

The Effect of Virtual Reality Training on Gross and Fine Motor Skills of Children with Developmental Coordination Disorder (DCD)

Foad Niknasab¹, Fazlollah Bagherzadeh^{2✉}, Mahmood Sheykh³,
Davood Homanian⁴, Ali Moghadamzadeh⁵

1. Department of Behavioral and Cognitive Sciences in Sports, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: foad_niknasab@ut.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Behavioral and Cognitive Sciences in Sports, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: msheikh@ut.ac.ir
3. Department of Behavioral and Cognitive Sciences in Sports, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: bagherzadeh@ut.ac.ir
4. Department of Behavioral and Cognitive Sciences in Sports, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: hominian@ut.ac.ir
5. Department of Educational and Curriculum Methods and Programs, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: amoghadamzadeh@ut.ac.ir

Article Info

Article type: Research

Article history:

Received:

23 April 2025

Received in revised form:

20 May 2025

Accepted:

21 May 2025

Published online:

21 March 2026

Keywords:

Video games,
Motor Efficiency,
Developmental Coordination
Disorder (DCD).

ABSTRACT

Introduction: The present study was conducted to investigate the effect of virtual reality training on gross and fine motor skills in children with developmental coordination disorder.

Methods: In this semi-experimental study with a repeated measures design, 24 boys aged 7 to 10 years from Tehran diagnosed with developmental coordination disorder (DCD) were selected based on inclusion criteria and randomly assigned to two groups: virtual reality training and control. Participants completed the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOT-2) at pretest. The intervention phase lasted six weeks, with three 20-minute sessions per week, during which the virtual reality group performed the prescribed training program while the control group engaged in their usual daily activities. A posttest was conducted in the final session.

Results: The results showed that virtual reality training led to a significant improvement in both gross and fine motor skills in children with developmental coordination disorder (DCD) ($p < 0.05$). Additionally, the findings indicated that the improvements in gross and fine motor skills were maintained in both short-term and long-term follow-up tests ($p < 0.05$).

Conclusion: Based on the results, virtual reality training can likely be used in clinical and home programs to improve gross and fine motor skills in children with developmental coordination disorder (DCD), as it can stimulate interest and promote active participation.

Cite this article: Niknasab, F., Bagherzadeh, F., Sheykh, M., Homanian, D., & Moghadamzadeh, A. (2026). The Effect of Virtual Reality Training on Gross and Fine Motor Skills of Children with Developmental Coordination Disorder (DCD). *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, 18 (1), 143-156.
DOI: <https://doi.org/10.22059/jsmdl.2025.393957.1839>



Journal of Sports and Motor Development and Learning by the University of Tehran Press is licensed under [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) | web site: <https://jsmdl.ut.ac.ir/> | Email: jsmdl@ut.ac.ir.

Extended Abstract

Introduction Introduction

Developmental Coordination Disorder (DCD) is one of the most common neurodevelopmental disorders in children. It is characterized by an inability to perform age-appropriate motor skills, without the presence of identifiable neurological or medical conditions. Children with DCD experience difficulties in daily motor activities such as writing, buttoning clothes, running, and maintaining balance. These disabilities not only affect their motor performance but may also lead to reduced self-confidence, limited participation in social and physical activities, and ultimately, academic underachievement. With the advancement of modern technologies, the use of virtual reality in the education and rehabilitation of children with special needs has attracted the attention of researchers. Virtual reality, by creating simulated, interactive, and engaging environments, provides opportunities for practicing motor skills in a safe and motivating environment. However, the effectiveness of this technology, especially in improving motor skills in children with Developmental Coordination Disorder (DCD), requires further in-depth investigation.

Methods

This research was a semi-experimental with a pre-test, post-test, and follow-up design including a control group. The population consisted of all boys aged 7 to 10 years diagnosed with Developmental Coordination Disorder (DCD) in Tehran. Using sampling, 24 eligible children were selected and randomly assigned into two groups: experimental (virtual reality training) and control, with 12 participants in each group. At the pre-test phase, all participants were assessed using the Bruininks-Oseretsky Test. The experimental group participated in a virtual reality-based training program for six weeks, with three 20-minute sessions per week, while the control group received no intervention and continued their daily activities during this period. After the intervention, both groups were evaluated at post-test, short-term follow-up (one day later), and long-term follow-up (42 days later). The data were analyzed using repeated measures analysis of variance (ANOVA).

Results

The findings of the study indicated that virtual reality training had a significant effect on improving both gross and fine motor skills in children ($\text{sig} < 0.05$). Moreover, this improvement was maintained during both the short-term and long-term follow-up phases, indicating the lasting effects of the intervention ($\text{sig} < 0.05$). The

results of the repeated measures ANOVA revealed significant effects of time, group, and their interaction on motor skills. Bonferroni post hoc tests showed that the improvement remained consistent from pre-test to post-test and across both follow-up phases. In addition, the results of the independent t-test demonstrated that the experimental group outperformed the control group in both gross and fine motor skills at the post-test and follow-up phases.

Conclusion

The present study demonstrated that virtual reality training has a significant effect on improving both gross and fine motor skills in boys with developmental coordination disorder (DCD). These findings are consistent with the study by [Warden et al. \(2017\)](#), who reported improvements in balance and ball skills, although some differences were observed in speed and agility, which may be attributed to differences in sample size. The current findings are inconsistent with those of [Gelsma et al. \(2023\)](#), who reported no significant effects of video games on balance and agility; this discrepancy may be due to gender differences and the type of virtual reality games used. The consistency with the results of [Ashkenazi \(2013\)](#) and [Gonzalez \(2015\)](#) is also notable, given the positive impact of virtual reality programs on motor skills reported in their studies. Among the limitations of the present study are the non-random sampling method, the focus solely on a male population, and the implementation of the study exclusively in the city of Tehran, all of which may limit the generalizability of the findings.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines:

The present article is extracted from a doctoral dissertation in the field of Motor Behavior with a specialization in Motor Development, completed in 2022, and has been approved with the ethical code IR.SSRI.REC.1401.1542. The present research was conducted in accordance with ethical principles, including obtaining written informed consent from participants, ensuring the confidentiality of their information, and guaranteeing their freedom to withdraw from the research at any time. The research was conducted without causing any physical or psychological harm to the participants. Also, the participants received training for free.

Funding: This study did not receive any financial support from any organization.

Authors' contribution: All authors contributed equally.

Conflict of interest: The authors of this article declare no conflicts of interest.

Acknowledgments: The authors thank all those who have participated.



