Journal of Ilam University of Medical Sciences

P-ISSN: 1563-4728
E-ISSN: 2588-3135

The effect of vestibular disturbances on spatio-temporal parameters of walking in active children aged 7 to 11 years

Seyed Morteza Mansouri Mehrian [1], **Saeed Ilbeigi** [2*], **Ali Fatahi** [1]

[1] Faculty of Physical Education, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran
[2] Faculty of Sports Sciences, Birjand University, Birjand, Iran

Article Info

Article type:
Research article

Article History:
Received: Apr. 12, 2025
Received in revised form: Jun. 02, 2025
Accepted: Jul. 12, 2025
Published Online: Sep. 27, 2025

**** Correspondence to:***
Saeed Ilbeigi
Faculty of Sports Sciences, Birjand University, Birjand, Iran

Email:
silbeigi@birjand.ac.ir

A B S T R A C T

Introduction: The vestibular system is one of the components of balance maintenance, and its disruption can affect the biomechanics of walking. The aim of the present study was to investigate the effect of vestibular disorders on spatiotemporal parameters of gait in children aged 7 to 11 years.

Materials & Methods: The present study was conducted on 30 boys aged 7 to 11 years in Tehran, who were selected for the study using convenience sampling. Subjects walked a 12-meter track in the laboratory under four different sensory conditions (walking with eyes open, walking with eyes closed, walking with eyes open with vestibular perturbation, and walking with eyes closed with vestibular perturbation). Spatio-temporal parameters, including cadence, walking speed, stride length, step length, step time, and step width as a percentage of the length of the walking cycle, were recorded and measured through Vicon cameras. Data analysis was done using ANOVA with repeated measures with significance level ($p \leq 0.05$) in SPSS V.22.

Results: The results showed that in the indices of stride length ($p=0.001$), stride time ($p=0.001$), step length ($p=0.001$), step time ($p=0.001$), walking speed ($p=0.008$), and cadence ($p=0.001$), a significant effect was observed between different conditions, while no significant effect was observed between different conditions in the step width index ($p=0.110$).

Conclusion: Vestibular disturbances can alter the biomechanics of the lower limb, which causes changes in parameters related to walking, thereby reducing balance and increasing the risk of falls and subsequent complications. Vestibular disturbances can enhance motor efficiency by altering spatio-temporal parameters and walking patterns, indicating a compensatory mechanism for maintaining balance.

Keywords: vestibular disorders, spatiotemporal parameters, walking, active children

Cite this paper: Mansouri Mehrian M, Ilbeigi S, Fatahi A. The effect of vestibular disturbances on spatio-temporal parameters of walking in active children aged 7 to 11 years. *Journal of Ilam University of Medical Sciences*. 2025;33(4):90-105.

Introduction

The vestibular system, as one of the main components of the body's balance system, plays an indispensable role in maintaining posture stability, controlling eye movements, and spatial orientation (1). This complex system, by receiving information from the inner ear and processing it in the brain, allows us to maintain our balance and make precise and coordinated movements even in challenging environmental conditions (2). Disorders in this system, which can be caused by various factors such as infections, trauma, or developmental abnormalities, can severely affect the biomechanics of walking (3). Walking seems to be a simple and automatic action, but in fact it requires a complex coordination between the visual, vestibular, and proprioceptive systems (4). In children, weakness or defects in the vestibular system can lead to problems such as clumsiness, problems with motor coordination, and an increased risk of falling (5). Given the importance of walking as a fundamental skill in daily life and its direct impact on quality of life, the present study was conducted with a dual objective: 1) to accurately assess the immediate effects of vestibular disorders on spatiotemporal parameters of walking (such as stride length, speed, and cadence) in active children aged 7 to 11 years and 2) to investigate the compensatory

© The Author(s)
Publisher: Ilam University of Medical Sciences

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2025-10-05]

mechanisms that the body uses to maintain balance in the face of vestibular challenges (1).This study attempts to fill the existing knowledge gap in the field of the specific effects of vestibular disorders on children's walking patterns and provide a basis for future rehabilitation interventions.

Methods

This experimental study was conducted with a within-group design on 30 healthy active boys, aged 7 to 11 years, from Tehran. Strict inclusion and exclusion criteria, including the absence of underlying diseases, structural abnormalities, visual or neuromuscular problems, and the absence of pain in the lower extremities, ensured the homogeneity of the sample group. The mean age of the subjects was 8.9 years with a standard deviation of 0.7, and the mean weight was 29.4 kg with a standard deviation of 2.2. The sample size was determined to be at least 34 people using G*Power software with a statistical power of 0.8, an effect size of 0.50, and a significance level of 0.05, but due to existing limitations, 30 people were selected using the convenience sampling method. The experimental protocol consisted of four controlled conditions in which each subject participated: 1) walking with eyes open and no stimulation (control condition), 2) walking with eyes closed and no stimulation (to assess the role of vision), 3) walking with eyes open and vestibular stimulation, and 4) walking with eyes closed and vestibular stimulation. Vestibular stimulation was induced by performing five rapid clockwise rotations and immediately five counterclockwise rotations before starting walking to challenge the vestibular system. Subjects walked a 12-meter path, and spatiotemporal gait parameters (including stride length, stride time, step length, step time, stride width, gait speed, and cadence) were recorded using a Vicon motion analysis system equipped with WebKit cameras and specialized software with a high sampling rate. After filtering with a Butterworth level 2 filter with a cutoff frequency of 6 Hz, the raw data were extracted using Vicon Nexus software and then entered into SPSS version 22 for statistical analysis. The Kolmogorov-Smirnov (K-S) test was used to check the normality of the data distribution. To compare the means of the variables in four different conditions, analysis of variance with repeated measures was used, and in case of significant differences, the Bonferroni post hoc test was used for pairwise comparisons. The statistical significance level for all tests was set at $P \leq 0.05$ in SPSS V.22.

Results

The results of the present study showed that vestibular disorders have a significant effect on spatiotemporal parameters of gait in children aged 7 to 11 years. Statistical analyses revealed significant differences in stride length (P=0.01), stride time (P=0.001), step length (P=0.001), step time (P=0.001), gait speed (P=0.001), and cadence (P=0.008) between the different experimental conditions. In other words, when the vestibular system was affected, children changed their gait pattern in a way that indicated an attempt to maintain balance. Interestingly, closing the eyes alone (without vestibular stimulation) had no significant effect on any of these parameters (P>0.05), indicating the high ability of children to use the vestibular system to compensate for the lack of visual information. The only parameter that did not show a statistically significant change (P=0.110) in any of the studied conditions was stride width, and it remained constant. These findings generally confirm that vestibular disorders can affect motor efficiency by changing the spatial and temporal parameters of gait, which indicate compensatory mechanisms for maintaining balance.

Conclusion

The results of this study clearly demonstrate that vestibular disturbances have a significant impact on spatiotemporal gait parameters in active children aged 7 to 11 years. These findings not only emphasize the pivotal role of the vestibular system in maintaining dynamic balance but also reveal the body's compensatory strategies in the face of balance challenges. The observation of decreased walking speed, shortened steps, and increased ground contact time under vestibular stimulation all support the body's attempt to increase stability and reduce the risk of falls. These patterns reflect an innate defense mechanism in which the motor system attempts to maintain posture stability and continue safe movement by adjusting itself. Importantly, the removal of visual input alone (without vestibular disturbance) did not produce significant changes in gait, which is evidence of the high power and efficiency of the vestibular system in children to compensate for the lack of

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2025-10-05]

other sensory information. However, when the vestibular system is disrupted, the body is forced to make significant changes in gait patterns. These changes, although acting as a compensatory mechanism, can lead to inefficient gait patterns in the long term and affect the quality of the individual's movement. Therefore, considering the results obtained, the necessity of paying attention to the assessment and strengthening of the vestibular sense in children is emphasized. Such an approach can not only help improve motor efficiency and balance in childhood but also promote individual health and independence throughout life by reducing the risk of falls and their subsequent complications in older ages.

Authors' Contribution

Conceptualization, Methodology, Validation, Formal Analysis, Investigation, Software, Resources, Data Curation, Writing-Original Draft Preparation, Writing -Review & Editing, Visualization, Supervision, Project Administration: SM, SI, AF.

