

Research Paper

Effect of Training Interventions in a Virtual Environment on Dynamic and Functional Balance in the Elderly



*Alireza Dehghan Dizaji¹ , Hasan Mohammadzadeh¹

1. Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.



Citation Dehghan Dizaji A, Mohammadzadeh H. [Effect of Training Interventions in a Virtual Environment on Dynamic and Functional Balance in the Elderly (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022; 11(4):614-625. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.11.4.9>

<https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.11.4.9>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

ABSTRACT

Background and Aims Balance disorder has been recognized as a leading cause of falls in the elderly. One way to strengthen the balance of the elderly is to use new technologies such as virtual reality. Purpose of this study was to investigate the effect of virtual reality exercises on the dynamic and functional balance of the elderly.

Methods The present study was a quasi-experimental research with pre-test and post-test design. Subjects included 24 male aged 60-75 years that were selected by a convenience sampling method from Shabestar city and divided randomly into two virtual and control groups. Participants in the experimental group practiced for 9 weeks, but the control group continued their usual treatment programs. Xbox device was used for virtual reality interventions. Also, in order to evaluate the functional and dynamic balance, Berg Balance Scale, and Up and go timed Test were used, respectively. MANCOVA and ANCOVA Tests were used at $P < 0.05$ level to analyze the data.

Results MANCOVA test results showed a significant difference ($P = 0.001$) between two groups at least in one balance variable (dynamic and functional). Also, based on the results of ANCOVA test, due to better balance scores in the experimental group, virtual reality practice using Xbox improved their dynamic and functional balance compared to the control group.

Conclusion This study provides evidence that dynamic and functional balance is modifiable in elderly people and that they respond to short-time VR training. It is suggested to use virtual reality as well as balance exercises as a suitable method of improving dynamic and functional balance abilities in the elderly.

Keywords Exercise, Virtual Reality, Xbox, Dynamic Balance, Functional Balance

Received: 29 Jan 2021

Accepted: 03 Mar 2021

Available Online: 23 Sep 2022

* Corresponding Author:

Alireza Dehghan Dizaji

Address: Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.

Tel: +98 (914) 4710821

E-Mail: alidehgan450@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

Balance refers to the process of neuromuscular activity and occurs when people try to maintain their posture in a smooth and coordinated manner when the body is deviating from the center of gravity. Maintaining the center of gravity at the supportive level in the positions of standing, moving, and preparing for movement is a complex capability of a person. Balance disorder has been recognized as a leading cause of falls in the elderly. Aging is a process, in which most of the physiological structures and functions of the body, such as the central and peripheral nervous systems gradually deteriorate and erode. Therefore, there is a significant decline in the implementation of cognitive and motor skills of the elderly. The disadvantages of traditional exercise programs are that they are somewhat tedious and cannot stimulate the interest of participants. One of the treatment methods that have recently been used in the rehabilitation treatment of the elderly is virtual reality. The effectiveness of the virtual reality-based intervention on the balance capability of old people is unknown. Most of the studies related to virtual reality interventions have been done on children and no study was found on the effect of virtual reality exercises on dynamic and functional balance in the elderly. Thus, we tried to answer the question of whether virtual reality exercises are effective in the dynamic and functional balance of the elderly or not. Therefore, the purpose of the present study was to investigate the effect of virtual reality exercises on the dynamic and functional balance of the elderly.

Materials and Methods

The present research was a quasi-experimental study with a pre-test and post-test design. Participants included 24 males aged 60-75 years that were selected by a convenience sampling method from Shabestar city and divided randomly into two virtual and control groups. The criteria for entering the subjects were having a minimum age of 60 years and a maximum of 75 years, as well as the ability to walk a distance of 6 m without the need for auxiliary equipment. On the other hand, subjects were excluded from the study if they had lower limb injury or surgery, severe vision and hearing problems, and more than three sessions of absence. The XBox with a resolution of 1920 x 1080 was equipped with five USB ports, a dedicated Kinect port, HDMI and EV output, Toslink output as well as a Wi-Fi wireless network for virtual exercises. Also, in order to evaluate the functional and dynamic balance,

Berg Balance Scale, and the Timed Up and Go test were used, respectively. First, written consent was collected from the parents of the participants in the study. In the pre-test stage, measurements related to the functional and dynamic balance of the elderly were performed in the experimental and control groups, and all balance tests were performed in one session. Then, 12 elderly in the experimental group were explained how to do virtual reality homework. The virtual reality training program included table tennis (participants used their limbs and torso to hit the ball using a racket on the virtual table), golf (in this game, the subjects used the movement of lower and upper limbs, torso rotation, and weight change hit the golf ball on the virtual field) and skiing (in this game, participants moved their bodies to the right, left, up, and down, while tilting by viewing the virtual track on the screen and avoiding of collisions with obstacles). Participants in the experimental group practiced for nine weeks, but the control group continued its usual treatment programs. In the descriptive statistics section, the central indicators and the dispersion of the research groups were studied. In the inferential statistics section, the Shapiro-Wilk test was used to know the normality of data distribution. Multivariate analysis of covariance and univariate analysis of covariance were used. The significance level was considered $P < 0.05$ for all variables. All statistical analyses were performed using SPSS v. 18 software and Excel software was used to draw the graphs.

