

The Effect of Visual Occlusion on the of Aiming - Catching Skills 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	Introduction: Children with developmental coordination disorder exhibit weaknesses in performing and tracking aiming-catching tasks. The present study aimed to investigate the effect of visual occlusion on aiming-catching skills and quiet eye duration in children with developmental coordination disorder.
Article history: Received: 16 March 2024 Received in revised form: 13 July 2024 Accepted: 14 July 2024 Published online: 23 2025 September	Methods: In this semi-experimental study, which was conducted with a repeated measurement design, 26 children with developmental coordination disorder with an age range of 7 to 9 years were selected from among the girls and boys with developmental coordination disorder in Khorasgan Welfare and Rehabilitation Center of Isfahan. The participants threw 10 balls towards the wall and simultaneously catching the return ball under three conditions of full vision, initial occlusion, and late occlusion. At the same time as throwing and receiving the ball, the eye movements of the participants were recorded by a eye tracking device, as well as their performance score. The data were analyzed by within group analysis of variance with repeated measurements and Bonferroni post hoc test.
Keywords: Visual occlusion, Pre-programming mechanism, Quiet eye, Developmental coordination disorder, Aiming-catching task.	Results: The results showed that the performance of aiming-catching skills and the length of the quiet eye period in the conditions of initial occlusion and late occlusion were significantly weakened compared to the conditions without occlusion ($p < 0.05$). Also, the results showed that initial occlusion caused further weakening of aiming and catching skills as well as a shorter period of quiet eye compared to late occlusion ($P < 0.05$).
	Conclusion: In general, the results of the present research support the role of the pre-programming system in the implementation of aiming and catching skills in children with developmental coordination disorders.

Cite this article: Ghotbi Varzaneh, A., Fahimi, H., & Khajavi, D. (2025). The Effect of Visual Occlusion on the of Aiming - Catching Skills and Quiet Eye in Children with Developmental Coordination Disorder. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, 17 (3), p-p.
[DOI: https://doi.org/10.22059/jsmldl.2024.374048.1768](https://doi.org/10.22059/jsmldl.2024.374048.1768)



Journal of Sports and Motor Development and Learning by University of Tehran Press is licensed under CC BY-NC 4.0| web site: <https://jsmdl.ut.ac.ir/> | Email: jsmdl@ut.ac.ir.

Extended Abstract

Introduction

Motor control involves the use of a combination of preprogramming and online control strategies (Huang et al., 2024). The preprogramming system relies on sufficient sensory information, error detection, and integration (Wilson et al., 2013). Disruption in one or more of these processes may be considered a source of poor motor performance. Radouk et al. (2015) argue that providing information related to vision and glare (its location and duration) is essential to offer the best motor control system for these children. Given that appropriate adjustments in a tracking task require detecting visual information about the current position of the target and predictions about its near-future position (Miles et al., 2015), it seems that occluding visual stimuli at different phases-before the critical part of the movement (preprogramming system) and during movement execution (online control system)-can help identify the motor control system involved in skill execution. For this reason, the present study by the researcher and colleagues used a simultaneous aiming-catching task characterized by tracking, which practically allows for early and late occlusion, and theoretically, since children with developmental coordination disorder (DCD) perform poorly on this task (Wood et al., 2017), identifying the motor control system involved in executing this skill can assist children and their instructors in improving performance.

Methods

The present study employed a semi-experimental design with repeated measures across three visual conditions: no occlusion, early occlusion, and late occlusion. The statistical population consisted of 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. Twenty-six children (both boys and girls) aged 7 to 9 years (mean age 8.21 years, SD = 0.54), with similar levels of impairment as documented in their center files, were purposively selected as participants. Participants performed 10 attempts of throwing a ball against a wall and simultaneously catching the rebound ball using a counterbalance technique under each of the three visual conditions: no occlusion, early occlusion, and late 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 early and late phases of movement, the study followed the methodology of 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 early phase, and from the backward arm swing onward was the late phase. To create the occlusion conditions, the experimental setup was designed so that the environment's lighting would change (darken or brighten) triggered by the backward arm swing. Two microswitches were used to detect the arm's backward swing via interruption of a light sensor, thereby controlling the lighting to achieve early or late occlusion accordingly.

