلیل کوواریانس تک متغیره و چندمتغیره استفاده گردید. دستورالعمل تمرین‌های نوروفیدبک در جدول شمارهٔ ۱ نشان داده‌شده است. یافته‌های توصیفی تأثیر نوروفیدبک بر توجه و انعطاف‌پذیری شناختی به شرح زیر ارائه گشته است. با توجه به آزمودنی‌ها مشخص گردید که حدود ۵۰ درصد پاسخ‌دهندگان (۱۵ نفر) در محدودهٔ سنی ۹-۷ سال و ۵۰ درصد پاسخ‌دهندگان (۱۵ نفر) در محدودهٔ سنی ۱۰-۹ سال، قرار دارند. در ادامه، جدول فراوانی (تعداد و درصد) و نمودار وضعیت سنی پاسخ‌دهندگان مشخص گردیده است.

خطی بودن رابطهٔ متغیر وابسته و متغیر همراه: در این مطالعه متغیر وابسته پس‌آزمون است که می‌بایست با پیش‌آزمون (متغیر همراه) رابطهٔ خطی داشته باشد. با توجه به شکل شمارهٔ ۱ و خطوط رگرسیون مشاهده می‌گردد که رابطهٔ خطی میان متغیرها در گروها برقرار است. برای تعیین تفاوت نمرات متغیرهای زمان آزمایش واکنش همخوان و زمان پاسخ واکنش همخوان در دو گروه، از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیره استفاده شد. پیش از اجرای آزمون، مفروضه‌های آن بررسی گردید. نتایج آزمون باکس برای یکسانی ماتریس کوواریانس نشان داد که این مفروضه برقرار نیست (Box's M=17/013، F=5/653، P=0/001). پیش‌شرط دیگر برابری واریانس‌های خطاست. نتایج آزمون لون نشان داد، در متغیر زمان آزمایش واکنش همخوان (F=0/864، P>0/05) و متغیر زمان پاسخ واکنش همخوان (F=0/385، P>0/05) این پیش‌شرط برقرار است؛ بنابراین، نتایج مانکوا نشان داد که تفاوت گروه معنادار است (F=3/94، P<0/029، ۰/۸۱۶=لامبدای ویلکز). برای بررسی الگوهای تفاوت، از تحلیل کوواریانس تک‌متغیره به شرح زیر استفاده شد (جدول شمارهٔ ۲).

نتایج جدول شمارهٔ ۳ نشان می‌دهد که میان نمرات زمان آزمایش واکنش همخوان و زمان پاسخ واکنش



شکل شمارهٔ ۱. پراکنش متغیرهای وابسته به تفکیک گروه آزمایش و کنترل

جدول شمارهٔ ۲. نتایج آثار بین آزمودنی‌ها روی نمرات متغیرهای پژوهش در دو گروه

متغیرها		مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	F	Sig	اندازه اثر
زمان آزمایش	تجربی	۱۲۴۳/۷۶	۱	۱۲۴۳/۷۶	۶/۴۳۲	۰/۰۲۳	۰/۱۲۱
واکنش همخوان	گواه	۱۶۵۴/۳۴	۱	۱۶۵۴/۳۴	۹/۴۱۱	۰/۰۱۱	۰/۱۱۳
زمان پاسخ	تجربی	۱۹۴۰۳/۵۶	۱	۱۹۴۰۳/۵۶	۵/۴۵۵	۰/۰۳۱	۰/۱۱۹
واکنش همخوان	گواه	۲۱۲۳/۸۷	۱	۲۱۲۳/۸۷	۹/۸۷۷	۰/۰۱۱	۰/۱۱۰

همخوان در دو گروه افراد، تفاوت معنی‌داری در سطح P<0.05 وجود دارد. به‌منظور بررسی تفاوت نمرات متغیرهای زمان آزمایش واکنش ناهمخوان و زمان پاسخ واکنش ناهمخوان در دو گروه، از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیری مانکوا استفاده گردید. نتایج آزمون باکس برای یکسانی ماتریس کوواریانس نشان داد که این مفروضه برقرار نیست (P=0.009، F=3.858، Box's M=12.273). پیش‌شرط دیگر برابری واریانس‌های خطاست. نتایج آزمون لون نشان داد، در متغیر زمان آزمایش واکنش ناهمخوان (P>0.05، F=0.116) و زمان پاسخ واکنش ناهمخوان (P>0.05، F=0.193) پیش‌شرط برقرار است؛ بنابراین، نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیره نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار در دو گروه بود (P<0.05، F=4.88، ۰/۷۸۲=لامبدای ویلکز). برای بررسی الگوهای تفاوت از تحلیل کوواریانس تک‌متغیره به شرح زیر استفاده شد (جدول شمارهٔ ۳).