Ethical Statement

This study was approved by the Research Ethics Committee of the Tehran Sports Sciences Research Institute (Iran) (IR.SSRC.REC.1403.005). The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

Funding

This study has not received any funding from government, private, or non-profit organizations.

Acknowledgment

This study is based on the doctoral thesis of Seyed Morteza Mansouri Mehrian, Department of Sports Biomechanics, Islamic Azad University, Central Tehran Branch (Iran). The authors would like to thank all the participants in this study who provided the necessary cooperation.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2025-10-05]

مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام

JIUMS

شاپای چاپی : ۱۵۶۳-۴۷۲۸

شاپای الکترونیک : ۲۵۸۸-۳۱۳۵

تأثیر اغتشاشات وستیبولاری بر مؤلفه‌های فضایی–زمانی راه رفتن در پسران فعال ۷ تا ۱۱ سال

سیدمرتضی منصوری مهریان[۱]، سعید ایل بیگی[۲*]، علی فتاحی[۱]

[۱] گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تربیت بدنی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۲] گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۲۳

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۰۵

نویسنده مسئول:
سعید ایل بیگی
گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

Email:
silbeigi@birjand.ac.ir

چکیده

مقدمه: دستگاه وستیبولار یکی از مؤلفه‌های حفظ تعادل است که اغتشاش آن می‌تواند بیومکانیک راه رفتن را تحت تأثیر قرار دهد. هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر اغتشاشات وستیبولاری بر مؤلفه‌های فضایی–زمانی راه رفتن در پسران ۷ تا ۱۱ سال است.

مواد و روش‌ها: مطالعهٔ حاضر روی ۳۰ نفر از پسران با دامنهٔ سنی ۷ تا ۱۱ سال شهر تهران انجام گرفت که به روش نمونه‌گیری در دسترس برای پژوهش انتخاب شدند. آزمودنی‌ها تحت چهار شرایط حسی مختلف (راه رفتن با چشمان باز، راه رفتن با چشمان بسته، راه رفتن با چشمان باز با اغتشاش وستیبولار و راه رفتن با چشمان بسته با اغتشاش وستیبولار)، یک مسیر ۱۲ متری را در آزمایشگاه طی کردند. مؤلفه‌های فضایی–زمانی شامل کادنس، سرعت راه رفتن، طول قدم، طول گام، زمان قدم و گام و عرض گام برحسب درصدی از طول چرخهٔ راه رفتن از طریق دوربین‌های ویکون ثبت و اندازه‌گیری شد.

یافته‌های پژوهش: نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های مکرر نشان داد که در شاخص‌های طول گام (P=0.01)، زمان گام (P=0.001)، طول قدم (P=0.001)، زمان قدم (P=0.001)، سرعت راه رفتن (P=0.008) و کادنس (P=0.001)، تأثیر معناداری میان شرایط مختلف مشاهده گردید، درحالی‌که در شاخص عرض گام (P=0.110) تأثیر معناداری میان شرایط مختلف مشاهده نشد.

بحث و نتیجه‌گیری: اغتشاشات وستیبولاری می‌تواند بیومکانیک اندام تحتانی را دچار تغییر کند که موجب تغییر مؤلفه‌های مرتبط با راه رفتن شود و از این طریق، باعث کاهش تعادل و افزایش میزان خطر سقوط و عوارض متعاقب آن گردد؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که اغتشاشات وستیبولاری می‌تواند با تغییر مؤلفه‌های فضایی–زمانی و الگوی راه رفتن که نشان از سازوکار جبرانی حفظ تعادل دارد، کارایی حرکتی را افزایش دهند.

واژه‌های کلیدی: اغتشاشات وستیبولار، مؤلفه‌های فضایی زمانی، راه رفتن، پسران فعال

استناد: منصوری مهریان سیدمرتضی، ایل بیگی سعید، فتاحی علی. تأثیر اغتشاشات وستیبولاری بر مؤلفه‌های فضایی–زمانی راه رفتن در پسران فعال ۷ تا ۱۱ سال. *مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام*، مهر ۱۴۰۴؛ (۴)۳۳: ۱۰۵–۹۰.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2025-10-05]

CC BY NC

حق‌مؤلف © نویسندگان

مقدمه

راه رفتن به‌عنوان حالتی حرکتی در هر دو پا تعریف می‌شود که توسط سیکل‌های تک‌پا و دو پا به‌صورت متوالی شکل می‌گیرد که امکان جابجایی مرکز ثقل بدن انسان را با هزینهٔ انرژی کمتری نسبت به هر شکل دیگری از حرکت انسان فراهم می‌کند. سیکل اصلی راه رفتن با گام تشکیل می‌شود. تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های فضایی-زمانی امکان مطالعهٔ دقیق این حالت حرکت را فراهم می‌کند (۱). تعداد بسیاری از مطالعات علمی برای تجزیه‌وتحلیل متغیرهای فضایی-زمانی راه رفتن، مانند طول قدم، طول گام، مدت‌زمان قدم، مدت‌زمان گام، عرض گام، کادنس و سرعت راه رفتن وجود دارد. راه رفتن یکی از معمول‌ترین حرکات انسان است که در افراد جوان به‌وسیلهٔ ناحیهٔ زیر قشر و نخاع کنترل می‌شود (۲). در چند دههٔ گذشته، تحقیقات فراوانی انجام‌شده است که نشان داده‌اند، راه رفتن فعالیتی خودکار نیست و عملکردی شناختی است که نقش معنی‌داری در کنترل تعادل و تحرک فرد دارد (۲، ۱). همهٔ فعالیت‌های روزمرهٔ زندگی به کنترل تعادل در حالت سکون و جابجایی نیاز دارند و بر اساس همین، اختلال در دستگاه وستیبولار سبب بروز مشکلاتی در جهت‌یابی، تعادل و حرکت افراد می‌شود. ایجاد تعادل بدن طی راه رفتن فعالیتی است که انسان‌ها ظاهراً بدون زحمت انجام می‌دهد (۳). اختلالات تعادل می‌تواند تأثیر منفی بر مهارت‌های حرکتی دیگر همچون یکپارچه‌سازی حسی، هماهنگی عمومی پویا هماهنگی چشم بگذارد (۵، ۴). دستگاه وستیبولار شامل قسمت‌هایی از گوش داخلی و مغز است که به کنترل تعادل، حرکت چشم و جهت‌گیری فضایی فرد کمک می‌کند. این مسیر تنها پس از دو ماه از لقاح داخل رحم شروع به رشد می‌کند و تا حدود پنج ماه پس از لقاح کاملاً شکل می‌گیرد و حرکت در رحم به رشد این حس کمک می‌کند. حس دهلیزی اولین دستگاه حسی است که عملکرد آن به‌طور کامل دچار تحول می‌شود (۶). این دستگاه کمک می‌کند تا افراد پایداری و ثبات خود را حفظ کنند و بتواند در حالت ایستاده قرار بگیرند. کودکان با حس دهلیزی قوی هماهنگی و تعادل بهتری دارند. کودکانی که این حس به‌طور کامل در آنان رشد نکرده‌اند، دست‌وپا چلفتی به‌نظر می‌رسند و دائم با اشیا برخورد می‌کنند. کودکانی که دستگاه وستیبولار آنان مشکل دارد، ممکن است که ندانند که بدن آنان در چه فضایی قرار دارد و حس تعادل خود را از دست بدهند و قادر به کنترل بدن خود نباشند (۶). فعالیت‌هایی که کودک در آنان دور خود می‌چرخد، به بالا بردن سطح هوشیاری، افزایش توجه و آرامش بیشتر در او منجر می‌شوند. شاید به همین سبب است که کودکان به انجام این فعالیت‌ها تمایل دارند؛ بنابراین، با تقویت این حس در کودکی می‌توان از آسیب‌های احتمالی ناشی از ضعف دستگاه وستیبولار جلوگیری کرد (۷، ۶). مجموعهٔ دهلیزی-نخاعی، مخچه و ساختار شبکیه‌ای بر رفتار حرکتی تأثیر می‌گذارند و همچنین در توسعهٔ مهارت‌های حرکتی، ادغام رفلکس‌های وضعیتی، هماهنگی حرکات چشم و مهارت‌های بصری و همچنین توسعهٔ رفتار کاوشگرانه و تنظیم سطح سرزندگی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (۸).