Results

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

Conclusion

Overall, the results revealed that both initial and late occlusion conditions weakened aiming-catching skill performance and reduced quiet eye duration. However, initial occlusion led to even greater impairment in both performance and quiet eye duration compared to late occlusion. Altogether, these findings underscore the significance of pre-programmed control systems in aiming-catching skills among children with developmental coordination disorder. This suggests that the absence of visual information at the beginning of the skill execution led to greater impairment in performance, highlighting the importance of pre-programmed control systems in the execution of aiming-catching skills among children with developmental coordination disorder. This finding demonstrates that lack of visual information at the onset of the skill shortens the quiet eye period, again emphasizing the role of pre-programmed control systems.

Ethical Considerations

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

Funding: The present research did not use financial resources.

Authors' contribution: All authors contributed 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.



رشد و یادگیری حرکتی ورزشی



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 مسؤول، 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

چکیده

اطلاعات مقاله

مقدمه: کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی در اجرا و ردیابی تکالیف هدف‌گیری-دریافت دارای ضعف می‌باشند. پژوهش حاضر با هدف تأثیر انسداد بینایی بر مهارت هدف‌گیری-دریافت و چشم آرام در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی انجام گرفت.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

روش پژوهش: در این پژوهش نیمه تجربی که با طرح اندازه‌گیری تکراری انجام گرفت، از بین دختران و پسران مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی در مرکز بهزیستی و توانبخشی خوراسگان اصفهان، ۲۶ کودک مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی با دامنه سنی ۷ تا ۹ سال به صورت هدفمند انتخاب شدند. شرکت‌کنندگان به پرتاب ۱۰ توپ به سمت دیوار و همزمان دریافت توپ برگشتی تحت سه شرایط بینایی کامل، انسداد ابتدایی و انسداد انتهایی پرداختند. همزمان با پرتاب و دریافت توپ، حرکات چشم شرکت‌کنندگان توسط دستگاه ردیابی بینایی و همچنین نمره عملکرد آن‌ها ثبت گردید. داده‌ها به روش تحلیل واریانس درون گروهی با اندازه‌گیری تکراری و آزمون تعقیبی بنفرونی تحلیل شد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۴/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۱

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 به طور معناداری تضعیف گردید ($P < 0.05$). همچنین، نتایج نشان داد که انسداد ابتدایی باعث تضعیف بیشتر اجرای مهارت پرتاب و دریافت و هم طول دوره کوتاه‌تر چشم آرام در مقایسه با انسداد انتهایی گردید ($P < 0.05$).

کلیدواژه‌ها:

انسداد بینایی،

مکانیسم پیش‌برنامه‌ریزی،

چشم آرام،

اختلال هماهنگی رشدی،

مهارت هدف‌گیری-دریافت.

نتیجه‌گیری: به طور کلی نتایج تحقیق حاضر از نقش سیستم پیش‌برنامه‌ریزی در اجرای مهارت پرتاب و دریافت در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی حمایت می‌کند.

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، ۱۷(۳)، ص-ص.

