

The Effect of Visual Occlusion on Aiming - Catching Skill and Quiet Eye in Children with Developmental Coordination Disorder

Ahmad Ghotbi Varzaneh^{1✉}, Hamed Fahimi², Daryoush Khajavi^{3, 4}

1. Corresponding Author, Department of Behavioral and Cognitive Sciences in Sport, Faculty of Sport and Health Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: ahmad.ghotbi.varzaneh@gmail.com
2. Department of Motor Behaviour, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran. E-mail: fahimi69@yahoo.com
3. Department of Behavioral and Cognitive Sciences in Sport, Faculty of Sport and Health Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: Khajavi.daryoush@ut.ac.ir
4. Department of Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, University of Arak, Arak, Iran. D-khajavi@araku.ac.ir

Article Info

ABSTRACT

Article type: Research

Article history:

Received:

16 March 2024

Received in revised form:

13 July 2024

Accepted:

14 July 2024

Published online:

23 September 2025

Keywords:

Aiming-Catching
Task, Developmental
Coordination Disorder,
Pre-Programming
Mechanism, Quiet
Eye, Visual Occlusion.

Introduction: Children with developmental coordination disorder (DCD) exhibit deficits in the performance and tracking of aiming and catching tasks. The present study aimed to investigate the effect of visual occlusion on aiming-catching performance and quiet eye duration in children with DCD.

Methods: This quasi-experimental study employed a repeated measures design. A purposive sample of 26 boys and girls aged 7 to 9 years with DCD was selected from the Khorasgan Welfare and Rehabilitation Center in Isfahan. Participants performed a task involving throwing a ball toward a wall and simultaneously catching the rebound under three visual conditions: full vision, initial occlusion, and terminal occlusion. During the throwing and catching actions, participants' eye movements were recorded using an eye-tracking device, and their performance scores were documented. Data were analyzed using within-subjects repeated measures analysis of variance (ANOVA) and Bonferroni post hoc tests.

Results: The results indicated that both aiming-catching performance and quiet eye duration were significantly impaired under the initial and terminal occlusion conditions compared to the full vision condition ($p < 0.05$). Furthermore, initial occlusion resulted in greater impairment of aiming and catching performance and a shorter quiet eye duration compared to terminal occlusion ($p < 0.05$).

Conclusion: Overall, the findings of the present study support the role of pre-programmed motor control in the execution of aiming and catching skills in children with DCD.

Cite this article: Ghotbi Varzaneh, A., Fahimi, H., & Khajavi, D. (2025). The Effect of Visual Occlusion on Aiming - Catching Skill and Quiet Eye in Children with Developmental Coordination Disorder. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, 17 (3), 19-31.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jsmdl.2024.374048.1768>



Journal of Sports and Motor Development and Learning by 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

Motor control involves a combination of preprogramming and online control strategies (Huang et al., 2024). The preprogramming system relies on adequate sensory information, error detection, and integration (Wilson et al., 2013). Disruptions in any of these processes can contribute to poor motor performance. Radouk et al. (2015) emphasize that providing information related to vision and glare—specifically its location and duration—is crucial for optimizing the motor control system for children. Effective adjustments in a tracking task necessitate detecting visual information about the current position of the target and making predictions about its near-future position (Miles et al., 2015). Therefore, occluding visual stimuli at different phases—both before the critical part of a movement (preprogramming system) and during movement execution (online control system)—can help identify the motor control systems involved in executing a skill. For this reason, the present study conducted by the researcher and colleagues employed a simultaneous aiming-catching task that features both initial and terminal occlusion. Given that children with developmental coordination disorder (DCD) tend to perform poorly on this task (Wood et al., 2017), understanding the motor control systems involved in skill execution may assist both children and their instructors in improving performance.

Methods

The present study utilized a semi-experimental design with repeated measures across three visual conditions: no occlusion, initial occlusion, and terminal occlusion. The statistical population comprised boys and girls aged 7 to 9 years with developmental coordination disorder (DCD) from the Welfare and Rehabilitation Center of Khorasgan, Isfahan. According to the center's records, there were 159 children diagnosed with DCD. From this group, twenty-six children (both boys and girls) aged 7 to 9 years, with a mean age of 8.21 years ($SD = 0.54$), were purposively selected as participants based on similar levels of impairment as documented in their center files. Participants undertook ten attempts at throwing a ball against a wall and simultaneously catching the rebound ball. This was conducted using a counterbalance technique under each of the three visual conditions: no occlusion, initial occlusion, and terminal occlusion. Eye movement data, specifically quiet eye metrics, were recorded concurrently using an eye-tracking device. In the baseline (no occlusion) condition, normal lighting was maintained throughout all phases of the task, including the strike, pre-programming, and movement execution stages. To define the initial and terminal phases of movement, the study followed the methodology established by Wein et al. (2013). The critical point was identified at the backward swing of the arm: the phase from movement initiation to the start of the backward arm swing was considered the initial phase, while the phase from the backward arm swing onward was regarded as the terminal phase. To create the occlusion conditions, the experimental setup was designed so that the lighting in the environment would change (darken or brighten) based on the timing of the

backward arm swing. Two microswitches detected the arm's backward swing by interrupting a light sensor, thereby controlling the lighting to achieve either initial or terminal occlusion as required.

Results

The results of the repeated measures within-group analysis on the measurement steps factor indicated that occlusion significantly affected the aiming-catching skill ($F = 13.76$, $p = 0.001$, $\eta^2 = 0.355$) and quiet eye duration ($F = 15.96$, $p = 0.001$, $\eta^2 = 0.390$) in children with developmental coordination disorder. The Bonferroni post hoc test revealed that participants in the terminal occlusion and initial occlusion conditions demonstrated significantly weaker performance in the aiming-catching skill, with mean differences of 4.34 and 8.00 units, respectively, compared to the baseline condition (no occlusion/control) ($P < 0.05$). Additionally, participants in the initial occlusion condition also exhibited a significantly weaker performance in aiming-catching skill, with a mean difference of 3.65 units compared to those in the terminal occlusion condition ($P < 0.05$). Furthermore, participants in both the terminal and initial occlusion conditions had significantly shorter quiet eye periods ($P < 0.05$) compared to the baseline condition, showing mean differences of 64.34 ms and 122.80 ms, respectively. Additionally, participants in the initial occlusion condition had significantly shorter quiet eye periods compared to those in the terminal occlusion condition, with a mean difference of 58.46 ms ($P < 0.05$).

Conclusion

The results indicated that both initial and terminal occlusion conditions negatively affected aiming and catching skill performance, as well as reduced the duration of the quiet eye period. However, initial occlusion resulted in even greater impairments in both performance and quiet eye duration compared to terminal occlusion. These findings highlight the importance of pre-programmed control systems in the aiming and catching skills of children with developmental coordination disorder. Specifically, the lack of visual information at the beginning of skill execution led to more significant performance issues, underscoring the critical role of these control systems. Additionally, the absence of visual input at the start of the skill was found to shorten the quiet eye period, further emphasizing the significance of pre-programmed control systems in executing aiming and catching tasks.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: The current research was approved by the Ethics Committee of the Faculty of Sports and Health Sciences, University of Tehran.