Results

The results of the independent t-test showed that there was no significant difference between the elderly in the experimental and control groups in any of the demographic indicators. The results of the Shapiro-Wilk test for all variables indicated that the distribution of pre-test data of the studied variables was normal. Also, the results of Leven's test in the post-test stage of dynamic equilibrium and functional equilibrium variables were not significant, indicating the homogeneity of variances. The results of the Box's M test also showed the equality of covariance matrices between dependent variables in the post-test stage. MANCOVA results showed a significant difference ($P=0.001$) between two groups at least in one balance variable (dynamic and functional). Also, based on the results of ANCOVA, due to better balance scores in the experimental group, virtual reality practice using Xbox improved the dynamic and functional balance compared to the control group.

Discussion

This study provides evidence that dynamic and functional balance is modifiable in the elderly and they respond to short-time VR training. Improving balance skills, consistent with previous studies, can indicate the occurrence of learning mechanisms with features, such as providing various and repetitive sensory feedback in the virtual environment. In the present study, continuous repetition of motor gestures, various sources of feedback throughout the VR games, and verbal commands by the therapist in a virtual reality environment might have been responsible for the construction and coordination of new muscle synergies and better balance scores in the experimental group. The elderly can benefit from this effective training method to prevent imbalance and adverse consequences and also improve their quality of life. It seems that the elderly in the present study achieved a higher balance by playing games in a virtual environment and engaging their muscles by strengthening muscle control, reducing muscle spasms and stretching, and improving muscle strength. It is suggested to use virtual reality as well as balance exercises as a suitable method in improving dynamic and functional balance abilities in the elderly.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

In the implementation of the research, ethical considerations were considered in accordance with the instructions of the ethics committee of Urmia University, and the thesis defense number is 138-2170-6.

Funding

This study is extracted from the doctoral thesis of Ali-reza Dehghan Dizji, Department of Movement Behavior, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Urmia University. This research did not receive any funding from funding organizations in the public, commercial or non-profit sectors.

Authors' contributions

The authors contributed equally to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors are grateful for the support of Shabestar Welfare Organization, the elderly who cooperated with us in conducting this research. Dehghan Dizji Abbasqoli is appreciated and thanked for his cooperation and support of the study.

مقاله پژوهشی

تأثیر تمرینات واقعیت مجازی بر تعادل پویا و عملکردی سالمندان

*علیرضا دهقان دیزجی^۱، حسن محمدزاده^۱

۱. گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.



Citation Dehghan Dizaji A, Mohammadzadeh H. [Effect of Training Interventions in Virtual Environment on Dynamic and Functional Balance in the Elderly (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022; 11(4):614-625. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.11.4.9>

<https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.11.4.9>

چکیده



مقدمه و اهداف: سالمندی فرایندی است که طی آن بیشتر ساختارها و کارکردهای فیزیولوژیکی بدن مانند دستگاه‌های عصبی مرکزی و محیطی به‌صورت تدریجی دچار زوال و تغییر فرسایشی می‌شوند. بنابراین آفت قابل توجهی در اجرای مهارت‌های شناختی و حرکتی سالمندان دیده می‌شود. از معایب برنامه‌های تمرینی سنتی می‌توان به این مورد اشاره کرد که تا اندازه‌ای خسته‌کننده هستند و قادر به تحریک علاقه شرکت‌کنندگان نیستند. یکی از روش‌های درمانی که اخیراً در درمان توان بخشی افراد سالمند استفاده شده، واقعیت مجازی است.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر باتوجه به نحوه انجام آن از نوع تحقیقات نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون است. آزمودنی‌ها شامل ۲۴ سالمند ۶۰ تا ۷۵ ساله شهر شبستر بودند که به‌روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در ۲ گروه آزمایش مجازی و کنترل قرار گرفتند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به تحقیق مواردی از قبیل برخورداری از سن حداقل ۶۰ سال و حداکثر ۷۵ سال و همچنین توانایی طی مسافت ۶ متر بدون نیاز به وسیله کمکی بود. شرکت‌کنندگان در گروه آزمایش ۹ هفته به انجام تمرینات واقعیت مجازی پرداختند، اما گروه کنترل برنامه‌های درمانی معمول خود را ادامه دادند. در بخش آمار توصیفی به بررسی شاخص‌های مرکزی و پراکندگی گروه‌های تحقیق پرداخته شد. در بخش آمار استنباطی از آزمون شاپیرو ویلک به منظور آگاهی از طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. آزمون‌های آماری تحلیل کوواریانس چندمتغیری و تحلیل کوواریانس تک‌متغیری به کار گرفته شدند. سطح معناداری برای تمام متغیرها $P < 0.05$ در نظر گرفته شد. تمام تجزیه‌وتحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام و برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج آزمون تی‌ستقل نشان داد بین سالمندان در ۲ گروه آزمایش و کنترل تفاوت معناداری در هیچ‌یک از شاخص‌های جمعیت‌شناختی وجود ندارد. نتایج آزمون شاپیرو ویلک در تمام متغیرها حاکی از نرمال بودن توزیع داده‌های پیش‌آزمون متغیرهای مورد مطالعه بود.

