Journal of
Sport Biomechanics

Winter 2025. Vol 10. Issue 4

Research Paper

The Relationship between Executive Functions and Postural Control in Children with Mild Intellectual Disability and Comparison with Typically Developing Peers

***Elaheh Azadian[1], Makwan Jabar Ali[2]**

1. Department of Motor Behavior, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.
2. Physical Education and Sport Sciences Department, University of Halabja, Halabja, Kurdistan Region, Iraq.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Azadian E, Jabar Ali M. The Relationship between Executive Functions and Postural Control in Children with Mild Intellectual Disability and Comparison with Typically Developing Children (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics.2025;10(4):294-308. https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.10.4.294

https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.10.4.294

Article Info:

Received: 2 Feb. 2025
Accepted: 12 Feb. 2025
Available Online: 13 Feb. 2025

Keywords:

Executive functions, Postural control, Children with intellectual disability, Center of pressure, Static

ABSTRACT

Objective Children with intellectual disability (ID) experience significant impairments in both cognitive and motor functions, which impact their balance and postural control. This study aimed to explore the relationship between executive functions and postural control in children with ID and compare these findings to children with typical intelligence.

Methods This causal-comparative and correlational study included 15 students with ID and 15 individuals with a normal range of intelligence. Static balance was assessed using a force plate in two conditions: stable and unstable support surfaces. Executive functions were measured using simple reaction time and response inhibition (Go/No Go) tests. The Shapiro-Wilk test results indicated that the balance data followed a normal distribution, while the cognitive data did not. Therefore, a three-way ANOVA was used for between-group comparisons of balance variables, and the Mann-Whitney U test was employed for cognitive variables. Additionally, Spearman's correlation coefficient was used to examine the relationship between balance performance (center of pressure sway) and cognitive performance (reaction time and response inhibition).

Results Children with ID showed slower reaction times and a higher number of incorrect responses compared to the control group in the cognitive tests ($p < 0.05$). Significant differences were also found between the two groups in all balance variables ($p < 0.05$). A strong to moderate significant correlation was observed between cognitive test performance and balance measures ($r = 0.51$ to 0.82).

Conclusion The results indicate that intellectual disability has a considerable effect on both cognitive processing and postural control. The increased variability and speed of center of pressure (CoP) in children with ID may suggest the use of less effective compensatory strategies, leading to increased fatigue and a higher risk of falls. Developing comprehensive interventions that target both executive functions and postural control may help reduce instability and improve the quality of life for these children.

*** *Corresponding Author:***
Elaheh Azadian
Address: Department of Motor Behavior, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.
Tel: +98 (918) 3198476
E-mail: azadian1@yahoo.com

Extended Abstract

1. Introduction

Children with intellectual disabilities (ID) experience significant challenges in both cognitive and motor functions, which greatly affect their daily lives (2). These challenges often show up as difficulties in maintaining balance and postural control, both of which are essential for carrying out everyday tasks and ensuring physical safety (15,16). Postural control is a complex process that requires the integration of sensory information and motor responses. This process is especially impaired in children with ID due to issues with sensory processing and motor planning (17.18). Executive functions (EF)—which include cognitive skills like attention, working memory, inhibitory control, and cognitive flexibility—are critical for maintaining balance, especially in dynamic environments (3). Previous studies have highlighted the link between EF and motor performance (25). However, there is limited research examining the specific interaction between EF and postural control in this group. This study aims to explore the relationship between EF and postural control in children with ID and compare their performance with that of typically developing (TD) children. The results are expected to offer insights into the underlying causes of postural instability in children with ID and help guide the development of targeted interventions..

2. Methods

This causal-comparative and correlational study involved 15 individuals with ID and 15 TD as the control group. Participants were recruited from special education and mainstream schools, respectively. The inclusion criteria for both groups included being within the age range of 7–12 years. Exclusion criteria included the presence of neurological disorders (other than ID in the ID group), chronic medical conditions, visual impairments, or physical disabilities affecting balance.

Static balance was assessed using a force plate (Kistler 9281 EA) under two conditions: stable (barefoot on the force plate) and unstable (standing on foam placed on the force plate). Center of pressure (CoP) parameters, including sway, speed, and displacement in the anterior-posterior (AP) and medial-lateral (ML) directions, were recorded. Executive functions (EF) were assessed using simple reaction time and response inhibition (Go/No Go) tests.

The Shapiro-Wilk test was used to assess data normality. Since the balance data followed a normal distribution, a three-way repeated measures ANOVA was conducted for between-group comparisons of balance variables. As the cognitive data were not normally distributed, the Mann-Whitney U test was used for group comparisons of cognitive performance. Spearman's correlation coefficient was used to examine the relationship between balance performance (CoP sway) and cognitive performance (reaction time and response inhibition). Statistical significance was set at $p < 0.05$.

3. Results

The results showed significant differences between the ID and TD groups in both cognitive and postural control measures. Children with ID had slower reaction times and higher rates of incorrect responses on the cognitive tests compared to TD children ($p < 0.05$). Regarding postural control, children with ID exhibited greater sway, faster speed, and increased variability in both the AP and ML directions, especially under unstable conditions ($p < 0.05$) (Table 1). The interaction between task type (stable vs. unstable) and direction (AP vs. ML) was significant for CoP speed, with the ID group showing a notable increase in ML speed during unstable conditions ($p < 0.05$).

Correlation analyses revealed strong to moderate relationships between cognitive performance and postural control variables. Specifically, the number of unresponsive stimuli in the reaction time test was positively correlated with CoP speed and variability in the AP direction under stable conditions, as well as with postural deviations, sway, and speed in the ML direction under unstable conditions ($r = 0.51–0.66$). On the other hand, the number of correct responses was negatively correlated with CoP speed and variability in the AP direction ($r = -0.82$ and -0.56, respectively). These findings suggest that deficits in attention and processing speed may contribute to postural instability in children with ID.

Table 1. Between group comparison in balance variables F (P.value)

CoP Variable	Level	Direction	ID Group	Control Group	Between Group
Postural Deviations	Stable	AP	1.11 ± 0.58	3.26 ± 1.90	12.02 (0.002)
		ML	1.59 ± 1.04	2.02 ± 1.37	0.74 (0.40)
	Unstable	AP	1.71 ± 0.95	2.79 ± 1.70	1.68 (0.21)
		ML	1.67 ± 0.94	2.50 ± 1.58	1.31 (0.26)
Postural sway	Stable	AP	0.49 ± 0.18	0.23 ± 0.01	5.67 (0.026)
		ML	0.31 ± 0.14	0.16 ± 0.15	5.08 (0.034)
	Unstable	AP	0.61 ± 0.21	0.58 ± 0.62	0.02 (0.88)
		ML	0.52 ± 0.18	0.19 ± 0.21	17.97 (0.0001)
Velosity	Stable	AP	1.10 ± 0.89	0.04 ± 0.002	31.61 (0.0001)
		ML	0.92 ± 0.28	0.008 ± 0.003	41.02 (0.0001)
	Unstable	AP	0.88 ± 0.61	0.003 ± 0.002	12.07 (0.002)
		ML	1.61 ± 1.06	0.007 ± 0.003	26.35 (0.0001)
Variability	Stable	AP	5.09 ± 3.90	3.85 ± 2.44	1.02 (0.33)
		ML	8.35 ± 5.70	2.09 ± 1.35	13.45 (0.001)
	Unstable	AP	6.20 ± 3.21	2.93 ± 1.54	4.19 (0.044)
		ML	25.78 ± 12.59	2.59 ± 1.57	2.57 (0.12)

Note: "AP" refers to anterior-posterior direction, "ML" refers to medial-lateral direction, and "Sig" indicates statistical significance (p-value).