Funding: The present research did not use financial resources.

Authors' contribution: All authors contributed equally to the writing of the article.

Conflict of interest: There is no conflict of interest.

Acknowledgments: Thanks to all the participants who helped us in this research.



تأثیر انسداد بینایی بر مهارت هدف‌گیری - دریافت و چشم آرام در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی

احمد قطبی ورزنه^۱، حامد فهیمی^۲، داریوش خواجهی^۳

۱. نویسنده مسئول، گروه علوم رفتاری و شناختی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: ahmad.ghotbi.varzaneh@gmail.com

۲. گروه رفتار حرکتی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران. رایانامه: fahimi69@yahoo.com

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

۴. گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اراک، اراک، ایران. رایانامه: D-khajavi@araku.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	مقدمه: کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی در اجرا و ردیابی تکالیف هدف‌گیری-دریافت ضعف دارند. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر انسداد بینایی بر مهارت هدف‌گیری-دریافت و چشم آرام در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی انجام گرفت.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۶	روش پژوهش: در این پژوهش نیمه‌تجربی که با طرح اندازه‌گیری تکراری انجام گرفت، از بین دختران و پسران مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی در مرکز بهزیستی و توابعی خوراسگان اصفهان، ۲۶ کودک ۷ تا ۹ ساله مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی به‌صورت هدفمند انتخاب شدند. شرکت‌کنندگان به پرتاب ۱۰ توپ به سمت دیوار و همزمان دریافت توپ برگشتی در سه شرایط بینایی کامل، انسداد ابتدایی و انسداد انتهایی پرداختند. همزمان با پرتاب و دریافت توپ، حرکات چشم شرکت‌کنندگان از طریق دستگاه ردیابی بینایی و همچنین نمره عملکرد آنها ثبت شد. داده‌ها به روش تحلیل واریانس درون‌گروهی با اندازه‌گیری تکراری و آزمون تعقیبی بنفرونی تحلیل شد.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۴/۲۳	یافته‌ها: نتایج نشان داد که اجرای مهارت هدف‌گیری-دریافت و طول دوره چشم آرام در شرایط انسداد ابتدایی و انسداد انتهایی در مقایسه با شرایط بدون انسداد به‌طور معناداری تضعیف شد ($P < 0.05$). همچنین نتایج نشان داد که انسداد ابتدایی موجب تضعیف بیشتر اجرای مهارت پرتاب و دریافت و هم طول دوره کوتاه‌تر چشم آرام در مقایسه با انسداد انتهایی شد ($P < 0.05$).
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۴	نتیجه‌گیری: به‌طور کلی نتایج تحقیق حاضر از نقش سیستم پیش‌برنامه‌ریزی در اجرای مهارت پرتاب و دریافت در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی حمایت می‌کند.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۰۱	

کلیدواژه‌ها:

اختلال هماهنگی رشدی،
انسداد بینایی
چشم آرام،
مکانیسم پیش‌برنامه‌ریزی،
مهارت هدف‌گیری-دریافت.

استناد: قطبی ورزنه، احمد؛ فهیمی، حامد؛ و خواجهی، داریوش (۱۴۰۴). تأثیر انسداد بینایی بر مهارت هدف‌گیری-دریافت و چشم آرام در کودکان مبتلا به اختلال

هماهنگی رشدی. نشریه رشد و یادگیری حرکتی ورزشی، (۳)، ۱۷، ۳۱-۱۹.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jsmdl.2024.374048.1768>

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^۱ (DCD) یک اختلال عصبی رشدی است که با مشکلات عمده و مداوم در انجام فعالیت‌های روزمره زندگی مشخص می‌شود (ون هورن^۲ و همکاران، ۲۰۲۱). میزان شیوع این اختلال در کودکان حدود ۵ تا ۶ درصد تخمین زده شده است (انجمن روانپزشکی آمریکا^۳، ۲۰۱۳). میزان شیوع این اختلال در ایران ۲/۷ درصد برآورد شده است، به‌طوری‌که این میزان در پسران ۳/۵۳ درصد و در دختران ۱/۸۵ درصد و نسبت جنسیت ۲ به ۱ بود (باقری‌نیا^۴ و همکاران، ۲۰۱۴). علی‌رغم سلامت ساختاری و آناتومیکی مغز و نخاع در کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی، این کودکان در مقایسه با کودکان همسن عادی در عملکرد قشر پیش‌پیشانی، جسم پینه‌ای، قسمت‌های تحتانی لوب آهیانه در دو طرف و مخچه تفاوت دارند که می‌تواند از دلایل این اختلال باشد (جین^۵ و همکاران، ۲۰۱۸). مشخصه اصلی این اختلال نقص در اکتساب و یادگیری مهارت‌های حرکتی هماهنگ (مهارت‌های حرکتی درشت و ظریف، با و یا بدون استفاده از اشیا) است (بیوتائو^۶ و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین گزارش شده است که کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی در اجرای کارهای دستی روزمره که نیاز به اطلاعات بینایی (هماهنگی چشم-دست) دارند، مانند نوشتن، بستن بند کفش، هدف گرفتن و دریافت کردن اشیا یا توپ، با مشکل مواجه‌اند (پینرو-پینتو^۷ و همکاران، ۲۰۲۲). عملکرد حرکتی کودکان مبتلا به DCD در مقایسه با همسالانشان، در طول این تکالیف فاقد روانی و دقت است (جین و همکاران، ۲۰۱۸). حرکات نادرست و مستعد خطای این کودکان، به تغییر در کنترل جنبه‌های زمانی و مکانی حرکت و ناهماهنگی در تولید نیرو و تنظیم آنها نسبت داده شده است که همگی به یک نقص اساسی در کنترل حرکت اشاره دارد (آدامز^۸ و همکاران، ۲۰۱۶).

کنترل حرکتی شامل استفاده از ترکیبی از راهبردهای پیش‌برنامه‌ریزی و کنترل آنلاین است (هوانگ^۹ و همکاران، ۲۰۲۴). سیستم پیش‌برنامه‌ریزی بر اطلاعات حسی کافی، تشخیص خطا و ادغام است (ویلسون^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۳). اختلال در یک یا چند مورد از این فرایندها ممکن است به‌عنوان منبع عملکرد حرکتی ضعیف در نظر گرفته شود. برای درک میزانی که نقص در فرایندهای کنترل حرکتی به عملکرد حرکتی ضعیفی که در کودکان مبتلا به DCD دیده می‌شود، کمک کند، مطالعات مختلف بر تعامل بین فرایندهای کنترل پیش‌برنامه‌ریزی به‌عنوان مبنایی برای کنترل کارآمد حرکت متمرکز شده‌اند (پار^{۱۱} و همکاران، ۲۰۲۰). از نظر کنترل حرکتی مرتبط با اختلال هماهنگی رشدی، کودکان دارای این اختلال در استفاده از سیستم‌های بازخورد مانند تشخیص حرکت، ادراک لمسی و پردازش بینایی-فضایی مشکل دارند (ویلسون و همکاران، ۲۰۱۳). در این مورد، وود^{۱۲} و همکاران (۲۰۱۷) و مایلز^{۱۳} و همکاران (۲۰۱۵) نیز به این مسئله اشاره دارد که در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی، نقص در عملکرد پرتاب و دریافت کردن به اختلال در سیستم پیش‌برنامه‌ریزی برمی‌گردد که در اصل کنترل شناختی این کودکان ضعیف است. در این مورد استفاده موفقیت‌آمیز از راهبردهای کنترل پیش‌برنامه‌ریزی ممکن است نقص در توانایی پردازش شناختی و مشکلات مربوط به تشخیص و تصحیح خطا را در کودکان مبتلا به DCD بهبود بخشد (فرگوسن^{۱۴} و همکاران، ۲۰۱۵).