نتایج جدول شمارهٔ ۳ نشان می‌دهد که میان نمرات زمان آزمایش واکنش ناهمخوان و زمان پاسخ واکنش ناهمخوان در دو گروه افراد، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد؛ به این معنی که این دو متغیر در تحلیل کوواریانس چندمتغیره و به‌صورت کلی معنی‌دار بودند؛ اما هرکدام از آن‌ها به‌صورت جداگانه، در تحلیل تک‌متغیره معنی‌دار نبود. افزون بر آن، به‌منظور بررسی تفاوت نمرات متغیرهای نمرهٔ تداخل آزمون و زمان تداخل آزمون در دو گروه، از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیره استفاده گردید. نتایج آزمون باکس برای یکسانی ماتریس کوواریانس نشان داد که این مفروضه برقرار نیست (P<0.001، F=5.353 و Box's M=۱۷/۰۳۱). پیش‌شرط دیگر برابری واریانس‌های خطاست. نتایج آزمون لون نشان داد در متغیر نمرهٔ تداخل آزمون (P<0.05، F=11.630) این پیش‌شرط برقرار نیست؛ اما در زمان تداخل آزمون (P>0.05، F=1.899) این پیش‌شرط برقرار است. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیره بیانگر معنی‌دار نبودن در دو گروه بود. به‌منظور بررسی تفاوت نمرات متغیرهای تعداد خطاهای واکنش همخوان و تعداد صحیح‌های واکنش همخوان در دو گروه، از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیره استفاده شد. نتایج آزمون باکس برای یکسانی ماتریس کوواریانس‌ها نشان داد که این مفروضه برقرار نیست (P=0.0001، F=26.802 و

جدول شمارهٔ ۳. نتایج آثار بین آزمودنی‌ها روی نمرات متغیرهای پژوهش در دو گروه

متغیرها		مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	F	Sig	اندازه اثر
زمان آزمایش	تجربی	۱۲۳۶/۷۲۴	۱	۱۲۳۶/۷۲۴	۳/۶۳۲	۰/۰۵۸	۰/۰۹۵
واکنش همخوان	گواه	۹۸۷۵/۹۴۳	۱	۹۸۷۵/۹۴۳	۱/۵۵۷	۰/۰۴۵	۰/۰۸۷
زمان پاسخ	تجربی	۱۴۴۳۷/۵۲۱	۱	۱۴۴۳۷/۵۲۱	۳/۱۰۵	۰/۰۸۲	۰/۰۷۴
واکنش همخوان	گواه	۷۶۴۴/۸۷۵۴	۱	۷۶۴۴/۸۷۵۴	۱/۲۳۴	۰/۰۲۱	۰/۰۸۲

جدول شمارهٔ ٤. نتایج آثار بین آزمودنی‌ها روی نمرات متغیرهای پژوهش

متغیرها	مجموع مجذورات	Df	میانگین مجذورات	F	Sig	اندازهٔ اثر
تعداد خطاهای واکنش همخوان	۲۵/۶۵۴	۱	۲۵/۶۵۴	۲/۴۵۲	۰/۱۰۲	–
تعداد صحیح‌های واکنش همخوان	۷۴۴/۹۳۲	۱	۷۴۴/۹۳۲	۱۸/۲۳۱	۰/۰۰۰۵	۰/۳۲۳