رشد یادگیری حرکتی ورزشی



تأثیر تمرینات واقعیت مجازی بر مهارت‌های حرکتی درشت و ظریف کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی

فواد نیک نسب^۱، فضل الله باقرزاده^۲، محمود شیخ^۳، داوود حومینیان^۴، علی مقدم زاده^۵

۱. گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: foad_niknasab@ut.ac.ir

۲. نویسنده مسؤول، گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: msheikh@ut.ac.ir

۳. گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: bagherzadeh@ut.ac.ir

۴. گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: hominian@ut.ac.ir

۵. گروه روش‌ها و برنامه‌های آموزشی و درسی، دانشکده روانشناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: amoghadamzadeh@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۳ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۳۱ تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۱/۱۱ کلیدواژه‌ها: تمرینات ویدیویی، تبحر حرکتی، اختلال هماهنگی رشدی.	مقدمه: کودکان مبتلا به DCD در هماهنگی حرکتی، دقت و سرعت اجرای مهارت‌های حرکتی مشکل دارند و به طور کلی در مقایسه با کودکان با رشد معمولی، عملکرد ضعیف‌تری در تکالیف حرکتی دارند. بنابراین پژوهش حاضر با هدف تأثیر تمرینات واقعیت مجازی بر مهارت‌های حرکتی درشت و ظریف کودکان با اختلال هماهنگی رشدی انجام گرفت. روش پژوهش: در این مطالعه نیمه تجربی که با طرح اندازه‌گیری تکراری انجام گرفت، ۲۴ دانش‌آموز پسر ۷ تا ۱۰ ساله شهر تهران با اختلال هماهنگی رشدی با توجه به معیارهای ورود انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه تمرینات واقعیت مجازی و کنترل قرار گرفتند. شرکت‌کنندگان در پیش‌آزمون، به اجرای آزمون برونینکس-اوزرتسکی پرداختند. مرحله مداخله در شش هفته و هر هفته ۳ جلسه ۲۰ دقیقه‌ای انجام گرفت که گروه واقعیت مجازی، برنامه مورد نظر را اجرا می‌کردند و گروه کنترل، فعالیت‌های روزمره خود را انجام می‌دادند. در آخرین جلسه، پس‌آزمون اجرا گردید. ۱ روز و ۴۲ روز بعد از مرحله پس‌آزمون، به ترتیب مرحله پیگیری کوتاه‌مدت و بلندمدت انجام گرفت. داده‌ها به روش تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری تحلیل شد. یافته‌ها: نتایج نشان داد که تمرینات واقعیت مجازی، باعث بهبود معنی‌دار مهارت حرکتی درشت و ظریف کودکان با اختلال هماهنگی رشدی شد ($\text{sig} < 0.05$). دیگر نتایج، حاکی از ماندگاری مهارت حرکتی درشت و ظریف کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی در آزمون‌های پیگیری کوتاه‌مدت و بلندمدت بود ($\text{sig} < 0.05$). نتیجه‌گیری: براساس نتایج، احتمالاً می‌توان از تمرینات واقعیت مجازی در برنامه‌های بالینی و خانگی برای بهبود مهارت حرکتی درشت و ظریف کودکان DCD استفاده کرد، زیرا می‌تواند علاقه به القای مشارکت فعال را تحریک کند.

استناد: نیک نسب، فواد؛ باقرزاده، فضل الله؛ شیخ، محمود؛ حومینیان، داوود و مقدم زاده، علی (۱۴۰۵). تأثیر تمرینات واقعیت مجازی بر مهارت‌های حرکتی درشت و ظریف کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی. نشریه رشد و یادگیری حرکتی ورزشی، ۱۸(۱)، ۱۵۶-۱۴۳.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jsmdl.2025.393957.1839>

این نشریه علمی رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کپی‌رایت CC BY-NC 4.0 به نویسندگان واگذار کرده است.
تارنما: <https://jsmdl.ut.ac.ir> | رایانامه: jsmdl@ut.ac.ir



مقدمه

اختلال هماهنگی رشدی (DCD) یک وضعیت عصبی رشدی شایع است که بر ۵ تا ۶ درصد از کودکان در سن مدرسه تأثیر می‌گذارد که با مشکلات یادگیری حرکتی و هماهنگی مستقل از سایر اختلالات پزشکی یا فکری مشخص می‌شود (انجمن روانپزشکی آمریکا، ۲۰۱۳). این اختلالات حرکتی به طور قابل توجهی بر فعالیت‌های روزانه تأثیر می‌گذارد و با تأثیرات ناتوان کننده بر سلامت جسمی و روانی همراه است (ون دیک^۲ و همکاران، ۲۰۲۲). به نظر می‌رسد مشکلات یادگیری حرکتی برای چالش‌هایی که کودکان مبتلا به DCD تجربه می‌کنند، محوری باشد. در واقع، DCD اغلب به عنوان یک اختلال یادگیری حرکتی ارائه می‌شود (فرهات^۳ و همکاران، ۲۰۲۵؛ اسمیت-انگلسمان^۴ و همکاران، ۲۰۲۲)، زیرا کودکان در دستیابی به نقاط عطف رشد، مانند یادگیری دوچرخه‌سواری، دست نویسی یا بستن بند کفش، تأخیر نشان می‌دهند. برای انجام کارهای حرکتی نسبت به هم‌تایان خود به زمان، تکرار و بازخورد بیشتری نیاز دارند (ماچون^۵، ۲۰۲۳). در حال حاضر، DCD به طور کلی به عنوان یک اختلال در توانایی حرکتی متمایز از هوش و سایر اختلالات عصبی شناخته می‌شود (گائو^۶ و همکاران، ۲۰۲۴). با توسعه تحقیقات مغز و علوم اعصاب شناختی، کشف شد که DCD فقط مربوط به سیستم حرکتی نیست، بلکه به مجموعه پیچیده‌ای از اختلالات عصبی شامل حافظه، توجه، عملکرد اجرایی و استدلال نیز مرتبط است (بولک^۷ و همکاران، ۲۰۲۳). مشکل اصلی در اختلال هماهنگی رشدی در برنامه‌ریزی و هماهنگی حرکتی نهفته است، نه صرفاً اجرای حرکات. این اختلال ناشی از پردازش و انتقال ناقص یا نادرست اطلاعات حسی در مغز است که توانایی طراحی و توالی مؤثر اعمال حرکتی را مختل می‌کند (روهر^۸ و همکاران، ۲۰۲۳). در نتیجه، کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی اغلب زمان‌بندی ضعیف، مشکلات تعادل، مشکل در ادغام حرکات متوالی و نقص در آگاهی فضایی را تجربه می‌کنند. آن‌ها ممکن است دست و پا چلفتی به نظر برسند، مرتباً به اشیاء یا افراد برخورد کنند و در کارهایی که نیاز به کنترل حرکات ظریف دارند، مانند نوشتن یا استفاده از ظروف، مشکل داشته باشند (فوجل^۹ و همکاران، ۲۰۲۳). در دهه‌های گذشته، به لطف نوآوری‌های تکنولوژیکی، تعداد کاربردهای فناوری برای توانبخشی شناختی در دوران کودکی افزایش یافته است (یکسون^{۱۰} و همکاران، ۲۰۲۴). واقعیت مجازی به عنوان یک رویکرد امیدوارکننده در زمینه توانبخشی بالینی پدید آمده‌اند (لی^{۱۱} و همکاران، ۲۰۲۵). به طور خاص، آموزش واقعیت مجازی ممکن است برای تقویت دستکاری تصاویر ذهنی مانند چرخش، تجسم فضایی، جهت گیری فضایی و برنامه‌ریزی طرح حرکتی مفید باشد و به کودکان بازخورد ثابتی از عملکرد خود ارائه دهد (دونگان^{۱۲} و همکاران، ۲۰۲۴). کودکان مبتلا به DCD وضعیت پزشکی یا عصبی قابل شناسایی ندارند که مشکلات هماهنگی آن‌ها را توضیح دهد. با این حال، واقعیت مجازی ممکن است به عنوان یک ابزار تشخیصی برای تعیین شدت DCD عمل کند (زاراگاس^{۱۳} و همکاران، ۲۰۲۲). به عنوان مثال، زاراگاس و همکاران (۲۰۲۲) تحقیقات جمعی واقعیت مجازی را به عنوان یک ابزار تشخیصی شناسایی کرد. یافته‌های مطالعه آن‌ها نشان داد که واقعیت مجازی ممکن است نتواند به طور قابل توجهی محدودیت‌های شدید مهارت حرکتی کودکان مبتلا به DCD را کاهش دهد، با این حال، به عنوان یک ابزار تشخیصی برای اندازه‌گیری مهارت‌های حرکتی واقعی مفید است. به عنوان یک مورد خوب، اخیراً مشخص شده است که بازی‌های ویدیویی مبتنی بر فعالیت بدنی مبتنی بر واقعیت مجازی ابزار آموزشی مفیدی برای کودکان مبتلا به