1. Developmental Coordination Disorder

2. van Hoorn

3. American Psychiatric Association

4. Baghernia

5. Jane

6. Biotteau

7. Pinero-Pintoo

8. Adams

9. Huang

10. Wilson

11. Parr

12. Wood

13. Miles

14. Ferguson

با این حال، تحقیقات اخیر، با استفاده از پارادایم‌های بوم‌شناختی و سیستم‌های پویا، بیان می‌کنند که اختلال در کنترل حرکتی در کودکان مبتلا به DCD ممکن است به دلیل نقص در تولید و استفاده از مدل‌های رو به جلو داخلی^۱ باشد که به آن کنترل آنلاین می‌گویند (هوانگ و همکاران، ۲۰۲۴). مدل‌های عصبی-شناختی اخیر بیان می‌کنند که کنترل آنلاین با عمل حلقه‌های بازخورد داخلی که تخمین‌هایی رو به جلو از پویایی موقعیت اندام و مکان خودمحور ایجاد می‌کند، رخ می‌دهد؛ فرایندی که به‌طور متفاوتی به‌عنوان مدل‌سازی داخلی شناخته می‌شود (پلثوم^۲ و همکاران، ۲۰۲۳). در این مورد، پلثوم و همکاران (۲۰۰۸) و هید و ویلسون^۳ (۲۰۱۱) نشان دادند که انسداد بینایی مراحل انتهایی حرکت موجب تضعیف بیشتر مهارت دریافت دودستی در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی شد که این نتایج بر سیستم کنترل آنلاین در تکلیف دریافت دودستی در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی تأکید دارند. اما در این مورد تحقیقاتی نیز وجود دارد که بر اهمیت جفت شدن این دو سیستم کنترل حرکتی در بهبود بهتر مهارت دریافت کردن کودکان با اختلال هماهنگی رشدی تأکید دارد (رادوک و همکاران، ۲۰۱۵).

با وجود تحقیقات متناقض در این زمینه، رادوک^۴ و همکاران (۲۰۱۵) معتقدند که برای ارائه بهترین سیستم کنترل حرکتی در این کودکان، ارائه اطلاعات مربوط به بینایی و خیرگی (مکان و طول زمان آن) ضروری است. با توجه به اینکه کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی نسبت به همسالان خود دارای اختلال شایان توجهی در کنترل بینایی حرکتی و پردازش اطلاعات بینایی مربوط به تکلیف هدف‌گیری و دریافت، توانایی استفاده از اطلاعات فراهم‌شده برای هدایت عمل، ردیابی تعقیبی اشیاء و توانایی حفظ حرکت چشم بر اهداف دیداری هستند (وود و همکاران، ۲۰۱۷) و در راهبرد خیرگی مشکل دارند (ویلسون و همکاران، ۲۰۱۳)، به‌نظر می‌رسد که مکان و طول دوره خیرگی قبل و در حین اجرای عمل بتواند سازوکار مهم درگیر در اجرای حرکت را مشخص سازد. در این مورد، ویکرز^۵ (۲۰۱۶) نشان داد که زمان‌بندی و مکان‌یابی راهبرد ویژه خیرگی که به آن چشم آرام می‌گویند، یک ویژگی کلیدی برای عملکرد موفقیت‌آمیز و ماهرانه است. چشم آرام با تثبیت نهایی (یا ردیابی خیرگی) بر یک شیء یا هدف ارتباط دارد، با این حال، این راهبرد خیرگی، آغاز پاسخ حرکتی را که بسیار حائز اهمیت است، مدنظر قرار می‌دهد، یعنی اطلاعات بینایی مهم برای اجرای یک تکلیف، در تثبیت نهایی قبل از آغاز بخش بحرانی حرکت، جمع‌آوری می‌شوند (ویکرز، ۲۰۱۶).

اگرچه چشم آرام با عملکرد ماهرانه ارتباط داشته و نقش کلیدی در اجرای موفقیت‌آمیز مهارت‌ها دارد (وود و همکاران، ۲۰۱۷؛ ویکرز، ۲۰۱۶)، اما چالش اصلی این است که چشم آرام دارای چه کارکردی (سازوکار کنترلی) است. در این مورد، با تقسیم چشم آرام به بخش‌های اولیه^۶ (پیش از بخش بحرانی حرکت)^۷ و نهایی^۸ (در طول اجرای حرکت)، وین^۹ و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که مدت زمان نهایی چشم آرام و پردازش بینایی فعال که در طول چشم آرام اتفاق می‌افتد، برای عملکرد بسیار حیاتی است. اما با توجه به اینکه مهارت‌های مختلف دارای نیازهای ادراکی، شناختی و حرکتی متفاوتند (ویلسون و همکاران، ۲۰۱۳)، به‌نظر می‌رسد که مهارت‌های مختلف سازوکارهای کنترلی متفاوت باشند. در این زمینه در تحقیق حاضر از یک مهارت هدف‌گیری - دریافت استفاده شد، زیرا نه تنها این مهارت برای شرکت در ورزش و بازی برای کودکان DCD بسیار مرتبط است (ویلسون و همکاران، ۲۰۱۳)، بلکه پیش‌بینی‌های خاص را می‌توان بر اساس سایر تکالیف هدف‌گیری - دریافت مورد بررسی در ورزش انجام داد (مایلز و همکاران، ۲۰۱۵). بنابراین با توجه به اینکه انجام تنظیمات مناسب در یک تکلیف ردیابی مستلزم تشخیص اطلاعات بینایی در مورد موقعیت فعلی هدف و تخمین‌هایی از آن موقعیت در

1. Internal Forward Models

2. Plumb

3. Hyde & Wilson

4. Ruddock

5. Vickers

6. Quiet Eye

7. early

8. prior to the critical movement

9. terminal

10. Vine

آینده نزدیک است (مایلز و همکاران، ۲۰۱۵)، به نظر می‌رسد که انسداد محرک بینایی در فازهای مختلف (قبل از بخش بحرانی حرکت (سیستم پیش‌برنامه‌ریزی) و در طول اجرای حرکت (سیستم آنلاین حرکت) بتواند سیستم کنترل حرکتی درگیر در اجرای مهارت را مشخص سازد. به این دلیل در تحقیق حاضر محقق و همکاران از یک تکلیف همزمان هدف‌گیری- دریافت که شاخصه ردیابی در آن وجود دارد، استفاده کردند که از لحاظ عملی قابلیت اجرای انسداد ابتدایی و انتهایی در آن وجود دارد و از لحاظ نظری، چون کودکان با اختلال هماهنگی رشدی در این تکلیف ضعیف‌اند (وود و همکاران، ۲۰۱۷)، بتوان با شناسایی سیستم کنترل حرکتی در اجرای این مهارت، به کودکان و مربیان آنها در اجرای بهتر این مهارت کمک کرد. با توجه به اینکه تاکنون تحقیقی در خصوص تأثیر انسداد مراحل ابتدایی و انتهایی حرکت در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی در دسترس نبود، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر انسداد بینایی بر مهارت هدف‌گیری- دریافت و چشم آرام در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی انجام گرفت.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر به لحاظ روش نیمه‌تجربی با طرح اندازه‌گیری تکراری (بدون انسداد (کنترل)، انسداد ابتدایی و انسداد انتهایی) بود. همچنین از لحاظ هدف کاربردی بود که به صورت میدانی انجام گرفت.

