Journal of Psychological Science
Print ISSN: 1735-7462 Online ISSN: 2676-6639
Homepage: http://www.psychologicalscience.ir

Comparison of the efficacy of brain electrical stimulation and cognitive rehabilitation on eye-hand coordination of children with special learning disabilities aged 7 to 13 years

Neda Ahmadi[1], Hossein Ali GhanadZdegan[2], Shaban Heidari[3]
1. Ph.D Candidate in Psychology, School of Humanities, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran. E-mail: n.ahmadi135@gmail.com
2. Assistant Professor, Department of Psychology, School of Humanities, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran. E-mail: Ghanad.h@sari.ac.ir
3. Assistant Professor, Department of Psychology, School of Humanities, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran. E-mail: Heidari.sh@sari.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received 24 January 2023
Received in revised form 20 February 2023
Accepted 26 March 2023
Published Online 23 October 2023

Keywords:
brain electrical, stimulation, cognitive rehabilitation, hand-eye coordination, specific learning disorders, children with special learning disorders aged 7 to 13 years

ABSTRACT

Background: Previous researches have investigated the effects of cognitive rehabilitation and neurological treatments on a wide range of disorders, including learning disorders. The review of the studies shows that few studies have done a comparative study of cognitive rehabilitation and neurological treatments on learning disorders in order to choose the best treatment method.
Aims: The present study was conducted with the aim of comparing the effectiveness of electrical brain stimulation and cognitive rehabilitation on hand-eye coordination of children with specific learning disorders (dyslexia) aged 7 to 13 years.
Method: The research method was semi-experimental with a pre-test-post-test design with a control group. The statistical population included all students with specific learning disorders in districts 7 and 10 of Tehran in 2020. The research samples consisted of 3 subjects, including 2 test groups of 15 people and a control group of 15 people. The data collection tool included hand-eye coordination evaluation test (Fernandes et al, 2013), tdcs device and cognitive rehabilitation program (Maggio, 2019). The instructions for cognitive rehabilitation training consisted of 21 one-hour sessions. Data analysis was performed using multivariate covariance analysis and $spss_{24}$.
Results: The findings of the research showed that the effectiveness of cognitive rehabilitation on hand-eye coordination of dyslexic students was more than the effectiveness of electrical stimulation of the brain from the skull.
Conclusion: The results of this study can help therapists of learning disorders in choosing better treatment options. Also, the results of this study can provide more effective applications of cognitive therapies to professionals.

Citation: Ahmadi, N., GhanadZdegan, H.A., & Heidari, Sh. (2023). Comparison of the efficacy of brain electrical stimulation and cognitive rehabilitation on eye-hand coordination of children with special learning disabilities aged 7 to 13 years. *Journal of Psychological Science*, 22(128), 1587-1599. 10.52547/JPS.22.128.1587

Journal of Psychological Science, Vol. 22, No. 128, 2023
© The Author(s). **DOI**: 10.52547/JPS.22.128.1587

✉ **Corresponding Author:** Hossein Ali GhanadZdegan, Assistant professor, Department of Psychology, School of Humanities, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran.
E-mail: Ghanad.h@sari.ac.ir, Tel: (+98) 9124133105

Extended Abstract

Introduction

Learning is the main tool of human adaptation to its changing environment. Currently, specific learning disorder is recognized as the main cause of severe academic learning difficulties. Children and youth with learning disabilities are found in every classroom. Specific learning disorder has a high prevalence in schools all over the world. So that in different communites, 5 to 15% of primary school children have a specific learning disorder in all educational fields of reading, writing and mathematics (Pedroli, 2022).

Incoherence or having poor coordination is another problem that some children with special learning disabilities show. These children are also weak in activities that require perfect coordination. Among them is hand-eye coordination, which is the ability of a person to recognize and select a design or object from the surrounding objects and coordinate the visual perception of the object with hand movement (Mggio et al, 2019). considering that many daily tasks require attention, have reaction time and hand-eye coordination, and children with learning disabilities are impaired in these factors.

Cognitive rehabilitation is a term that is used to treat and rehabilitate cognitive disorders and it means providing treatment services to strengthen damaged areas or replace new patterns to compensate for the disorder (Wu & Kilian, 2019). In fact, cognitive rehabilitation refers to training They are said to be based on the findings of cognitive science, but in the form of games (generally computer games), they try to improve or promote cognitive functions, all of which are related to neuroplasticity, or the flexibility of the brain (Fernades et al, 2019).

One of the new and popular therapeutic interventions in the field of reading disorder is the use of direct transcranial electrical stimulation of the brain (tDCS) (Richard etal, 2019), which is a non-invasive method of brain stimulation. Electrical stimulation has been used to modulate the function of the nervous system and treat neurological disorders and mental illnesses such as hysteria since ancient times (Irazoki et al, 2020).

Clinical studies have proven the beneficial effects of DCS stimulation on improving the motor performance of people with stroke, and it has also been shown that stimulation of the primary motor area can be effective in reducing pain in patients with spinal cord injury. In this regard, stimulation of the primary motor cortical area of healthy people also reduces pain perception. In addition, this method has had a positive effect in treating depression, migraine, epilepsy and reducing tinnitus in people (Pedroli, 2022).

The use of direct electrical stimulation of the brain in the treatment of reading disorder is one of the new fields of research (Morya et al, 2019) and there are very few studies in this field in the world and especially in Iran. According to the above-mentioned cases, the aim of this research is to answer the question whether transcranial direct electrical stimulation of the brain and cognitive rehabilitation can be effective on the executive functions and hand-eye coordination of students with special learning disorders of reading 7 to 13 years old?

Method

The current research is semi-experimental in terms of practical purpose, field location and research method with a pre-test-post-test design with a control group. This research will consist of 3 groups of subjects, including 2 test groups of 15 people and a control group of 15 people. The two experimental groups and the control group were measured twice (pre-test-post-test) by standard instruments. In this research, the statistical population includes all students studying with learning disabilities (low-reading) in areas 7 and 10 of 2019 (about 1500) in Tehran. In this research, the number of 45 people has been estimated with 15 people for each of the experimental (2 groups) and control (1 group) groups. The random sampling method is simple.

The data of the research are analyzed using the statistical package software in social sciences, SPSS version 24.

Assessment of hand-eye coordination: In the evaluation session, children sit individually in a quiet environment and on a chair, behind a table with a suitable height. After interviewing and observing the child and obtaining the required information and

ensuring that they meet the conditions for entering the study, the test steps are carried out one by one with sufficient training. will be tdcs device: In this research, the tdcs device with the Norvastim brand was used, which was industrially manufactured for the first time in Iran and launched on the market in 2015. This device has two separate channels and has a rechargeable battery and LCD display. Each channel can be adjusted independently of the other, and the intensity of the output current can be adjusted from 0.1 to 2 mA. The device has 2 electro anodes (red color) and white electro cathode) and two small and big pads Cognitive rehabilitation training: The cognitive rehabilitation program used in the present study is based on Solberg and Maiter's hierarchical model. This program was taught in twenty-one one-hour sessions at the school. In addition, intensive meetings were held 2 or 3 times a week.

Results

The mean and standard deviation of the age of the participants of the experimental groups 1 and 2 and the control group were 1.58±10.27, 1.45±10.47 and 10.67± respectively. 1/71 was obtained.