اگر فرض بر این باشد که برای حفظ پاسچر (وضعیت بدنی) به همهٔ اطلاعات مربوط به‌دستگاه‌های حسی نیاز داریم، کمبود اطلاعات یکی از دستگاه‌های حسی بر تعادل بدن در هنگام ایستادن و راه رفتن تأثیر می‌گذارد (۹). دستگاه بینایی اطلاعات محیط اطراف فرد مانند فاصله را جمع‌آوری می‌کند و نقش بسزایی در گرفتن و حفظ تعادل و ثبات و برنامه‌ریزی مسیر حرکت دارد (۱۱، ۱۰). به‌طورمعمول، تشخیص اختلال دستگاه دهلیزی از طریق مجموعه‌ای از آزمایش‌های تخصصی (به‌عنوان‌مثال، پوسچروگرافی پویا کامپیوتری، ویدئونیستاگموگرافی (VNG) و تست صندلی چرخشی) تعیین می‌گردد (۱۲). دوران کودکی مهم‌ترین دورهٔ رشد و تکامل انسان است. پاسچر کودکان و الگوهای راه رفتن تا سن ۱۲ تا ۱۳ سالگی ادامه می‌یابد که فرایندی مداوم و آهسته است (۱۳). کوثری و همکاران (۲۰۱۳) به این نتیجه رسیدند که در سنین کودکی رشد جسمانی، عاطفی، شناختی و عقلانی کودک نسبت به سال‌های بعد، از سرعت بیشتری برخوردار است و قابلیت اصلاح‌پذیری کودکان در سنین ۷ تا ۱۱ سالگی فوق‌العاده است، به‌گونه‌ای که ارائهٔ فعالیت‌های حرکتی منظم

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2025-10-05]

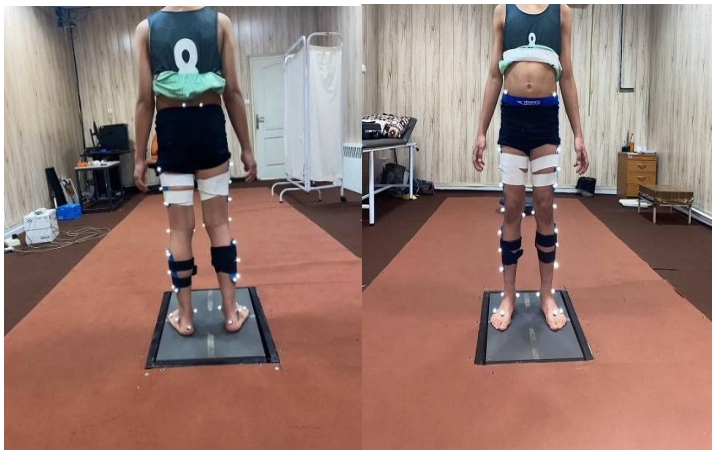
در این سنین اهمیت ویژه‌ای دارد؛ به‌عبارت‌دیگر می‌توان گفت، تجارب حرکتی کودک در این برههٔ زمانی علاوه بر بهبود عملکرد شخص، احتمال آسیب‌دیدگی این افراد در همهٔ ورزش‌ها را کاهش می‌دهد (۱۴). شوموی-کوک و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که کنترل پاسچر در سنین ۱۱-۷ سالگی به‌طور کامل مشابه بزرگ‌سالان می‌شود؛ به این معنی که کودکان با سن بیشتر از ۷ سال به‌آسانی ثبات پاسچر خود را در هر دو پاسچر ایستاده و در حال حرکت حفظ می‌کنند (۱۵). کودکان با شرکت در یک برنامهٔ منظم ورزشی، این فرصت را خواهند داشت که از لحاظ عضلانی تقویت شوند و یک زندگی فعال و سالم را در زمان ورود به بزرگ‌سالی داشته باشند و این امر اهمیت ضرورت ورزش و فعالیت‌های حرکتی را در کودکان نشان می‌دهد (۱۶)؛ بنابراین، پاسچر کودکان در سلامتی جامعه و نسل‌های آینده تأثیرگذار است و فعالیت بدنی در کودکان به رشد و کیفیت زندگی آنان در زمان بزرگ‌سالی کمک می‌کند و بی‌توجهی به پاسچر و تعادل در دوران کودکی، صدمات جبران‌ناپذیری بر سلامت وی در بزرگ‌سالی وارد خواهد کرد (۱۴)؛ بنابراین، برای شناخت بیشتر شرایط ویژهٔ پاسچر کودکان و تغییرات جسمانی آنان در این سنین به مطالعات گسترده‌ای نیاز است. در بررسی متون علمی چاپ‌شده، مقاله‌ای که متغیرهای فضایی زمانی راه رفتن در حین اغتشاش دستگاه وستیبولار بررسی کرده باشد، به‌ندرت یافت شد، درحالی‌که علاوه بر بررسی نیرو و زاویهٔ مفصل در زمان مشخص، متغیرهای فضایی زمانی راه رفتن نیز در درک کنترل حرکتی افراد بسیار مهم هستند. نشان داده‌شده است که تجزیه‌وتحلیل متغیرهای فضایی-زمانی روش معتبری برای ارائهٔ مطالعهٔ دقیق راه رفتن است؛ بنابراین، برای درک بهتر تأثیر اغتشاشات وستیبولاری بر راه رفتن افراد، باید الگوی راه رفتن افراد به‌طور دقیق بررسی گردد. با توجه به مطالب بیان‌شده و با در نظر گرفتن این موضوع که اجرای بیشتر تکالیف بنیادی به ثبات و تعادل افراد نیازمند است و با توجه به اینکه مطالعات دربارهٔ تأثیر اغتشاشات وستیبولار بسیار محدود است، هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر اغتشاشات وستیبولاری بر مؤلفه‌های فضایی زمانی راه رفتن کودکان فعال در چهار وضعیت عادی (چشم باز و بسته) و تحت اغتشاش (چشم باز و بسته) بود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، ۳۰ کودک فعال پسر ۷ تا ۱۱ سالهٔ شهر تهران (باشگاه فوتبال پاسارگاد، منظور از فعال این است که به‌طور منظم در طول شش ماه اخیر سه جلسه در هفته، فعالیت ورزشی منظم انجام داده بودند)، با توجه به معیارهای پژوهش انتخاب شدند. در معیارهای ورود به تحقیق این نکته مدنظر بود که آزمودنی‌ها بدون هرگونه بیماری، ناهنجاری‌های ساختار قامتی، مشکلات دهلیزی، بینایی، اختلالات عصبی عضلانی و آسیب‌های اندام تحتانی در زمان آزمون باشند و معیارهای خروج از تحقیق شامل داشتن ناهنجاری‌های ساختار قامتی مشهود، مشکلات دهلیزی، بینایی، اختلالات عصبی عضلانی، هرگونه درد در اندام تحتانی که بر زوایا یا دامنهٔ حرکتی فرد تأثیرگذار باشد، رضایت نداشتن فرد از ادامهٔ همکاری در پژوهش حاضر و وقوع هرگونه آسیب در حین انجام دستورالعمل بودند (۱۸، ۱۷). میانگین و انحراف استاندارد اطلاعات توصیفی آزمودنی‌های تحقیق در جدول شمارهٔ ۱ آورده شده است. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار جی‌پاور نشان داد که برای یک توان آماری ۰/۸۰ در یک اندازهٔ اثر ۰/۵۰ با سطح معنی‌داری ۰/۰۵، حجم نمونه حداقل ۲۴ نفر لازم است (۸) که تعداد ۳۰ نفر به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب گردیدند. آزمودنی‌ها پس از پر کردن فرم رضایت‌نامه از سوی والدین، در پژوهش شرکت کردند. پرسش‌نامهٔ مشخصات فردی، پرسش‌نامهٔ سلامت روانی و جسمانی، نحوهٔ اجرای تحقیق به‌صورت کتبی و شفاهی در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت. با وجود این، اگر در هر زمان حین انجام فرایند آزمون، شرکت‌کنندگان تصمیم به انصراف از مطالعه گرفتند، با حفظ اطلاعات و اسناد خود می¬توانستند از تحقیق خارج شوند. لازم به ذکر است که مطالعهٔ حاضر در کمیتهٔ اخلاق در پژوهش پژوهشگاه علوم ورزشی با شمارهٔ IR.SSRC.REC.1403.005 ثبت و تأیید گردید. اندازه¬گیری¬های آنتروپومتری پیش از گرم کردن افراد

