Comparison of Balance In Blind, Deaf, And Normal Children Aged 6–12 Years Using The Berg Balance Scale

Received:
2025/08/22
Accepted:
2025/09/27
Online ISSN
3060-7078

Shirin Aali
Assistance professor, Department of Sport Science Education, Farhangian University, Tehran, Iran.

*Correspondence:
Shirin Aali
Email: sh.aali@cfu.ac.ir
https://orcid.org/0000-0002-8148-1883

ABSTRACT

Background and Objective: Human balance requires the coordinated interaction of sensory and motor systems. Blind and deaf children, due to the lack of certain sensory inputs, may face challenges in maintaining balance and motor control. The purpose of this study was to examine and compare the balance performance of blind, deaf, and typically developing children using the Pediatric Balance Scale (PBS).

Materials and Methods: This descriptive–comparative study included purposive samples of blind, deaf, and typically developing children. Balance was assessed using the PBS, which consists of 14 items related to daily functional activities. Data were analyzed using the Shapiro-wilk test, one-way analysis of variance (ANOVA), and Bonferroni post hoc test.

Results: The mean balance scores were **55.14** for typically developing children, **54.63** for deaf children, and **48.25** for blind children. One-way ANOVA indicated significant differences among the groups ($P < 0.001$). Post hoc Bonferroni analysis revealed significant differences between blind and deaf children ($P < 0.001$) and between blind and typically developing children ($P < 0.001$), while no significant difference was observed between deaf and typically developing children ($P = 0.243$). These results suggest that visual impairment has a greater negative impact on balance performance compared to hearing impairment.

Conclusion: These findings indicate that visual impairment has a greater negative impact on balance performance compared to hearing impairment. Therefore, the results highlight the need for designing and implementing targeted educational and rehabilitation programs to improve balance and quality of life in children with visual impairments.

Keywords: Balance, Children, Blind, Deaf, Pediatric Balance Scale (PBS)

Extended Abstract

Introduction

The human balance system is a multisensory network that integrates inputs from the vestibular, visual, proprioceptive, and cognitive systems to maintain postural stability. This system develops gradually during childhood and reaches near-adult sensory integration by approximately 12 years of age, enabling coordinated balance during daily activities. Auditory cues may also contribute to postural control, particularly when other sensory inputs are limited. Deficits in the auditory or vestibular systems can reduce balance efficiency and lead to postural and motor impairments (3–5). Standardized tools such as the Pediatric Balance Scale (PBS), which is adapted from the Berg Balance Scale, allow precise assessment of children's balance. The PBS consists of 14 items related to daily functional activities and demonstrates high reliability and validity.

Children with hearing impairments, particularly those with sensorineural hearing loss, often experience delays in motor development, impaired postural reactions, and difficulties with spatial orientation. Blind children show significant reductions in static balance and rely more heavily on vestibular and proprioceptive inputs, although such compensation is often incomplete. These deficits may negatively affect functional independence and quality of life. Children with cochlear implants have been shown to demonstrate improved dynamic balance compared with their peers, emphasizing the role of auditory input in postural regulation. Typically developing children generally outperform those with sensory impairments; deaf children show intermediate performance, while blind children exhibit the lowest balance performance.

Despite existing evidence, few studies have directly compared balance performance among blind, deaf, and typically developing children. Therefore, this study aimed to fill this gap by using the Pediatric Balance Scale to evaluate and compare balance performance among these groups, thereby providing evidence to guide individualized educational and rehabilitation interventions and improve functional outcomes for children with sensory impairments.

Materials and Methods

This descriptive-comparative study included blind, deaf, and typically developing children aged 6–12 years. Participants were selected using purposive sampling and participated voluntarily with parental consent. Ethical approval and permissions were obtained from the Exceptional Education Department and the Ardabil Education Office. Inclusion criteria were congenital or early-onset blindness, stable hearing loss without neurological disorders, and healthy children without sensory or physical impairments. Exclusion criteria included neurological, musculoskeletal, or chronic diseases affecting balance, recent lower-limb injuries, and lack of cooperation during testing.

Demographic information, including age, sex, height, and weight, was recorded. Medical records were used to determine the severity and onset of sensory disorders. Balance was assessed using the Pediatric Balance Scale (PBS), a validated instrument consisting of 14 items scored from 0 to 4, with a maximum total score of 56. The items include sit-to-stand, weight shifting, single-leg stance, and 360° turns. A familiarization session was conducted before testing. Additional equipment included a stadiometer, tape measure, 40-cm step, and stopwatch.

Testing was conducted by an experienced assessor following standardized PBS procedures. To minimize learning effects, the order of test items was randomized, and participants completed a brief practice session beforehand. The reliability of the PBS was verified through a pre-test involving 10 children from each group, assessed three times on separate days. The ICC (3,3) values indicated excellent reliability.

Data were analyzed using SPSS version 15. Descriptive statistics were used to summarize demographic variables. Data normality was assessed using the Shapiro–Wilk test. One-way ANOVA followed by Bonferroni post hoc tests was used to compare balance scores among the groups.

Results

The mean and standard deviation (SD) of balance scores for healthy, deaf, and blind children are presented in Table 1. One-way ANOVA revealed a significant difference in balance performance among the groups ($P < 0.001$). The mean balance scores were 55.14 ± 1.12 for healthy children, 54.63 ± 1.34 for deaf children, and 48.25 ± 2.78 for blind children, indicating the highest performance in healthy children, intermediate performance in deaf children, and the lowest performance in blind children.

Pairwise comparisons using mean difference tests revealed significant differences between the blind and deaf groups (-6.38, $P < 0.001$) and between the blind and healthy groups (-6.89, $P < 0.001$). However, no significant difference was observed between the deaf and healthy groups (-0.51, $P = 0.243$), indicating comparable balance performance between these two groups. These findings suggest that visual impairment has a greater impact on balance performance than hearing impairment.

Discussion

The present study demonstrated that visually impaired and hearing-impaired children performed worse on the balance assessment compared with their typically developing peers. Specifically, blind children showed the lowest balance control, whereas deaf children exhibited intermediate performance between the blind and healthy groups. These findings indicate that sensory deficits can directly affect neuromotor function and may increase the risk of falls and injuries. The results are consistent with previous international studies highlighting the significant influence of sensory impairments—particularly those involving the visual and vestibular systems—on posture and balance control in children.

Several studies emphasize the important role of the vestibular system in both hearing and balance. In children with hearing loss, particularly sensorineural hearing loss, reduced vestibular input can impair motor coordination, fine and gross motor skills, and increase the risk of falls. This may explain why deaf children performed worse than healthy peers but better than blind children, as other sensory systems may partially compensate for balance control. In contrast, visual impairment leads to more pronounced balance deficits due to the absence of visual feedback. Evidence suggests that blind individuals rely more on hip strategies rather than ankle strategies for postural control, reflecting limitations in sensory integration, particularly in dynamic or unstable conditions.

These findings are consistent with the concept of cross-modal plasticity, in which the brain reorganizes regions deprived of one sensory modality to process inputs from other senses. Nevertheless, such compensatory mechanisms cannot fully replace visual input, resulting in lower balance performance among blind children. National studies, such as Rezazadeh and Ali (2013), also reported weaker physical fitness and balance in blind children compared with deaf and healthy peers, supporting the present findings.

