Archives of
Rehabilitation

October 2021. Vol 22. Num 3

Research Paper

Effect of Using Wii Balance Board on Functional Balance of Children With Ataxic Cerebral Palsy

*Elham Shakiba[1], Saeed Fatoorehchi[1], Ebrahim Pishyareh[1], Mohsen Vahedi[2], Seyed Mehdi Hosseini[3]

1. Department of Occupational Therapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.
2. Department of Biostatistics and Epidemiology, Faculty of Rehabilitation Sciences, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.
3. Department of Mechanical Engineering, Khajeh Nasir Toosi University of Technology, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Shakiba E, Fatoorehchi S, Pishyareh E, Vahedi M, Hosseini SM. [Effect of Using Wii Balance Board on Functional Balance of Children With Ataxic Cerebral Palsy (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2021; 22(3):394-407. https://doi.org/10.32598/RJ.22.3.3289.1

https://doi.org/10.32598/RJ.22.3.3289.1

CC BY NC

Received: 10 Dec 2020
Accepted: 07 Apr 2021
Available Online: 01 Oct 2021

Keywords:
Cerebral palsy, Functional balance, Ataxic cerebral palsy, Virtual reality, Wii balance board

ABSTRACT

Objective Ataxic cerebral palsy accounts for 5%-10% of the population with cerebral palsy. This palsy is characterized by poor balance and coordination, clumsiness, and involuntary tremor. As a result, balance training is one of the essential parts of the rehabilitation programs for children with ataxic cerebral palsy. Wii Balance Board (WBB) is an efficient tool for balance training in children with different physical problems, including cerebral palsy. This study aims to assess the effect of WBB-based balance training on functional balance and the persistence of its effect two months after the intervention in children with ataxic cerebral palsy.

Materials & Methods This is a single-case study with a pre-test, post-test and follow-up design conducted on 3 children (2 girls and 1 boy) with ataxic cerebral palsy (Mean±SD age=10.56±1.09 years). They were classified at levels I and II of the gross motor function classification system. They received conventional occupational therapy three sessions per week, each for 45 minutes in the baseline and follow-up phases. In the intervention phase, each session consisted of 25 minutes of routine rehabilitation followed by 20 minutes of WBB-based balance training for 3 months (12 hours). The changes were evaluated by the Pediatric Balance Scale (PBS) and Timed Up And Go (TUG) test, three times in the baseline phase, three times in the intervention phase (at the end of 12th, 24th, and 36th sessions), and two times in the follow-up phase (one and two months after the intervention). Assessments were done by a pediatric occupational therapist who was unaware of the study process. Finally, the results were analyzed using the Percentage of Nonoverlapping Data (PND), 2 Standard Deviations (2SD), Hedges's g, and the visual analysis method.

Results The results of the PBS and TUG test showed the improvement of functional balance in all children in the intervention phase and maintained in the follow-up phase. The PND of PBS and TUG test results was 100% for all children, indicating that balance training by the WBB improved functional balance in the intervention and follow-up phases compared to the baseline. Hedeges' g value for all participants was more than 0.8, indicating a significant difference between the baseline and follow-up phases. The 2SD results showed a significant increase in the PBS score and a significant reduction in the TUG test duration in all children. Furthermore, the visual analysis revealed a significant improvement in the functional balance of all children in the intervention phase and the stability of these changes in the follow-up phase.

Conclusion Balance training by the WBB is an effective method for improving the functional balance of children with ataxic cerebral palsy. Further studies are needed using a larger sample size to confirm its effectiveness.

* *Corresponding Author:*
Elham Shakiba, MSc.
Address: Department of Occupational Therapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.
Tel: +98 (21) 22180037
E-Mail: elhamshakiba.8374@gmail.com

English Version

Introduction

Ataxic cerebral palsy, which accounts for 5%-10% of the patients with cerebral palsy [1], is caused by damage to the cerebellum and is characterized by balance and coordination problems. Involuntary tremor, clumsiness, and poor instability in the proximal joints are other signs of this disease [2]. Therefore, teaching balance skills is an integral part of the rehabilitation program for these patients. So far, various interventions have been employed in postural control and balance abilities for children with ataxic cerebral palsy. The most widely-used interventions are neurodevelopmental treatment, reactive balance training, treadmill training, and visual feedback training [3]. Rehabilitation of children with cerebral palsy is often challenging for therapists due to their insufficient motivation to receive rehabilitation interventions and lack of careful progress monitoring. Therefore, the tool of choice for the rehabilitation of these children should be fun and increase their motivation to receive rehabilitation.

The use of Virtual Reality (VR) is more fun for children than conventional exercises, and their motivation to participate in a VR-based rehabilitation program is far greater than in a conventional training program [4]. The Wii Balance Board (WBB) is a portable and accessible tool for VR-based balance training. The studies on the effectiveness of WBB in balance training of children with cerebral palsy have shown that the use of this device has a much greater impact on increasing the balance of these children compared to conventional balance training due to the presence of visual feedback, more motivation and recording the amount of change quantitatively [5]. This device can also make intervention easier for occupational therapists and reduce physical pressure [6, 7]. Various studies have proved the effectiveness of WBB on balance indicators in people with different physical problems, such as acquired brain injury, developmental coordination disorder, Down syndrome, and spastic and dyskinetic cerebral palsy [8-12]. WBB can improve static and dynamic balance [5, 13-15] and independence in performing activities of daily living in children with spastic and dyskinetic cerebral palsy [5]. However, there is very little and or unreliable scientific evidence on the effects of WBB in people with ataxic cerebral palsy. The study of the long-term effects of WBB requires further research [8]. Therefore, this study aims to assess the effectiveness of WBB and the persistence of its impact in children with ataxic cerebral palsy.

Materials and Methods

This research is a preliminary study (single-case study) with a pre-test, post-test and follow-up design conducted from April to December 2019 on 3 children with ataxic cerebral palsy Mean±SD age= 10.56±1.09 years) who were selected using a purposive sampling method. The inclusion criteria included the diagnosis of ataxic cerebral palsy, being at level 1 or 2 of motor function based on the Gross Motor Function Classification System (GMFCS), no history of fractures, and lower extremity surgery during the past six months, according to the family report, adequate cognitive ability to participate in WBB-based activities (ability to attend school or score above 70 in the Sparkle test). After explaining the research process and intervention method to the parents of children, their written informed consent was obtained. All three children received routine occupational therapy three sessions per week throughout the study. The duration of sessions in the baseline and follow-up phases was 45 minutes. In the intervention phase, the duration of sessions was 25 minutes, followed by balance training by the WBB for 12 weeks, three times a week, each session for 20 minutes (12 hours).

WBB is a device connected to a far-enough monitor. The results of displacement of the Center of Pressure (CoP) on the WBB were displaced in the monitor. During the intervention process, the child tried to control the CoP displacement by using visual feedback information. The child performs dynamic balance exercises by changing the center of gravity in different directions and static balance exercises by maintaining the center of gravity at a fixed point. The therapist also monitored the intervention process and provided progressive balance training by giving verbal feedback when needed and coordinating the difficulty of each exercise with each participant's balance abilities.

The outcome of the intervention was measured by Pediatric Balance Scale (PBS) and Timed Up and Go (TUG) test three times in the baseline phase (before the intervention), three times in the intervention phase (at the end of 12th, 24th, and 36th sessions) and two times in follow-up phase (one and two months after the intervention). It should be noted that all assessments were performed by an occupational therapist unaware of the study process.

