

Research Paper

Stance Phases Characteristics of Walking in Children with Autism

Z. Aghakouchaki¹, V. Zolaktaf², H. Esmaeili³

1. PhD Student, Department of Corrective Exercise and Sport Injuries, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.
2. Full professor, Department of Corrective Exercise and Sport Injuries, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran. (Corresponding Author)
3. Assistant professor, Department of Corrective Exercise and Sport Injuries, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

Received Date: 2021/09/07

Accepted Date: 2021/10/26

Abstract

Autism spectrum disorder is known as one of the most prevalent psychological disorders in children, which affects biomechanics of walking skill. The present study was conducted to compare the characteristics of the stance phases of walking in autistic children to their healthy peers. Forty children 7-12 years entered into two groups of children with autism and healthy. Timing of sub-phases, foot progression angle and total time of the stance phases was measured with foot scan device in walk way. The results indicated that autistic children versus control group had more forefoot contact and push-off phases, total time of the stance and foot progression angle, while they had less initial contact and foot flattening phases ($P \leq 0/05$). These findings suggested that autistic children had different strategies for body mass support at different stance phases.

Keywords: Autism, Stance Phase, Foot Scan, Progression Angle

1. Email: aghakochaki@yahoo.com

2. Email: v.zolaktaf@spr.ui.ac.ir

3. Email: h.esmaeili@spr.ui.ac.ir

Extended Abstract

Background and Purpose

Autism spectrum disorder is a psychological problem that can be characterized with impairment in social interactions and unusual patterns of behavior in early childhood (1). Further, individuals with autism spectrum disorder often showed delayed motor skills development and abnormal walking patterns (2). Analysis of walking provides effective and practical information on the characteristics and problems of walking. This information could be utilized in the diagnosis and treatment of several disorders and diseases (3). This has led researchers to study the dimensions of walking in autistic children employing a variety of methods. In addition, several previous researches have studied the general aspects of the stance and swing phases in autistic children, yet none of them have specifically studied the stance phases. Therefore, with regard to the importance of stance phase, further research is required to identify the characteristics of this variable. The present study was conducted to compare the characteristics of the stance phases of walking in autistic children to their healthy peers.

Materials and Methods

The participants of the present study were selected via the purposeful sampling technique based on the exclusion and inclusion criteria as well as the accessibility of the participants. The samples of this work were selected out of children with typical development aged 7 to 12 from primary schools and children with autism spectrum disorders aged 7 to 12 from autism centers in Isfahan. At the end of the sampling process, 20 children with mild autism and 20 typically developing children were selected as the participants of the present study. Subsequently, they were assigned in to two groups of children with autism spectrum disorder and children typically development as the control group. The inclusion criteria comprised the absence of any specific diseases that make limitations on the research tests. In addition, the required criterion for autistic children's participation in the study was the presence of mild autism (4). A footscan was utilized to collect data on temporal variables of the roll-over process during stance phase of gait and the foot progression angle. The footscan pressure mat was mounted in midway of the 10-meter walk way. Prior to testing, the participants walked on the walk way to be familiarized with testing condition. Afterwards, they were asked to walk in self-selected speed in order to collect the natural walking patterns for at least six times. They were asked to walk on the footscan device without any justification and walk without consciously controlling the step on the mat (5). At least six correct tests were recorded from each participant. The average of the six tests for the dominant foot was calculated for analysis. Independent t-test was used to compare the variables between the two groups.

Significance was accepted at the 95% confidence level for all the statistical parameters ($p \leq 0.05$).

Findings

The results of the independent t-test to compare the relative time of each phase of the roll-over process, the total time of the stance phase, and the foot progression angle during gait are illustrated in Table 1. As could be seen, the relative time of the initial contact phase and the foot flat phase was significantly lower in children with autism spectrum disorder than that in children with typically development ($p = 0.001$). In contrast, the relative time of the forefoot contact and forefoot push-off phase ($p = 0.001$), and the total time of the stance phase ($p = 0.004$) were significantly more in children with autism spectrum disorder compared to those in children with typically development. In addition, the foot progression angle during gait in children with autism spectrum disorder was significantly more than that in children with typically development ($p = 0.001$).

Table 1- Mean \pm SD of factors during stance phase of gait and foot progradation angle

Factors	Groups	Mean \pm SD	t-test	p
Relative time of Initial Contact Phase (%SP)	CASD	4.5 \pm 2.08	-13.598	0.001*
	CTD	15.56 \pm 2.98		
Relative time of Forefoot Contact Phase (%SP)	CASD	35.38 \pm 6.64	8.775	0.001*
	CTD	20.14 \pm 4.02		
Relative time of Foot Flat Phase (% SP)	CASD	22.25 \pm 5.64	-5.808	0.001*
	CTD	34.9 \pm 7.94		
Relative time of Fore Foot Push Off Phase (%SP)	CASD	37.87 \pm 5.43	3.899	0.001*
	CTD	29.4 \pm 8.06		
Total time of Stance Phase (ms)	CASD	900 \pm 281.11	3.027	0.004*
	CTD	695.34 \pm 111.37		
Foot progression angle (degree)	CASD	18.72 \pm 6.74	5.63	0.001*
	CTD	9.38 \pm 3.11		

SD= Standard Deviation; CASD= Children with Autism Spectrum Disorder; CTD= Children with Typically Development; %SP= % Stance Phase; ms= mile second. *Represents a statistically significant difference between groups ($p \leq 0.05$).

Conclusion

The stance phase is one of the most influential steps in gait rhythm, but there is not enough research on this issue among children with autism spectrum disorder. The present study probed the dimensions of this walking process in children with autism spectrum disorder. The findings of this study indicated that children with autism spectrum disorder have deficits in four phases of gait stance phase. These results revealed the adoption of conservative strategies by autistic children, which are associated with compensatory mechanisms to maintain and control balance during gait. Given the importance of gait as one of the fundamental skills of displacement, disorders in this area may potentially affect learning more complex motor skills and their daily activities, and disrupt social interaction and social development as well. A better understanding of the underlying causes of movement disorders is certainly essential to enhance knowledge regarding these problems that could facilitate future rehabilitation approaches.