1. Developmental Coordination Disorder
2. Van Dyck
3. Farhat
4. Smits-Engelsman

5. Meachon
6. Gao
7. Bolk
8. Rohr
9. Fogel

10. Bexson
11. Li
12. Donegan
13. Zaragas

DCD هستند، زیرا عملکردی هستند و امکان اجرای انواع مختلف و خاص حرکت را فراهم می کنند (واردن^۱ و همکاران، ۲۰۱۷). مدیکا^۲ (۲۰۱۸) این روش های تمرینی مختلف را پیاده سازی کرد و پیشنهاد کرد که بازی های فعالیت بدنی مبتنی بر واقعیت مجازی تأثیرات انتقال مثبتی را بر تکالیف تعادل، دویدن و تکالیف چابکی و فعالیت های کاربردی مانند پرش طول و بالا رفتن از پله ها ارائه می کند. مدیکا (۲۰۱۸) پیشنهاد کرد که انتقال مهارت های حرکتی از واقعیت مجازی به دنیای واقعی برای شرکت کنندگان در یک برنامه تمرینی متغیر در مقایسه با شرکت کنندگان در پروتکل های تکراری بهتر نیست. با این حال، مطالعات دیگری که انتقال مهارت های حرکتی از واقعیت مجازی به دنیای واقعی را بررسی می کنند، نشان می دهند که استفاده از آن، دقت عملکرد حرکتی و یادگیری را بهبود می بخشد (لینو^۳ و همکاران، ۲۰۲۱). با توجه به اهمیت و کاربردی بودن این روش بر مهارت های حرکتی و ادراکی - شناختی کودکان DCD اما نتایج متناقضی در این حیطه وجود دارد. مطالعات متعددی (واردن و همکاران، ۲۰۱۷؛ واتاد^۴ و همکاران، ۲۰۲۰؛ ابراهیمی ثانی و همکاران، ۲۰۲۰؛ لینو و همکاران، ۲۰۲۱) از تأثیر مثبت واقعیت مجازی بر مهارت های حرکتی کودکان مبتلا به DCD حمایت کرده اند به عنوان مثال، واردن و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که در اثر برنامه واقعیت مجازی هر دو کودک در زیربخش مهارت های تعادل و توپ MABC2 بهبود یافته اند. همچنین ابراهیمی ثانی و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که تمرینات واقعیت مجازی بر مهارت حرکتی کودکان اختلال هماهنگی رشدی تأثیر معناداری دارد. اما در این مورد جلسما^۵ و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند که نوع آموزش بازی های ویدیویی فعال تأثیری بر تعادل و چابکی کودکان با و بدون اختلال هماهنگی رشدی ندارد. علاوه بر این، شواهد تحقیقاتی محدودی در مورد اثرات طولانی مدت فعالیت بدنی و رشد حرکتی در کودکان مبتلا به اختلالات و همچنین اثربخشی سیستم های واقعیت مجازی مختلف در مورد توانبخشی کودکان وجود دارد (بروک^۶ و همکاران، ۲۰۲۰). بنابراین اثربخشی تمرینات واقعیت مجازی در کودکان DCD و پیگیری بلند مدت این برنامه در پژوهش حاضر ضرورت دارد. با توجه به مطالبی که بیان شد و همچنین نتایج تحقیقات متضاد، پژوهشگر درصدد است تا اثربخشی برنامه واقعیت مجازی را بهبود و ماندگاری مهارت های حرکتی درشت و ظریف کودکان DCD بررسی نماید.

روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر، با توجه به اهداف پیش بینی شده، از نوع تحقیقات نیمه تجربی و همچنین با توجه به طول زمان اجرای تحقیق از نوع مقطعی بود. طرح پژوهش حاضر اندازه گیری تکراری (گروس و همکاران، ۲۰۲۰) با گروه تجربی و گروه کنترل بود. پژوهش حاضر نیز از لحاظ هدف از دسته تحقیقات کاربردی بود. همچنین پژوهش حاضر به لحاظ اجرا به صورت میدانی اجرا گردید. جامعه آماری پژوهش حاضر کودک پسر دارای اختلال هماهنگی رشدی ۷ تا ۱۰ ساله تهران بودند (لازم به ذکر است که اختلال کودکان با استفاده از معیار اختلال حرکتی (نمرات کل آزمون زیر صدک ۵ در مجموعه آزمون های ارزیابی حرکتی کودکان نسخه دوم (MABC-II) و پرسشنامه تکمیل شده توسط والدین (در زمینه های حرکتی، اجتماعی و تحصیلی) تایید شدند). از بین جامعه آماری مورد نظر به صورت هدفمند، حداقل اندازه نمونه ۲۴ نفر (۱۲ نفر در هر گروه) با محاسبه توان (G * Power نسخه ۳،۱،۹،۴) با استفاده از آلفای ۵ درصد، بتای ۹۰ درصد و اندازه اثر ۰/۳ بر اساس مقادیر از مطالعاتی که قبلاً انجام شده بود (گروس و همکاران، ۲۰۲۰)، اقتباس گردید. شرکت کنندگان پژوهش حاضر برای اطمینان از مطابقت با معیارهای بالینی DCD که در راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی (DSM-5) (انجمن روانپزشکان آمریکا، ۲۰۱۳) ذکر شده است، مورد بررسی قرار گرفتند. کودکان اختلال حرکتی (معیار A) را با نمرات کل آزمون زیر صدک

1. Werden

2. Medica

3. Lino

4. Wattad

5. Jelsma

6. Brooke

۵ در مجموعه آزمون‌های ارزیابی حرکتی کودکان نسخه دوم (MABC-II) نشان دادند (بارنت و همکاران، ۲۰۰۷). این اختلال با با عملکرد روزانه (معیار B) تداخل دارد، و در اوایل رشد (معیار C) شروع می‌شود اما با اختلال ذهنی، اختلال بینایی یا وضعیت عصبی (معیار D) همراه نمی‌باشد. معیارهای تشخیصی B و C توسط پرسشنامه‌ای توسط والدین تأیید شد، که شامل سوالات مربوط به مشکلات در سه زمینه، (۱) حرکتی (یعنی دست خط، دوچرخه سواری، تکالیف مراقبت از خود، برنامه‌ریزی حرکتی، یادگیری مهارت‌های جدید و غیره)، (۲) اجتماعی (بازی و مهارت‌های اجتماعی، خستگی جسمی، کمبود انرژی و غیره) و (۳) تحصیلی (خواندن، نوشتن، مهارت‌های ریاضی و غیره) و همچنین سن که مشکلات حرکتی برای اولین بار مشاهده شد، می‌باشد. معیار D با پرسش‌های مربوط به پرسشنامه والدین در مورد همه تشخیص‌های قبلی و فعلی و همچنین اختلالات بینایی تأیید شد و کودکانی که نمره بهره هوشی کامل < 79 را در مقیاس مختصر هوش وکسلر ویرایش دوم (WASI-II) کسب کردند، می‌باشد.

