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

The effect of observational learning by individual and dyad training on mirror neurons function and learning of movement skills in autism spectrum disorder children

Farahnaz Ayatizadeh Tafti[1], Mojtaba Dehestani Ardekani[2], Mahmoud Sheikh[3]
1. Assistant Professor, Department of Sports Sciences, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Yazd University, Yazd, Iran. E-mail: fayati@yazd.ac.ir
2. Assistant Professor, Department of Sport Sciences, Ardakan University, Ardakan, Iran. E-mail: M.Dehestani@ardakan.ac.ir
3. Professor, Department of Motor Development, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: msheikh@ut.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received 23 December 2022
Received in revised form 09 February 2023
Accepted 13 March 2023
Published Online 21 March 2023

Keywords:
Observational learning,
Mirror neurons,
Cooperative training,
Swimming skill,
Autism

ABSTRACT

Background: Disruptions in the children Autism spectrum's mirror neurons has been challenged by researchers in psychological and motor behavior science for children with autism spectrum. Methods that based on the mirror neuron system, such as cooperatively observation learning, can be used to increase the imitation of autism in children, and use them in teaching. However, few studies have investigated the effect of this educational method on the learning of autistic children.

Aims: The purpose of this study was to investigate the effect of observational learning by individual and dyad training on mirror neurons function and learning of movement skills in autism spectrum disorder children.

Methods: The current research is a semi-experimental one that was designed and implemented in 2017. The statistical population includes 7-14-year-old boys on the autism spectrum (Asperger's and high-functioning) in Tehran, who were selected through purposive sampling. The samples were allocated to two individual and dyad training groups and trained in breaststroke skills twice a week for a period of 8 weeks. The data collection tool includes the Gars Autism Severity Scale (1994); the Chest crawl skill assessment checklist (Galaho and Ozman, 2005), and an electroencephalograph (EEG) sensor used to record brain waves. Data analysis was done by repeated measure covariance analysis, which was done in SPSS software.

Results: The results of covariance analysis showed that both groups improved mirror neurons function, but significantly, the dyad training group improved mirror neurons function in post-test, the difference between two groups was significantly in benefit of the dyad training group ($p < 0.001$). Also, the quality of swimming skill (chest) in the dyad training group was significantly improved, and the difference between the two groups in improving the swimming skill was significantly in favor of the dyad group ($p < 0.001$).

Conclusion: Training through observational learning, imitation, and observational feedback improves the activity of mirror neurons, which is effective in improving motor actions. As a result, one of the suggestions in this study is to focus on enhancing the functional capabilities of the neurons through observational learning in order to improve the motor skill of autism and neuropsychiatric rehabilitation.

Citation: Ayatizadeh Tafti, F., Dehestani Ardekani, M., & Sheikh, M. (2023). The effect of observational learning by individual and dyad training on mirror neurons function and learning of movement skills in autism spectrum disorder children. *Journal of Psychological Science*, 22(121), 127-143. https://psychologicalscience.ir/article-1-1955-fa.html

Journal of Psychological Science, Vol. 22, No. 121, April, 2023
© The Author(s). **DOI**: 10.52547/JPS.22.121.127

✉ **Corresponding Author:** Mojtaba Dehestani Ardekani, Assistant Professor, Department of Sport Sciences, Ardakan University, Ardakan, Iran. E-mail: M.Dehestani@ardakan.ac.ir, Tel: (+98) 9133579717

Extended Abstract

Introduction

Autism is a type of social relations developmental disorder characterized by abnormal verbal communication behaviors. The symptoms of this disorder appear before the age of three, and its main cause is unknown. Autism spectrum disorders are characterized by defects in the social, communication, and behavioral domains, where the disruption in the motor-behavioral domain is considered the main core of autism (Hamilton et al., 2007). In the last two decades, a lot of empirical evidence has been presented indicating that effective and timely education can have its maximum effectiveness in childhood. Autism makes the brain unable to function properly in the field of social behaviors and communication skills, and it interferes with learning how to communicate and interact with others (Yavari et al., 2018). This caused one of the most recent hypotheses to be proposed regarding the etiology of autism spectrum disorders in recent years at the neuronal level, which is the system of mirror neurons. Mirror neurons play an important role in understanding the actions of others and are necessary for humans to learn through observation and imitation (Heyes & Catmur, 2022). Mirror neurons play a complementary role in people's ability to represent others' actions, allowing observers to understand the goals and intentions of others' actions (Oberman et al., 2007). A defect in the observation/execution matching system (mirror neuron system) has been proposed as a neural mechanism that causes defects in cognition and social communication in autism (Rizzolatti & Fabbri-Destro, 2010). Researchers in the field of motor behavior are looking for training methods that bring the learning conditions for motor skills closer to the optimal level (Bahrami et al., 2012). In an optimal training method, not only effectiveness is considered, but the efficiency factor should also be considered. Efficiency means that the desired method is minimal in terms of energy, time, and cost, and takes into account other aspects of simultaneous influence such as social development, personality, and interaction with others (Mesibov et al., 2004). The importance of this issue is especially clear for high-cost sports (skiing, swimming, tennis, etc.) as well as children with special needs (autism in this research). Therefore, the training method that has the most efficiency and effectiveness (in learning movement skills and other aspects at the same time) in the shortest time will be very effective. One of the best-combined training methods that have attracted the attention of researchers in recent years is the Dyad training method. When one learner is performing the skill, the other learner observes him and in the next attempt, they switch their roles (Shea et al., 2000). According to previous studies, it can be said that methods such as Dyad movement exercises, which are designed on observational learning based on the mirror neuron system, can be considered to increase imitation in autistic children and can be used in movement learning. Since there has been limited research on mirror neurons in sports skills and the characteristics and functions of these neurons have not yet been accurately identified, it is necessary for mirror neurons to be further investigated. Disruptions in the children of Autism spectrum mirror neurons have been challenged by researchers in psychological and motor behavior science for children with autism spectrum. Methods based on the mirror neuron system, such as cooperative observational learning, can be used to increase the imitation of autism in children, and use them in teaching. However, few studies have investigated the effect of this educational method on the learning of autistic children. Many studies have conducted research in the field of observational learning to improve movement performance and learn sports skills (Parvinpour et al., 2017), which has brought positive results for dyad exercises in learning swimming skills. Motor development is a prerequisite and fundamental stage for achieving higher levels of cognitive, psychological, expressive, social, and moral development, and on the other hand, the observational learning system in the sports performance of children with autism spectrum has not been investigated yet. Therefore, the main purpose of this study is to investigate the effect of observational learning in improving the function of mirror neurons and, in line with that, improving swimming skills in boys with autism.

Method

The present study was an experimental type with a pre-test and post-test design, in which the effect of the independent variable (swimming skill training through observational and individual learning) on the dependent variable (function of mirror neurons and quality of swimming movement skill) was investigated, and two groups were compared. The statistical population of the study is made up of autistic boys (Asperger and high functioning) aged 7 to 14 in Tehran in the academic year 2016-2017. The statistical sample of the research was selected based on the inclusion and exclusion index of 24 boys, 12 of whom were in the individual training group and 12 in the dyad training group. Before the implementation of the swimming skill training program, a pre-test was performed for both individual and paired training groups, and swimming skills and mirror neuron performance were measured and after the implementation of the 8-week swimming skill training program, the post-test of swimming skill and mirror neuron function was performed again for both groups. The entry criteria for autistic children are 1- gender (which includes boys in the present study), 2- autism with high ability; 3- Age (between 7 and 12). 4- The ability to follow verbal instructions during the study, 5- normal vision and hearing. The exit criteria for autistic children are 1- suffering from neurodegenerative diseases, 2- having mental diseases, 3- head injuries, 4- if they have surgery during a period of 6 months before the study, 5- having attention deficit, 6- having epilepsy, 7- moderate to severe mental retardation that interferes with their ability to do the task.

Results

In this study, 12 autistic children were randomly assigned to the experimental group and 12 autistic children to the control group. In both dyad and individual training groups, the average scores of the components increased in the post-test stages.

Table 1. The results of Bonferroni's post hoc test to compare swimming skills and mirror neuron activity

Variable	Group	Stage		Mean difference	Sig
Swimming performance	Dyad	Pre test	Post test	-5.33	0.000
		Pre test	Follow up	-4.11	0.000
		Post test	Follow up	1.12	0.05
	Individual	Pre test	Post test	-2.13	0.000
		Pre test	Follow up	-2.61	0.000
		Post test	Follow up	-0.48	1.00
Mirror neuron activity	Dyad	Pre test	Post test	-38.44	0.000
		Pre test	Follow up	-6.78	0.000
		Post test	Follow up	-1.01	0.07
	Individual	Pre test	Post test	02.38	0.000
		Pre test	Follow up	01.81	0.000
		Post test	Follow up	0.57	0.8

Based on the results of Table 1, as can be seen, the effect of implementing independent variables on swimming skills in autistic children (Wilks Lambda= 0.784, η^2= 0.115, P= 0.017, F= 3.17) and the activity of mirror neurons. All of them (Wilks lambda= 0.733, η^2= 0.144, P= 0.004, F= 4.12) are significant. The effect of the group for swimming skill variables (F= 22.48, P= 0.001, η^2= 0.66) and for the activity variable of mirror neurons (η^2= 0.66, P= 0.001, F= 22/84 is significant, and it means that the implementation of dyad exercises has an effect on the function of mirror neurons and swimming skills in people.