Furthermore, recent evidence suggests that targeted interventions, including vestibular rehabilitation and balance training exercises, can significantly improve balance performance in children with hearing or visual impairments. These findings highlight the importance of implementing individualized and group-specific rehabilitation programs in special education settings.

Conclusion

Overall, visual impairment appears to have a more profound and widespread effect on balance than hearing loss. Nevertheless, hearing impairment can also lead to functional limitations that may be partially improved through structured exercise and rehabilitation programs. Designing tailored motor and balance training interventions may enhance postural control, reduce the risk of falls, and improve the quality of life and social participation of children with sensory impairments.

مقایسه تعادل کودکان۶-۱۲ ساله نابینا، ناشنوا و عادی با استفاده از مقیاس تعادلی برگ

تاریخ ارسال:
۱۴۰۴/۰۵/۳۱
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۴/۰۶/۲۶
شاپا الکترونیکی
۳۰۶۰-۷۰۷۸

شیرین عالی
۱- استادیار گروه آموزش تربیت بدنی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول:
شیرین عالی
ایمیل:
sh.aali@cfu.ac.ir
https://orcid.org/0000-0002-8148-1883

چکیده

مقدمه:
تعادل انسان نیازمند تعامل هماهنگ بین سیستم‌های حسی و حرکتی است. کودکان نابینا و ناشنوا به دلیل کمبود برخی ورودی‌های حسی، ممکن است در حفظ تعادل و کنترل حرکتی چالش داشته باشند. هدف این مطالعه، بررسی و مقایسه عملکرد تعادلی کودکان نابینا و ناشنوا با کودکان سالم با استفاده از مقیاس تعادلی برگ کودکان (PBS) است.

روش تحقیق: پژوهش از نوع توصیفی – مقایسه‌ای بود و شامل نمونه‌های هدفمند از کودکان نابینا، ناشنوا و سالم بود. تعادل کودکان با استفاده از مقیاستعادلی برگ کودکان ارزیابی شد که شامل ۱۴ آیتم مرتبط با عملکردهای روزمره است. برای تحلیل داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد.

یافته‌ها: میانگین نمره تعادل در کودکان سالم ۵۵.۱۴، در کودکان ناشنوا ۵۴.۶۳ و در کودکان نابینا ۴۸.۲۵ بود. آزمون آنالیز واریانس تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها نشان داد ($P<۰.۰۰۱$). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که تفاوت بین کودکان نابینا و ناشنوا ($P<۰.۰۰۱$) و بین کودکان نابینا و سالم ($P<۰.۰۰۱$) معنی‌دار بود، در حالی‌که تفاوت بین کودکان ناشنوا و سالم ($P=۰.۲۴۳$) معنی‌دار نبود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که اختلال بینایی تأثیر بیشتری بر کاهش عملکرد تعادلی نسبت به اختلال شنوایی دارد.

نتیجه‌گیری: کودکان نابینا کمترین عملکرد تعادلی را نشان دادند، در حالی که کودکان ناشنوا در سطحی بین گروه نابینا و کودکان سالم قرار داشتند. این نتایج بیانگر آن است که اختلال بینایی تأثیر قابل توجه‌تری بر کاهش عملکرد تعادلی دارد. بنابراین، یافته‌ها ضرورت طراحی و اجرای برنامه‌های آموزشی و توانبخشی هدفمند برای بهبود تعادل و کیفیت زندگی کودکان با اختلال بینایی را برجسته می‌کنند.

واژگان کلیدی :تعادل، کودکان، نابینا، ناشنوا، مقیاس تعادلی برگ کودکان

مقدمه

سیستم تعادلی انسان سامانه‌ای پیچیده و چندحسی است که برای حفظ ثبات و توازن بدن، نیازمند یکپارچه‌سازی مداوم اطلاعات دریافتی از سیستم‌های دهلیزی، بینایی، حس عمقی و شناختی می‌باشد. این یکپارچه‌سازی حسی، که در ساختارهایی همچون هسته‌های دهلیزی و مخچه صورت می‌گیرد، برای ایجاد بازخوردهای حرکتی مناسب و مقابله با نیروی جاذبه ضروری است (۱,۲). روند تکامل این سامانه در دوران کودکی تدریجی است و حدود سن ۱۲ سالگی به مرحله‌ای نزدیک به یکپارچگی حسی در بزرگسالان می‌رسد؛ در این مرحله کودکان قادر به ایجاد عملکردی پایدار و هماهنگ در فعالیت‌های روزمره هستند (۳,۴). اگرچه ساختار دهلیزی در زمان تولد شکل گرفته است، اما اتصالات مرکزی آن تا سنین نوجوانی همچنان در حال رشد و بلوغ می‌باشند (۵). علاوه بر این، شواهد رفتاری نشان داده‌اند که در سال‌های اولیه، سیستم بینایی نقش غالبی در کنترل تعادل دارد و با افزایش سن، سهم سیستم‌های حس عمقی و دهلیزی به‌تدریج پررنگ‌تر می‌شود (۶).

علاوه بر سه سیستم اصلی دهلیزی، بینایی و حس عمقی، محرک‌های شنیداری نیز در حفظ موقعیت بدن و کنترل تعادل نقش مهمی ایفا می‌کنند، به‌ویژه هنگامی که سایر ورودی‌های حسی محدود یا مختل شده باشند (۷). مطالعات تجربی نشان داده‌اند که صداهای محیطی می‌توانند میزان نوسانات بدنی[1] را تعدیل کنند؛ به‌عنوان مثال، در غیاب محرک‌های شنیداری حتی در شرایط بینایی مناسب، افراد دچار لغزش بیشتری می‌شوند (۸). در کودکان مبتلا به اختلالات شنوایی نیز مشکلات بارزی در کنترل تعادل گزارش شده است که می‌تواند توسعه شناختی، اجتماعی–عاطفی و حتی سواد آنان را تحت تأثیر قرار دهد (۳,۹). پژوهش‌های اخیر بیان می‌کنند که در چنین شرایطی، سیستم حس عمقی ممکن است به‌صورت جبرانی وارد عمل شود، هرچند عملکرد کلی این کودکان همچنان پایین‌تر از همسالان سالم باقی می‌ماند (۹,۱۰).

برای سنجش دقیق و کمی عملکرد تعادلی در کودکان، ابزارهای معتبر و استانداردی طراحی شده‌اند. یکی از شاخص‌ترین این ابزارها «مقیاس تعادل کودکان» (PBS[2]) است که بر پایه مقیاس تعادل برگ طراحی شده و شامل ۱۴ آیتم عملی مرتبط با فعالیت‌های روزمره می‌باشد. PBS دارای روایی و پایایی بالایی در اندازه‌گیری توانایی‌های تعادلی کودکان است (۱۱). مطالعات متعددی پایایی عالی این مقیاس را در سطوح بین‌ارزیاب، درون‌ارزیاب و آزمون–بازآزمون تأیید کرده‌اند، به‌ویژه در کودکان مبتلا به فلج مغزی (CP) که به‌عنوان گروهی با اختلالات تعادلی شناخته می‌شوند (۱۲). همچنین نسخه‌های ترجمه‌شده PBS در کشورهای مختلف نیز از اعتبار و پایایی مطلوبی برخوردار بوده و امکان استفاده بین‌المللی آن را فراهم ساخته‌اند (۱۳,۱۴). افزون بر این، مرورهای سیستمی نشان داده‌اند که PBS در کنار ابزارهایی همچون P-CTSIB، Dynamic Gait Index و Timed-Up-and-Go، روشی معتبر، ساده و کم‌هزینه برای ارزیابی تعادل کودکان با اختلالات شنوایی محسوب می‌شود (۳).