در این پژوهش از آزمون برونیکس اوزرتسکی برای ارزیابی مهارت‌های حرکتی درشت و ظریف استفاده می‌شود. این آزمون توسط برونیکس در سال ۱۹۷۸ برای ارزیابی عملکرد حرکتی کودکان ۴/۵-۱۴ ساله تهیه شده که شامل خرده آزمون‌های: سرعت دویدن و چابکی، تعادل، هماهنگی دوطرفه، قدرت، سرعت پاسخ، کنترل بینایی حرکتی و سرعت و چالاکی اندام فوقانی می‌باشد اجرای کامل آزمون به ۴۵-۶۰ دقیقه زمان نیاز دارد. چهار خرده آزمون، سرعت دویدن و چابکی، تعادل، هماهنگی دوطرفه و قدرت مهارت‌های حرکتی درشت و سه خرده آزمون سرعت پاسخ، کنترل بینایی حرکتی و سرعت و چالاکی اندام فوقانی مهارت حرکتی ظریف را می‌سنجند. برونیکس این آزمون را بر روی ۷۶۵ کودک بر اساس سن، جنس، نژاد، اندازه‌ی جامعه و منطقه جغرافیایی استاندارد کرد (کوثری و همکاران ۱۳۹۱). ضریب پایایی آن با استفاده از بازآزمایی این مجموعه ۰/۸۷ گزارش شده است. این آزمون در ایران توسط واعظ موسوی هنجاریایی شده است که ضریب پایایی بازآزمایی آن در فرم طولانی ۸۷ درصد و در فرم کوتاه ۸۶ درصد همچنین روایی آن ۸۴ درصد گزارش شده است (کوثری و همکاران ۱۳۹۱).

همچنین از پکیج وی برای برنامه واقعیت مجازی استفاده شد. این دستگاه در سال ۲۰۰۷ توسط شرکت نینتندو ارائه شد و یکی از ابزارهای ارزان و محبوب واقعیت مجازی و جزو اگزرجیم‌ها است. صفحه تعادل وی چهار مبدل دارد که وزن بدن را سنجیده، به تغییرات مکانی وضعیت بدنی پاسخ داده و بازخورد شنوایی و بصری واقعی از مرکز فشار فرد ارائه می‌کند. با توجه به این مشخصه‌ها، ممکن است تخته تعادل وی ابزاری ارزشمند در بهبود وضعیت بدنی باشد (اسگرو و همکاران، ۲۰۱۴). در بازی‌های وی فیت که با صفحه تعادل وی انجام می‌شوند، فرد وزن خود را به عقب، جلو و طرفین در محدوده مرکز فشار انتقال می‌دهد تا به هدفی دست‌یافته و محدوده ثبات خود را افزایش دهد. چون این ابزار از سیستم بینایی-ادراکی بهره برده، اطلاعاتی درباره عملکرد می‌دهد، تعاملی، انگیزاننده و ارزان است، در تحقیقات مختلف استفاده شده است (یاتار و همکاران، ۲۰۱۵). پژوهش‌های زیادی در رابطه با روایی و پایایی این ابزار صورت گرفته است که از جمله آن می‌توان به پژوهش چانگ، چانگ، لی و چانگ^۱ (۲۰۱۳) اشاره کرد در این پژوهش همبستگی درونی صفحه تعادل وی (WBB) ۰/۹۹ - ۰/۸۶ و همبستگی مثبت ابزار با سیستم ارزیابی تعادل SMB^۲ به دست آمد (I=۰/۵۸-۰/۸۶). در واقع پکیج وی^۳ تمام اقلام مورد نیاز را برای اتصال دستگاه به یک تلویزیون استاندارد شامل می‌شود: کنسول وی، یک دسته بی‌سیم با رابط Nunchuk، میله‌ی گیرنده، یک پایه‌ی جدا شدنی برای این میله، آداپتور کوچک وی، دو باتری AA، یک عدد کپی بازی وی اسپورت^۴ و مجموعه‌ای از کابل‌های ترکیبی A/V.

1. Chang, Chang, Lee & Feng

2. Smart balance master system

3. Wii

4. Wii Sports

روش اجرا

روش گردآوری پژوهش حاضر به روش میدانی بود. در ابتدا از والدین رضایتنامه آگاهانه کتبی کسب شد. همچنین کودکان به صورت شفاهی تمایل خود را برای شرکت در پژوهش اعلام نمودند. سپس شرکت کنندگان با اهداف تحقیق و نحوه امتیازدهی و اجرای آزمون‌های مورد نظر آشنا گردیدند. پژوهش حاضر شامل مراحل پیش آزمون، مداخله (تمرین)، پس آزمون و پیگیری کوتاه مدت و بلند مدت بود. شرکت کنندگان در مرحله پیش آزمون ابتدا به اجرای آزمون برونینکس-اوزرتسکی پرداختند. مرحله مداخله در شش هفته و هر هفته ۳ جلسه ۲۰ دقیقه‌ای انجام گرفت ([گروس و همکاران، ۲۰۲۰](#)). در گروه واقعیت مجازی، شرکت کنندگان تمرینات وی فیت که شامل بازی‌های حرکتی در زمینه رشد مهارت‌های حرکتی و ورزش‌های مختلف بود را اجرا کردند. هر جلسه شامل ۲۰ دقیقه است که به ۴ بخش اصلی تقسیم می‌شود. ۲/۵ دقیقه اول شامل گرم کردن، پس از آن ۷/۵ دقیقه بازی شامل مهارت‌های حرکتی جابه‌جایی (گام‌برداری، دویدن پایه، دویدن از روی مانع و اسکیت بورد) و سپس ۷/۵ دقیقه بازی، شامل مهارت‌های حرکتی دستکاری (مینی بیس بال، مینی فوتبال، مینی بولینگ و گلف) و در آخر ۲/۵ دقیقه سرد کردن است. گروه کنترل در این مدت تمرینی انجام ندادند. اما به منظور مشابهت در میزان آشنایی با فضای آزمایش، شرکت کنندگان در این تحقیق هر روز به محل آزمایش فرا خوانده شدند و به مطالعه متون مختلفی درباره ورزش پرداختند. گروه کنترل فقط در مراحل آزمون شرکت کردند تا اثر احتمالی شرکت گروه‌ها در مراحل مختلف از اثرات واقعی روش آزمایش جدا شود. این مداخلات در کلینیک و در راس ساعت ۱۰-۱۲ صبح انجام شد. برای جلوگیری از هرگونه سوگیری، در طول مدت مطالعه از شرکت کنندگان خواسته شد که به موازات برنامه تمرینی در هیچ تمرین بدنی سازماندهی شده دیگری شرکت نکنند. همچنین از شرکت کنندگان خواسته شد که هر گونه نارسایی یا عارضه جانبی را گزارش کنند. بلافاصله بعد از جلسه آخر، مرحله پس آزمون انجام گرفت که در آن شرکت کنندگان به اجرای تبحر حرکتی برونینکس-اوزرتسکی پرداختند. ۲۴ ساعت بعد از مرحله پس آزمون، مرحله پیگیری بلند مدت انجام گرفت که در آن شرکت کنندگان به اجرای آزمون تبحر حرکتی برونینکس-اوزرتسکی پرداختند.

