



The Effect of Different Attentional Focus Strategies on the Quality of Selected Gait Parameters in Adolescents with Educable Intellectual Disabilities

Hossein Samadi(Ph.D.)¹, Mostafa Hajlotfalian(Ph.D.)², Mohammad Javad Razi(Ph.D.)³

1.Associate Professor Physical, Education and Sport Sciences, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Yazd University, Yazd, Iran

2.Assistant Professor Physical, Education and Sport Sciences, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Yazd University, Yazd, Iran

3.Corresponding Author: Assistant Professor, Department of Physical Education, Farhangian University, Tehran, Iran
Email:mrrazi@cfu.ac.ir Tel:09136073368

Abstract

Introduction: Individuals with educable intellectual disability often experience cognitive and motor limitations that may impair balance, gait, and ultimately functional independence. Given the critical role of attentional focus in motor control, this study aimed to investigate the effects of different attentional focus strategies on gait quality in adolescents with educable intellectual disabilities

Methods: This quasi-experimental study with a within-subjects design was conducted on 25 students aged 11 to 13 years with educable intellectual disability in the year 2025. Participants walked along a 10-meter walkway under four randomized attentional focus conditions (control, internal focus, proximal external focus, and distal external focus). Kinematic data were collected using seven inertial measurement unit (IMU) sensors, and three key gait parameters- gait velocity, kinematic variability, and gait symmetry—were analyzed. Repeated-measures analysis of variance (ANOVA) was used to compare the experimental conditions. Statistical analyses were performed using SPSS version 24, with a significance level set at 0/05.

Results: The results revealed significant differences between attentional focus conditions in gait velocity ($p<0/001$, $\eta^2=0/413$) and kinematic variability ($p<0/001$, $\eta^2=0/257$). However, no statistically significant difference was observed in gait symmetry ($p=0/160$). External focus increased gait velocity, whereas internal focus was associated with greater movement variability.

Conclusion: The findings suggest that the type of attentional focus can influence gait quality in adolescents with educable intellectual disabilities. In particular, employing external focus of attention be beneficial in designing motor interventions aimed at improving functional independence and reducing fall risk in this population.

Keywords: Attention, Gait, Intellectual Disability, Adolescent, Accelerometry

Conflict of interest: The authors declared no conflict of interest.



This Paper Should be Cited as:

Author: Hossein Samadi, Mostafa Hajlotfalian, Mohammad Javad Razi. The Effect of Different Attentional Focus Strategies on the Quality of Selected Gait Parameters in Adolescents with EducableTolooebehdasht Journal. 2026;24(6)1-15.[Persian]



اثر راهبردهای مختلف تمرکز توجه بر کیفیت برخی مولفه‌های گام برداری نوجوانان کم‌توان ذهنی آموزش‌پذیر

نویسندگان: حسین صمدی^۱، مصطفی حاج لطفعلیان^۲، محمدجواد رضی^۳

۱. دانشیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

۲. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

۳. نویسنده مسئول: استادیار گروه آموزش تربیت بدنی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران

شماره تماس: ۰۹۱۳۶۰۷۳۳۶۸ Email: mrizi@cfu.ac.ir

چکیده

مقدمه: افراد دارای کم‌توانی ذهنی با محدودیت‌های شناختی و حرکتی مواجه‌اند که می‌تواند تعادل، راه رفتن و استقلال عملکردی آنان را مختل کند. با توجه به نقش تمرکز توجه در کنترل حرکتی، این پژوهش با هدف بررسی اثر راهبردهای مختلف توجه بر کیفیت گام‌برداری نوجوانان کم‌توان ذهنی آموزش‌پذیر انجام شد.

روش بررسی: این مطالعه نیمه‌تجربی با طرح درون‌گروهی روی ۲۵ دانش‌آموز ۱۱ تا ۱۳ ساله دارای کم‌توانی ذهنی آموزش‌پذیر در سال ۱۴۰۴ انجام شد. گام‌برداری شرکت‌کنندگان در مسیر ۱۰ متری تحت چهار وضعیت مختلف تمرکز توجه (شرایط کنترل، تمرکز درونی، تمرکز بیرونی نزدیک و تمرکز بیرونی دور) به صورت تصادفی ارزیابی شد. داده‌های کینماتیکی با استفاده از هفت حسگر اینرسی جمع‌آوری و سه شاخص کلیدی شامل سرعت گام‌برداری، تغییرپذیری سینماتیکی و تقارن گام تحلیل گردید. برای مقایسه شرایط مختلف آزمایشی، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. تمامی تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ و در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد بین شرایط مختلف تمرکز توجه، در شاخص‌های سرعت گام‌برداری ($P < 0/001$)، $\eta^2 = 0/413$ و تغییرپذیری سینماتیکی ($P < 0/001$) تفاوت معناداری وجود دارد؛ اما در شاخص تقارن گام، تفاوت آماری معناداری مشاهده نشد ($P = 0/016$). تمرکز بیرونی موجب افزایش سرعت گام‌برداری شد، در حالی که تمرکز درونی با افزایش نوسانات حرکتی همراه بود.

نتیجه‌گیری: یافته‌ها بیانگر آن است که نوع جهت‌دهی توجه می‌تواند بر کیفیت گام‌برداری در نوجوانان کم‌توان ذهنی آموزش‌پذیر تأثیرگذار باشد. به‌ویژه، استفاده از تمرکز بیرونی می‌تواند در طراحی مداخلات حرکتی جهت بهبود استقلال عملکردی و کاهش خطر سقوط این گروه مؤثر واقع شود.

واژه‌های کلیدی: توجه؛ راه رفتن؛ کم‌توانی ذهنی؛ نوجوان؛ شتاب‌سنجی

طلوع بهداشت

دو ماهنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال بیست و چهارم

شماره ششم

بهمن و اسفند

شماره مسلسل: ۱۱۴

تاریخ وصول: ۱۴۰۴/۰۶/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۲۹



مقدمه

افراد دارای کم توانی ذهنی یکی از زیر گروه های اصلی اختلالات رشد عصبی محسوب می شوند که به دلیل ناتوانی های قابل توجه در عملکردهای هوشی و مهارت های سازشی، در فرایندهایی مانند یادگیری، حل مسئله، تعامل اجتماعی و انجام فعالیت های روزمره با چالش های جدی مواجه هستند (۱). شدت این اختلال معمولاً در سه سطح خفیف، متوسط و شدید طبقه بندی می شود که در این میان، افراد با کم توانی ذهنی آموزش پذیر در طبقه خفیف قرار دارند و بهره هوشی آنها معمولاً در بازه ۵۰ تا ۷۵ است (۲).