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 اشیاء) 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 اشیاء یا توپ، با مشکل مواجه هستند (پینرو-پیتو^۷ و همکاران، ۲۰۲۲). در مقایسه با همسالان خود، عملکرد حرکتی کودکان مبتلا به DCD 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، رادوک^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۳). اختلال در یک یا چند مورد از این فرآیندها ممکن است به عنوان منبع عملکرد حرکتی ضعیف در نظر گرفته شود. برای درک میزانی که نقص در فرآیندهای کنترل حرکتی به عملکرد حرکتی ضعیفی که در کودکان مبتلا به DCD دیده می‌شود، کمک کند، مطالعات مختلف بر تعامل بین فرآیندهای کنترل پیش‌برنامه‌ریزی به عنوان 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 دچار مشکل می‌باشند (ویلسون، رادوک 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 کردن و دریافت کردن به اختلال در سیستم پیش‌برنامه‌ریزی برمی‌گردد که در اصل کنترل شناختی این کودکان ضعیف می‌باشد. در این مورد استفاده موفقیت‌آمیز از استراتژی‌های کنترل پیش‌برنامه‌ریزی ممکن است نقص در توانایی پردازش شناختی و مشکلات مربوط به تشخیص و تصحیح خطا که

1- Developmental Coordination Disorder

2 - van Hoor

3 - American Psychiatric Association

4 - Baghernia

5- Jane

6 - Biotteau

7- Pinero-Pinto

8 - Adams

9 - Huang

10 - Wilson & Ruddock

11 - Parr

12 - Wood

13 - Miles

در کودکان مبتلا به DCD را بهبود دهد (فرگوسن^۱ و همکاران، ۲۰۱۵). با این حال، تحقیقات اخیر، با استفاده از پارادایم‌های بوم‌شناختی و سیستم‌های پویا، پیشنهاد 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^۲ باشد که به آن کنترل آنلاین می‌گویند (هوانگ و همکاران، ۲۰۲۴). مدل‌های عصبی-شناختی اخیر پیشنهاد می‌کنند که کنترل آنلاین با عمل حلقه‌های بازخورد داخلی که تخمین‌هایی رو به جلو از پویایی موقعیت اندام و مکان خود محور ایجاد می‌کند، رخ می‌دهد فرآیندی که به طور متفاوتی به عنوان مدل‌سازی داخلی شناخته می‌شود (پلثوم^۳ و همکاران، ۲۰۲۳). در این مورد، پلثوم و همکاران (۲۰۰۸) و هید و ویلسون^۴ (۲۰۱۱) نشان دادند که انسداد بینایی مراحل انتهایی حرکت باعث تضعیف بیشتر مهارت دریافت دو دستی در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی شد که این نتایج بر سیستم کنترل آنلاین در تکلیف دریافت دو دستی 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^۵ و همکاران (۲۰۱۵) معتقدند که در جهت ارائه بهترین سیستم کنترل حرکتی در این کودکان، ارائه اطلاعات مربوط به بینایی و خیرگی (مکان و طول زمان آن) ضروری می‌باشد. با توجه به اینکه، کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی نسبت به همسالان خود دارای اختلال قابل توجهی در کنترل بینایی حرکتی و پردازش اطلاعات بینایی مربوط به تکلیف هدف‌گیری و دریافت، توانایی استفاده از اطلاعات فراهم شده برای هدایت عمل، ردیابی تعقیبی اشیاء و توانایی حفظ حرکت چشم بر اهداف دیداری می‌باشند (وود و همکاران، ۲۰۱۷) و در استراتژی خیرگی مشکل دارند (ویلسون، مایلز و همکاران، ۲۰۱۳)، به نظر می‌رسد که مکان و طول دوره خیرگی قبل و در حین اجرای عمل بتواند، مکانیسم مهم درگیر در اجرای حرکت را مشخص نماید. در این مورد، ویکرز^۶ (۲۰۱۶) نشان داد که زمان‌بندی و مکان‌یابی استراتژی ویژه خیرگی که به آن چشم آرام^۷ می‌گویند؛ یک ویژگی کلیدی برای عملکرد موفقیت آمیز و ماهرانه است. چشم آرام با تثبیت نهایی (یا ردیابی خیرگی) بر یک شیء یا هدف ارتباط دارد، با این حال، این استراتژی خیرگی، آغاز پاسخ حرکتی که بسیار حائز اهمیت است را مد نظر قرار می‌دهد، یعنی اطلاعات بینایی مهم برای اجرای یک تکلیف، در تثبیت نهایی قبل از آغاز بخش بحرانی حرکت، جمع‌آوری می‌گردند (ویکرز، ۲۰۱۶).