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2025-10-05]

ارزیابی شد. متغیرهای سن (سال)، قد (سانتی¬متر) و وزن (کیلوگرم) نیز ثبت گردید. طول اندام تحتانی از خار خاصره¬ای قدامی فوقانی (ASIS) تا قوزک داخلی برای هر دو اندام اندازه¬گیری شد؛ سپس تعداد ۱۶ مارکر کروی منعکس‌کنندهٔ نور به قطر ۱۴ میلی‌متر به نقاط آناتومیکی در هر دو پای شرکت‌کنندگان، بر اساس الگوی مارکرگذاری پلاگ این گیت متصل گردید. این نقاط شامل خارخاصره‌ای قدامی فوقانی و خلفی فوقانی، اپی‌کندیل خارجی ران، یک‌سوم پایینی ران، یک‌سوم پایینی ساق، قوزک داخلی، قوزک خارجی، سر متاتارسال دوم و پشت استخوان پاشنه بود (شکل شمارهٔ ۱).



شکل شمارهٔ ۱. نحوهٔ قرار دادن مارکر مدل پلاگ این گیت نمای قدامی (سمت راست) نمای خلفی (سمت چپ)

پس از آماده‌سازی آزمودنی‌ها از آنان خواسته شد که در مسیر مشخص‌شده راه بروند. هر آزمودنی ۶ مرتبه (سه مرتبه مربوط به فاز استانس راه رفتن با چشم باز و سه مرتبه مربوط به فاز استانس راه رفتن با چشم بسته) مسیر مشخص‌شده را طی کردند و داده‌های مربوط به هر آزمودنی ثبت گردید. یک روز پس از انجام پیش‌آزمون، همهٔ آزمودنی‌ها مجدد به آزمایشگاه فراخوانده شدند و پس از آماده‌سازی آزمودنی‌ها، روش انجام پس‌آزمون به آنان شرح داده شد و پس از توجیه آزمودنی‌ها، پس‌آزمون اجرا گردید. آزمودنی‌ها ابتدا روی یک صفحهٔ گردان روی زمین ایستادند و پنج دور در جهت عقربه‌های ساعت و پنج دور در خلاف جهت عقربه‌های ساعت چرخیدند و پس از متوقف شدن، در مسیر مشخص‌شدهٔ ۱۲ متری راه رفتند. آزمودنی‌ها مانند پیش‌آزمون، این تسک را نیز ۶ مرتبه (سه مرتبه مربوط به اغتشاش با چشم باز و سه مرتبه مربوط به اغتشاش با چشم بسته) در مسیر مشخص‌شده طی کردند و داده‌های مربوط به هر آزمودنی ثبت شد.

شرح نحوهٔ انجام شرایط؛ شرایط اول: فرد با چشم باز و بدون هرگونه اغتشاش، شروع به راه رفتن در مسیر اتاق می‌کند.

شرایط دوم: فرد با چشم بسته و بدون هرگونه اغتشاش، شروع به راه رفتن در مسیر اتاق می‌کند.

شرایط سوم: فرد با چشم باز و با اغتشاش (پنج چرخش در جهت عقربه‌های ساعت و بلافاصله پنج چرخش در خلاف عقربه‌های ساعت)، شروع به راه رفتن در مسیر اتاق می‌کند.

شرایط چهارم: فرد با چشم بسته و با اغتشاش (پنج چرخش در جهت عقربه‌های ساعت و بلافاصله پنج چرخش در خلاف عقربه‌های ساعت)، شروع به راه رفتن در مسیر اتاق می‌کند.

پردازش داده‌ها:

داده‌های به‌دست‌آمده از سیستم آنالیز حرکت ویکون با استفاده از نرم‌افزار نکسوس ویکون پردازش و با استفاده از فیلتر باترورث سطح ۴ و بدون اختلاف فازی با فرکانس برش ۶ هرتز برای حذف نویز فیلتر شدند؛ سپس با استفاده از نرم‌افزار پلی‌گان متغیرهای کادنس (تعداد قدم در دقیقه)، سرعت راه رفتن (سرعت راه رفتن با تقسیم مسافت پیموده‌شده به زمان راه رفتن به‌دست آمد)، طول گام (فاصلهٔ

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2025-10-05]

طولی از پاشنهٔ پای راست تا تماس مجدد پاشنهٔ همان پا)، طول قدم (فاصلهٔ طولی پاشنهٔ پای راست و پای چپ)، عرض قدم (فاصلهٔ عرضی پای راست و پای چپ)، زمان گام و زمان قدم (مدت‌زمان طی شده) در یک چرخهٔ راه رفتن استخراج گردیدند.

تحلیل آماری:

متغیرهای پژوهش در دو بخش توصیفی و استنباطی، به‌وسیلهٔ نرم‌افزار SPSS vol.22 تجزیه‌وتحلیل شدند. از آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) برای توصیف داده‌ها، آزمون کولموگروف اسمیرنوف (K-S) برای طبیعی بودن توزیع داده‌ها، آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های مکرر برای مقایسهٔ مقادیر ثبت‌شده در سطح معناداری $P\leq0.05$ و برای مقایسه‌های زوجی از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده گردید.

یافته‌های پژوهش

مشخصات فردی آزمودنی‌ها در جدول شمارهٔ ۱ ارائه‌شده است.

جدول شمارهٔ ۱. اطلاعات توصیفی متغیرهای پژوهش

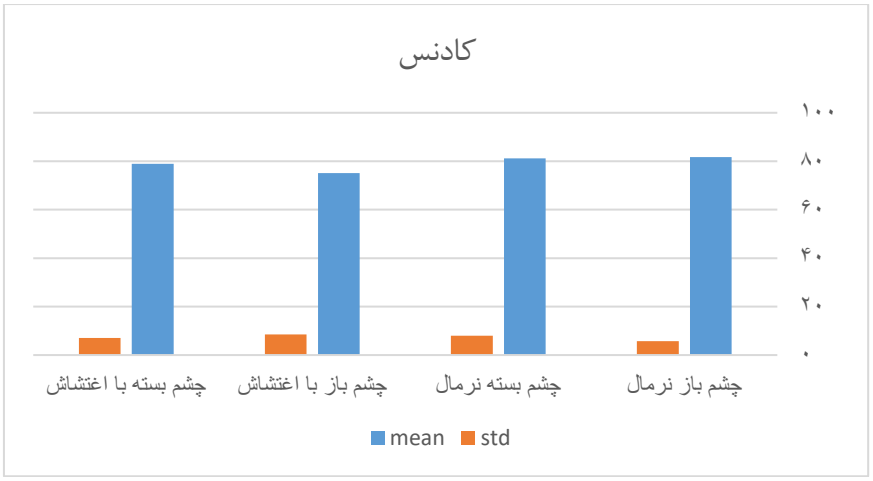
متغیر	N	میانگین	انحراف معیار
سن (سال)	۳۰	۸/۹	۰/۷
وزن بدن (کیلوگرم)		۲۹/۴	۲/۲
قد (سانتیمتر)		۱۳۳/۹	۴/۳
شاخص تودهٔ بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)		۱۶/۴	۱/۵۴

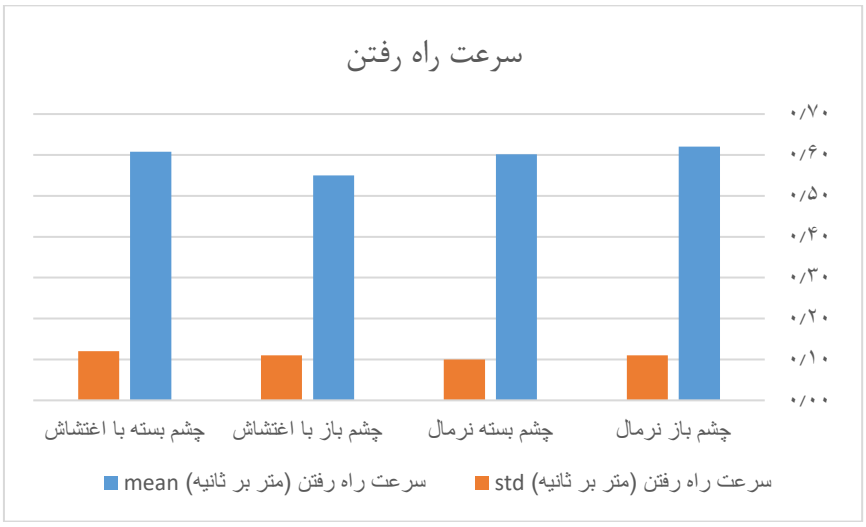
جدول شمارهٔ ۲ نشان‌دهندهٔ میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای فضایی زمانی در ۴ وضعیت ذکرشده (چشم باز بدون اغتشاش، چشم بسته بدون اغتشاش، چشم باز با اغتشاش، چشم بسته با اغتشاش) است.