Keywords: Autism, Stance Phase, Foot Scan, Progression Angle

References

1. Association AP. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®): American Psychiatric Pub; 2013.
2. Wu X, Wang H, Dickin C, Bassette L. Clinical gait analysis in children and adolescents with autism spectrum disorder. 2020.
3. Perttunen J. Foot loading in normal and pathological walking. University of Jyväskylä, 2002.
4. Montgomery JM, Newton B, Smith C. Test review: Gilliam, J. (2006). GARS-2: Gilliam autism rating scale—second edition. Austin, TX: PRO-ED. *J Psychoeduc Assess.* 2008;26(4):395-401.
5. Hasan CZC, Jailani R, Tahir NM, Ilias S. The analysis of three-dimensional ground reaction forces during gait in children with autism spectrum disorders. *Res Dev Disabil.* 2017;66:55-63.

بررسی ویژگی‌های فاز استانس راه رفتن در کودکان مبتلا به اوتیسم

زهرا آقا کوچکی^۱، وحید ذوالاکتاف^۲، حامد اسماعیلی^۳

۱. دانشجوی دکتری حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۲. استاد گروه حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسئول)

۳. استادیار گروه حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ ارسال ۱۴۰۰/۰۶/۱۶

تاریخ پذیرش ۱۴۰۰/۰۸/۰۴

چکیده

اختلالات طیف اوتیسم از عوارض روان‌شناختی شایع در کودکان است که می‌تواند بیومکانیک مهارت بنیادی راه رفتن را تحت تأثیر قرار دهد. هدف پژوهش حاضر مقایسه ویژگی‌های فاز استانس راه رفتن در کودکان مبتلا به اوتیسم با کودکان سالم بود. ۴۰ کودک با دامنه سنی ۷-۱۲ سال در دو گروه مبتلا به اوتیسم و سالم قرار گرفتند. زمان‌بندی زیرفازهای استانس، زاویه پیشروی پا و زمان کلی استانس، به‌عنوان ویژگی‌های فاز استانس برای گروه‌ها، با استفاده از دستگاه فوت اسکن در مسیر راه رفتن اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد کودکان مبتلا به اوتیسم، در مقایسه با گروه شاهد، در مراحل تماس جلوی پا و پوش آف جلوی پا، زاویه پیشروی پا و زمان کلی استانس مقادیر بیشتر و در مراحل تماس اولیه و صاف شدن پا مقادیر کمتری داشتند ($P \leq 0/05$). این یافته‌ها نشان می‌دهد کودکان مبتلا به اوتیسم استراتژی‌های متفاوتی برای حمایت از وزن بدن در مراحل مختلف فاز استانس دارند.

واژگان کلیدی: اوتیسم، فاز استانس، فوت اسکن، زاویه پیشروی

1. Email: aghakochaki@yahoo.com

2. Email: v.zolaktaf@spr.ui.ac.ir

3. Email: h.esmaeili@spr.ui.ac.ir

مقدمه

اختلال طیف اوتیسم پیوستاری از عارضه‌های روان‌شناختی است. این اختلال با نواقص وسیع در تعاملات اجتماعی و الگوهای رفتاری غیرمعمول در سال‌های اولیه کودکی قابل تشخیص است (۱) و جنبه‌های مختلف زندگی فرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد که از بین آن‌ها می‌توان به وجود اختلالات حرکتی در افراد مبتلا اشاره کرد (۲). بسیاری از کودکان مبتلا به اوتیسم در شروع و پیشرفت مهارت‌های حرکتی بنیادی تأخیر دارند (۳). مشکلات رشد حرکتی، هماهنگی ضعیف، حرکات ناپایدار، مشکل در حفظ تعادل و الگوی متفاوت راه رفتن باعث شده اختلال حرکتی یکی از علائم اصلی اوتیسم در نظر گرفته شود (۴-۷). اختلال حرکتی در افراد مبتلا به اوتیسم می‌تواند باعث خستگی، درد و فشارهای مفاصل شود. این مسئله در قابلیت‌های عملکردی کودک و کیفیت زندگی تش تأثیر منفی خواهد داشت (۸،۴).

عامل اساسی مؤثر بر رشد حرکتی، مهارت‌های حرکتی بنیادی سه‌گانه شامل جابه‌جایی، مهارت‌های دستی و ثبات است (۹). در میان مهارت‌های بنیادی، راه رفتن، به‌عنوان پرتکرارترین مهارت جابه‌جایی، حائز اهمیت است. این مهارت شامل توالی حرکت اندام‌ها همراه با حفظ تعادل است (۱۰). با یادگیری الگوی درست و بهینه راه رفتن، کودک می‌تواند الگوهای حرکتی پیچیده را نیز به شکلی بهتر اجرا کند و در شرایط پیش‌بینی‌نشده، کنترل قابل‌قبولی روی حرکات خود داشته باشد (۱۱). عوامل مختلفی بر الگوی راه رفتن تأثیر می‌گذارند که از میان آن‌ها می‌توان به عملکرد گیرنده‌های بینایی، شنوایی و حسی، سیستم اعصاب مرکزی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل اشاره کرد (۱۰). همچنین حین راه رفتن پا تنها منبع تماس بدن با زمین است و هرگونه انحراف در عملکرد طبیعی پا می‌تواند باعث به هم خوردن مکانیک راه رفتن شود (۱۲،۱۰). در صورت بروز اختلال در عملکرد هر یک از این عوامل، تعدیل و تغییراتی در الگوهای راه رفتن ایجاد می‌شود که باعث محدود یا ترجیحی شدن راهبردهای حرکتی می‌شود (۱۳).

بررسی دقیق راه رفتن، اطلاعاتی مؤثر و کاربردی از ویژگی‌ها و مشکلات راه رفتن فراهم می‌کند. این اطلاعات در زمینه تشخیص و درمان بسیاری از اختلالات و بیماری‌ها استفاده می‌شود (۱۴). همین مسئله باعث شده است تا پژوهشگران در افراد مبتلا به اوتیسم نیز با استفاده از روش‌های مختلف به بررسی ابعاد راه رفتن بپردازند. در پژوهش‌های مربوط به راه رفتن، اجیلستون^۱ و همکاران نشان دادند در زیرفازهای راه رفتن، کودکان مبتلا به اوتیسم، در مقایسه با کودکانی که رشد عادی دارند، راهبردهای حرکتی محدود و متفاوتی به کار می‌گیرند و به‌طور خاص پهنای گام بیشتری دارند (۱۳).