اگرچه چشم آرام با عملکرد ماهرانه ارتباط دارد 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 (مکانیسم کنترلی) است. در این مورد، با تقسیم چشم آرام به بخش‌های اولیه^۸ (قبل از بخش بحرانی حرکت^۹) و نهایی^{۱۰} (در طول اجرای حرکت)، وین^{۱۱} 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 متفاوت هستند (ویلسون، مایلز و همکاران، ۲۰۱۳)، به نظر می‌رسد که مهارت‌های مختلف مکانیسم‌های کنترلی متفاوت باشند. در این راستا 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، مایلز و همکاران، ۲۰۱۳)، بلکه پیش‌بینی‌های خاص را می‌توان بر اساس سایر تکالیف هدف‌گیری- دریافت مورد مطالعه در ورزش انجام داد (مایلز و همکاران، ۲۰۱۵). بنابراین با توجه به اینکه

¹ - Ferguson

² - Internal Forward Models

³ - Plumb

⁴ - Hyde & Wilson

⁵ - Ruddock

⁶ - Vickers

⁷ - Quiet Eye

⁸ - early

⁹ - prior to the critical movement

¹⁰ - late

¹¹ - Vine

انجام تنظیمات مناسب در یک تکلیف ردیابی مستلزم تشخیص اطلاعات بینایی در مورد موقعیت فعلی هدف و تخمین‌هایی از آن موقعیت در 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 نماید. به این دلیل در مطالعه 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 ضعیف هستند (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 نمود. با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای در مورد تأثیر انسداد مراحل ابتدایی و انتهایی حرکت در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی در دسترس نبود، مطالعه حاضر با هدف 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 نیمه تجربی با طرح اندازه‌گیری تکراری (بدون انسداد (کنترل)، انسداد ابتدایی و انسداد انتهایی) بود. همچنین پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی بود که به صورت میدانی انجام گرفت.

شرکت‌کنندگان

جامعه آماری پژوهش حاضر کودکان دختر و پسر دارای اختلال هماهنگی رشدی ۷ تا ۹ ساله مرکز بهزیستی و توانبخشی خوراسگان اصفهان بودند که با استعلام از مرکز، تعداد کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی را ۱۵۹ نفر اعلام نمودند. شرکت‌کنندگان مطالعه حاضر، ۲۶ کودک دختر و پسر دارای اختلال هماهنگی رشدی ۷ تا ۹ ساله (با میانگین سنی ۸/۲۱ سال و انحراف معیار ۰/۵۴) بودند که با توجه به سطح آسیب یکسان گزارش شده در پرونده موجود آن‌ها در مرکز، به صورت هدفمند انتخاب شدند. لازم به 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 براساس محاسبه نرم‌افزار جی‌پاور نسخه ۴.۹.۱.۳ 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 گردید.

ابزار

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

در این مطالعه از دستگاه ردیابی حرکات چشم (Ergoneers Eye tracking) مدل Dikablis Professional Wireless ساخت کمپانی ERGONEERS کشور 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 پورتابل می‌باشد. 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 نرم افزار 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 گردید. همچنین این دوربین به صورت وای فای با دستگاه ردیابی بینایی لینک گردید تا بتوان زمان شروع حرکت و چشم آرام را محاسبه نمود (ویلسون، مایلز و همکاران، ۲۰۱۳). قبل از شروع اندازه‌گیری داده‌های خیرگی، از روش کالیبراسیون پنج نقطه‌ای استفاده شد. از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا پنج نقطه رنگی به قطر ۱۰ میلی‌متر را به صورت متوالی بر روی یک کاغذ مقوایی با عرض ۶۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر ثابت کنند. یکی از نقاط در مرکز

و هر یک از چهار نقطه باقی مانده در یکی از چهار گوشه جعبه قرار داشت. فاصله دید شرکت‌کنندگان با کاغذ مقوایی ۴۰ سانتی‌متر بود. دقت کالیبراسیون پس از هر آزمایش بررسی شد و در صورت لزوم کالیبراسیون تکرار شد.