Conclusion

The purpose of this study was to investigate the effect of observational learning by individual and dyad training on mirror neurons function and learning of movement skills in autism spectrum disorder children. The prediction that autism spectrum children in the experimental group of dyad training who practiced observational learning with their peers could improve mirror neuron activity and swimming skills was confirmed. According to the findings, in the group of individual exercises and double exercises, after the intervention of the exercises differently, there was an improvement in the

swimming skills of the subjects, and in the group of double exercises (observational learning), more meaningful progress took place. Also, the findings of the signals received from the activity of mirror neurons by EEG emphasized that in the group of dyad exercises, the activity of mirror neurons improved more than in the group of individual exercises, and the difference in this improvement was significant. As a result, one of the suggestions in this study is to focus on enhancing the functional capabilities of the neurons through observational learning in order to improve the motor skill of autism and neuropsychiatric rehabilitation.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: This article is taken from the doctoral thesis of the second author in the field of Motor Behavior/ Instruction of Physical Education in the Faculty of Sports Sciences, University of Tehran. In order to maintain the observance of ethical principles in this study, an attempt was made to collect information after obtaining the consent of the participants. Participants were also reassured about the confidentiality of the protection of personal information and the presentation of results without mentioning the names and details of the identity of individuals

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

Authors' contribution: The first author was the advisor, the second was corresponding author and the third was the supervisor.

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

Acknowledgments: I would like to appreciate the supervisor, the advisors, and the parents in the study.

مجله علوم روانشناختی

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

Homepage: http://www.psychologicalscience.ir

تأثیر یادگیری مشاهده‌ای از طریق تمرینات جفتی بر عملکرد نورون‌های آئینه‌ای و کیفیت مهارت حرکتی شنا در کودکان پسر طیف اوتیسم

فرحناز آیتی‌زاده تفتی[۱]، مجتبی دهستانی‌اردکانی✉[۲]، محمود شیخ[۳]

۱. استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم‌ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم‌تربیتی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۲. استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم‌ورزشی، دانشگاه اردکان، اردکان ایران.

۳. استاد، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران، تهران، ایران.

مشخصات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۲
بازنگری: ۱۴۰۱/۱۱/۲۰
پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۲
انتشار برخط: ۱۴۰۲/۰۱/۰۱

کلیدواژه‌ها:
یادگیری مشاهده‌ای،
نورون‌های آئینه‌ای،
تمرین جفتی،
کیفیت مهارت حرکتی شنا،
اوتیسم

چکیده

زمینه: اختلال در نورون‌های آئینه‌ای کودکان اوتیسم همواره مورد چالش پژوهشگران این حوزه بوده است و روش‌هایی که مبتنی بر سیستم نورون‌های آئینه‌ای طراحی شده‌اند نظیر یادگیری مشاهده‌ای به‌صورت مشارکتی، می‌تواند برای افزایش تقلید در کودکان اوتیسم مورد توجه قرار گرفته و در آموزش از آن‌ها استفاده شود؛ بااین‌وجود مطالعات اندکی تأثیر این شیوه آموزشی را بر یادگیری کودکان اوتیسم مورد بررسی قرار داده‌اند.

هدف: هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر یادگیری مشاهده‌ای در ارتقای عملکرد نورون‌های آئینه‌ای و در راستای آن بهبود کیفیت مهارت حرکتی شنا در کودکان پسر طیف اوتیسم بود.

روش: طرح پژوهش حاضر نیمه‌آزمایشی است که در سال ۱۳۹۷ طراحی و اجرا شده است. جامعه آماری شامل کودکان پسر ۷ تا ۱۴ ساله طیف اوتیسم (آسپرگر و با عملکرد بالا) شهر تهران است که نمونه مورد نیاز به شیوه هدفمند و از نوع در دسترس انتخاب شدند و در دو گروه تمرین انفرادی و دوتایی تخصیص داده شدند و طی مدت ۸ هفته دو جلسه در هفته به آموزش مهارت کرال سینه پرداختند. ابزار گردآوری داده‌ها شامل مقیاس سنجش شدت اوتیسم گارس (۱۹۹۴)؛ چک لیست ارزیابی مهارت کرال سینه (گالاهو و اوزمان، ۲۰۰۵) و برای ثبت امواج مغزی از حسگر الکترو انسفالوگراف (EEG) استفاده شد. تحلیل داده با روش تحلیل کواریانس با اندازه‌گیری مکرر بود که در نرم‌افزار SPSS انجام شد.

یافته‌ها: نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که هر دو گروه در پس‌آزمون عملکرد نورون‌های آئینه‌ای بهبود داشتند ولی گروه تمرینات دوتایی پس از مداخله به‌طور معناداری در ارتقای عملکرد نورون‌های آئینه‌ای بهبود داشت و تفاوت بین دو گروه به‌طور معنی‌داری به نفع گروه تمرین دوتایی بود ($p< ۰/۰۰۱$). همچنین کیفیت شنای کرال سینه در گروه تمرین دوتایی بهبود معناداری داشت و تفاوت بین دو گروه در بهبود مهارت شنا به‌طور معناداری به نفع گروه دوتایی بود ($p< ۰/۰۰۱$).

نتیجه‌گیری: آموزش از طریق یادگیری مشاهده‌ای، تقلید و بازخوردهای مشاهده‌ای فعالیت نورون‌های آیینه‌ای را که در بهبود اعمال حرکتی مؤثر است، ارتقاء می‌بخشد که می‌توان از آن در جهت توانبخشی استفاده کرد. مطابق با یافته‌ها از مهم‌ترین کاربردهای آتی می‌توان به تمرکز بر بالابردن توانایی‌ها و قابلیت‌های عملکردی نورون‌های آئینه‌ای از طریق یادگیری مشاهده‌ای به‌منظور بهبود علائم حرکتی اوتیسم و توانبخشی عصبی اشاره کرد.

استناد: آیتی‌زاده تفتی، فرحناز؛ دهستانی‌اردکانی، مجتبی؛ و شیخ، محمود (۱۴۰۲). تأثیر یادگیری مشاهده‌ای از طریق تمرینات جفتی بر عملکرد نورون‌های آئینه‌ای و کیفیت مهارت حرکتی شنا در کودکان پسر طیف اوتیسم، مجله علوم روانشناختی، دوره بیست‌ودوم، شماره ۱۲۱، ۱۲۷-۱۴۳.

مجله علوم روانشناختی، دوره بیست‌ودوم، شماره ۱۲۱، بهار (فروردین) ۱۴۰۲.

© نویسندگان.

✉ **نویسنده مسئول:** مجتبی دهستانی‌اردکانی، استادیار ، گروه تربیت بدنی و علوم‌ورزشی، دانشگاه اردکان، اردکان ایران. رایانامه: M.Dehestani@ardakan.ac.ir

تلفن: ۰۹۱۳۳۵۷۹۷۱۷

مقدمه

اوتیسم، یکی از اختلالات عصبی ـ تحولی دوره‌ی کودکی است. اوتیسم را بیشتر می‌توان یک اختلال نورولوژیکی که خودش را در سال‌های اولیه کودکی نمایان می‌کند، معرفی نمود. این اختلال در بیماران اتیستیک[1] باعث می‌شود که مغز نتواند در زمینه‌ی رفتارهای اجتماعی و مهارت‌های ارتباطی به درستی عمل کند و مزاحم او برای یادگیری چگونگی ارتباط و تعامل با دیگران به طور اجتماعی می‌شود (یاوری و همکاران، ۱۳۹۷). این امر باعث شد تا یکی از جدیدترین فرضیه‌ها، در مورد سبب‌شناسی اختلالات طیف درخودماندگی در سال‌های اخیر در سطح نورونی مطرح شود. که یکی از این سیستم‌های شناختی سیستم نورون‌های آیینه‌ای است. سیستم نورون‌های آیینه‌ای[2]، اولین بار در حدود دهه ۱۹۹۰ در میمون‌ها توسط ریزولاتی در دانشگاه پارما کشف شد (ریزولاتی و اربیب، ۱۹۹۸). این نورون‌ها نقشی مهم در درک اعمال دیگران ایفا کرده و برای انسان در جهت یادگیری از طریق مشاهده و تقلید ضروری است (هیز و کاتمور، ۲۰۲۲). بنابراین حداقل دو رفتار که توسط سیستم نورون‌های آیینه‌ای انجام می‌شود، مورد تأیید است: ۱) درک فعالیت دیگران ۲) تقلید در انسان‌ها، این سیستم یک نقش مکمل در توانایی افراد برای بازنمایی اعمال دیگران ایفا می‌کند که به مشاهده‌گران اجازه می‌دهد، اهداف و مقاصد اعمال دیگران را درک کنند (ابرمن و همکاران، ۲۰۰۸).

اوتیسم نوعی اختلال رشدی از نوع روابط اجتماعی است که با رفتارهای ارتباطی و کلامی غیرطبیعی مشخص می‌شود. علائم این اختلال تا پیش از سه سالگی بروز می‌کند و علّت اصلی آن ناشناخته است که از هر ۶۰ تا ۷۰ تولد زنده در دنیا یک نفر مبتلا به اوتیسم است (همیلتون و همکاران، ۲۰۰۷). اختلالات طیف اتیسم، با نقص در حوزه‌های اجتماعی، ارتباطی و رفتاری مشخص می‌شوند که اختلال در حوزه‌ی حرکتی ـ رفتاری به عنوان هسته‌ی اصلی در خودماندگی در نظر گرفته شده است. در کشوری مانند ایران با جمعیت حدود ۷۰ میلیون نفر احتمال می‌رود حدود ۲۸۰ هزار بیمار اُتیستیک وجود داشته باشند که این میزان همواره در حال رشد است. طبق مطالعات انجام شده توسط وزارت آموزش و سایر سازمان‌های دولتی آمریکا، اوتیسم در این کشور با نرخ رشدی برابر با ۱۰ تا ۱۷ درصد در حال ازدیاد است. در سایر کشورها نیز مانند کشور ما این بیماری در حال رشد نگران کننده‌ای است (یاوری و همکاران، ۱۳۹۷). در دو دهه‌ی اخیر شواهد تجربی زیادی دال بر این نظریه که آموزش مؤثر به موقع می‌تواند حداکثر اثربخشی خود را در دوران کودکی داشته باشد، ارائه شده است. در این مورد توافق عمومی وجود دارد که دوران کودکی فرصتی است که فرآیندهای رشد و خصوصیات رفتاری تغییرات سریعی را طی می‌کنند و این دوره از هر دوره‌ی دیگر قابل انعطاف‌تر است (برنیر و همکاران، ۲۰۰۷). ازآنجایی‌که دوران کودکی از اهمیت فراوانی برخوردار است، توجه ویژه به محیط یادگیری در عملکرد کودکان می‌تواند سرنوشت‌ساز باشد؛ برهمین اساس غنی‌سازی محیط یادگیری برای کودکان ضرورت دارد (قربانخانی و همکاران، ۱۴۰۰).