شرکت‌کنندگان

جامعه آماری پژوهش حاضر کودکان دختر و پسر ۷ تا ۹ ساله دارای اختلال هماهنگی رشدی مرکز بهزیستی و توابعی خوراسگان اصفهان بودند که با استعلام از مرکز، تعداد کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی را ۱۵۹ نفر اعلام کردند. شرکت‌کنندگان ۲۶ کودک دختر و پسر ۷ تا ۹ ساله (با میانگین سنی ۸/۲۱ سال و انحراف معیار ۰/۵۴) دارای اختلال هماهنگی رشدی بودند که با توجه به سطح آسیب یکسان گزارش شده در پرونده موجود آن‌ها در مرکز، به صورت هدفمند انتخاب شدند. شایان ذکر است که اختلال کودکان با استفاده از معیار اختلال حرکتی (نمرات کل آزمون زیر صدک ۵ در مجموعه آزمون‌های ارزیابی حرکتی کودکان نسخه دوم (MABC-II) و پرسشنامه تکمیل شده توسط والدین (در زمینه‌های حرکتی، اجتماعی و تحصیلی) که در پرونده آنها موجود بود، تأیید شدند. همچنین وضعیت پزشکی آنها توسط دکتر روانشناس بالینی و مدرس روانپزشکی که دارای مجوز سازمان نظام روانشناسی است، تأیید شد. انتخاب این تعداد نمونه بر اساس محاسبه نرم‌افزار جی‌پاور نسخه ۴.۹.۱ با استفاده از آلفای ۵ درصد، بتای ۹۵ درصد و اندازه اثر ۰/۳۰ بر اساس مقادیر از مطالعاتی که قبلاً انجام شده بود، اقتباس شد.

ابزار

در این پژوهش با استفاده از برگه رضایت آگاهانه که توسط محقق طراحی شده بود، رضایت شرکت‌کنندگان برای شرکت در تحقیق حاضر کسب شد.

در این تحقیق از دستگاه ردیابی حرکات چشم (Ergoneers Eye tracking) مدل Dikablis Professional Wireless ساخت کمپانی ERGONEERS آلمان که نقطه خیرگی در هر لحظه را با فرکانس ۶۰ هرتز ثبت می‌کند، برای ثبت داده‌های خیرگی استفاده شد. این سیستم شامل عینک مجهز به دوربین و دستگاه ضبط پرتابل است. داده‌های به دست آمده از طریق سیستم وایرلس به صورت نوار ویدئویی به کامپیوتر دارای قابلیت اتصال فرستاده می‌شود. به منظور ثبت حرکات و تغییرات چشم از نرم‌افزار DLab و سیستم پردازش

اطلاعات ساخت این کمپانی استفاده شد. از دوربین فیلم‌برداری GoPro Hero 4 Black Edition با فرکانس ۶۰ هرتز برای فیلم گرفتن از اجرای پرتاب کردن شرکت‌کنندگان در سطح ساجیتال استفاده شد. همچنین این دوربین به‌صورت وای‌فای با دستگاه ردیابی بینایی لینک شد تا بتوان زمان شروع حرکت و چشم آرام را محاسبه کرد (ویلسون و همکاران، ۲۰۱۳). پیش از اندازه‌گیری داده‌های خیرگی، از روش کالیبراسیون پنج نقطه‌ای استفاده شد. از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا پنج نقطه رنگی به قطر ۱۰ میلی‌متر را به‌صورت متوالی روی یک کاغذ مقوایی با عرض ۶۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر ثابت کنند. یکی از نقاط در مرکز و هریک از چهار نقطه باقی‌مانده در یکی از چهار گوشه جعبه قرار داشت. فاصله دید شرکت‌کنندگان با کاغذ مقوایی ۴۰ سانتی‌متر بود. دقت کالیبراسیون پس از هر آزمایش بررسی و در صورت لزوم کالیبراسیون تکرار شد.

در این تحقیق برای ایجاد انسداد مرحله ابتدایی و انتهایی حرکت از دو میکروسویچ (ساخت شرکت تبریز پژوه که مجهز به آینه و به‌صورت لیزری تا برد ۳ متر است) استفاده شد که همزمان با تاب عقبی بازو و قطع شدن سنسور نوری روشنایی محیط تنظیم می‌شد.

تکلیف این تحقیق شامل آزمون پرتاب و دریافت همزمان توپ برگشتی (خرده‌مقیاس چهارم مجموعه آزمون‌های ارزیابی حرکتی کودکان نسخه دوم) است که توسط **هندرسون و همکاران (۲۰۰۷)** ایجاد شد. پایایی و روایی این آزمون در داخل کشور به‌ترتیب توسط **اکبری‌پور و همکاران (۲۰۱۸)** و **صارمی و همکاران (۲۰۱۹)** تأیید شد. شرکت‌کنندگان در فاصله دومتری از دیوار می‌ایستند و سپس یک توپ تنیس را از روبه‌رو به سمت دیوار پرتاب و تلاش می‌کنند تا آن را بگیرند. شرکت‌کنندگان آموزش دیدند که تنها از دست‌هایشان برای گرفتن توپ استفاده کنند و از سینه کمک نگیرند. همچنین شرکت‌کنندگان نباید اجازه دهند که توپ با زمین برخورد داشته باشد. در تحقیق حاضر عملکرد دریافت (دریافت/دریافت نکردن توپ) توسط درصد نمره مطلق محاسبه شد ($100/10 \times$ تعداد گرفتن‌های صحیح توپ) (ویلسون و همکاران، ۲۰۱۳).