در این مطالعه برای ایجاد انسداد مرحله ابتدایی و انتهایی حرکت از دو میکروسویچ (ساخت شرکت تبریز پژوه که مجهز به آینه و به صورت لیزری تا برد ۳ متر می‌باشد) استفاده گردید که همزمان با تاب عقبی بازو و قطع شدن سنسور نوری روشنایی محیط تنظیم می‌شد. تکلیف این مطالعه شامل آزمون پرتاب و دریافت همزمان توپ برگشتی (خرده مقیاس چهارم مجموعه آزمون‌های ارزیابی حرکتی کودکان نسخه دوم) است که توسط [هندرسون و همکاران^۱ \(۲۰۰۷\)](#) 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 ۲ متری از دیوار می‌ایستاد و سپس یک توپ تنیس را از روبرو به سمت دیوار پرتاب می‌کنند و تلاش می‌کنند تا آن را بگیرند. شرکت‌کنندگان آموزش دیدند که تنها از دست‌هایشان برای گرفتن توپ استفاده نمایند و از سینه کمک نگیرند. همچنین شرکت‌کنندگان نباید اجازه دهند که توپ با زمین برخورد داشته باشد. در مطالعه حاضر عملکرد دریافت (دریافت/دریافت نکردن توپ) توسط درصد نمره مطلق محاسبه شد ($100/10 \times$ تعداد گرفتن‌های صحیح توپ) ([ویلسون، مایلز و همکاران، ۲۰۱۳](#)).

روند اجرای پژوهش

روش گردآوری داده‌های مطالعه حاضر به روش میدانی بود. ابتدا از والدین رضایت‌نامه آگاهانه کتبی کسب شد. همچنین کودکان به صورت شفاهی تمایل خود را برای شرکت در پژوهش اعلام نمودند. شرکت‌کنندگان برای آشنایی با تکلیف موردنظر به اجرای ۵ بار پرتاب توپ به سمت دیوار و همزمان دریافت توپ برگشتی پرداختند ([ویلسون، مایلز و همکاران، ۲۰۱۳](#)). شرکت‌کنندگان در این مطالعه به اجرای ۱۰ کوشش پرتاب توپ به سمت دیوار و همزمان دریافت توپ برگشتی به صورت کانتربالانس در هر یک از شرایط بدون انسداد (کنترل)، انسداد مرحله اول و انسداد مرحله آخر در اجرای تکلیف پرداختند. همزمان با اجرای تکلیف مورد نظر، داده‌های چشم آرام توسط دستگاه ردیابی بینایی ثبت شد. در شرایط پایه (بدون انسداد) در تمامی مراحل ضربه، پیش‌برنامه‌ریزی و اجرای حرکت، روشنایی محیط به صورت معمول بود. برای تعیین حرکت به فاز ابتدایی و انتهایی مطابق با مطالعه [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 به عنوان مرحله ابتدایی حرکت، و از تاب عقبی بازو به بعد به عنوان 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 توسط تاب عقبی بازو، فضا تاریک یا بالعکس روشن می‌شد. با توجه به شرایط در نظر گرفته شده، در شرایط انسداد ابتدایی، هنگامی که شرکت‌کننده پشت خط برای پرتاب توپ بود (در مرحله پیش آمادگی) 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 این وجود با شروع تاب عقبی بازو (هنگامی که سیگنال میکروسویچ شکسته شد) محیط تاریک شد و در سرتاسر اجرای ضربه تاریک بود.