ویلنسکی^۱ و همکاران نشان دادند کودکان مبتلا به اوتیسم، در مقایسه با کودکان عادی، حین راه رفتن مدت زمان استانس^۲ طولانی‌تر و طول گام کوتاه‌تری دارند (۱۵). ورناززا-مارتین^۳ و همکاران نیز نشان دادند در کودکان مبتلا به اوتیسم فاز استانس راه رفتن از کودکانی که رشد عادی دارند، طولانی‌تر است (۱۶). ویس^۴ و همکاران طی پژوهشی نشان دادند در افراد مبتلا به اوتیسم فازهای نوسان و استانس راه رفتن از به افراد عادی طولانی‌تر است و محور پای آن‌ها حین راه رفتن زاویه بیشتری دارد (۱۷). این اطلاعات در حالی است که چستر و کالهن^۵ در متغیرهای زمانی و مکانی راه رفتن بین گروه افراد مبتلا به اوتیسم و سالم تفاوتی پیدا نکردند (۱۸).

اهمیت راه رفتن در پیش‌برد بهینه فعالیت‌های روزمره و ضرورت آن در رشد مهارت‌های حرکتی امری شناخته شده است (۸,۱۰). علاوه بر این، بررسی ادبیات پژوهش نشان می‌دهد پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه راه رفتن کودکان مبتلا به اوتیسم بر متغیرهای فضایی و زمانی راه رفتن و مقایسه کلی فازهای استانس و نوسان راه رفتن پرداخته‌اند و بررسی فاز استانس^۶ به صورت تخصصی مغفول مانده است. فاز استانس یکی از مراحل راه رفتن است که حین آن پا با زمین در تماس است (۱۰). این فاز با تماس اولیه پاشنه شروع می‌شود و با جدا شدن انگشت برای شروع مرحله نوسان به پایان می‌رسد (۱۰). بررسی دقیق و جزءبه‌جزء فاز استانس می‌تواند شناختی عمیق‌تر از نحوه راه رفتن و عوامل درگیر در آن در اختیار قرار دهد. در فاز استانس مجموعه‌ای از عوامل برای عملکردی بهینه درگیرند. از جمله این عوامل سازوکارهای سیستم عصبی و عضلانی برای فعال‌سازی عضلات و حفظ تعادل است (۱۰). همچنین شواهد حاکی از آن است که تغییر در الگوی فاز استانس و مکانیک پا می‌تواند در بروز آسیب‌های تحتانی مؤثر باشد (۱۹). بررسی‌های مربوط به فاز استانس اطلاعات مفیدی در مورد شناسایی استراتژی‌های به‌کارگرفته‌شده توسط افراد فراهم می‌کند، به‌نحوی که هرگونه انحراف قابل توجه در ویژگی متغیرهای فاز استانس می‌تواند نشانه‌ای از ناکارآمدی در پیشروی راه رفتن و ناتوانی در تحمل وزن باشد (۱۰).

بنابراین با توجه به اهمیت فاز استانس به نظر می‌رسد پژوهش‌های بیشتر در زمینه شناسایی ویژگی متغیرهای این فرایند مفید باشد. کارشناسان حوزه سلامت می‌توانند از نتایج این پژوهش‌ها به‌منظور طراحی مداخلات درمانی برای کودکان مبتلا به اوتیسم نیازمند درمان استفاده کنند. همچنین، این نتایج می‌تواند در معاینات کمی توانایی راه رفتن به‌منظور تکمیل ارزیابی‌های تشخیصی به این

-
1. Vilensky
 2. Stance
 3. Vernazza-Martin
 4. Weiss
 5. Chester and Calhoun
 6. Stance Phases

کارشناسان کمک کند. هدف پژوهش حاضر، مقایسه ویژگی‌های فاز استانس راه رفتن در کودکان مبتلا به اوتیسم در مقایسه با کودکان دارای شرایط رشد عادی است.

روش پژوهش

نمونه‌های این پژوهش از بین کودکان ۷ تا ۱۲ ساله مدارس دوره ابتدایی با شرایط رشد عادی و کودکان ۷ تا ۱۲ ساله مراکز نگهداری افراد مبتلا به اوتیسم در سطح شهر اصفهان انتخاب شدند. در پایان فرایند نمونه‌گیری، ۲۰ کودک مبتلا به اوتیسم و ۲۰ کودک با شرایط رشد عادی به‌عنوان آزمودنی‌های پژوهش حاضر برگزیده شدند و در دو گروه مبتلا و شاهد قرار گرفتند. پروتکل این تحقیق در کمیته ملی اخلاق در پژوهش دانشگاه اصفهان با کد IR.UI.REC.1398.033 به تصویب رسید.

معیارهای ورود به پژوهش برای دو گروه شامل نداشتن عارضه خاصی بود که سبب بروز محدودیت هنگام انجام آزمون‌های پژوهش شود؛ مانند مشکلات ارتوپدی، ابتلا به بیماری‌های قلبی، هرگونه بیماری عصبی-عضلانی، هرگونه برنامه درمانی و کاردرمانی تأثیرگذار بر کیفیت راه رفتن در شش ماه گذشته. معیاری دیگر ابتلا به اختلال اوتیسم با شدت متوسط بود که لازمه ورود به پژوهش و صرفاً ویژه کودکان مبتلا به اوتیسم بود. برای تشخیص «اوتیسم با شدت متوسط» از آزمون تشخیصی اوتیسم گیلیام-ویرایش دوم (گازر دو)^۱ استفاده شد (۲۰). در این مقیاس دریافت نمره کل بین ۳۰ تا ۳۷ نشانگر ابتلا به اوتیسم با شدت متوسط است. فرایند رتبه‌بندی بر اساس مقیاس گازر ۲ به‌وسیله روان‌شناس متخصص و باتجربه در حوزه ارزیابی مبتلایان به اختلالات طیف اوتیسم انجام شد. در ابتدای پژوهش، جلسه‌ای با هدف آگاهی از اهداف پژوهش و شرایط مشارکت در آن برای والدین و سرپرستان کودکان هر دو گروه برگزار شد. سپس، از آن‌ها خواسته شد در صورت تمایل فرم رضایت آگاهانه را مطالعه و امضاء کنند. پس از گذراندن مراحل نمونه‌گیری و دریافت رضایت‌نامه، کودکان به محل برگزاری آزمون‌های پژوهش دعوت شدند.