Table 1. Significance test of multivariate covariance analysis

variable	test	Value	F	Sig.
group	Pillis trace	0.404	2.277	0.031*
	Willks ambada	0.600	2.542	0.017*
	Hottellings trace	0.659	2.799	0.010*
	Roys largest root	0.648	5.830	0.001**

*P< 0.05 **P< 0.01

Table 2. Results of covariance analysis with post hoc test

variable	MS	F	Sig.	Eta	group	MD	SE	Sig.
Dominant hand speed	2.331	5.402	0.009**	0.221	Cont.	Exp. 1	-0.198	0.245	0.424
						Exp. 2	-0.773	0.245	0.003**
					Exp. 1	Cont.	0.198	0.245	0.424
						Exp. 2	-0.575	0.243	0.023*
The speed of the defeated hand	0.098	0.984	0.383	-	Cont.	Exp. 1	-0.041	0.118	0.726
						Exp. 2	-0.158	0.117	0.185
					Exp. 1	Cont	0.041	0.118	0.726
						Exp. 2	-0.117	0.117	0.322
Two hand coordination	0.119	0.904	0.404	-	Cont.	Exp. 1	-0.090	0.135	0.512
						Exp. Exp. 2	-0182	0.135	0.187
					Exp. 1	Cont.	0.090	0.135	0.512
						Exp. 2	-0.092	0.134	0.496
dexterity	4.578	3.072	0.058	-	Cont.	Exp. 1	0.014	0.455	0.976
						Exp. 2	-0.965	0.455	0.041*
					Exp. 1	Cont.	-0.014	0.455	0.976
						Exp. 2	-0.979	0.452	0.037*

*P< 0.05 **P< 0.01

Conclusion

The findings of the present study showed that the method of electrical stimulation from the skull did not have a significant effect on the hand-eye coordination of dyslexic students, but the cognitive rehabilitation method had a significant effect on the hand-eye coordination. Also, the findings have shown that there is a significant difference in the effectiveness of these two educational methods and the effectiveness of the cognitive rehabilitation method is more than the brain electrical stimulation method.

The findings indicated that cognitive rehabilitation based on cognitive games is effective in hand-eye coordination in the reading performance of dyslexic children. These findings showed that cognitive rehabilitation has a significant effect on the perception of visual-spatial relationships and hand-eye coordination of male students with dyslexia in the second and third grade of elementary school. Researchers stated that "exciting video games improve reading skills, change visual to auditory attention in English dyslexic children". Their report also showed that improving visual-spatial attention,

hand-eye coordination, and phonological working memory, speeding up the change of perception from visual to auditory attention can directly help better reading in English-speaking dyslexic children.

In explaining these findings, it can be said that there are two main approaches in cognitive rehabilitation, i.e. the approach of compensation or compromise and the approach of cognitive therapy. In the approach of compensation or compromise, the goal is to put aside the limitations of the individual by making changes in the environment, habits and methods of doing things, as well as implementation strategies. Matching signs, shape stability, maze, dotted line and darts has been emphasized that one of the most important educational goals of these games is hand-eye coordination. Therefore, according to the shortcomings of dyslexic students, rehabilitation programs are diverse and include types of accuracy and concentration (selective accuracy, focused accuracy, continuous accuracy, divided accuracy, and attention shifting), active memory, immediate memory, and visual and auditory short-term memory., speed of visual and auditory processing, visual and auditory perception, sensory and motor coordination, improvement of hand-eye coordination, visual processing, control of fine movements, problem solving skills, executive functions, improvement of impulse control, mental integration, categorization and sorting (arrangement) you can see and it can be said that the use of this educational method can solve the shortcomings of these students to a large extent.

Despite the useful results of this study, some limitations can be mentioned. The method of collecting information in the present study was self-reported, which may have biased the answers to the questions. The current research has investigated this disorder without considering gender. The present results have shown the effectiveness of the interventions in experimental conditions, so its generalization to non-experimental conditions should be done cautiously. It is suggested to investigate different mechanisms and mediators based on the relationship between cognitive functions and functional results in future studies. Considering the effect of working memory, selective attention, cognitive inhibition and hand-eye coordination in the development, continuation and exacerbation of dyslexia, it is suggested that children be examined in terms of these structures before entering school.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: This article is taken from the doctoral dissertation of the first author in the field of psychology at Sari Branch, Islamic Azad University. All steps of conducting this study are under the supervision of ethics committee of Islamic Azad University of Sari branch with code of ethics IR-IAU-SARI-REC.1401.085 done.

Funding: This study was conducted as a PhD thesis with no financial support.

Authors' contribution: The first author was the senior author, the second were the supervisors and the third was the advisors.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest for this study.

Acknowledgments: The authors hereby express their gratitude to the supervisors and advisors of this research as well as to all the people who participated in the research, the personnel and all the people who cooperated in the research.

مجله علوم روانشناختی

شاپا چاپی: ۷۴۶۲-۱۷۳۵ شاپا الکترونیکی: ۶۶۳۹-۲۶۷۶

Homepage: http://www.psychologicalscience.ir

مقایسه اثربخشی تحریک الکتریکی مغز و توان‌بخشی شناختی بر هماهنگی چشم و دست کودکان با ناتوانی‌های یادگیری خاص ۷ تا ۱۳ ساله

ندا احمدی[۱]، حسین‌علی قنادزادگان[۲]✉، شعبان حیدری[۳]

۱. دانشجوی دکتری روانشناسی، دانشکده علوم‌انسانی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران.

۲. استادیار، گروه روانشناسی، دانشکده علوم‌انسانی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران.

۳. استادیار، گروه روانشناسی، دانشکده علوم‌انسانی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران.

مشخصات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۰۴
بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۰۱
پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۰۶
انتشار برخط: ۱۴۰۲/۰۸/۰۱

کلیدواژه‌ها:
تحریک الکتریکی مغز، توانبخشی شناختی، هماهنگی چشم و دست، اختلالات یادگیری خاص، کودکان ۷-۱۳ ساله

چکیده

زمینه: پژوهش‌های پیشین به بررسی اثربخشی توان‌بخشی شناختی و درمان‌های عصبی بر طیف گسترده‌ای از اختلالات از جمله ناتوانی یادگیری پرداخته‌اند. مرور مطالعات انجام شده حاکی از آن است پژوهش‌های اندکی به بررسی مقایسه‌ای توانبخشی شناختی و درمان‌های عصبی بر ناتوانی‌های یادگیری جهت انتخاب بهترین روش درمانی پرداخته‌اند.

هدف: پژوهش حاضر با هدف مقایسهٔ اثربخشی تحریک الکتریکی مغز و توان‌بخشی شناختی بر هماهنگی چشم و دست کودکان با ناتوانی یادگیری خاص (نارساخوان) ۷ تا ۱۳ ساله انجام شد.

روش: طرح پژوهش حاضر نیمه آزمایشی از نوع پیش‌آزمون – پس‌آزمون با گروه گواه بود. جامعهٔ آماری شامل تمامی دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص در مناطق ۷ و ۱۰ شهر تهران در سال ۱۳۹۹ بود. نمونهٔ آماری پژوهش از ۳ گروه شرکت‌کننده، شامل ۲ گروه آزمایش ۱۵ نفری و یک گروه گواه ۱۵ نفری تشکیل شدند که به صورت در دسترس انتخاب و در سه گروه به صورت تصادفی گمارش شدند. ابزارهای جمع‌آوری داده‌ها شامل آزمون ارزیابی هماهنگی چشم و دست (فرناندس و همکاران، ۲۰۱۳)، دستگاه tdcs و برنامه توان‌بخشی شناختی (ماگیو، ۲۰۱۹) بود. دستورالعمل آموزش توان‌بخشی شناختی مشتمل بر ۲۱ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای بود. تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیری، آزمون تعقیبی LSD و نرم‌افزار $spss_{24}$ انجام شد.