Box's M=85.270)؛ بنابراین، از شاخص اثر پیلای به‌عنوان شاخص چندمتغیره استفاده گردید (P<0.001، F=9.656، ۰/۳۵۶=اثر پیلایی). برای بررسی الگوهای تفاوت از تحلیل کوواریانس تک متغیره به شرح جدول شمارهٔ ۴ استفاده شد. نتایج جدول شمارهٔ ۴ نشان می‌دهد که میان نمرات تعداد صحیح‌های واکنش همخوان در دو گروه افراد تفاوت معناداری (P<0.001) وجود دارد، این در حالی بود که در متغیر تعداد خطاهای واکنش همخوان تفاوت وجود نداشت. به‌منظور بررسی تفاوت نمرات متغیرهای تعداد خطاهای واکنش ناهمخوان و تعداد صحیح‌های واکنش ناهمخوان در دو گروه، از تحلیل کوواریانس چندمتغیره استفاده شد. نتایج آزمون باکس برای یکسانی ماتریس کوواریانس نشان داد که این مفروضه برقرار نیست (P<0.001، F=25.934 و Box's M=82.535)؛ بنابراین، از شاخص اثر پیلای به‌عنوان شاخص چندمتغیره استفاده گردید (P<0.001، F=9.260، ۰/۳۴۶=اثر پیلایی). نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیره نشان از تفاوت معنی‌دار دو گروه داشت. برای بررسی الگوهای تفاوت از تحلیل کوواریانس تک‌متغیره به شرح زیر استفاده شد (جدول شمارهٔ ۵).نتایج جدول شمارهٔ ۵ نشان می‌دهد که میان نمرات تعداد صحیح‌های واکنش ناهمخوان در دو گروه افراد تفاوت (P<0.001) وجود دارد، این در حالی بود که در متغیر تعداد خطاهای واکنش ناهمخوان در دو گروه، این تفاوت معنی‌دار نبود. به‌منظور بررسی تفاوت نمرات متغیرهای آزمون ویسکانسین (تعداد طبقات، خطای در جاماندگی، پاسخ‌های درست، پاسخ‌های نادرست و تعداد کوشش‌ها برای تکمیل الگوی اول) در دو گروه، از تحلیل کوواریانس چندمتغیره استفاده شد. نتایج آزمون باکس برای یکسانی ماتریس کوواریانس‌ها نشان داد که این مفروضه برقرار نیست (P<0.001، F=3.669 و Box's M =۶۴/۲۱۰)؛ بنابراین، از شاخص اثر پیلای به‌عنوان شاخص چندمتغیره استفاده گردید (P<0.01، F=4.530، ۰/۵۶۱=اثر لامبدای ویلکز). برای بررسی الگوهای تفاوت در هرکدام از متغیرهای وابسته، از تحلیل کوواریانس تک‌متغیره به شرح زیر استفاده شد (جدول شمارهٔ ۶).نتایج جدول شمارهٔ ۷ نشان می‌دهد که میان نمرات همهٔ متغیرها به‌استثنای متغیر پاسخ‌های درست، در دو گروه افراد تفاوت وجود دارد.

با توجه به جدول شمارهٔ ۷، آمارهٔ F برای مؤلفهٔ توجه و مهارت‌های بازداری (۱۸/۷۰) در سطح ۰/۰۲، انعطاف‌پذیری (۱۶/۹۸) در سطح ۰/۰۳ درصد و مهارت‌های بازداری در سطح ۰/۰۲ معنادار است. این یافته‌ها نشانگر آن هستند که میان گروه‌ها در این مؤلفه‌ها تفاوت معناداری وجود دارد. نتایج بررسی میانگین‌ها نشان می‌دهد که گروه تجربی نسبت به گروه گواه، میانگین بیشتری داشتند. با توجه به این یافته‌ها می‌توان

جدول شمارهٔ ۵. نتایج آثار بین آزمودنی‌ها روی نمرات متغیرهای پژوهش در دو گروه

متغیرها	مجموع مجذورات	Df	میانگین مجذورات	F	Sig	اندازه اثر
تعداد خطاهای واکنش ناهمخوان	۵۸/۵۴۶	۱	۵۸/۵۴۶	۳/۲۱۱	۰/۰۸۱	–
تعداد صحیح‌های واکنش ناهمخوان	۶۷۷/۳۲۱	۱	۶۷۷/۳۲۱	۱۷/۱۵۶	۰/۰۰۰۵	۰/۳۱۱

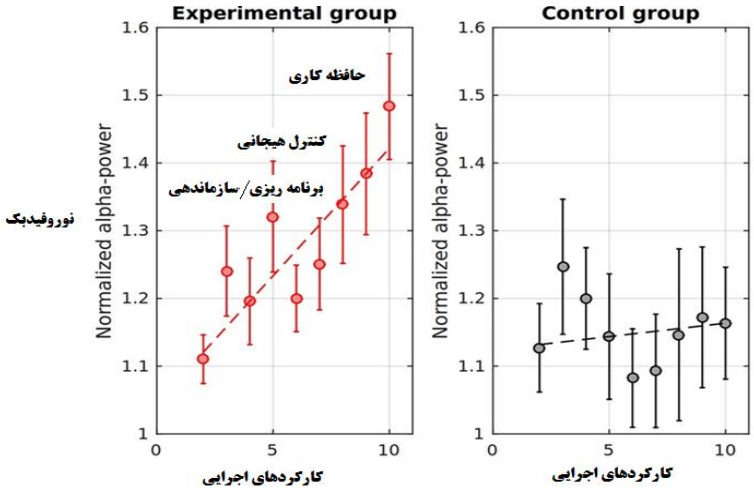
جدول شمارهٔ ٦. نتایج آثار بین آزمودنی‌ها روی نمرات متغیرهای پژوهش در دو گروه