نتیجه‌گیری: به‌نظر می‌رسد سالمندان تحقیق حاضر از طریق پرداختن به بازی‌ها در محیط مجازی و درگیر بودن عضلات، قابلیت تعادلی بالاتری را از طریق تقویت کنترل عضلانی، کاهش اسپاسم و کشیدگی عضلانی و بهبود قدرت عضلانی کسب کرده باشند. پیشنهاد می‌شود از تمرینات واقعیت مجازی به‌عنوان روش مناسب جهت بهبود تعادل سالمندان استفاده شود.

کلیدواژه‌ها: تمرین، واقعیت مجازی، تمرینات تعادلی، ایکس باکس، تعادل پویا، تعادل عملکردی

تاریخ دریافت: ۱۰ بهمن ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش: ۱۳ اسفند ۱۳۹۹

تاریخ انتشار: ۰۱ مهر ۱۴۰۱

* نویسنده مسئول:

علیرضا دهقان دیزجی

نشانی: ارومیه، دانشگاه ارومیه، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، گروه رفتار حرکتی.

تلفن: ۰۸۲۱۰۴۷۱ (۹۱۴) ۹۸+

رایانامه: alideghan450@gmail.com

مقدمه

۱۲، درحالی که سایر تحقیقات حاکی از پیشرفت مشابه ۲ روش تمرینی هستند [۱۳]. همچنین یافته‌های رید به‌طور معناداری از آزمایشات واقعیت مجازی حمایت نکرد [۱۴].

نقش تمرینات واقعیت مجازی در عملکرد افراد سالمند نیز در پژوهش‌های پیشین بررسی شده است. باوجوداین، بیشتر این پژوهش‌ها تک‌نمونه‌ای بوده است. برای مثال، چیریکو و همکاران در پژوهش خود به بررسی واقعیت مجازی برای ارزیابی عملکردهای شناختی روزمره در افراد سالمند پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد فرد شرکت‌کننده در پژوهش، تکلیف روزمره را به‌طور مشابهی در تمام موقعیت‌ها اجرا کرد. او هیچ‌گونه واکنش منفی نسبت به فضای مجازی نشان نداد و حتی تعاملات در محیط مجازی را خوشایند و آرامش‌بخش دانست [۱۵].

همچنین، نقش تمرینات واقعیت مجازی در بهبود قابلیت گام‌برداری سالمندان نیز در پژوهشی بررسی شده است. در این پژوهش، موهلا و همکاران به بررسی تأثیر استفاده از واقعیت مجازی در طول زمان بر پیشرفت در آزمون برخاستن و رفتن زمان‌دار در افراد مسن پرداختند. نتایج مطالعه حاکی از آن بود که میانگین زمانی تکمیل آزمون و همچنین میانگین تعداد گام‌برداری در شرایط واقعیت مجازی به‌طور معناداری نسبت به موقعیت کلینیکی متفاوت بود [۱۶].

باوجوداین، در این پژوهش مقایسه‌ای با روش‌های معمول تمرینات جسمانی انجام نشده است. همچنین برای نسل فعلی بازی‌های سرگرم‌کننده به‌طور خاص برای حمایت از آموزش فعالیت‌های حرکتی و یا توان‌بخشی طراحی شده است [۱۷]. باتوجه به مطالب فوق و اینکه بیشتر تحقیقات مربوط به آزمایشات واقعیت مجازی بر گروه کودکان انجام شده است، پس از جست‌وجو و بررسی‌های فراوان، محقق نتوانست تحقیقی مبتنی بر تأثیر تمرینات واقعیت مجازی بر تعادل پویا و عملکردی سالمندان بیابد. بنابراین در این پژوهش محقق درصدد پاسخ به این سؤال است که آیا تمرینات واقعیت مجازی در تعادل پویا و عملکردی سالمندان مؤثر است یا خیر؟

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر باتوجه به نحوه انجام آن از نوع تحقیقات نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون است. جامعه آماری تحقیق حاضر، مردان سالمند ساکن در شهر شبستر بودند. از بین این افراد ۲۴ نفر سالمند در محدوده سنی ۶۰ تا ۷۵ سال با روش نمونه‌گیری هدفمند از بین افراد در دسترس داوطلب انتخاب شدند [۱۸].