این گروه از افراد با وجود محدودیت های شناختی، توانایی یادگیری مهارت های پایه زندگی و حرکتی را دارند، به شرط آن که آموزش ها ساختارمند، تدریجی و با حمایت مستمر ارائه شود. با این حال، فرایند یادگیری در آنان معمولاً با کندی، ضعف در کارکردهای اجرایی، اختلال در حافظه کاری و نقص در پردازش های حسی- حرکتی همراه است (۳، ۴). برآوردها نشان می دهد که حدود سه درصد از جمعیت جهان در جاتی از کم توانی ذهنی دارند که بخش قابل توجهی از آنها در گروه آموزش پذیر قرار می گیرند (۵).

از منظر حرکتی، افراد با کم توانی ذهنی آموزش پذیر اغلب با مشکلاتی مانند کاهش سرعت گام برداری، افزایش نوسانات حرکتی، ضعف در هماهنگی اندام ها و ناپایداری ساختار قامت مواجه اند. این اختلالات معمولاً ناشی از مشکلات یکپارچگی سیستم های حسی- حرکتی شامل سیستم بینایی، دهلیزی و حس عمقی، کاهش تون عضلانی، تأخیر در واکنش های حرکتی و هم انقباضی های غیر طبیعی عضلات است (۶، ۷).

این ناهنجاری ها علاوه بر کاهش بازدهی حرکتی و افزایش مصرف انرژی در راه رفتن، به طور مستقیم استقلال عملکردی و مشارکت اجتماعی افراد را نیز تحت تأثیر قرار می دهند (۸، ۹). به طور خاص، الگوی گام برداری این افراد اغلب با کاهش سرعت، افزایش مدت زمان مرحله اتکا و نوسانات بیشتر مرکز جرم بدن همراه است؛ عواملی که منجر به افزایش تغییرپذیری مفصلی، ناپایداری در اجرای حرکت، بالا رفتن خطر سقوط و کاهش کارایی کلی سیستم حرکتی می شوند (۱۰).

در مطالعات تحلیلی، سه شاخص کلیدی برای ارزیابی کیفیت گام برداری این افراد بیش از سایر متغیرها مورد توجه قرار گرفته است: نخست، سرعت گام برداری به عنوان نمایه ای از کارایی عملکرد سیستم عصبی- عضلانی (۱۱)؛ دوم، تغییرپذیری سینماتیکی که بازتاب دهنده سطح ثبات و نوین حرکتی است (۱۲، ۱۳) و سوم، تقارن گام به عنوان معیاری از هماهنگی دوطرفه اندام های تحتانی (۱۴-۱۶).

پژوهش ها نشان داده اند که این شاخص ها بسته به شرایط بالینی یا مداخله ای، حساسیت های متفاوتی دارند. برای نمونه، سرعت گام برداری در جمعیت های دارای اختلالات عصبی همچون بیماران سکته مغزی یا پارکینسون تحت تأثیر تمرین های بدنی یا مداخلات شناختی بهبود می یابد و شاخصی پایدار و قابل اعتماد برای ارزیابی پیشرفت محسوب می شود. در مقابل، زمانی که کنترل عصبی کاهش یافته یا ساختار قامتی ناپایدار باشد، تغییرپذیری سینماتیکی معمولاً افزایش می یابد. همچنین، تقارن گام در نوجوانان با ناهنجاری های رشدی یا آسیب های مغزی غالباً نسبت به مداخلات کوتاه مدت مقاوم تر است و کمتر تغییر می کند (۱۷-۱۹). بنابراین تحلیل هم زمان این سه شاخص



می تواند ارزیابی دقیق تری از کیفیت گام برداری و کنترل حرکتی در این گروه از افراد ارائه دهد.

در حوزه علوم اعصاب و یادگیری حرکتی، جهت دهی توجه یکی از مؤلفه های مهمی است که می تواند بر کیفیت اجرای مهارت های حرکتی مانند گام برداری تأثیر بگذارد. جهت دهی توجه معمولاً به دو نوع اصلی تقسیم می شود تمرکز درونی (Internal Focus of Attention) (IFA) که معطوف به اجزای بدنی و حس های حرکتی فرد است و تمرکز بیرونی (External Focus of Attention) (EFA) که به اثرات حرکت در محیط پیرامون توجه دارد. بر اساس نظریه های «پردازش خودکار» و «فرضیه عمل محدود»، تمرکز بیرونی با کاهش مداخله شناختی، فعال سازی مسیرهای حرکتی ضمنی و تقویت کنترل غیر آگاهانه، موجب بهبود روانی و دقت حرکت می شود (۲۲-۲۰).

بخش قابل توجهی از پژوهش ها اثرات مثبت تمرکز بیرونی بر بهبود شاخص های گام برداری در جوامع مختلف گزارش کرده اند (۲۳، ۲۴). برای مثال آخوندزاده و همکاران در پژوهش خود تغییرپذیری کمتری را در سگمنت های ران و ساق پای دختران کم توان ذهنی متعاقب دستورالعمل توجه بیرونی در مقایسه با درونی نشان دادند (۲۵).