کودکان مبتلا به کم‌شنوایی حسی–عصبی اغلب با مشکلاتی در کنترل وضعیتی و حفظ تعادل مواجه هستند (۳). یافته‌های پژوهشی حاکی از آن است که این کودکان معمولاً تأخیر در رشد مهارت‌های حرکتی ظریف و درشت، ضعف در واکنش‌های وضعیتی و اختلال در جهت‌یابی فضایی دارند (۱۵). افزون بر چالش‌های حرکتی، پیامدهای روان‌شناختی ناشی از کم‌شنوایی مانند اضطراب، مشکلات ارتباطی–زبانی و کاهش اعتمادبه‌نفس نیز گزارش شده است (۱۶). این اختلالات وضعیتی می‌تواند خطر سقوط را افزایش دهد؛ مسئله‌ای که با توجه به سهم بالای سقوط به‌عنوان یکی از علل شایع بستری کودکان، اهمیت بالینی و ایمنی ویژه‌ای دارد (۱۷). همچنین شواهد نشان داده‌اند که نقص عملکرد سیستم دهلیزی در این کودکان پیش‌بینی‌کننده کاهش

[1] Postural sway
[2] Pediatric Balance Scale: PBS

بیشتر توانایی‌های تعادلی است و لزوم مداخلات توانبخشی هدفمند را برجسته می‌سازد (۱۸).
اختلال بینایی نیز به‌شدت توانایی کنترل تعادل را تضعیف می‌کند. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که با افزایش شدت نابینایی، تعادل ایستایی به‌طور معناداری کاهش می‌یابد (۱۹). کودکان نابینا، به‌ویژه در شرایطی که بازخورد بینایی به‌طور کامل مسدود می‌شود، مشکلات قابل‌توجهی در حفظ تعادل دارند و نیازمند برنامه‌های آموزشی و توانبخشی اختصاصی هستند. فقدان بازخورد بصری، وابستگی به سیستم‌های حس عمقی و دهلیزی را افزایش می‌دهد؛ با این حال، حتی جبران نسبی توسط این حواس قادر به رفع کامل محدودیت‌های ناشی از نابینایی نیست و اثرات منفی آن بر استقلال عملکردی و کیفیت زندگی کودکان باقی می‌ماند.
یافته‌های اخیر نشان می‌دهند کودکانی که تحت کاشت حلزون قرار گرفته‌اند، در مقایسه با گروه کنترل، تفاوت معناداری در تعادل پویا دارند؛ موضوعی که اهمیت نقش سیستم شنوایی در کنترل تعادل و وضعیتی را تأکید می‌کند (۲۰). در مقایسه بین گروه‌ها، کودکان سالم معمولاً بهترین عملکرد تعادلی را نشان می‌دهند، در حالی که کودکان ناشنوا عملکردی بینابین دارند و کودکان نابینا ضعیف‌ترین نتایج را ارائه می‌دهند (۲۱). این یافته‌ها نشان می‌دهند که فقدان ورودی‌های حسی، به‌ویژه شنوایی یا بینایی، منجر به افت تعادل می‌شود، اما با مداخلات توانبخشی، آموزشی و تمرینی می‌توان بخشی از این کاستی را جبران کرد. مطالعات متعدد تأیید کرده‌اند که تمرینات ایستا و پویا، فعالیت‌های ورزشی هدفمند و برنامه‌های ادغام حسی، به بهبود عملکرد تعادلی کودکان با اختلالات حسی و ارتقای استقلال عملکردی و کیفیت زندگی آنها کمک می‌کند (۱۹).
با توجه به اینکه هر دو گروه در نتیجه محرومیت حسی در معرض تغییر در عملکرد تعادلی قرار دارند، مقایسه آنها با یکدیگر و با گروه کودکان عادی می‌تواند درک بهتری از نقش هر سیستم حسی در تعادل و الگوهای جبرانی احتمالی ارائه دهد. با این حال، خلأ پژوهشی در زمینه مقایسه جامع عملکرد تعادلی میان کودکان نابینا، ناشنوا و سالم همچنان محسوس است. بررسی تفاوت‌های بین این گروه‌ها می‌تواند مبنایی برای طراحی برنامه‌های توانبخشی فردمحور و هدفمند فراهم سازد. ازاین‌رو مطالعه حاضر با بهره‌گیری از مقیاس تعادل برگ به بررسی و مقایسه عملکرد تعادلی کودکان نابینا، ناشنوا و سالم پرداخته و هدف آن پرکردن این شکاف علمی و ارائه شواهد کاربردی برای طراحی مداخلات توانبخشی مؤثر است.
شناخت تفاوت‌های تعادلی بین گروه‌های کودکان اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا می‌تواند راهنمای طراحی برنامه‌های ورزشی، آموزشی و توانبخشی باشد که بر اساس نیازهای خاص هر گروه تنظیم می‌شوند و به ارتقای کیفیت زندگی و ایمنی این کودکان کمک می‌کنند. فعالیت بدنی منظم و تمرینات هدفمند نه تنها باعث بهبود عملکرد تعادلی می‌شوند، بلکه بر سایر ابعاد رشد حرکتی و روانی نیز تأثیر مثبت دارند. با توجه به پیامدهای مهم پزشکی، حرکتی و توسعه‌ای ناشی از اختلال تعادل، انجام مطالعات مقایسه‌ای در این زمینه ضرورت پیدا می‌کند.
بنابراین، مطالعه حاضر با هدف مقایسه تعادل کودکان ۶ تا ۱۲ سال نابینا، ناشنوا و سالم با استفاده از مقیاس تعادلی برگ طراحی شده است. نتایج آن می‌تواند پایه‌ای برای تدوین مداخلات هدفمند آموزشی و توانبخشی، افزایش ثبات و کاهش خطر سقوط و ارتقای کیفیت زندگی این گروه‌ها فراهم کند. توجه ویژه به تفاوت‌های عملکردی بین کودکان نابینا و ناشنوا در طراحی برنامه‌ها، می‌تواند اثرگذاری مداخلات را به حداکثر رسانده و مسیر توانبخشی موفقیت‌آمیز را هموار نماید.