Results

Results of PBS and TUG test in the baseline, intervention, and follow-up phases are presented in Table 1. Findings from visual analysis of graphs for all three subjects (Figures 1 and 2) showed that balance training by WBB in the intervention and follow-up phases improved their func-

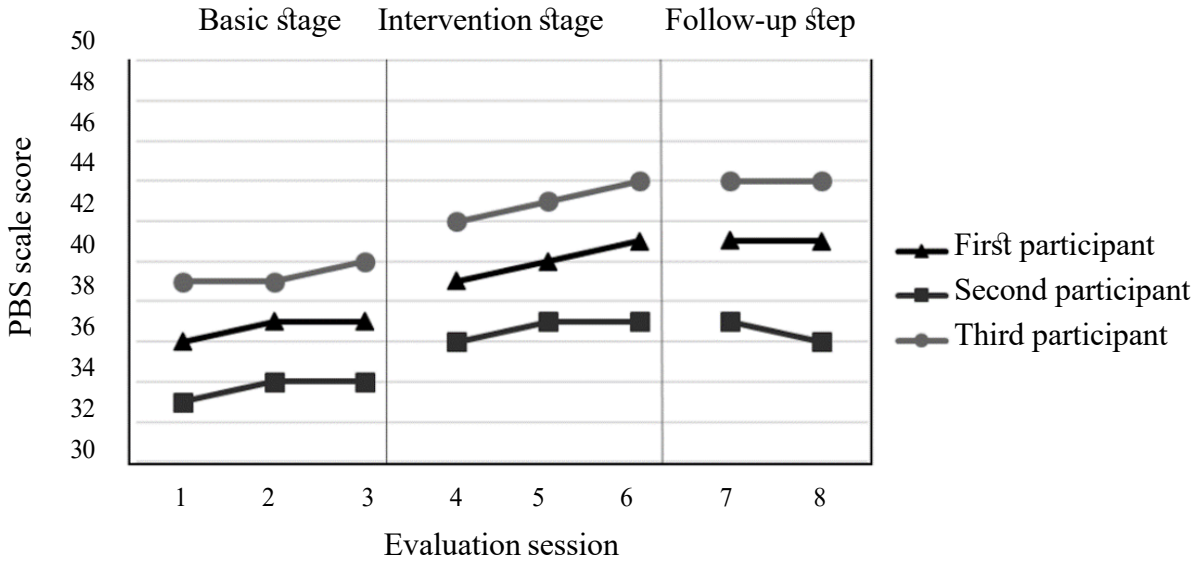


Figure 1. Comparing Pediatric Balance Scale Results

Archives of Rehabilitation

tional balance compared to the baseline. The Percentage of Nonoverlapping Data (PND) in both tests was 100% for all children. The Hedeges' g value for all children was above 0.8, indicating a significant difference between the baseline and follow-up results (Table 2). According to the 2SD (2 standard deviations) method, the results of PBS in the intervention and follow-up phases were greater than the sum of the mean and twice the standard deviation of its results in the baseline, indicating a significant improvement in PBS score in all three children. The results of the TUG test in the intervention and follow-up phases were less than twice the standard deviation of the test result in the baseline, indicating a significant reduction in the duration of the TUG test in all three children (Table 3).

Discussion and Conclusion

The purpose of this pilot study was to investigate the effect of balance training with WBB on the functional balance of 3 children with ataxic cerebral palsy and also to evaluate the stability of the effect one and two months after the intervention. The functional balance variable was measured by PBS and the TUG test. The results showed significant changes in the functional balance of children during the intervention period and the persistence of these effects up to two

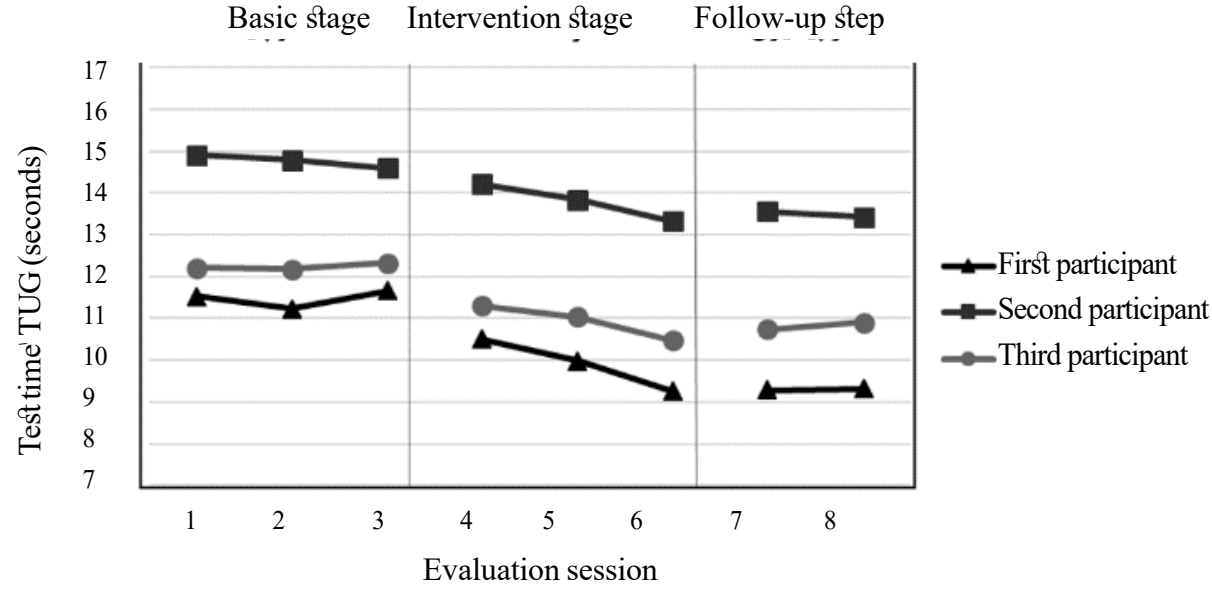


Figure 2. Comparing Timed Up and Go Test Results

Archives of Rehabilitation

Table 1. Comparing the Results of PBS (Pediatric Balance Scale) and TUG (Timed Up and Go) Test

Variable	Participant	Baseline 1	Baseline 2	Baseline 3	Intervention 1	Intervention 2	Intervention 2	Follow-up 1	Follow-up 2
PBS	1	36	36	37	39	40	41	41	41
	2	33	34	34	36	37	37	37	36
	3	39	39	40	42	43	44	44	44
TUG	1	11.52	11.23	11.66	10.49	9.99	9.26	9.28	9.32
	2	14.90	14.79	14.60	14.19	13.84	13.32	13.55	42.13
	3	12.20	12.18	12.32	11.31	11.03	10.47	10.72	10.90

Archives of Rehabilitation

Table 2. Results of PND (Percentage of Nonoverlapping Data) and Hedeges' g

Participant		A-B		B-A1		A-A1	
		PND above	Hedges's g	PND above	Hedges's g	PND above	Hedges's g
PBS	1	1	3.257	0	0.886	1	6.651
	2	1	4.146	0	0.193	1	3.287
	3	1	3.583	0	0.886	1	7.163
	Participant	PND below	Hedges's g	PND below	Hedges's g	PND below	Hedges's g
TUG	1	1	2.676	0	0.878	1	8.732
	2	1	2.367	0	0.400	1	8.405
	3	1	3.242	0	0.256	1	8.835

Archives of Rehabilitation

PBS: Pediatric Balance Scale; TUG: Timed Up and Go.

Table 3. The Mean, Mean-2SD, and Mean+2SD Results in the Baseline

Variable	Participant	2SD – Mean	Mean	2SD + Mean
PBS	1	35.31	36.67	37.82
	2	32.51	33.67	34.82
	3	38.18	39.33	40.49
TUG	1	11.03	11.47	11.91
	2	14.50	14.73	14.97
	3	11.99	12.20	12.42

Archives of Rehabilitation

PBS: Pediatric Balance Scale; TUG: Timed Up and Go.

months after the intervention. These results are consistent with studies on the impact of WBB on balance indicators in different types of cerebral palsy [8]. For example, the results of Tarakcy et al. [5, 14] and Gatica et al. [13] on the effectiveness of using WBB in teaching balance to children with cerebral palsy suggested an efficient method for teaching balance to children with spastic and dyskinetic cerebral palsy. Another study by Silva et al. on a child with ataxic

cerebral palsy showed that using WBB in combination with kinesiotherapy interventions improved balance in this child [16]. Therefore, balance training by WBB can effectively improve balance in different types of cerebral palsy.