با این حال، شواهد اندکی نیز وجود دارد که نشان می دهد تمرکز درونی، به ویژه در مراحل ابتدایی یادگیری، می تواند برای برخی گروه ها از جمله نوجوانان مفید باشد. به عنوان مثال، بابک و همکاران در مطالعه ای بر یادگیری مهارت پرتاب دارت در دانش آموزان دبیرستانی گزارش کردند که دستورالعمل های مرتبط با فرم یا تکنیک حرکت، که ماهیتی نزدیک به تمرکز

درونی دارند، می توانند در مراحل اولیه یادگیری برای بهبود عملکرد مفید باشند (۲۶). افزون بر جهت توجه، فاصله کانون توجه بیرونی نیز می تواند بر اجرای حرکت اثر بگذارد. در تمرکز بیرونی نزدیک، توجه فرد به اثرات حرکت در فاصله ای نزدیک به بدن (مانند محل تماس پا با زمین یا نشانه های نزدیک مسیر) هدایت می شود؛ در حالی که در تمرکز بیرونی دور، توجه به هدف یا نشانه ای دورتر در محیط معطوف می گردد. برخی شواهد نشان می دهند که افزایش فاصله کانون توجه ممکن است با تسهیل کنترل خودکارتر و کاهش توجه به جزئیات حرکتی بدن همراه باشد، اما این اثر احتمالاً به سطح مهارت و ماهیت تکلیف وابسته است (۳۰-۲۷، ۲۵).

برای مثال هرچند متاآنالیز ژلنگ و همکاران برتری توجه بیرونی دور را نسبت به نزدیک نشان داد، اما این تفاوت تنها در زیرگروه افراد ماهر معنادار بود و در زیرگروه مبتدیان تفاوت آماری معناداری مشاهده نشد (۳۰). این امر نشان می دهد اثرات توجه و فاصله می تواند به عواملی همچون سطح مهارت، نوع تکلیف و ... مرتبط باشد.

با وجود انجام مطالعات متعدد در زمینه تمرکز توجه و راه رفتن در بزرگسالان یا سالمندان دارای اختلالات حرکتی، شواهد تجربی درباره تأثیر انواع استراتژی های توجه بر الگوی گام برداری نوجوانان کم توان ذهنی آموزش پذیر همچنان محدود است. این محدودیت از آن جهت حائز اهمیت است که افراد کم توان ذهنی به دلیل نقص در پردازش شناختی و حسی-حرکتی، ممکن است پاسخ متفاوتی به دستورالعمل های توجه نسبت به سایر جمعیت ها نشان دهند و تعمیم نتایج مطالعات بزرگسالان سالم یا بیماران نورولوژیک به این گروه قابل اعتماد



نیست. به علاوه، اغلب پژوهش‌های قبلی صرفاً به مقایسه اثر دستورالعمل تمرکز توجه درونی و بیرونی پرداخته و اثرات فاصله‌دهی کانون توجه بیرونی کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. افزون بر این، نتایج پژوهش‌های موجود بر متغیرهای مورد بررسی متناقض است (۳۰).

از آنجا که راه رفتن یکی از ارکان اصلی زندگی مستقل و مشارکت اجتماعی در افراد کم‌توان ذهنی است، بهره‌گیری از تمرکز توجه به عنوان یک راهبرد شناختی می‌تواند نقش مهمی در بهبود کیفیت حرکت و اصلاح الگوهای گام‌برداری داشته باشد. به طور کلی، به دلیل خلاهای روش شناختی (۲۷)، کمبود شواهد در جمعیت کم‌توان ذهنی، عدم بررسی کافی اثر فاصله توجه بیرونی و تناقضات موجود در یافته‌ها، طراحی پژوهش‌های اختصاصی برای این گروه ضروری است.

بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر چهار نوع جهت‌دهی توجه (شرایط کنترل، تمرکز درونی، تمرکز بیرونی نزدیک و تمرکز بیرونی دور) بر سه شاخص کلیدی کیفیت گام‌برداری، شامل سرعت گام‌برداری، تغییرپذیری سینماتیکی و تقارن گام، در نوجوانان ۱۱ تا ۱۳ ساله کم‌توان ذهنی آموزش پذیر طراحی و اجرا شد. یافته‌های این پژوهش می‌تواند به شناسایی نحوه پاسخ‌دهی این نوجوانان به دستورالعمل‌های شناختی کمک کرده و مبنایی برای طراحی برنامه‌های تمرینات ورزشی در مدارس استثنایی و مداخلات توانبخشی هدفمندتر فراهم آورد.

روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و از نظر ماهیت و روش اجرا، نیمه تجربی با طرح درون گروهی (طرح اندازه‌گیری مکرر) بود.

جامعه آماری پژوهش را کلیه دانش‌آموزان دختر کم‌توان ذهنی تشکیل دادند که در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ در مدارس استثنایی شهرستان یزد مشغول به تحصیل بودند. تعیین حجم نمونه از نسخه ۳.۱ نرم افزار Gpower با در نظر گرفتن سطح آلفای ۰/۰۵ و توان ۰/۸ محاسبه شد. بر این اساس تعداد ۲۵ نفر نوجوانان کم‌توان ذهنی ۱۱ الی ۱۳ ساله به صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند.

معیارهای ورود به مطالعه شامل تشخیص کم‌توانی ذهنی آموزش‌پذیر توسط مراجع تخصصی، توانایی درک و پیروی از دستورالعمل‌های پژوهش، کسب رضایت آگاهانه از والدین و دانش‌آموزان برای مشارکت در پژوهش، توانایی راه رفتن مستقل بدون نیاز به کمک، عدم ابتلا به بیماری‌های زمینه‌ای یا مصرف داروهای مؤثر بر عملکرد حرکتی یا شناختی، داشتن حداقل بینایی لازم (با یا بدون عینک) برای انجام فعالیت‌های پژوهش و قرار داشتن در محدوده سنی تعیین‌شده بود. تمامی مراحل برای هر آزمودنی در یک روز و با فاصله استراحت مناسب انجام شد.

معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل عدم تمایل به ادامه همکاری در هر مرحله از پژوهش بود. پس از اخذ تأییدیه اخلاقی از کمیته مربوطه و کسب رضایت آگاهانه کتبی از شرکت‌کنندگان و والدین آنان، آزمودنی‌ها با اهداف و مراحل پژوهش آشنا شدند و لباس استاندارد (تشرت و شلوار ورزشی بدون پاپوش) جهت تسهیل نصب سنسورها پوشیدند.