سپس آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی در ۲ گروه آزمایش و کنترل قرار گرفتند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به تحقیق مواردی از قبیل برخورداری از سن حداقل ۶۰ سال و حداکثر ۷۵ سال و همچنین

سالمندی فرایندی است که طی آن بیشتر ساختارها و کارکردهای فیزیولوژیکی بدن مانند دستگاه‌های عصبی مرکزی و محیطی به‌صورت تدریجی دچار زوال و تغییر فرسایشی می‌شوند. بنابراین آفت قابل‌توجهی در اجرای مهارت‌های شناختی و حرکتی سالمندان دیده می‌شود [۱]. محققان از میان عوامل داخلی افتادن و زمین خوردن، کاهش در تعادل و اختلال در الگوی راه رفتن را به‌عنوان عوامل کلیدی در کاهش عملکرد حرکتی سالمندان برشمردند و معتقدند تعادل، پایه و اساس زندگی مستقل و پویاست. تعادل یک قابلیت چندعاملی است که متأثر از قدرت، حس عمقی و سرعت عکس‌العمل فرد و مهم‌ترین قابلیت انسان برای جلوگیری از سقوط و افتادن است [۲].

اثربخشی شیوه‌های گوناگون تمرینات ورزشی بر تعادل افراد میانسال و سالمند در پژوهش‌های پیشین گزارش شده است [۳]. باوجوداین، در ارتباط با اینکه کدام‌یک از این شیوه‌های تمرینات ورزشی، تأثیر بیشتری بر بهبود و توسعه تعادل پویا و عملکردی افراد سالمند دارند، اتفاق نظر وجود ندارد. ازطرفی سالمندان باتوجه به محدودیت‌های عملکردی خود قادر به انجام بسیاری از فعالیت‌های ورزشی نیستند [۴].

از معایب برنامه‌های تمرینی سنتی می‌توان به این مورد اشاره کرد که تا اندازه‌ای خسته‌کننده هستند و قادر به تحریک علاقه شرکت‌کنندگان نیستند [۵]. در مقابل، یکی از روش‌های درمانی که اخیراً استفاده شده، واقعیت مجازی^۱ است. در این محیط، فرد دیگر صرفاً یک مشاهده‌گر بیرونی و غیرفعال تصاویر رایانه‌ای نیست، بلکه به‌عنوان یک مشارکت‌کننده فعال در فضای مجازی ۳ بعدی رایانه عمل می‌کند و قادر است فضای مجازی را با اعمال و اراده خود دست‌کاری کند و موقعیت و شرایط بیرونی را با تمرکز بر فعالیت مورد علاقه به فراموشی بسپارد [۶].

با مروری بر تحقیقات پیشین واقعیت مجازی، اثربخشی آن‌ها به‌دلیل ویژگی‌هایی مانند جذابیت، هدفمندی، تکرارپذیری و قابلیت اجرای ارادی و همچنین توانایی انجام حرکت بدنی در جهات مختلف و با سرعت متفاوت به اثبات رسیده است [۷، ۸]. یافته‌های تحقیقات حاکی از بهبود نمرات تعادلی افرادی نظیر بیماران سکنه مغزی پس از آزمایشات واقعیت مجازی بوده است [۹، ۱۰].

نکته قابل ذکر درباره تحقیقات انجام‌شده، تعداد بسیار اندک مطالعات انجام‌شده به‌روش واقعیت مجازی است که این مطالعات اندک نیز همگی به شیوه تک‌موردی انجام شده‌اند. برخی از مطالعات پیشرفت بیشتر در گروه‌های تمرینی واقعیت مجازی را در مقایسه با گروه‌های تمرینی سنتی گزارش کرده‌اند [۱۱].

1. Virtual Reality (VR)

توانایی طی مسافت ۶ متر بدون نیاز به وسیله کمکی بود. از طرفی چنانچه آزمودنی‌ها دچار آسیب یا جراحی در اندام تحتانی، مشکلات بینایی و شنوایی شدید و همچنین بیش از ۳ جلسه غیبت بودند از تحقیق کنار گذاشته می‌شدند.