روش آماری

به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات، از روش‌های آمار توصیفی برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی استفاده گردید. در آمار استنباطی، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری (تحلیل واریانس مرکب) استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری اس. پی. اس. اس نسخه ۲۴ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام گرفت.

یافته‌های پژوهش

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود بین گروه‌ها در متغیرهای سن، قد، وزن، بهره هوشی و رتبه درصدی آزمون MABC-2 تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، بنابراین گروه‌ها در این سه متغیر همگن می‌باشند.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار مربوط به متغیرهای جمعیت شناختی آزمودنی‌ها

گروه	تعداد	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	بهره هوشی	رتبه درصدی
واقعیت مجازی	۱۲	۸/۱۶±۱/۱۲	۱۳۲/۳۳±۶/۶۷	۲۸/۷۵±۳/۳۰	۸۰/۲۸±۶/۱۲	۳/۷۴±۱/۱۱
کنترل	۱۲	۸/۲۵±۱/۱۳	۱۳۰/۱۶±۶/۸۸	۲۷/۵۰±۳/۰۶	۷۹/۱۴±۴/۷۷	۳/۶۶±۱/۳۳
تی مستقل	-	(t=۰/۱۱, P=۰/۹۵)	(t=۰/۹۲, P=۰/۴۳)	(t=۰/۶۵, P=۰/۵۸)	(t=۰/۴۹, P=۰/۷۱)	(t=۰/۲۰, P=۰/۸۴)

در جدول ۲ شاخص‌های میانگین و انحراف معیار مربوط به متغیرهای تحقیق در گروه‌های مختلف ارائه شده است. آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که توزیع نمرات مهارت درشت ($Z=0/۸۶۸$ ، $df=۱۱$ ، $P>0/۰۵$) و مهارت ظریف ($Z=0/۹۵۲$ ، $df=۱۱$ ، $P>0/۰۵$) نرمال است.

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار مربوط به متغیرهای وابسته تحقیق

مرحله	گروه واقعیت مجازی		گروه کنترل	
	مهارت درشت	مهارت ظریف	مهارت درشت	مهارت ظریف
پیش آزمون	۱۶/۹۱±۲/۴۶	۱۵/۵۸±۲/۶۷	۱۶/۰۰±۲/۶۲	۱۵/۸۳±۳/۰۴
پس آزمون	۲۹/۹۱±۶/۳۵	۲۵/۰۰±۴/۱۰	۱۸/۱۶±۲/۹۷	۱۵/۹۱±۳/۴۴
پیگیری کوتاه مدت	۲۸/۷۵±۶/۰۱	۲۵/۱۶±۳/۹۰	۱۸/۸۳±۳/۳۲	۱۵/۳۳±۳/۹۳
پیگیری بلند مدت	۲۸/۹۱±۶/۹۳	۲۴/۵۰±۳/۱۴	۱۸/۶۶±۳/۲۲	۱۴/۰۰±۳/۱۶

برای تحلیل داده‌های این مطالعه از آزمون تحلیل واریانس (۲ گروه) با اندازه‌گیری تکراری (پیش آزمون- پس آزمون- پیگیری کوتاه مدت و پیگیری بلند مدت) استفاده گردید. پیش فرض اول این آزمون برابری ماتریس کواریانس می‌باشد. با توجه به عدم سطح معنی‌داری آزمون باکس ($P=0/۷۱۱$)، ماتریس کواریانس داده‌ها برابر می‌باشد. پیش فرض دوم این آزمون اصل تقارن مرکب می‌باشد. برای برقراری این اصل از آزمون کرویت موخلی استفاده گردید. با توجه به عدم معنی دار بودن آزمون کرویت موخلی ($P=0/۴۰۹$)، شاخص‌های (F) مربوط به اثر فرض کرویت گزارش شد. علاوه بر این پیش از بررسی اثرات بین گروهی، برای برابری واریانس‌های خطا از آزمون لوین استفاده گردید. نتایج این آزمون نشان داد که آزمون F برای هیچ یک از عامل‌های درون گروهی معنی‌دار نیست ($P=0/۴۵۶$ پیش آزمون، $P=0/۰۷۲$ پس آزمون، $P=0/۱۴۴$ پیگیری کوتاه مدت، $P=0/۱۶۱$ پیگیری بلند مدت) و این نشان می‌دهد که مفروضه همگنی واریانس در بین گروه‌های متغیر مستقل برقرار است.

یافته‌های مربوط به آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری در متغیر مهارت حرکتی درشت نشان داد که اثر اصلی زمان اندازه‌گیری یافته‌های مربوط به آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری در متغیر مهارت حرکتی درشت نشان داد که اثر اصلی زمان اندازه‌گیری با گروه ($F=۱۲/۹۲$ ، $sig=0/۰۰۱$ ، $\eta^2=0/۳۷$) و اثر اصلی گروه ($F=۲۱/۷۱$ ، $sig=0/۰۰۱$ ، $\eta^2=0/۵۹$) و تعامل زمان اندازه‌گیری با گروه ($F=۵/۶۹$ ، $sig=0/۰۰۲$ ، $\eta^2=0/۲۰$) معنادار است. در متغیر مهارت حرکتی ظریف نتایج نشان داد که اثر اصلی زمان اندازه‌گیری ($F=۱۱/۲۹$ ، $sig=0/۰۰۱$ ، $\eta^2=0/۳۷$) و اثر اصلی گروه ($F=۱۰/۵۷$ ، $sig=0/۰۰۱$ ، $\eta^2=0/۳۸$) و تعامل زمان اندازه‌گیری با گروه ($F=۱۳/۹۵$ ، $sig=0/۰۰۱$ ، $\eta^2=0/۳۷$) معنادار است. چون اثر تعاملی معنادار است، از اثرات اصلی صرف‌نظر می‌گردد و همچنین در این مورد آلفا تصحیح می‌گردد (مقدار $0/۰۵$ آلفا بر تعداد مراحل اندازه‌گیری (۴ مرحله) تقسیم شده و آلفا تعدیل شده مبنای تصمیم‌گیری در مورد اثرات دروگروهی و بین گروهی می‌باشد که برابر $0/۰۱۲۵$ می‌باشد).