روش 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 درون گروهی با اندازه‌گیری تکراری استفاده گردید و برای مشخص شدن جایگاه تفاوت‌های درون گروهی از آزمون تعقیبی بنفرونی در سطح معناداری ۰/۰۵ و از نرم افزار اس. پی. اس. اس. نسخه ۲۴ استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

^۱ - Henderson et al

در مطالعه حاضر ۲۶ کودک دارای اختلال هماهنگی رشدی با سن $۸۴ \pm ۲۷/۸$ سال، قد $۱۱۱ \pm ۹۴/۱۲$ سانتیمتر، وزن $۵۱ \pm ۴۳/۲۶$ کیلوگرم، طول دست $۸۱ \pm ۷/۶۶$ سانتیمتر، بهره هوشی $۸۸ \pm ۳/۶۱$ ، نمره سیاهه اختلال هماهنگی رشدی $۷۷ \pm ۴/۶۵$ و رتبه درصد آزمون ارزیابی حرکتی بر ای کودکان نسخه دوم $۱۷ \pm ۳/۴۷$ 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	میانگین و انحراف معیار
کنترل	$۸۴/۳۳ \pm ۶/۶۸$	$۰/۱۲۵$
انسداد انتهایی	$۵۰/۲۹ \pm ۵/۸۳$	$۰/۴۲۴$
انسداد ابتدایی	$۸۴/۲۵ \pm ۴/۹۲$	$۰/۰۷۷$
		$۱۹/۱ \pm ۵۰/۰۸$

نتایج جدول یک حاکی از این است که داده‌ها دارای توزیع نرمال می‌باشند. در ادامه در جدول ۲ نتایج آزمون واریانس درون گروهی 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 $P=۰/۰۰۱$)، به ترتیب شاخص‌های (F) مربوط به آزمون فرض کرویت گزارش شد.

جدول ۲. یافته‌های مربوط به آزمون تحلیل واریانس درون گروهی با اندازه‌گیری تکراری

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معنی‌داری	مجذورات انا
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 درون گروهی با اندازه‌گیری تکراری روی عامل مراحل اندازه-گیری نشان داد که انسداد بر مهارت هدف‌گیری-دریافت ($F_{۵,۴}=۱۳/۷۶$ ، $sig=۰/۰۰۱$ ، $\eta^2=۰/۳۵۵$) و چشم آرام ($F_{۵,۴}=۱۵/۹۶$ ، $sig=۰/۰۰۱$ ، $\eta^2=۰/۳۹۰$)، کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی تاثیر 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 معنی‌داری
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 به ترتیب 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 ($P<۰/۰۵$). 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 ($P<۰/۰۵$). دیگر نتایج جدول ۳