متغیرها	مجموع مجذورات	Df	میانگین مجذورات	F	معناداری	اندازهٔ اثر
تعداد طبقات	۹/۱۷۸	۱	۹/۱۷۸	۱۲/۲۳۴	۰/۰۰۲	۰/۲۴۷
خطای درجاماندگی	۶۱/۴۵۵	۱	۶۱/۴۵۵	۱۸/۲۴۵	۰/۰۰۰۵	۰/۳۲۲
پاسخ‌های درست	۲/۳۴۴	۱	۲/۳۴۴	۰/۰۸۸	۰/۶۴۲	–
پاسخ‌های نادرست	۵۱۳/۴۶۶	۱	۵۱۳/۴۶۶	۱۸/۰۲۳	۰/۰۰۰۵	۰/۲۳۶
تعداد کوشش‌ها برای تکمیل الگوی اول	۳۱/۲۸۹	۱	۳۱/۲۸۹	۵/۴۵۳	۰/۰۱۶	۰/۱۷۷

جدول شمارهٔ ۷. نتایج تحلیل واریانس تفاوت گروه تجربی و گواه تأثیر نوروفیدبک بر کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری

مؤلفه	گروه	میانگین	تفاوت میانگین	خطای استاندارد	F	P	اندازهٔ اثر
توجه و مهارت‌های بازداری	تجربی	۲۶/۳	۲/۸۸	۰/۶۶	۱۸/۷۰	۰/۰۲	۰/۴۵
	گواه	۳۲/۵۶					
انعطاف‌پذیری	تجربی	۲۸/۷	۴/۳۵	۱/۱۵	۱۶/۹۸	۰/۰۳	۰/۳۳
	گواه	۳۲/۲۱					
کنترل هیجانی	تجربی	۵۴/۸۷	۹/۴۳	۰/۶۹	۹/۳۳	۰/۰۱	۰/۴۱
	گواه	۶۵/۳۷					
آغازگری	تجربی	۶۸/۳۹	۸/۷۹	۰/۸۲	۱۲/۱۸	۰/۰۱	۰/۳۲
	گواه	۵۹/۶					
حافظهٔ کاری	تجربی	۲۸/۷	۹/۷۸	۱/۱۵	۱۷/۳۱	۰/۰۲	۰/۳۸
	گواه	۲۵/۱۱					
برنامه‌ریزی/سازمان‌دهی	تجربی	۵۴/۲۲	۸/۴۳	۰/۶۹	۱۷/۳۳	۰/۰۱	۰/۳۹

گفت که تمرینات نوروفیدبک موجب بهبود کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری، به‌ویژه در توجه و مهارت‌های بازداری و انعطاف‌پذیری می‌شود (شکل شمارهٔ ۲).



شکل شمارهٔ ۲. بیانگر این است که تمرین نوروفیدبک بیشترین تأثیر را در کارکردهای اجرایی بر مؤلفهٔ توجه و مهارت‌های بازداری (۱۸/۷۰) در سطح ۰/۰۲، انعطاف‌پذیری (۱۶/۹۸) در سطح ۰/۰۱ درصد داشته است. این یافته‌ها بیانگر آن هستند که میان گروه‌ها در این مؤلفه‌ها تفاوت معناداری وجود دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف اثربخشی آموزش نوروفیدبک در بهبود کارکردهای اجرایی توجه و انعطاف‌پذیری شناختی در دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری انجام شد. یافته‌های پژوهش نشان داد که میان دو گروه نوروفیدبک و گواه در آزمون توجه استروپ، تفاوت معناداری وجود دارد؛ یعنی آزمودنی‌هایی که تحت آموزش نوروفیدبک بوده‌اند، نسبت به افرادی که تحت تأثیر آموزش نوروفیدبک نبوده‌اند، عملکرد بهتری در آزمون توجه استروپ در پس‌آزمون از خود نشان داده‌اند و این یافته با نتایج تحقیقات پیشین نیز همخوانی دارد (۲۲-۱۹).