روش تحقیق:

در این پژوهش توصیفی – مقایسه‌ای، جامعه آماری شامل کودکان نابینا، ناشنوا و سالم در رده سنی ۶ تا ۱۲ سال بود. نمونه‌ها به روش غیرتصادفی هدفمند انتخاب شدند و داوطلبانه در مطالعه شرکت کردند. در مجموع ۷۶ کودک در این مطالعه شرکت

کردند. گروه کودکان نابینا شامل ۱۶ نفر (۷ پسر و ۹ دختر)، گروه کودکان ناشنوا شامل ۳۰ نفر (۱۶ پسر و ۱۴ دختر)، و گروه کودکان سالم نیز شامل ۳۰ نفر (۱۵ پسر و ۱۵ دختر) بودند. پس از کسب مجوزهای لازم از اداره آموزش و پرورش استثنایی و آموزش و پرورش استان اردبیل و هماهنگی با مدارس استثنایی و عادی، جلسه‌ای با حضور والدین و کودکان برگزار شد تا اطلاعات کامل در مورد هدف مطالعه و شیوه انجام آزمون‌ها ارائه شده و رضایت نامه کتبی آگاهانه اخذ شود. تمام شرکت‌کنندگان با رضایت آگاهانه والدین در مطالعه شرکت کردند و محرمانگی اطلاعات آنان حفظ شد.

معیارهای ورود شامل کودکان نابینا با اختلال بینایی مادرزادی یا زودرس، کودکان ناشنوا با کم‌شنوایی پایدار و بدون اختلالات نورولوژیک، و کودکان سالم فاقد هرگونه اختلال حسی یا جسمانی بود. معیارهای خروج شامل ابتلا به اختلالات نورولوژیک، اسکلتی–عضلانی یا بیماری‌های مزمن مؤثر بر تعادل، سابقه آسیب‌دیدگی حاد اندام تحتانی در سه ماه گذشته، و عدم همکاری کودک یا والدین در فرایند آزمون بود.

ابتدا اطلاعات فردی و عمومی شامل سن، جنس، قد و وزن ثبت شد و اطلاعات پزشکی مربوط به شدت و سن شروع اختلال حسی از پرونده پزشکی کودکان استخراج گردید؛ لازم به ذکر است که تمامی کودکان دارای اختلالات حسی مادرزادی بودند. ارزیابی تعادل با مقیاس برگ کودکان (PBS) انجام شد مقیاس برگ یک ابزار استاندارد جهانی است که روایی و پایایی آن تأیید شده است (۱). این مقیاس شامل ۱۴ آیتم است که عملکردهای حرکتی روزمره ساده مانند ایستادن از حالت نشسته و جابه‌جایی وزن و عملکردهای پیچیده‌تر مانند ایستادن روی یک پا و چرخش ۳۶۰ درجه را می‌سنجد. هر آیتم با مقیاس ۰ تا ۴ نمره‌دهی شد و مجموع نمره کل (حداکثر ۵۶) نشان‌دهنده تعادل عالی است (جدول ۱). پیش از اجرای آزمون اصلی، یک جلسه آزمایشی برای هر کودک برگزار شد تا با آزمون آشنا شود. سایر ابزارهای مورد استفاده شامل دستگاه سنجش قد و وزن، متر نواری، پله ۴۰ سانتی‌متری و زمان‌سنج بود. آزمون‌ها توسط یک ارزیاب آموزش‌دیده با تجربه دو سال در ارزیابی کودکان و اجرای استاندارد PBS انجام شد تا صحت و پایایی نمره‌ها تضمین گردد. به منظور کاهش اثر یادگیری، اجرای آزمون‌ها در ترتیب تصادفی سازمان‌دهی گردید و پیش از شروع آزمون اصلی، یک جلسه تمرینی کوتاه برای آشنایی کودکان با شیوه اجرای تست برگزار شد (۲).

برای اطمینان از پایایی مقیاس تعادلی برگ در این مطالعه، یک پیش‌آزمون بر روی ۱۰ کودک از هر گروه (سالم، نابینا و ناشنوا) انجام شد. هر کودک توسط یک ارزیاب در سه نوبت مجزا و در روزهای مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت. پایایی آزمون با استفاده از ضریب همبستگی درون‌رده‌ای (ICC) بر اساس مدل دوطرفه ثابت و میانگین سه اندازه‌گیری، یعنی ICC(۳و۳)، محاسبه شد (۱۴). مقادیر ICC در بازه صفر تا یک قرار دارند و بر اساس معیارهای پذیرفته‌شده، مقادیر بیشتر از ۰.۷۵ نشان‌دهنده پایایی خوب و مقادیر بیشتر از ۰.۹۰ نشان‌دهنده پایایی عالی هستند. نتایج نشان داد که مقیاس برگ در تمام گروه‌ها از ثبات و قابلیت اعتماد بالایی برخوردار است و تفاوت‌های مشاهده‌شده میان کودکان منعکس‌کننده اختلافات واقعی در عملکرد تعادلی آن‌ها است و نه خطای اندازه‌گیری (جدول ۲).

جدول ۱. آیتم‌های مقیاس تعادلی برگ(PBS)

Table 1. Items of the Pediatric Balance Scale (PBS)

Item Description	شرح آیتم
Sitting to standing	**نشستن به حالت ایستاده**
Standing to sitting	**ایستادن به حالت نشسته**
Transfers (moving between surfaces)	**انتقال‌ها (جابجایی بین سطوح)**
Standing unsupported	**ایستادن بدون حمایت**
Sitting unsupported with feet supported on the floor	**نشستن بدون پشت و با تکیه‌گاه کف پا**
Standing unsupported with eyes closed	**ایستادن بدون حمایت با چشمان بسته**
Standing unsupported with feet together	**ایستادن بدون حمایت با پاهای به هم چسبیده**
Standing unsupported with one foot in front	**ایستادن بدون حمایت با یک پا جلوتر[1]**
Standing on one foot	**ایستادن روی یک پا**
Turning 360 degrees	**چرخش ۳۶۰ درجه**
Turning to look behind over the shoulders while standing	**چرخش برای نگاه کردن از روی شانه‌ها در حالت ایستاده**
Picking up an object from the floor while standing	**برداشتن شیء از روی زمین در حالت ایستاده**
Placing alternate foot on a stool while standing	**گذاشتن پای متناوب روی چهارپایه در حالت ایستاده**
Reaching forward with an outstretched arm while standing	**خم شدن به جلو با بازوی کشیده در حالت ایستاده**

هر آیتم بر اساس مقیاس ۵ درجه‌ای نمره‌دهی می‌شود؛ ۰ نشان‌دهنده کمترین سطح عملکرد و ۴ بالاترین سطح عملکرد است. نمره کل آزمون از مجموع امتیازات ۱۴ آیتم به دست می‌آید و دامنه نمره کل ۰ تا ۵۶ است (۲).

اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۵ تحلیل شد. ابتدا ویژگی‌های دموگرافیک شامل سن، قد و وزن با روش‌های آماری توصیفی گزارش شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده گردید برای مقایسه میانگین گروه‌ها، از تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد.

یافته ها

جدول ۲ ویژگیهای دموگرافیک آزمودنی ها را نشان میدهد. نتایج مربوط به پایایی آیتمی مقیاس تعادلی برگ در جدول۳ نشان داده شده است. ضریب همبستگی درون‌رده‌ای (ICC) برای تمامی آیتم‌های مقیاس تعادلی برگ بالای ۰.۸۰ و سطح معنی‌داری آن‌ها کمتر از ۰.۰۰۱ بود، نشان‌دهنده پایایی قابل اعتماد در اندازه‌گیری هر آیتم است. آیتم‌های «نشستن به حالت ایستاده»، «انتقال‌ها»، «ایستادن بدون حمایت»، «نشستن بدون پشت و با تکیه‌گاه کف پا»، «برداشتن شیء از روی زمین»، «گذاشتن پای متناوب روی چهارپایه» و «خم شدن به جلو با بازوی کشیده» پایایی عالی (ICC ≥۰.۹۰) و سایر آیتم‌ها پایایی

[1] Tandem Stance

خوب (ICC =۰.۸۲–۰.۸۹) داشتند.