برای جمع‌آوری داده‌های مربوط به متغیرهای زمانی فاز استانس و زاویه پیشروی پا از دستگاه فوت اسکن استفاده شد (تصویر شماره ۱). دستگاه فوت اسکن^۲ (آر اس اسکن ساخت کشور بلژیک^۳) مورد استفاده در این پژوهش، صفحه حسگر فشاری با ابعاد (۵۷۸×۴۱۸ م.م) بود که برای اندازه‌گیری متغیرها در مسیر تعبیه‌شده برای راه رفتن^۴ نصب و تنظیم شد. این دستگاه دارای ۴۰۹۶ حسگر است

1. Gilliam Autism Rating Scale (GARS) second edition
2. Footscan
3. Rsscan International, Belgium
4. Walk Way

که هر حسگر، منطقه‌ای به وسعت ۰/۲۵ سانتی‌متر مکعب را پوشش می‌دهد و این توانایی را دارد که هنگام ایستادن یا گام‌برداری فشاری معادل صفر تا ۱۲۷ نیوتن بر سانتی‌متر مربع را روی فوت اسکن به ثبت برساند.

شرایط محل برگزاری آزمون‌های پژوهش به‌گونه‌ای فراهم شد که در همهٔ مراحل اندازه‌گیری متغیرها تمرکز آزمودنی‌ها دچار اختلال نشود. برای تحقق این هدف همهٔ وسایل اضافی در محیط آزمون تا حد امکان حذف و مسیر راه رفتن برای اجرای آزمون تا حد امکان هم‌رنگ و هم‌سطح با دستگاه فوت اسکن طراحی و تنظیم شد. برای انجام اندازه‌گیری متغیرهای زمانی فاز استانس و زاویهٔ پیشروی پا دستگاه فوت اسکن در میانهٔ مسیر ۱۰ متری تعیین‌شده برای راه رفتن قرار گرفت. قبل از انجام اندازه‌گیری، آزمودنی‌ها در مسیر راه رفتن قرار گرفتند تا با شرایط آزمون آشنا شوند. سپس از آن‌ها خواسته شد تا با سرعت خودانتخابی راه بروند، به‌گونه‌ای که تعدیلی در الگوهای معمول راه رفتنشان ایجاد نشود. در هر آزمون، یک آزمونگر آگاه به نحوهٔ استفاده از دستگاه و اجرای آزمون، آزمودنی‌ها را تحت نظر داشت تا طبیعی‌ترین الگو و سرعت راه رفتن خود را داشته باشند. دست‌کم شش آزمون صحیح برای هر آزمودنی ثبت شد. آزمون صحیح، آزمونی بود که فرد بدون هیچ توجهی به دستگاه فوت اسکن تعبیه‌شده در مسیر راه برود و بدون کنترل آگاهانهٔ گام‌هایش روی دستگاه قدم بزند (۷). میانگین شش آزمون صحیح برای تجزیه و تحلیل‌ها در نظر گرفته شد.

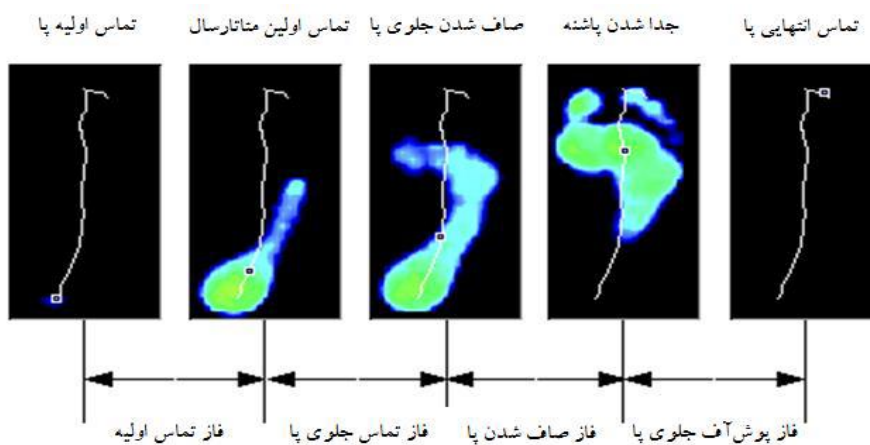
داده‌های حاصل از دستگاه فوت اسکن با استفاده از نرم‌افزار نسل دوم فوت اسکن هفت^۱ تجزیه و تحلیل شد. این نرم‌افزار به‌صورت خودکار برای هر آزمون ثبت‌شده در گروه‌ها پنج لحظهٔ مشخص از فرایند حرکت پا روی زمین را مشخص می‌کند. این پنج لحظه شامل موارد زیر بود: تماس اولیهٔ پا^۲، تماس اولین متاتارسال^۳، صاف شدن جلوی پا^۴، جدا شدن پاشنه^۵ و تماس انتهایی پا^۶. بین این پنج نقطه، چهار مرحلهٔ کلیدی وجود دارد: مرحلهٔ تماس اولیه (بین تماس اولیهٔ پا و تماس اولین متاتارسال^۷)، مرحلهٔ تماس جلوی پا (بین تماس اولین متاتارسال تا صاف شدن جلوی پا)، مرحلهٔ صاف شدن پا (بین صاف شدن جلوی پا تا جدا شدن پاشنه) و مرحلهٔ پوش‌آف^۸ جلوی پا (بین صاف شدن جلوی

1. Foot scan 7 Gait 2nd Generation
2. First Foot Contact
3. First metatarsal Contact
4. Forefoot Flat
5. Heel Off
6. Last foot Contact
7. Metatarsal
8. Push Off