جدول ۳. یافته‌های مربوط به آزمون تعقیبی بنفرونی برای مقایسه درون مهارت حرکتی در گروه واقعیت مجازی

متغیر	مرحله (I)	مرحله (J)	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	سطح معنی‌داری
مهارت حرکتی درشت	پیش آزمون	پس آزمون	-۱۳/۰۰	۱/۸۸	۰/۰۰۱
		پیگیری کوتاه مدت	-۱۱/۸۳	۱/۳۷	۰/۰۰۱
	پس آزمون	پیگیری بلند مدت	-۱۲/۰۰	۲/۴۴	۰/۰۰۳
		پیگیری کوتاه مدت	۱/۱۶	۲/۸۴	۱/۰۰۰

پیگیری بلند مدت	۱/۰۰	۳/۱۲	۱/۰۰۰
پیگیری کوتاه مدت	-۰/۱۶	۳/۳۱	۱/۰۰۰
پس آزمون	-۹/۴۱	۱/۱۸	-۰/۰۰۱
پیگیری کوتاه مدت	-۹/۵۸	۱/۳۳	-۰/۰۰۱
پیگیری بلند مدت	-۸/۹۱	۰/۹۲	-۰/۰۰۱
پیگیری کوتاه مدت	-۰/۱۶	۱/۲۴	۱/۰۰۰
پیگیری بلند مدت	۰/۵۰	۱/۵۲	۱/۰۰۰
پیگیری بلند مدت	۰/۶۶	۱/۷۵	۱/۰۰۰

مهارت حرکتی
ظریف

پیش آزمون

پس آزمون

نتایج آزمون پیگردی بنفرونی در جدول ۳ نشان داد که تمرینات واقعیت مجازی باعث بهبود مهارت حرکتی درشت از پیش آزمون تا پس آزمون ($\text{sig}=0/001$)، با اختلاف میانگین $13/00$ ، پیگیری کوتاه مدت ($\text{sig}=0/001$)، با اختلاف میانگین $11/83$ ، و پیگیری بلند مدت ($\text{sig}=0/003$)، با اختلاف میانگین $12/00$ گردید. همچنین نتایج آزمون پیگردی بنفرونی در جدول ۳ نشان داد که تمرینات واقعیت مجازی باعث بهبود مهارت حرکتی ظریف از پیش آزمون تا پس آزمون ($\text{sig}=0/001$)، با اختلاف میانگین $9/41$ ، پیگیری کوتاه مدت ($\text{sig}=0/001$)، با اختلاف میانگین $9/58$ و پیگیری بلند مدت ($\text{sig}=0/001$)، با اختلاف میانگین $8/91$ گردید.

در ادامه از آزمون تی مستقل برای مقایسه بین گروهی مهارت‌های حرکتی استفاده گردید.

جدول ۴. یافته‌های مربوط به آزمون تی مستقل برای مقایسه بین گروهی مهارت حرکتی

متغیر	مراحل اندازه‌گیری	اختلاف میانگین	درجه آزادی	مقدار t	سطح معنی داری
مهارت حرکتی درشت	پیش آزمون	۰/۹۱	۲۲	۰/۸۸	۰/۳۸۸
	پس آزمون	۱۱/۷۵	۲۲	۵/۷۹	۰/۰۰۱
	پیگیری کوتاه مدت	۹/۹۱	۲۲	۴/۹۹	۰/۰۰۱
	پیگیری بلند مدت	۱۰/۲۵	۲۲	۴/۶۴	۰/۰۰۱
مهارت حرکتی ظریف	پیش آزمون	-۰/۲۵	۲۲	-۰/۲۱	۰/۸۳۳
	پس آزمون	۹/۰۸	۲۲	۶/۷۸	۰/۰۰۱
	پیگیری کوتاه مدت	۹/۸۳	۲۲	۶/۱۴	۰/۰۰۱
	پیگیری بلند مدت	۱۰/۵۰	۲۲	۸/۱۵	۰/۰۰۱

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌گردد در متغیر مهارت حرکتی درشت طی مراحل پس آزمون، پیگیری کوتاه مدت و پیگیری بلند مدت گروه واقعیت مجازی در مقایسه با گروه کنترل به ترتیب با اختلاف میانگین $11/75$ ، $9/91$ و $10/25$ واحد از لحاظ آماری مهارت حرکتی درشت بالاتری دارند ($\text{sig}<0/0125$). همچنین، در متغیر مهارت حرکتی ظریف طی مراحل پس آزمون، پیگیری کوتاه مدت و پیگیری بلند مدت گروه واقعیت مجازی در مقایسه با گروه کنترل به ترتیب با اختلاف میانگین $9/08$ ، $9/83$ و $10/50$ واحد از لحاظ آماری مهارت حرکتی ظریف بالاتری دارند ($\text{sig}<0/0125$).

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تأثیر تمرینات واقعیت مجازی بر مهارت‌های حرکتی درشت و ظریف کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی انجام گرفت. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که برنامه واقعیت مجازی بر بهبود تبحر حرکتی (مهارت‌های حرکتی درشت و ظریف) کودکان پسر دارای اختلال هماهنگی رشدی تأثیر معنی‌داری دارد و باعث افزایش مهارت‌های حرکتی درشت و ظریف کودکان پسر دارای اختلال هماهنگی رشدی گردید. این یافته به طور مستقیم با بخشی از یافته مطالعه **واردن و همکاران (۲۰۱۷)** همخوان و با بخش دیگر ناهمخوان است. **واردن و همکاران (۲۰۱۷)** نشان دادند که در اثر برنامه واقعیت مجازی هر دو کودک در زیربخش مهارت‌های تعادل و توپ MABC2 بهبود یافته‌اند. با این حال، برنامه مورد نظر نتوانست تأثیرات مورد انتظار را روی سرعت و چابکی دویدن و در حوزه قدرت نشان دهند. در بخش ناهمخوان می‌توان به تعداد کم نمونه مطالعه واردن و همکاران (۲۰۱۷) اشاره کرد که از دو کودک تشکیل شده بود. همچنین یافته پژوهش حاضر با یافته **جلسما و همکاران (۲۰۲۳)** ناهمخوان است. **جلسما و همکاران (۲۰۲۳)** نشان دادند که نوع آموزش بازی‌های ویدیویی فعال تأثیری بر تعادل و چابکی کودکان با و بدون اختلال هماهنگی رشدی ندارد. از دلایل ناهمخوانی می‌توان به جنسیت شرکت‌کنندگان و نوع بازی واقعیت مجازی در این دو مطالعه اشاره کرد. اما یافته این بخش با یافته **اشکنازی و همکاران (۲۰۱۳)** و **گونزالس و همکاران (۲۰۱۵)** مبنی بر بهبود مهارت‌های حرکتی کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی در اثر برنامه واقعیت مجازی همخوان است. به طور کلی، کمبود مطالعات در مورد آموزش واقعیت مجازی در میان افراد مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی وجود دارد که می‌تواند به دلیل مشکلات در استفاده از این فناوری، جدید بودن روش یا فقدان دانش در بین متخصصین و پزشکان این حیطه در مورد استفاده از واقعیت مجازی در محیط‌های بالینی باشد که نیاز به بررسی دارد. در سایر مطالعات مشخص شد که برنامه واقعیت مجازی تأثیر مثبتی بر مهارت‌های حرکتی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی دارند (**اشکنازی و همکاران، ۲۰۱۳؛ گونزالس و همکاران، ۲۰۱۵**). به نظر می‌رسد که تمرینات واقعیت مجازی در پژوهش حاضر با تحت تأثیر قرار دادن چند عامل مهم و تأثیرگذار بر مهارت‌های حرکتی جابه‌جایی (گام‌برداری، دویدن پایه، دویدن از روی مانع و اسکیت‌بورد) و مهارت‌های حرکتی دستکاری (مینی‌بیس‌بال، مینی‌فوتبال، مینی‌بولینگ و گلف) به طور همزمان بتواند موجب بهبود مهارت حرکتی ظریف و درشت شود. همچنین، با توجه به اینکه این تمرینات ماهیتی قدرتی و استقامتی دارند، می‌توانند از طریق ایجاد تسهیل در وارد عمل شدن واحدهای عضلانی بزرگ و تند انقباض، افزایش هماهنگی عضلات و تحریک سیستم‌های عصبی-عضلانی، موجب افزایش قدرت و نهایتاً بهبود مهارت حرکتی شوند. علاوه بر این، تمرینات واقعیت مجازی در پژوهش حاضر به گونه‌ای طراحی و انتخاب شده بود که کودکان، تمرینات جابه‌جایی و دستکاری را انجام دهند. بنابراین شاید بتوان گفت که انجام چنین تمریناتی به دلیل ایجاد هماهنگی عصبی عضلانی بهتر و افزایش هماهنگی سیستم‌های بینایی، وستیبولار و حس عمقی، تمرین مناسب برای بهبود مهارت حرکتی کودکان باشد. لذا تمرینات مورد استفاده در پژوهش حاضر با افزایش کارایی گیرنده‌های حسی و تسهیل عصبی-عضلانی در حین واکنش‌های قلمتی و تقویت سیستم حس عمقی و افزایش قدرت عضلات اندام تحتانی، می‌تواند باعث بهبود برنامه‌های کنترل حرکتی شود.