حاکمی از این می‌باشد که شرکت‌کنندگان شرایط انسداد انتهایی و انسداد ابتدایی به ترتیب با اختلاف میانگین $64/34$ و $122/80$ 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 $58/46$ 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 دارای ضعف می‌باشند. این ضعف منجر به حرکات نادرست و افزایش خطای این کودکان در اجرای این مهارت‌ها شده است، که همگی به نقص اساسی در مکانیسم کنترل حرکت این مهارت اشاره دارد. بنابراین هدف از پژوهش حاضر شناسایی مکانیسم‌های کنترلی مهارت هدف‌گیری- دریافت کودکان با اختلال هماهنگی رشدی در شرایط انسداد بینایی مختلف بود. نتایج مطالعه 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 امتیازات 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 نشان دهنده این است که اطلاعات بینایی مهمترین درون‌داد در اجرای مهارت‌های حرکتی می‌باشد. اما یافته اصلی پژوهش حاضر حاکمی 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 حاکمی از این می‌باشد که نبود اطلاعات بینایی در ابتدای مهارت، بیشتر به تضعیف عملکرد انجامیده است که نتایج تاکید بر سیستم کنترل پیش‌برنامه‌ریزی در اجرای مهارت هدف‌گیری- دریافت در کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی می‌باشد. هم‌راستا با این یافته، [پلتوم 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 می‌باشد. 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 دریافت کردند. همچنین، [پلتوم و همکاران \(۲۰۰۸\)](#) و [هید و ویلسون \(۲۰۱۱\)](#) نشان دادند که انسداد بینایی مراحل انتهایی حرکت باعث تضعیف بیشتر مهارت دریافت دو دستی در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی شد. از دلایل ناهمخوانی نتایج می‌توان به سن شرکت‌کنندگان اشاره کرد. در تحقیق حاضر میانگین سنی شرکت‌کنندگان ۸ سال بود در حالی که در مطالعه [هوانگ و همکاران \(۲۰۲۴\)](#) و [هید و ویلسون \(۲۰۱۱\)](#) میانگین سنی شرکت‌کنندگان ۱۰ سال بود. با توجه به اینکه [اولیویر و همکاران \(۲۰۰۷\)](#) نشان دادند که دستیابی به یک استراتژی بهینه و هماهنگ برای دریافت کردن، تنها در حدود ۱۱ سالگی رخ می‌دهد و این‌گو در سن ۶ سالگی تنوع بالایی را نشان می‌دهد و به طور 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 مطالعه [هوانگ و همکاران \(۲۰۲۴\)](#) و [هید و ویلسون \(۲۰۱۱\)](#) باعث شده است که شرکت‌کنندگان بهتر بتوانند از اطلاعات و موقعیت‌های محیطی در اجرای بهتر تکلیف استفاده نمایند. در توجیه نتایج این مطالعه که حاکمی از سیستم کنترل پیش‌برنامه‌ریزی در اجرای مهارت هدف‌گیری- دریافت در کودکان DCD بود می‌توان اشاره نمود که از آنجایی که بازخورد بینایی در شرایط انسداد ابتدایی قطع می‌شود، کودکان DCD ممکن است مجبور باشند برای ردیابی موفقیت آمیز هدف، بیشتر به کنترل شناختی (پیش- برنامه‌ریزی) 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 مورد استفاده قرار گیرد. مرحله بعدی به توانایی به‌روزرسانی این مدل (یعنی دانستن مسیر حرکت) مربوط می‌شود که تعقیب یک هدف متحرک را حتی در صورت انسداد امکان پذیر 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 فرآیندها. همچنین، در این ارتباط [ویلسون، رادوک و همکارانش \(۲۰۱۳\)](#) نشان دادند کودکان مبتلا به DCD توانایی کمتری برای ساختن و به روز رسانی مدل‌های داخلی (کنترل آنلاین) دارند و به همین دلیل، متکی به بازنمایی‌های درونی و کنترل شناختی می‌باشند که حاکی از غالب بودن سیستم کنترل حرکتی پیش‌برنامه‌ریزی می‌باشد.

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 تاکید بر سیستم کنترل پیش‌برنامه‌ریزی می‌باشد. اما مطالعات اغتشاش بینایی، مشکلات قابل توجهی را در کودکان مبتلا به DCD در هنگام ایجاد انطباق‌های حرکتی آنلاین پیش‌بینی‌کننده با مسیر حرکت نشان داده‌اند ([هید و ویلسون، ۲۰۱۱](#)). به نظر می‌رسد سن (۱۱ سال) بیشتر شرکت‌کنندگان در مطالعه [هید و ویلسون \(۲۰۱۱\)](#) در مقایسه با مطالعه حاضر (۸ سال) از دلایل ناهمخوانی می‌باشد. 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 باعث شده است تا بهتر بتوانند از اطلاعات و موقعیت‌های محیطی در اجرای بهتر تکلیف استفاده نمایند. اما در تحقیق حاضر چون سن شرکت‌کنندگان کمتر می‌باشد شرکت‌کنندگان با اغتشاش بینایی به بازنمایی‌های عصبی روی بیاورند. نتایج تحقیق حاضر با دیدگاه بوم‌شناختی گیلسون متضاد است. دیدگاه گیلسونی در مورد ادراک مستقیم پیشنهاد می‌کند حرکت ماهرانه به برقراری روابط بینایی مستقیم بستگی دارد که بدون کمک بازنمایی‌های عصبی ایجاد می‌شوند. رویکرد گیلسونی 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 اشاره نمود که ثبیت نگاه‌های طولانی، بویژه در طول تثبیت نگاه نهایی که تعریف‌کننده دوره چشم آرام است، پردازش تفصیلی اطلاعات و سازماندهی قشری ضروری برای پیش‌برنامه‌ریزی عملکرد موثرتر را اجازه می‌دهد. در نتیجه، مدت‌های طولانی‌تر چشم آرام با حرکات کارآمدتر ارتباط دارد که اصلاحات آنلاین کمتری را می‌طلبد ([ویکروز، ۱۹۹۶](#)). همچنین با توجه به اینکه دوره چشم آرام از نظر کارکردی نشان دهنده زمان صرف شده برای پردازش اطلاعات بینایی مسئول کنترل حرکتی است، پس انسداد ابتدایی حرکت، باعث می‌شود که این درونداها از بین برود و زمان مرحله بحرانی حرکت کاهش یابد و در نتیجه به کاهش طول دوره چشم آرام می‌انجامد.