A study conducted by Gatica et al. on four children with spastic cerebral palsy showed that six weeks of WBB-based balance training intervention consisted of three 25-min sessions per week (7.5 hours) significantly improved children's functional balance based on the TUG test results, but it did not affect the static balance of children based on One-Leg Stance Test (OLST) results [17]. Another study by Tarakcy et al. on 12 children with spastic cerebral palsy and three children with dyskinetic cerebral palsy found that 12 weeks of balance training by the WBB, 2 sessions of 40 minutes per week (16 hours) significantly improved the static balance of participants according to the OLST test [14]. The discrepancy in the results of two different studies can be attributed to the different duration of balance training interventions. Since the base of support of a person in the OLST test is smaller than in functional balance tests such as the TUG test, its implementation requires higher levels of balance indicators [14]. Therefore, more time is needed to improve a person's performance in the OLST test. Hence, we suggested that in future studies, the effects of intervention by WBB on the static balance of children with ataxic cerebral palsy be investigated at appropriate durations.

The results of PBS in our study showed that child No. 2 with GMFCS level 2 showed no progress in the last four weeks of the intervention phase. We even witnessed the reduction of PBS score in this child between the first and second months of follow-up. However, children No. 1 and No. 3, both with GMFCS level 1, not only progressed throughout the intervention phase but also maintained their progress for up to two months after the intervention. Therefore, the effect of balance training by WBB on children with ataxic cerebral palsy and GMFCS level 1 may be more significant and more lasting than its effect on children with ataxic cerebral palsy and GMFCS level 2. It should be noted that these differences were not observed in the results of the TUG test. Further documented studies in this field can provide more information.

Based on the observations during the research process, the motivation of the children to receive interventions in the initial sessions was much higher and gradually decreased during the implementation process. This finding indicates the limited number and visual aspects of the exercises. Although exercises by WBB are more motivating and fun for children than conventional occupational therapy exercises, for longer use of such tools, it is better to consider the greater variety and more attractive graphics for them. According to the parents of children, the WBB-based balance training also improved their ability and independence in some of their daily activities, including games that require gross motor function and bathing tasks. Tarakci et al. also found that balance training by the WBB can increase the independence of children with cerebral palsy in their daily activities [5]. Therefore, it is recommended that the effect of WBB-based interventions on the ability to perform daily living activities in children with ataxic cerebral palsy be examined more comprehensively in future studies. Some of the limitations and disadvantages of the present study were the preliminary nature of the study, the impossibility of generalizing the results to all children with ataxic cerebral palsy, the relatively high cost of the device, the impossibility of providing the device for all rehabilitation centers, and the small number of samples.

Balance training by the WBB can effectively improve the functional balance of children with ataxic cerebral palsy. These results can be used as a basis for conducting clinical trial studies with an appropriate sample size to evaluate the effects of this technique on children with ataxic cerebral palsy.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles are considered in this article. The participants were informed about the purpose of the research and its implementation stages. They were also assured about the confidentiality of their information. They were free to leave the study whenever they wished, and if desired, the research results would be available to them.

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر استفاده از صفحه تعادلی وی (WBB) بر تعادل عملکردی کودکان با فلج مغزی نوع آتاکسیک

*الهام شکیبا[۱]، سعید فطوره‌چی[۱]، ابراهیم پیشیاره[۱]، محسن واحدی[۲]، سیدمهدی حسینی[۳]

۱. گروه کاردرمانی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران.
۲. گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی ، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران.
۳. گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۲۰ آذر ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش: ۱۸ اسفند ۱۴۰۰
تاریخ انتشار: ۰۹ مهر ۱۴۰۰

چکیده

هدف فلج مغزی نوع آتاکسیک ۵ تا ۱۰ درصد از جمعیت افراد با فلج مغزی را تشکیل می‌دهد و با نواقص تعادلی و هماهنگی مشخص می‌شود. ترمور غیرارادی، دست و پا چلفتی به نظر رسیدن و نواقص موجود در واکنش‌های تعادلی از دیگر ویژگی‌های این کودکان است. بنابراین آموزش مهارت‌های تعادلی از بخش‌های مهم برنامه توانبخشی این افراد محسوب می‌شود. صفحه تعادلی وی (WBB) یکی از ابزاری است که در جهت آموزش تعادل در کودکان با مشکلات فیزیکی متفاوت از جمله فلج مغزی مورد استفاده قرار گرفته است و کارآمدی آن در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است. هدف از مطالعه مقدماتی حاضر، بررسی تأثیر استفاده از WBB بر تعادل عملکردی کودکان با فلج مغزی نوع آتاکسیک و همچنین بررسی میزان ثبات نتایج طی دو ماه پس از اتمام مداخلات آموزش تعادل بود.

روش بررسی مطالعه مقدماتی حاضر از نوع پژوهش موردی بوده و در سه فاز پایه، مداخله و پیگیری اجرا شده است. ۳ کودک (۲ دختر و ۱ پسر) با فلج مغزی نوع آتاکسیک، سطح یک یا دو سیستم طبقه‌بندی عملکرد حرکتی درشت (GMFCS) و میانگین سنی ۱/۰۹±۱۰/۵۶ سال در این مطالعه شرکت کردند. کاردرمانی رایج در تمامی فازهای مطالعه، سه مرتبه در هفته اجرا شد. مدت‌زمان جلسات کاردرمانی رایج در فاز پایه و پیگیری ۴۵ دقیقه بود، در صورتی که طی فاز مداخله، ۲۵ دقیقه از جلسه درمانی به کاردرمانی رایج و ۲۰ دقیقه از آن به آموزش تعادل به وسیله WBB اختصاص می‌یافت (۱۲ ساعت). نتایج حاصل به وسیله مقیاس تعادلی کودکان (PBS) و آزمون برخاستن و رفتن زمان‌دار (TUG)، سه مرتبه در فاز پایه (قبل از شروع مداخله)، سه مرتبه در فاز مداخله (انتهای جلسه ۱۲، انتهای جلسه ۲۴ و انتهای جلسه ۳۶) و دو مرتبه در فاز پیگیری (یک ماه پس از اتمام مداخله و دو ماه پس از اتمام مداخله) توسط یک کارشناس کاردرمانی ناآگاه از روند مطالعه مورد سنجش قرار گرفت و به کمک تحلیل دیداری و شاخص‌های آماری Hedeges's g، PND و 2SD مورد تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته‌ها مقایسه یافته‌های حاصل از مقیاس PBS و آزمون TUG در سه فاز مطالعه حاضر نشان داد تعادل عملکردی هر سه شرکت‌کننده طی روند مداخله بهبود یافته و نتایج نیز در دوره پیگیری پایدار مانده است. PND در هر دو تست برای هر سه شرکت‌کننده ۱۰۰ درصد به دست آمد که نشان می‌دهد آموزش تعادل به وسیله WBB سبب بهبود تعادل عملکردی در موقعیت مداخله و پیگیری نسبت به خط پایه شده است. مقدار Hedeges's g برای هر سه شرکت‌کننده بیشتر از ۰/۸ به دست آمد که نشانگر تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین فاز پایه و پیگیری است. همچنین 2SD نشان‌دهنده بهبود قابل توجه نمره PBS و کاهش قابل توجه مدت‌زمان انجام آزمون TUG در هر سه شرکت‌کننده بود. تحلیل دیداری یافته‌ها نیز نشان داد نه‌تنها تعادل عملکردی هر سه شرکت‌کننده طی فاز مداخله بهبود یافته است، بلکه نتایج حاصل از مداخلات پس از دو ماه از اتمام مداخلات نیز پایدار مانده است.