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد اثربخشی توان‌بخشی شناختی بر هماهنگی چشم و دست دانش‌آموزان نارساخوان بیشتر از اثربخشی با روش تحریک الکتریکی مغز از روی جمجمه بوده است ($P< ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه می‌تواند در انتخاب گزینه‌های درمانی مناسب به درمانگرانی که با کودکان مبتلا به ناتوانی یادگیری کار می‌کنند، کمک کند. همچنین نتایج مطالعهٔ حاضر می‌تواند کاربردهای مؤثر درمان‌های شناختی را بیش از پیش در اختیار متخصصان قرار دهد.

استناد: احمدی، ندا؛ قنادزادگان، حسین‌علی؛ و حیدری، شعبان (۱۴۰۲). مقایسه اثربخشی تحریک الکتریکی مغز و توان‌بخشی شناختی بر هماهنگی چشم و دست کودکان با ناتوانی‌های یادگیری خاص ۷ تا ۱۳ ساله. مجله علوم روانشناختی، دوره ۲۲، شماره ۱۲۸، ۱۵۸۷-۱۵۹۹.

مجله علوم روانشناختی، دوره ۲۲، شماره ۱۲۸، ۱۴۰۲. DOI: 10.52547/JPS.22.128.1587

© نویسندگان.

✉ **نویسنده مسئول:** حسین‌علی قنادزادگان، استادیار، گروه روانشناسی، دانشکده علوم‌انسانی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران. رایانامه: Ghanad.h@sari.ac.ir

تلفن: ۰۹۱۲۴۱۳۳۱۰۵

مقدمه

یادگیری ابزار عمده سازگاری انسان با محیط در حال تغییر خود است. در حال حاضر اختلال یادگیری خاص به منزلهٔ علت اصلی مشکلات شدید یادگیری تحصیلی شناخته شده است. اختلال یادگیری خاص میزان شیوع زیادی در مدارس سراسر جهان دارد (ویتمن و همکاران، ۲۰۲۳). میزان آن در جوامع مختلف، ۵ تا ۱۵ درصد در کودکان دبستانی دارای اختلال یادگیری خاص در زمینه‌های تحصیلی خواندن، نگارش و ریاضیات است (شن و همکاران، ۲۰۱۹؛ کان و همکاران، ۲۰۲۳).

ناهماهنگی یا داشتن هماهنگی ضعیف یکی دیگر از مشکلاتی است که بعضی از کودکان با نارسایی ویژه در یادگیری از خود نشان می‌دهند (سمنی و همکاران، ۲۰۱۹). این کودکان در فعالیت‌هایی که نیاز به هماهنگی کاملی دارد نیز دارای ضعف هستند. از جمله هماهنگی چشم و دست که عبارت است از توانایی فرد در تشخیص و انتخاب یک طرح یا شیء از اشیاء پیرامون و هماهنگ کردن درک بصری شیء با حرکت دست است (لوین و همکاران، ۲۰۱۸). با توجه به این که بسیاری از تکالیف روزمره نیاز به توجه، زمان واکنش و هماهنگی چشم و دست دارند و کودکان دارای اختلال یادگیری در این فاکتورها دچار اختلال هستند (شن و همکاران، ۲۰۱۹؛ ما و همکاران، ۲۰۲۳).

از اواخر قرن ۱۸، برنامه‌های مختلفی جهت پرورش توانایی‌های شناختی گسترش یافته است که از امیدبخش‌ترین این برنامه‌ها، توانبخشی شناختی برای کودکان است؛ به‌طوری که اکثر مطالعات، سودمندی این برنامه را نشان می‌دهد (سیرسوون و همکاران، ۲۰۱۹). توان‌بخشی شناختی اصطلاحی است که برای درمان و بازتوانی اختلالات شناختی استفاده می‌شود و به معنای ارائه خدمات درمانی برای تقویت حوزه‌های دچار آسیب و یا جایگزینی الگوهای جدید برای جبران اختلال پیش آمده است (وو و کیلیان، ۹ ۲۰۱، فیروزی و همکاران، ۲۰۲۱) در واقع، توان‌بخشی شناختی به آموزش‌هایی اطلاق می‌شوند که مبتنی بر یافته‌های علوم شناختی ولی به شکل بازی (عموماً بازی‌های رایانه‌ای) سعی می‌کنند عملکردهای شناختی را بهبود بخشیده یا ارتقاء دهندکه همه این موارد ذکر شده، براصل نوروپلاستیسیتی یا همان انعطاف‌پذیری مغز اشاره دارد (ماگیو، ۲۰۱۹). در دهه‌های اخیر علاقه روزافزون به استفاده از رایانه در زمینه مشکلات شناختی مشاهده می‌شود که این امر موجب گسترش برنامه‌های توان‌بخشی شناختی بر اساس رایانه شده است؛ به طوری که این برنامه‌ها قابلیت تنظیم سطح دشواری تکلیف از ساده به مشکل را بر اساس تفاوت‌های فردی دارند و چالش‌های شناختی مداومی را برای فرد ایجاد می‌کنند (ایرازوکی و همکاران، ۲۰۲۰). توان‌بخشی شناختی روش درمانی است که هدف اصلی آن بهبود نقایص و عملکرد شناختی بیمار از قبیل حافظه، عملکرد اجرایی، درک اجتماعی، تمرکز و توجه است. درمان توان‌بخشی شناختی مبتنی بر اصولی از شکل‌پذیری عصبی مغز است که به تمرین‌های هدفمند برای بهبود حوزه‌های گوناگون شناخت مانند، توجه حافظه، زبان و کارکردهای اجرایی اشاره می‌کند (فرخی و همکاران، ۲۰۱۹). علاوه بر کاربرد آن در بازتوانی شناختی اختلالات، توان‌بخشی شناختی می‌تواند برای دانش‌آموزان با ناتوانی‌های یادگیری مفید باشد (سمنی و همکاران، ۲۰۱۹). نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد توان‌بخشی شناختی موجب بهبود، نقایص شناختی (فرناندس و همکاران، ۲۰۱۹)، سرعت پردازش اطلاعات در حافظه کاری (کلر و همکاران، ۲۰۱۹، جفری و همکاران، ۲۰۲۳) خطای املاء (خراسانی و همکاران، ۲۰۲۰)، عملکرد حافظه فعال (کودلیکا و همکاران، ۲۰۱۹) و عملکرد حافظه دیداری - فضایی می‌شود. بررسی مطالعات انجام شده نشان‌دهندهٔ اثرات قابل توجه درمان توان‌بخشی شناختی بر پردازش اولیه دیداری، انواع توجه و کارکرد اجرایی است؛ مطالعات آینده به بررسی، مکانیسم‌ها و میانجی‌های مختلف مبنی بر رابطه بین عملکردهای شناختی و نتایج کارکردی نیاز دارد (کیم و همکاران، ۲۰۲۳).