به طور کلی نتایج مطالعه حاضر نشان داد که هم انسداد ابتدایی و هم انسداد انتهایی باعث تضعیف عملکرد مهارت هدف‌گیری- دریافت و هم طول دوره کوتاه‌تر چشم آرام گردید. همچنین نتایج نشان داد در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی انسداد ابتدایی باعث تضعیف بیشتر عملکرد مهارت هدف‌گیری- دریافت و هم طول دوره کوتاه‌تر چشم آرام در مقایسه با انسداد انتهایی گردید. در مجموع نتایج تحقیق حاضر بر اهمیت سیستم پیش‌برنامه‌ریزی در مهارت هدف‌گیری- دریافت کودکان با اختلال هماهنگی رشدی تاکید 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 به نظر می‌رسد که دستورالعمل‌هایی که در جهت شناسایی اطلاعات مربوطه، 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 مورد استفاده قرار گیرد. 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 مطالعه حاضر نشان داد که انسداد ابتدایی در مقایسه با انسداد انتهایی باعث تضعیف بیشتر عملکرد مهارت پرتاب و دریافت و هم طول دوره کوتاه‌تر چشم آرام کودکان DCD شد؛ اما نتایج مطالعه حاضر دارای محدودیت‌های می‌باشد. اول اینکه تعداد کم شرکت

کنندگان (۲۶ نفر) به این معنی است که تفسیر و تجزیه و تحلیل این مطالعه را نمی‌توان به عموم افراد DCD تعمیم داد، بنابراین در تحقیقات آینده حجم نمونه بیشتر پیشنهاد می‌گردد. دوم اینکه نتایج این پژوهش بر داده‌های عملکردی متمرکز بوده است بنابراین باید در مطالعات 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 مورد نظر در خارج از شرایط آزمون را نداشت علی‌رغم اینکه تذکرات لازم در این مورد از قبل به شرکت‌کنندگان داده شده بود. به طور کلی نتایج مطالعه حاضر نشان داد که هم انسداد ابتدایی و هم انسداد انتهایی باعث تضعیف عملکرد مهارت هدف‌گیری- دریافت و هم طول دوره کوتاه‌تر چشم آرام گردید. همچنین نتایج نشان داد در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی انسداد ابتدایی باعث تضعیف بیشتر عملکرد مهارت هدف‌گیری- دریافت و هم طول دوره کوتاه‌تر چشم آرام در مقایسه با انسداد انتهایی گردید.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله از کلیه 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* (5. 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>
- Henderson, S., Sugden, D. and Barnett, A. (2007) *Movement Assessment Battery for Children*. Second Edition, Pearson, London. <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/10.1001.1.23222840.1398.9.0.68.0> (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>

IN PRESS