آموزش اولیه درباره نحوه راه رفتن در شرایط مختلف ارائه شد و داده‌های گام‌برداری با استفاده از هفت واحد اندازه‌گیری اینرسی (IMU) NORAXON ساخت آمریکا مجهز به شتاب‌سنج سه محوره، ژيروسکوپ و مگنتومتر با فرکانس ۴۰۰



هرتز ثبت گردید.

سگمنت‌های بدن اجرا گردید.

سنسورها مطابق پروتکل استاندارد روی ساکروم (ثبت داده‌های کلی بدن)، وسط سطح قدامی ران‌ها، وسط سطح قدامی درشت‌نی‌ها و استخوان نایکولار هر دو پا نصب شدند. بر روی بدن آزمودنی‌ها، سنسورها بر روی ساکروم، سطح قدامی ران‌ها، سطح قدامی درشت‌نی‌ها و استخوان نایکولار هر دو پا نصب شدند (شکل ۱). آزمودنی‌ها مسیر ۱۰ متری را تحت چهار شرایط استراتژی توجه شامل (۱) کنترل (بدون دستورالعمل)، (۲) توجه درونی (تمرکز بر حرکات بدن)، (۳) توجه بیرونی نزدیک (تمرکز بر نقاط نزدیک پا) و (۴) توجه بیرونی دور (تمرکز بر هدف دور) با ترتیب متوازن شده (کانتربالانس) و سه تکرار برای هر شرایط طی کردند که در مجموع ۱۲ آزمایش به ازای هر نفر ثبت شد. هر تکرار بسته به فرد بین ۱۰ تا ۲۰ ثانیه طول کشید و بین تکرارها یک دقیقه استراحت جهت جلوگیری از خستگی در نظر گرفته شد. همچنین بین شرایط مختلف ۵ دقیقه استراحت برای کاهش اثر خستگی و یادگیری لحاظ شد. ترتیب اجرای شرایط به صورت متوازن شده (کانتربالانس) تنظیم گردید. فرآیند با فرمان «حرکت» آغاز و با عبور کامل از خط پایان پایان یافت. سنسورها پیش از هر تکرار کالیبره شدند.

داده‌های خام حاصل از سنسورهای شتاب‌سنج،ژیروسکوپ و مگنتومتر در نرم‌افزار MyoMotion (سیستم Noraxon) با فرمت CSV استخراج و ذخیره شد. در مرحله اول، یک کد اختصاصی در محیط متلب ۲۰۲۱b برای ادغام داده‌های IMU و تبدیل آن‌ها به مختصات کواترنیون توسعه داده شد. سپس با استفاده از وب سایت c3dtools.com (۲۸) فرآیند کینماتیک معکوس جهت تبدیل مختصات کواترنیون به زوایای

داده‌های سینماتیکی حاصل به صورت درصدی از سیکل گام برداری، نرمال‌سازی شدند. برای استخراج فاکتورهای فضایی-زمانی گام برداری، از سیگنال‌های شتاب سنج جهت شناسایی لحظات تماس پاشنه با زمین استفاده شد (۳۱).

در این مطالعه از سه مولفه سرعت گام برداری، تقارن گام و تغییرپذیری سینماتیکی گام برداری برای بررسی کیفیت گام برداری نوجوانان کم توان ذهنی استفاده شد. برای محاسبه سرعت گام از رابطه یک استفاده شد (۳۲).

$$\text{رابطه ۱} \quad \text{Gait speed} = \frac{\text{Displacement}}{\text{Time}}$$

برای محاسبه تقارن گام، از مدت زمان گام‌های راست و چپ طبق رابطه ۲ استفاده شد.

رابطه ۲

$$\text{Symmetry Index} = 100 - \left(\frac{\text{Right step Time}}{\text{Left step Time}} * 100 \right)$$

و برای محاسبه تغییرپذیری سینماتیکی، ابتدا تغییرپذیری حاصل از چهار سیکل کامل گام برداری به صورت نرمال شده بر حسب سیکل گام برداری برای ۲۱ درجه آزادی پایین تنه (لگن، ران راست و چپ، زانوی راست و چپ و مچ راست و چپ هر کدام سه درجه آزادی) با استفاده از شاخص انحراف استاندارد به دست آمد (رابطه ۳).

در ادامه سطح زیر منحنی هریک از درجات آزادی از طریق انتگرال‌گیری از سیگنال به دست آمد و در نهایت مجموع ۲۱ درجه آزادی به عنوان شاخص تغییرپذیری سینماتیکی گزارش شد (۳۲، ۳۳).



رابطه ۳

$$Angular\ Variability = std(Angular\ Displacement_{4\ cycle})$$

رابطه ۴

$$Variability\ Index = sum(\int_0^1 \int_{All\ DOF} Angular\ Variability)$$

داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ تحلیل شدند. در بخش

توصیفی، میانگین و انحراف معیار متغیرها محاسبه و در جداول ارائه گردید. در بخش استنباطی، از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای مقایسه چهار شرایط آزمایشی استفاده شد. پیش‌فرض کروییت با آزمون موخلی بررسی و در صورت نیاز از تصحیح گرین هاوز-گیسر بهره گرفته شد. مقایسه‌های زوجی با آزمون بونفرونی و اندازه اثر با اتا گزارش شد. سطح معناداری ۰/۰۵ و نرمالیتی داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک تأیید گردید.



شکل ۱: نمای شماتیک شرایط آزمایش شامل استراتژی‌های مختلف تمرکز توجه، مسیر راه رفتن ۱۰ متری و محل نصب سنسورهای IMU بر روی بدن آزمودنی‌ها



یافته ها

در این پژوهش ویژگی های دموگرافیک آزمودنی ها نشان داد که میانگین سن شرکت کنندگان ۱۱/۳ سال با انحراف استاندارد ۱/۴ بود. همچنین میانگین قد و وزن آنها به ترتیب ۱۳۹/۵۸ سانتی متر با انحراف استاندارد ۹/۵۲ و ۴۱/۳۱ کیلوگرم با انحراف استاندارد ۱۴/۵۲ گزارش شده است.