ابزار اندازه‌گیری

دستگاه ایکس باکس^۲ با رزولوشن تصویر ۱۰۸۰×۱۹۲۰ مجهز به ۵ پورت یواس‌بی^۳، ۱ پورت مخصوص کینکت^۴، خروجی‌های اچ‌دی‌ام‌آی^۵ و ای‌وی^۶، خروجی تاسلینک^۷ و همچنین شبکه بی‌سیم وای‌فای^۸ به‌منظور انجام تمرینات واقعیت مجازی استفاده شد. جلسه‌های تمرین با استفاده از ایکس باکس کینکت که شامل سنسور کینکت و کنسول بود، اجرا می‌شد. حس‌گر یک دوربین مادون قرمز بود که موقعیت و حرکات بازیکن را بدون نیاز به کنترل‌کننده خاص تشخیص داده و به‌وسیله آن آزمودنی بازی‌های متنوع را کنترل می‌کرد (تصویر شماره ۱).

برای آموزش واقعیت مجازی، ایکس‌باکس کینکت، کنسول و مانیتور در فضای اختصاصی نصب می‌شد. قبل از شروع تمرین، محقق موقعیت سنسور را درحالی‌که آزمودنی ایستاده بود، برای موقعیت مطلوب و ضبط حرکت تنظیم می‌کرد و بازی‌ها را روی سیستم بارگذاری می‌کرد [۱۷].

برای اندازه‌گیری تعادل پویا از آزمون زمان رفت و برگشت^۹ استفاده شد. این آزمون به این شکل است که آزمودنی روی صندلی می‌نشیند و به پشتی صندلی تکیه می‌دهد. با فرمان آزمونگر، شرکت‌کننده برمی‌خیزد و مسافت ۳ متری علامت‌گذاری شده را می‌پیماید. بعد از رسیدن به انتها دور می‌زند و برمی‌گردد و روی صندلی می‌نشیند. مدت زمان اجرای آزمون برحسب زمان (ثانیه) به‌عنوان امتیاز فرد ثبت می‌شود. زمان کمتر، امتیاز بهتری را به‌همراه خواهد داشت.

به‌منظور اندازه‌گیری تعادل عملکردی از آزمون مقیاس عملکردی برگ^{۱۰} استفاده شد. مقیاس برگ ۱۴ آزمون حرکتی دارد که در زندگی روزمره کاربرد زیادی دارند و شامل برخاستن از وضعیت نشسته روی صندلی، ایستادن ساکن بدون حمایت، نشستن ساکن روی صندلی بدون حمایت، نشستن روی صندلی از وضعیت ایستاده/جابه‌جایی، ایستادن ساکن با چشمان بسته، ایستادن ساکن با پاهای جفت، دسترسی به جلو در وضعیت ایستاده، برداشتن اشیاء از روی زمین، چرخش به طرفین برای

2. Xbox
3. USB (Universal Serial Bus)
4. Kinect
5. HDMI
6. AV
7. TOSLINK
8. Wi-Fi
9. Timed Up and Go (TUG)
10. Berg Balance Scale

نگاه به پشت، چرخش ۳۶۰ درجه به هر ۲ طرف، گذاشتن نوبتی پاها روی چهارپایه، ایستادن به حالت یک پا جلوی پای دیگر و ایستادن روی یک پا است. نحوه اجرای هر حرکت در یک دامنه صفر (ناتوانی در اجرای آزمون) تا ۴ (اجرای طبیعی آزمون) ارزیابی می‌شود. نمره کلی مقیاس ۵۶ است که نشان‌دهنده تعادل عالی بوده و نمره کمتر از ۴۵ حاکی از وجود احتمال افتادن است.

ابتدا رضایت‌نامه‌های کتبی از والدین شرکت‌کنندگان در تحقیق جمع‌آوری شد. در مرحله پیش‌آزمون، اندازه‌گیری‌های مربوط به تعادل عملکردی و پویا از سالمندان در گروه‌های آزمایش و کنترل انجام شد. تمام تست‌های تعادلی در یک جلسه انجام شد. سپس ۱۲ سالمند حاضر در گروه آزمایش با نحوه انجام تکلیف واقعیت مجازی آشنا شدند.

برنامه تمرینات واقعیت مجازی شامل تنیس روی میز (شرکت‌کنندگان از اندام‌ها و تنه خود استفاده می‌کردند تا به توپ با استفاده از یک راکت در میز مجازی ضربه بزنند)، گلف (در این بازی آزمودنی‌ها با استفاده از حرکت اندام تحتانی و اندام فوقانی، چرخش تنه و تغییر وزن به توپ گلف در زمین مجازی ضربه می‌زدند) و اسکی (در این بازی شرکت‌کنندگان بدن خود را به سمت راست، چپ، بالا و پایین حرکت می‌دادند، درحالی‌که شیب پیست مجازی را از روی صفحه نمایش مشاهده و از برخورد با موانع جلوگیری می‌کردند) بود.