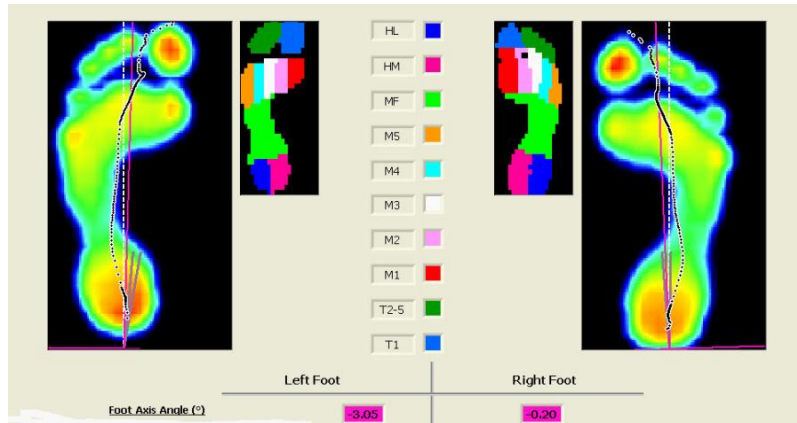
پا تا تماس انتهایی پا) (تصویر شماره ۲) (۲۱). برای هر یک از این مراحل درصد زمانی طی شده محاسبه و تجزیه و تحلیل شد. محاسبه زاویه پیشروی پا توسط نرم افزار دستگاه به صورت خودکار انجام می شد. برای محاسبه زاویه پیشروی، زاویه بین دو خط که یکی از آنها محور طولی پا (خط واصل بین دو بخش داخلی و خارجی پاشنه تا بین سر متاتارسال های دوم و سوم) و دیگری راستای حرکت بود به شکل خودکار محاسبه شد (تصویر شماره ۳). برای مقایسه متغیرها بین دو گروه از آزمون تی مستقل استفاده شد. تمامی تجزیه و تحلیل های آماری با استفاده از نرم افزار اسپس ۱ نسخه ۱۹ در سطح معناداری ($P \leq 0.05$) انجام شد.



تصویر ۱- دستگاه فوت اسکن



شکل ۲- لحظات کلیدی استانس و مراحل چهارگانه



تصویر ۳- زاویه پیشروی پا

یافته‌ها

ویژگی‌های فردی افراد حاضر در هر دو گروه کودکان مبتلا به اوتیسم و کودکان گروه شاهد شامل سن، قد و جرم در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جدول ۱- اطلاعات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها (انحراف استاندارد \pm میانگین)

گروه	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	جرم (کیلوگرم)
کودکان مبتلا به اوتیسم	۹/۰۲ \pm ۱/۴۶	۱۳۶/۹ \pm ۹/۴۱	۳۲/۰۱ \pm ۸/۰۴
کودکان گروه شاهد	۸/۸۷ \pm ۱/۲۷	۱۳۶/۷ \pm ۱۰/۵۹	۳۱/۲۰ \pm ۷/۴۹

برای مقایسه میانگین متغیرهای دو گروه از آزمون تی مستقل استفاده شد و همگن بودن واریانس‌ها نیز از طریق اطلاعات آزمون لون^۱ بررسی شد. نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسه مدت‌زمان نسبی هر یک از مراحل فاز استانس، مدت‌زمان کلی فاز استانس و زاویه پیشروی پا حین راه رفتن در جدول شماره ۲ آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، مدت‌زمان نسبی مرحله تماس اولیه ($p=0/001$) و مرحله صاف شدن پا ($p=0/001$) به‌طور معناداری در گروه کودکان مبتلا به اوتیسم از گروه شاهد کمتر است. این در حالی است که مدت‌زمان نسبی مرحله تماس جلوی پا ($p=0/001$) و مرحله پوش‌آف جلوی پا ($p=0/001$) و مدت‌زمان کلی فاز استانس در کودکان مبتلا به اوتیسم، در مقایسه با گروه شاهد، به‌طور معناداری بیشتر است ($p=0/004$). علاوه بر این زاویه پیشروی پا حین راه رفتن در کودکان مبتلا به‌طور معناداری بیشتر از گروه شاهد بود ($p=0/001$).

1. Levenes Test

جدول ۲- نتایج آزمون تی مستقل برای بررسی مراحل فاز استانس و زاویه پیشروی پا در دو گروه مبتلا به اوتیسم و شاهد (انحراف استاندارد \pm میانگین)

متغیر	مبتلا به اوتیسم	شاهد	مقدار p	مقدار t
مدت زمان نسبی مرحله تماس اولیه (% فاز استانس)	۴/۵±۲/۰۸	۱۵/۵۶±۲/۹۸	*۰/۰۰۱	-۱۳/۵۹۸
مدت زمان نسبی مرحله تماس جلوی پا (% فاز استانس)	۳۵/۳۸±۶/۶۴	۲۰/۱۴±۴/۰۲	*۰/۰۰۱	۸/۷۷۵
مدت زمان نسبی مرحله صاف شدن پا (% فاز استانس)	۲۲/۲۵±۵/۶۴	۳۴/۹±۷/۹۴	*۰/۰۰۱	-۵/۸۰۸
مدت زمان نسبی مرحله پوش آف جلوی پا (% فاز استانس)	۳۷/۸۷±۵/۴۳	۲۹/۴±۸/۰۶	*۰/۰۰۱	۳/۸۹۹
زمان کلی فاز استانس (میلی ثانیه)	۹۰۰±۲۸۱/۱۱	۶۹۵/۳۴±۱۱۱/۳۷	*۰/۰۰۴	۳/۰۲۷
زاویه پیشروی (درجه)	۱۸/۷۲±۶/۷۴	۹/۳۸±۳/۱۱	*۰/۰۰۱	۵/۶۳

*؛ معناداری در سطح (p=۰/۰۵)

بحث و نتیجه گیری

هدف از پژوهش حاضر مقایسه ویژگی‌های فاز استانس راه رفتن در کودکان مبتلا به اوتیسم در مقایسه با کودکان دارای رشد عادی بود. در این پژوهش به بررسی مدت زمان نسبی فازهای استانس، زمان کلی فاز استانس و زاویه پیشروی پا پرداخته شد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد زاویه پیشروی پا حین راه رفتن در کودکان مبتلا به اوتیسم بیشتر از کودکان سالم است. وو^۱ و همکاران نیز، مشابه نتایج این پژوهش، گزارش کردند زاویه پیشروی پا در کودکان مبتلا به اوتیسم از کودکان عادی بزرگ‌تر است. آن‌ها ناپایداری در کنترل موقعیت پا هنگام تماس با زمین و ضعف عضلانی در کودکان مبتلا به اوتیسم را با بروز این اختلال در ارتباط دانستند (۲۲). کودکان مبتلا به اوتیسم به دلیل مشکلات سیستم عصبی دچار ضعف عضلانی و هیپوتونی^۲ هستند (۸). مطالعات نشان داده است وجود هیپوتونی و ضعف عضلانی دلیلی برای شیوع عارضه کف پا صاف در کودکان مبتلا به اوتیسم است (۲۳، ۲۴). افراد دچار صافی کف پا در حین راه رفتن زاویه پیشروی بیشتری دارند (۲۵) و به علت دارا بودن پرونیشن^۳ اضافی، مکانیک حرکتی متفاوتی دارند (۲۶). بنابراین با توجه به مشکلات ضعف عضلانی و شیوع صافی کف پا در کودکان مبتلا به اوتیسم، این عوامل می‌توانند افزایش زاویه پیش روی پا را حین راه رفتن توضیح دهند.