4. Conclusion

The findings of this study highlight the significant impact of ID on both cognitive and motor functions. Children with ID demonstrated slower reaction times and higher error rates in cognitive tasks, which aligns with previous research pointing to deficits in EF within this population. These cognitive impairments are likely contributing factors to the observed postural instability, as EF are crucial for integrating sensory inputs and generating appropriate motor responses (33). The increased CoP sway and speed observed in children with ID, especially under unstable conditions, may suggest the use of compensatory strategies to maintain balance. However, these strategies appear to be less efficient and more energy-consuming, possibly leading to greater fatigue and an increased risk of falls (39). The strong correlations between cognitive performance and postural control measures underscore the importance of EF in maintaining balance. Specifically, deficits in attention and inhibitory control may hinder the ability of children with ID to effectively adapt to dynamic postural challenges, resulting in greater instability (36). These findings are consistent with previous studies that suggest EF and postural control share overlapping neural substrates, such as the prefrontal cortex and cerebellum.

The study also emphasizes the need to address both cognitive and motor deficits in interventions for children with ID (27,36). Comprehensive programs that combine cognitive-motor training, balance exercises, and strength training could be beneficial in improving postural control and reducing the risk of falls in this population. Finally, future research should delve deeper into the neural mechanisms underlying the relationship between EF and postural control in children with ID, and assess the long-term effectiveness of targeted interventions in enhancing both cognitive and motor outcomes.

This study provides compelling evidence of the significant impact of ID on both cognitive processing and postural control. Children with ID exhibit slower reaction times, higher error rates, and greater postural instability compared to TD children, particularly under more challenging conditions. The increased CoP speed and variability observed in children with ID may indicate the use of inefficient compensatory strategies to maintain balance, which could lead to increased fatigue and a higher risk of falls. The strong correlations between cognitive performance and postural control variables emphasize the critical role of EF in maintaining balance. These findings underscore the importance of integrated interventions that address both cognitive and motor deficits in children with ID. Future research should focus on developing and evaluating targeted interventions that not only aim to improve postural control but also enhance overall quality of life for children with intellectual disabilities.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

There were no ethical considerations to be addressed in this research.

Funding

This research did not receive any financial support from government, private, or non-profit organizations.

Authors' contributions

All authors contributed equally to preparing the article.

Conflicts of interest

The authors declare that there are no conflicts of interest associated with this article.

مقاله پژوهشی

رابطه بین کارکردهای اجرایی و کنترل قامت در کودکان کم‌توان ذهنی آموزش‌پذیر و مقایسه با همتایان دارای هوش طبیعی

*الهه آزادیان[۱]، ماکوان جبار علی[۲]

۱. گروه رفتار حرکتی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران.

۲. گروه تربیت‌بدنی و علوم‌ورزشی، دانشگاه حلبچه، حلبچه، اقلیم کردستان، عراق.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۵ بهمن ۱۴۰۳
تاریخ پذیرش: ۲۴ بهمن ۱۴۰۳
تاریخ انتشار: ۲۵ بهمن ۱۴۰۳

کلید واژه‌ها:
کارکردهای اجرایی، کنترل قامت، کودکان کم‌توان ذهنی، مرکز فشار، تعادل ایستا

چکیده

هدف کودکان کم‌توان ذهنی (ID) با محدودیت‌های قابل‌توجهی در عملکردهای شناختی و حرکتی مواجه هستند که بر تعادل و کنترل قامت آن‌ها تأثیر می‌گذارد. این مطالعه با هدف بررسی رابطه بین کارکردهای اجرایی و کنترل قامت در کودکان ID و مقایسه آن با کودکان دارای هوش طبیعی انجام شد.

روش‌ها در این مطالعه علی-مقایسه‌ای و همبستگی، ۱۵ دانش‌آموز ID و ۱۵ فرد دارای دامنه هوش طبیعی شرکت کردند. تعادل ایستا با استفاده از دستگاه تخته نیرو در دو وضعیت سطح اتکای پایدار و ناپایدار ارزیابی شد. کارکردهای اجرایی نیز با آزمون‌های زمان واکنش ساده و بازداری پاسخ (Go/No Go) اندازه‌گیری شدند. نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که داده‌های تعادلی دارای توزیع نرمال هستند، اما داده‌های شناختی توزیع نرمالی ندارند؛ بنابراین، برای مقایسه بین گروهی متغیرهای تعادلی، از آزمون تحلیل واریانس سه‌طرفه و برای مقایسه متغیرهای شناختی از آزمون یومن-ویتنی استفاده شد. همچنین، برای بررسی رابطه بین عملکرد تعادلی و عملکرد شناختی از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد.

یافته‌ها کودکان ID در آزمون‌های شناختی دارای زمان پاسخ آهسته‌تر و تعداد پاسخ‌های نادرست بالاتری نسبت به گروه کنترل داشتند ($p<۰/۰۵$). همچنین، اختلاف بین دو گروه در تمام متغیری تعادلی معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). رابطه معنی‌دار قوی تا متوسط بین آزمون‌های شناختی با متغیرهای تعادلی وجود داشت ($۰/۵۱\leq r\leq ۰/۸۲$).

نتیجه‌گیری نتایج نشان داد که ناتوانی ذهنی تأثیر گسترده‌ای بر پردازش‌های شناختی و کنترل قامت دارد. افزایش سرعت و تغییرپذیری CoP در کودکان ID احتمالاً نشان‌دهنده استفاده از استراتژی‌های جبرانی کم‌بازده می‌باشد که می‌تواند موجب افزایش خستگی و خطر افتادن گردد. طراحی مداخلات جامع که به بهبود کارکردهای اجرایی و کنترل قامت بپردازند، می‌تواند به کاهش ناپایداری و بهبود کیفیت زندگی این کودکان کمک کند.

*نویسنده مسئول:
الهه آزادیان
آدرس: گروه رفتار حرکتی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران.
تلفن: ۳۱۹۸۴۷۶ (۹۱۸) ۹۸+
ایمیل: azadian1@yahoo.com

مقدمه

افراد کم‌توان ذهنی (ID)، با محدودیت‌های قابل‌توجهی در عملکردهای شناختی و رفتارهای انطباقی مشخص می‌شوند که در مهارت‌های مفهومی، اجتماعی و عملی آن‌ها نمود پیدا می‌کند (۱). چالش‌های رشدی در این گروه از افراد معمولاً در هر دو حوزه شناختی و حرکتی ظاهر می‌شود. ضعف در تعادل و کنترل قامت نیز یکی از مهم‌ترین این چالش‌ها است. این نارسایی‌ها نه‌تنها استقلال عملکردی را مختل می‌کند بلکه آسیب‌های جسمانی را نیز افزایش داده و به‌طورکلی کیفیت زندگی آن‌ها را کاهش می‌دهد (۲).