به منظور بررسی مفروضه های آماری، ابتدا طبیعی بودن توزیع داده ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک تأیید شد و نتایج آزمون موخلی نیز نشان دهنده عدم نقض پیش فرض تساوی ماتریس کوواریانس ها بود. پس از احراز مفروضه ها، تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر برای بررسی تأثیر استراتژی های مختلف تمرکز توجه (کنترل، درونی، بیرونی نزدیک، بیرونی دور) بر متغیرهای کینماتیکی اجرا شد (جدول ۱).

نتایج تحلیل واریانس نشان داد که استراتژی های تمرکز توجه تأثیر معناداری بر سرعت گام برداری نوجوانان کم توان ذهنی دارند $(F(3,72)=16/894, P=0/001, \eta^2=0/413)$. برای شناسایی منشأ تفاوت ها، از مقایسه های دو گانه با تعدیل بنفرونی استفاده شد.

شکل ۲ شاخص های مرکزی، پراکندگی و همین طور نتایج مقایسه های دو گانه را نشان می دهد. بر این اساس تفاوت معناداری بین استراتژی کنترل و درونی $(p=0/006)$ و همچنین بین استراتژی کنترل و بیرونی دور $(p=0/005)$ مشاهده شد. علاوه بر این، استراتژی درونی و بیرونی دور با میانگین $(p<0/001)$ و استراتژی بیرونی نزدیک و بیرونی دور $(p=0/001)$ تفاوت آماری معناداری داشتند. شاخص مجذور اتا

(۰/۴۱۳) بیانگر اثر بزرگ استراتژی های تمرکز توجه بر سرعت گام برداری بود. نتایج تحلیل واریانس نشان داد که استراتژی های تمرکز توجه تأثیر معناداری بر سرعت گام برداری نوجوانان کم توان ذهنی دارند (جدول ۱).

یافته ها نشان داد، تحت تأثیر استراتژی های مختلف تمرکز توجه (کنترل، درونی، بیرونی نزدیک و بیرونی دور) بیانگر عدم وجود تفاوت آماری معنادار بود $(P=0/16, \eta^2=0/069)$. شکل ۳ مقادیر میانگین و میزان پراکندگی چهار استراتژی مختلف تمرکز توجه را نشان می دهد. همان طور که مشاهده می شود، کمترین تقارن در شرایط توجه درونی و بیشترین در دو حالت کنترل و توجه بیرونی نزدیک به دست آمد. پس از تأیید عدم نقض فرض کرویت $(P=0/116)$ ، تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر تفاوت معناداری را بین استراتژی های تمرکز توجه در مؤلفه تغییرپذیری سینماتیکی گام برداری نشان داد $(P=0/001, \eta^2=0/257)$. مقایسه های زوجی با تعدیل بنفرونی مشخص کرد که استراتژی درونی نسبت به حالت کنترل افزایش تغییرپذیری معناداری ایجاد کرده است $(P=0/003)$.

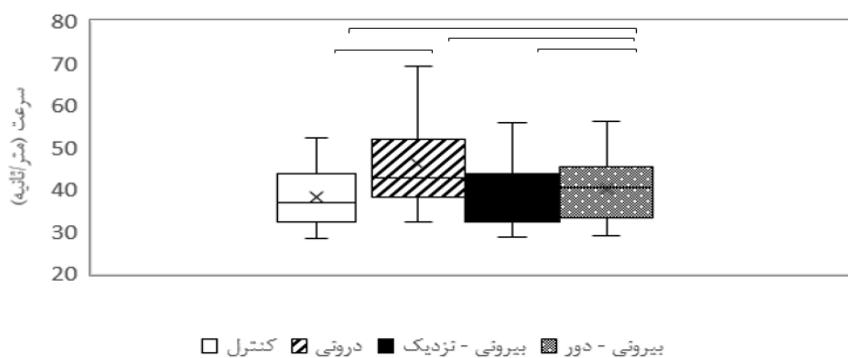
همچنین، استراتژی درونی نسبت به بیرونی نزدیک $(P=0/005)$ و بیرونی دور $(P=0/045)$ تفاوت آماری معناداری نشان داد. با این حال، سایر مقایسه ها شامل کنترل با بیرونی نزدیک، کنترل با بیرونی دور و بیرونی نزدیک با بیرونی دور، فاقد تفاوت معنادار بودند $(P>0/05)$. شاخص های اندازه اثر $(\eta^2=0/257)$ و $(\eta^2=0/421)$ حاکی از تأثیر قابل توجه استراتژی های تمرکز توجه بر تغییرپذیری سینماتیکی گام برداری است (شکل ۴).



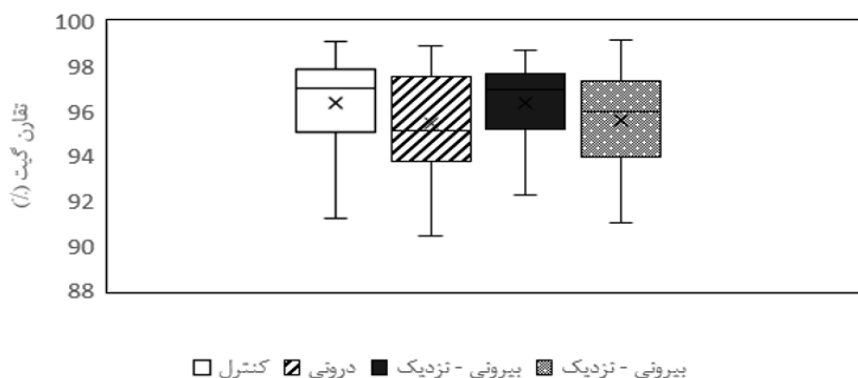
جدول ۱: نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر سرعت گام برداری، تقارن گام برداری و تغییرپذیری سینماتیکی گام برداری کودکان کم توان ذهنی

نام متغیر	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	آماره P- مقدار	مجذور اتا
سرعت گام برداری	استراتژی	۰/۵۶۲	۳	۰/۱۸۷	۱۶/۸۹۴	۰/۴۱۳
	خطا	۰/۷۹۸	۷۲	۰/۰۱۱	-	-
تقارن گام برداری	استراتژی	۱۸/۱۲۰	۳	۶/۰۴۰	۱/۷۷۳	۰/۰۶۹
	خطا	۲۴۵/۲۹۱	۷۲	۲/۴۰۷	-	-
تغییرپذیری گام برداری	استراتژی	۹۲۸/۴۷۳	۳	۳۰۹/۴۹۱	۸/۲۸۹	۰/۲۵۷
	خطا	۲۶۸۸/۲۱۲	۷۲	۳۷/۳۳۶	-	-