1. Wu
2. Hypotonia
3. Pronation

نتایج پژوهش حاضر نشان داد زمان‌بندی زیر فازهای استانس در کودکان مبتلا به اوتیسم با کودکان حاضر در گروه کنترل متفاوت است. پژوهش‌های قبلی در مورد تحلیل راه رفتن کودکان مبتلا به اوتیسم بیشتر بر پارامترهای زمانی و مکانی، زاویه مفاصل، کینتیک و نیروی عکس‌العمل زمین حین راه رفتن متمرکز بوده است (۷,۸,۱۷,۲۷). اما تا امروز، مطالعات منتشرشده محدودی وجود دارد که به شکل اختصاصی تغییرات در فاز استانس راه رفتن در کودکان مبتلا به اوتیسم را گزارش کند. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد مدت‌زمان نسبی هر یک از چهار مرحله فاز استانس و همچنین زمان کلی فاز استانس در کودکان مبتلا به اوتیسم، در مقایسه با کودکان معمولی تفاوت دارد. طبق نتایج این پژوهش مدت‌زمان نسبی مرحله تماس اولیه در کودکان مبتلا به اوتیسم کمتر از کودکان عادی است. مرحله تماس اولیه فاصله بین تماس اولیه پا تا تماس اولین متاتارسال‌هاست (۲۱). کمتر بودن مدت‌زمان نسبی این مرحله ممکن است نشان‌دهنده دورسی فلکشن^۱ کمتر در هنگام ضربه پا به زمین باشد. در این راستا، وو^۲ و همکاران طی پژوهشی نشان داده‌اند در کودکان مبتلا به اوتیسم زاویه دورسی فلکشن مچ پا حین برخورد پا با زمین کمتر است (۲۲) که نتایج پژوهش حاضر را تأیید می‌کند. وو و همکاران کمتر بودن دورسی فلکشن را در حین برخورد پا با زمین، نشان‌دهنده کنترل ناپایدار وضعیت پا در طول مرحله انتقال وزن^۳ دانستند (۲۲). حسن^۴ و همکاران طی پژوهشی نشان دادند که حین راه رفتن و در ابتدای فاز استانس، کودکان مبتلا به اوتیسم، در مقایسه با کودکان سالم نیروی خلفی^۵ بیشتری از خود به نمایش می‌گذارند (۷). این امر با افزایش نیروی رو به عقب وارد بر پا می‌تواند باعث ایجاد گشتاور پلانتر فلکسوری^۶ سریع در مچ پا شده، درنهایت به کوتاه شدن مرحله تماس اولیه منجر شود. توانایی کنترل نیروی خلفی برای حفظ پیشرفت حرکت اندام بسیار مهم است (۷,۱۰). نیروی خلفی بیشتری که عموماً کودکان مبتلا به اوتیسم به هنگام راه رفتن دارند، میزان کنترل پاسچر^۷ و جذب فشارها را در مرحله‌ی استانس به خطر می‌اندازد (۷). از طرف دیگر، نتایج پژوهش‌هایی که به بررسی دامنه حرکتی مچ پا در کودکان مبتلا به اوتیسم پرداخته‌اند، نشان داده‌اند که دامنه حرکتی مچ پای این افراد کمتر از کودکان عادی است (۲۷,۲۸). بنابراین بیشتر بودن نیروی خلفی در ابتدای فاز استانس، کمتر بودن زاویه دورسی فلکشن و کمتر بودن دامنه حرکتی در مچ پای

-
1. Dorsiflexion
 2. Wu
 3. Loading Response
 4. Hassan
 5. Braking Force
 6. Plantar Flexor
 7. Posture

کودکان مبتلا به اوتیسم می‌توانند کاهش مدت‌زمان نسبی فاز تماس اولیه را حین راه رفتن در کودکان مبتلا به اوتیسم توجیه کنند.

طبق نتایج پژوهش حاضر، مرحله تماس جلوی پا در کودکان مبتلا به اوتیسم بیشتر از کودکان عادی است. مرحله تماس جلوی پا فاصله بین تماس اولین متاتارسال تا صاف شدن جلوی پا را شامل می‌شود. یکی از عوامل تأثیرگذار در این مرحله مقدار زاویه‌های پا و زاویه پیشروی است. طبق نتایج مربوط به مقدار زاویه پیشروی در پژوهش حاضر و تأیید پژوهش‌های مرتبط در این زمینه، زاویه پیشروی در کودکان مبتلا به اوتیسم بزرگ‌تر است (۲۲). با افزایش مقدار زاویه پیشروی مدت‌زمان بیشتری طول می‌کشد تا متاتارسال‌ها به زمین برخورد کنند. این عامل می‌تواند باعث افزایش مرحله تماس جلوی پا در کودکان مبتلا به اوتیسم حین راه رفتن باشد.

در این پژوهش مدت‌زمان نسبی مرحله صاف شدن پا در کودکان مبتلا به اوتیسم از کودکان عادی کمتر بود. این مرحله، فاصله بین صاف شدن جلوی پا تا جدا شدن پاشنه را شامل می‌شود. این مرحله مقارن با بارگیری وسط و جلوی پاست. مطالعات پیشین در خصوص مقایسه فشار کف پای در کودکان مبتلا به اوتیسم با کودکان سالم، نشان داده‌اند بین الگوی توزیع فشار کف پای وارد بر پا حین راه رفتن در این دو گروه اختلافی وجود دارد. به نظر می‌رسد این تفاوت در مدت‌زمان نسبی این مرحله بین دو گروه بتواند با الگوی توزیع فشار کف پای متفاوت همراه باشد. پژوهش‌های پیشین نیز نشان‌دهنده وجود اختلاف در بارگیری مناطق مختلف پا حین راه رفتن است (۲۴، ۲۹، ۳۰).