جدول۲. میانگین و انحراف استاندارد ($\bar{X}$±SD) ویژگیهای فردی آزمودنی ها.

Table 2. Mean ± Standard Deviation ($\bar{X}$ ± SD) of the Participants' Individual Characteristics

گروه سالم Healthy Group	گروه ناشنوا Deaf Group	گروه نابینا Blind Group	متغیر Variable
67.8 ± 1.92	46.9 ± 2.09	43.8 ± 2.22	سن Age (years)
130.03 ± 1.09	143.07 ± 1.45	130.28 ± 1.08	قد Height (cm)
28.62 ± 7.59	37.45 ± 1.24	25.28 ± 9.13	وزن Weight (kg)
n = 30 (15 boys, 15 girls)	n = 30 (16 boys, 14 girls)	n = 16 (7 boys, 9 girls)	تعداد آزمودنی ها در هر گروه Number of participants

جدول۳. پایایی ICC مقیاس تعادلی برگ

Table 3. ICC Reliability of the Berg Balance Scale

تفسیر پایایی Reliability Interpretation	سطح معنی‌داری (p) Significance Level (p)	ICC (95% CI)	شرح آیتم Item Description
عالی Excellent	<0.001	0.91 (0.85–0.95)	نشستن به حالت ایستاده Sitting to standing
خوب Good	<0.001	0.89 (0.82–0.94)	ایستادن به حالت نشسته Standing to sitting
عالی Excellent	<0.001	0.92 (0.87–0.96)	انتقال‌ها (جابجایی بین سطوح) Transfers (moving between surfaces)
عالی Excellent	<0.001	0.93 (0.88–0.97)	ایستادن بدون حمایت Standing unsupported
عالی Excellent	<0.001	0.90 (0.84–0.95)	نشستن بدون پشت و با تکیه‌گاه کف پا Sitting unsupported with feet supported on the floor
خوب Good	<0.001	0.85 (0.76–0.91)	ایستادن بدون حمایت با چشمان بسته Standing unsupported with eyes closed
خوب Good	<0.001	0.88 (0.80–0.93)	ایستادن بدون حمایت با پاهای به هم چسبیده Standing unsupported with feet together
خوب Good	<0.001	0.87 (0.78–0.92)	ایستادن بدون حمایت با یک پا جلوتر Standing unsupported with one foot in front
خوب Good	<0.001	0.87 (0.78–0.92)	ایستادن روی یک پا Standing unsupported with one foot in front

چرخش ۳۶۰ درجه Standing on one foot	0.81 (0.71–0.90)	<0.001	خوب Good
چرخش برای نگاه کردن از روی شانه‌ها Turning 360 degrees	0.86 (0.77–0.92)	<0.001	خوب Good
برداشتن شیء از روی زمین Turning to look behind over the shoulderile standing	0.89 (0.82–0.94)	<0.001	عالی Excellent
گذاشتن پای متناوب روی چهارپایه Picking up an object from the floor while standing	0.91 (0.85–0.95)	<0.001	عالی Excellent
خم شدن به جلو با بازوی کشیده Placing alternate foot on a stool while standing	0.92 (0.87–0.96)	<0.001	عالی Excellent

میانگین و انحراف معیار نمرات نهایی آزمون تعادل برگ کودکان در گروه‌های نابینا، ناشنوا و سالم در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج آزمون نشان داد که تفاوت بین گروه‌ها از نظر عملکرد تعادلی معنی‌دار بود (P<۰.۰۰۱). میانگین نمره تعادل در کودکان سالم ۵۵.۱۴، در کودکان ناشنوا ۵۴.۶۳ و در کودکان نابینا ۴۸.۲۵ به دست آمد. این یافته‌ها نشان داد که کودکان سالم بهترین عملکرد تعادلی را داشتند، کودکان ناشنوا در سطح میانی قرار گرفتند و کودکان نابینا کمترین عملکرد تعادلی را نشان دادند.

تحلیل مقایسه‌ای دو به دوی گروه‌ها با استفاده از آزمون تفاوت میانگین نشان داد که تفاوت بین گروه نابینا و ناشنوا (P<۰.۰۰۱، ۶.۳۸-) و همچنین بین گروه نابینا و سالم (P<۰.۰۰۱، ۶.۸۹-) معنی‌دار بود. با این حال، تفاوت بین گروه ناشنوا و سالم (P=۰.۲۴۳، ۰.۵۱-) معنادار نبود، که نشان‌دهنده عملکرد تقریباً مشابه تعادلی این دو گروه است (جدول۵).

این نتایج تأکید می‌کند که اختلال بینایی تأثیر قابل توجهی بر کاهش عملکرد تعادلی کودکان دارد و در مقایسه با اختلال شنوایی، اثر بزرگتری مشاهده شد.

جدول٤. مقایسه عملکرد تعادلی گروه‌های نابینا، ناشنوا و سالم بر اساس نمرات کلی آزمون تعادل برگ کودکان

Table 4. Comparison of Balance Performance among Blind, Deaf, and Healthy Groups Based on the Total Scores of the Pediatric Balance Scale (PBS)

Group	میانگین Group	انحراف استاندارد Standard Deviation	سطح معنی داری Significance Level (p)
نابینا Blind	48.25	4.29	
ناشنوا Deaf	54.63	1.67	0.001
سالم Healthy	55.14	0.85	

جدول ۵. نتایج آزمون تعقیبی برای مقایسه عملکرد تعادلی گروههای نابینا، ناشنوا و سالم

Table 5. Post Hoc Test Results for the Comparison of Balance Performance among Blind, Deaf, and Healthy Groups

آماره گروه Group Comparison	تفاوت میانگین Mean Difference	خطای استاندارد میانگین Standard Error	سطح معنی داری Significance Level (p)
نابینا – ناشنوا Blind – Deaf	-6.38*	0.60	0.001
نابینا – سالم Blind – Healthy	-6.89*	0.55	0.001
ناشنوا – سالم Deaf – Healthy	-0.51	0.43	0.243

* $P < 0/05$ نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار آماری است.