مطابق پژوهش‌های گذشته، امواج با ریتم افزایشی حسی- حرکتی، باعث بهبود توجه و بازداری و تقویت پردازش و تمرکز در آرامش، ایجاد انعطاف‌پذیری شناختی میان محیط و یادگیری در دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری می‌گردد. توجه حاصل تعامل نواحی مختلف مغز است و هیچ منطقهٔ خاصی در مغز وجود ندارد که به‌تنهایی مسئول کارکردهای توجه باشد (۲۳)؛ بنابراین می‌توان گفت که آموزش نوروفیدبک باعث بهبود ارتقای کارکرد توجه می‌شود؛ همچنین نوروفیدبک در تنظیم فعالیت‌های کورتکس، بهبود توجه و هوش، پیشرفت در حیطه‌های شناختی و رفتاری اثربخش بوده است (۲۴). نتایج مطالعهٔ دیگری نشان داد که نوروفیدبک، پردازش توجه و دقت، در آزمون حافظهٔ کاری نقش مؤثری داشته است (۲۵). ارتباط میان امواج مغزی و عملکردهای شناختی نشان داده‌شده‌اند. آموزش افزایش ریتم حسی- حرکتی با تمرکز، عملکرد یادآوری، حافظه و کاهش خطا ارتباط دارد؛ همچنین آموزش کاهش تتا با بهبود تمرکز و توانایی توجه متمرکز مرتبط است (۲۶). نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های گذشته همسو است و در تبیین این نتایج می‌توان گفت که نظریات کنترل حرکتی و یادگیری حرکتی، در اختلالاتی که در آن‌ها نقایص مرتبط با ادراک دیداری - حرکتی وجود دارد، درگیری بیزال گانگلیا، مخچه و لوب پیشانی را پیشنهاد می‌کنند که به نظر می‌رسد، بازی‌درمانی شناختی - رفتاری بر این نواحی تأثیر می‌گذارد؛ زیرا بازی به‌عنوان یک فعالیت منحصربه‌فرد، نیازمند دریافت اطلاعات از دستگاه بینایی است که با تشخیص شیء و تعیین محل در فضا ارتباط دارد و در ارتباط تنگاتنگ با ادراک حرکتی است (۲۳). عملکرد مغز و تمرینات حرکتی (پاریاد) مناطقی از پیشانی و قشر آهیانهٔ مغز که مخصوص فعالیت‌های شناختی است، در آنان فعال می‌شود. هرچه آمادگی بدنی فرد بیشتر باشد، مزیت‌های بیشتری برای عملکردهای شناختی ایجاد می‌شود؛ بنابراین، ارتباط میان فعالیت بدنی منظم و تحول مغز، به‌ویژه در ناحیهٔ پیش‌پیشانی قشر مغز را تأیید کرده‌اند (۲۷). بر اساس تحقیقات لینگام، هرچه اکسیژن بیشتری به سطح مدار پاپز هیپوکامپ مغز برسد، میزان جاگیری اطلاعات در حافظه بیشتر خواهد بود و خون اکسیژن‌دار عامل این تغییرات در مغز است؛ بنابراین، فعالیت‌های ورزشی می‌تواند این راهبرد را بیشتر تشدید کند (۲۸). بر اساس این، تمرین‌های ادراکی-حرکتی در ترکیب با بازخورد و به‌ویژه بازخورد خودکنترل، در مقایسه با تمرین صرف می‌تواند سبب عملکرد بهتر هماهنگی حرکتی و زمان واکنش در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی شود (۱). یکی از ابعاد موردتوجه، بررسی ویژگی‌های نوروسایکولوژیک، به‌ویژه هماهنگی هیجانی در سیستم لیمبیک و مدار پاپز هیپوکامپ است که در حافظه نقش مهمی را ایفا می‌کند و در این کودکان قابل‌توجه و برجسته است (۲۹). برخی از مطالعات بیانگر آن است که مهارت‌های حرکتی کودکان مبتلا به اختلال عملکرد اجرایی و هماهنگی دیداری حرکتی در دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری، ضعیف‌تر از همسالان طبیعی‌شان است (۴)؛ بنابراین، این کودکان در درک، پردازش و استفاده از اطلاعات حس حرکت مشکل دارند. علل فراوانی را برای پیدایش اختلالات حرکتی ذکر کرده‌اند که می‌توان به تولد زودرس، نابهنجاری‌های مادرزادی