روند اجرای پژوهش

روش گردآوری داده‌های پژوهش حاضر به روش میدانی بود. ابتدا از والدین رضایت‌نامه آگاهانه کتبی کسب شد. همچنین کودکان به‌صورت شفاهی تمایل خود را برای شرکت در پژوهش اعلام کردند. شرکت‌کنندگان برای آشنایی با تکلیف موردنظر به اجرای پنج بار پرتاب توپ به سمت دیوار و همزمان دریافت توپ برگشتی پرداختند (ویلسون و همکاران، ۲۰۱۳). شرکت‌کنندگان در این تحقیق به اجرای ۱۰ کوشش پرتاب توپ به سمت دیوار و همزمان دریافت توپ برگشتی به‌صورت کانتربالانس در هریک از شرایط بدون انسداد (کنترل)، انسداد مرحله اول و انسداد مرحله آخر در اجرای تکلیف پرداختند. همزمان با اجرای تکلیف موردنظر، داده‌های چشم آرام توسط دستگاه ردیابی بینایی ثبت شد. در شرایط پایه (بدون انسداد) در تمامی مراحل ضربه، پیش‌برنامه‌ریزی و اجرای حرکت، روشنایی محیط به‌صورت معمول بود. برای تعیین حرکت به فاز ابتدایی و انتهایی مطابق با تحقیق **وین و همکاران (۲۰۱۳)** عمل شد. در تکلیف حاضر، نقطه بحرانی تاب عقبی بازو قرار داده شد، یعنی از مرحله شروع حرکت تا آغاز تاب عقبی بازو به‌عنوان مرحله ابتدایی حرکت، و از تاب عقبی بازو به بعد به‌عنوان مرحله انتهایی حرکت در نظر گرفته شد. برای ایجاد شرایط انسداد در تحقیق حاضر، فضا باید طوری طراحی می‌شد که با تاب عقبی بازو تاریک یا روشن شدن اتفاق بیفتد، به همین دلیل از دو میکروسویچ استفاده شد که با قطع سنسور نوری از طریق تاب عقبی بازو، فضا تاریک یا برعکس روشن می‌شد. با توجه به شرایط در نظر گرفته‌شده، در شرایط انسداد ابتدایی، هنگامی که شرکت‌کننده پشت خط برای

پرتاب توپ بود (در مرحله پیش‌آمادگی) محیط تاریک بود با شروع تاب عقبی بازو و گذشتن از میکروسویچ محیط روشن شد و تا اجرای حرکت روشن بود. در شرایط انسداد انتهایی، محیط در مرحله پیش‌برنامه‌ریزی روشن بود، با وجود این با شروع تاب عقبی بازو (هنگامی که سیگنال میکروسویچ شکسته شد) محیط تاریک شد و در سرتاسر اجرای ضربه تاریک بود.

روشی آماری

در این پژوهش از میانگین و انحراف معیار برای آمار توصیفی متغیرهای تحقیق استفاده شد. از آزمون شاپیرو-ویلک برای طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. برای بررسی تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس درون‌گروهی با اندازه‌گیری تکراری و برای مشخص شدن جایگاه تفاوت‌های درون‌گروهی از آزمون تعقیبی بنفرونی در سطح معناداری ۰/۰۵ و از نرم‌افزار اس. پی. اس. نسخه ۲۴ استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

در تحقیق حاضر ۲۶ کودک دارای اختلال هماهنگی رشدی با سن $۸/۲۷ \pm ۰/۵۴$ سال، قد $۱۲۱/۹۴ \pm ۸/۱۱$ سانتی‌متر، وزن $۲۶/۴۳ \pm ۵/۵۱$ کیلوگرم، طول دست $۴۵/۶۶ \pm ۷/۸۱$ سانتی‌متر، بهره‌هوشی $۸۱/۶۱ \pm ۳/۸۸$ ، نمره سیاهه اختلال هماهنگی رشدی $۳۸/۶۵ \pm ۴/۷۷$ و رتبه درصد آزمون ارزیابی حرکتی بر ای کودکان نسخه دوم $۳/۴۷ \pm ۱/۱۷$ شرکت کردند.

در جدول ۱ یافته‌های توصیفی مربوط به متغیرهای پژوهشی طی شرایط مختلف آزمایش و سطح معناداری آزمون شاپیرو-ویلک جهت بررسی نرمالیتی توزیع داده‌ها ارائه شده است.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار متغیرهای تحقیق و سطح معناداری آزمون شاپیرو-ویلک				
شرایط انسدادی	هدف‌گیری-دریافت (بر حسب درصد نمره مطلق)	چشم آرام (بر حسب میلی ثانیه)	میانگین و انحراف معیار	شاپیرو-ویلک
کنترل	$۶/۶۸ \pm ۳۳/۸۴$	$۰/۱۲۵$	$۷۴/۷۳ \pm ۶۲۴/۰۰$	$۰/۱۱۹$
انسداد انتهایی	$۵/۸۳ \pm ۲۹/۵۰$	$۰/۴۲۴$	$۸۷/۷۱ \pm ۵۵۹/۶۵$	$۰/۲۰۷$
انسداد ابتدایی	$۴/۹۲ \pm ۲۵/۸۴$	$۰/۰۷۷$	$۷۴/۰۸ \pm ۵۰۱/۱۹$	$۰/۶۱۸$

نتایج جدول ۱ حاکی از این است که داده‌ها دارای توزیع نرمال هستند. در ادامه در جدول ۲ نتایج آزمون واریانس درون‌گروهی با اندازه‌گیری تکراری برای تحلیل داده‌ها ارائه شده است. با توجه به آماره آزمون کرویت موخلی ($P=۰/۴۲۰$ پرتاب و دریافت، $P=۰/۹۱۴$ چشم آرام)، به‌ترتیب شاخص‌های (F) مربوط به آزمون فرض کرویت گزارش شد.

جدول ۲. یافته‌های مربوط به آزمون تحلیل واریانس درون‌گروهی با اندازه‌گیری تکراری						
منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	مجذورات
هدف‌گیری-دریافت	۸۳۴/۰۷	۲	۴۱۷/۰۳	۱۳/۷۶	$۰/۰۰۱^*$	۰/۳۵۵
خطا	۱۵۱۴/۵۹	۵۰	۳۰/۲۹			
چشم آرام	۱۹۶۲۱/۵۳	۲	۹۸۱۰۶/۲۶	۱۵/۹۶	$۰/۰۰۱^*$	۰/۳۹۰
خطا	۳۰۷۲۷۴/۷۹	۵۰	۶۱۴۵/۴۹			

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد نتایج آزمون تحلیل واریانس درون‌گروهی با اندازه‌گیری تکراری روی عامل مراحل اندازه‌گیری نشان داد که انسداد بر مهارت هدف‌گیری-دریافت ($F_{8,76}=13/76$, $sig=0/001$, $\eta^2=0/355$) و چشم آرام ($F_{8,76}=15/96$, $sig=0/001$, $\eta^2=0/390$) و همچنین تأثیر معناداری دارد. در ادامه در جدول ۳ از آزمون تعقیبی بنفرونی برای مشخص کردن جایگاه تفاوت‌ها استفاده شد.