نتیجه‌گیری نتایج مطالعه مقدماتی حاضر نشان می‌دهد آموزش تعادل به وسیله WBB، می‌تواند روشی مؤثر و ماندگار در بهبود تعادل عملکردی کودکان با فلج مغزی نوع آتاکسیک باشد. هرچند برای بیان نتایج قطعی، انجام مطالعات بیشتر با حجم نمونه مناسب در زمینه بررسی تأثیرات آموزش تعادل به وسیله WBB بر کودکان با فلج مغزی نوع آتاکسیک نیاز است.

کلیدواژه‌ها:
فلج مغزی نوع آتاکسیک، تعادل عملکردی، واقعیت مجازی، Wee balance board

* **نویسنده مسئول:**
الهام شکیبا
نشانی: تهران، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، دانشکده علوم توانبخشی، گروه کاردرمانی.
تلفن: ۲۲۱۸۰۰۳۷ (۲۱) ۹۸+
رایانامه: elhamshakiba.8374@gmail.com

مقدمه

اصطلاح فلج مغزی معرف گروهی از اختلالات رشدی و شایع‌ترین علت ناتوانی حرکتی در سنین کودکی است که از یک اختلال غیرپیشرونده در مغز نابالغ ناشی می‌شود [۱]. اختلالات حرکتی ناشی از فلج مغزی را می‌توان بر اساس ماهیت به چهار دسته اسپاستیک[1]، دیسکینتیک[2]، آتاکسیک[3] یا ترکیبی از سه دسته قبل[4] طبقه‌بندی کرد [۱]. فلج مغزی نوع آتاکسیک که ۵ تا ۱۰ درصد از جمعیت افراد با فلج مغزی را تشکیل می‌دهد [۲]، ناشی از اختلال در مخچه بوده و با نواقص تعادلی و هماهنگی مشخص می‌شود. ترمور غیرارادی، دست و پا چلفتی به نظر رسیدن، عدم ثبات مناسب در مفاصل پروگزیمال و نواقص موجود در واکنش‌های تعادلی از دیگر ویژگی‌های این کودکان است [۱]. بنابراین آموزش مهارت‌های تعادلی از بخش‌های مهم برنامه توانبخشی این افراد محسوب می‌شود. تا کنون مداخلات متفاوتی در زمینه آموزش کنترل پوسچرال و توانایی‌های تعادلی برای کودکان فلج مغزی نوع آتاکسیک صورت گرفته است که از جمله پرکاربردترین آن‌ها می‌توان به درمان رشدی عصبی، آموزش واکنش‌های تعادلی، آموزش به وسیله تردمیل و آموزش به وسیله فیدبک بینایی اشاره کرد [۳].

توانبخشی کودکان با فلج مغزی اغلب به دلیل انگیزه ناکافی برای دریافت مداخلات توانبخشی و نبود نظارت دقیق میزان پیشرفت، برای درمانگران چالش‌زاست و توانبخشی توانایی‌های تعادلی این افراد نیز از این قاعده مستثنی نیست. بنابراین بهتر است ابزار انتخابی برای توانبخشی این کودکان، سرگرم‌کننده باشد و انگیزه آن‌ها را برای دریافت خدمات درمانی افزایش دهد. مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۶ به منظور مقایسه میزان انگیزه کودکان در دو روش درمانی واقعیت مجازی و انجام تمرینات رایج صورت گرفت، نشان داد از نظر کودکان و همچنین والدینشان، استفاده از واقعیت مجازی نسبت به اجرای تمرینات رایج برای کودکان سرگرم‌کننده‌تر بوده و انگیزه آن‌ها برای شرکت در برنامه توانبخشی به روش واقعیت مجازی به مراتب بیشتر از انجام تمرینات رایج بوده است [۴]. ابزار قابل حمل و در دسترس در زمینه آموزش تعادل به شیوه واقعیت مجازی، صفحه تعادلی وی (WBB)[5] است. نتایج تحقیقاتی که در زمینه بررسی کارآمدی WBB در آموزش تعادل به کودکان با فلج مغزی انجام شده است، حاکی از آن است که استفاده از این وسیله به علت وجود فیدبک بینایی، انگیزه بیشتر دریافت مداخلات از جانب کودکان و ثبت میزان تغییرات به صورت کمی، نسبت به آموزش تعادل به شیوه رایج[6]، تأثیر به مراتب بیشتری در افزایش نمره تعادل این کودکان داشته است [۵]. همچنین می‌تواند سبب آسان‌تر شدن مداخله برای کاردرمانگران و کاهش فشارهای جسمی وارده بر آنان نیز بشود [۶،۷]. تأثیرگذاری استفاده از WBB بر شاخص‌های مربوط به تعادل در افراد با مشکلات فیزیکی متفاوت از قبیل آسیب مغزی اکتسابی، اختلال هماهنگی رشدی، سندرم داون و از جمله کودکان با فلج مغزی نوع اسپاستیک و دیسکینتیک در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است [۸-۱۲]. مطالعات نشان می‌دهند WBB می‌تواند سبب بهبود شاخص‌های تعادلی ایستا و پویا [۵، ۱۳-۱۵] و افزایش استقلال در عملکردهای زندگی روزمره [۵] کودکان با فلج مغزی اسپاستیک و دیسکینتیک شود.

با این حال شواهد علمی بسیار کم و غیر قابل استنادی در زمینه تأثیرات استفاده از این ابزار در جمعیت افراد با فلج مغزی نوع آتاکسیک وجود دارد. همچنین بررسی تأثیرات طولانی‌مدت استفاده از این روش نیز نیازمند انجام پژوهش‌های مستند بیشتر است [۸]. بنابراین در این تحقیق سعی شد تا در یک مطالعه مقدماتی، تأثیرگذاری این روش و همچنین میزان ماندگاری نتایج حاصل از آن در نمونه کوچکی از کودکان آتاکسی مورد بررسی قرار گیرد.

روش بررسی

مطالعه حاضر یک مطالعه مقدماتی از نوع مطالعات تک‌موردی با روش نمونه‌گیری هدفمند است که در بازه زمانی اردیبهشت تا دی ماه سال ۱۳۹۸ اجرا شد. سه کودک با فلج مغزی نوع آتاکسیک و میانگین سنی ۱/۰۹±۱۰/۵۶ سال در مطالعه حاضر شرکت کردند که اطلاعات مربوط به هریک از آن‌ها در جدول شماره ۱ آمده است. معیارهای ورود به مطالعه شامل تشخیص فلج مغزی نوع آتاکسیک، سطح یک یا دو سیستم طبقه‌بندی عملکرد حرکتی درشت (GMFCS)[7]، عدم سابقه شکستگی و جراحی در اندام تحتانی طی شش ماه گذشته بر اساس گزارش خانواده و داشتن توانایی شناختی کافی برای شرکت در فعالیت‌های Wii محور (توانایی تحصیل در مدرسه یا نمره بالاتر از ۷۰ در معیار تخمین هوش اسپارکل[8]) بود. همچنین پس از توضیح کامل فرایند پژوهش و روش مداخله به والدین شرکت‌کنندگان، رضایت آگاهانه ایشان به صورت مکتوب دریافت شد.