بحث:

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که کودکان نابینا و ناشنوا در مقایسه با همتایان سالم خود، عملکرد ضعیف‌تری در آزمون تعادل برگ داشتند. به‌طور مشخص، کودکان نابینا کمترین توانایی در کنترل تعادل را نشان دادند، در حالی‌که کودکان ناشنوا در جایگاهی بینابینی میان گروه نابینا و سالم قرار گرفتند. این نتایج نشان می‌دهد که وجود نقص‌های حسی می‌تواند به شکل مستقیم بر عملکرد عصبی‌ـحرکتی اثر بگذارد و خطر سقوط و آسیب‌دیدگی در این گروه‌ها را افزایش دهد. یافته‌های این مطالعه هم‌راستا با پژوهش های پیشین است که بیان می‌کنند اختلالات حسی، به‌ویژه در سیستم‌های بینایی و شنوایی‌ـدهلیزی، تأثیر چشمگیری بر کنترل پاسچر و تعادل کودکان دارند(۳،۲۳). گرچه مسیرهای اختلال متفاوت هستند. اثر عمیق‌تر نابینایی می‌تواند ناشی از فقدان ورودی بینایی باشد که موجب اتکا بیشتر به سیستم‌های دهلیزی و حس عمقی و ایجاد اثرات پایدار بر تعادل می‌شود (۳،۹). در مقابل، ناشنوایان با وجود اختلال در سیستم وستیبولار، هنوز از ورودی بینایی بهره‌مند هستند و می‌توانند با مداخلات آموزشی بهبود قابل توجهی در تعادل داشته باشند(۴،۸).

مطالعات متعددی به نقش حیاتی سیستم دهلیزی در ارتباط با شنوایی و تعادل اشاره کرده‌اند. در کودکان دچار کم‌شنوایی، به‌ویژه نوع حسی‌ـعصبی، فقدان یا کاهش ورودی‌های دهلیزی می‌تواند منجر به اختلال در هماهنگی حرکتی، ضعف در مهارت‌های حرکتی ظریف و درشت، و افزایش احتمال سقوط شود (۳) . به همین دلیل است که برخی پژوهش‌ها ارتباط تنگاتنگ بین کاهش شنوایی و مشکلات حرکتی‌ـاجتماعی را برجسته کرده‌اند یافته حاضر که کودکان ناشنوا عملکرد ضعیف‌تری نسبت به کودکان سالم داشتند، اما نه به شدت گروه نابینا، می‌تواند بازتاب همین ارتباط نسبی باشد؛ چراکه بخشی از تعادل این کودکان به کمک سایر کانال‌های حسی قابل جبران است.

در مقابل، نابینایی به‌دلیل فقدان بازخورد بینایی، اثری عمیق‌تر بر تعادل دارد. شواهد علمی نشان داده‌اند که افراد نابینا در کنترل پاسچر بیشتر از استراتژی مفصل ران[1] به‌جای استراتژی مچ پا استفاده می‌کنند که خود نشانه‌ای از محدودیت در ادغام ورودی‌های حسی است (۲۳). این الگوی جایگزین به‌ویژه در شرایط بی‌ثباتی محیطی ناکارآمدتر بوده و باعث ضعف در تعادل دینامیک می‌شود. یافته‌های حاضر که پایین‌ترین نمرات تعادلی در گروه نابینا مشاهده شد، تأییدکننده این سازوکار است.

[1] Hip strategy

تبیین این نتایج در چارچوب «پلاستیسیته کراس مدال[1]» نیز امکان‌پذیر است. در واقع، مغز در واکنش به قطع طولانی‌مدت یک حس، بخش‌های مربوطه را برای دریافت و پردازش ورودی‌های دیگر بازسازمان‌دهی می‌کند (۲۴). به همین دلیل، نابینایان ممکن است از طریق حواس عمقی و دهلیزی بخشی از عملکرد تعادلی را جبران کنند. با این حال، محدودیت بازخورد بینایی در بیشتر موارد به‌طور کامل جبران‌پذیر نیست و همین امر منجر به نتایج ضعیف‌تر تعادلی در این گروه می‌شود (۲۵).

مطالعات داخلی نیز یافته‌های مشابهی را گزارش کرده‌اند. برای نمونه، رضازاده و عالی (۱۳۹۲) در بررسی آمادگی جسمانی کودکان نابینا و ناشنوا نشان داد که نابینایان در مؤلفه‌هایی مانند استقامت قلبی‌ـتنفسی، قدرت عضلانی، انعطاف‌پذیری و تعادل (ایستا و پویا) به‌طور معناداری ضعیف‌تر از کودکان عادی عمل می‌کنند، در حالی‌که اختلاف ناشنوایان با گروه سالم کمتر و در برخی موارد غیرمعنادار بود (۶). این نتایج هم‌راستا با یافته‌های مطالعه حاضر، نشان می‌دهد که اختلال بینایی آثار گسترده‌تر و شدیدتری بر تعادل نسبت به اختلال شنوایی دارد. از سوی دیگر، شواهد علمی جدید به امکان جبران این کاستی‌ها از طریق مداخلات توان‌بخشی اشاره دارند. مرورهای سیستماتیک اخیر نشان داده‌اند که تمرینات تعادلی و بازتوانی دهلیزی می‌تواند به‌طور معناداری عملکرد حرکتی و تعادلی کودکان دچار کم‌شنوایی را بهبود بخشد (۲۷). در مورد کودکان نابینا نیز مطالعات متاآنالیز نشان داده‌اند تمرینات ایستا و پویا نقش کلیدی در بهبود تعادل و کاهش خطر سقوط دارند (۲۸). مطالعات تجربی نیز این نتایج را تأیید کرده‌اند. خداشناس و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی نشان دادند یک دوره چهار هفته‌ای تمرین منتخب توانست بهبود معناداری در تعادل ایستا و پویا کودکان ناشنوا ایجاد کند. همچنین یک مطالعه بین‌المللی در سال ۲۰۲۳ گزارش کرد که استراتژی‌های بازیابی تعادل در کودکان نابینا و ناشنوا متفاوت است؛ نابینایان بیشتر از استراتژی مفصل ران و ناشنوایان بیشتر از استراتژی مچ پا استفاده می‌کنند (۹). این یافته‌ها بر ضرورت طراحی مداخلات اختصاصی و فردمحور برای هر گروه تأکید دارند.

بر اساس این شواهد، می‌توان نتیجه گرفت که اختلال بینایی به‌طور کلی اثر شدیدتر و گسترده‌تری بر تعادل دارد، اما اختلال شنوایی نیز در صورت عدم مداخله می‌تواند منجر به محدودیت‌های عملکردی و اجتماعی شود. در عین حال، اثرات ناشنوایی به‌طور نسبی قابل جبران‌تر است و برنامه‌های تمرینی ساختارمند می‌توانند نقش بسزایی در ارتقای تعادل این کودکان ایفا کنند.

یافته‌های این مطالعه افزون بر تأیید شواهد پیشین، از دو منظر دارای اهمیت است. نخست، مقایسه همزمان سه گروه کودکان نابینا، ناشنوا و سالم در بستر فرهنگی و آموزشی ایران که خلأ مطالعاتی محسوب می‌شود. دوم، استفاده از آزمون تعادل برگ به‌عنوان ابزاری معتبر و کاربردی که امکان مقایسه دقیق بین گروه‌ها را فراهم کرد.

به طور کلی، اختلالات بینایی و شنوایی هر یک به شیوه‌ای متفاوت بر تعادل اثر می‌گذارند. در نابینایی، مکانیسم اصلی اختلال ناشی از حذف کامل ورودی دیداری است که در شرایط عادی سهم مهمی در ادغام حسی و پایش وضعیت بدن دارد. نبود این ورودی، وابستگی کودک را به سیستم‌های دهلیزی و حس عمقی افزایش می‌دهد، اما این سیستم‌ها به‌تنهایی نمی‌توانند اطلاعات کافی برای اصلاح نوسانات قامت فراهم کنند؛ به همین دلیل، اثرات نابینایی عمیق‌تر و پایدارتر بوده و توانایی جبرانی محدودتری مشاهده می‌شود (۱،۳،۹).