نقص در سیستم تطبیق مشاهده/اجرا[3] (سیستم نورون‌های آیینه‌ای) به عنوان مکانیسم عصبی که باعث اختلال و نقص در شناخت و ارتباط اجتماعی در اتیسم می‌شود، مطرح شده است (ریزولاتی، ۲۰۰۵). به عبارتی دیگر افراد اتیستیک هیچ دریافتی از محیط پیرامون خود ندارند. آن‌ها فاقد هرگونه شمایل ذهنی از وقایع مهم و قابل ملاحظه محیط خود هستند. و این خود منجر به طیفی از مشکلات ارتباطی و رفتاری با دیگران می‌شود. به عبارتی دیگر این افراد در تقلید آیینه‌وار از رفتار دیگران مشکل دارند برخی دانشمندان دیگر اظهار می‌کنند که شرکت نورون‌های آیینه‌ای در امر تقلید می‌تواند بر اثربخشی تئوری ذهن در کودکان طیف اوتیسم کمک کند (زازیو و همکاران، ۲۰۱۹؛ میشل، ۲۰۱۲). از سویی دیگر پژوهشگران حوزه رفتار حرکتی سال‌هاست به دنبال روش‌های تمرینی هستند که شرایط یادگیری مهارت‌های حرکتی را به حد بهینه نزدیک کنند (پلاتا بلو و همکاران، ۲۰۱۴). در یک روش تمرینی بهینه، تنها اثرگذاری مد نظر نیست، بلکه فاکتور کارآمدی[4] نیز باید در نظر گرفته شود. کارآمدی بدین معنی است که روش مورد نظر از لحاظ صرف انرژی، وقت و هزینه حداقل باشد و سایر جنبه‌های تأثیرگذاری همزمان (نظیر رشد اجتماعی، شخصیتی، تعامل با دیگران و...) را مد نظر قرار دهد. (شیا و همکاران، ۲۰۰۰). اهمیت این بحث به‌خصوص برای رشته‌های ورزشی پرهزینه (اسکی، شنا، تنیس و...) و همچنین کودکان نوآموز با نیازهای خاص (در این پژوهش اوتیسم)

[1]. Autistic
[2]. Mirror neurons system
[3].Observation/execution matching system
[4]. Efficiency

مشخص‌تر است. بنابراین روش تمرینی که در کمترین وقت بیشترین بازدهی و اثرگذاری (در یادگیری مهارت حرکتی و سایر جنبه‌ها بطور همزمان) را داشته باشد بسیار مثمرثمر خواهد بود. یکی از بهترین روش‌های تمرینی ترکیبی که در سال‌های اخیر توجه پژوهشگران را به خود جلب کرده، روش تمرین دوتایی[1] است. در این تمرین که شامل نسبت برابری از تمرین بدنی و مشاهده‌ای است، در موقعیت یادگیری دو نوآموز با یکدیگر جفت شده و به صورت متناوب مهارت مورد نظر را انجام می‌دهند. هنگامی که یک نوآموز در حال اجرای مهارت است، نوآموز دیگر او را مشاهده می‌کند و در کوشش بعدی آن‌ها نقش خود را باهم عوض می‌کنند (هیلاوی نیسی و همکاران، ۱۴۰۱؛ شیا و همکاران، ۲۰۰۰). مروری بر ادبیات این روش تمرینی به خوبی نشان می‌دهد که تمام ویژگی‌های یک شرایط بهینه آموزشی را دارا است (شیا و همکاران، ۲۰۰۰؛ ولف و همکاران، ۲۰۱۰؛ گرنادوس و ولف، ۲۰۰۷).

به‌طورخاص گزارشاتی وجود دارند که گزارش می‌دهند کودکان اوتیسم وقتی با یک آشنا (والدین، خواهر، برادر و همکلاسی و...) همکاری می‌کنند مهارت‌های رفتاری و ارتباطی‌شان بهبود می‌یابد و تماس فیزیکی و روابط اجتماعی آن‌ها افزایش می‌یابد (کینر و همکاران، ۲۰۲۱). با توجه به مطالعات پیشین می‌توان گفت که روش‌هایی مانند تمرینات حرکتی دوتایی که به نحوی بر روی یادگیری مشاهده‌ای که مبتنی بر سیستم نورون‌های آینه‌ای است طراحی شده‌اند، می‌توانند برای افزایش تقلید در کودکان اوتیسم مورد توجه و در یادگیری حرکتی از آن‌ها استفاده گردد (توسکانو و همکاران، ۲۰۲۲؛ شارما و همکاران، ۲۰۱۸).

در صورت دست‌یابی به نتایج مورد انتظار از پژوهش حاضر شروع امیدوارکننده‌ای از تغییر چنین دیدگاه منفی در رابطه با توانایی‌های این کودکان به دست خواهد آمد و درنتیجه تلاش و سرمایه‌گذاری‌های قابل‌ملاحظه‌ای درزمینه شرکت کودکان مبتلابه اختلال اوتیسم در انواع مختلف مهارت‌های حرکتی و ورزشی صورت خواهد گرفت که می‌تواند به‌عنوان یک چشم‌انداز روشن در برنامه‌های تربیت‌بدنی مدارس و سازمان‌های حمایت‌کننده از کودکان مبتلا به اوتیسم نگریسته شود. از آنجایی که تحقیقات محدودی در رابطه با نورون‌های آینه‌ای در مهارت‌های ورزشی صورت گرفته و اینکه هنوز ویژگی‌ها و عملکرد این نورون‌ها به طور دقیق شناسایی نشده است، این نیاز احساس می شود تا نورون‌های آینه‌ای مورد بررسی بیشتری قرار بگیرند. اکثر تحقیقات انجام شده در رابطه با نورون‌های آینه‌ای، زمانی است که فرد تصویر مهارت یا فیلم آن را مشاهده می‌کند (روگیرو و کاتمور، ۲۰۱۸) ولی ارتقاء نورون‌های آینه‌ای از طریق یادگیری مشاهده‌ای خود مهارت توسط همسالان هنوز مورد بررسی قرار نگرفته است. لاگورودریگز و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای نشان دادند که در زمان مشاهده، منطقه پیشانی – آهیانه‌ای (مرکز سیستم نورون‌های آینه‌ای)، عمل دیگران را بر اساس هدف آن کدگذاری می‌کند؛ به بیان دیگر فعالیت سیستم نورون‌های آینه ای در طی مشاهده الگوی اجرا، به فرد یاد نمی‌دهند که چگونه حرکت را اجرا کند، بلکه تعیین می‌کند که چه حرکتی را باید اجرا کند تا به هدف تکلیف دست یابد. هیل و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای نشان دادند که فعالیت سیستم نورون‌های آینه‌ای در پاسخ به تحریک مثبت و منفی نسبت به تحریک خنثی روند افزایشی دارد و دیدن تصاویر منفی باعث ایجاد حالت منفی در شرکت‌کنندگان می‌شود. اوبرمن و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که مسیر آهیانه‌ای پیشانی (مرکز سیستم نورون‌های آینه‌ای) زمانی که شخص یک تجربه قبلی از حرکت را داشته باشد و یا مشاهده کرده باشد در مواجهه با شرایط مشابه، بسیار قوی‌تر از قبل فعال می‌شود.

محققین زیادی به انجام پژوهش در حوزه یادگیری مشاهده‌ای جهت بهبود عملکرد حرکتی و یادگیری مهارت‌های ورزشی پرداخته‌اند (ویرث و همکاران، ۲۰۲۲؛ پروین‌پور و همکاران، ۱۳۹۶) که نتایج مثبتی جهت تمرینات دوتایی در یادگیری مهارت‌های شنا بر پایه یادگیری مشاهده‌ای به همراه داشته است با توجه به اینکه رشد حرکتی به‌عنوان یک مرحله پیش‌نیاز و بنیادی برای دستیابی به سطوح بالاتر رشد شناختی، روانی، بیانی، اجتماعی و اخلاقی خواهد بود و نیز این سیستم یادگیری در کودکان طیف اوتیسم هنوز مورد بررسی قرار نگرفته است اهمیت بررسی این رویکرد در کودکان اوتیسم محرز می‌گردد از طرفی با بررسی پیشینه موجود در این حوزه چنین استنباط می‌گردد که تاکنون در مقایسه میزان فعال‌سازی نورون‌های آینه‌ای با مداخله یادگیری مشاهده‌ای توسط تمرینات جفتی پژوهشی صورت نپذیرفته است و همچنین تأثیر این شیوه یادگیری در کودکان اوتیسم مورد توجه پژوهش‌های پیشین قرار نگرفته است برهمین

[1]. Dyad training

اساس اجرای پژوهش‌هایی همچون پژوهش حاضر ضرورت می‌یابد، بنابراین سؤال اصلی پژوهش حاضر این است که یادگیری مشاهده‌ای تا چه میزان در ارتقای عملکرد نورون‌های آیینه‌ای و بهبود کیفیت مهارت حرکتی شنا در کودکان پسر طیف اوتیسم مؤثر بوده است؟

روش

الف) طرح پژوهش و شرکت‌کنندگان: پژوهش حاضر از نوع نیمه آزمایشی دو گروهی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود که در آن اثر متغییر مستقل (آموزش مهارت شنا به شیوه یادگیری مشاهده‌ای و انفرادی) بر متغییر وابسته (عملکرد نورون‌های آئینه‌ای و کیفیت مهارت حرکتی شنا) بررسی شد و دو گروه باهم مقایسه شدند.