یکی از مداخلات درمانی جدید و مطرح در حیطه اختلال خواندن، استفاده از تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (tDCS) می‌باشد (تدلا و همکاران، ۲۰۲۳؛ امیری و همکاران، ۲۰۲۲) که روشی غیرتهاجمی برای تحریک مغز است. تحریک الکتریکی برای تعدیل عملکرد سیستم اعصاب و درمان اختلال‌های عصب‌شناختی و بیماری‌های روانی مانند هیستری از زمان‌های قدیم مورد استفاده قرار می‌گرفت (مورای و همکاران، ۲۰۱۹، بیلی و همکاران، ۲۰۲۳).

مطالعات بالینی، تأثیرات مفید تحریک DCS را بر بهبود عملکرد حرکتی افراد دچار سکته مغزی، اثبات کرده‌اند و همچنین نشان داده شده است که تحریک ناحیه حرکتی اولیه می‌تواند بر کاهش درد در بیماران با آسیب نخاعی اثربخش باشد. در همین راستا، تحریک ناحیه قشری حرکتی اولیه افراد سالم نیز موجب کاهش ادراک درد می‌شود. ضمناً این روش تأثیر

مثبتی در درمان افسردگی، میگرن، صرع و کاهش وزوز گوش در افراد داشته است (وی و همکاران، ۲۰۲۲).

استفاده از تحریک الکتریکی مستقیم مغز در درمان اختلال خواندن، از حوزه‌های جدید پژوهش می‌باشد (پدرولی و همکاران، ۲۰۲۲) و مطالعات بسیار اندکی در این زمینه در سراسر جهان و به ویژه ایران وجود دارد. با توجه به موارد ذکر شده، مطالعهٔ حاضر در پی پاسخگویی به این سؤال است که آیا تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز و توان‌بخشی شناختی می‌تواند بر کارکردهای اجرایی و هماهنگی چشم و دست دانش‌آموزان دارای ناتوانی یادگیری خاص خواندن ۷ تا ۱۳ ساله مؤثر باشد؟

روش

الف) طرح پژوهش و شرکت‌کنندگان: پژوهش حاضر بر حسب هدف کاربردی، برحسب موقعیت میدانی و روش، نیمهٔ آزمایشی از نوع پیش آزمون – پس‌آزمون با گروه گواه بود. این پژوهش شامل سه گروه شرکت کننده، دو گروه آزمایش ۱۵ نفری و یک گروه گواه ۱۵ نفری بود. دو گروه آزمایش و گروه گواه، دو بار (پیش‌آزمون – پس‌آزمون) به وسیلهٔ ابزارهای استاندارد سنجیده شدند. صورت بندی طرح به این صورت بود که ابتدا پیش‌آزمون بر روی اعضای گروه‌های آزمایش و گواه اجرا شد. سپس گروه‌های آزمایش در معرض متغیر مستقل قرار گرفتند. اما گروه گواه در معرض این متغیر قرار نگرفت (در واقع گروه گواه از نوع لیست انتظار بود، بدین معنی که پس از خاتمهٔ پژوهش، اعضای گروه گواه نیز از یکی از مداخلات مؤثر بهره می‌برند). پس از اجرای آموزش توان‌بخشی، دو گروه آزمایشی مورد پس آزمون قرار گرفتند.

در این پژوهش، جامعهٔ آماری شامل تمامی دانش‌آموزان مشغول به تحصیل دارای ناتوانی یادگیری خواندن (نارساخوان) با تشخیص روانشناس کودکان با نیازهای خاص در مناطق ۷ و ۱۰ شهر تهران در سال ۱۳۹۹ (حدود ۱۵۰۰ نفر) بود. در این مطالعه، تعداد ۴۵ نفر با تقسیم‌بندی ۱۵ نفر برای هر کدام از گروه‌های آزمایش (۲ گروه) و گواه (۱ گروه) برآورد شد. روش نمونه‌گیری، تصادفی ساده بود. از آنجا که حدود ۱۵۰۰ نفر در مراکز و کلینیک‌های دولتی و غیردولتی شهر تهران عضو هستند. ابتدا ۱۰۰ نفر به صورت نمونه‌گیری تصادفی انتخاب و سپس بعد از آزمون هوش وکسلر و نارساخوانی و مشخص شدن هوشبهر متوسط و متوسط رو به بالا و کسب نمره در محدوده نارسا خوانی تعداد ۴۵ نفر به قید قرعه و باز هم به شیوه تصادفی ساده برای شرکت در مطالعه انتخاب شدند. ملاک‌های ورود به پژوهش عبارت بودند از انجام آزمون هوش (جهت تشخیص میزان هوشبهر شرکت‌کنندگان)، تشخیص ناتوانی یادگیری – نارسا خوانی (تشخیص اولیه توسط روانشناس کودکان با نیازهای خاص با استفاده از آزمون‌های استاندارد تشخیص اختلال نارساخوانی)، نداشتن اختلال دیگری غیر از ناتوانی یادگیری خواندن، دامنه سنی ۷ تا ۱۳ سال (تشخیص این اختلال در این دامنهٔ سنی با قطعیت بیشتری امکان‌پذیر است)، همکاری و رضایت والدین و معلمان و نداشتن اختلال جسمانی و روانشناختی. ملاک‌های خروج نیز شامل عدم تمایل به ادامه حضور در پژوهش، غیبت شرکت‌کنندگان بیش از دو جلسه و دریافت دارودرمانی در کنار روان درمانی. داده‌های پژوهش با استفاده از آزمون تحلیل کواریانس و نرم‌افزار $SPSS_{24}$ مورد تحلیل قرار گرفتند.

ب) ابزار

ارزیابی هماهنگی چشم و دست: در جلسه ارزیابی، کودکان به صورت انفرادی در محیطی آرام و روی صندلی، پشت میز با ارتفاع مناسب می‌نشستند. بعد از مشاهده و مصاحبه با کودک وکسب اطلاعات مورد نیاز و اطمینان از دارا بودن شرایط ورود به مطالعه، مراحل تست به ترتیب با آموزش کافی اجرا شد. به این ترتیب که صفحهٔ تست purdue pegboard به طور مستقیم در جلو و روی میز قرار داده شد. ابزار ارزیابی شامل تخته‌ای مستطیل شکل است که دارای دو ردیف سوراخ ۲۰- ۲۵ سوراخ در هر طرف و ۴ حفره دایره‌ای شکل است که در دو حفره اول و چهارم و دیگر حفره واشر و در حفره دیگر گلویی collar قرار داده شده است. روی هر چهار حفره، یک تخته متحرک پوشانده شد. به شرکت‌کننده یادآوری می‌شدکه این تست برای ارزیابی سرعت و دقت دست‌ها می‌باشد. بعد از گذاشتن سه پین در هر مرحله به عنوان آشناسازی با کلمه شروع نمونه فعالیت را شروع کرده و با کلمه تمام دست از کار می‌کشند. در این مرحله تعداد میخ‌های چیده شده در سوراخ‌ها در ۳۰ ثانیه شمارش می‌شد. این آزمون برای هر فرد ۳ بار انجام و میانگین محاسبه شد.

پس از هماهنگی لازم جهت روزها و ساعات جلسات، مرحلهٔ مداخله، آغاز می‌شود. جلسات درمانی به صورت یک روز در میان، ۳ جلسه ۴۰ دقیقه‌ای

در هفته به مدت ۵ هفته و به صورت انفرادی و یا گروه‌های ۲ یا سه نفره برگزار شد. در پایان جلسات نیز با ابزار purdue pegboard ارزیابی تکرار شد.