مغز، ضربه‌های پیش از تولد و اختلال‌های سوخت‌وساز، مسمومیت‌ها، عفونت‌ها و کنشوری تیروئیدی مادر اشاره نمود (۳۰). کارکردهای اجرایی مجموعه‌ای از فعالیت‌های شناختی سطح بالا هستند که برای دستیابی به اهداف مدنظر استفاده می‌شوند و شامل مهارت‌هایی مانند حل مسئله، برنامه‌ریزی، بازداری و انعطاف‌پذیری ذهنی‌اند (۳۱). نوروفیدبک به دنبال آن است که به افراد آموزش دهد واکنش امواج مغزی خود را نسبت به محرک‌ها بهنجار کنند. از نوروفیدبک می‌توان برای تحریک یا تنظیم فعالیت مغزی استفاده کرد؛ همچنین نوروفیدبک برای افراد سالم نیز به کار می‌رود (۳۲). نوروفیدبک باعث بالا رفتن ظرفیت حافظهٔ کاری، دقت و توجه می‌شود. در تحقیقات گذشته، اثربخشی نوروفیدبک بر کارکردهای اجرایی کودکان اتستیک بررسی شد و نتایج نشان داد که کارکردهای اجرایی پس از جلسات نوروفیدبک، بهبودی چشمگیری پیدا کرد (۳۳، ۲۵).

میان دو گروه در آزمون انعطاف‌پذیری شناختی ویسکانسین، تفاوت معناداری وجود دارد؛ یعنی آزمودنی‌هایی که تحت آموزش نوروفیدبک بوده‌اند، نسبت به افرادی که تحت تأثیر آموزش نوروفیدبک نبوده‌اند، عملکرد بهتری در آزمون انعطاف‌پذیری شناختی ویسکانسین در پس‌آزمون از خود نشان داده‌اند. شرکت‌کنندگان در گروه نوروفیدبک به‌طور معنی‌داری، در طبقات بیشتری موفقیت به‌دست آوردند و نسبت به گروه کنترل، خطاهای درجاماندگی کمتری مرتکب می‌شدند؛ همچنین نسبت به گروه کنترل، به تلاش کمتری جهت رسیدن برای تکمیل الگوی اول نیاز دارند. علاوه بر این، پاسخ‌های نادرست گروه نوروفیدبک به‌طور معنی‌داری، با گروه کنترل تفاوت داشت. بنا بر یافته‌های این پژوهش، تمرینات نوروفیدبک در بهبود انعطاف‌پذیری شناختی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری مؤثر است و در مقایسه با گروه کنترل، اثر سودمندی دارد؛ بنابراین یافته‌های پژوهش حاضر، تأثیر آموزش نوروفیدبک بر انعطاف‌پذیری شناختی را تأیید کرد. ازآنجا که در جستجوی منابع، هیچ گزارشی در رابطه با تأثیر نوروفیدبک بر انعطاف‌پذیری شناختی به‌دست نیامد، نتایج تحقیق حاضر در رابطه با تأثیر نوروفیدبک بر انعطاف‌پذیری شناختی منحصربه‌فرد است. به‌طورکلی، آموزش نوروفیدبک بر دیدگاه خوب یا بد بودن وضعیت مغزی و یا موج خاص بنا نهاده نشده، بلکه بر مفهوم انعطاف‌پذیری و اختصاصی شدن امواج مغزی استوار است؛ بنابراین، روش نوروفیدبک به‌عنوان شیوهٔ ناظر بر ارائهٔ اطلاعات به فرد کمک می‌کند تا در آینده رفتار مناسب نشان دهد؛ درنتیجه، با این اطلاعات آزمودنی یاد می‌گیرد تا رفتار مناسب را در جهت مطلوب تغییر دهد که این امور باعث افزایش توجه و انعطاف‌پذیری شناختی می‌شوند. انعطاف‌پذیری مخصوصاً به قشر پیشانی وابسته است (۳۴) و یکی از فرایندهای اساسی کارکردهای اجرایی است. توانایی توجه و تغییر توجه به لوب فرونتال ارتباط داده‌شده است. با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر و مطالعات پیشین می‌توان گفت که نوروفیدبک تمرین مؤثری برای افزایش عملکرد و بهبود کارکردهای اجرایی است.