جامعه‌ی آماری پژوهش مورد نظر را کودکان پسر اتستیک (آسپرگر و با عملکرد بالا) ۷ تا ۱۴ ساله شهر تهران در سال تحصیلی ۹۶-۹۷ تشکیل می‌دهند. نمونه‌ی آماری تحقیق براساس شاخص ورود به مطالعه و شاخص خروج از مطالعه تعداد ۲۴ پسر در یکی از مدارس کودکان با نیازهای ویژه انتخاب شد که ۱۲ نفر در گروه تمرین انفرادی و ۱۲ نفر در گروه تمرین دوتایی گمارده شدند که بر اساس نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. قبل از اجرای برنامه تمرینی مهارت شنا از هر دو گروه تمرین انفرادی و تمرین دوتایی پیش‌آزمون مهارت شنا و عملکرد نورون‌های آئینه‌ای به‌عمل آمد و پس از اجرای برنامه ۸ هفته‌ای آموزش مهارت شنا مجدداً برای هر دو گروه پس‌آزمون مهارت شنا و عملکرد نورون‌های آئینه‌ای اجرا شد. شایان ذکر است که در گروه تمرین دوتایی اکثرا کودکان با دوستان همکلاسی خود جفت شدند.

معیارهای ورودی کودکان اوتیسم عبارت اند از: جنسیت (که در تحقیق حاضر شامل پسران است)، ابتلا به اوتیسم با توانایی بالا، سن (بین ۷ تا ۱۲). توانایی پیگیری دستورات شفاهی در طول ارزیابی، برخورداری از بینایی و شنوایی نرمال. این عوامل توسط پژوهشگران باتوجه به پرونده کودکان در مدرسه بررسی و کنترل شدند. همچنین، معیارهای خروجی عبارتند از: ابتلا به بیماری‌های تخریب عصبی، بیماری‌های روانی، آسیب‌های جراحتی سر، در صورتی‌که در طول یک دوره ۶ ماهه قبل از مطالعه دارای عمل جراحی باشند و یا در طول دوره‌ی مطالعه قصد انجام آن را داشته باشند، دارای نقص توجهی شدید باشند، دارای بیماری صرع باشند، عقب‌ماندگی ذهنی متوسط تا شدید که با توانایی آن‌ها برای انجام تکلیف تداخل می‌یابد. تمامی این موارد توسط پژوهشگران و با مراجعه به پرونده این افراد بررسی و کنترل شدند. شدت اختلال حرکتی توسط فیزیوتراپ‌ها تعیین می‌شود. همچنین، رضایت‌نامه‌های کتبی از والدین و یا سرپرستان شرکت‌کنندگان در تحقیق قبل از مطالعه جمع‌آوری می‌شود و همچنین ارائه تعهد کتبی به والدین در خصوص محرمانه بودن فیلم‌های گرفته شده و نتایج پژوهش قبل از اجرا ارائه شد. قبل از شروع انجام مداخلات، از والدین کودکان خواسته شد تا پرسشنامه‌های اختلالات رفتاری و رشد اجتماعی را در ارتباط با کودکان خود تکمیل نمایند همچنین مقیاس سنجش شدت اتیسم گارس جهت تشخیص و ارزیابی شدت رفتارهای اتیستیک برای تمام آزمودنی‌ها اجرا شد. سپس به عنوان ارزیابی اولیه (پیش‌آزمون)، از کلیه کودکان گروه کنترل و آزمایش جهت ثبت فعالیت نورون‌های آیینه‌ای از دستگاه EEG استفاده شد.

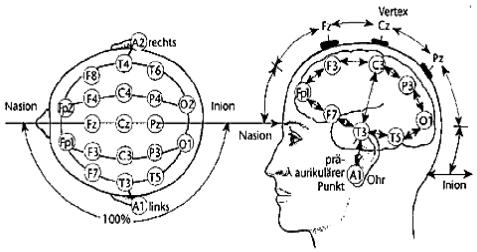
گروه آزمایش: گروه تمرینات دوتایی است که تعداد آن‌ها ۱۲ نفر است به گروه‌های دو نفری که باهم همکلاسی یا دوست بودند تقسیم شدند و طی ۸ هفته که شامل ۲ جلسه در هفته و به مدت ۱۶ جلسه آموزشی برای هر آزمودنی بود به تمرینات اختصاصی شنای کرال سینه پرداختند. مدت زمان هر جلسه ۴۰ الی ۴۵ دقیقه در نظر گرفته شده بود و گروه تمرین انفرادی مشابه گروه تمرین دوتایی گروه ۱۲ نفره طی ۸ هفته که شامل ۲ جلسه در هفته و به مدت ۱۶ جلسه آموزشی برای هر آزمودنی بود که به تمرینات اختصاصی شنای کرال سینه پرداختند. تفاوت برنامه تمرینی گروه انفرادی متفاوت از گروه تمرین دوتایی بدین صورت بود که آن‌ها پس از توضیحات شفاهی مربی و مشاهده اجرای صحیح مهارت مورد نظر توسط مربیشان، همگی وارد آب می‌شدند و با اعلام مربی یا والدین به صورت دسته جمعی و همزمان به اجرای بدنی مهارت پرداختند و پس از پایان هر کوشش برای کوشش همزمان بعدی آماده شدند. بدین ترتیب که با توجه به مهارت بدنی این گروه به میزان دو برابر کوشش‌های تمرینی گروه دوتایی به تمرین بدنی پرداختند.

ب) ابزار

مقیاس سنجش شدت اتیسم گارس جهت تشخیص و ارزیابی شدت رفتارهای اتیستیک: این آزمون چک لیستی است که به تشخیص افراد

اتیستیک کمک می‌کند. این آزمون در سال ۱۹۹۴ بهنجار شده و معرف موضوع‌هایی از اتیسم بر روی گروه نمونه ۱۹۰۴ نفری از ۴۶ ایالت از کلمبیا، پروتوریکا و کاناداست. آزمون گارز بر اساس تعاریف انجمن روانشناسی آمریکا و انجمن اتیسم آمریکا[1] و با اتکا بر DSM5 تهیه شده است. آزمون گارس برای اشخاص ۳ تا ۲۲ ساله مناسب است و می تواند به وسیله والدین و متخصصان در مدرسه یا خانه کامل شود. گارس شامل چهار خرده مقیاس و هر خرده مقیاس شامل ۱۴ آیتم (مورد) است. نخستین خرده مقیاس، رفتارهای کلیشه‌ای[2] است که شامل ۱ تا ۱۴ مورد است. این خرده آزمون موارد رفتار های کلیشه‌ای، اختلالات حرکتی و رفتارهای عجیب و غریب را توصیف می‌کند. خرده مقیاس دوم که برقراری ارتباطات[3] است، موارد ۱۵ تا ۲۸ را شامل می شود. این آیتم‌ها رفتارهای کلامی و غیرکلامی را توصیف می‌کند که نشانه‌هایی از اتیسم است. تعاملات اجتماعی[4] سومین خرده مقیاس است که شامل آیتم های ۲۹ تا ۴۲ است. موارد این خرده مقیاس موضوع‌هایی را ارزیابی می‌کند که قادر است به طور مناسب رویدادها را برای مردم شرح دهد. چهارمین خرده آزمون اختلالات رشدی[5] است که شامل آیتم های ۴۳ تا ۵۶ می شود. این خرده مقیاس سؤال‌های کلیدی را درباره سیر رشدی کودکی افراد می‌پرسد. در این پژوهش کودکان پسری که در طیف اوتیسم با توانایی بالا هستند به عنوان آزمودنی پس از غربال‌گری توسط این پرسشنامه استفاده خواهد شد. پایایی گارس در دامنه قابل پذیرش پذیرفته شده است. مطالعات انجام شده نمایانگر ضریب آلفای ۰/۹۰ برای رفتارهای کلیشه‌ای، ۰/۸۹ برای ارتباط، ۰/۹۳ برای تعامل اجتماعی، ۰/۸۸ برای اختلالات رشدی و ۰/۹۶ در نشانه‌شناسی اتیسم است. گارس تنها آزمونی است که نه تنها پایایی روش آزمون - باز آزمون[6] را گزارش کرده است، بلکه مهم‌تر، پایایی بین نمره گذاران را نیز دارد. روایی آزمون نیز از طریق مقایسه با سایر ابزارهای تشخیصی اتیسم تأیید شده است. همچنین احمدی و همکارانش این مقیاس را در ایران اعتبار یابی کردند. روایی صوری و محتوایی مقیاس از سوی متخصصان و کارشناسان مراکز اتیسم تأیید شد. همچنین ضریب همبستگی این مقیاس با پرسشنامه کارز ۰/۸۰ به دست آوردند. آن‌ها نیز پایایی این مقیاس را با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۹ گزارش کردند (احمدی، ۱۳۹۰).

حسگر الکترو انسفالوگراف (EEG): الکترو انسفالوگرافی، ثبت سیگنال های امواج مغزی در دسترس از قشر مخ، به شکل دیجیتالی یا کاغذی است. مغز انسان عضوی است با خاصیت الکترو شیمیایی، که تک تک نورون های آن دارای فعالیت الکتریکی بوده و انعکاس این فعالیت‌های نورونی به سطح جمجمه می‌رسد. این فعالیت الکتریکی بسیار ضعیف و در حد میکرو ولت است. دستگاه EEG از طریق الکترودهای متصل به جمجمه، این فعالیت ها را ثبت و به صورت نوارهایی با اشکال مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۱. کلاه الکترودی سر با نظام ۲۰-۱۰

پتانسیل‌های عمل بر انگیزاننده (EPSP)[7] و بازدارنده (IPSP)[8]، پتانسیل‌های پس سیناپسی (PSP)[9] و ناقطبی شدن‌های پس سیناپسی مغز[10]، اساس شکل-گیری امواج مغزی هستند. اندازه های الکترو انسفالوگرافی بازتابی از ارتباط بین جریان‌های الکتریکی درون جمجمه‌ای و ولتاژهای ناشی از آن بر روی سر است که این ولتاژها منعکس کننده جنبه های خاص پردازش و کارکرد الکتریکی مغز مانند نوع فعالیت الکتریکی مناطق مختلف مغز، و یا نحوه پاسخ‌دهی هر نقطه از مغز در مقابل محرک‌ها و در خلال تکالیف شناختی هستند. سیگنال‌های دریافتی از طریق آمپلی فایر تقویت شده و به شکل امواج مغزی یا داده نمایش داده می‌شوند. معمولاً جهت ثبت EEG از الکترود استفاده می‌شود. این الکترودها، قابلیت استفاده مجدد دارد، هر بار با استفاده از یک کرم هادی روی پوست سر قرار می‌گیرد. قبل از قرار دادن الکترود بایستی چربی‌های نقطه مورد نظر در سر را با الکل یا استون

1. Autism Society of America
2. Stereotyped behaviors
3. Communication
4. Social Interaction
5. Developmental
6. Test _ Retest
7. Excitatory post synaptic potential
8. Inhibitory post synaptic potential
9. Post synaptic potential
10. Post synaptic depolarization

پاک کرد. دامنه، فاز و فرکانس سیگنال‌های EEG به طرز قرار گرفتن الکترودها بستگی دارد. الکترودگذاری سطحی (روی سطح پوست) طبق یک الگوی استاندارد انجام می‌گیرد. برای چسباندن الکترود بر روی سر از نظام بین‌المللی ۲۰-۱۰ استفاده می شود. در این نظام اعداد فرد مرتبط با نیم‌کره چپ و اعداد زوج مرتبط با نیم‌کره راست است.