جدول ۳. یافته‌های مربوط به آزمون تعقیبی بنفرونی برای مقایسه شرایط

متغیر	شرایط	شرایط	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	سطح معناداری
هدف‌گیری - دریافت	کنترل	انسداد انتهایی	۴/۳۴	۱/۶۴	۰/۰۴۲*
		انسداد ابتدایی	۸/۰۰	۱/۶۰	۰/۰۰۱*
	انسداد انتهایی	انسداد ابتدایی	۳/۶۵	۱/۳۱	۰/۰۳۰*
چشم آرام	کنترل	انسداد انتهایی	۶۴/۳۴	۲۲/۶۲	۰/۰۲۶*
		انسداد ابتدایی	۱۲۲/۸۰	۲۱/۵۱	۰/۰۰۱*
	انسداد انتهایی	انسداد ابتدایی	۵۸/۴۶	۲۱/۰۵	۰/۰۳۱*

در جدول ۳ نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی آشکار کرد که شرکت‌کنندگان شرایط انسداد انتهایی و انسداد ابتدایی به‌ترتیب با اختلاف میانگین ۴/۳۴ و ۸/۰۰ واحد در مقایسه با شرایط پایه (بدون انسداد یا کنترل) از لحاظ آماری عملکرد ضعیف‌تری در مهارت هدف‌گیری-دریافت داشتند ($P<0/05$). همچنین دیگر نتایج نشان داد که شرکت‌کنندگان در شرایط انسداد ابتدایی در مقایسه با شرایط انسداد انتهایی با اختلاف میانگین ۳/۶۵ واحد از لحاظ آماری عملکرد ضعیف‌تری در مهارت هدف‌گیری-دریافت داشتند ($P<0/05$). دیگر نتایج جدول ۳ حاکی از این است که شرکت‌کنندگان شرایط انسداد انتهایی و انسداد ابتدایی به‌ترتیب با اختلاف میانگین ۶۴/۳۴ و ۱۲۲/۸۰ میلی‌ثانیه در مقایسه با شرایط پایه (بدون انسداد یا کنترل) از لحاظ آماری طول دوره چشم آرام کوتاه‌تری داشتند ($P<0/05$). همچنین دیگر نتایج نشان داد که شرکت‌کنندگان در شرایط انسداد ابتدایی در مقایسه با شرایط انسداد انتهایی با اختلاف میانگین ۵۸/۴۶ میلی‌ثانیه از لحاظ آماری طول دوره چشم آرام کوتاه‌تری داشتند ($P<0/05$).

بحث و نتیجه‌گیری

کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی در اجرا و ردیابی تکالیف هدف‌گیری-دریافت ضعف دارند. این ضعف به حرکات نادرست و افزایش خطای این کودکان در اجرای این مهارت‌ها منجر شده است، که همگی به نقص اساسی در سازوکار کنترل حرکت این مهارت اشاره دارد. بنابراین هدف از پژوهش حاضر شناسایی سازوکارهای کنترلی مهارت هدف‌گیری-دریافت کودکان با اختلال هماهنگی رشدی در شرایط انسداد بینایی مختلف بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در شرایط بدون انسداد (شرایط پایه) شرکت‌کنندگان عملکرد بالاتری در مهارت هدف‌گیری-دریافت داشتند. **فرگوسن و همکاران (۲۰۱۵)** نشان دادند که در شرایط قابل مشاهده، کودکان مبتلا به DCD خطاهای کمتری در ردیابی عملکرد در تعقیب هدف نسبت به شرایط مسدود داشتند. همچنین **هوانگ و همکاران (۲۰۲۴)** نشان دادند که کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی در شرایط بدون انسداد در مقایسه با شرایط انسداد، در تکلیف دریافت کردن امتیازهای بالاتری دریافت کردند. این نتایج از شواهدی که نشان می‌دهند کودکان مبتلا به DCD بیشتر به اطلاعات بینایی متکی هستند، حمایت می‌کند (**پار و همکاران، ۲۰۲۰**) و نشان‌دهنده این است که اطلاعات بینایی مهم‌ترین درونداد در اجرای مهارت‌های حرکتی است. اما یافته اصلی

پژوهش حاضر حاکی از این بود که امتیاز مهارت هدف‌گیری - دریافت شرکت‌کنندگان با انسداد ابتدایی در مقایسه با انسداد انتهایی و بدون انسداد تضعیف بیشتری یافت. این یافته حاکی از این است که نبود اطلاعات بینایی در ابتدای مهارت، بیشتر به تضعیف عملکرد انجامیده است که نتایج تأکید بر سیستم کنترل پیش‌برنامه‌ریزی در اجرای مهارت هدف‌گیری - دریافت در کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی است. همراستا با این یافته، پلثوم و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند که کودکان با اختلال هماهنگی رشدی در اجرای تکلیف پرتاب دیسک، از مزایای کنترل پیش‌برنامه‌ریزی بیشتر سود می‌برند. همچنین وود و همکاران (۲۰۱۷) و مایلز و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی، نقص در عملکرد پرتاب کردن و دریافت کردن به اختلال در سیستم پیش‌برنامه‌ریزی است. اما در تحقیقی ناهمخوان، هوانگ و همکاران (۲۰۲۴) نشان دادند که در تکلیف دریافت کردن، کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی در شرایط کنترل آنلاین در مقایسه با کنترل پیش‌برنامه‌ریزی بیشتر دچار تضعیف عملکرد می‌شوند و شرایط بدون انسداد در مقایسه با شرایط انسداد، امتیازات بالاتری در دریافت کردند. همچنین پلثوم و همکاران (۲۰۰۸) و هید و ویلسون (۲۰۱۱) نشان دادند که انسداد بینایی مراحل انتهایی حرکت موجب تضعیف بیشتر مهارت دریافت دودستی در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی شد. از دلایل ناهمخوانی نتایج می‌توان به سن شرکت‌کنندگان اشاره کرد. در تحقیق حاضر میانگین سنی شرکت‌کنندگان هشت سال بود درحالی‌که در تحقیق هوانگ و همکاران (۲۰۲۴) و هید و ویلسون (۲۰۱۱) میانگین سنی شرکت‌کنندگان ۱۰ سال بود. با توجه به اینکه اولیور^۱ و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که دستیابی به راهبرد بهینه و هماهنگ برای دریافت کردن، تنها در حدود ۱۱ سالگی رخ می‌دهد و این الگو در شش‌سالگی تنوع بالایی را نشان می‌دهد و به‌طور مشابه، و در حرکات چشمی مشخص شد که بلوغ به حدود ۱۱ سال نیاز دارد، پس این احتمال وجود دارد که سن بیشتر شرکت‌کنندگان در تحقیق هوانگ و همکاران (۲۰۲۴) و هید و ویلسون (۲۰۱۱) موجب شده است که شرکت‌کنندگان بهتر بتوانند از اطلاعات و موقعیت‌های محیطی در اجرای بهتر تکلیف استفاده کنند. در توجیه نتایج این تحقیق که حاکی از سیستم کنترل پیش‌برنامه‌ریزی در اجرای مهارت هدف‌گیری - دریافت در کودکان DCD بود می‌توان گفت که از آنجایی که بازخورد بینایی در شرایط انسداد ابتدایی قطع می‌شود، کودکان DCD ممکن است مجبور باشند برای ردیابی موفقیت‌آمیز هدف، بیشتر به کنترل شناختی (پیش‌برنامه‌ریزی) تکیه کنند. توانایی پیش‌بینی حرکت هدف تا حدی به اطلاعات ذخیره‌سازی قبلی حرکت جسم وابسته است. بنابراین اولین گام، ساختن یک نمایش داخلی دقیق از موقعیت و حرکت هدف پویا است که می‌تواند برای تعقیب موفقیت‌آمیز هدف استفاده شود. مرحله بعدی به توانایی به‌روزرسانی این مدل (دانستن مسیر حرکت) مربوط می‌شود که تعقیب یک هدف متحرک را حتی در صورت انسداد امکان‌پذیر می‌کند. همان‌طور که فرگوسن و همکاران (۲۰۱۵) نیز اشاره کردند، در شرایط انسداد عملکرد کودکان در گروه DCD نماینده یک کنترل پیش‌برنامه‌ریزی است. چهار دلیل از این استدلال پشتیبانی می‌کنند، از جمله ۱. توانایی در ساخت و ذخیره یک مدل داخلی از موقعیت و حرکت هدف پویا، ۲. توانایی در تخمین وضعیت دست، ۳. زمان کافی در تعقیب حرکتی و ۴. ترکیبی از این فرایندها. همچنین در این خصوص ویلسون و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند کودکان مبتلا به DCD توانایی کمتری برای ساختن و به‌روزرسانی مدل‌های داخلی (کنترل آنلاین) دارند و به همین دلیل، به بازنمایی‌های درونی و کنترل شناختی متکی‌اند که حاکی از غالب بودن سیستم کنترل حرکتی پیش‌برنامه‌ریزی است.