یک دلیل بالقوه برای یافته‌های مثبت این است که واقعیت مجازی شامل عناصر اضافی مانند تمرین شناختی و هماهنگی هستند، در حالی که تمرین‌های سنتی فقط بر تمرین بدنی تمرکز دارند (**الحسن، ۲۰۲۲**). یافته‌های پژوهش حاضر از این ایده حمایت می‌کند که بازخورد دیداری در قالب برنامه واقعیت مجازی می‌تواند به بهبود مهارت‌های حرکتی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی کمک کند. بهبود مهارت‌های حرکتی برای شرکت‌کنندگان در پژوهش حاضر می‌تواند به دلیل ماهیت واقعیت مجازی مورد استفاده باشد، زیرا برنامه‌های

واقعیت مجازی دارای مزایای بازخورد شنیداری و دیداری، همراه با لذت و رقابت هستند. همچنین، برنامه‌های واقعیت مجازی ترکیبی از تمرینات بدنی و شناختی است، نیاز به یکپارچگی حسی بیشتری دارد و بر حرکت چند جهته، تغییر وزن، برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری تمرکز دارد (کرائوس و بناویدز، ۲۰۱۴). پروتکل تمرینی بر آموزش شرکت کنندگان در مورد نوسان آن‌ها و کنترل آن در موقعیت‌های مختلف متمرکز است. اکثر بازی‌ها از شرکت کنندگان چالش‌برانگیز استفاده می‌کردند تا مرکز فشار خود را تا حد ممکن ثابت نگه دارند. این به بهبود استراتژی بازخورد آن‌ها کمک می‌کند، که با کنترل آواتارهای آن‌ها بر روی صفحه، هنگام بازی به دست می‌آید. ویژگی‌های دیگری مانند گرافیک و صدا با کیفیت بالا، برنامه‌های واقعیت مجازی را منحصر به فرد و جذاب می‌کند. چالش برای رسیدن به یک هدف، که ویژگی اصلی هر برنامه واقعیت مجازی است. سرگرم کننده، به عنوان مثال انتخاب‌هایی که بر داستان بازی تأثیر می‌گذارد؛ تعامل، به ویژه در بازی‌هایی که بازخورد و دستورالعمل‌هایی را برای فرد ارائه می‌دهند. تعامل، به عنوان مثال انجام همزمان تکالیف حرکتی و شناختی؛ جریان، به عنوان مثال از دست دادن حس زمان در حین بازی؛ و داستان، به عنوان مثال میل به دانستن اینکه در آینده چه اتفاقی خواهد افتاد (لیبرمن و همکاران، ۲۰۱۱). علاوه بر این، برنامه‌های واقعیت مجازی می‌توانند بازخورد خصوصی در مورد عملکرد خود بدون حضور شخص دیگری در اختیار فرد قرار دهند. این به عنوان تعامل و حریم خصوصی شناخته می‌شود (لیبرمن و همکاران، ۲۰۱۱). این برای کسانی که به دلیل مشکلات پزشکی یا روانشناختی خاص از اجرا در مقابل دیگران مطمئن نیستند مفید است، زیرا برنامه‌های واقعیت مجازی به آن‌ها اجازه می‌دهد به تنهایی تمرین کنند و تا زمانی که مطمئن شوند مهارت‌های آموخته‌شده خود را به نمایش بگذارند، تمرین کنند. داشتن اعتماد به مهارت‌های خود و غرور برای نشان دادن آن‌ها در مقابل دیگران می‌تواند به افزایش عزت نفس این افراد کمک کند. علاوه بر این، برنامه‌های واقعیت مجازی بازخورد دقیق با دستورالعمل‌های درجه‌بندی‌شده و ساختار یافته برای کمک به افراد در یادگیری مهارت‌های جدید ارائه می‌کنند (کاری و مک‌کونن، ۲۰۱۴). این می‌تواند اتکای آن‌ها به مراقبت‌های بهداشتی را کاهش دهد، به ویژه در مناطقی که به دلیل تعامل بازی‌های تمرینی به فعالیت بدنی نیاز است. همچنین، انجام برنامه‌های واقعیت مجازی بازخورد شنیداری (مانند موسیقی و تفسیر تشویقی در حین بازی برای بهبود عملکرد) و بازخورد دیداری (مانند گرافیک جذاب) را در اختیار کاربر قرار می‌دهد. علاوه بر این، بازخورد انگیزشی وجود دارد که از تشویق کردن و پخش موسیقی دلنشین در هنگام برنده شدن یک فرد به دست می‌آید. این باعث می‌شود که برنامه‌های واقعیت مجازی جذاب‌تر از سایر اشکال آموزش باشند (کلی و همکاران، ۲۰۲۱).

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر مبنی بر تأثیر مداخله واقعیت مجازی بر بهبود مهارت‌های حرکتی درشت و ظریف، نتایج حاصل پیامدهای کاربردی مهم را نشان می‌دهند. اول اینکه مربیان و کاردرمان‌های که با کودکان دارای اختلال DCD کار می‌کنند می‌توانند با بازی‌های ویدیویی به بهبود مهارت‌های حرکتی در این کودکان کمک کنند. دوم اینکه به نظر می‌رسد که استفاده از این بازی‌ها می‌تواند در منزل نیز مورد استفاده قرار گیرد. اگرچه نتایج پژوهش حاضر بر اهمیت بازی واقعیت مجازی بر تبحر حرکتی تأکید دارد، اما پژوهش حاضر دارای محدودیت‌هایی می‌باشد. از محدودیت‌های پژوهش حاضر تصادفی نبودن روش نمونه‌گیری، محدود بودن جامعه پژوهش به کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی شهر تهران و در نظر نگرفتن کودکان دختر و همین‌طور مقایسه جنسیتی بود که پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آتی مورد توجه قرار گیرد. همچنین، برخی از استدلال‌ها در این پژوهش، فاقد پشتوانه شواهد ملموس بوده و تنها می‌توانند به عنوان نتایج اولیه در نظر گرفته شوند. بنابراین، برای کاوش و شفاف‌سازی بیشتر به تحقیقات عمیق‌تری نیاز است.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله از کلیه شرکت‌کنندگان در پژوهش کمال تشکر و قدردانی را برای همکاری در این کار پژوهشی دارند.