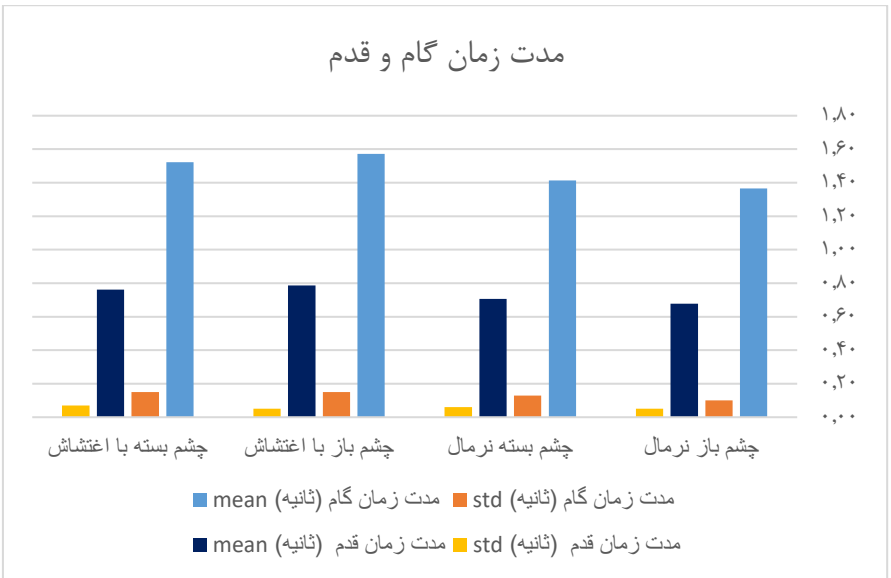
جدول شمارهٔ۲. میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای فضایی زمانی راه رفتن

متغیر	تکرار							
	چشم باز بدون اغتشاش		چشم بسته بدون اغتشاش		چشم باز با اغتشاش		چشم بسته با اغتشاش	
	میانگین	Std	میانگین	Std	میانگین	Std	میانگین	Std
کادنس (قدم در دقیقه)	۸۱/۷	۵/۷	۸۱/۲	۸/۰۴	۷۵/۰۷	۸/۵۵	۷۸/۹۰	۷/۰۵
سرعت راه رفتن (متر بر ثانیه)	۰/۶۲	۰/۱۱	۰/۶۰	۰/۱۰	۰/۵۴	۰/۱۱	۰/۶۰	۰/۱۲
مدت‌زمان قدم (ثانیه)	۰/۶۷	۰/۰۵	۰/۷۰	۰/۰۶	۰/۷۸	۰/۰۵	۰/۷۶	۰/۰۷
طول قدم (متر)	۰/۴۴	۰/۰۶۳	۰/۴۴	۰/۰۵۹	۰/۴۲	۰/۰۶۶	۰/۴۶	۰/۰۸۱
مدت‌زمان گام (ثانیه)	۱/۳۶	۰/۱۰	۱/۴۱	۰/۱۳	۱/۵۷	۰/۱۵	۱/۵۲	۰/۱۵
طول گام (متر)	۰/۸۸	۰/۱۱	۰/۸۷	۰/۱۰	۰/۸۰	۰/۰۹	۰/۸۶	۰/۱۰
عرض گام (متر)	۰/۳۳۳	۰/۰۳۷	۰/۳۳	۰/۰۴۸	۰/۳۲	۰/۰۴۳	۰/۳۱۵	۰/۰۴۹

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2025-10-05]

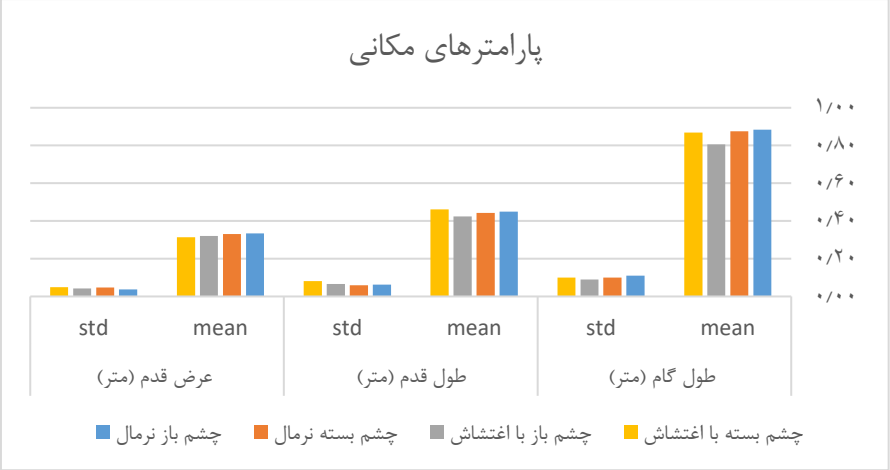






شکل شمارهٔ ۲. مقایسهٔ مؤلفه‌های زمانی راه رفتن در شرایط مختلف

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2025-10-05]



شکل شمارهٔ ۳. مقایسهٔ مؤلفه‌های مکانی راه رفتن در شرایط مختلف

بر اساس نمودارهای بالا (شکل‌های ۱، ۲ و ۳) بیشترین تأثیر اغتشاش وستیبولار بر متغیرهای فضایی زمانی، در حالت اغتشاش با چشم باز رخ داده است. در مؤلفه‌های کادنس، سرعت راه رفتن، طول گام، طول قدم، مدت‌زمان گام و مدت‌زمان قدم در شرایط اغتشاش با چشم باز تأثیر معنی‌داری مشاهده گردید. تنها در مؤلفهٔ عرض قدم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در میان شرایط چشم باز بدون اغتشاش و چشم بسته بدون اغتشاش در هیچ‌کدام از مؤلفه‌ها تأثیر معنی‌داری مشاهده نگردید.