دستگاه tdcs: در این پژوهش از دستگاه tdcs با نام تجاری نورواستیم که برای اولین بار در ایران به صورت صنعتی ساخته و در سال ۲۰۱۵ روانه بازار گردیده است، استفاده شد. این دستگاه دارای دو کانال مجزا بوده دارای باتری قابل شارژ و نمایشگر LCD است. هر کانال به طور مستقل از دیگری قابل تنظیم است و شدت جریان خروجی قابل تنظیم از ۰/۱ تا ۲ میلی‌آمپر است. دستگاه دارای ۲ الکترو آند (با رنگ قرمز) و الکترو کاتد با رنگ سفید) و دو پد کوچک و بزرگ است.

آموزش توان‌بخشی شناختی: برنامه توان‌بخشی شناختی که در مطالعهٔ حاضر مورد استفاده قرار گرفت، مبتنی بر مدل سلسله مراتبی سولبرگ و مایتر است. این برنامه در بیست و یک جلسه ۶۰ دقیقه‌ای در محل تحصیل شرکت‌کننده آموزش داده شد. در ضمن جلسات به صورت فشرده هفته‌ای ۲ یا ۳ بار برگزار می‌شد (ماگیو، ۲۰۱۹).

جدول ۱. پروتکل درمانی توان‌بخشی شناختی (ماگیو، ۲۰۱۹)

شمارهٔ جلسه	محتوای جلسات و فعالیت‌ها
اول	برقراری اتحاد درمانی و تعیین اهداف درمان، انجام تمرینات توجه انتخابی، توجه و تمرکز، حافظه دیداری، توجه مستمر (اعداد)
دوم	توجه مستمر و گوش به زنگی و حفظ توجه، حافظه توجه و افزایش مهارت توجه مانند خواندن اعداد، حروف کلمات تعیین شده
سوم و چهارم	ارزیابی، حافظه تداعی، تداعی یادگیری، حافظه منطقی، تمرینات حافظه منطقی، حافظه دیداری – فضایی، توجه مستمر وت وجه متناوب
پنجم و ششم	تمرینات توجه متناوب (همانند جلسه قبلی) توجه انتخابی و حافظه کاری، تمرینات حافظه منطقی
هفتم	حافظه منطقی، حافظه کوتاه مدت و حافظه‌کاری
هشتم	حافظه کوتاه مدت دیداری – فضایی، حافظه تداعی، توجه متناوب، تصویر سازی بینایی و تمرکز برشی
نهم	ارزیابی تمرینات حافظه کوتاه مدت و حافظه کاری، حافظه دیداری – فضایی
دهم	حافظه کوتاه مدت، تصویرسازی بینایی، توجه متمرکز
یازدهم	آموزش پس خبا، حافظه کوتاه مدت و توجه مستمر
دوازدهم	ارزیابی، حافظه کوتاه مدت فوری، اخیر، بلند مدت، توجه مستمر، توجه انتخابی
سیزدهم	حافظه بازشناسی، حافظه دیداری – فضایی، توجه مستمر (کارهای ذهنی مستمر)
چهاردهم	حافظه کوتاه مدت دیداری، حافظه مکانی، توجه مستمر، تمرین پس خبا با استفاده از کتابی که آزمودنی مطالعه می کند.
پانزدهم و شانزدهم	روش سرنخی‌دهی کاهشی، تصویرسازی بینایی، بازیابی با فاصله، توجه مستمر (ارائه واژه های چند حرفی و بیان آن‌ها به صورت نزولی و صعودی) و بازیابی با فاصله
هفدهم	توجه انتخابی (خواندن مطلبی از داستان برای شرکت‌کننده در حالی که وی همزمان از ۱ الی ۲۰ وارونه در ذهن خود می‌شمارد ودر پایان مضمون کلی متن را بیان می کند)، حافظه حرکتی (دستورات حرکتی یک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای تکنیک سرنخ‌دهی کاهشی
هجدهم	ارزیابی، تمرین روش پس خبا، و مرور آن، آزمودنی از کاربیت‌هایی که انجام می‌دهند از خود سؤال می‌پرسد
نوزدهم	توجه متناوب، توجه مستمر، حافظه کوتاه مدت، حافظه بازشناسی، توجه انتخابی
بیستم	حافظه حسی، حافظه حرکتی، حافظه کوتاه مدت، تصویرسازی بینایی، توجه مستمر
بیست و یکم	ارزیابی، توجه مستمر، حافظه بازشناسی، حل مسائل ریاضی، روش پس خبا

یافته‌ها

بر اساس نتایج مندرج در جدول ۲، میانگین و انحراف معیار سن شرکت‌کنندگان گروه‌های آزمایش ۱ و ۲ و گروه گواه به ترتیب ۱۰/۲۷±۱/۵۸، ۱۰/۴۷±۱/۴۵ و ۱۰/۶۷±۱/۷۱ به دست آمد. برای بررسی همتا بودن گروه‌های مطالعه بر اساس سن، از آزمون تحلیل واریانس یک راهه استفاده شد. نتایج نشان داد بین دو گروه تفاوت معناداری از نظر سن وجود ندارد (P= ۰/۷۸۹؛ F= ۰/۲۳۸). در نتیجه می‌توان اظهار داشت گروه های مورد بررسی از نظر سنی با یکدیگر همتا بودند. بررسی توصیفی جنسیت شرکت‌کنندگان نشان می‌دهد در هر دو گروه آزمایش ۵۳/۳ درصد شرکت‌کنندگان دختر و ۴۶/۷ درصد پسر هستند. در گروه گواه نیز، ۴۶/۷ درصد دختر و ۵۳/۳ درصد دیگر پسر بودند. به منظور مقایسه گروه‌ها از نظر توزیع جنسیت شرکت‌کنندگان، آزمون کای اسکوئر مورد استفاده

قرار گرفت. نتایج به دست آمده مبین آن بود توزیع جنسیت در بین گروه‌ها برابر بوده و تفاوتی بین دو گروه وجود ندارد. در نتیجه، گروه‌های مورد بررسی از نظر جنسیت با یکدیگر همتا و برابر هستند (X2= ۰/۱۷۸؛ P= ۰/۹۱۵).

جدول ۲. شاخص‌های مرکزی و پراکندگی گروه‌ها در متغیر هماهنگی چشم و دست

متغیر	گروه	پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
سرعت دست غالب	گواه	۷/۴۰	۱/۵۹	۷/۴۷	۱/۵۹
	آزمایش ۱	۷/۸۰	۱/۰۱	۸/۰۱	۱/۰۱
	آزمایش ۲	۷/۸۷	۰/۹۱	۸/۶۷	۱/۱۷
سرعت دست مغلوب	گواه	۹/۲۰	۱/۵۲	۹/۲۰	۱/۵۲
	آزمایش ۱	۸/۸۰	۱/۵۶	۸/۸۷	۱/۴۵
	آزمایش ۲	۹/۰۷	۱/۴۸	۹/۲۰	۱/۳۷
هماهنگی دو دست	گواه	۳/۴۷	۰/۹۹	۳/۴۰	۰/۹۱
	آزمایش ۱	۳/۳۳	۰/۹۰	۳/۳۳	۰/۹۰
	آزمایش ۲	۳/۶۷	۰/۹۷	۳/۷۳	۰/۹۶
مهارت دست	گواه	۱۸/۳۳	۴/۲۲	۱۸/۴۰	۴/۱۷
	آزمایش ۱	۱۸/۶۰	۲/۹۲	۱۸/۵۳	۲/۹۰
	آزمایش ۲	۱۸/۷۳	۴/۰۲	۱۹/۷۳	۴/۰۱

آزمایش ۱. تحریک الکتریکی مغز از روی جمجمه، آزمایش ۲. توان‌بخشی شناختی

نتایج ارائه شده در جدول ۲ شاخص‌های مرکزی و پراکندگی همچون میانگین و انحراف استاندارد شرکت‌کنندگان به تفکیک سه گروه را در متغیر هماهنگی چشم و دست را نشان می‌دهد. نتایج نشان‌دهنده تغییر محسوس نمرات گروه آزمایش ۲ (توان‌بخشی شناختی) در مرحله پس آزمون برای مؤلفه‌های هماهنگی چشم و دست بود.