در تمام بازی‌ها درحالی‌که آزمودنی در وضعیت ایستاده قرار داشت، نیاز به استفاده از اندام فوقانی و تحتانی بود. همچنین اگر آزمودنی احساس خستگی، اختلال تنفسی یا شکایت از درد داشت، آموزش بلافاصله متوقف و استراحت می‌شد. تمرینات گروه آزمایش، شامل ۲۷ جلسه تمرین بود که طی ۹ هفته، هر هفته ۳ جلسه به‌صورت یک روز در میان اجرا می‌شد؛ بدین صورت که در هر جلسه ۱۰ دقیقه گرم کردن و بعد از آن ۴۰ دقیقه تمرین اصلی و درنهایت ۱۰ دقیقه سرد کردن انجام می‌شد. در طول این مدت (۹ هفته برنامه تمرینی) گروه کنترل برنامه‌های معمول روزانه خود را انجام می‌دادند و در فعالیت تمرینی خاصی شرکت نمی‌کردند. در مرحله بعد، تعادل پویا و عملکردی تمام آزمودنی‌ها در آخرین جلسه و بعد از ۱۰ دقیقه گرم کردن به‌وسیله آزمون‌های ذکرشده و به‌صورت کور مجدد اندازه‌گیری شد [۱۷].

در بخش آمار توصیفی به بررسی شاخص‌های مرکزی و پراکندگی گروه‌های تحقیق پرداخته شد. در بخش آمار استنباطی از آزمون شاپیرو ویلک^{۱۱} به‌منظور آگاهی از طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. آزمون‌های آماری تحلیل کوواریانس چندمتغیری و تحلیل کوواریانس تک‌متغیری استفاده شدند. سطح معناداری برای تمام متغیرها $P < 0.05$ در نظر گرفته

11. Shapiro Wilk Test

وجود ندارد ($P < 0/05$). تصاویر شماره ۲ و ۳ میانگین نمرات تعادل پویا و عملکردی در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون را در سالمندان نشان می‌دهد.

نتایج آزمون شاپیرو ویلک در تمام متغیرها حاکی از نرمال بودن توزیع داده‌های پیش‌آزمون متغیرهای مورد مطالعه بود. همچنین نتایج آزمون لون^{۱۲} در مرحله پس‌آزمون متغیرهای تعادل پویا ($F_{(1,22)} = 3/03, P = 0/095$) و تعادل عملکردی ($F_{(1,22)} = 0/78, P = 0/38$) معنادار نشد ($P < 0/05$) که نشان‌دهنده همگنی واریانس‌ها بود. نتایج آزمون ام‌باکس^{۱۳} نیز حاکی از برابری ماتریس‌های کواریانس در بین متغیرهای وابسته در مرحله پس‌آزمون بود ($F_{(3, 871)} = 0/15, P = 0/92$).

همان‌گونه که در جدول شماره ۲ ملاحظه می‌شود، سطوح معناداری با کنترل نمرات پیش‌آزمون بیانگر آن هستند که بین

12. Levene's test
13. Box's M test



تصویر ۱. تصویر شماتیک کینکت ایکس باکس ۱

شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه 18 انجام و برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

یافته‌ها

در جدول شماره ۱ شاخص‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌های گروه آزمایش و کنترل بیان شده است. همچنین نتایج آزمون تی مستقل نشان داد بین سالمندان در ۲ گروه آزمایش و کنترل تفاوت معناداری در هیچ‌یک از شاخص‌های جمعیت‌شناختی

جدول ۱. شاخص‌های جمعیت‌شناختی در آزمودنی‌های تحقیق (n=12)

متغیرها	گروه	میانگین ± انحراف معیار	T	Sig
سن	آزمایش	۶۲/۸۳ ± ۱/۸۹	۱/۰۷	۰/۲۹
	کنترل	۶۲/۲۵ ± ۱/۷۱		
قد	آزمایش	۱۷۲/۰۸ ± ۲/۰۲	۰/۲۹	۰/۸۶
	کنترل	۱۷۱ ± ۳/۹۰		
وزن	آزمایش	۷۲/۲۳ ± ۴/۲۲	۰/۰۹	۰/۹۲
	کنترل	۷۲ ± ۴/۰۴		

طب توانبخشی

جدول ۲. تحلیل واریانس چندمتغیری

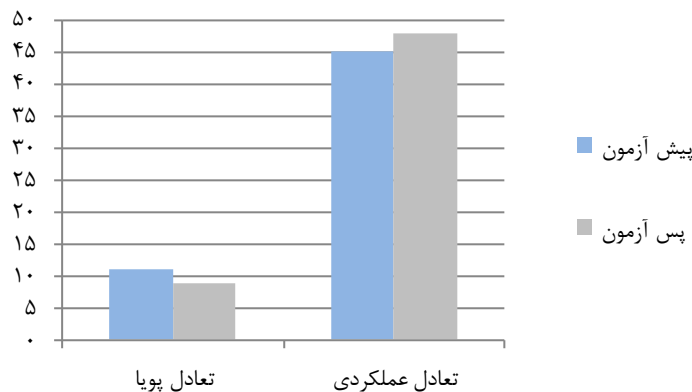
نام آزمون	مقدار	df فرضیه	df خطا	F	sig	مجذور اتا
لامبدای ویلکز	۰/۱۲۲	۲	۱۹	۶۸/۱۵۶	۰/۰۰۱	۰/۸۷۸