از جمله فرآیندهای شناختی که در کنترل حرکتی اهمیت ویژه‌ای دارند، کارکردهای اجرایی[2] (EF) هستند که اجرای رفتارهای هدفمند، تصمیم‌گیری و خودتنظیمی را امکان‌پذیر می‌کنند. کارکردهای اجرایی شامل کنترل توجه، حافظه‌کاری، بازداری پاسخ، انعطاف‌پذیری شناختی و برنامه‌ریزی می‌باشند (۳). این فرایندهای شناختی برای پردازش وظایف پیچیده و سازگاری با محیط‌های پویا ضروری هستند و عواملی نظیر رشد سیستم عصبی مرکزی، محرک‌های محیطی و تجارب دوران کودکی بر آن‌ها تأثیر می‌گذارند. نقص در این عملکردها می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی توانایی‌های حرکتی را تحت تأثیر قرار دهد (۴). برخی مطالعات با هدف بررسی همبستگی بین بهره هوشی ID و EF، نشان داده‌اند که برخی از مؤلفه‌های عملکرد ذهنی مانند هوش کلامی بیش از سایرین با EFارتباط دارند (۵, ۶). بعلاوه بیشتر مطالعات در مورد وضعیت EF در افراد دارای کم‌توانی ذهنی، عمدتاً در بیماران سندرم داون (۷)، اوتیسم (۸)، سندرم X شکننده (۹, ۱۰) انجام شده است. همچنین مطالعاتی نیز نشان داده‌اند که زمان واکنش و سرعت پردازش اطلاعات رابطه معنی‌داری با IQ دارد (۱۱).

حفظ تعادل نیاز به یکپارچگی اطلاعات حسی از سیستم‌های دهلیزی، بینایی و حس عمقی و همچنین کارآمدی و هماهنگی در اجرای پاسخ‌های حرکتی دارد (۱۲). عواملی مانند رشد عصبی- عضلانی-اسکلتی، استراتژی‌های کنترل قامت و نیازهای محیطی، بر تعادل تأثیر می‌گذارند (۱۳, ۱۴). در کودکان ID، نقص در یکپارچگی حسی و برنامه‌ریزی حرکتی مشکلات تعادلی را تشدید می‌کند و این امر نیاز به توجه ویژه به این حوزه را افزایش می‌دهد (۱۵, ۱۶). یکی از مهم‌ترین مشکلات در افراد ID اختلالات قامتی و ریسک افتادن در آن‌ها است (۱۷). برخی تحقیقات نشان داده‌اند، این افراد دارای عوامل خطر افتادن مشابهی نسبت به افراد مسن (مانند ضعف عضلانی) هستند که منجر به تجربه افتادن در سنین پایین‌تر می‌گردد (۱۸)؛ به‌ویژه زمانی که نمره ضریب هوشی افراد ID کمتر از ۷۵ یا محدودیت در عملکردهای شناختی داشته باشد (۱۹, ۲۰). با توجه به این موارد، لزوم مطالعه و بررسی این ویژگی در کودکان دارای ID که پتانسیل یادگیری و توسعه، در چارچوب‌های آموزشی ساختاریافته را ندارند، برجسته‌تر می‌گردد؛ بنابراین یکی از اهداف این مطالعه بررسی کارکردهای اجرایی در کودکان ID و مقایسه با کودکان دارای هوش طبیعی بود.

مطالعات گذشته از متغیرهایی مانند جابجایی، نوسانات و دامنه حرکات مرکز فشار (CoP)[3]برای بررسی تعادل و ثبات قامت در کودکان ID استفاده کرده‌اند. این مطالعات نشان داده‌اند که افراد ID دارای جابجایی CoP بیشتری در جهت‌های قدامی-خلفی و میانی-جانبی (۱۲) و همچنین دامنه نوسانات بزرگ‌تری (۲۱) نسبت به افراد سالم و همتا می‌باشند. تغییرپذیری در حرکات CoP به‌عنوان شاخصی از کنترل قامت مورد توجه قرار گرفته است. اگرچه میزان مشخصی از تغییرپذیری نشان‌دهنده انطباق‌پذیری و انعطاف‌پذیری سیستم کنترل حرکتی است، اما تغییرپذیری بیش‌ازحد می‌تواند نشان‌دهنده بی‌ثباتی و ناتوانی در انجام تنظیمات حرکتی باشد (۲۲-۲۴). مطالعه در مورد تغییرپذیری کنترل قامت در کودکان ID به‌ندرت مورد توجه محققین قرار گرفته شده است. لذا هدف

1. Intellectual disability
2. Executive function
3. Center of pressure

دیگر این مطالعه بررسی عملکرد تعادلی با استفاده از ثبت حرکات CoP در کودکان ID و مقایسه با کودکان دارای هوش طبیعی بود.

رابطه بین عملکردهای اجرایی و تعادل، در افراد دارای ناتوانایی‌های شناختی–حرکتی، پایه‌ای برای درک تعامل بین عوامل شناختی مرتبط با حرکت فراهم خواهد کرد. مطالعات نشان داده‌اند که افراد دارای ضعف شناختی، مانند سالمندان دچار پارکینسون یا زوال شناختی، اغلب در انجام وظایفی که به هماهنگی حسی–حرکتی، تمرکز توجه و پردازش ادراکی نیاز دارند، دچار مشکل می‌باشند (۲۵). همچنین، چن و همکاران (۲۰۱۸) گزارش دادند، نقص در حافظه کاری و کنترل توجه، پیش‌گوی مهمی برای ضعف تعادل در این گروه‌ها هستند (۲۶). به‌طور مشابه، فرکو و همکاران (۲۰۱۸) نیز در نتایج خود به این نتیجه رسیدند، هماهنگی حرکتی هنگامی‌که در کارکردهای اجرایی نقصی وجود داشته باشد، دشوارتر می‌گردد (۱). درک رابطه بین کارکردهای اجرایی و کنترل قامت در کودکان دارای ناتوانی ذهنی حائز اهمیت است، زیرا هر دو حوزه به شبکه‌های عصبی مشترک، از جمله قشر پیشانی و مخچه، وابسته هستند (۲۷). لذا هدف بعدی این مطالعه بررسی رابطه بین عملکرد تعادلی با کارکردهای اجرایی در کودکان کم‌توان ذهنی بود.

درک رابطه بین عملکردهای شناختی با حرکتی، می‌تواند موجب طراحی مداخلات هدفمندی گردد که به‌طور هم‌زمان به نقص‌های شناختی و حرکتی افراد ID توجه کنند. با توجه به محدودیت تحقیقات موجود در این زمینه، این مطالعه با هدف بررسی تعامل بین کارکردهای اجرایی و کنترل قامت در کودکان کم‌توان ذهنی و مقایسه این توانایی‌ها با کودکان دارای هوش طبیعی انجام می‌شود.

روش شناسی

جامعه و نمونه آماری

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر نحوه گردآوری اطلاعات توصیفی–همبستگی می‌باشد. با استفاده از نرم‌افزار G-Power با توان ۸۰ درصد و آلفای ۰/۰۵، حداقل تعداد نفرات هر گروه ۳۰ نفر تخمین زده شد. شرکت‌کنندگان در این مطالعه شامل، ۱۵ فرد ID با دامنه سنی ۷ تا ۱۲ سال (۶ پسر و ۹ دختر) و ضریب هوشی ۵۰ تا ۷۰، که به روش هدفمند از مدارس استثنایی مقطع ابتدایی انتخاب شده بودند. گروه کنترل نیز شامل ۱۵ فرد با دامنه هوش طبیعی بودند که به روش در دسترس انتخاب شدند؛ بنابراین ملاک ورود برای هر دو گروه سن ۷ تا ۱۲ سال و ملاک‌های خروج، برای تمامی کودکان شامل، دارا بودن اختلالات عصبی (به‌جز کم‌توانی ذهنی برای گروه ID)، اختلالات پزشکی مزمن، نقص بینایی و نقص‌های جسمانی تأثیرگذار بر تعادل بودند. فرم رضایت‌نامه توسط والدین شرکت‌کنندگان امضا شد. پروتکل تحقیق توسط کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان (شماره کد IR.IAU.H.REC.1402.008) تأیید شد.