مرحله پوش‌آف جلوی پا شامل فاصله بین صاف شدن جلوی پا تا تماس انتهایی پاست. نتایج نشان داد مدت‌زمان نسبی مرحله پوش‌آف جلوی پا در گروه کودکان مبتلا به اوتیسم بیشتر از کودکان گروه شاهد است. نشان داده شده است که در این مرحله کودکان مبتلا به اوتیسم، در مقایسه با کودکان عادی، حداکثر گشتاور پلانتر فلکسوری کمتری دارند (۱۶). این امر می‌تواند نشان‌دهنده ضعف عضلات پلانتر فلکسور در این کودکان باشد (۱۶). به نظر می‌رسد با افزایش مدت‌زمان این مرحله کودکان مبتلا به اوتیسم نیروی پلانتر فلکسوری را در مدت‌زمان بیشتری تولید می‌کنند تا ضربه کافی را برای ایجاد پوش‌آف حین راه رفتن ایجاد کنند.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد مدت‌زمان کلی فاز استانس کودکان مبتلا به اوتیسم از کودکان حاضر در گروه شاهد بیشتر است. این نتایج با یافته‌های ویلنسکی و همکاران، ویس و همکاران و ورنامارتین و همکاران هم‌سوست؛ این پژوهشگران نیز نشان دادند مدت‌زمان استانس کودکان مبتلا به اوتیسم بیشتر است (۱۷-۱۵). پژوهش‌های مذکور در بیان علت بیشتر بودن مدت‌زمان استانس در کودکان مبتلا به اوتیسم بیان کرده‌اند که عملکرد کندتر سیستم عصبی در افراد مبتلا به اوتیسم در سرعت حرکت و انقباض عضلات تأثیرگذار است. این تأثیر می‌تواند باعث ایجاد ترس از به هم خوردن تعادل

و ترس از کاهش تعادل حین راه رفتن شود (۱۸-۱۵). کودکان مبتلا به اوتیسم برای غلبه بر این ترس مدت‌زمان مرحله استانس راه رفتن را افزایش می‌دهند تا پایداری‌شان هنگام راه رفتن افزایش یابد (۶). این نتایج نشان‌دهنده اتخاذ استراتژی‌های محافظه‌کارانه در کودکان مبتلا به اوتیسم است که با

افزایش مدت‌زمان استانس و تغییر در زمان‌بندی مراحل چهارگانه فاز استانس همراه است. فاز استانس راه رفتن یکی از مراحل تأثیرگذار بر ریتم راه رفتن است، اما در مورد آن پژوهش‌های کافی روی کودکان مبتلا به اوتیسم انجام نشده است. پژوهش حاضر به بررسی ابعادی از این فاز راه رفتن در کودکان مبتلا به اوتیسم پرداخته است. این پژوهش نشان داد کودکان مبتلا به اوتیسم در مراحل چهارگانه فاز استانس راه رفتن تفاوت‌هایی دارند. با توجه به اهمیت راه رفتن به‌عنوان یکی از مهارت‌های بنیادی در جابه‌جایی، اختلالات در این زمینه ممکن است به‌طور بالقوه بر یادگیری مهارت‌های حرکتی پیچیده‌تر و فعالیت‌های روزانه آن‌ها تأثیرگذار باشد و تعامل اجتماعی و رشد اجتماعی‌شان را مختل کند. درک بهتر علل اساسی اختلالات حرکتی به‌طورقطع برای افزایش دانش در مورد این مشکلات ضروری است و می‌تواند رویکردهای توان‌بخشی آینده را تسهیل کند.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به این مورد اشاره کرد که این پژوهش تنها به بررسی فاز استانس راه رفتن پرداخته است و مرحله نوسان نادیده گرفته شده است. درحالی‌که بررسی کلی و هم‌زمان مراحل راه رفتن می‌تواند اطلاعات کامل و همه‌جانبه در مورد اختلالات فرایندهای راه رفتن کودکان مبتلا به اوتیسم فراهم کند؛ بنابراین توصیه می‌شود در پژوهش‌های آینده به این مورد توجه شود. علاوه بر این، پژوهش‌های مشابه در مورد کودکان مبتلا به اوتیسم در جمعیت‌های بزرگ‌تر و روی افرادی با رده‌های سنی مختلف توصیه می‌شود.

به‌طورکلی با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، چنین به نظر می‌رسد که کودکان مبتلا به اوتیسم، در مقایسه با کودکان عادی زمان‌بندی متفاوتی در مراحل مختلف فاز استانس راه رفتن دارند. این تفاوت‌ها می‌تواند نشانگر زمان‌بندی متفاوت سیستم عصبی برای فعال‌سازی عضلات و سازوکارهای تعادلی و دامنه حرکتی و قدرت عضلانی متفاوت عضلات اندام تحتانی در کودکان مبتلا به اوتیسم باشد. همچنین کودکان مبتلا به اوتیسم، در مقایسه با کودکان عادی، مدت‌زمان بیشتری را در فاز استانس صرف می‌کنند. این نتایج نشان‌دهنده اتخاذ استراتژی‌های محافظه‌کارانه در کودکان مبتلا به اوتیسم است که با سازوکارهای جبرانی برای نگهداری و کنترل تعادل به هنگام راه رفتن همراه است.

تاکنون بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه راه رفتن کودکان مبتلا به اوتیسم به بررسی متغیرهای فضایی و زمانی راه رفتن و مقایسه کلی فازهای استانس و نوسان راه رفتن پرداخته‌اند. در زمینه بررسی فاز استانس راه رفتن اطلاعات کلی در این سطح است که افراد مبتلا به اوتیسم، در مقایسه با افرادی با شرایط رشد عادی، مدت‌زمان بیشتری را برای این فاز صرف می‌کنند.

در پژوهش حاضر سعی شد ابعاد جدیدی از فرایند راه رفتن در کودکان مبتلا به اوتیسم بررسی شود. بنابراین با توجه به امکانات در دسترس و میزان اهمیت فاز استانس راه رفتن ویژگی‌های این فاز بررسی شد. در این بررسی مشخص شد کودکان مبتلا به اوتیسم در مقایسه با کودکانی که شرایط رشد عادی دارند، زمان‌بندی متفاوتی برای زیرفازهای فاز استانس دارند. بررسی این زمان‌بندی در کودکان مبتلا به اوتیسم در شناسایی اختلالات عصبی و عضلانی و آسیب‌های اندام تحتانی به متخصصان کمک می‌کنند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از کودکان و والدینی که وقت خود را صرف این کار پژوهشی کردند تشکر می‌کنند.