این سنسور دارای سه الکترود مخصوص گوش و سر است که برای انتقال یک طرفه امواج به رایانه (از طرف مغز به رایانه) به کار می‌رود. یکی از این الکترودها که شبیه به بشقاب می‌باشد و به رنگ آبی می‌باشد، و الکترود فعال[1] نامیده می‌شود، برروی منطقه مورد بررسی قرار می‌گیرد. دو سر دیگر که به حالت گیره‌ای شکل هستند و دارای دو رنگ مشکی و زرد می‌باشد با توجه به ثبت فعالیت نیم‌کره مورد نظر بر روی لوب‌های گوش نصب می گردند. گیره زرد که الکترود مرجع[2] نامیده می‌شود، بر اساس نیم‌کره مورد بررسی، بر روی گوشی که باید الکترود بر روی آن نصب شود، قرار می گیرد. گیره مشکی که الکترود زمین[3] نامیده می‌شود، بر روی گوش دیگر قرار گرفته و کار همسنگ‌سازی بین الکترودها را انجام می‌دهد یا به عبارت دیگر ما بقی الکترودها نسبت به این الکترود سنجیده می‌شوند. به نحوه چیدمان این الکترودها بر روی سر مونتاژ می‌گویند. مونتاژ تحت تأثیر الکترود فعال و مرجع است (یاوری و همکاران، ۱۳۹۷). نام‌گذاری امواج مغزی بر اساس باند فرکانس آن‌هاست. دلتا به امواج ۰/۵ تا ۴ هرتز اطلاق می شود. به امواج ۴ تا ۸ هرتز تتا، ۸ تا ۱۲ هرتز آلفا، ۱۳ تا ۱۵ هرتز SMR، و ۱۵ تا ۳۷ هرتز بتا گفته می‌شود. امواج EEG مخلوطی از چند باند فرکانس مختلف هستند که تغییر شکل داده و برای تحلیل‌های بعدی، کمی شده‌اند. چک لیست‌های ارزیابی مهارت‌های شنای کرال سینه برای مراحل اکتساب و یادداری: این چک لیست که محقق ساخته است به صورت اختصاصی برای اهداف پژوهش حاضر طراحی و تدوین گردیده است. چک لیست مورد نظر شامل ۵ مهارت اصلی شنای کرال سینه یعنی سُرخوردن، پازدن، حرکت دست، نفس گیری و هماهنگی دست و پا و نفس گیری (شنای کرال سینه کامل) است. پژوهشگران با الهام گرفتن از مراحل رشدی مهارت‌های بنیادی گالاهو و اوزمان (۲۰۰۵) برای هر یک از مهارت‌ها سه مرحله رشدی مقدماتی، نوظهور و پیشرفته را در نظر گرفتند. در واقع در این سیستم ارزیابی سعی شده است روند پیشرفت معمول در هر یک از مهارت‌های شنای کرال سینه از مرحله مقدماتی تا پیشرفته بر اساس ادبیات موجود، در این رده سنی آزمودنی‌ها به نحوی عینی ترسیم گردد. برای این منظور ابتدا ویژگی‌های هر یک از این مراحل در ۵ مهارت موجود در این چک لیست بر اساس ادبیات موجود در حوزه آموزش شنا طراحی شد. سپس چک لیست مورد نظر به ۱۰ مربی فدراسیون که حداقل ۱۲ سال سابقه تدریس در کلاس‌های آموزشی شنا را داشتند، ارائه گردید و پس از گردآوری نظرات و لحاظ کردن پیشنهادات آن‌ها، چک لیست نهایی جهت اجرای بقیه مراحل رساله تهیه گردیده است. هر یک از مهارت‌های موجود در این چک لیست مقیاسی ۴ نمره‌ای از ۰ تا ۳ دارد که چنانچه فرد از اجرای مهارت امتناع کند، نمره ۰، در صورتی‌که ویژگی‌های مرحله مقدماتی را از خود نشان دهد نمره ۱، اگر ویژگی‌های مرحله نوظهور را داشته باشد نمره ۲، و در نهایت چنانچه ویژگی‌های مرحله پیشرفته را بروز دهد نمره ۳ به وی تعلق می‌گیرد. در نتیجه حداکثر نمره‌ای که آزمودنی می‌تواند بگیرد (۵×۳) ۱۵ نمره و حداقل ۰ نمره خواهد بود. همچنین جهت ارزیابی شنای کرال سینه از چک لیست ارزیابی شنای کرال سینه که توسط کلارک و ماری (۲۰۰۷) استانداردسازی شده استفاده شد. آن‌ها این چک لیست را در شرایطی مشابه با شرایط پژوهش حاضر به منظور ارزیابی کیفیت شنای کرال سینه آزمودنی‌های خود پس از یک دوره مداخله آموزشی استفاده کرده‌اند. اعتبار این چک لیست پس از ترجمه شدن به فارسی توسط ۱۰ مربی فدراسیون مورد بازبینی قرار گرفت. مربیان با سابقه در نهایت هر ۱۴ آیتم موجود در این چک لیست و نحوه نمره‌دهی به هریک از این آیتم‌ها را مورد تأیید قرار دادند. هر یک از آیتم‌های موجود در این چک لیست مقیاسی ۴ نمره‌ای از ۰ تا ۳ دارد که شامل یکی از ویژگی‌های شنای کرال سینه است و نحوه نمره‌دهی به هر یک از آن‌ها بدین صورت خواهد بود که چنانچه ویژگی مورد نظر به هیچ‌وجه دیده نمی‌شد، نمره ۰، در صورتی که ویژگی مورد نظر حداقل یک بار در طول ۱۰ متر شنای فرد دیده بشود، نمره ۱، اگر ویژگی موردنظر حداقل ۳ بار در طول ۱۰ متر شنای فرد دیده بشود، نمره ۲، در در نهایت چنانچه ویژگی مورد نظر به صورت پایدار در طول طول ۱۰ متر شنای فرد دیده بشود، نمره ۳ به وی تعلق می‌گرفت. در

[1]. Active
[2]. Reference
[3]. Ground

نتیجه حداکثر نمره‌ای که آزمودنی می‌تواند کسب کند (آیتم ۱۴×۳) ۴۲ نمره و حداقل ۰ نمره است.

یافته‌ها

در گروه تمرین دوتایی ۱۲ کودک اوتیسم و در گروه تمرین انفرادی نیز ۱۲ کودک اوتیسم به صورت تصادفی گمارده شدند. میانگین سن کودکان در گروه تمرین دوتایی ۹/۲۲ و در گروه تمرین انفرادی ۹/۱۳ بود؛ میانگین قد گروه دوتایی ۱۳۴/۶۷ و گروه تمرین انفرادی ۱۳۳/۸۸ بود و میانگین وزن گروه دوتایی ۳۱ و گروه تمرین انفرادی ۲۹/۷۵ بود. در ادامه میانگین مربوط به عملکرد گروه‌ها در سه مرحله و نتایج اجرای تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر ارائه شده است.

جدول ۱. میانگین (انحراف معیار) متغیر عملکرد شنا در سه مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون و پیگیری

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیگیری
مهارت شنا	تمرین دوتایی	۲/۳۳ (۱/۵۸)	۷/۵۶ (۲/۰۱)	۶/۴۴ (۱/۴۲)
	تمرین انفرادی	۲/۰۰ (۱/۵۱)	۴/۱۳ (۱/۱۳)	۴/۶۱ (۱/۱۲)
فعالیت نورون‌های آیینه‌ای	تمرین دوتایی	۴۸/۵۶ (۳/۳۶)	۵۴/۳۳ (۴/۰۹)	۵۵/۳۴ (۲/۴۳)
	تمرین انفرادی	۵۱/۵۰ (۵/۰۱)	۵۳/۸۸ (۵/۰۵)	۵۳/۳۱ (۳/۰۷)

نتایج جدول ۱ میانگین (انحراف معیار) متغیرهای پژهش را در شرکت کنندگان گروه‌های پژوهش، در مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری را نشان می‌دهد. همان‌طورکه پیداست در هر دوگروه تمرین دوتایی و انفرادی میانگین نمرات مؤلفه‌ها در مراحل پس‌آزمون افزایش یافته است و در مرحله پیگیری نیز ادامه داشته است؛ در مقابل تغییرات مشابهی در گروه تمرین انفرادی مشاهده نشد. قبل از اجرای تحلیل واریانس، پیش‌فرض‌های این آزمون ازجمله پیروی از توزیع نرمال در متغیرهای وابسته، کرویت داده‌ها با استفاده از آزمون ماچلی همبستگی میان متغیرهای وابسته در تحلیل‌های چندمتغیری (آزمون بارتلت)، و همچنین همگنی واریانس کواریانس با استفاده از ام‌باکس بررسی شد. نتیجه نشان داد که مفروضه طبیعی بودن توزیع با توجه به آماره آزمون شاپیر-ویلک در گروه‌ها در همه مرحله‌های پژوهش برقرار است (P> ۰/۰۵). همچنین به‌دنبال بررسی همسانی واریانس‌های خطا از آزمون لوین بهره‌گرفته شد که یافته‌ها بیانگر آن بود که مفروضه واریانس‌های خطا برای عملکرد نورون‌های آیینه‌ای در هر دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون و مفروضه یکسانی واریانس - کوواریانس (M باکس) برقرار بود.