جدول شمارهٔ ۳. نتایج تحلیل رگرسیون هم‌زمان متغیرهای پژوهش (مادران پسران)

متغیر	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری	اندازهٔ اثر
کادنس	۸۱۸/۷۳۲	۲/۸۷	۲۸۵/۰۹	۷/۷۸۷	۰/۰۰۰۱*	۰/۰۵۸
سرعت راه رفتن	۰/۰۸۷	۳	۰/۰۳۰	۴۲/۳۲	۰/۰۰۸*	۰/۰۹۷
مدت‌زمان قدم	۰/۱۹۵	۲/۵۸	۰/۷۶	۱۹/۶۳	۰/۰۰۱*	۰/۰۹۴
طول قدم	۰/۰۲۲	۲/۶۸۹	۰/۰۰۸	۲/۹۶	۰/۰۰۱*	۰/۰۶
مدت‌زمان گام	۰/۸۱۶	۲/۴۸	۰/۳۲۹	۱۹/۹۲	۰/۰۰۱*	۰/۰۹۴
طول گام	۰/۱۱۱	۲/۸۳	۰/۰۳۹	۴/۸۳	۰/۰۰۱*	۰/۰۸۳
عرض گام	۰/۰۰۷	۲/۶۸۷	۰/۰۰۳	۲/۱۳۰	۰/۰۱۱*	۰/۰۰۶

جدول شمارهٔ ٤. نتایج آزمون بونفرونی برای مقایسهٔ جفتی شرایط مختلف مؤلفه‌های فضایی-زمانی

مؤلفه	مقایسه شرایط		اختلاف میانگین	Sig
کادنس	چشم باز	چشم بسته	۰/۴۸۶	۱/۰۰۰
	چشم باز	چشم باز با اغتشاش	۶/۶۱۲	۰/۰۰۱*
	چشم باز	چشم بسته با اغتشاش	۲/۷۸۱	۰/۴۱۷
	چشم بسته	چشم باز با اغتشاش	۶/۱۲۶	۰/۰۰۷*
	چشم بسته	چشم بسته با اغتشاش	۲/۲۹۶	۰/۸۰۴
	چشم باز با اغتشاش	چشم بسته با اغتشاش	۳/۸۳۱	۰/۰۵*
سرعت راه رفتن	چشم باز	چشم بسته	۰/۰۱۹	۱/۰۰۰
	چشم باز	چشم باز با اغتشاش	۰/۰۷۱	۰/۰۰۹*

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2025-10-05]

	چشم باز	چشم بسته با اغتشاش	۰/۰۱۲	۱/۰۰۰
	چشم بسته	چشم باز با اغتشاش	۰/۰۵۲	۰/۱۳۲
	چشم بسته	چشم بسته با اغتشاش	۰/۰۰۶	۱/۰۰۰
	چشم باز با اغتشاش	چشم بسته با اغتشاش	۰/۰۵۸	*۰/۰۴۲
طول گام	چشم باز	چشم بسته	۰/۰۰۷	۱/۰۰۰
	چشم باز	چشم باز با اغتشاش	۰/۰۷۷	*۰/۰۱۹
	چشم باز	چشم بسته با اغتشاش	۵	۱/۰۰۰
	چشم بسته	چشم باز با اغتشاش	۰/۰۷۰	۰/۰۶۳
	چشم بسته	چشم بسته با اغتشاش	۰/۰۰۸	۱/۰۰۰
	چشم باز با اغتشاش	چشم بسته با اغتشاش	۰/۰۶۲	*۰/۰۵
مدت‌زمان گام	چشم باز	چشم بسته	۰/۰۴۸	۰/۳۸۰
	چشم باز	چشم باز با اغتشاش	۰/۲۰۶	*۰/۰۰۱
	چشم باز	چشم بسته با اغتشاش	۰/۱۵۷	*۰/۰۰۱
	چشم بسته	چشم باز با اغتشاش	۰/۱۵۸	*۰/۰۰۱
	چشم بسته	چشم بسته با اغتشاش	۰/۱۰۹	*۰/۰۰۲
	چشم باز با اغتشاش	چشم بسته با اغتشاش	۰/۰۵۰	۰/۵۴۲
طول قدم	چشم باز	چشم بسته	۰/۰۰۵	۱/۰۰۰
	چشم باز	چشم باز با اغتشاش	۰/۰۲۵	*۰/۰۳
	چشم باز	چشم بسته با اغتشاش	۰/۰۱۲	۱/۰۰۰
	چشم بسته	چشم باز با اغتشاش	۰/۰۲۰	۰/۸۶۵
	چشم بسته	چشم بسته با اغتشاش	۰/۰۱۸	۱/۰۰۰
	چشم باز با اغتشاش	چشم بسته با اغتشاش	۰/۰۳۸	*۰/۰۱۴
مدت‌زمان قدم	چشم باز	چشم بسته	۰/۰۲۹	۰/۱۲۵
	چشم باز	چشم باز با اغتشاش	۰/۱۰۰	*۰/۰۰۱
	چشم باز	چشم بسته با اغتشاش	۰/۰۸۴	*۰/۰۰۱
	چشم بسته	چشم باز با اغتشاش	۰/۰۷۱	*۰/۰۰۱
	چشم بسته	چشم بسته با اغتشاش	۰/۰۵۴	*۰/۰۰۲
	چشم باز با اغتشاش	چشم بسته با اغتشاش	۰/۰۱۶	۱/۰۰۰

مقایسهٔ چهار شرایط مختلف مؤلفه‌های فضایی-زمانی در جدول بالا نشان می‌دهد که میان مؤلفه‌های فضایی زمانی در چهار شرایط حسی، طی فاز استانس راه رفتن، اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در مقایسهٔ شرایط چشم باز و اغتشاش با چشم باز نسبت به سایر شرایط، اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. در مقایسهٔ شرایط چشم باز با چشم بسته بدون اغتشاش در همهٔ مؤلفه‌های ذکرشده اختلاف معنی‌داری دیده نشد.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر اغتشاشات وستیبولاری بر مؤلفه‌های فضایی-زمانی راه رفتن کودکان به انجام رسید. مؤلفه‌های فضایی زمانی راه رفتن در چهار شرایط

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2025-10-05]

حسی در کودکان فعال با استفاده از دوربین‌های ویکون ثبت شد. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، بستن چشم تأثیر معنی‌داری بر مؤلفه‌های فضایی زمانی نداشت؛ اما تأثیر اغتشاشات وستیبولاری بر برخی مؤلفه‌های فضایی زمانی راه رفتن قابل‌توجه بود. در مؤلفه‌های کادنس، سرعت راه رفتن، طول گام، طول قدم، مدت‌زمان گام و مدت‌زمان قدم تفاوت معناداری وجود داشت؛ اما در مؤلفهٔ عرض گام تفاوت معناداری مشاهده نشد.

تعادل سازوکار پیچیده‌ای است که هماهنگی سه دستگاه تعادلی (بینایی، دهلیزی و حسی-پیکری) در آن نقش بسزایی دارد (۱۴). تعادل برونداد دستگاه کنترل قامتی است که به‌طور مداوم برای هماهنگ کردن بدن در ارتباط با دیگر افراد، اشیا و سطوح عمل می‌کند (۱۴)؛ به‌عبارت‌دیگر، تعادل به معنای حفظ وضعیت مطلوب قامت طی موقعیت‌های ایستا و پویا است (۱۵). در کنار بینایی و حس عمقی، دستگاه دهلیزی دستگاه حسی دیگری است که برای تمرکز فضایی و کنترل وضعیتی ما ضروری است. بااین‌حال، اهمیت آن اغلب دست‌کم گرفته می‌شود و دستگاه دهلیزی به‌عنوان مکملی برای سایر دستگاه‌های حسی دیده می‌شود (۱۶، ۱۷، ۱۸). دستگاه دهلیزی مسئول درک حرکت و حفظ تعادل در بدن است. معاینهٔ عملکرد دهلیزی برای تعیین علت علائم مرتبط، تشخیص و درمان بیماران مفید است. قشر مغز مرتبط، اطلاعات را پردازش و یکپارچه می‌کند و مکان ادراکی نهایی برای علائم مرتبط با دهلیزی است (۱۹،۲۰). در تاریکی، این دستگاه دهلیزی است که به ما کمک می‌کند در حین حرکات زاویه‌ای مانند چرخش، جهت‌یابی کنیم؛ به‌عنوان‌مثال، هنگام راه رفتن در باغ یا خانهٔ خود در شب، به درک ما از خود حرکتی و موقعیت در فضا کمک می‌کند (۲۱). ازآنجاکه توانایی راه رفتن به‌عنوان یکی از شاخص‌های تعیین استقلال در فعالیت‌های روزمره افراد به‌شمار می‌رود، بررسی ویژگی‌های بیومکانیکی راه رفتن افراد موردتوجه محققان قرار گرفته است (۲۲). تغییرات نامطلوب در راه رفتن با پیامدهای سلامتی متعددی ازجمله زمین خوردن، ناتوانی، زوال شناختی، زوال عقل و مرگ همراه است (۲۲). ورگس و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای گزارش کردند که برخی از مؤلفه‌ها مانند کاهش سرعت راه رفتن و افزایش زمان اتکای دو پا، نشان‌دهندهٔ کاهش تعادل پویا و با خطر سقوط مرتبط هستند (۲۳). نتایج یک مطالعهٔ همبستگی همسو با نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد که خطر افتادن یا کاهش تعادل به‌شدت با برخی معیارهای راه رفتن مثل سرعت راه رفتن، طول گام و زمان گام مرتبط است (۲۳). افراد برای جلوگیری از خطر سقوط حین راه رفتن و افزایش تعادل، با سرعت کمتری راه می‌روند، قدم‌های خود را کوتاه‌تر برمی‌دارند، درصد بیشتری از الگوی حرکتی‌شان را در فاز دابل استانس سپری می‌کنند و برای افزایش سطح اتکا، گام‌های خود را عریض‌تر برمی‌دارند (۲۵). کیوبنسکی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که افزایش عرض گام‌برداری هنگام راه رفتن احتمالاً نوعی پاسخ به کاهش تعادل باشد که با مطالعهٔ ما همخوانی ندارد (۲۴). علت این مغایرت می‌تواند به علت روش و ابزار متفاوت میان مطالعهٔ حاضر و مطالعات یادشده باشد. در این مطالعه، آزمودنی‌ها با پای‌برهنه راه رفتند، سرعت راه رفتن از سوی خود آزمودنی‌ها به‌طور دلخواه تعیین می‌شد و داده‌ها بر اساس طول قد افراد نرمال‌سازی گردیدند. بالاسوکوماران و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی ویژگی‌های فضایی زمانی راه رفتن و وضعیت (کینماتیک یا سینماتیک) مچ پا را در حین راه رفتن به عقب در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که طول گام بزرگ‌تر در گروه کمردرد ناشی از تفاوت در دامنهٔ حرکتی مفاصل اندام تحتانی و ساختار متفاوت مفصل مچ پا است (۲۷). نتایج مطالعات پیشین نشان داد که افزایش خطر زمین خوردن با کاهش طول گام و سرعت راه رفتن و افزایش مدت‌زمان حمایت دوگانه در افراد مسن سالم همبستگی دارد (۲۸). راه رفتن فعالیت پیچیده‌ای است که علاوه بر سرعت، جنبه‌های قابل اندازه‌گیری بسیاری دارد و می‌تواند به شناسایی افراد مبتلا به زمین خوردن‌های مکرر کمک کند (۲۹). بابایی خورزوقی (۲۰۲۰) و همکاران در مطالعهٔ خود، اثر شش هفته تمرینات منتخب چرخشی بر مؤلفه‌های فضایی و زمانی راه رفتن سالمندان مرد را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که شش هفته تمرینات ترکیبی