جهت مقایسه اثربخشی تحریک الکتریکی مغز از روی جمجمه با توان‌بخشی شناختی بر حافظه کاری، توجه انتخابی، بازداری و هماهنگی چشم و دست، از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیره و آزمون تعقیبی حداقل تفاوت معنادار استفاده شد. سایر مفروضه‌های تحلیل کواریانس سایر مفروضه ها شامل نرمال بودن، خطی بودن، اجتناب از هم‌خطی چندگانه، شیب خط رگرسیونی، آزمون باکس (p< ۰/۳۳۱) نیز انجام شد که حاکی از مجاز بودن استفاد از تحلیل کواریانس بود. در این تحلیل، میانگین پس‌آزمون گروه آزمایش با میانگین گروه گواه مقایسه شده و نمره های پیش‌آزمون به عنوان متغیر همپراش (کووریت) به کار گرفته شدند.

برای مقایسهٔ اثربخشی تحریک الکتریکی مغز از روی جمجمه با توان‌بخشی شناختی بر هماهنگی دست و چشم از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیره استفاده شد. استفاده از این آزمون مستلزم پیش‌فرض‌هایی است که پیش از تحلیل استنباطی مورد بررسی قرار گرفت.

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، مقدار احتمال آزمون بزرگ‌ترین ریشه روی، قابلیت استفاده از تحلیل کوواریانس چندمتغیری را مجاز می شمارد و بیانگر آن است که بین گروه‌ها از نظر مؤلفه‌های آزمون مورد استفاده برای توجه انتخابی تفاوت معناداری وجود دارد.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس با آزمون تعقیبی LSD

متغیر	MS	F	Sig	اندازه اثر	مرجع	مقایسه	MD	SE	Sig
سرعت دست غالب	۲/۳۳۱	۵/۴۰۲	۰/۰۰۹**	۰/۲۲۱	گواه	آزمایش ۱	-۰/۱۹۸	۰/۲۴۵	۰/۴۲۴
						آزمایش ۲	-۰/۷۷۳	۰/۲۴۵	۰/۰۰۳**
					آزمایش ۱	گواه	۰/۱۹۸	۰/۲۴۵	۰/۴۲۴
						آزمایش ۲	-۰/۵۷۵	۰/۲۴۳	۰/۰۲۳*
سرعت دست مغلوب	۰/۰۹۸	۰/۹۸۴	۰/۳۸۳	-	گواه	آزمایش ۱	-۰/۰۴۱	۰/۱۱۸	۰/۷۲۶
						آزمایش ۲	-۰/۱۵۸	۰/۱۱۷	۰/۱۸۵
					آزمایش ۱	گواه	۰/۰۴۱	۰/۱۱۸	۰/۷۲۶
						آزمایش ۲	-۰/۱۱۷	۰/۱۱۷	۰/۳۲۲
هماهنگی دو دست	۰/۱۱۹	۰/۹۰۴	۰/۴۱۴	-	گواه	آزمایش ۱	-۰/۰۹۰	۰/۱۳۵	۰/۵۱۲
						آزمایش ۲	-۰/۱۸۲	۰/۱۳۵	۰/۱۸۷
					آزمایش ۱	گواه	۰/۰۹۰	۰/۱۳۵	۰/۵۱۲
						آزمایش ۲	-۰/۰۹۲	۰/۱۳۴	۰/۴۹۶
مهارت دست	۴/۵۷۸	۳/۰۷۲	۰/۰۵۸	-	گواه	آزمایش ۱	۰/۰۱۴	۰/۴۵۵	۰/۹۷۶
						آزمایش ۲	-۰/۹۶۵	۰/۴۵۵	۰/۰۴۱*
					آزمایش ۱	گواه	-۰/۰۱۴	۰/۴۵۵	۰/۹۷۶
						آزمایش ۲	-۰/۹۷۹	۰/۴۵۲	۰/۰۳۷*

*P< ۰/۰۵ **P< ۰/۰۱

با توجه به نتایج مندرج در جدول ۳، مقدار F تأثیر متغیر مستقل بر مؤلفه سرعت دست غالب معنادار شده است (P< ۰/۰۱). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت مداخله‌های مورد بررسی بر سرعت دست غالب تأثیر دارند. نتایج آزمون تعقیبی برای مقایسه گروه‌ها مبین آن است توان‌بخشی شناختی می تواند موجب بهبود سرعت دست غالب شود (P< ۰/۰۵)؛ ولی برای تحریک الکتریکی مغز از روی جمجمه این تأثیر مشاهده نشده است. در مهارت دست هم اگرچه مقدار احتمال محاسبه شده در آزمون تحلیل کوواریانس معنادار نشده است، با این حال، نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان دهنده آن است که میانگین افراد شرکت‌کننده در جلسات توان‌بخشی شناختی بیشتر از افراد شرکت‌کننده در جلسات تحریک الکتریکی مغز از روی جمجمه و یا گروه گواه است و این تفاوت معنادار است (P< ۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام مطالعهٔ حاضر، مقایسه اثربخشی تحریک الکتریکی مغز و توان‌بخشی شناختی بر هماهنگی چشم و دست کودکان با اختلالات یادگیری خاص ۷ تا ۱۳ ساله بود. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد روش تحریک الکتریکی از روی جمجمه تأثیر معناداری بر روی بر هماهنگی چشم و دست دانش‌آموزان نارساخوان نداشته است، ولی روش توان‌بخشی شناختی بر روی هماهنگی چشم و دست تأثیر معناداری داشته است. این نتیجه با یافته‌های قبلی (ماگیو، ۲۰۱۹؛ پدرولی و همکاران، ۲۰۲۲؛ وی و همکاران، ۲۰۲۲) همسو است.

توان‌بخشی شناختی بر پایهٔ بازی‌های شناختی در هماهنگی چشم و دست در عملکرد خواندن کودکان نارساخوان مؤثر است. در واقع، توان‌بخشی شناختی بر ادراک روابط دیداری - فضایی و هماهنگی چشم و دست دانش‌آموزان پسر با نارساخوانی مقطع دوم و سوم دبستان تأثیر معناداری دارد. پژوهش‌ها نشان می‌دهد بازی‌های مهیج ویدئویی موجب بهبود توانایی‌های خواندن، تغییر توجه دیداری به شنیداری کودکان انگلیسی زبان نارساخوان می‌شود. همچنین ارتقای توجه دیداری – فضایی، هماهنگی چشم و دست و حافظه کاری واج‌شناختی سرعت بخشیدن به تغییر درک توجهی بینایی به شنوایی به طور مستقیم می‌تواند به خواندن بهتر در کودکان انگلیسی زبان نارساخوان کمک کند.