پژوهش حاضر محدودیت‌هایی مانند مشکلات اجرا، گران و وقت‌گیر بودن اجرا و کمبود نیروی متخصص در این زمینه داشت؛ همچنین پژوهش‌های داخلی که تاکنون در ارتباط با اثربخشی نوروفیدبک بر اختلالات مختلف چون افسردگی، اضطراب، بیش فعالی و... انجام‌شده است، توجهی به کاستی‌های شناختی و به‌ویژه کارکردهای اجرایی نداشته‌اند که درواقع، به‌عنوان هستهٔ اصلی یادگیری مطرح می‌شوند. پیشنهاد می‌گردد در آینده، از دختر و پسر به‌طور هم‌زمان در پژوهش‌های جدید استفاده شود؛ همچنین با توجه به اهمیت نوروفیدبک و نقش آن در بهبود کارکردهای اجرایی جمعیت بالینی و غیر بالینی پیشنهاد می‌شود از آموزش نوروفیدبک در بهبود کارکرد اجرایی همهٔ دانش‌آموزان، سایر افراد و گروه‌های سنی مختلف

استفاده گردد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همهٔ مسئولین کلینیک مشاورهٔ موفقیت و نیز اولیا و مراجعین محترم که در این پژوهش ما را یاری کردند، صمیمانه سپاس گزاریم.

تعارض منافع

همه نویسندگان اعلام می کنند که هیچ تضاد منافعی ندارند.

کد اخلاق: IR.IAU.TNB.REC.1401.031

References

1. Graham HR, Minhas RS, Paxton G. Learning Problems in Children of Refugee Background: A Systematic Review. Pediatrics 2016;137.doi: 10.1542/peds.2015-3994
2. Willcutt EG, Doyle AE, Nigg JT, Faraone SV, Pennington BF. Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. Biol Psychiatry 2005; 57:1336-46. doi: 10.1016/j.biopsych.2005.02.006
3. Dajani DR, Uddin LQ. Demystifying cognitive flexibility: Implications for clinical and developmental neuroscience. Trends Neurosci 2015;38:571-8. doi: 10.1016/j.tins.2015.07.003
4. Latzman RD, Elkovitch N, Young J, Clark LA. The contribution of executive functioning to academic achievement among male adolescents. J Clin Exp Neuropsychol 2010;32:455-62. doi: 10.1080/13803390903164363
5. Liira H. Managing functional disorders: opportunities and threats. Scand J Prim Health Care 2020;38:1-2. doi: 10.1080/02813432.2020.1718304
6. Enriquez-Geppert S, Smit D, Pimenta MG, Arns M. Neurofeedback as a Treatment Intervention in ADHD: Current Evidence and Practice. Curr Psychiatry Rep 2019;21:46.doi: 10.1007/s11920-019-1021-4
7. Mary A, Slama H, Mousty P, Massat I, Capiau T, Drabs V, et al. Executive and attentional contributions to Theory of Mind deficit in attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). Child Neuropsychol 2016;22:345-65.doi: 10.1080/09297049.2015.1012491
8. Bays PM. Noise in neural populations accounts for errors in working memory. J Neurosci 2014;34:3632-45.doi: 10.1523/JNEUROSCI.3204-13.2014
9. Langarita-Llorente R, Gracia-Garcia P. Neuropsychology of generalized anxiety disorders: a systematic review. Rev Neurol 2019;69:59-67.doi: 10.33588/rn.6902.2018371
10. Moll K, Kunze S, Neuhoff N, Bruder J, Schulte-Körne G. Specific learning disorder: prevalence and gender differences. PloS one. 2014; 9:e103537.doi: 10.1371/journal.pone.0103537
11. Thibault RT, MacPherson A, Lifshitz M, Roth RR, Raz A. Neurofeedback with fMRI: A critical systematic review. Neuroimage. 2018;172:786-807.doi: 10.1016/j.neuroimage.2017.12.071
12. Vernon D, Egner T, Cooper N, Compton T, Neilands C, Sheri A, et al. The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance. Int J Psychophysiol 2003;47:75-85.doi: 10.1016/s0167-8760(02)00091-0
13. Ortega LA, Tracy BA, Gould TJ, Parikh V. Effects of chronic low-and high-dose nicotine on cognitive flexibility in C57BL/6J mice. Behav Brain Res 2013;238:134-45. doi: 10.1016/j.bbr.2012.10.032
14. Coben R, Linden M, Myers TE. Neurofeedback for autistic spectrum disorder: a review of the literature. Appl Psychophysiol Biofeedback 2010;35:83-105.doi: 10.1007/s10484-009-9117-y
15. Banerjee S, Argáez C. CADTH Rapid Response Reports. Neurofeedback and Biofeedback for Mood and Anxiety Disorders: A Review of Clinical Effectiveness and Guidelines. Ottawa (ON): Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health. Copyright © 2017 Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health.; 2017. PMID: 30299634
16. Medina JA, Netto TL, Muszkat M, Medina AC, Botter D, Orbetelli R, et al. Exercise impact on sustained attention of ADHD children, methylphenidate effects. Atten Defic Hyperact Disord 2010;2:49-58.doi: 10.1007/s12402-009-0018-y
17. Chan RC, Chen EY, Law C. Specific executive dysfunction in patients with first-episode medication-naive schizophrenia. Schizophr Res 2006;82:51-64.doi: 10.1016/j.schres.2005.09.020
18. Rahimi C, Hashemi R, Mohamadi N. The utility of the wisconsin card sorting test in differential diagnosis of cognitive disorders in Iranian psychiatric patients and healthy subjects. Iran J Psychiatry 2011;6:99-105.
19. Balconi M, Crivelli D, Angioletti L. Efficacy of a Neurofeedback Training on Attention and Driving Performance: Physiological and Behavioral Measures. Front Neurosci 2019;13:996.doi: 10.3389/fnins.2019.00996
20. Beauregard M, Lévesque J. Functional magnetic resonance imaging investigation of the effects of neurofeedback training on the neural bases of selective attention and response inhibition in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. Appl Psychophysiol Biofeedback 2006; 31:3-20.doi: 10.1007/s10484-006-9001-y
21. Bielas J, Michalczyk Ł. Beta Neurofeedback Training Improves Attentional Control in the Elderly. Psychol Rep 2021;124:54-69.doi: 10.1177/0033294119900348
22. Lévesque J, Beauregard M, Mensour B. Effect of neurofeedback training on the neural substrates of