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل چند متغیری در ارزیابی اثر متغیرهای مستقل بر متغیرهای عملکرد شنا و فعالیت نورون‌های آیینه‌ای

متغیر	آماره منبع واریانس	مجموع مربعات	درجات‌آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	معناداری	مجذور ایتا
مهارت شنا	زمان	۲۵/۶۲	۲	۱۲/۸۱	۷۰/۵۰	۰/۰۰۰۱	۰/۶۹
	زمان*گروه	۱۲/۹۰	۲	۶/۴۵	۳۵/۴۳	۰/۰۰۰۱	۰/۵۵
	گروه	۱۷۵/۰۱	۲	۸۷/۵۱	۲۲/۴۸	۰/۰۰۰۱	۰/۶۶
فعالیت نورون‌های آیینه‌ای	زمان	۶۵۵۵/۴۳۷	۲	۳۲۷۷/۷۱۹	۹/۷۶۹	۰/۰۰۰۱	۰/۹۷۶
	زمان*گروه	۳۸۹۷/۳۶۳	۲/۵۹۷	۱۵۰۰/۵۴۹	۱۶/۷۳۰	۰/۰۰۰۱	۰/۴۴۳
	گروه	۱۳۰/۰۷	۲	۶۵/۰۳	۲۲/۸۴	۰/۰۰۰۱	۰/۶۶

براساس نتایج جدول ۲ همانطور که پیداست اثر اجرای متغیرهای مستقل بر مهارت شنا در کودکان اوتیسم (۰/۷۸۴ =لامبدای ویلکز، ۰/۱۱۵ =η^2، ۰/۰۱۷ =P، ۳/۱۷ =F) و فعالیت نورون‌های آیینه‌ای آن‌ها (۰/۷۳۳ =لامبدای ویلکز، ۰/۱۴۴ =η^2، ۰/۰۰۴ =P، ۴/۱۲ =F) معنادار است. در جدول ۲ نتیجه تحلیل طرح آمیخته در تبیین تأثیر اجرای تمرین جفتی بر فعالیت نورون‌های آیینه‌ای و مهارت شنا در کودکان اوتیسم ارائه شده است.

همانطور که از نتایج جدول ۲ پیداست اثر گروه برای متغیرهای مهارت شنا ($F= ۲۲/۴۸$ ،$P= ۰/۰۰۱$ ،$\eta^۲= ۰/۶۶$) و برای متغیر فعالیت نورون‌های آیینه ای ($F= ۲۲/۸۴$ ،$P= ۰/۰۰۱$ ،$\eta^۲= ۰/۶۶$) معنادار است و به این معنا است که اجرای تمرین‌های جفتی بر عملکرد نورون‌های آیینه‌ای و مهارت شنا در افراد تأثیرگذار است.

جدول ۳. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه مهارت شنا و فعالیت نورون‌های آیینه‌ای

متغیر	گروه	مرحله		تفاوت میانگین	معناداری
مهارت شنا	تمرین دوتایی	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	-۵.۳۳	۰/۰۰۰۱
		پیش‌آزمون	پیگیری	-۴.۱۱	۰/۰۰۰۱
		پس‌آزمون	پیگیری	۱.۱۲	۰/۰۵
	تمرین انفرادی	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	-۲.۱۳	۰/۰۰۰۱
		پیش‌آزمون	پیگیری	-۲.۶۱	۰/۰۰۰۱
		پس‌آزمون	پیگیری	-۰.۴۸	۱/۰۰
فعالیت نورون‌های آیینه‌ای	تمرین دوتایی	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	-۳۸.۴۴	۰/۰۰۰۱
		پیش‌آزمون	پیگیری	-۶.۷۸	۰/۰۰۰۱
		پس‌آزمون	پیگیری	-۱.۰۱	۰/۰۷
	تمرین انفرادی	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	-۲.۳۸	۰/۰۰۰۱
		پیش‌آزمون	پیگیری	-۱.۸۱	۰/۰۰۰۱
		پس‌آزمون	پیگیری	۰.۵۷	۰/۸

استفاده از آزمون بونفرونی در مقایسه اثرات گروه نشان می‌دهد که تفاوت میانگین متغیرهای فعالیت نورون‌های آیینه‌ای و مهارت شنا در دو گروه تمرین انفرادی و تمرین دوتایی به لحاظ آماری معنادار است به‌طوری که اجرای تمرین جفتی منجر به افزایش میانگین آن‌ها در مرحله پس‌آزمون و پیگیری شده است. یافته‌ها نشان داد که هر دو گروه در پس‌آزمون و مرحله پیگیری عملکرد نورون‌های آئینه‌ای بهبود داشتند ولی گروه تمرینات دوتایی پس از مداخله به‌طور معناداری در ارتقای عملکرد نورون‌های آئینه‌ای بهبود داشت و تفاوت بین دو گروه به طور معنی‌داری به نفع گروه تمرین دوتایی بود ($p< ۰/۰۰۱$). تفاوت میانگین نمرات فعالیت نورون‌های آیینه‌ای در گروه تمرین دوتایی در مرحله پیش‌آزمون – پس‌آزمون و پیش آزمون – پیگیری معنادار بود ولی در مرحله پس‌آزمون – پیگیری این تفاوت معنادار نبوده است. همچنین تفاوت میانگین نمرات فعالیت نورون های آیینه‌ای در گروه تمرین انفرادی در مرحله پیش‌آزمون – پس‌آزمون و پیش‌آزمون – پیگیری با تفاوت معناداری همراه بود ولی در مرحله پس آزمون و پیگیری این تفاوت معنادار گزارش نشده است.

همچنین کیفیت شنای کرال سینه در گروه تمرین دوتایی بهبود معناداری داشت و تفاوت بین دو گروه در بهبود مهارت شنا به‌طور معناداری به نفع گروه دوتایی بود ($p< ۰/۰۰۱$). تفاوت میانگین نمرات در مهارت شنای گروه تمرین دوتایی در مرحله پیش‌آزمون – پس‌آزمون و پیش‌آزمون – پس‌آزمون معنادار بود درحالی‌که این تفاوت در مرحله پس‌آزمون – پیگیری معنادار نبوده است. همین شرایط برای گروه تمرین انفرادی نیز برقرار بود به این شکل که تفاوت میانگین نمرات در گروه پیش‌آزمون – پس‌آزمون و پیش‌آزمون – پیگیری معنادار و در مرحله پس‌آزمون – پیگیری تغییرات میانگین‌ها معنادار نبوده است. در نهایت می‌توان چنین نتیجه گرفت که یادگیری مشاهده‌ای به‌صورت مشارکتی فعالیت نورون های آیینه‌ای و به تبع آن عملکرد شنای کودکان اوتیسم را افزایش می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه اثرات یادگیری مشاهده‌ای از طریق نوع تمرین را بر روی ارتقاء فعالیت‌های نورون‌های آئینه‌ای و کیفیت مهارت حرکتی شنا در کودکان مبتلا به اوتیسم نشان داده است. پیش‌بینی اینکه کودکان طیف اوتیسم در گروه آزمایشی تمرین دوتایی که یادگیری مشاهده‌ای را با هم‌گروهی‌های خود (همسالان) تمرین می‌کردند بتوانند فعالیت نورون‌های آئینه‌ای و مهارت شنا را بهبود دهند، تأیید شد. گسترش و بهبود در زمینه مهارت شنا

برای کودکان در گروه دوتایی (یادگیری مشاهده‌ای) در کودکان طیف اوتیسم بوجود آمد که ممکن است به این حقیقت مرتبط گردد که مداخله مطالعه حاضر می‌تواند به یادگیری مشاهده‌ای و بهبود فعالیت نورون‌های آئینه‌ای برگردد. برنامه تمرین جفتی شامل ۴۰ الی ۴۵ دقیقه برنامه تمرینات مهارت شنا به‌صورت یادگیری مشاهده‌ای بود که دو جلسه در هفته بعد از مدرسه و طی هشت هفته اجرا گردید. به این گروه‌ها از قبل دستورالعملی داده شده بود که چگونه الگوی مهارت شنای ماهر را اجرا کنند و بعد از دیدن اجرای هم‌گروه در صورت خطا به وی بازخورد بدهند. مربیان و والدین نیز در این شرایط مساعدت شده توسط گروه‌های هم سن نظارت داشتند. گرچه آن‌ها هرگز به‌طور مستقیم با کودکان طیف اوتیسم در گروه دوتایی مداخله‌ای نداشتند. طبق یافته‌ها در گروه تمرینات انفرادی و تمرینات دوتایی پس از مداخله تمرینات به شیوه متفاوتی که داشتند، در مهارت شنای آزمودنی‌ها بهبود حاصل شد که در گروه تمرینات دوتایی (یادگیری مشاهده‌ای) پیشرفت بیشتر و معنادارتری اتفاق افتاد. همچنین یافته‌های سیگنال‌های دریافتی از فعالیت نورون‌های آئینه‌ای توسط EEG بر این موضوع تأکید داشت که در گروه تمرینات دوتایی فعالیت نورون‌های آئینه‌ای ارتقاء بیشتری نسبت به گروه تمرینات انفرادی داشته است و تفاوت این ارتقاء و بهبود نیز معنادار بوده است.

برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که در بیماری طیف اوتیسم تقلید اعمال دیگران مختل شده است. افرادی که در یادگیری از راه مشاهده و تقلید مشکل دارند به علت نقش نورون‌های آینه‌ای در فرند تقلید قادر به انجام حرکاتی که مشاهده می‌کنند نیستند (هیگوچی و همکاران، ۲۰۱۲). مطالعات تصویربرداری عصبی، نقش نورون‌های آینه‌ای را در تقلید رفتار حرکتی نشان داده‌اند. در یکی از این مطالعات که با استفاده از تترنسوتیکال مغناطیسی (TMS) انجام شده بود عملکرد مختل شده نواحی از قشر که مرتبط با تقلید است نشان داده شده است و خطاهای زیادی در تقلید حرکات چپ و راست بدن وجود داشت (هیز و کاتمور، ۲۰۲۲)، به عبارت دیگر اختلال در نواحی مربوط به نورون‌های آینه‌ای، کاهش عملکرد تقلیدی را نشان می‌داد. پژوهش‌های دیگر هم از نقش نورون‌های آینه‌ای در تقلید حمایت کرده‌اند (کینر و همکاران، ۲۰۲۱؛ روگیرو و کاتمور، ۲۰۱۸). هر چند این امکان وجود دارد که مختل شدن عملکرد تقلیدی در این افراد، به خاطر نقص در پردازش دیداری، کنترل پاسخ یا عملکرد حرکتی باشد، گاهی برخی از کودکان اوتیسم عملکرد خوبی در تکالیف خاص نشان می‌دهند که می‌تواند نشان‌دهنده این باشد که برخی نورون‌های آینه‌ای در آن‌ها هنوز دست نخورده باقی مانده‌اند یا یک مکانیسم جبرانی وجود دارد. در نتیجه با توجه به شواهد متناقض لازم است تحقیقات تصویربرداری مغزی دقیقی در این زمینه انجام شود.

نتایج بهبود عملکرد نورون‌های آئینه‌ای در پژوهش حاضر با پژوهش‌های توسکانو و همکاران (۲۰۲۲)؛ شارما و همکاران (۲۰۱۸) اولا و پیندا (۲۰۰۷) و ابرمن و همکاران (۲۰۰۵) همراستا است. و در مقابل نتایج این پژوهش با پژوهش‌های ابرمن و همکاران (۲۰۰۸)؛ رایماکرز و همکاران، (۲۰۰۹) همراستا نیست.

چالش موجود در پژوهش‌های حال حاضر، احتمال تفسیر داده‌ها را دشوار می‌کند (برنر و همکارن، ۲۰۰۷؛ اوبرمن و همکاران، ۲۰۰۵؛ رایمارکز و همکاران، ۲۰۰۹). به‌منظور بررسی تناقضات مشاهده شده در پژوهش حاضر و سایر تحقیقات انجام شده در رابطه با ریتم مو در افراد اوتیسم که به تأثیر یادگیری مشاهده‌ای در ارتقاء عملکرد نورون‌های آینه‌ای است، روگیرو و کاتمور (۲۰۱۸) نشان دادند که تفاوت در ریتم مو افراد اوتیسم و عادی مربوط به نقص در توانایی تقلید است نه نقص در عملکرد نورون‌های آینه‌ای. به‌ویژه به هنگام تقلید چهره، ریتم مو نابهنجاری‌هایی را نشان می‌دهد که به هنگام تقلید حرکات دست دیده نشده است. همچنین می‌توان در تبیین نتایج حاصل شده به دو نکته اشاره داشت، اول اینکه مهار غیرطبیعی امواج مو، در افراد اوتیسم دیده نشده است و دوم اینکه ریتم مو یک شاخص غیرمستقیم برای بررسی فعالیت این نورون‌ها محسوب می‌شود (رایماکرز و همکارن، ۲۰۰۹). به‌طورکلی شواهد مطالعاتی متناقضی مبنی بر نقش نورون‌های آینه‌ای در افراد دارای اوتیسم وجود دارد اما با پژوهش‌های جدید می‌توان درک بهتری از پاسخ‌های اجتماعی افراد پیدا کرد.

برخی موافق نظریه نورون‌های آینه‌ای شکسته در افراد اوتیسم هستند (پلاتا بلو و همکاران، ۲۰۱۴) و برخی مخالف آن هستند و بیان می‌کنند نواحی مغزی درگیر در نورون‌های آینه‌ای در افراد اوتیسم بهنجار است. شواهد زیادی از این فرض حمایت می‌کنند که نورون‌های آینه‌ای انعطاف‌پذیر هستند و قدرت انطباق دارند و قادرند با تجارب حسی - حرکتی مختلف تکامل پیدا کنند (چو و پن، ۲۰۱۲). یادگیری مشاهده‌ای باعث شکل‌گیری

ارتباطات حسی - حرکتی شده و نقش مهمی در توسعه نورون‌های آیینه‌ای دارد (کوک و همکاران، ۲۰۱۳؛ هیز و کاتمور، ۲۰۲۲). مطابق با نتایج بدست آمده باتسون و گلاکمن (۲۰۱۱) نشان دادند که تفاوت‌های زیست - محیطی و آموزش‌های حسی - حرکتی فشرده در دوران اولیه رشد در خواص نورون‌های آیینه‌ای تأثیرگذار است. این تعاملات باعث تطبیق و هماهنگی اعمال، احساسات و صداها بین آن‌ها می‌شود و در نتیجه با مشاهده رفتار و حرکات والدین و تجربه کردن آن‌ها، پایه شکل‌گیری نورون‌های آیینه‌ای در کودک فراهم می‌شود (هیز و کاتمور، ۲۰۲۲؛ لاگورودریگز و همکاران، ۲۰۱۳). در نتیجه مداخلاتی که عملکردهای مرتبط با نورون‌های آیینه‌ای مثلا مشاهده و تقلید کردن را هدف قرار می‌دهند نمی‌توانند در بهبود عملکردهای حرکتی و حتی اجتماعی مفید باشند. همچنین نقص در حرکت، مرتبط با عملکرد نورون‌های آیینه‌ای است و در نتیجه افزایش آموزش از طریق یادگیری مشاهده‌ای، تقلید و بازخوردهای مشاهده‌ای فعالیت این نورون‌ها را که در بهبود اعمال حرکتی مؤثر است، بهبود می‌بخشد که می‌توان از آن در جهت توانبخشی استفاده کرد (پلاتا بلو و همکاران، ۲۰۱۴). در نتیجه یکی از پیشنهادهای این پژوهش برای تحقیقات آینده تمرکز بر بالابردن توانایی‌ها و قابلیت‌های عملکردی نورون‌های آیینه‌ای از طریق یادگیری مشاهده‌ای به منظور بهبود علائم حرکتی اوتیسم و توانبخشی عصبی است. براساس یافته‌های پژوهش حاضر پیشنهاد می‌شود با طراحی تمرینات دوتایی از یادگیری مشاهده‌ای به‌عنوان نقش میانجی‌گر جهت بهبود عملکرد نورون‌های آیینه‌ای استفاده کرد و از تمرینات دوتایی برای بهبود کارایی و اثربخشی بهتر آموزش مهارت‌های حرکتی بهره برد. همچنین به والدین توصیه می‌شود برای بهره بردن از یادگیری مشاهده‌ای و تمرینات مشارکتی جهت آموزش سایر مهارت‌های حرکتی روزمره در منزل استفاده کنند. همچنین پیشنهاد می گردد در مطالعه‌ای به مقایسه آموزش از طریق یادگیری مشاهده‌ای به‌عنوان شیوه غیرتهاجمی و TMS به‌عنوان یک شیوه تهاجمی جهت بهبود نورون های آیینه‌ای در کودکان اتیسم پرداخته شود و با استفاده از تصویربرداری های دقیق‌تر از جمله FMRI در تحلیل عملکرد نورون‌های آیینه‌ای اقدام گردد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش: این مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده دوم در رشته رفتار حرکتی گرایش آموزش تربیت بدنی در دانشکده علوم ورزشی دانشگاه تهران است. به جهت حفظ رعایت اصول اخلاقی در این پژوهش سعی شد تا جمع‌آوری اطلاعات پس از جلب رضایت شرکت‌کنندگان انجام شود. همچنین به شرکت‌کنندگان درباره رازداری در حفظ اطلاعات شخصی و ارائه نتایج بدون قید نام و مشخصات شناسنامه افراد، اطمینان داده شد.

حامی مالی: این پژوهش در قالب رساله دکتری و بدون حمایت مالی می‌باشد.

نقش هر یک از نویسندگان: این مقاله از رساله دکتری نویسنده دوم و به راهنمایی نویسنده اول و سوم استخراج شده است.

تضاد منافع: نویسندگان همچنین اعلام می‌دارند که در نتایج این پژوهش هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

تشکر و قدردانی: بدین‌وسیله از اساتید راهنما و مشاوران این تحقیق و مشارکت‌کنندگان در این پژوهش، تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

احمدی، احمد (۱۳۸۹). تأثیر تمرین‌های ادراکی حرکتی بر مهارت‌های حرکتی و ریاضی در اوتیسم، بررسی تک آزمودنی. *مجله اصول بهداشت روانی*، ۱۲(۴۶)، ۴۱-۵۳۴. https://doi:10.22038/jfmh.2010.1093

پروین‌پور، شهاب؛ شیخ، محمود؛ حمایت طلب، رسول و باقرزاده، فضل الله (۱۳۹۶). تأثیر تمرین دوتایی بر یادگیری شنای کرال سینه، *نشریه رشد و یادگیری حرکتی ورزشی*، ۹(۱)، ۱-۱۴. https://doi:10.22059/jmlm.2017.61944

قربانخانی، مهدی؛ صالحی، کیوان و مقدم‌زاده، علی (۱۴۰۰). تبعات شکل‌گیری فرهنگ ارزشیابی کاذب در مدارس ابتدایی: مطالعه‌ای پدیدارشناسانه. *مطالعات آموزشی و آموزشگاهی*، ۱۰(۲)، ۲۶۱-۲۹۷. https://dorl.net/dor/20.1001.1.2423494.1400.10.2.11.8

الله‌دینی حصاروئیه، مهناز؛ ثناگوی محرر، غلامرضا و شیرازی، محمود (۱۴۰۱). اثربخشی آموزش توانش‌های مبتنی بر روانشناسی مثبت‌نگر برخودکارآمدی و ذهن آگاهی در ورزش بیماران روانی مزمن. *فصلنامه علمی پژوهشی علوم روانشناختی*، ۲۱ (۱۱۰)، ۴۰۱-۴۱۸. http://dx.doi.org/10.52547/JPS.21.110.401