در تبیین این یافته‌ها می‌توان گفت در توان‌بخشی شناختی دو رویکرد عمده یعنی رویکرد جبران یا سازش و رویکرد درمان شناختی وجود دارد. در رویکرد جبران یا سازش، هدف آن است تا با ایجاد تغییراتی در محیط،

عادات و روش انجام کارها و نیز راهکارهای اجرایی، محدودیت‌های فردی کنار گذاشته شوند. در برنامهٔ آموزشی توان‌بخشی شناختی که با بازی‌های شناختی نیز همراه است بر تمرین‌هایی مانند تطبیق علائم، ثبات شکل، ماز، خط چین و دارت تأکید شده است که یکی از مهم‌ترین اهداف آموزشی این بازی‌ها، هماهنگی چشم و دست است. بنابراین با توجه به کاستی‌های دانش‌آموزان نارساخوان، برنامه‌های توان‌بخشی متنوع است و شامل انواع دقت و تمرکز (دقت انتخابی، دقت متمرکز، دقت مداوم، دقت تجزیه شده و جابجایی توجه) حافظهٔ فعال، حافظهٔ فوری و حافظهٔ کوتاه‌مدت دیداری و شنیداری، سرعت پردازش دیداری و شنیداری، ادراک دیداری و شنیداری، هماهنگی حسی و حرکتی، بهبود هماهنگی دست و چشم، پردازش دیداری، کنترل حرکات ریز، مهارت‌های حل مسئله، کارکردهای اجرایی، بهبود کنترل تکانه، یکپارچه‌سازی ذهنی، دسته‌بندی و مرتب سازی (ترتیب‌گذاری) دیداری است و می‌توان گفت که استفاده از این روش آموزشی می‌تواند تا حد زیادی کاستی‌های این دسته از دانش‌آموزان را مرتفع سازد.

علی‌رغم نتایج مفید این مطالعه، برخی محدودیت‌ها نیز قابل ذکرند. روش گردآوری اطلاعات در پژوهش حاضر به صورت خود اظهاری بود که از این نظر ممکن است پاسخ‌دهی به سؤالات با سوگیری همراه بوده باشد. پژوهش حاضر بدون در نظر گرفتن جنسیت، اختلال نارساخوانی را مورد بررسی قرار داده است. نتایج حاضر نشان دهنده اثربخشی مداخلات در شرایط آزمایشی بوده است، بنابراین تعمیم آن بر شرایط غیرآزمایشی باید احتیاط صورت گیرد. این پژوهش در محدودهٔ سنی ۷ تا ۱۳ سال انجام شده است و در تعمیم آن به سایر رده‌های سنی باید جانب احتیاط را رعایت نمود. با تکیه بر محدویت این مطالعه، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی از روش تکمیل پرسشنامه توسط مصاحبه‌کننده یا مصاحبه برای گردآوری اطلاعات استفاده شود. همچنین پیشنهاد می‌شود پژوهشی مشابه در دانش‌آموزان پسر و دختر به تفکیک اجرا و بررسی شود. برنامه‌های تحریک الکتریکی و توان‌بخشی شناختی به کار رفته در این پژوهش عمدتاً بر نقایص شناختی توجه انتخابی، بازداری و هماهنگی چشم و دست تمرکز داشته است، لذا پیشنهاد می‌شود در مورد تأثیر این روش‌های آموزشی بر سایر نقایص شناختی از قبیل استدلال و درک فضایی، مطالعات بیشتری انجام شود. جهت افزایش اعتبار پژوهش پیشنهاد می شود در پژوهش‌های آتی، ارزیاب و درمانگر متفاوت به جای بررسی مقطع دبستان به صورت کلی، یک پایه خاص (مانند سوم و غیره) را مورد بررسی قرار دهد. همچنین پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی به بررسی مکانیسم‌ها و میانجی‌های مختلف مبنی بر رابطه بین عملکردهای شناختی و نتایج کارکردی پرداخته شود. همچنین با توجه به تأثیر هماهنگی چشم و دست در ایجاد، تداوم و تشدید نارساخوانی، پیشنهاد می‌شود کودکان قبل از ورود به مدرسه، از لحاظ این سازه‌ها مورد بررسی قرار گیرند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش: این مقاله از رسالهٔ دکتری نویسندهٔ اول در رشته روانشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساری استخراج شده است. کلیه مراحل انجام این مطالعه تحت نظارت کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری با کداخلاق IR-IAU-SARI-REC.1401.085 انجام شده است.

حامی مالی: این مطالعه حاصل پژوهش مستقلی است که بدون حمایت و با هزینه شخصی صورت گرفته است.

نقش هر یک از نویسندگان: نویسندهٔ اول، پژوهشگر اصلی این پژوهش بود. نویسندهٔ دوم استاد راهنما و نویسندهٔ سوم استاد مشاور رساله می‌باشند.

تضاد منافع: کلیه نویسندگان اعلام می‌کنند هیچ‌گونه تضاد منافعی ندارد.

تشکر و قدردانی: نویسندگان مطالعهٔ حاضر از تمامی افرادی که در این پژوهش با پژوهشگران همکاری داشته‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

امیری، محسن؛ کرمی، جهانگیر و مومنی، خدامراد (۱۴۰۱). تأثیر نوروفیدبک بر تعدیل امواج مغزی و کنش های اجرایی پایه در کودکان ۸ تا ۱۲ سالهٔ دارای ناتوانایی‌های یادگیری خاص. *مجله علوم روانشناختی*، ۲۱ (۱۱۲)، ۷۰۹-۷۲۶.

https://doi.org/10.52547/JPS.21.112.709

خراسانی‌زاده گزکی، عارفه؛ بهرامی، هادی و احدی حسن (۱۳۹۹). اثربخشی آموزش حافظه‌کاری بر افزایش توجه کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه / بیش‌فعالی. *مجله علوم روانشناختی*، ۱۹ (۸۸)، ۵۰۳-۵۰۹.

http://psychologicalscience.ir/article-1-668-fa.html

فیروزی، ستاره؛ ابوالمعالی‌الحسینی، خدیجه و نوکنی، مصطفی (۱۴۰۰). مقایسه اثربخشی بازتوانی شناختی با استفاده از کامپیوتر، یکپارچگی حسی و تلفیق این دو روش بر بهبود حافظه‌کاری دانش‌آموزان دارای ناتوانی‌های یادگیری خاص. *مجله علوم روانشناختی*، ۲۰ (۹۷)، ۱۲۳-۱۳۸.

http://psychologicalscience.ir/article-1-934-en.html

References

Amiri, M., karami, J., momeni, K. (2022). The effect of neurofeedback on brain wave modulation and improvement of baseline executive functions of 8 to 12-year-old children with specific learning disabilities. *Journal of Psychological Science*, 21(112), 709-726. [Persian] https://doi.org/10.52547/JPS.21.112.709

Bayley, M., Ponsford, J., Bayley, M. T., Janzen, S., Harnett, A., Teasell, R., ... & McIntyre, A. (2023). INCOG 2.0 Guidelines for Cognitive Rehabilitation Following Traumatic Brain Injury: Methods, Overview, and Principles. *Journal of head trauma rehabilitation*, 38(1), 7-23. https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000838

Cicerone, K. D., Goldin, Y., Ganci, K., Rosenbaum, A., Wethe, J. V., Langenbahn, D. M., ... & Harley, J. P. (2019). Evidence-based cognitive rehabilitation: systematic review of the literature from 2009 through 2014. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 100(8), 1515-1533. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.02.011