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2025-10-05]

منتخب به‌صورت چرخشی در سالمندان می‌تواند موجب بهبود مؤلفه‌های مرتبط با راه رفتن شود و از این طریق، باعث کاهش میزان خطر سقوط و درنتیجه، کاهش مراجعات به مراکز درمانی در این گروه سنی گردد (۳۰). حرکات چرخشی به‌عنوان حرکات اصلی و پایه برای سالمندان قلمداد می‌شود تا جایی که ۲۰ درصد از فعالیت‌های روزمرهٔ افراد، به‌ویژه سالمندان را به خود اختصاص می‌دهد (۳۰). این حرکات شامل هرگونه چرخش در حین حرکات ایستا و پویا حول محورهای بدن است. گلیستر و همکاران (۲۰۰۷) در یک مطالعه که به بررسی میزان حرکات چرخشی طی فعالیت‌های روزمره از قبیل راه رفتن، رفتن به فروشگاه، کافه، رفتن به پارکینگ و سوار و پیاده شدن از ماشین پرداخته بود، بیان کردند که برای انجام هرکدام از این فعالیت‌ها از ۸ تا ۵۰ درصد نیاز به انجام حرکات چرخشی است و درنتیجه، مطالعهٔ یادشده اهمیت حرکات چرخشی را در راه رفتن و پیشگیری از سقوط عنوان نموده است (۳۱)؛ همچنین سگال و همکاران (۲۰۰۸)، دریافتند که حرکات چرخشی چالش فراوانی برای سالمندان برای حفظ الگوی راه رفتن و پیش‌بینی ریسک افتادن در مقایسه با راه رفتن مستقیم ایجاد می‌کند (۳۲). سالمندان با اختلال تعادل و سابقهٔ افتادن در راه رفتن، طی چرخش دچار مشکل می‌شوند و این علت می‌تواند باعث افتادن در میان سالمندان گردد (۳۳). عده‌ای از محققان دریافتند که افتادن در حرکات چرخشی، خطر شکستگی را هشت برابر بیشتر از افتادن طی راه رفتن به‌دنبال دارد (۳۴). لازم به ذکر است که مطالعات مختلف نشان داده است که با افزایش سن، تغییرات فیزیولوژیکی، اسکلتی عضلانی و روان‌شناختی ایجاد می‌شود و درنتیجه، محدودیت‌های حرکتی و جسمانی در دستگاه‌های مختلف سالمندان را به وجود می‌آورد. به این ترتیب، توانایی افراد سالمند در حفظ تعادل و راه رفتن کاهش می‌یابد و راه رفتن این افراد آرام‌تر و طول گام آنان نیز کوتاه‌تر می‌شود که هر دو مؤلفه در مقابل عوارض تعادل، مهم و ضروری هستند (۳۵). برای گام برداشتن سریع‌تر و افزایش کادنس، علاوه بر تعادل، به همکاری دستگاه‌های مختلف عضلانی نیاز است و میزان حرکت فلکشن (خم شدن)، اکستنشن (صاف شدن)، ابداکشن (دور شدن) و اداکشن (نزدیک شدن) برای برداشتن یک گام به میزان قدرت و استقامت عضلانی و دامنهٔ حرکتی کافی سبب می‌شود تا طول گام‌ها متناسب با اندازهٔ بدن برداشته شود. به همین علت، طبیعی به‌نظر می‌رسد که با جبران ضعف به‌وجودآمده در تعادل کارآمد در راه رفتن، بتوان سرعت راه رفتن و کادنس افراد را در راه رفتن افزایش داد. لازم به ذکر است، با افزایش سرعت راه رفتن، زمان گام و زمان قدم نیز تغییر می‌یابد و به‌دنبال آن، زمان استانس (مرحلهٔ تحمل وزن در راه رفتن یا زمانی که پا در تماس با زمین هست) و زمان سوینگ (مرحلهٔ نوسان در راه رفتن یا زمانی که پا روی زمین نیست) نیز دچار تغییر خواهند شد.

نتایج نشان داد که تعامل میان اغتشاش وستیبولار و تغییرات مؤلفه‌های فضایی-زمانی معنادار بود؛ بنابراین، در دو حالت راه رفتن بدون اغتشاش وستیبولار با چشم باز و بسته، تغییرات مؤلفه‌های فضایی-زمانی مشابه بود. با توجه به نتایج مطالعهٔ حاضر به‌نظر می‌رسد، تعادل نداشتن ناشی از اغتشاشات وستیبولار می‌تواند باعث برخی تغییرات در مؤلفه‌های فضایی زمانی حین راه رفتن شود که در بلندمدت ممکن است الگوی راه رفتن فرد را دچار اختلال کند. نتایج می‌تواند ضرورت توجه به تقویت این حس را در کودکان مهم تلقی کند که در سالمندی با خطرات کمتری مواجهه شوند؛ همچنین نتایج نشان داد که حذف ورودی‌های بینایی در راه رفتن بدون اغتشاش تغییرات معناداری در مؤلفه‌های فضایی زمانی ایجاد نمی‌کند؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که اغتشاشات وستیبولاری می‌تواند با تغییر مؤلفه‌های فضایی-زمانی و الگوی راه رفتن که نشان از سازوکار جبرانی حفظ تعادل دارد، کارایی حرکتی را افزایش دهند.

سپاس‌گزاری

این مطالعه برگرفته از رساله دکتری سید مرتضی منصوری مهریان گرایش بیومکانیک ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز می‌باشد. نویسندگان به این وسیله از تمامی افراد شرکت کننده در این مطالعه که همکاری‌های لازم را به عمل آوردند، سپاسگزاری می‌نمایند.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2025-10-05]

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که تضاد منافعی در این مقاله وجود ندارد.