مطالعه حاضر به‌طورکلی شامل سه فاز ۱) پایه، ۲) مداخله و ۳) پیگیری بود. هر سه شرکت‌کننده، مداخلات رایج کاردرمانی را در تمام طول تحقیق به صورت سه جلسه در هفته دریافت کردند. طول جلسات کاردرمانی رایج در فاز پایه و پیگیری ۴۵ دقیقه بود. در صورتی که در فاز مداخله طول این جلسات ۲۵ دقیقه بوده و به دنبال آن ۲۰ دقیقه مداخلات آموزش تعادل به وسیله WBB

1. Spastic
2. Dyskinetic
3. Ataxic
4. Mixed
5. Wii Balance Board (WBB)
6. Conventional Balance Training (CBT)
7. Gross motor function classification system
8. Sparcle

انجام می‌گرفت. بنابراین در مطالعه حاضر مداخلات آموزش تعادل به وسیله WBB به مدت ۱۲ هفته، هر هفته سه مرتبه و هر مرتبه به مدت ۲۰ دقیقه، (۱۲ ساعت) انجام می‌گرفت. اندازه‌گیری‌ها سه مرتبه در فاز پایه (قبل از شروع مداخله)، سه مرتبه در فاز مداخله (انتهای جلسه ۱۲، انتهای جلسه ۲۴ و انتهای جلسه ۳۶) و دو مرتبه در فاز پیگیری (یک ماه پس از اتمام مداخله و دو ماه پس از اتمام مداخله) انجام شدند (جدول شماره ۲). لازم به ذکر است که تمامی ارزیابی‌ها توسط یک کارشناس کاردرمانی ناآگاه از روند مطالعه انجام شد. انجام مداخلات به صورتی بود که فرد با پاهای به اندازه عرض شانه باز و دست‌های کنار بدن روی WBB می‌ایستاد و سعی می‌کرد در تمرینات آموزش تعادل پویا با انتقالات مرکز ثقل در جهات مختلف و در تمرینات آموزش تعادل ایستا با حفظ مرکز ثقل در یک نقطه ثابت، روند مجازی مورد نظر را پیش ببرد. همچنین کاردرمانگر روند مداخله را تحت نظر داشت و در صورت نیاز از فیدبک‌های کلامی نیز استفاده می‌کرد.

ابزارهای اندازه‌گیری

مقیاس تعادلی کودکان (PBS)[9]: مقیاس تعادلی کودکان (PBS) به عنوان نمونه بازبینی‌شده از مقیاس تعادلی برگ (BBS)[10] توسعه یافته است [۱۶]. PBS برای اجرا نیاز به تجهیزات خاصی ندارد و بسیار سریع و آسان انجام می‌شود. این مقیاس به منظور سنجش تعادل عملکردی در کودکان با فلج مغزی و همچنین کودکان با ضایعه خفیف تا متوسط حرکتی در سن مدرسه به کار می‌رود [۱۷]. PBS یک مقیاس ملاک مرجع[11] است که فعالیت‌هایی را که باید به طور ایمن و مستقل در خانه، مدرسه و سطح جامعه انجام شود، ارزیابی می‌کند [۱۸]. این مقیاس شامل ۱۴ شاخص تعادلی است که هر شاخص بین صفر تا ۴ نمره‌دهی می‌شود و بیشینه نمره این تست ۵۶ است. روایی[12] این مقیاس در جمعیت کودکان فلج مغزی اسپاستیک در سال ۲۰۱۲ توسط یی سوک هی و همکاران [۱۹] و در سال ۱۳۹۴ در ایران [۲۰] نشان داده شده است. همچنین اعتبار[13] آزمون بازآزمون[14] و بین ارزیابان[15] در سال ۲۰۰۸ توسط گان و همکاران [۲۱] و اعتبار یک ارزیاب[16] در سال ۲۰۱۲ توسط ریس و همکاران [۲۲] سنجیده شده و اعتبار بالایی برای این مقیاس گزارش شده است.

آزمون برخاستن و رفتن زمان‌دار (TUG)[17]: این آزمون به منظور اندازه‌گیری سرعت در انجام وظایف عملکردی[18] که به طور بالقوه منجر به بر هم زدن تعادل می‌شود، طراحی شده است [۲۳]. در این آزمون شرکت‌کننده روی یک صندلی استاندارد می‌نشیند و پس از دستور تراپیست ایستاده و مسیری به طول ۳ متر را طی می‌کند و از همین مسیر به سمت صندلی برگشته و روی آن می‌نشیند. زمان صرف‌شده برای این وظیفه به عنوان نتیجه آزمون ثبت می‌شود (اجرای آزمون یک‌بار قبل از انجام ارزیابی تمرین می‌شود). همچنین این آزمون از روایی و اعتبار مناسبی در جمعیت کودکان فلج مغزی برخوردار است [۲۴،۲۵].

ابزار مداخله (صفحه تعادلی وی یا WBB)

WBB به صفحه‌ای اطلاق می‌شود که به وسیله کابل یا به صورت بی‌سیم (به وسیله بلوتوث) به یک مانیتور که در فاصله معینی از آن قرار دارد، متصل می‌شود. نتایج حاصل از جابه‌جایی مرکز فشار (CoP)[19] فرد روی WBB به وسیله یک نمایشگر و به صورت فیدبک بینایی در اختیار وی قرار می‌گیرد .طی روند مداخله، شرکت‌کننده سعی می‌کند با استفاده از اطلاعات بینایی که در قالب فیدبک بینایی دریافت می‌کند، حرکت مرکز فشار خود را کنترل کرده و تمرینات را اجرا کند. امتیاز شرکت‌کننده در انتهای هر تمرین تعادلی نشان داده شده و این امر سبب افزایش انگیزه کودک در جهت اجرای بهتر تمرینات می‌شود. همچنین هریک از تمرینات آموزش تعادل دارای درجات مختلف دشواری است. بنابراین درمانگر می‌تواند با هماهنگ‌سازی درجه دشواری هر تمرین با میزان توانایی‌های تعادلی هر شرکت‌کننده، امکان یک آموزش تعادل پیشرونده را نیز فراهم کند. روایی و اعتبار WBB در سال ۲۰۱۰ به وسیله کلارک و همکاران مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد این ابزار در مقایسه با سکوی نیرو[20] (به عنوان گلد استاندارد) روایی و اعتبار خوبی دارد [۲۶].

یافته‌ها

یافته‌های حاصل از تحلیل دیداری نمودار داده‌های هر سه آزمودنی (تصاویر شماره ۱ و ۲) نشان داد آموزش تعادل به وسیله WBB در موقعیت مداخله و پیگیری نسبت به خط پایه سبب بهبود تعادل عملکردی شده است. درصد ناهم‌پوشانی اطلاعات (PND)[21] در هر دو تست برای هر سه شرکت‌کننده ۱۰۰ درصد به دست آمد. مقدار Hedeges'g برای هر سه شرکت‌کننده بیشتر از ۰/۸ به دست آمد که نشانگر تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین فاز پایه و پیگیری است (جدول شماره ۳). بر اساس روش 2SD[22]، تمام اندازه‌گیری‌ها برای مقیاس PBS در فاز مداخله و پیگیری، بیشتر از مقدار حاصل جمع میانگین و دوبرابر انحراف‌معیار

9. Pediatric Balance Scale (PBS)
10. Berg Balance Scale (BBS)
11. Criterion reference
12. Validity
13. Reliability
14. Test-retest
15. Inter rater
16. Intra rater
17. Timed Up and Go (TUG)
18. Functional tasks
19. Center of Pressure (CoP)
20. Force platform
21. Percentage of Nonoverlapping Data (PND)
22. Two Standard Deviation

جدول ۱. ویژگی‌های فردی شرکت‌کنندگان

شرکت‌کننده	جنسیت	سن (سال)	سیستم طبقه‌بندی عملکرد حرکتی درشت (GMFCS)
۱	پسر	۹/۷	I
۲	دختر	۱۱/۸	II
۳	دختر	۱۰/۲	I

توانبخشی

اندازه‌گیری‌های مقیاس PBS در فاز پایه بود که این نشانگر بهبود قابل توجه نمره PBS در هر سه شرکت‌کننده است. همچنین تمام اندازه‌گیری‌ها برای آزمون TUG در فاز مداخله و پیگیری، کمتر از مقدار تفاضل دوبرابر انحراف‌معیار از میانگین اندازه‌گیری‌های آزمون TUG در فاز پایه بود که این نیز بیانگر کاهش قابل توجه مدت‌زمان انجام آزمون TUG در هر سه شرکت‌کننده بوده است (جدول شماره ۴).