Clare, L., Kudlicka, A., Oyebode, J. R., Jones, R. W., Bayer, A., Leroi, I., ... & Woods, B. (2019). Individual goal-oriented cognitive rehabilitation to improve everyday functioning for people with early-stage dementia: A multicentre randomised controlled trial (the GREAT trial). *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 34(5), 709-721. https://doi.org/10.1002/gps.5076

Farokhi-Sisakht, F., Farhoudi, M., Sadigh-Eteghad, S., Mahmoudi, J., & Mohaddes, G. (2019). Cognitive rehabilitation improves ischemic stroke-induced cognitive impairment: role of growth factors. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, *28*(10), 104299. https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.07.015

Firouzi, S., Abolmaali Alhosseini, K., Nokani, M. (2021). Comparison of the effectiveness of computer assisted cognitive rehabilitation, sensory integration and combining these two methods on the improvement working memory of students with specific learning disabilities. *Journal of Psychological Science*, 20 (97), 123-138. [Persian] http://psychologicalscience.ir/article-1-934-en.html

Fonteneau, C., Mondino, M., Arns, M., Baeken, C., Bikson, M., Brunoni, A. R., ... & Brunelin, J. (2019). Sham tDCS: A hidden source of variability? Reflections for further blinded, controlled trials. *Brain stimulation*, 12(3), 668-673. https://doi.org/10.1016/j.brs.2018.12.977

Fernandes, H. A., Richard, N. M., & Edelstein, K. (2019). Cognitive rehabilitation for cancer-related cognitive dysfunction: a systematic review. *Supportive Care in Cancer*, *27*(9), 3253-3279. https://doi.org/10.1007/s00520-019-04866-2

Irazoki, E., Contreras-Somoza, L. M., Toribio-Guzmán, J. M., Jenaro-Río, C., Van der Roest, H., & Franco-Martín, M. A. (2020). Technologies for cognitive training and cognitive rehabilitation for people with mild cognitive impairment and dementia. A systematic review. *Frontiers in psychology*, *11*, 648. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00648

Jeffay, E., Ponsford, J., Harnett, A., Janzen, S., Patsakos, E., Douglas, J., ... & Green, R. (2023). INCOG 2.0 Guidelines for Cognitive Rehabilitation Following Traumatic Brain Injury, Part III: Executive Functions. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, *38*(1), 52-64. https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000834

Khan, A., Antonakakis, M., Suntrup-Krueger, S., Lencer, R., Nitsche, M. A., Paulus, W., ... & Wolters, C. H. (2023). Can individually targeted and optimized multi-channel tDCS outperform standard bipolar tDCS in stimulating the primary somatosensory cortex? *Brain Stimulation*, *16*(1), 1-16. https://doi.org/10.1016/j.brs.2022.12.006

Khorasani zade gazki, A., Bahrami, H., Ahadi, H. (2020). Effectiveness of working memory training on increasing the attention of children with attention - deficit / hyperactivity. *Journal of Psychological Science*, 19(88), 503-509. [Persian] http://psychologicalscience.ir/article-1-668-en.html

Kim, R. K., Kang, N., Desai, Z., & Cauraugh, J. H. (2023). A Meta-Analysis on Dual Protocols for Chronic Stroke Motor Recovery: Robotic Training and tDCS. *Applied Sciences*, 13(3), 1992. https://doi.org/10.3390/app13031992

Kudlicka, A., Martyr, A., Bahar-Fuchs, A., Woods, B., & Clare, L. (2019). Cognitive rehabilitation for people with mild to moderate dementia. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2019*(8). https://doi.org/10.1080/02699052.2022.2163289

Levine, S., Pastor, P., Krizhevsky, A., Ibarz, J., & Quillen, D. (2018). Learning hand-eye coordination for robotic grasping with deep learning and large-scale data collection. *The International journal of robotics research*, 37(4-5), 421-436. https://doi.org/10.1177/0278364917710318

Ma, Q., Pu, M., Li, M., Haihambo, N., Baetens, K., Heleven, E., ... & Van Overwalle, F. (2023). Can transcranial direct current stimulation (tDCS) of the cerebellum improve implicit social and cognitive sequence learning? *International Journal of Clinical and Health Psychology*, *23*(2), 100355. https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2022.100355

Maggio, M. G., Latella, D., Maresca, G., Sciarrone, F., Manuli, A., Naro, A., ... & Calabrò, R. S. (2019). Virtual reality and cognitive rehabilitation in people with stroke: an overview. *Journal of Neuroscience Nursing*, *51*(2), 101-105. https://doi.org/10.1097/JNN.0000000000000423

Morya, E., Monte-Silva, K., Bikson, M., Esmaeilpour, Z., Biazoli, C. E., Fonseca, A., ... & Okano, A. H. (2019). Beyond the target area: an integrative view of tDCS-induced motor cortex modulation in patients and athletes. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 16(1), 1-29. https://doi.org/10.1186/s12984-019-0581-1

Shen, C. W., Ho, J. T., Ly, P. T. M., & Kuo, T. C. (2019). Behavioural intentions of using virtual reality in learning: perspectives of acceptance of information technology and learning style. *Virtual Reality*, *23*(3), 313-324. https://doi.org/10.1007/s10055-018-0348-1

Pedroli, E., Mancuso, V., Stramba-Badiale, C., Cipresso, P., Tuena, C., Greci, L., ... & Gaggioli, A. (2022). Brain M-App's Structure and Usability: A New Application for Cognitive Rehabilitation at Home. *Frontiers in Human Neuroscience*,*16*. https://doi.org/10.1177/0278364917710318

Richard, N. M., Bernstein, L. J., Mason, W. P., Laperriere, N., Maurice, C., Millar, B. A., ... & Edelstein, K. (2019). Cognitive rehabilitation for executive dysfunction in brain tumor patients: a pilot randomized controlled trial. *Journal of neuro-oncology*, *142*(3), 565-575. https://doi.org/10.1007/s11060-019-03130-1

Samani, M. M., Agboada, D., Jamil, A., Kuo, M. F., & Nitsche, M. A. (2019). Titrating the neuroplastic effects of cathodal transcranial direct current stimulation (tDCS) over the primary motor cortex. *Cortex*, 119, 350-361. https://doi.org/10.1016/j.cortex.2019.04.016

Tedla, J. S., Sangadala, D. R., Reddy, R. S., Gular, K., Kakaraparthi, V. N., & Asiri, F. (2023). Transcranial direct current stimulation (tDCS) effects on upper limb motor function in stroke: an overview review of the systematic reviews. *Brain Injury*, 1-12. https://doi.org/10.1080/02699052.2022.2163289

Wei, L., Chai, Q., Chen, J., Wang, Q., Bao, Y., Xu, W., & Ma, E. (2022). The impact of Tai Chi on cognitive rehabilitation of elder adults with mild cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis. *Disability and Rehabilitation*, *44*(11), 2197-2206. https://doi.org/10.1080/09638288.2020.1830311

Weightman, M., Lalji, N., Lin, C. H. S., Galea, J. M., Jenkinson, N., & Miall, R. C. (2023). Short duration event related cerebellar TDCS enhances visuomotor adaptation. *Brain Stimulation*. 6(2), 431-441. https://doi.org/10.1016/j.brs.2023.01.1673

Wu, K., & Kilian, A. (2019). Designing natural wood log structures with stochastic assembly and deep learning. In Robotic Fabrication in Architecture, Art and Design 2018: Foreword by Sigrid Brell-Çokcan and Johannes Braumann, Association for Robots in Architecture (pp. 16-30). *Springer International Publishing*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92294-2_2