ابزار و روش اجرا

برای ارزیابی تعادل ایستا، حرکات CoP توسط دستگاه Force plate 9281 EA، ساخت کمپانی kistler و با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز جمع‌آوری گردید. پارامترهایی مورد سنجش شامل مقدار نوسانات، سرعت نوسانات و دامنه جابجایی حرکات CoP در دو سطح قدامی–خلفی (AP) و میانی–جانبی (ML) و همچنین میانگین ریشه چهارم (RMS) بود (۲۸). متغیرهای فوق با استفاده از نرم‌افزار Bioware v3,5,2 (Kistler Nordic AB, Sweden) محاسبه شدند. آزمون‌های تعادلی شامل ایستادن جفت‌پا در دو وضعیت سطح اتکای پایدار (پای برهنه روی تخته نیرو) و سطح اتکای ناپایدار (قرار دادن فوم روی تخته نیرو) بود. فوم مورد استفاده شامل یک قطعه اسفنج با طول ۴۶۶ میلی‌متر، عرض ۴۶۷ میلی‌متر و ارتفاع ۱۳۴ میلی‌متر بود. در طول ارزیابی تعادل، از شرکت‌کنندگان خواسته شد با پای برهنه بر روی تخته نیرو بایستند و بر نقطه‌ای روی دیوار که حدود ۲ متر با آن‌ها فاصله داشت تمرکز کنند.

آزمون‌های تعادل در آزمایشگاه بیومکانیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان و با حضور والدین اجرا گردید. آزمون‌های مربوط به کارکردهای اجرایی در مدارس شرکت‌کنندگان انجام گردید و شامل آزمون‌های زمان واکنش ساده و بازداری پاسخ (آزمون go no go) بود، این آزمون‌ها به شکل نرم‌افزار و ساخت شرکت روان‌تجهیز سینا، تهران، بودند. آزمون برو نرو که به‌طور وسیعی برای اندازه‌گیری بازداری رفتاری استفاده می‌شود (۲۹) و شامل دو دسته محرک است. محرک‌هایی که باید پاسخ داده شوند (go) محرک‌هایی از پاسخ به آن‌ها باید خودداری شود (no go). خروجی این آزمون، شامل تعداد پاسخ‌های نادرست، تعداد بازداری مناسب و زمان پاسخ به محرک‌ها، بود. زمان واکنش ساده نیز شامل زمان پاسخ به محرک دیداری بود که با فواصل نامنظم و در مدت ۳ دقیقه به شرکت‌کننده ارائه می‌شد.

روش آماری

برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو–ویلک استفاده شد. ازآنجاکه داده‌های مربوط به تعادل دارای توزیع نرمال بودند، برای مقایسه بین گروهی تحلیل واریانس سه‌طرفه با اندازه‌گیری مکرر انجام شد. این مطالعه شامل سه عامل گروه (تجربی/گروه کنترل)، عامل پایداری (سطح اتکا پایدار/ناپایدار) و عامل جهت (AP/ML) بود. از سوی دیگر، داده‌های شناختی دارای توزیع غیرنرمال بودند، بنابراین برای مقایسه گروهی عملکرد شناختی از آزمون یومن–ویتنی استفاده شد؛ و برای بررسی رابطه بین متغیرهای تعادلی و شناختی از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده گردید. تجزیه‌وتحلیل آماری با نرم‌افزار SPSS v.21 و با سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$ اجرا گردید.

نتایج

اطلاعات دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول ۱، نشان می‌دهد، این ویژگی‌ها در دو گروه اختلاف معنی‌داری نداشته‌اند. نتایج مقایسه بین–گروهی در آزمون‌های شناختی نشان داد، اختلاف بین دو گروه در هر دو آزمون شناختی معنی‌داری می‌باشد. نتایج مربوط به خرده مقیاس‌ها در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۱. مقایسه اطلاعات دموگرافیک گروه‌های تحقیق

	ID		کنترل		
	میانگین	SD	میانگین	SD	P.value
تعداد	۱۵		۱۵		–
سن (سال)	۱۰/۳۰	۱/۸۲	۱۰/۸۸	۲/۰۳	۰/۴۳
وزن (کیلوگرم)	۳۲/۱۰	۱۲/۴۰	۴۰/۸۱	۹/۰۹	۰/۲۴
قد (متر)	۱/۴۱	۰/۱۳	۱/۵۷	۰/۰۹	۰/۱۹
شاخص توده بدن (BMI)	۱۸/۲۸	۴/۰۷	۱۹/۵۸	۲/۵۵	۰/۶۱

جدول ۲. مقایسه بین گروهی در متغیرهای شناختی (میانگین ±SD)

		گروه ID	گروه کنترل	Sig. (Z)
آزمون زمان واکنش	پاسخ صحیح	۳۰/۴۰±۱۵/۲۰	۵۹/۰±۴/۰۸	۰/۰۰۱ (۳/۷۱)
	بی‌پاسخ	۳۵/۹۰±۱۶/۵۹	۵/۰±۲/۰۸	۰/۰۰۱(۳/۷۱)
	زمان پاسخ (هزارم ثانیه)	۲۸۹۷/۱۹±۷۱۶/۷۶	۶۵۷/۰۵±۳۴۵/۵۰	۰/۰۴۱(۲/۰۴)
آزمون بازداری پاسخ	پاسخ اشتباه	۲۸/۶۰±۱۵/۸۰	۱۰/۱۰±۵/۵۰	۰/۰۰۱(۳/۹۱)
	بی‌پاسخ	۵۵/۳۰±۲۳/۵۳	۱۹/۲۰±۱۶/۵۱	۰/۰۰۱(۳/۹۲)

جدول ۳. نتایج مقایسه بین-گروهی و تحلیل عاملی مربوط به متغیرهای تعادلی (میانگین ±SD)