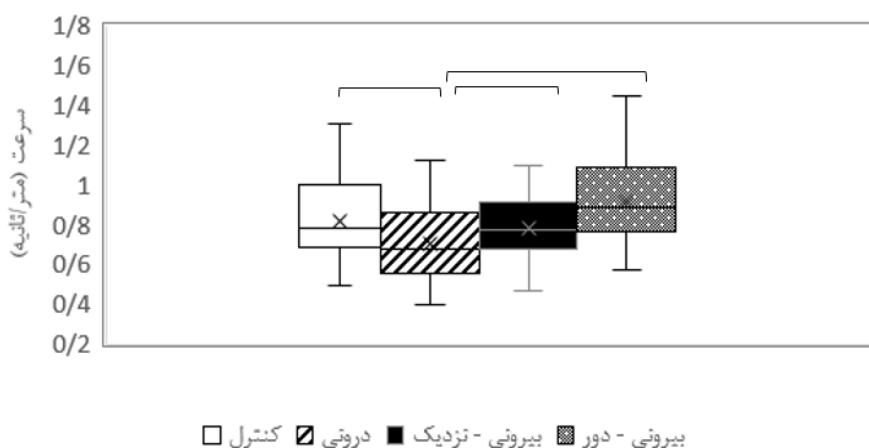
* معنادار در سطح $P < 0.05$



شکل ۲: نمودار جعبه‌ای و مقایسه زوجی بین استراتژی‌های تمرکز توجه در سرعت گام برداری نوجوانان کم توان



شکل ۳: نمودار جعبه‌ای و مقایسه زوجی بین استراتژی‌های تمرکز توجه در تقارن گام برداری نوجوانان کم توان ذهنی



شکل ۴: نمودار جعبه‌ای و مقایسه زوجی بین استراتژی‌های مرکز توجه در تغییرپذیری گام برداری نوجوانان کم توان ذهنی

بحث و نتیجه گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر استراتژی‌های مختلف تمرکز توجه بر کیفیت گام برداری در این گروه انجام شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که نوع تمرکز توجه، بر برخی مؤلفه‌های کیفیت گام برداری اثر معناداری دارد. به طور خاص، تمرکز بیرونی دور باعث افزایش معنی‌دار سرعت گام برداری شد، در حالی که تمرکز درونی با افزایش تغییرپذیری سینماتیکی همراه بود. هرچند در شاخص تقارن گام تفاوت آماری معناداری مشاهده نشد، اما الگوهای داده‌ها بیانگر تغییرات بالقوه در سطح عملکردی بودند. این یافته‌ها با پژوهش‌هایی که تأثیر مثبت نشانه‌های محیطی بر بهبود سرعت و روانی حرکت در سالمندان و بیماران نورولوژیک گزارش کرده‌اند همسواست (۹،۲۴). همچنین برتری عملکرد در شرایط تمرکز بیرونی دور نسبت به تمرکز بیرونی نزدیک با نتایج یک مطالعه دیگر هم‌راستا است که تمرکز بر اهداف دورتر را عامل درگیرسازی بیشتر مسیرهای حرکتی هدف‌محور معرفی کرده‌اند (۳). با این حال نتایج با یافته‌های آخوندزاده و همکاران (۲۰۲۵) در میزان تغییرپذیری هماهنگی سگمنت لگن-ران حین گام برداری (۲۵)، ونگ و

همکاران (۲۰۲۶) در گلف (۳۴)، کریک و همکاران (۲۰۲۵) در گام برداری بیماران پارکینسونی (۳۵) و کامپولینا و همکاران (۲۰۲۵) در گام برداری سالمندان (۳۶)، ناهمسو است. نتایج پژوهش حاضر با نظریه «پردازش خودکار» و «فرضیه عمل محدود» قابل تبیین است؛ زیرا تمرکز بیرونی با کاهش مداخله آگاهانه، اجرای روان‌تر و هماهنگ‌تری را فراهم می‌آورد (۲۰،۲۱). بر پایه فرضیه عمل محدود، زمانی که فرد از تمرکز توجه درونی استفاده می‌کند، تلاش برای کنترل هشیارانه حرکت موجب می‌شود تا نیاز به درگیری مراکز عصبی بالاتر جهت مدیریت اندام افزایش یابد. این امر فرآیندهای خودکار کنترل حرکت را مختل می‌کند (۳۷). از سوی دیگر، مطابق فرضیه اثر عمل، تمرکز توجه بیرونی به گونه‌ای طبیعی‌تر درجات آزادی مؤثر در حرکت را مدیریت کرده و دستیابی به نتیجه مطلوب را تسهیل می‌نماید. همچنین پژوهش‌ها عنوان می‌کنند که تمرکز بیرونی نه تنها داده‌های درون بدنی، بلکه نشانه‌های برجسته محیطی را نیز پردازش می‌کند. در نتیجه چنین قانون توجهی، بار اضافی بر منابع توجهی و حافظه کاری تحمیل شده و عملکرد تضعیف می‌شود (۲۵). جدول ۱ در خصوص