طب توانبخشی

جدول ۳. تحلیل کوواریانس یک‌راهه در متن مانکوا

متغیر	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	df	میانگین مجذورات	F	P	مجذور اتا
تعادل پویا	گروه	۲۲/۵۵۲	۱	۲۲/۵۵۲	۶۸/۲۸۴	۰/۰۰۰	۰/۷۷
	خطا	۶/۸۹۸	۲۰	۰/۳۴۵	-	-	-
	مجموع اصلاح‌شده	۱۷۸/۲۸۹	۲۳	-	-	-	-
تعادل عملکردی	گروه	۳۶/۰۲۲	۱	۳۶/۰۲۲	۴۲/۳۷۷	۰/۰۰۰	۰/۶۷
	خطا	۱۷/۰۰۱	۲۰	۰/۸۵۰	-	-	-
	مجموع اصلاح‌شده	۳۳۱/۹۵۸	۲۳	-	-	-	-

طب توانبخشی



تصویر ۲. میانگین نمرات تعادل پویا و عملکردی سالمندان گروه مجازی در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

طب توانبخشی

که عبارت بودند از: ۱. بالا رفتن فزاینده دشواری تکلیف باوجه به پیشرفت در عملکرد تعادلی [۱۹]، ۲. دریافت بازخورد مستقیم توسط سالمند هنگام اجرای بازی (این مورد ایجاد فاصله زمانی برای اجرای فعالیت توسط فرد و دریافت بازخورد توسط مربی را از بین می‌برد) [۲۰]، حس گر حرکتی در سیستم ایکس باکس به کار گرفته شده در این تحقیق می‌توانست دامنه حرکتی دقیق و جامعی را در محیط ۳ بُعدی تشخیص دهد و تصویر مجازی فرد سالمند را ایجاد کند که روی صفحه نمایش داده می‌شد.

این تصویر بازخورد بصری در زمان واقعی را از حرکات اجرا شده فراهم می‌کرد که به سالمند گروه آزمایش اجازه می‌داد تا نمایشی از الگوهای حرکتی را در زمان واقعی آن روی صفحه نمایش ببیند و الگوهای حرکتی جبرانی را اصلاح کند. این بازخورد بصری به همراه دستورات شفاهی مربی ممکن است انطباق تعادلی به همراه هم‌راستایی بیومکانیکی هنگام اجرای تکالیف مجازی در تحقیق حاضر را تسهیل کرده باشد و محیط جذاب و بازی گونه در محیط مجازی و همچنین نداشتن ترس از شکست و ناامیدی از ناتوانی در آزمایشات تمرین مجازی [۱۷].

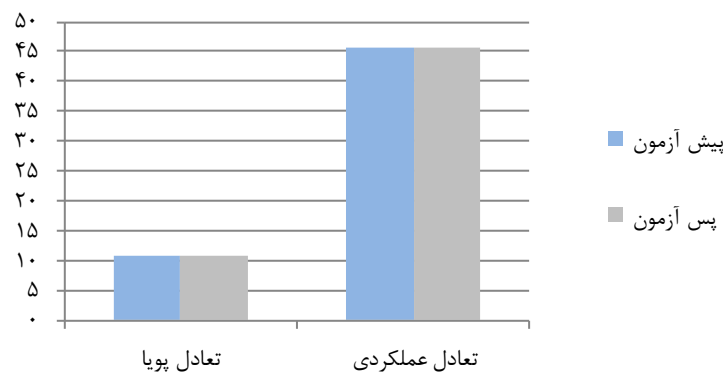
نتایج تحقیق چیریکو و همکاران نشان داد فرد شرکت کننده در آزمایشات واقعیت مجازی هیچ گونه واکنش منفی نسبت به فضای مجازی نشان نداد و حتی تعاملات در محیط مجازی را

سالمندان حاضر در گروه آزمایش و سالمندان گروه کنترل حداقل در یکی از متغیرهای وابسته (تعادل پویا و تعادل عملکردی) تفاوت معناداری وجود دارد ($F=68/156, P=0/001$). برای پی بردن به این نکته که از نظر کدام متغیر بین ۲ گروه تفاوت معنادار وجود دارد، ۲ تحلیل کوواریانس یک‌راهه در متن مانکوا انجام شد که نتایج آن در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

همان گونه که در جدول شماره ۳ مشاهده شد، نتایج آزمون کوواریانس یک‌راهه نشان داد با کنترل نمرات پیش‌آزمون تفاوت معناداری بین سالمندان گروه مجازی و کنترل در شاخص‌های تعادل پویا ($F=68/284, P=0/000$) و تعادل عملکردی ($F=42/377, P=0/000$) وجود داشت. به عبارت دیگر، تمرینات واقعیت مجازی سبب پیشرفت تعادل پویا و عملکردی در سالمندان گروه مجازی در مقایسه با گروه کنترل شد.