متغیر	سطح	جهت	گروه ID	گروه کنترل	بین گروهی	عامل گروه	عامل تکلیف	تکلیف*گروه	جهت	گروه*جهت	تکلیف*جهت
انحرافات قامتی	پایدار	AP	۱/۱۱±۰/۵۸	۳/۲۶±۱/۹۰	۱۲/۰۲ (۰/۰۰۲)	Sig=۰/۰۱۱	Sig=۰/۵۸	Sig=۰/۴۹	Sig=۰/۵۱	Sig=۰/۲۳	Sig=۰/۶۱
		ML	۱/۵۹±۱/۰۴	۲/۰۲±۱/۳۷	۰/۷۴ (۰/۰۴)						
	ناپایدار	AP	۱/۷۱±۰/۹۵	۲/۷۹±۱/۷۰	۱/۶۸ (۰/۲۱)	F=۷/۶۸	F=۰/۳۱	F=۰/۴۸	F=۰/۴۴	F=۱/۵۳	F=۰/۲۸
		ML	۱/۶۷±۰/۹۴	۲/۵۰±۱/۵۸	۱۲/۰۲ (۰/۰۰۲)						
نوسانات قامتی	پایدار	AP	۰/۴۹±۰/۱۸	۰/۲۳±۰/۱	۵/۶۷ (۰/۰۲۶)						
		ML	۰/۳۱±۰/۱۴	۰/۱۶±۰/۱۵	۵/۰۸ (۰/۰۳۴)	Sig=۰/۰۰۱	Sig=۰/۰۱۷	Sig=۰/۸۶	Sig=۰/۰۰۱	Sig=۰/۳۴	Sig=۰/۳۰
	ناپایدار	AP	۰/۶۱±۰/۲۱	۰/۵۸±۰/۶۲	۰/۰۲ (۰/۸۸)	F=۱۳/۷۸	F=۶/۵۹	F=۰/۰۳۳	F=۱۳/۲۳	F=۰/۹۶	F=۱/۱۳
		ML	۰/۵۲±۰/۱۸	۰/۱۹±۰/۲۱	۱۷/۹۷ (۰/۰۰۰۱)						
سرعت حرکات	پایدار	AP	۱/۱۰±۰/۸۹	۰/۰۰۴±۰/۰۰۲	۳۱/۶۱ (۰/۰۰۰۱)						
		ML	۰/۹۲±۰/۲۸	۰/۰۰۸±۰/۰۰۳	۴۱/۰۲ (۰/۰۰۰۱)	Sig=۰/۰۰۰	Sig=۰/۳۹	Sig=۰/۴۰	Sig=۰/۰۷	Sig=۰/۰۸	Sig=۰/۰۰۳
	ناپایدار	AP	۰/۸۸±۰/۶۱	۰/۰۰۳±۰/۰۰۲	۱۲/۰۷ (۰/۰۰۲)	F=۸۹/۳۰	F=۰/۷۵	F=۰/۷۴	F=۳/۴۳	F=۳/۲۵	F=۱۰/۸۷
		ML	۱/۶۱±۱/۰۶	۰/۰۰۷±۰/۰۰۳	۲۶/۳۵ (۰/۰۰۰۱)						
تغییرپذیری	پایدار	AP	۵/۰۹±۳/۹۰	۳/۸۵±۲/۴۴	۱/۰۲ (۰/۳۳)						
		ML	۸/۳۵±۵/۷۰	۲/۰۹±۱/۳۵	۱۳/۴۵ (۰/۰۰۱)	Sig=۰/۰۲۵	Sig=۰/۲۴	Sig=۰/۲۲	Sig=۰/۱۸	Sig=۰/۱۱	Sig=۰/۲۴
	ناپایدار	AP	۶/۲۰±۳/۲۱	۲/۹۳±۱/۵۴	۴/۱۹ (۰/۰۴۴)	F=۵/۷۰	F=۱/۴۸	F=۱/۶۷	F=۱/۹۴	F=۲/۸۱	F=۱/۴۲
		ML	۲۵/۷۸±۱۲/۵۹	۲/۵۹±۱/۵۷	۲/۵۷ (۰/۱۲)						

نکته: مقادیر ارائه‌شده به‌صورت میانگین ± انحراف استاندارد گزارش شده‌اند. مقدار p برای مقایسه بین گروهی در پرانتز آورده شده است. AP: قدامی-خلفی، ML: داخلی-جانبی، Sig: سطح معناداری.

جدول ۴. رابطه بین تعادل و عملکرد شناختی r (P.value)

			آزمون زمان واکنش			آزمون بازداری پاسخ		
	متغیرها	جهت	پاسخ صحیح	بی‌پاسخ	زمان پاسخ	پاسخ اشتباه	بی‌پاسخ	زمان پاسخ
آزمون با سطح اتکای پایدار	انحراف قامت	AP	-۰/۱۵(۰/۵۴)	۰/۲۴(۰/۳۱)	۰/۱۶(۰/۵۱)	۰/۲۱(۰/۳۸)	۰/۴۷(۰/۰۳*)	۰/۰۲(۰/۹۵)
		ML	-۰/۱۱(۰/۶۵)	۰/۱۸(۰/۴۴)	۰/۳۲(۰/۱۸)	-۰/۱۵(۰/۵۳)	-۰/۰۵(۰/۸۴)	۰/۴۲(۰/۰۸)
	نوسانات	AP	-۰/۵۲(۰/۰۱۹)	۰/۳۵(۰/۱۲)	-۰/۰۹(۰/۷۰)	۰/۵۱(۰/۰۲*)	۰/۵۵(۰/۰۱*)	-۰/۰۰۸(۰/۹۷)
		ML	-۰/۵۴(۰/۰۱۵)	۰/۲۸(۰/۲۳)	۰/۵۷(۰/۰۰۹)	۰/۲۲(۰/۳۵)	-۰/۱۲(۰/۶۲)	۰/۲۱(۰/۴۱)
	سرعت	AP	-۰/۸۲(۰/۰۰۰*)	۰/۶۶(۰/۰۰۲*)	۰/۶۴(۰/۰۰۲*)	۰/۲۱(۰/۳۸)	۰/۲۹(۰/۲۲)	۰/۰۰۱(۱/۰۰)
		ML	-۰/۶۱(۰/۰۰۴*)	۰/۳۰(۰/۱۹)	۰/۶۲(۰/۰۰۴*)	۰/۳۰(۰/۲۱)	۰/۵۸(۰/۰۰۸*)	-۰/۰۲(۰/۹۵)
	تغییرپذیری	AP	-۰/۵۶(۰/۰۱*)	۰/۶۲(۰/۰۰۴*)	-۰/۱۱(۰/۶۵)	۰/۱۳(۰/۵۹)	۰/۲۲(۰/۳۵)	۰/۴(۰/۱۰)
		ML	-۰/۲۶(۰/۴۷)	۰/۲۸(۰/۲۳)	۰/۴۰(۰/۰۸)	۰/۱۲(۰/۵۹)	۰/۰۶(۰/۸۲)	۰/۲۷(۰/۲۸)
آزمون با سطح اتکای ناپایدار	انحراف قامت	AP	۰/۱۳(۰/۵۹)	۰/۰۰۶(۰/۹۸)	۰/۱۸(۰/۴۶)	-۰/۱۵(۰/۵۴)	۰/۳۱(۰/۱۷)	۰/۱۲(۰/۶۵)
		ML	-۰/۴۱(۰/۰۷)	۰/۶۵(۰/۰۰۲*)	-۰/۰۴(۰/۸۶)	-۰/۳۲(۰/۱۸)	۰/۰۰۶(۰/۹۸)	۰/۳۸(۰/۱۲)
	نوسانات	AP	-۰/۴۳(۰/۰۵)	۰/۳۹(۰/۰۸)	۰/۱۹(۰/۴۳)	۰/۶۰(۰/۰۰۵*)	۰/۴۴(۰/۰۵)	۰/۴۳(۰/۰۷)
		ML	-۰/۳۷(۰/۱۱)	۰/۵۹(۰/۰۰۶*)	-۰/۱۳(۰/۵۹)	۰/۲۵(۰/۲۹)	-۰/۳۲(۰/۱۸)	-۰/۰۵(۰/۸۴)
	سرعت	AP	-۰/۱۵(۰/۵۴)	۰/۱۷(۰/۴۷)	۰/۰۸(۰/۷۲)	۰/۴۹(۰/۰۳*)	۰/۴۶(۰/۰۴*)	۰/۳۵(۰/۱۵)
		ML	-۰/۲۲(۰/۳۵)	۰/۵۱(۰/۰۲*)	۰/۳۵(۰/۱۳)	۰/۱۸(۰/۴۶)	-۰/۱۳(۰/۵۷)	۰/۴۳(۰/۰۷)
	تغییرپذیری	AP	۰/۱۵(۰/۵۲)	۰/۰۳(۰/۹۰)	۰/۱۴(۰/۵۶)	۰/۵۲(۰/۰۱۸*)	۰/۳۸(۰/۱۰)	۰/۲۲(۰/۳۹)
		ML	۰/۱۶(۰/۵۱)	۰/۰۹(۰/۷۲)	۰/۲۰(۰/۴۱)	۰/۲۳(۰/۳۲)	۰/۵۶(۰/۰۱*)	۰/۲۷(۰/۲۸)