در مورد طول دوره چشم آرام، نتایج نشان داد طول دوره چشم آرام شرکت‌کنندگان با انسداد ابتدایی در مقایسه با انسداد انتهایی و بدون انسداد تضعیف بیشتری یافت. این یافته نشان داد نبود اطلاعات بینایی در ابتدای مهارت، به کوتاه‌تر شدن طول دوره چشم آرام می‌انجامد که نتایج تأکید بر سیستم کنترل پیش‌برنامه‌ریزی است. اما مطالعات اغتشاش بینایی، مشکلات زیادی را در کودکان مبتلا به DCD هنگام ایجاد انطباق‌های حرکتی آنلاین پیش‌بینی‌کننده با مسیر حرکت نشان داده‌اند (هید و ویلسون، ۲۰۱۱). به‌نظر می‌رسد سن (۱۱ سال) بیشتر

¹. Olivier

شرکت‌کنندگان در تحقیق هید و ویلسون (۲۰۱۱) در مقایسه با پژوهش حاضر (۸ سال) از دلایل ناهمخوانی است، زیرا در حرکات چشمی مشخص شد بلوغ به حدود ۱۱ سال نیاز دارد (اولیور و همکاران، ۲۰۰۷). پس این احتمال وجود دارد سن بیشتر شرکت‌کنندگان موجب شده است تا بهتر بتوانند از اطلاعات و موقعیت‌های محیطی در اجرای بهتر تکلیف استفاده کنند. اما در تحقیق حاضر چون سن شرکت‌کنندگان کمتر است شرکت‌کنندگان با اغتشاش بینایی به بازنمایی‌های عصبی روی بیاورند. نتایج تحقیق حاضر با دیدگاه بوم‌شناختی گیسون متضاد است. دیدگاه گیسونی در مورد ادراک مستقیم پیشنهاد می‌کند حرکت ماهرانه به برقراری روابط بینایی مستقیم بستگی دارد که بدون کمک بازنمایی‌های عصبی ایجاد می‌شوند. رویکرد گیسونی نشان می‌دهد شرکت‌کنندگان برای ارائه به‌روزرسانی‌های آنلاین برای حرکات خود به سیستم بینایی تکیه می‌کنند. اما در تحقیق حاضر شرکت‌کنندگان به رویکرد شناختی روی آورده‌اند. در توجیه این نتایج می‌توان گفت که تثبیت نگاه‌های طولانی، به‌ویژه در طول تثبیت نگاه نهایی که تعریف‌کننده دوره چشم آرام است، پردازش تفصیلی اطلاعات و سازماندهی قشری ضروری برای پیش‌برنامه‌ریزی عملکرد مؤثرتر را اجازه می‌دهد. در نتیجه، مدت‌های طولانی‌تر چشم آرام با حرکات کارآمدتر ارتباط دارد که اصلاحات آنلاین کمتری را می‌طلبد (ویکرز، ۱۹۹۶). همچنین با توجه به اینکه دوره چشم آرام از نظر کارکردی نشان‌دهنده زمان صرف‌شده برای پردازش اطلاعات بینایی مسئول کنترل حرکتی است، پس انسداد ابتدایی حرکت، موجب می‌شود که این دروندادها از بین بروند و زمان مرحله بحرانی حرکت کاهش یابد و در نتیجه به کاهش طول دوره چشم آرام می‌انجامد.

به‌طور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که هم انسداد ابتدایی و هم انسداد انتهایی موجب تضعیف عملکرد مهارت هدف‌گیری - دریافت و هم طول دوره کوتاه‌تر چشم آرام شد. همچنین نتایج نشان داد در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی انسداد ابتدایی موجب تضعیف بیشتر عملکرد مهارت هدف‌گیری - دریافت و هم طول دوره کوتاه‌تر چشم آرام در مقایسه با انسداد انتهایی شد. در مجموع نتایج تحقیق حاضر بر اهمیت سیستم پیش‌برنامه‌ریزی در مهارت هدف‌گیری - دریافت کودکان با اختلال هماهنگی رشدی تأکید دارد. نتایج حاصل پیامدهای کاربردی مهم را نشان می‌دهند؛ اول اینکه مربیان و کاردرمانان که با کودکان دارای اختلال DCD کار می‌کنند می‌توانند با تقویت بازنمایی ذهنی مهارت به بهبود کنترل شناختی یا پیش‌برنامه‌ریزی در این کودکان کمک کنند؛ دوم اینکه به‌نظر می‌رسد که دستورالعمل‌هایی که در جهت شناسایی اطلاعات مربوط، تصمیم‌گیری در مورد انتخاب پاسخ دقیق و برنامه‌ریزی برای پاسخ صحیح که در جهت بهبود کنترل شناختی توسط کاردرمانان و توانبخشان انجام می‌شود، می‌تواند در مواقع ضروری در جهت بهبود مهارت هدف‌گیری - دریافت در کودکان DCD به کار رود. بنابراین به مربیان و کاردرمانان پیشنهاد می‌شود که در کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی توجه ویژه‌ای به سیستم پیش‌برنامه‌ریزی یا همان کنترل شناختی در آموزش مهارت هدف‌گیری - دریافت داشته باشند.

اگرچه تحقیق حاضر نشان داد که انسداد ابتدایی در مقایسه با انسداد انتهایی موجب تضعیف بیشتر عملکرد مهارت پرتاب و دریافت و هم طول دوره کوتاه‌تر چشم آرام کودکان DCD شد؛ اما نتایج محدودیت‌هایی دارد؛ اول اینکه تعداد کم شرکت‌کنندگان (۲۶ نفر) به این معناست که تفسیر و تجزیه و تحلیل این تحقیق را نمی‌توان به عموم افراد DCD تعمیم داد، بنابراین در تحقیقات آینده حجم نمونه بیشتر پیشنهاد می‌شود؛ دوم اینکه نتایج این پژوهش بر داده‌های عملکردی متمرکز بوده است، بنابراین باید در تحقیقات آینده با استفاده گسترده از مدل‌های روانشناسی عصبی (fMRI, EEG) و فیزیولوژیکی (EMG) وسعت و عمق تأثیرات انسداد بینایی سنجیده شود؛ سوم اینکه محقق کنترل کافی روی تمرینات احتمالی ذهنی یا بدنی از تکلیف موردنظر در خارج از شرایط آزمون را نداشت، با اینکه تذکرات لازم در این مورد از قبل به شرکت‌کنندگان داده شده بود. به‌طور کلی نتایج نشان داد که هم انسداد ابتدایی و هم انسداد انتهایی موجب تضعیف عملکرد مهارت هدف‌گیری - دریافت و هم طول دوره کوتاه‌تر چشم آرام شد. همچنین در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی انسداد ابتدایی موجب تضعیف بیشتر عملکرد مهارت هدف‌گیری - دریافت و هم طول دوره کوتاه‌تر چشم آرام در مقایسه با انسداد انتهایی شد.