منابع

1. Association AP. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®): American Psychiatric Pub; 2013.
2. Torres EB, Donnellan AM. Editorial for research topic "Autism: The movement perspective". *Front Integr Neurosci*. 2015;9:12.
3. Pan C-Y, Tsai C-L, Chu C-H. Fundamental movement skills in children diagnosed with autism spectrum disorders and attention deficit hyperactivity disorder. *J Autism Dev Disord*. 2009;39(12):1694.
4. Hallett M, Lebedowska MK, Thomas SL, Stanhope SJ, Denckla MB, Rumsey J. Locomotion of autistic adults. *Arch Neurol*. 1993;50(12):1304-8.
5. Rinehart NJ, Tonge BJ, Iansek R, McGinley J, Brereton AV, Enticott PG, et al. Gait function in newly diagnosed children with autism: cerebellar and basal ganglia related motor disorder. *Dev Med Child Neurol*. 2006;48(10):819-24.
6. Kindregan D, Gallagher L, Gormley J. Gait deviations in children with autism spectrum disorders: a review. *Autism Res Treat*. 2015;2015.
7. Hasan CZC, Jailani R, Tahir NM, Ilias S. The analysis of three-dimensional ground reaction forces during gait in children with autism spectrum disorders. *Res Dev Disabil*. 2017;66:55-63.
8. Calhoun M, Longworth M, Chester VL. Gait patterns in children with autism. *Clin Biomech*. 2011;26(2):200-6.
9. Payne VG, Isaacs LD. Human motor development: A lifespan approach. Khalaji H, Khajavi D. 2th ed. Arak: Arak University; 2005. (in persion)
10. Kirtley C. Clinical gait analysis: theory and practice. Sadeghi H, Yousefi M. Tehran: Qalam Alam; 2015. (in persion)
11. Sheridan MD, Sharma A, Frost M. From birth to five years: children's developmental progress: Routledge; 2002.
12. Kirby K. Biomechanics of the normal and abnormal foot. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2000;90(1):30-4.

13. Eggleston JD, Harry JR, Cereceres PA, Olivas AN, Chavez EA, Boyle JB, et al. Lesser magnitudes of lower extremity variability during terminal swing characterizes walking patterns in children with autism. *Clin Biomech.* 2020;76:105031.
14. Perttunen J. Foot loading in normal and pathological walking: University of Jyväskylä; 2002.
15. Vilensky JA, Damasio AR, Maurer RG. Gait disturbances in patients with autistic behavior: a preliminary study. *Arch Neurol.* 1981;38(10):646-9.
16. Vernazza-Martin S, Martin N, Vernazza A, Lepellec-Muller A, Rufo M, Massion J, et al. Goal directed locomotion and balance control in autistic children. *J Autism Dev Disord.* 2005;35(1):91-102.
17. Weiss MJ, Moran MF, Parker ME, Foley JT. Gait analysis of teenagers and young adults diagnosed with autism and severe verbal communication disorders. *Front Integr Neurosci.* 2013;7:33.
18. Chester VL, Calhoun M. Gait symmetry in children with autism. *Autism Res Treat.* 2012;2012.
19. Elliot B, Ackland T. Biomechanical effects of fatigue on 10,000 meter running technique. *Res Q Exerc Sport.* 1981;52(2):160-6.
20. Montgomery JM, Newton B, Smith C. Test review: Gilliam, J.(2006). GARS-2: Gilliam autism rating scale—second edition. Austin, TX: PRO-ED. *J Psychoeduc Assess.* 2008;26(4):395-401.
21. Willems T, Witvrouw E, Delbaere K, De Cock A, De Clercq D. Relationship between gait biomechanics and inversion sprains: a prospective study of risk factors. *Gait Posture.* 2005;21(4):379-87.
22. Wu X, Wang H, Dickin C, Bassette L. Clinical Gait Analysis in Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder. 2020.
23. Molloy CA, Dietrich KN, Bhattacharya A. Postural stability in children with autism spectrum disorder. *J Autism Dev Disord.* 2003;33(6):643-52.
24. Pauk J, Zawadzka N, Wasilewska A, Godlewski P. Gait deviations in children with classic high-functioning autism and low-functioning Autism. *J Mech Med Biol.* 2017;17(03):1750042.
25. Shih Y-F, Chen C-Y, Chen W-Y, Lin H-C. Lower extremity kinematics in children with and without flexible flatfoot: a comparative study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2012;13(1):31.
26. Levinger P, Murley GS, Barton CJ, Cotchett MP, McSweeney SR, Menz HB. A comparison of foot kinematics in people with normal-and flat-arched feet using the Oxford Foot Model. *Gait Posture.* 2010;32(4):519-23.
27. Nobile M, Perego P, Piccinini L, Mani E, Rossi A, Bellina M, et al. Further evidence of complex motor dysfunction in drug naive children with autism using automatic motion analysis of gait. *Autism.* 2011;15(3):263-83.
28. Ambrosini D, Courchesne E, Kaufman KR. Motion analysis of patients with infantile autism. *Gait Posture.* 1998;7(2):188.
29. Yang C-S, Lee G-S, Choi B-K, O'Sullivan D, Kwon Y-H, Lim B-O, editors. Gait analysis in children with autism using temporal-spatial and foot pressure Variables. ISBS-Conference Proceedings Archive; 2012.

30. Tedroff K, Eriksson JM, Bejerot S. What has feet to do with it? Pes planus and medial arch height in adults with and without autism spectrum disorder. *Res Autism Spectr Disord.* 2013;7(1):187-92.

ارجاع دهی

آفاکوچکی زهرا، ذوالاکتاف وحید، اسماعیلی حامد. بررسی ویژگی‌های فاز استانس راه رفتن در کودکان مبتلا به اوتیسم. مطالعات طب ورزشی. پاییز و زمستان ۱۴۰۰؛ ۱۳(۳۰)، ۳۴-۱۷. شناسه دیجیتال: 10.22089/SMJ.2021.11276.1534

Aghakouchaki Z, Zolaktaf V, Esmaeili H. Stance Phases Characteristics of Walking in Children with Autism. *Sport Medicine Studies.* Fall & Winter 2022; 13 (30): 17-34. (Persian).
Doi: 10.22089/SMJ.2021.11276.1534