تحلیل عاملی مربوط به آزمون‌های تعادلی در جدول ۳ نشان داده شده است، طبق این نتایج، اختلاف بین دو گروه در همه متغیرهای تعادلی معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). در متغیر انحراف قامت و تغییرپذیری CoP، هیچ‌کدام از فاکتورهای مورد بررسی تأثیر معنی‌داری بر این دو متغیر نشان نداده بودند (p>۰/۰۵)؛ اما عامل تکلیف و جهت بر مقدار نوسانات مؤثر بودند، مقایسه میانگین‌ها در آزمون تعقیبی، مشخص کرد ایستادن روی سطح بی‌ثبات موجب افزایش معنی‌دار نوسانات CoP در هر دو گروه می‌گردد. همچنین به‌طورکلی مقدار نوسانات CoP در جهت AP بیشتر از جهت ML بود. در متغیر سرعت حرکت، تعامل بین دو فاکتورهای تکلیف*جهت معنی‌دار بود (p=۰/۰۰۳). مقایسه بین میانگین‌ها نشان داد، با تغییر سطح اتکا، سرعت حرکت CoP در جهت ML افزایش یافته بود، این امر در گروه ID مشاهده گردید. نتایج همبستگی بین متغیرهای آزمون زمان واکنش با متغیرهای تعادلی نشان داد، تعداد محرک‌های بی‌پاسخ رابطه مستقیم و معنی‌داری با متغیرهای سرعت و تغییرپذیری در جهت AP در آزمون سطح اتکای پایدار و در انحراف قامت، نوسانات و سرعت در جهت ML در آزمون سطح اتکای ناپایدار دارد (۰/۶۶>r>۰/۵۱). همچنین تعداد پاسخ‌های صحیح در این آزمون، دارای رابطه منفی با متغیر سرعت در جهت AP (r=-۰/۸۲) و ML (r=-۰/۶۱)، تغییرپذیری (r=-۰/۵۶)، نوسانات CoP در هر دو جهت AP (r=-۰/۵۲) و ML (r=-۰/۵۴) بود. میانگین زمان پاسخ نیز با نوسانات در جهت ML و با سرعت حرکت CoP در هر دو جهت دارای رابطه معکوس و معنی‌داری بود (۰/۶۴>r>۰/۵۷). آزمون بازداری پاسخ نیز تعداد محرک‌های بی‌پاسخ و پاسخ‌های اشتباه، دارای رابطه معنی‌دار با اغلب متغیرهای تعادل بودند (۰/۶۰>r>۰/۴۶) که در جدول ۴ نشان داده شده است.

بحث

این مطالعه با هدف بررسی رابطه بین عملکرد تعادلی با کارکردهای اجرایی در کودکان ID و مقایسه با کودکان دارای هوش طبیعی انجام شد. یافته‌های این مطالعه نشان داد کودکان ID، دارای زمان واکنش به مراتب کندتر و نرخ بالاتری از پاسخ‌های نادرست

نسبت به کودکان دارای هوش طبیعی هستند که با تحقیقات قبلی در مورد نقص‌های شناختی در این جمعیت هم‌راستا است (۳۰, ۳۱). این یافته‌ها تأثیر گسترده ناتوانی ذهنی بر پردازش‌های شناختی و عملکرد حرکتی را مورد تأکید قرار می‌دهند، به‌ویژه در تکالیفی که نیازمند تصمیم‌گیری سریع و اجتناب از خطاها می‌باشند. زمان واکنش کندتر در کودکان ID ممکن است به نقص در سرعت پردازش اطلاعات، یکپارچه‌سازی مؤثر ورودی‌های حسی و ایجاد پاسخ‌های حرکتی مناسب نسبت داده شود برای هر دو تکلیف شناختی و کنترل قامت اهمیت دارند (۳۲). علاوه بر این، تعداد بالاتر پاسخ‌های نادرست نشان‌دهنده اختلال در کنترل بازداری و حافظه‌کاری است که از اجزای اصلی کارکردهای اجرایی هستند. این توانایی‌ها، برای حفظ توجه و سرکوب محرک‌های نامرتبط ضروری هستند (۳۳) اختلال در این توانایی‌ها، در کودکان ID ممکن حین تعامل با محیط‌های پویا که نیاز به تغییر سریع در قامت و حرکت است، چالش‌هایی را ایجاد کند.

تفاوت‌های بین-گروهی در متغیرهای تعادلی، نشان‌دهنده اختلالات تعادلی در کودکان ID نسبت به گروه کنترل است. این یافته‌ها هم‌راستا با تحقیقات قبلی بود که نشان می‌دهند، کودکان ID در مقایسه با همتایان با هوش طبیعی، ناپایداری قامتی بیشتری دارند، به‌ویژه زمانی که تقاضاهای تکلیف افزایش می‌یابد (۳۴). این نتایج ممکن است نشان‌دهنده نقص در یکپارچگی حسی و برنامه‌ریزی حرکتی در هر دو وضعیت تعادلی به‌ویژه برای سازگاری با کاهش اطلاعات حسی-عمقی به علت ایستادن روی فوم باشد (۳۵). طبق نتایج، کلیه متغیرهای تعادلی تحت تأثیر ID قرار گرفته‌اند، اما از یافته‌های قابل توجه در مطالعه حاضر، عدم تأثیرپذیری متغیرهای انحراف قامت و تغییرپذیری CoP از ایستادن روی فوم (سطح ناپایدار) است؛ که ممکن است به دلیل تأثیرپذیری این متغیرها از عوامل درونی (مانند کنترل عصبی-عضلانی، پردازش شناختی یا بیماری) باشند تا تقاضاهای خارجی تکلیف (مانند سطح اتکا یا دشواری تکلیف) (۳۶). برای بررسی مکانیسم‌های زیربنایی که به این جنبه‌های خاص از کنترل وضعیت در کودکان ID کمک می‌کنند، تحقیقات بیشتری مورد نیاز است. همچنین نتایج نشان دادند در هر دو گروه، حرکات مرکز فشار در جهت AP بیشتر از جهت ML بود. این یافته با محدودیت‌های بیومکانیکی قامت انسان همخوان است، زیرا جهت AP به دلیل ساختار آناتومیکی بدن و توزیع جرم، به‌طور ذاتی پایدار کمتری دارد (۳۷). بااین‌حال، شدت این اختلاف در گروه ID مشهودتر بود که نشان می‌دهد کودکان ID در کنترل قامت در جهت AP با مشکلات بیشتری مواجه باشند. طبق مدارک موجود، استراتژی مچ پا، مسئول کنترل حرکات کوچک تا متوسط قامت در جهت AP است (۳۶)، بنابراین ممکن این استراتژی در کودکان ID دارای نقص باشد. از این نتایج، می‌توان برای طراحی مداخلات متمرکز بر تقویت قدرت عضلات مؤثر بر مچ پا و سیستم حسی-حرکتی، استفاده کرد (۳۸).