بحث

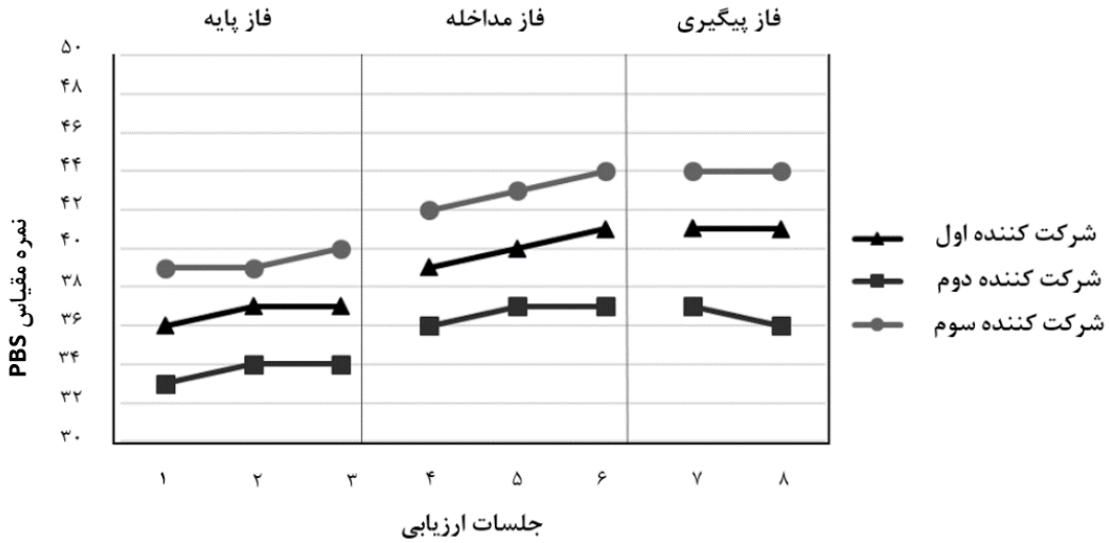
هدف از انجام مطالعه مقدماتی حاضر، بررسی تأثیر WBB بر تعادل عملکردی سه کودک با فلج مغزی نوع آتاکسیک و همچنین بررسی میزان ثبات نتایج طی یک ماه و دو ماه پس از اتمام مداخلات آموزش تعادل بود. در این مطالعه، متغیر تعادل عملکردی به وسیله مقیاس PBS و آزمون TUG مورد سنجش قرار گرفت. یافته‌های حاصل نشانگر تغییرات قابل ملاحظه در میزان تعادل عملکردی شرکت‌کنندگان، در دوره مداخله و ماندگاری این تغییرات تا دو ماه پس از اتمام مداخلات بود. این نتایج، همسو با نتایج مطالعاتی است که تا کنون در زمینه بررسی تأثیر استفاده از WBB بر بهبود شاخص‌های تعادلی در انواع مختلف فلج مغزی صورت گرفته است [۸]. نتایج مطالعاتی که توسط تاراکسی و همکاران [۵، ۱۴] و گاتیکا و همکاران [۱۳] در زمینه بررسی اثربخشی استفاده از WBB در آموزش تعادل به کودکان با فلج مغزی انجام شده است، حاکی از آن است که آموزش تعادل به وسیله WBB روشی کارآمد در زمینه آموزش تعادل به کودکان با فلج مغزی نوع اسپاستیک و دیسکینتیک است. همچنین در مطالعه دیگری که توسط سیلوا و همکاران روی یک کودک با فلج مغزی نوع آتاکسیک انجام شد، مشخص شد که استفاده از WBB هم‌زمان با مداخلات کینزیوتراپی[23] سبب بهبود شاخص‌های تعادلی در این کودک شده است [۲۷] که این یافته‌ها نیز همسو با نتایج حاصل از مطالعه حاضر هستند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که آموزش تعادل به وسیله WBB می‌تواند روشی مؤثر در بهبود تعادل در انواع مختلف فلج مغزی باشد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی به بررسی شواهد و علل تأثیرگذاری WBB بر بهبود عملکرد تعادلی در جامعه کودکان با فلج مغزی نیز پرداخته شود. مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۶ توسط گاتیکا و همکاران روی چهار کودک با فلج مغزی نوع اسپاستیک صورت گرفت، نشان داد شش هفته مداخله آموزش تعادل به وسیله WBB، به صورت سه جلسه ۲۵ دقیقه‌ای در هفته (۷/۵ ساعت) بر اساس آزمون TUG، سبب ارتقای قابل توجه در تعادل عملکردی شرکت‌کنندگان شده است. در حالی که بر اساس آزمون OLST[24]، مداخلات انجام‌شده، تأثیری بر تعادل ایستایی هیچ‌یک از شرکت‌کنندگان نداشته است [۲۸]. در مطالعه دیگری که توسط تاراکسی و همکاران در سال ۲۰۱۳ روی ۱۲ کودک با فلج مغزی اسپاستیک و ۳ کودک با فلج مغزی نوع دیسکینتیک انجام شد، مشخص شد که ۱۲ هفته مداخله آموزش تعادل به وسیله WBB، به صورت دو جلسه ۴۰ دقیقه‌ای در هفته (۱۶ ساعت) بر اساس آزمون OLST، سبب ارتقای قابل توجه در تعادل ایستایی شرکت‌کنندگان شده است [۱۴]. علت تفاوت در تأثیرگذاری آموزش تعادل به وسیله

23. Kinesiotherapy
24. One Leg Standing Test (OLST)

جدول ۲. نتایج مقیاس PBS و آزمون TUG

متغیر	شرکت‌کننده	پایه ۱	پایه ۲	پایه ۲	مداخله ۱	مداخله ۲	مداخله ۳	پیگیری ۱	پیگیری ۲
PBS	۱	۳۶	۳۶	۳۷	۳۹	۴۰	۴۱	۴۱	۴۱
	۲	۳۳	۳۴	۳۴	۳۶	۳۷	۳۷	۳۷	۳۶
	۳	۳۹	۳۹	۴۰	۴۲	۴۳	۴۴	۴۴	۴۴
TUG	۱	۱۱/۵۲	۱۱/۲۳	۱۱/۶۶	۱۰/۴۹	۹/۹۹	۹/۲۶	۹/۲۸	۹/۳۲
	۲	۱۴/۹۰	۱۴/۷۹	۱۴/۶۰	۱۴/۱۹	۱۳/۸۴	۱۳/۳۲	۱۳/۵۵	۱۳,۴۲
	۳	۱۲/۲۰	۱۲/۱۸	۱۲/۳۲	۱۱/۳۱	۱۱/۰۳	۱۰/۴۷	۱۰/۷۲	۱۰/۹۰