selective attention in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: a functional magnetic resonance imaging study. Neurosci Lett 2006;394:216-21.doi: 10.1016/j.neulet.2005.10.100
23. Albaret JM, Chaix Y. Neurobiological bases and neurophysiological correlates of developmental coordination disorders. Neurophysiol Clin 2012;42:11-7.doi: 10.1016/j.neucli.2011.07.001
24. Dentz A, Guay MC, Parent V, Romo L. Working Memory Training for Adults With ADHD. J Atten Disord 2020;24 :918-27.doi: 10.1177/1087054717723987
25. Egner T, Gruzelier JH. EEG biofeedback of low beta band components: frequency-specific effects on variables of attention and event-related brain potentials. Clin Neurophysiol 2004;115:131-9.doi : 10.1016/s1388-2457(03)00353-5
26. Wang JR, Hsieh S. Neurofeedback training improves attention and working memory performance. Clin Neurophysiol 2013;124:2406-20. doi : 10.1016/j.clinph.2013.05.020
27. Bidzan-Bluma I, Lipowska M. Physical Activity and Cognitive Functioning of Children: A Systematic Review. Int J Environ Res Public Health 2018;15.doi: 10.3390/ijerph15040800
28. Zhang L, So KF. Exercise, spinogenesis and cognitive functions. Int Rev Neurobiol 2019;147:323-60. doi: 10.1016/bs.irn.2019.07.005
29. Quevedo K, Liu G, Teoh JY, Ghosh S, Zeffiro T, Ahrweiler N, et al. Neurofeedback and neuroplasticity of visual self-processing in depressed and healthy adolescents: A preliminary study. Dev Cogn Neurosci 2019;40:100707. doi: 10.1016/j.dcn.2019.100707
30. Sitaram R, Ros T, Stoeckel L, Haller S, Scharnowski F, Lewis-Peacock J, et al. Closed-loop brain training: the science of neurofeedback. Nat Rev Neurosci 2017;18:86-100. doi: 10.1038/nrn.2016.164
31. Cheng ST. Cognitive Reserve and the Prevention of Dementia: the Role of Physical and Cognitive Activities. Curr Psychiatry Rep 2016;18 :85. doi: 10.1007/s11920-016-0721-2
32. Marzbani H, Marateb HR, Mansourian M. Neurofeedback: A Comprehensive Review on System Design, Methodology and Clinical Applications. Basic Clin Neurosci 2016;7:143-58. doi: 10.15412/J.BCN.03070208
33. Aslam AR, Altaf MAB. An On-Chip Processor for Chronic Neurological Disorders Assistance Using Negative Affectivity Classification. IEEE Trans Biomed Circuits Syst 2020;14:838-51. doi: 10.1109/TBCAS.2020.3008766
34. Li K, Jiang Y, Gong Y, Zhao W, Zhao Z, Liu X, et al. Functional near-infrared spectroscopy-informed neurofeedback: regional-specific modulation of lateral orbitofrontal activation and cognitive flexibility. Neurophotonics 2019;6 :025011. doi: 10.1117/1.NPh.6.2.025011