نتایج این مطالعه نشان داد، سرعت CoP در جهت ML و در سطح ناپایدار به‌ویژه در گروه ID، به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل است. طبق نظر هوراک (۲۰۰۶)، افزایش سرعت حرکات CoP و وجود یک اختلال عصبی یا حرکتی، مثل کاهش توان ذهنی، ممکن است نشان‌دهنده اصلاح و تعدیل‌های سریع قامت و یک استراتژی‌های جبرانی برای مقابله با ناپایداری باشد (۳۶)؛ اما این استراتژی‌ها دارای هزینه انرژی بالاتر و کارایی کمتری هستند و احتمالاً موجب افزایش خستگی و ریسک سقوط می‌شوند (۳۹). همچنین افزایش تغییرپذیری قامت و سرعت CoP در این کودکان ممکن است بازتاب مکانیزم‌های جبرانی برای حفظ تعادل در مواجهه با ناکارآمدی‌های شناختی باشد.

نتایج رابطه سنجی بین متغیرهای شناختی و تعادلی نیز نشان داد، همبستگی معنی‌داری بین تعداد محرک‌های بدون پاسخ و متغیرهای تعادلی، وجود دارد که نشان می‌دهد کاهش توجه یا تأخیر در پردازش شناختی، ممکن است تأثیر مستقیمی بر کاهش پایداری قامت داشته باشد. طبق یافته‌های این مطالعه، کودکان با زمان واکنش کندتر یا پاسخ‌هایی با دقت کمتر در آزمون زمان واکنش، ناپایداری

قامت بیشتری نشان داده‌اند. تحقیقات قبلی نیز نشان می‌دهند نقص در توجه و سرعت پردازش با کنترل ضعیف‌تر تعادل، به‌ویژه تحت شرایط چالش‌برانگیز، همراه هستند (۴۰).

رابطه بین زمان پاسخ با نوسانات و سرعت حرکت CoP بر نقش سرعت پردازش شناختی در کنترل قامت تأکید می‌کند. زمان واکنش سریع‌تر ممکن است به کودکان اجازه بدهد به‌طور مؤثرتر بر آشفتگی‌های قامت غلبه کنند و نیاز به حرکت‌های اصلاحی بزرگ یا سریع را کاهش دهند؛ بنابراین مطابق با نظر هوراک (۲۰۰۶) کارکردهای اجرایی، از جمله توجه و بازداری پاسخ، نقش حیاتی در حفظ تعادل، به‌ویژه در محیط‌های پویا یا غیرقابل پیش‌بینی دارند (۳۶). رابطه مشاهده‌شده بین بازداری پاسخ و کنترل قامت ممکن است بازتاب بسترهای عصبی مشترک در این عملکردها، به‌ویژه قشر پیشانی و ارتباط آن با مناطق حرکتی و حسی باشد (۲۷). نقص در بازداری پاسخ ممکن است توانایی کودکان با ناتوانی ذهنی را در فیلتر کردن اطلاعات نامرتبط و اجرای تنظیمات دقیق حرکتی مختل کند و به ناپایداری بیشتر قامت منجر گردد.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این مطالعه نشان داد ناتوانی ذهنی تأثیر گسترده‌ای بر پردازش‌های شناختی و عملکرد حرکتی دارد، به‌ویژه در تکالیفی که نیازمند تصمیم‌گیری سریع، کنترل بازداری و یکپارچه‌سازی حسی–حرکتی هستند. افزایش سرعت و تغییرپذیری CoP در این کودکان ممکن است نشان‌دهنده استفاده از استراتژی‌های جبرانی کم‌بازده باشد که موجب افزایش خستگی و ریسک افتادن می‌گردد. کاهش توجه، سرعت پردازش آهسته و نقص در بازداری پاسخ ممکن است توانایی کودکان ID را در تطابق با تغییرات محیطی و اجرای حرکات اصلاحی دقیق مختل کند. در نهایت، این مطالعه تأکید به طراحی مداخلات جامع و یکپارچه‌ای دارد که به بهبود کارکردهای اجرایی و کنترل قامت در کودکان ID بپردازند. تمرینات تعادلی که شامل تکالیف چالش‌برانگیز و تمرینات شناختی–حرکتی هستند، می‌توانند به بهبود یکپارچه‌سازی حسی–حرکتی و کاهش ناپایداری قامت در این کودکان کمک کنند. همچنین، تقویت عضلات مؤثر بر مچ پا و بهبود استراتژی‌های کنترل قامت می‌تواند به کاهش وابستگی به استراتژی‌های جبرانی کم‌بازده و کاهش خطر افتادن کمک کند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمامی اصول اخلاقی در این پژوهش رعایت شده است. همه شرکت‌کنندگان با رضایت کامل در مطالعه شرکت کردند و به آن‌ها اطمینان داده شد که تمام اطلاعات مربوط به آن‌ها محرمانه باقی خواهد ماند.

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

Reference

1. Fragkou D, Gkrimas G, Pyrgeli M. Therapeutic interventions for trunk and improvement of posture in children with cerebral palsy: A review of the literature. MOJ Orthop Rheumatol. 2018;10(4):288-96. [DOI:10.15406/mojor.2018.10.00434]

2. Robertson J, Baines S, Emerson E, Hatton C. Postural care for people with intellectual disabilities and severely impaired motor function: A scoping review. Journal of applied research in intellectual disabilities. 2018;31:11-28. [DOI:10.1111/jar.12325] [PMID]

3. Chen Y, Yu Y, Niu R, Liu Y. Selective Effects of Postural Control on Spatial vs. Nonspatial Working Memory: A Functional Near-Infrared Spectral Imaging Study. Front Hum Neurosci. 2018; 12 (June): 1-11. [DOI:10.3389/fnhum.2018.00243] [PMID]

4. Hartman E, Houwen S, Scherder E, Visscher C. On the relationship between motor performance and executive functioning in children with intellectual disabilities. Journal of Intellectual Disability Research. 2010;54(5):468-77. [DOI:10.1111/j.1365-2788.2010.01284.x] [PMID]

5. Friedman NP, Miyake A, Corley RP, Young SE, DeFries JC, Hewitt JK. Not all executive functions are related to intelligence. Psychological science. 2006;17(2):172-9. [DOI:10.1111/j.1467-9280.2006.01681.x] [PMID]

6. Chevalère J, Postal V, Jauregui J, Copet P, Laurier V, Thuilleaux D. Assessment of Executive Functions in P rader-W illi Syndrome and Relationship with Intellectual Level. Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities. 2013;26(4):309-18. [DOI:10.1111/jar.12044] [PMID]

7. Costanzo F, Varuzza C, Menghini D, Addona F, Gianesini T, Vicari S. Executive functions in intellectual disabilities: a comparison between Williams syndrome and Down syndrome. Research in developmental disabilities. 2013;34(5):1770-80. [DOI:10.1016/j.ridd.2013.01.024] [PMID]

8. Happé F, Booth R, Charlton R, Hughes C. Executive function deficits in autism spectrum disorders and attention-deficit/hyperactivity disorder: examining profiles across domains and ages. Brain and cognition. 2006;61(1):25-39. [DOI:10.1016/j.bandc.2006.03.004] [PMID]

9. Wilding J, Cornish K, Munir F. Further delineation of the executive deficit in males with fragile-X syndrome. Neuropsychologia. 2002;40(8):1343-9. [DOI:10.1016/S0028-3932(01)00212-3] [PMID]