توانبخشی

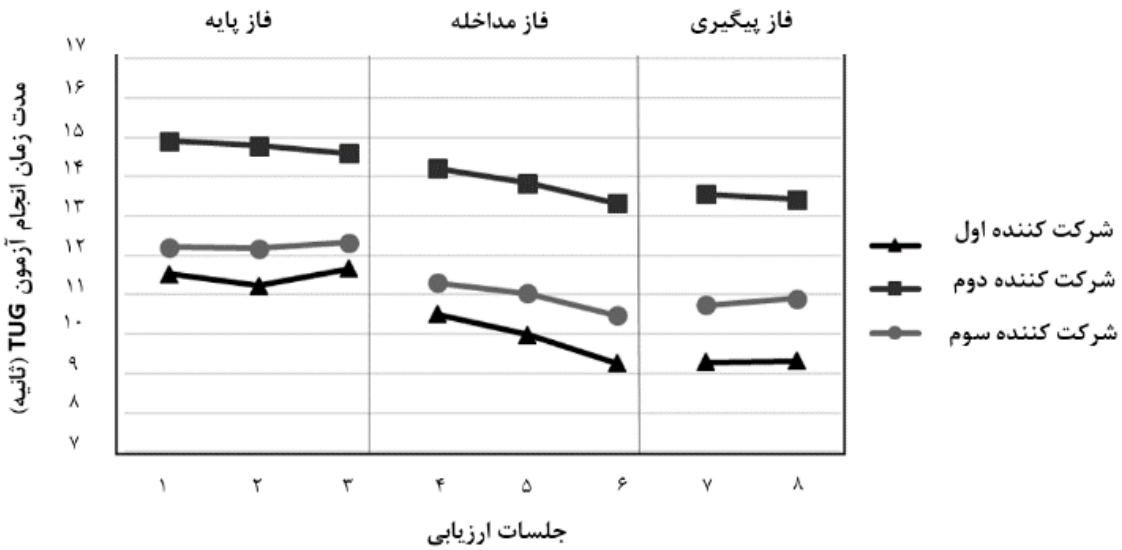


توانبخشی

تصویر ۱. نتایج حاصل از مقیاس PBS

WBB بر تعادل ایستایی کودکان با فلج مغزی در دو مطالعه مختلف را می‌توان در مدت‌زمان انجام مداخلات آموزش تعادل جست‌وجو کرد. از آنجا که در آزمون OLST سطح اتکای فرد (یک پا) نسبت به آزمون‌های سنجش تعادل عملکردی نظیر آزمون TUG، کوچک‌تر است، اجرای آن احتیاج به سطوح بالاتری از شاخص‌های تعادلی دارد [۱۴]. بنابراین به مدت‌زمان بیشتری جهت بهبود عملکرد فرد در آزمون OLST نیاز است. به همین منظور پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی، تأثیرات استفاده از WBB بر تعادل ایستایی کودکان با فلج مغزی نوع آتاکسیک در مدت‌زمان مناسب مورد بررسی قرار گیرد.

نتایج حاصل از مقیاس PBS نشان داد آزمودنی شماره ۲ با سطح GMFCSII در چهار هفته انتهایی فاز مداخله پیشرفتی نداشته است. همچنین در فاصله بین ماه اول و دوم پیگیری شاهد پسرفت این شرکت‌کننده در نمره مقیاس PBS نیز بودیم. این در حالی است که آزمودنی‌های شماره ۱ و ۳ که هر دو در سطح GMFCSI بودند، نه‌تنها در تمامی مدت فاز مداخله پیشرفت داشتند، بلکه نتایج حاصل از مداخله، تا دو ماه پس از پایان آن نیز ماندگار بوده است. بنابراین می‌توان به این نکته توجه کرد که تأثیر مداخلات آموزش تعادل به وسیله WBB ممکن است بر کودکان با فلج مغزی نوع آتاکسیک با سطح GMFCSI بیشتر و ماندگارتر از تأثیر آن بر کودکان با فلج مغزی نوع آتاکسیک با سطح GMFCSII باشد. لازم به ذکر است که این تفاوت‌ها در نتایج حاصل از آزمون TUG مشاهده نشد. انجام مطالعات مستند بیشتر در این زمینه می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری در مورد این موضوع در اختیار محققان قرار دهد.



توانبخشی

تصویر ۲. نتایج حاصل از آزمون TUG

جدول۳. نتایج PND و Hedge's g

شرکت‌کننده		A-B		B-A1		A-A1	
		PNDabove	Hedges's g	PNDabove	Hedges's g	PNDabove	Hedges's g
PBS	۱	۱	۳/۲۵۷	۰	۰/۸۸۶	۱	۶/۶۵۱
	۲	۱	۴/۱۴۶	۰	۰/۱۹۳	۱	۳/۲۸۷
	۳	۱	۳/۵۸۳	۰	۰/۸۸۶	۱	۷/۱۶۳
شرکت‌کننده		PNDbelow	Hedges's g	PNDbelow	Hedges's g	PNDbelow	Hedges's g
TUG	۱	۱	۲/۶۷۶	۰	۰/۸۷۸	۱	۸/۷۳۲
	۲	۱	۲/۳۶۷	۰	۰/۴۰۰	۱	۸/۴۰۵
	۳	۱	۳/۲۴۲	۰	۰/۲۵۶	۱	۸/۸۳۵

توانبخشی

جدول ٤. مقادیر میانگین، 2SD – میانگین و 2SD + میانگین برای داده‌های فاز پایه

متغیر	شرکت‌کننده	2SD – میانگین	میانگین	2SD + میانگین
PBS	۱	۳۵/۳۱	۳۶/۶۷	۳۷/۸۲
	۲	۳۲/۵۱	۳۳/۶۷	۳۴/۸۲
	۳	۳۸/۱۸	۳۹/۳۳	۴۰/۴۹
TUG	۱	۱۱/۰۳	۱۱/۴۷	۱۱/۹۱
	۲	۱۴/۵۰	۱۴/۷۳	۱۴/۹۷
	۳	۱۱/۹۹	۱۲/۲۰	۱۲/۴۲

توانبخشی

بر اساس مشاهدات محقق در طول روند تحقیق، میزان انگیزه شرکت‌کنندگان برای دریافت مداخلات در اولین جلسات مداخله به مراتب بیشتر بود و طی روند اجرا به تدریج کاهش یافت. این حقیقت حاکی از محدود بودن تعداد و جنبه‌های گرافیکی تمرینات مورد استفاده است. هرچند تمرینات به وسیله WBB نسبت به تمرینات کاردرمانی رایج برای کودکان انگیزه‌بخش‌تر و سرگرم‌کننده‌تر است، اما برای استفاده طولانی‌مدت‌تر از این گونه ابزار بهتر است تنوع بالاتر و گرافیک جذاب‌تری برای آن‌ها در نظر گرفته شود. بر اساس گزارش والدین شرکت‌کنندگان، تمرینات آموزش تعادل به وسیله WBB، سبب بهبود توانایی و افزایش استقلال این کودکان در برخی از فعالیت‌های روزمره زندگی‌شان از جمله بازی‌های نیازمند به عملکرد حرکتی درشت و وظایف مربوط به حمام کردن نیز شده است. تاراکسی و همکاران نیز طی مطالعه‌ای دریافتند آموزش تعادل به وسیله WBB می‌تواند سبب افزایش استقلال کودکان با فلج مغزی در فعالیت‌های روزمره زندگی‌شان شود [۵]. بنابراین پیشنهاد می‌شود تأثیر مداخلات به وسیله WBB بر توانایی انجام فعالیت‌های روزمره زندگی کودکان با فلج مغزی نوع آتاکسیک نیز در مطالعات آتی به صورت جامع‌تر مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه مقدماتی حاضر نشان می‌دهد آموزش تعادل به وسیله WBB می‌تواند روشی مؤثر در بهبود تعادل عملکردی کودکان با فلج مغزی نوع آتاکسیک باشد. این نتایج می‌تواند زمینه‌ساز انجام مطالعات کارآزمایی بالینی با حجم نمونه مناسب در زمینه بررسی تأثیرات آموزش تعادل به وسیله WBB بر کودکان با فلج مغزی نوع آتاکسیک باشد. از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به ماهیت مقدماتی بودن مطالعه و نبود امکان تعمیم‌بخشی نتایج به تمام کودکان با فلج مغزی نوع آتاکسیک، هزینه نسبتاً بالای دستگاه و نبود امکان تهیه دستگاه برای همه مراکز توانبخشی و تعداد کم مراجعین با تشخیص فلج مغزی نوع آتاکسیک اشاره کرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

اصول اخلاقی تماماً در این مقاله رعایت شده است. شرکت

کنندگان اجازه داشتند هر زمان که مایل بودند از پژوهش خارج شوند. همچنین همه شرکت کنندگان در جریان روند پژوهش بودند. اطلاعات آن ها محرمانه نگه داشته شد.

حامی مالی

این تحقیق هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرد.