کد اخلاق

لازم به ذکر است که مطالعه حاضر با شماره IR.SSRC.REC.1403.005 توسط کمیته اخلاق در پژوهش پژوهشگاه علوم ورزشی مورد تایید قرار گرفت.

حمایت مالی

این مطالعه هیچ گونه 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.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2025-10-05]

References

1. Wollesen B, Voelcker-Rehage C. Training effects on motor–cognitive dual-task performance in older adults: A systematic review. Eur Rev Aging Phys Act. 2014; 11:5-24. doi:10.1007/s11556-013-0122-z.
2. Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. Gait Posture. 2002; 16:1-14. doi: 10.1016/s0966-6362(01)00156-4.
3. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? Age Ageing. 2006;35(suppl_2): ii7-11. doi: 10.1093/ageing/afl077.
4. Rajabi S, Goodarzi B, Mazidi M. The comparison effects of eight weeks spark and frenkel exercises on static and dynamic balance in the blinds. Hormozgan Med J. 2017;20. doi: 10.18869/acadpub.hmj.20.6.401.
5. De Stefano A. Textbook of vertigo: diagnosis and management. JP Medical Ltd; 2013. doi: 10.5005/jp/books/11995_11.
6. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. Behav Res Methods. 2007; 39: 175-91. doi: 10.3758/bf03193146.
7. Nakata H, Yabe K. Automatic postural response systems in individuals with congenital total blindness. Gait Posture. 2001; 14:36-43. doi: 10.1016/s0966-6362(00)00100-4.
8. Hallemans A, Ortibus E, Meire F, Aerts P. Low vision affects dynamic stability of gait. Gait Posture. 2010; 32:547-51. doi: 10.1016/j.gaitpost.2010.07.018.
9. Tramontano M, Russo V, Spitoni GF, Ciancarelli I, Paolucci S, Manzari L, Morone G. Efficacy of Vestibular Rehabilitation in Patients with Neurologic Disorders: A Systematic Review. Arch Phys Med Rehabil. 2021; 102:1379-89. doi: 10.1016/j.apmr.2020.11.017.
10. Manicolo O, Brotzmann M, Hagmann-von Arx P, Grob A, Weber P. Gait in children with infantile/atypical autism: age-dependent decrease in gait variability and associations with motor skills. Eur J Paediatr Neurol. 2019; 23:117-25. doi: 10.1016/j.ejpn.2018.09.011.
11. Kosari S, Keyhani F, Hamayttalab R, Arabameri E. Effect of a selected physical activity program on the development of motor skills in attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD) and autism (HFA) children. JSMDL. 2013: 45-60. doi: 10.22059/jmlm.2012.28985.
12. Shumway-Cook A. Motor control: Translating research into clinical practice. Lippincoot Williams & Wilkins. 2007. doi:10.1097/01253086-199620010-00023.
13. Kozieł SM, Malina RM. Modified maturity offset prediction equations: validation in independent longitudinal samples of boys and girls. Sports Med. 2018; 48:221-36. doi: 10.1007/s40279-017-0750-y.
14. Kim T, Jimenez-Diaz J, Chen J. The effect of attentional focus in balancing tasks: A systematic review with meta-analysis. J Hum Sport Exerc. 2017; 12:463-79. doi:10.14198/jhse.2017.122.22
15. Arastoo AA, Zahednejad S, Teymori N, Abdali N, Parsaei S. Effectiveness of Dual Task and Focus of Attention Intervention on Balance in Elderly people of Ahvaz in 2019. J Geriatr Nurs.2025; 5: 45-57.
16. Chepisheva MK. Spatial orientation, postural control and the vestibular system in healthy elderly and Alzheimer's dementia. PeerJ. 2023 May 2;11: e15040. doi: 10.7717/peerj.15040.
17. Agrawal Y, Merfeld DM, Horak FB, Redfern MS, Manor B, Westlake KP, et al. Aging, vestibular function, and balance: proceedings of a national institute on aging/national institute on deafness and other communication disorders workshop. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2020; 75:2471-80. doi: 10.1093/gerona/glaa097.
18. Agrawal Y, Smith PF, Rosenberg PB. Vestibular impairment, cognitive decline and Alzheimer's disease: balancing the evidence. Aging Ment Health. 2020; 24:705-8. doi: 10.1080/13607863.2019.1566813.
19. Brister E, Agarwal A, Richter CP. 2.02-The sensory organ of hearing. InThe Senses: A Comprehensive Reference: Second Ed. Elsevier. 2020; pp. 18-31.
20. Mackowetzky K, Yoon KH, Mackowetzky EJ, Waskiewicz AJ. Development and evolution of the vestibular apparatuses of the inner ear. J Anat. 2021; 239:801-28. doi: 10.1111/joa.13459.
21. Cullen KE. Vestibular processing during natural self-motion: implications for perception and action. Nat Rev Neurosci. 2019; 20:346-63. doi: 10.1038/s41583-019-0153-1.
22. Halpern AI, Jansen JA, Giladi N, Mirelman A, Hausdorff JM. Does Time of Day influence postural control and gait? A review of the literature. Gait Posture. 2022; 92:153-66. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.10.023.
23. Verghese J, Holtzer R, Lipton RB, Wang C. Quantitative gait markers and incident fall risk in older adults. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2009; 64:896-901. doi: 10.1093/gerona/glp033.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2025-10-05]

24. Azadian E, Majlesi M, Fatahi A, Bakhtiyarian R. Evaluation of Spatio-Temporal Gait Variability during Obstacle Crossing in Parkinson's Disease. J Sport Biomech. 2023; 9:234-250. doi: 10.61186/JSportBiomech.9.3.234.
25. Sosnoff JJ, Sandroff BM, Motl RW. Quantifying gait abnormalities in persons with multiple sclerosis with minimal disability. Gait Posture. 2012; 36:154-6. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.11.027.
26. Kubinski SN, McQueen CA, Sittloh KA, Dean JC. Walking with wider steps increases stance phase gluteus medius activity. Gait Posture. 2015; 41:130-5. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.09.013.
27. Balasukumaran T, Gottlieb U, Springer S. Spatiotemporal gait characteristics and ankle kinematics of backward walking in people with chronic ankle instability. Sci Rep. 2020; 10:11515. doi: 10.1038/s41598-020-68385-5.
28. Barbosa GC, Caparrol AJ, Melo BR, Medeiros TJ, Ottaviani AC, Gratão AC. Factors correlated with the frailty of elderly in outpatient care: difference between age groups. Escola Anna Nery. 2022;26: e20210408. doi:10.1590/2177-9465-ean-2021-0408en.
29. Akimoto T, Kawamura K, Wada T, Ishihara N, Yokota A, Suginoshita T, et al. Gait cycle time variability in patients with knee osteoarthritis and its possible associating factors. J Phys Ther Sci. 2022; 34:140-5. doi: 10.1589/jpts.34.140.
30. Babaei Khorzoghi M. The effectiveness of a six-week selective rotary exercises program on the spatial and temporal gait parameters in elderly men. J Hayat 2020; 26:251-65.
31. Glaister BC, Bernatz GC, Klute GK, Orendurff MS. Video task analysis of turning during activities of daily living. Gait Posture. 2007; 25:289-94. doi: 10.1016/j.gaitpost.2006.04.003.
32. Segal AD, Orendurff MS, Czerniecki JM, Shofer JB, Klute GK. Local dynamic stability in turning and straight-line gait. J Biomech. 2008; 41:1486-93. doi: 10.1016/j.jbiomech.2008.02.012.
33. Dite W, Temple VA. Development of a clinical measure of turning for older adults. Am J Phys Med Rehabil. 2002; 81:857-66. doi: 10.1097/00002060-200211000-00010.
34. Nagano H, Sparrow WA, Begg RK. Biomechanical characteristics of slipping during unconstrained walking, turning, gait initiation and termination. Ergonomics. 2013; 56:1038-48. doi: 10.1080/00140139.2013.787122.
35. Reelick MF, van Iersel MB, Kessels RP, Rikkert MG. The influence of fear of falling on gait and balance in older people. Age Ageing. 2009; 38:435-40. doi: 10.1093/ageing/afp066.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2025-10-05]