تغییرپذیری سینماتیکی نشان می‌دهد که تمرکز درونی به طور معناداری نوسانات حرکتی را افزایش می‌دهد؛ الگویی که با مبانی نظری افزایش بار شناختی و مداخله آگاهانه در فرایند کنترل حرکت همخوانی دارد (۳۸). تمرکز بیرونی اگرچه کاهش نسبی در تغییرپذیری ایجاد کرد، اما این کاهش از نظر آماری معنادار نبود. این موضوع با برخی پژوهش‌ها که در نوجوانان سالم تفاوت معنی‌داری بین تمرکز بیرونی و تمرکز درونی گزارش نکرده‌اند، همخوان است (۳۹). در شاخص تقارن گام، عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار میان شرایط مختلف، با گزارش‌هایی که این شاخص را نسبتاً پایدار و مقاوم به مداخلات کوتاه‌مدت می‌دانند سازگار است (۱۳). به نظر می‌رسد که الگوهای پایه‌ای تقارن گام، به ویژه در نوجوانان دارای اختلال رشد ذهنی، بیشتر تحت تأثیر عوامل نورولوژیک و ساختاری قرار دارند و تغییر آن‌ها به مداخلات بلندمدت و تکرارشونده نیاز دارد (۹). یافته غیرمعنی‌دار در شاخص تقارن گام که با برخی پژوهش‌های پیشین (که مزیت تمرکز بیرونی یا درونی را گزارش کرده‌اند)، ناهمسو است، ممکن است تا حدی توسط محدودیت‌های روش شناختی ذیل تبیین شود. همچنین در تبیین نتایج ناهمسو که برخی مزیت تمرکز توجه بیرونی (۲۳، ۲۴) و برخی دیگر مزیت توجه درونی (۲۶) را گزارش کرده‌اند، پژوهشگران عوامل متعددی همچون ویژگی‌های جمعیت مورد مطالعه، نوع تکلیف (برای مثال راه رفتن به عنوان یک تکلیف پیوسته در مقابل تکالیف گسسته مانند پرتاب و ...)، سطح مهارت آزمودنی‌ها (ماهر، مبتدی و ...)، مرحله یادگیری (مرحله شناختی در مبتدیان)، دشواری تکلیف (مسیر صاف بدون چالش) و ... را موثر دانسته‌اند (۳۰).

اگرچه پژوهش حاضر یافته‌های ارزشمندی را در زمینه دستورالعمل‌های توجه و گام‌برداری کودکان با ناتوانی هوشی ارائه می‌دهد، با محدودیت‌هایی نیز همراه بود. حجم نسبتاً کوچک نمونه و دامنه سنی محدود ممکن است تعمیم‌پذیری یافته‌ها را کاهش دهد. افزون بر این، انجام مداخله در محیط کنترل شده آزمایشگاهی، امکان ارزیابی اثرات بلندمدت و کاربرد در محیط واقعی را محدود می‌کند. پژوهش‌های آینده با به کارگیری فناوری‌هایی نظیر واقعیت مجازی (VR) و ابزارهای عصب فیزیولوژیک (مانند EEG و fNIRS) می‌توانند به درک عمیق‌تری از سازوکارهای عصبی مؤثر بیانجامند.

یافته‌های پژوهش حاضر حاکی از آن است که معطوف‌سازی توجه نوجوانان با ناتوانی هوشی به اهداف محیطی آشکار به‌ویژه اهداف دور از بدن می‌تواند روانی اجرا، ثبات راه رفتن و بازدهی عملکردی را افزایش دهد. بر این اساس، به مربیان تربیت‌بدنی، درمانگران حرکتی و معلمان توصیه می‌شود که با طراحی دستورالعمل‌های بصری ساده، زمینه را برای تقویت تمرکز بیرونی فراهم آورند. چنین رویکردی افزون بر کاهش خطر زمین خوردن، می‌تواند به بهبود اعتماد به نفس و مشارکت اجتماعی این گروه از نوجوانان بینجامد.

ملاحظات اخلاقی

این پژوهش پس از اخذ تأییدیه کمیته اخلاق دانشگاه یزد (IR.YAZD.REC.1403.116) و با رعایت اصول اخلاقی انجام شد.

سهم نویسندگان

حسین صمدی ایده و مفهوم‌سازی، اجرای پژوهش و نگارش پیش‌نویس اولیه مقدمه و بحث؛ مصطفی حاج لطفعلیان: اجرا،



گرددآوری داده‌ها و پردازش/استخراج و تحلیل داده‌ها؛ نویسندگان این مطالعه اعلام می‌کنند که این اثر حاصل یک پژوهش مستقل بوده و هیچ تضاد منافی با سازمان‌ها و اشخاص روش‌شناسی تحقیق را بر عهده داشتند. دیگر ندارد.

حمایت مالی

این مطالعه توسط هیچ موسسه‌ای مورد حمایت مالی قرار نگرفته است.

تضاد منافع

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله از تمام کودکان کم توان عزیز و والدین آنها که در این پژوهش ما را یاری کردند تشکر و قدردانی می‌کنند.

References

- 1-Shim Y, Yang DH, Eun BL & et al. Intellectual disability and borderline intellectual functioning: An updated pediatric neurology perspective. *Ann Child Neurol*. 2025;33(4):1-15.
- 2-Karimi E, DashtBozorgi Z, Asgari P. Comparison of the effectiveness of computerized and non-computerized cognitive games on sustained attention and planning in educable intellectual disability children. *Iran J Rehabil Res*. 2024;10(2):66-78.
- 3-American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. 5th ed, text rev. American Psychiatric Association; 2022.
- 4-Colizzi M, Ciceri ML, Di Gennaro G & et al. Investigating gait, movement, and coordination in children with neurodevelopmental disorders: Is there a role for motor abnormalities in atypical neurodevelopment? *Brain Sciences*. 2020;10(9):601.
- 5-Zolghadr H, Sedaghati P, Daneshmandi H. The effect of selected balance/corrective exercises on the balance performance of mentally-retarded students with developmental coordination disorder. *Physical Treatments: Specific Physical Therapy Journal*. 2019;9(1):23-30.[Persian]
- 6-Zhou J, Zhong Y, Xu W. Effects of core stability exercises on balance ability of children and adolescents with intellectual disabilities: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2024;19(12):e0314664.
- 7-Jouira G, Alexe CI, Herlo JN & et al. Effects of smartphone activities on postural balance in adolescents with intellectual disabilities. *Children*. 2023;10(11):1810.