مشارکت نویسندگان

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

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

[1] Case-Smith J, O'Brien JC. Occupational therapy for children and adolescents. Amsterdam: Elsevier; 2015. https://www.google.com/books/edition/Occupational_Therapy_for_Children_and_Ad/GGKWoAEACAAJ?hl=en

[2] Paneth N. Birth and the origins of cerebral palsy. The New England Journal of Medicine. 1986; 315(2):124-6. [DOI:10.1056/NEJM198607103150209] [PMID]

[3] Dewar R, Love S, Johnston LM. Exercise interventions improve postural control in children with cerebral palsy: A systematic review. Developmental Medicine & Child Neurology. 2015; 57(6):504-20. [DOI:10.1111/dmcn.12660] [PMID]

[4] Bryanton C, Bossé J, Brien M, Mclean J, McCormick A, Sveistrup H. Feasibility, motivation, and selective motor control: Virtual reality compared to conventional home exercise in children with cerebral palsy. Cyberpsychology & Behavior. 2006; 9(2):123-8. [DOI:10.1089/cpb.2006.9.123] [PMID]

[5] Tarakci D, Huseyinsinoglu BE, Tarakci E, Ozdincler AR. Effects of Nintendo Wii-Fit® video games on balance in children with mild cerebral palsy. Pediatrics International. 2016; 58(10):1042-50. [DOI:10.1111/ped.12942] [PMID]

[6] Snider L, Majnemer A, Darsaklis V. Virtual reality as a therapeutic modality for children with cerebral palsy. Developmental Neurorehabilitation. 2010; 13(2):120-8. [DOI:10.3109/17518420903357753] [PMID]

[7] Deutsch JE, Borbely M, Filler J, Huhn K, Guarrera-Bowlby P. Use of a low-cost, commercially available gaming console (Wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy. Physical Therapy. 2008; 88(10):1196-207. [DOI:10.2522/ptj.20080062] [PMID]

[8] Cooper T, Williams JM. Does an exercise programme integrating the Nintendo Wii-Fit Balance Board improve balance in ambulatory children with cerebral palsy? Physical Therapy Reviews. 2017; 22(5-6):229-37. [DOI:10.1080/10833196.2017.1389810]

[9] Tatla SK, Radomski A, Cheung J, Maron M, Jarus T. Wii-habilitation as balance therapy for children with acquired brain injury. Developmental Neurorehabilitation. 2014; 17(1):1-15. [DOI:10.3109/17518423.2012.740508] [PMID]

[10] Jelsma D, Geuze RH, Mombarg R, Smits-Engelsman BC. The impact of Wii Fit intervention on dynamic balance control in children with probable Developmental Coordination Disorder and balance problems. Human Movement Science. 2014 ;33:404-18. [DOI:10.1016/j.humov.2013.12.007] [PMID]

[11] Mombarg R, Jelsma D, Hartman E. Effect of Wii-intervention on balance of children with poor motor performance. Research in Developmental Disabilities. 2013; 34(9):2996-3003. [DOI:10.1016/j.ridd.2013.06.008] [PMID]

[12] Rahman SA, Rahman A. Efficacy of virtual reality-based therapy on balance in children with Down syndrome. World Applied Sciences Journal. 2010; 10(3):254-61. https://scholar.cu.edu.eg/sites/default/files/m_samia/files/efficacy_of_virtual_reality-based_therapy_on_balance_in_children_with_down_syndrome_.pdf

[13] Gatica-Rojas V, Cartes-Velásquez R, Méndez-Rebolledo G, Guzman-Muñoz E, Lizama LEC. Effects of a Nintendo Wii exercise program on spasticity and static standing balance in spastic cerebral palsy. Developmental Neurorehabilitation. 2017; 20(6):388-91. [DOI:10.1080/17518423.2016.1211770] [PMID]

[14] Tarakci D, Ozdincler AR, Tarakci E, Tutuncuoglu F, Ozmen M. Wii-based balance therapy to improve balance function of children with cerebral palsy: A pilot study. Journal of Physical Therapy Science. 2013; 25(9):1123-7. [DOI:10.1589/jpts.25.1123] [PMID] [PMCID]

[15] Sharan D, Ajeesh P, Rameshkumar R, Mathankumar M, Paulina RJ, Manjula M. Virtual reality based therapy for post operative rehabilitation of children with cerebral palsy. Work. 2012; 41(Supplement 1):3612-5. [DOI:10.3233/WOR-2012-0667-3612] [PMID]

[16] Franjoine MR, Darr N, Held SL, Kott K, Young BL. The performance of children developing typically on the pediatric balance scale. Pediatric Physical Therapy. 2010; 22(4):350-9. [DOI:10.1097/PEP.0b013e3181f9d5eb] [PMID]

[17] Chen C-l, Shen I-h, Chen C-y, Wu C-y, Liu W-Y, Chung C-y. Validity, responsiveness, minimal detectable change, and minimal clinically important change of Pediatric Balance Scale in children with cerebral palsy. Research in Developmental Disabilities. 2013; 34(3):916-22. [DOI:10.1016/j.ridd.2012.11.006] [PMID]

[18] de Vet HC, Terwee CB, Ostelo RW, Beckerman H, Knol DL, Bouter LM. Minimal changes in health status questionnaires: Distinction between minimally detectable change and minimally important change. Health and Quality of Life Outcomes. 2006; 4(1):54. [DOI:10.1186/1477-7525-4-54] [PMID] [PMCID]

[19] Yi S-H, Hwang JH, Kim SJ, Kwon JY. Validity of pediatric balance scales in children with spastic cerebral palsy. Neuropediatrics. 2012; 43(06):307-13. [DOI:10.1055/s-0032-1327774] [PMID]

[20] Kalantari M, Alimi E, Irani A, Nazeri A,Akbarzade Baghban A. [Content and face validity of Pediatric Balance Scale in children with spastic cerebral palsy (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2016; 5(3):104-10. [DOI:10.22037/JRM.2016.1100209]

[21] Gan SM, Tung LC, Tang YH, Wang CH. Psychometric properties of functional balance assessment in children with cerebral palsy. Neurorehabilitation and Neural Repair. 2008; 22(6):745-53. [DOI:10.1177/1545968308316474] [PMID]

[22] Ries LG, Michaelsen SM, Soares PS, Monteiro VC, Allegretti KM. Cross-cultural adaptation and reliability analysis of the Brazilian version of Pediatric Balance Scale (PBS). Brazilian Journal of Physical Therapy. 2012;16(3):205-15. [DOI:10.1590/S1413-35552012005000026] [PMID]

[23] Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. Journal of the American geriatrics Society. 1991;39(2):142-8. [DOI:10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x] [PMID]

[24] Williams EN, Carroll SG, Reddihough DS, Phillips BA, Galea MP. Investigation of the timed 'up & go'test in children. Developmental medicine and child neurology. 2005;47(8):518-24. https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2005.tb01185.x [DOI:10.1017/S0012162205001027] [PMID]

[25] Zaino CA, Marchese VG, Westcott SL. Timed up and down stairs test: preliminary reliability and validity of a new measure of functional mobility. Pediatric Physical Therapy. 2004; 16(2):90-8. [DOI:10.1097/01.PEP.0000127564.08922.6A] [PMID]

[26] Clark RA, Bryant AL, Pua Y, McCrory P, Bennell K, Hunt M. Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. Gait & Posture. 2010; 31(3):307-10. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2009.11.012] [PMID]

[27] da Silva RR, Iwabe-Marchese C. Using virtual reality for motor rehabilitation in a child with ataxic cerebral palsy: Case report. Fisioterapia e Pesquisa. 2015; 22(1):97-102. https://www.scielo.br/j/fp/a/kJcpBhRfGFHtbbqJQY8vDct/abstract/?lang=en

[28] Gatica-Rojas V, Cartes-Velásquez R, Méndez-Rebolledo G, Olave-Godoy F, Villalobos-Rebolledo D. Change in functional balance after an exercise program with Nintendo Wii in Latino patients with cerebral palsy: A case series. Journal of Physical Therapy Science. 2016; 28(8):2414-7. [DOI:10.1589/jpts.28.2414] [PMID] [PMCID]