تقدیر و تشکر

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

References

- Adams, I. L., Ferguson, G. D., Lust, J. M., Steenbergen, B., & Smits-Engelsman, B. C. (2016). Action planning and position sense in children with developmental coordination disorder. *Human movement science*, 46, 196-208. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2016.01.006>
- Akbaripour, R., Daneshfar, A., & Shojaei, M. (2018). Reliability of the Movement Assessment Battery for Children - Second Edition (MABC-2) in Children Aged 7-10 Years in Tehran. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*, 7(4), 90-96. <https://doi.org/10.22037/jrm.2018.111121.1776> (In Persian)
- Lolk, A. (Ed.) (2013). Neurokognitive lidelser. In *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (5th ed.). American Psychiatric Association. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Baghernia, R., & Asle Mohammadzadeh, M. (2014). Prevalence of Developmental Coordination Disorder in Iranian 3-to-11-year-old children. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*, 9(6). <https://doi.org/10.22122/jrrs.v9i6.1255>
- Biotteau, M., Albaret, J. M., & Chaix, Y. (2020). Developmental coordination disorder. In *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 174, pp. 3-20). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-64148-9.00001-6>
- Ferguson, G. D., Duysens, J., & Smits-Engelsman, B. C. M. (2015). Children with Developmental Coordination Disorder are deficient in a visuo-manual tracking task requiring predictive control. *Neuroscience*, 286, 13-26. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2014.11.032>
- <https://doi.org/10.1037/t55281-000>
- Huang, Q., Yeung, M., Fong, K., & Chien, C. W. (2024). Investigation of Cortical Activity during Online Motor Control in Children with Developmental Coordination Disorder: A Functional Near-Infrared Spectroscopy Study. *J NeuroEngineering Rehabil* 21, 160. <https://doi.org/10.1186/s12984-024-01465-z>
- Hyde, C., & Wilson, P. (2011). Online motor control in children with developmental coordination disorder: chronometric analysis of double-step reaching performance. *Child: care, health and development*, 37(1), 111-122. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2214.2010.01131.x>
- Jane, J. Y., Burnett, A. F., & Sit, C. H. (2018). Motor skill interventions in children with developmental coordination disorder: a systematic review and meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 99(10), 2076-2099. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.12.009>
- Miles, C. A. L., Wood, G., Vine, S. J., Vickers, J. N., & Wilson, M. R. (2015). Quiet eye training facilitates visuomotor coordination in children with developmental coordination disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 40, 31-41. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2015.01.005>
- Olivier, I., Hay, L., Bard, C., & Fleury, M. (2007). Age-related differences in the reaching and grasping coordination in children: unimanual and bimanual tasks. *Experimental brain research*, 179, 17-27. <https://doi.org/10.1007/s00221-006-0762-6>
- Parr, J. V., Foster, R. J., Wood, G., Thomas, N. M., & Hollands, M. A. (2020). Children with developmental coordination disorder show altered visuomotor control during stair negotiation associated with heightened state anxiety. *Frontiers in human neuroscience*, 14, 589502. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.589502>

- Pinero-Pinto, E., Romero-Galisteo, R. P., Sánchez-González, M. C., Escobio-Prieto, I., Luque-Moreno, C., & Palomo-Carrión, R. (2022). Motor Skills and Visual Deficits in Developmental Coordination Disorder: A Narrative Review. *Journal of Clinical Medicine*, 11(24), 7447. <https://doi.org/10.3390/jcm11247447>
- Plumb, M. S., Charity, M., Milla, K., Bodt, B., & Getchell, N. (2023). Prefrontal Cortex Activity in Siblings With and Without Developmental Coordination Disorder: An Exploratory Study. *Journal of Motor Learning and Development*, 11(1), 188-208. <https://doi.org/10.1123/jmld.2021-0065>
- Plumb, M. S., Wilson, A. D., Mulroue, A., Brockman, A., Williams, J. H., & Mon-Williams, M. (2008). Online corrections in children with and without DCD. *Human Movement Science*, 27(5), 695-704. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2007.11.004>
- Ruddock, S., Piek, J., Sugden, D., Morris, S., Hyde, C., Caeyenberghs, K., & Wilson, P. (2015). Coupling online control and inhibitory systems in children with Developmental Coordination Disorder: Goal-directed reaching. *Research in developmental disabilities*, 36, 244-255. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.10.013>
- Sarrami, L., Ghasemi, A., Arabameri, E., & Kashi, A. (2019). Psychometric properties of movement assessment battery for children-2 in 3-6 years old children in Isfahan. *Middle Eastern Journal of Disability Studies*, 9(0), 92. <https://doi.org/20.1001.1.23222840.1398.9.0.68.0> (In Persian)
- van Hoorn, J. F., Schoemaker, M. M., Stuive, I., Dijkstra, P. U., Rodrigues Trigo Pereira, F., Van der Sluis, C. K., & Hadders-Algra, M. (2021). Risk factors in early life for developmental coordination disorder: a scoping review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 63(5), 511-519. <https://doi.org/10.1111/dmcn.14781>
- Vickers, J. N. (1996). Visual control when aiming at a far target. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 22(2), 342. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.22.2.342>
- Vickers, J. N. (2016). The quiet eye: Reply to sixteen commentaries. *Current Issues in Sport Science (CISS)*, 1, 118-118. https://doi.org/10.15203/CISS_2016.118
- Vine, S. J., Lee, D., Moore, L. J., & Wilson, M. R. (2013). Quiet eye and choking: Online control breaks down at the point of performance failure. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(10), 1988-1994. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31829406c7>
- Wilson, M. R., Miles, C. A., Vine, S. J., & Vickers, J. N. (2013). Quiet eye distinguishes children of high and low motor coordination abilities. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(6), 1144-1151. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31828288f1>
- Wilson, P. H., Ruddock, S., Smits-Engelsman, B. O. U. W. I. E. N., Polatajko, H., & Blank, R. (2013). Understanding performance deficits in developmental coordination disorder: a meta-analysis of recent research. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(3), 217-228. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2012.04436.x>
- Wood, G., Miles, C. A., Coyles, G., Alizadehkhayat, O., Vine, S. J., Vickers, J. N., & Wilson, M. R. (2017). A randomized controlled trial of a group-based gaze training intervention for children with Developmental Coordination Disorder. *PLoS One*, 12(2), e0171782. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171782>