10. Woodcock KA, Oliver C, Humphreys GW. Task-switching deficits and repetitive behaviour in genetic neurodevelopmental disorders: Data from children with Prader-Willi syndrome chromosome 15 q11-q13 deletion and boys with Fragile X syndrome. Cognitive Neuropsychology. 2009;26(2):172-94. [DOI:10.1080/02643290802685921] [PMID]

11. Kranzler JH, Jensen AR. Inspection time and intelligence: A meta-analysis. Intelligence. 1989;13(4):329-47. [DOI:10.1016/S0160-2896(89)80006-6]

12. Lipowicz A, Bugdol MN, Szurmik T, Bibrowicz K, Kurzeja P, Mitas AW. Body balance analysis of children and youth with intellectual disabilities. Journal of Intellectual Disability Research. 2019;63(11):1312-23. [DOI:10.1111/jir.12671] [PMID]

13. Azadian E, Nasab AD, Majlesi M, Rezaie M. Effect of manipulation of base of support on center of pressure: comparison of children with and without intellectual disability. Kinesiologia Slovenica: scientific journal on sport. 2023;29(3):75-86. [DOI:10.52165/kinsi.29.3.75-86]

14. Dehghan Nasab A, Azadian E. Relationship between Fundamental Movement Skills and Variability in Postural Control: Comparison of Children with and without Intellectual Disability. Pajouhan Scientific Journal. 2024;22(1):31-41. [DOI:10.61186/psj.22.1.31]

15. Yu C, Li J, Liu Y, Qin W, Li Y, Shu N, et al. White matter tract integrity and intelligence in patients with mental retardation and healthy adults. Neuroimage. 2008;40(4):1533-41. [DOI:10.1016/j.neuroimage.2008.01.063] [PMID]

16. Hall JM, Thomas MJ. Promoting physical activity and exercise in older adults with developmental disabilities. Topics in Geriatric Rehabilitation. 2008;24(1):64-73. [DOI:10.1097/01.TGR.0000311407.09178.55]

17. Kachouri H, Jouira G, Laatar R, Borji R, Rebai H, Sahli S. Different types of combined training programs to improve postural balance in single and dual tasks in children with intellectual disability. Journal of Intellectual Disabilities. 2024;28(1):225-39. [DOI:10.1177/17446295221148585] [PMID]

18. Ho P, Bulsara M, Patman S, Downs J, Bulsara C, Hill AM. Incidence and associated risk factors for falls in adults with intellectual disability. Journal of Intellectual Disability Research. 2019;63(12):1441-52. [DOI:10.1111/jir.12686] [PMID]

19. Pal J, Hale L, Mirfin-Veitch B, Claydon L. Injuries and falls among adults with intellectual disability: A prospective New Zealand cohort study. Journal of Intellectual and Developmental Disability. 2014;39(1):35-44. [DOI:10.3109/13668250.2013.867929]

20. Hsieh K, Rimmer J, Heller T. Prevalence of falls and risk factors in adults with intellectual disability. American journal on intellectual and developmental disabilities. 2012;117(6):442-54. [DOI:10.1352/1944-7558-117.6.442] [PMID]

21. Bibrowicz K, Szurmik T, Wodarski P, Michnik R, Mysliwiec A, Barszcz J, et al. Quality of body posture and postural stability in people with intellectual disability playing volleyball. Acta of Bioengineering and Biomechanics. 2019;21(1):23-30.

22. Lipsitz LA, Goldberger AL. Loss of'complexity'and aging: potential applications of fractals and chaos theory to senescence. Jama. 1992;267(13):1806-9. [DOI:10.1001/jama.1992.03480130122036]

23. Stergiou N, Yu Y, Kyvelidou A. A perspective on human movement variability with applications in infancy motor development. Kinesiology Review. 2013;2(1):93-102. [DOI:10.1123/krj.2.1.93]

24. Stergiou N, Decker LM. Human movement variability, nonlinear dynamics, and pathology: is there a connection? Human movement science. 2011;30(5):869-88. [DOI:10.1016/j.humov.2011.06.002] [PMID]

25. Suarez LV. Relationship Between Executive Function and Postural Control. 2019.

26. Chen Y, Yu Y, Niu R, Liu Y. Selective effects of postural control on spatial vs. nonspatial working memory: A functional near-infrared spectral imaging study. Frontiers in human neuroscience. 2018;12:243. [DOI:10.3389/fnhum.2018.00243] [PMID]

27. Koziol LF, Budding DE, Chidekel D. From movement to thought: executive function, embodied cognition, and the cerebellum. The Cerebellum. 2012;11(2):505-25. [DOI:10.1007/s12311-011-0321-y] [PMID]

28. Rocchi L, Chiari L, Horak F. Effects of deep brain stimulation and levodopa on postural sway in Parkinson's disease. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 2002;73(3):267-74. [DOI:10.1136/jnnp.73.3.267] [PMID]

29. Wodka EL, Mark Mahone E, Blankner JG, Gidley Larson JC, Fotedar S, Denckla MB, et al. Evidence that response inhibition is a primary deficit in ADHD. Journal of clinical and experimental neuropsychology. 2007;29(4):345-56. [DOI:10.1080/13803390600678046] [PMID]

30. Schuchardt K, Maehler C, Hasselhorn M. Working memory deficits in children with specific learning disorders. Journal of learning Disabilities. 2008;41(6):514-23. [DOI:10.1177/0022219408317856] [PMID]

31. Van der Molen MJ, Van Luit JE, Jongmans MJ, Van der Molen MW. Verbal working memory in children with mild intellectual disabilities. Journal of Intellectual Disability Research. 2007;51(2):162-9. [DOI:10.1111/j.1365-2788.2006.00863.x] [PMID]

32. Doherty MJ, Campbell NM, Tsuji H, Phillips WA. The Ebbinghaus illusion deceives adults but not young children. Developmental science. 2010;13(5):714-21. [DOI:10.1111/j.1467-7687.2009.00931.x] [PMID]

33. Diamond A. Executive functions. Annual review of psychology. 2013;64(1):135-68. [DOI:10.1146/annurev-psych-113011-143750] [PMID]

34. Vuijk PJ, Hartman E, Scherder E, Visscher C. Motor performance of children with mild intellectual disability and borderline intellectual functioning. Journal of intellectual disability research. 2010;54(11):955-65. [DOI:10.1111/j.1365-2788.2010.01318.x] [PMID]

35. Shumway-Cook A. Motor control: Translating research into clinical practice. Lippincoot Williams & Wilkins. 2007.

36. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? Age and ageing. 2006;35(suppl_2):ii7-ii11. [DOI:10.1093/ageing/afl077] [PMID]

37. Winter DA, Patla AE, Prince F, Ishac M, Gielo-Perczak K. Stiffness control of balance in quiet standing. Journal of neurophysiology. 1998;80(3):1211-21. [DOI:10.1152/jn.1998.80.3.1211] [PMID]

38. Azimizadeh MJ, Hoseini SH, Norasteh AA. Effect of a Combined Strengthening and Proprioceptive Training Program on Balance and Gait of Female Children with Intellectual Disability. Journal of Sport Biomechanics. 2021;7(2):136-47. [DOI:10.32598/biomechanics.7.2.5]

39. Hale JB, Reddy LA, Semrud-Clikeman M, Hain LA, Whitaker J, Morley J, et al. Executive impairment determines ADHD medication response: implications for academic achievement. Journal of Learning Disabilities. 2011;44(2):196-212. [DOI:10.1177/0022219410391191] [PMID]

40. Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. Gait & posture. 2002;16(1):1-14. [DOI:10.1016/S0966-6362(01)00156-4] [PMID]