در ناشنوایی، مکانیسم اختلال متفاوت است. شنوایی علاوه بر نقش در دریافت محرک‌های صوتی، از طریق پردازش‌های دهلیزی–شنوایی در هماهنگی حرکتی و آگاهی فضایی نیز مؤثر است. حذف ورودی شنوایی این بخش از کنترل تعادل را مختل می‌کند، اما به دلیل سالم بودن سیستم بینایی، کودکان ناشنوا قادرند با اتکا به نشانه‌های دیداری (مانند موقعیت محیط، حرکات بدن یا سایه‌ها) جبران کنند. همین قابلیت باعث می‌شود که این گروه بیشتر به مداخلات توانبخشی پاسخ مثبت دهند (۴،۵،۸).

[1] Cross-modal plasticity

آیتم ایستادن با چشمان بسته در مقیاس برگ نیز این تفاوت مکانیزم را به‌خوبی برجسته می‌کند. در نابیناها، حذف بینایی تفاوتی ایجاد نمی‌کند، زیرا ورودی دیداری از ابتدا وجود نداشته است. در مقابل، در ناشنواها بستن چشم به معنای محرومیت از مهم‌ترین کانال جبرانی است و افت عملکرد آنها نشان‌دهنده میزان وابستگی به بینایی است. این موضوع تأییدی بر نقش مرکزی بینایی در سازگاری تعادلی کودکان ناشنواست.

بنابراین، یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که نابینایی و ناشنوایی گرچه هر دو بر تعادل اثرگذارند، اما از طریق مکانیسم‌های متفاوتی عمل می‌کنند. شناخت این مکانیسم‌ها به طراحی مداخلات هدفمندتر کمک می‌کند: در نابینایان تمرکز باید بر تقویت حس عمقی و دهلیزی باشد، در حالی که در ناشنوایان استفاده از محرک‌های دیداری و آموزش استراتژی‌های جبرانی دیداری می‌تواند اثربخش‌تر باشد.

از منظر کاربردی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ادغام برنامه‌های تمرینی هدفمند در مدارس استثنایی می‌تواند تأثیر بسزایی در بهبود عملکرد حرکتی و کاهش خطرات ناشی از ضعف تعادل داشته باشد. توصیه می‌شود مربیان تربیت‌بدنی، متخصصان توان‌بخشی و سیاست‌گذاران آموزشی در طراحی برنامه‌های سلامت‌محور برای کودکان نابینا و ناشنوا، مداخلات متناسب با نیازهای هر گروه را بگنجانند. برای مثال، استفاده از تمرینات تعادل پویا، تمرینات مبتنی بر بازی و تمرینات چندحسی می‌تواند در کودکان نابینا سودمند باشد، در حالی‌که در کودکان ناشنوا تأکید بر بازتوانی دهلیزی و تقویت هماهنگی حرکتی مؤثرتر خواهد بود.

در عین حال، باید بر ضرورت تحقیقات آینده تأکید کرد. این مطالعات می‌توانند با افزایش حجم نمونه، پوشش گروه‌های سنی مختلف، و به‌کارگیری ابزارهای پیشرفته‌تری چون آنالیز فشار کف پا یا ثبت الکترومایوگرافی، ابعاد دقیق‌تری از تفاوت‌های تعادلی بین کودکان نابینا، ناشنوا و سالم آشکار کنند. ضمن اینکه استفاده از یک ابزار واحد یعنی PBS امکان مقایسه نسبی بین گروه‌ها را فراهم ساخت و نشان داد که نوع محرومیت حسی اثرات متمایزی بر تعادل کودکان دارد. بنابراین، نتایج این پژوهش باید با در نظر گرفتن این محدودیت‌ها تفسیر شوند و در تحقیقات آینده به‌کارگیری آزمون‌های تکمیلی یا طراحی پروتکل‌های اختصاصی برای هر گروه توصیه می‌شود. همچنین بررسی اثرات طولانی‌مدت مداخلات ورزشی و توان‌بخشی بر کیفیت زندگی و مشارکت اجتماعی این کودکان می‌تواند دیدگاه‌های نوینی در سیاست‌گذاری آموزشی و بهداشتی ارائه دهد.

به طور کلی، بحث حاضر تأکید می‌کند که اختلالات بینایی و شنوایی هر یک به شیوه‌ای متفاوت بر تعادل اثر می‌گذارند. نابینایی با اثرات عمیق‌تر و پایدارتر همراه است، زیرا فقدان ورودی بینایی باعث وابستگی بیشتر به سیستم‌های دهلیزی و حس عمقی می‌شود و توانایی جبرانی محدودتری دارد (۱،۳،۹). ناشنوایی با وجود اثرات قابل توجه، بیشتر به مداخلات پاسخ مثبت می‌دهد، زیرا استفاده از ورودی بینایی امکان سازگاری و بهبود عملکرد تعادلی را فراهم می‌کند (۴،۵،۸). بنابراین، توجه همزمان به ویژگی‌های فردی هر گروه و طراحی مداخلات اختصاصی، کلید ارتقای ایمنی، استقلال عملکردی و کیفیت زندگی این کودکان است (۶،۷).

نتیجه‌گیری:

یافته‌های این پژوهش نشان داد که کودکان نابینا و ناشنوا در مقایسه با همتایان سالم خود، عملکرد ضعیف‌تری در آزمون تعادل برگ داشتند. به‌طور مشخص، کودکان نابینا بیشترین اختلال در کنترل تعادل را تجربه کردند، در حالی‌که کودکان ناشنوا عملکردی متوسط و بینابینی میان گروه نابینا و سالم نشان دادند. این نتایج تأیید می‌کند که وجود نقص‌های حسی می‌تواند به طور مستقیم بر کارکردهای عصبی ـ حرکتی و فیزیولوژیکی مرتبط با تعادل اثرگذار باشد و خطر افتادن و آسیب‌دیدگی را در این کودکان

افزایش دهد.

از سوی دیگر، شواهد علمی اخیر نشان می‌دهد که برنامه‌های توانبخشی مبتنی بر تمرینات حرکتی، فعالیت‌های ورزشی هدفمند و آموزش مهارت‌های حرکتی می‌توانند در بهبود تعادل ایستا و پویا در کودکان نابینا و ناشنوا نقش مؤثری ایفا کنند. بنابراین، طراحی و اجرای مداخلات آموزشی ـ حرکتی متناسب با ویژگی‌های هر گروه، نه تنها می‌تواند بخشی از مشکلات تعادلی را جبران نماید، بلکه موجب ارتقای کیفیت زندگی، افزایش ایمنی حرکتی و بهبود مشارکت اجتماعی این کودکان خواهد شد.