- 8-Azimizad M, Hosseini SA, Norasteh AA. The effect of an eight-week combined strength and proprioception training program on balance and walking speed of children with educable intellectual disabilities. *Quarterly Journal of Sports Biomechanics*. 2021;7(2):136-147.[Persian]
- 9-Şeker FS, Çamlıyer H. The effect of movement training on balance skills in children with intellectual disability. *European Journal of Special Education Research*. 2021;7(4):1-14.
- 10-Kim SA, Ryu YU, Shin HK. The effects of different attentional focus on poststroke gait. *Journal of Exercise Rehabilitation*. 2019;15(4):592-598.
- 11-Bahiraei S, Daneshmandi H, Norasteh AA, Sokhangoei Y. The study of biomechanical gait cycle and balance characteristics in intellectual disabilities: A systematic review. *Physical Treatments: Specific Physical Therapy Journal*. 2018;8(2):63-76.[Persian]
- 12-Siavoshi H, Seddighi A. The effect of a balance exercise program on improving stepping performance and temporal and spatial indicators of walking in adolescents with intellectual disabilities. *Exceptional Education*. 2016;16(138):68-79.[Persian]
- 13- Achiron A, Menascu S. Gait variability, not walking speed, is related to cognition in adolescents with multiple sclerosis. *Journal of Child Neurology*. 2019;34(1):27-32.
- 14-Hausdorff JM. Gait variability: Methods, modeling and meaning. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2005;2(1):19.
- 15-Daunoraviciene K, Ziziene J, Pauk J & et al. EMG-based analysis of gait symmetry in healthy children. *Sensors*. 2021;21(17):5983.
- 16-Wilmut K, Gentle J, Barnett AL. Gait symmetry in individuals with and without developmental coordination disorder. *Research in Developmental Disabilities*. 2017;60:107-114.
- 17-Cimolin V, Cau N, Sartorio A & et al. Symmetry of gait in underweight, normal and overweight children and adolescents. *Sensors*. 2019;19(9):2054.
- 18-Mak TC, Ng SS, Chan DC & et al. The influence of attentional focus on gait stability and conscious movement processing during challenging walking conditions in older adults. *The Journals of Gerontology: Series B*. 2025;80(6):59.
- 19-Hallemans A, Van de Walle P, Wyers L & et al. Clinical usefulness and challenges of instrumented motion analysis in patients with intellectual disabilities. *Gait & Posture*. 2019;71:105-115.



- 20-Izzo R, Bertoni M, Cejudo A & et al. The global symmetry index, symmetry index, quality index and kinematics of the gait cycle with the synchronized contribution of the latest generation magnetic-inertial and electromyographic technology. *Journal of Physical Education and Sport*. 2022;22(5):1258-1270.
- 21-Shin SY, Kim Y, Jayaraman A & et al. Relationship between gait quality measures and modular neuromuscular control parameters in chronic post-stroke individuals. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2021;18:12.
- 22-Wulf G, McNevin N, Shea CH. The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*. 2001;54(4):1143-1154.
- 23-Mak TC, Ng SS, Chan DC & et al. The influence of attentional focus on gait stability and conscious movement processing during challenging walking conditions in older adults. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 2025;80(6):59.
- 24-Zorlular R, Akinci M, Elbasan B. Effects of focus of attention on gait parameters and balance performance in children with unilateral cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Disabil Rehabil*. 2026;48(3):829-841.
- 25-Akhondzadeh M, Samadi H, Ahar S & et al. Comparison of nonlinear dynamics of stepping in educable girls with intellectual disabilities under internal and external attention focus instructions. *J Paramed Sci Rehabil*. 2025;14(3):54-66.
- 26-Mohammadzadeh M, Yamada Y, Masahiro M. Maghayese-ye asar-e dastoor-ol-amal-haye tamarkoz-e tavajjoh-e mortabet ba taklif bar amalkard-e maharat-e partab-e dart-e danesh-amoozan-e pesar. *Roshd Yadgiri Harkati Varzeshi*. 2025.
- 27-McKay B, Corson A, Seedu J & et al. Reporting bias, not external focus: A robust Bayesian meta-analysis and systematic review of the attentional focus literature. Published online 2024.
- 28-Doosti F, Forughipour M, Sohrabi M & et al. Investigating the effect of internal and external attraction instructions (near and far) on balance of patients with multiple sclerosis. *Med J Mashhad Univ Med Sci*. 2014;56(1):15-20.
- 29-Kheirkhiz MM, Bahram A. The effect of increasing distance of external attention on electromyography in dart throwing. *Motor Behav*. 2014;19:51-64.



- 30-Zang L, Guo W, Wang B. The farther, the better? The effect of attentional focus distance on motor performance: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ*. 2025;13:e20012.
- 31-Yang S, Li Q. Inertial sensor-based methods in walking speed estimation: A systematic review. *Sensors*. 2012;12(5):6102-6116.
- 32-Washabaugh EP, Kalyanaraman T, Adamczyk PG & et al. Validity and repeatability of inertial measurement units for measuring gait parameters. *Gait Posture*. 2017;55:87-93.
- 33-Yeo SS, Park GY. Accuracy verification of spatio-temporal and kinematic parameters for gait using inertial measurement unit system. *Sensors*. 2020;20(5):1343.
- 34-Wang K, Li D, Feng C & et al. Comparison of internal vs external vs holistic attentional focus in golf putting performance among children: the role of skill level. *Front Psychol*. 2026;17:1801673.
- 35-Krieg M, Christen G, Tschopp M & et al. Evaluation of external vs internal focus of attention in Parkinson disease: A systematic review and meta-analysis during on and off medication states. *F1000Res*. 2025;14:272.
- 36-Campolina AB, Machado NLR, Mazoni AF & et al. Effects of attentional focus on dual-task walking performance in older and young adults. *J Mot Behav*. 2025;57(3):278-286.
- 37-Samadi H, Mousavi SH, Shirvani H. The effect of internal attentional focus instructions and various distances of external attention on the static and dynamic balance of the chemical veterans with movement impairment. *J Mil Med*. 2022;21(6):596-605.
- 38-Siltanen S, Bottas R. Instructions for external focus of attention improved taekwondo kicking performance only among less skilled youth. *Perceptual and Motor Skills*. 2022;129(3):787-799.
- 39-Krajenbrink H, van Abswoude F, Vermeulen S & et al. Motor learning and movement automatization in typically developing children: The role of instructions with an external or internal focus of attention. *Human Movement Science*. 2018;60:183-190.