References

- Alhasan, H. (2022). *Exergames as a rehabilitation modality to improve postural control and risk of falls in frail and pre-frail older adults* (Doctoral dissertation, Loughborough University).
- American Psychiatric Association, D. S. M. T. F., & American Psychiatric Association, D. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5* (Vol. 5, No. 5). Washington, DC: American psychiatric association.
- Ashkenazi, T., Weiss, P. L., Orian, D., & Laufer, Y. (2013). Low-cost virtual reality intervention program for children with developmental coordination disorder: a pilot feasibility study. *Pediatric Physical Therapy*, 25(4), 467-473. <https://doi.org/10.1097/PEP.0b013e3182a74398>
- Bexson, C., Oldham, G., & Wray, J. (2024). Safety of virtual reality use in children: a systematic review. *European journal of Pediatrics*, 183(5), 2071-2090. <https://doi.org/10.1007/s00431-024-05488-5>
- Bolk, J., Källén, K., Farooqi, A., Hafström, M., Fellman, V., Åden, U., & Serenius, F. (2023). Perinatal risk factors for developmental coordination disorder in children born extremely preterm. *Acta Paediatrica*, 112(4), 675-685. <https://doi.org/10.1111/apa.16651>
- Brooke, B., Zhang, T., Lee, J., Gu, X., & West, A. (2020). Virtual reality and its effectiveness on motor development and rehabilitation in children with disorders. *American Journal of Biomedical Science & Research*, 269-273. <https://doi.org/10.34297/AJBSR.2020.07.001156>
- Donegan, T., & Sanchez-Vives, M. V. (2024). Perception and control of a virtual body in immersive virtual reality for rehabilitation. *Current Opinion in Neurology*, 37(6), 638-644. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000001321>
- EbrahimiSani, S., Sohrabi, M., Taheri, H., Agdasi, M. T., & Amiri, S. (2020). Effects of virtual reality training intervention on predictive motor control of children with DCD—A randomized controlled trial. *Research in developmental disabilities*, 107, 103768. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103768>
- Farhat, F., Ammar, A., Mezghani, N., Kammoun, M. M., Trabelsi, K., Gharbi, A., ... & Smits-Engelsman, B. (2025). The effect of task-oriented basketball training on motor skill-related fitness in children with developmental coordination disorder. *Sports*, 13(3), 62. <https://doi.org/10.3390/sports13030062>
- Fogel, Y., Stuart, N., Joyce, T., & Barnett, A. L. (2023). Relationships between motor skills and executive functions in developmental coordination disorder (DCD): A systematic review. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 30(3), 344-356. <https://doi.org/10.1080/11038128.2021.2019306>
- Gao, J., Song, W., Zhong, Y., Huang, D., Wang, J., Zhang, A., & Ke, X. (2024). Children with developmental coordination disorders: A review of approaches to assessment and intervention. *Frontiers in neurology*, 15, 1359955. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1359955>
- Gonsalves, L., Campbell, A., Jensen, L., & Straker, L. (2015). Children with developmental coordination disorder play active virtual reality games differently than children with typical development. *Physical therapy*, 95(3), 360-368. <https://doi.org/10.2522/ptj.20140116>

- Grohs, M. N., Craig, B. T., Kirton, A., & Dewey, D. (2020). Effects of transcranial direct current stimulation on motor function in children 8–12 years with developmental coordination disorder: A randomized controlled trial. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14, 608131. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.608131>
- Jelsma, L. D., Cavalcante Neto, J. L., Smits-Engelsman, B., Targino Gomes Draghi, T., Araújo Rohr, L., & Tudella, E. (2023). Type of active video-games training does not impact the effect on balance and agility in children with and without developmental coordination disorder: A randomized comparator-controlled trial. *Applied Neuropsychology: Child*, 12(1), 64-73.
- Kari, T., & Makkonen, M. (2014). Explaining the usage intentions of exergames.
- Keil, J., Edler, D., O'Meara, D., Korte, A., & Dickmann, F. (2021). Effects of virtual reality locomotion techniques on distance estimations. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(3), 150. <https://doi.org/10.3390/ijgi10030150>
- Krause, J. M., & Benavidez, E. A. (2014). Potential influences of exergaming on self-efficacy for physical activity and sport. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 85(4), 15-20. <https://doi.org/10.1080/07303084.2014.884428>
- Li, Y., Jiang, C., Li, H., Su, Y., Li, M., Cao, Y., & Zhang, G. (2025). Combat sports in virtual reality for rehabilitation and disability adaptation: a mini-review. *Frontiers in Public Health*, 13, 1557338. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1557338>
- Lieberman, D. A., Chamberlin, B., Medina Jr, E., Franklin, B. A., Sanner, B. M., & Vafiadis, D. K. (2011). The power of play: Innovations in Getting Active Summit 2011: a science panel proceedings report from the American Heart Association. *Circulation*, 123(21), 2507-2516. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e318219661d>
- Lino, F., Arcangeli, V., & Chieffo, D. P. R. (2021). The virtual challenge: Virtual reality tools for intervention in children with developmental coordination disorder. *Children*, 8(4), 270. <https://doi.org/10.3390/children8040270>
- Meachon, E. J. (2023). Perspective: Acknowledging complexity to advance the understanding of developmental coordination disorder. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 1082209. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.1082209>
- Medica, E. M. (2018). Is virtual reality effective in improving the motor performance of children with developmental coordination disorder? A systematic review. *Eur. J. Phys. Rehabil. Med*, 55, 291-300.
- Rohr, C. S., Bray, S. L., & Dewey, D. M. (2023). Functional connectivity based brain signatures of behavioral regulation in children with ADHD, DCD, and ADHD-DCD. *Development and Psychopathology*, 35(1), 85-94. <https://doi.org/10.1017/S0954579421001449>
- Smits-Engelsman, B., & Verbecque, E. (2022). Pediatric care for children with developmental coordination disorder, can we do better?. *Biomedical journal*, 45(2), 250-264. <https://doi.org/10.1016/j.bj.2021.08.008>
- Van Dyck, D., Baijot, S., Aeby, A., De Tiège, X., & Deconinck, N. (2022). Cognitive, perceptual, and motor profiles of school-aged children with developmental coordination disorder. *Frontiers in psychology*, 13, 860766.

- Wattad, R., Gabis, L. V., Shefer, S., Tresser, S., & Portnoy, S. (2020). Correlations between performance in a virtual reality game and the movement assessment battery diagnostics in children with developmental coordination disorder. *Applied Sciences*, 10(3), 833. <https://doi.org/10.3390/app10030833>
- Werden, A., Przysucha, E. P., & Zepa, C. (2017). Virtual reality active games as a potential tool to enhance movement skills and promote participation in physical activities for children with DCD: Pilot study. *Global Journal of Intellectual & Developmental Disabilities*, 2(5), 146-152.
- Zaragas, H., Rogoti, A., Sogias, K., Mike, E., & Ntalagiani, A. (2022). Developmental Coordination Disorders (DCD) and Interactive Games: A Literature Review. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences [online]*, 10(6), 1245-1264. <https://doi.org/10.13189/SAJ.2022.100616>