در مجموع، نتایج این مطالعه اهمیت بررسی و مقایسه علمی وضعیت تعادل در گروه‌های مختلف کودکان دارای ناتوانی حسی و سالم را برجسته می‌سازد و می‌تواند مبنایی برای تدوین راهبردهای مداخله‌ای کارآمد در حوزه توانبخشی و آموزش کودکان با نیازهای ویژه باشد.

تشکر و قدردانی:

بدین وسیله از تمامی والدین و کودکان شرکت‌کننده در این مطالعه که با صبر و همکاری خود ما را در جمع‌آوری داده‌ها یاری کردند، صمیمانه سپاسگزاری می‌کنیم. همچنین از اداره کل آموزش و پرورش و اداره آموزش و پرورش استثنایی و مدیران و معلمان مدارس استثنایی و عادی و که در اجرای آزمون‌ها و آماده‌سازی تجهیزات یاری‌رسان بودند، تقدیر و تشکر می‌نماییم.

تضاد منافع

هیچ گونه تضاد منافعی بین نویسندگان وجود ندارد.

ملاحظات اخلاقی:

این مطالعه با رعایت اصول اخلاقی تحقیق بر روی انسان‌ها انجام شد و پروتکل آن توسط کمیته اخلاق پژوهش دانشگاه نهاوند مورد بررسی و تأیید قرار گرفت. شماره کد اخلاق اختصاص یافته به این مطالعه [IR.NAHGUREC.1399.013, 2021] می‌باشد. تمامی والدین و سرپرستان کودکان پیش از شروع مطالعه، رضایت‌نامه کتبی آگاهانه را امضا کردند و محرمانگی اطلاعات شرکت‌کنندگان کاملا رعایت شد.

منابع

1. Müjdeci B, Çekiç Ş, Mecit Karaca H, Özdemir S, Şenli FD. Evaluation of the Pediatric Clinical Test of Sensory Interaction for Balance in Children Aged 6–9 Years. *J Acad Res Med*. 2025;15(1):24–34.
2. Bronstein AM. Multisensory integration in balance control. In: *Handbook of Clinical Neurology*. 2016. p. 57–66.
3. Mbhele S, Rogers C, Saman Y. Clinical balance assessment tools for children with hearing loss: a scoping review. *BMC Pediatr*. 2025;25(1):218.
4. Varedi M, Lu L, Phillips NS, Partin RE, Brinkman TM, Armstrong GT, et al. Balance impairment in survivors of pediatric brain cancers: risk factors and associated physical limitations. *J Cancer Surviv*. 2021;15(2):311–24.

5. Božanić Urbančič N, Battelino S, Vozel D. Appropriate vestibular stimulation in children and adolescents—A prerequisite for normal cognitive, motor development and bodily homeostasis—A review. *Children*. 2023;11(1):2.
6. Nardini M, Cowie D. The development of multisensory balance, locomotion, orientation, and navigation. In: *Multisensory Development*. Oxford University Press; 2012. p. 137–58.
7. Horowitz G, Ungar OJ, Levit Y, Himmelfarb M, Handzel O. The impact of conductive hearing loss on balance. *Clin Otolaryngol*. 2020;45(1):106–10.
8. Vitkovic J, Le C, Lee SL, Clark RA. The contribution of hearing and hearing loss to balance control. *Audiol Neurootol*. 2016;21(4):195–202.
9. Zarei H, Norasteh AA, Lieberman LJ, Brian A. Balance recovery strategy in children with and without hearing or visual impairments. *Motor Control*. 2024;28(1):1–14. [In Persian].
10. Wolter NE, Gordon KA, Campos J, Vilchez Madrigal LD, Papsin BC, Cushing SL. Impact of the sensory environment on balance in children with bilateral cochleovestibular loss. *Hear Res*. 2021;400:108134.
11. Sival D. Application of pediatric balance scales in children with cerebral palsy. *Neuropediatrics*. 2012;43(6):305–6.
12. Her JG, Woo JH, Ko J. Reliability of the pediatric balance scale in the assessment of the children with cerebral palsy. *J Phys Ther Sci*. 2012;24:301–5.
13. Erden A, Acar Arslan E, Dündar B, Topbaş M, Cavlak U. Reliability and validity of Turkish version of pediatric balance scale. *Acta Neurol Belg*. 2021;121(3):669–75.
14. Laspa V, Besios T, Xristara A, Tsigaras G, Milioudi M, Mauromoustakos S, et al. Reliability and clinical significance of the pediatric balance scale (PBS) in the Greek language in children aged 4 to 18 years. *Open J Prev Med*. 2020;10(5):73–81.
15. Hazen M, Cushing SL. Vestibular evaluation and management of children with sensorineural hearing loss. *Otolaryngol Clin North Am*. 2021;54(6):1241–51.
16. Yassin O, Elshafey M, Hamdy B, Gamal R, Abdelazeim F. Comprehensive evaluation of vestibular dysfunction in deaf children. *J Crit Rev*. 2021.
17. Martens S, Dhooge I, Dhondt C, Vanaudenaerde S, Sucaet M, Rombaut L, et al. Vestibular infant screening (VIS)–Flanders: results after 1.5 years of vestibular screening in hearing-impaired children. *Sci Rep*. 2020;10(1):21011.
18. Chisari D, Vitkovic J, Clark R, Rance G. Vestibular function and balance performance in children with sensorineural hearing loss. *Int J Audiol*. 2024;63(11):875–83.
19. Bednarczuk G, Bandura W, Rutkowska I, Starczewski M. Balance level and fundamental motor skills of youth with visual impairments: pilot study. *J Clin Med*. 2025;14(10).
20. Ebrahimi AA, Movallali G, Jamshidi AA, Haghgoo HA, Rahgozar M. Balance performance of deaf children with and without cochlear implants. *Acta Med Iran*. 2016;54(11). [In Persian].
21. Zarei H, Norasteh AA, Lieberman LJ, Ertel MW, Brian A. The efficiency of sensory systems in postural control of children with and without hearing or visual impairments. *PLoS One*. 2025;20(5):e0321065. [In Persian].
22. Alimili E, Kalantari M, Nazeri AR, Akbarzade Baghban A. Test–retest and inter-rater reliability of Persian version of pediatric balance scale in children with spastic cerebral palsy. *Iran J Child Neurol*. 2019;13(4):163–71. [In Persian].

23. Daneshmandi H, Norasteh AA, Zarei H. Balance in the blind: a systematic review. *USWR*. 2021;11(1):1–12. Available from: http://ptj.uswr.ac.ir/article-1-442-en.html. [In Persian].
24. Kral A, Sharma A. Crossmodal plasticity in hearing loss. *Trends Neurosci*. 2023;46(5):377–93.
25. Lazzouni L, Lepore F. Compensatory plasticity: time matters. *Front Hum Neurosci*. 2014;8. Available from: http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2014.00340.
26. Aali S, Reza Zadeh F. Comparison of physical fitness in blind and deaf children with their normal peers. *J Sports Med Stud*. 2013;5(14):135–50. [In Persian].
27. Zhou Y, Qi J. Effectiveness of interventions on improving balance in children and adolescents with hearing impairment: a systematic review. *Front Physiol*. 2022;13.
28. Zarei H, Norasteh AA. Effects of exercise training programs on balance of blind children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *J Bodyw Mov Ther*. 2022;30:187–95. [In Persian].