هیلاوی نیسی، منصور؛ نصری، صادق؛ عابدان زاده، رسول و بلالی، مرضیه (۱۴۰۱). مقایسه اثر بازی‌های ویدئویی فعال و پایه ورزشی بر رشد مهارت‌های درشت و انگیزش در دانش آموزان مقطع ابتدایی. *فصلنامه علمی پژوهشی علوم روانشناختی*، ۲۱ (۱۱۵)، ۱۴۰۹-۱۴۲۶. http://dx.doi.org/10.52547/JPS.21.115.1409

یاوری، نرجس؛ شجاعی، معصومه و دانشفر، افخم (۱۳۹۷). بررسی ارتباط بین فعالیت نورون‌های آینه‌ای و فعالیت الکتریکی عضلات در بازخورد ویدیویی مقایسه اجتماعی ضربه پات گلف. *عصب روانشناسی*، ۴(۱۲)، ۶۱-۷۶. https://dorl.net/dor/20.1001.1.24765023.1397.4.12.4.6

References

Ahmadi, A. (2010). Effect of perceptual-motor practices on motor and mathematical skills in autism, a single-subject design. *Journal of Fundamentals of Mental Health*, 12(46), 41-534. https://doi:10.22038/jfmh.2010.1093

Allahdini Hesaroueiyeh, M., Sanagou Moharer, G., & Shirazi, M. (2022). The efficacy of skills training based on positive psychology on self-efficacy and mindfulness in sports of chronic mental patients. *Journal of psychological science, 21(110)*, 401-418. http://dx.doi.org/10.52547/JPS.21.110.401

American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: Text revision* (4th ed.). American Psychiatric Association. https://doi.org/10.1176/ajp.152.8.1228

Bahrami, F., Movahedi, A., Marandi, S. M., & Abedi, A. (2012). Kata techniques training consistently decreases stereotypy in children with autism spectrum disorder. *Research in developmental disabilities*, *33*(4), 1183–1193. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.01.018

Bernier, R., Dawson, G., Webb, S., & Murias, M. (2007). EEG mu rhythm and imitation impairments in individuals with autism spectrum disorder. *Brain and cognition*, *64*(3), 228–237. https://doi.org/10.1016/j.bandc.2007.03.004

Chu, C. H., & Pan, C. Y. (2012). the effect of peer- and sibling-assisted aquatic program on interaction behaviors and aquatic skills of children with autism spectrum disorders and their peers/siblings. *Research in Autism spectrum disorder*. 6, 1211-1233. https://eric.ed.gov/?id=EJ967263

Gallahue, D. L., & Ozmun J. C. (2005). *Motor Development in Young Children*. Routledge. https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315045511-14/motor-development-young-children-david-gallahue-john-ozmun

Ghorbankhani, M., Salehi, K., & Moghaddamzadeh, A. (2021). The Consequences of the Formation of Pseudo Evaluation Culture in Elementary Schools: A Phenomenological Approach. *Educational and Scholastic Studies*, 10(2), 261-297. https://dorl.net/dor/20.1001.1.2423494.1400.10.2.11.8

Granados, C., & Wulf, G. (2007). Enhancing motor learning through dyad practice: contributions of observation and dialogue. *Research quarterly for exercise and sport*, *78*(3), 197–203. https://doi.org/10.1080/02701367.2007.10599417

Hamilton, A. F., Brindley, R. M., & Frith, U. (2007). Imitation and action understanding in autistic spectrum disorders: how valid is the hypothesis of a deficit in the mirror neuron system?. *Neuropsychologia*, *45*(8), 1859–1868. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.11.022

Heyes, C., & Catmur, C. (2022). What Happened to Mirror Neurons?. *Perspectives on psychological science: a journal of the Association for Psychological*

Science, *17*(1), 153–168. https://doi.org/10.1177/1745691621990638

Higuchi, S., Holle, H., Roberts, N., Eickhoff, S. B., & Vogt, S. (2012). Imitation and observational learning of hand actions: prefrontal involvement and connectivity. *NeuroImage*, *59*(2), 1668–1683. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.09.021

Hilavi Neisi, M., Nasri, S., Abedanzadeh, R., & Balali, M. (2022). Compare the effect of action video games and basic sports games on the development of gross skills and motivation in elementary school students. *Journal of psychological science*, 21(115), 1409-1426. http://dx.doi.org/10.52547/JPS.21.115.1409

Keiner, M., Wirth, K., Fuhrmann, S., Kunz, M., Hartmann, H., & Haff, G. G. (2021). The Influence of Upper- and Lower-Body Maximum Strength on Swim Block Start, Turn, and Overall Swim Performance in Sprint Swimming. *Journal of strength and conditioning research*, *35*(10), 2839–2845. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003229

Lago-Rodriguez, A., Lopez-Alonso, V., & Fernández-del-Olmo, M. (2013). Mirror neuron system and observational learning: behavioral and neurophysiological evidence. *Behavioural brain research*, *248*, 104–113. https://doi.org/10.1016/j.bbr.2013.03.033

Mesibov, G., Shea, V., & Schopler, E. (2004). The TEACCH approach to autism spectrum disorders. Springer. https://link.springer.com/content/pdf/bfm:978-0-306-48647-0/1.pdf

Michelle, S. (2012). Effects of physical exercise on Autism Spectrum Disorders: A meta-analysis. *Research in autism spectrum disorders*, 6, 46-57. http://dx.doi.org/10.1016/j.rasd.2011.09.001

Oberman, L. M., Hubbard, E. M., McCleery, J. P., Altschuler, E. L., Ramachandran, V. S., & Pineda, J. A. (2005). EEG evidence for mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. *Brain research. Cognitive brain research*, *24*(2), 190–198. https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.01.014

Oberman, L. M., Pineda, J. A., & Ramachandran, V. S. (2007). The human mirror neuron system: a link between action observation and social skills. *Social cognitive and affective neuroscience*, *2*(1), 62–66. https://doi.org/10.1093/scan/nsl022

Oberman, L. M., Ramachandran, V. S., & Pineda, J. A. (2008). Modulation of mu suppression in children with autism spectrum disorders in response to familiar or unfamiliar stimuli: the mirror neuron hypothesis. *Neuropsychologia*, *46*(5), 1558–1565. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.01.010

Parvinpour, S., Sheikh, M., Hemayattalab, R., & Bagherzadeh, F. (2017). The Effect of Dyad Training on Learning Front Crawl Swimming. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, *9*(1), 1-14. https://doi:10.22059/jmlm.2017.61944

Plata Bello, J., Modroño, C., Marcano, F., & González-Mora, J. L. (2014). The mirror neuron system and motor dexterity: what happens?. *Neuroscience*, *275*, 285–295. https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2014.06.010

Raymaekers, R., Wiersema, J. R., & Roeyers, H. (2009). EEG study of the mirror neuron system in children with high functioning autism. *Brain research*, *1304*, 113–121. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.09.068

Rizzolatti G. (2005). The mirror neuron system and its function in humans. *Anatomy and embryology*, *210*(5-6), 419–421. https://doi.org/10.1007/s00429-005-0039-z

Rizzolatti, G., & Arbib, M. A. (1998). Language within our grasp. *Trends in neurosciences*, *21*(5), 188–194. https://doi.org/10.1016/s0166-2236(98)01260-0

Rizzolatti, G., & Fabbri-Destro, M. (2010). Mirror neurons: from discovery to autism. *Experimental brain research*, *200*(3-4), 223–237. https://doi.org/10.1007/s00221-009-2002-3

Ruggiero, M., & Catmur, C. (2018). Mirror neurons and intention understanding: Dissociating the contribution of object type and intention to mirror responses using electromyography. *Psychophysiology*, *55*(7), e13061. https://doi.org/10.1111/psyp.13061

Sharma, S. R., Gonda, X., & Tarazi, F. I. (2018). Autism Spectrum Disorder: Classification, diagnosis and therapy. *Pharmacology & therapeutics*, *190*, 91–104. https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2018.05.007

Shea, C. H., Wright, D. L., Wulf, G., & Whitacre, C. (2000). Physical and observational practice afford unique learning opportunities. *Journal of motor behavior*, *32*(1), 27–36. https://doi.org/10.1080/00222890009601357

Toscano, C. V. A., Ferreira, J. P., Quinaud, R. T., Silva, K. M. N., Carvalho, H. M., & Gaspar, J. M. (2022). Exercise improves the social and behavioral skills of children and adolescent with autism spectrum disorders. *Frontiers in psychiatry*, *13*, 1027799. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2022.1027799

Ulloa, E. R., & Pineda, J. A. (2007). Recognition of point-light biological motion: mu rhythms and mirror neuron activity. *Behavioural brain research*, *183*(2), 188–194. https://doi.org/10.1016/j.bbr.2007.06.007

Wirth, K., Keiner, M., Fuhrmann, S., Nimmerichter, A., & Haff, G. G. (2022). Strength Training in Swimming. *International journal of environmental research and public health*, *19*(9), 5369. https://doi.org/10.3390/ijerph19095369

Wulf, G., Chiviacowsky, S., & Lewthwaite, R. (2010). Normative feedback effects on learning a timing task. *Research quarterly for exercise and sport*, *81*(4), 425–431. https://doi.org/10.1080/02701367.2010.10599703

Yavari, N., Shojaei, M., & Daneshfar, A. (2018). The Study of the Association between Mirror Neurons Activities and Electrical Activity of Muscles in Terms of Social-Comparative Video Feedback of Gulf Putt in Young Females. *Neuropsychology*, *4*(12), 61-76. https://dorl.net/dor/20.1001.1.24765023.1397.4.12.4.6

Zazio, A., Guidali, G., Maddaluno, O., Miniussi, C., & Bolognini, N. (2019). Hebbian associative plasticity in the visuo-tactile domain: A cross-modal paired associative stimulation protocol. *NeuroImage*, *201*, 116025. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116025