بحث

یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد برنامه تمرینی واقعیت مجازی سبب بهبود معنادار تعادل پویا و عملکردی در سالمندان می‌شود. بهبود قابلیت تعادلی سالمندان در نتیجه به کارگیری تمرینات واقعیت مجازی با استفاده از سیستم ایکس باکس در تحقیق حاضر را می‌توان در ویژگی‌های مثبت این نوع تمرینات دانست



تصویر ۳. میانگین نمرات تعادل پویا و عملکردی سالمندان گروه کنترل در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

طب توانبخشی

به اندام‌های مورد مطالعه، ابزارهای اندازه‌گیری و همچنین سن آزمودنی‌ها مربوط باشد. در مطالعه رید و کمپل به بررسی واقعیت مجازی در کودکان پرداخت و تأثیر آزمایشات واقعیت مجازی در عملکرد اندام فوقانی آزمودنی‌ها را از نظر آماری معنادار نبود [۶].

ابزار به کار گرفته شده در تحقیق آن‌ها، یعنی آزمون کیفیت اندام فوقانی^{۱۴} در افراد دارای سنین ۱۸ ماهگی تا ۸ سالگی بررسی شده بوده، این در حالی است که در تحقیق حاضر عملکرد تعادلی سالمندان در اندام تحتانی با استفاده از آزمون تعادل برگ و زمان رفت و برگشت بررسی شد. همچنین در مطالعه ایسر و همکاران نیز افراد مبتلا به سکته مغزی در سن ۶۰ سالگی بررسی شدند که تفاوت معناداری از نظر آماری بین درمان واقعیت مجازی و درمان مرسوم از نظر بهبود دامنه حرکتی اندام تحتانی، تحرک پذیری یا سطح فعالیت مشاهده نکردند [۲۵]. نبود تأثیر معنادار آزمایشات واقعیت مجازی در بهبود قابلیت حرکتی در مطالعه کاروگر و همکاران را نیز می‌توان به پروتکل‌های تمرینی متفاوت در تحقیق آن‌ها نسبت به پژوهش حاضر مربوط دانست [۱۳].

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به مواردی نظیر کم بودن حجم نمونه‌ها، کم بودن دوره تمرینی (۹ هفته) و نبود آزمون‌های پیگردی بعد از پس‌آزمون به‌منظور تعیین اثرات بلندمدت تمرینات واقعیت مجازی در سالمندان اشاره کرد. پیشنهاد می‌شود این نوع تمرینات در کنار سایر آزمایشات درمانی برای این قشر از افراد جامعه به کار گرفته شود.

بوجودآین، برخلاف مزایای مثبت روش واقعیت مجازی، استفاده از آن‌ها برای تمام سالمندان به دلیل نیاز به دستگاه‌های پیشرفته و با هزینه بالا مقدور نیست. به‌منظور بررسی ماندگاری اثرات و پیامدهای بلندمدت این روش‌های تمرینی به انجام تحقیقات بیشتر با نمونه‌های زیاد نیاز است.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد تمرینات مبتنی بر واقعیت مجازی نقش قابل توجهی در بهبود تعادل پویا و عملکردی سالمندان دارد. افراد سالمند می‌توانند با بهره‌مندی از این شیوه تمرینی تأثیرگذار از اختلال در تعادل و پیامدهای ناگوار بعد از آنکه امری اجتناب‌ناپذیر به دنبال افزایش سن است، جلوگیری کنند و کیفیت زندگی‌شان را بهبود دهند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش، ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه ارومیه در نظر گرفته شد و شماره دفاع از

خوشایند و آرامش‌بخش دانست [۱۵]. نتایج آزمایش دویچ و همکاران نیز نشان داد گروه آزمایش با به کارگیری سیستم Wii درجه بالاتری از بهبود در عملکرد تعادلی را نشان دادند و زمانی که بیماران به اجرای تمرینات مجازی می‌پرداختند از اشتیاق و علاقه بالاتری برخوردار بودند [۱۹]. یکی از ویژگی‌های آزمایشات واقعیت مجازی در تحقیق حاضر این بود که سالمندان حاضر در گروه آزمایش را قادر می‌کرد تا با هر درجه‌ای از اعتماد به نفس و کنترل بر شرایط به اجرای فعالیت‌ها در طول تمرینات مجازی بپردازند [۱۹].

بهبود تعادل عملکردی آزمودنی‌های مسن پس از اجرای آزمایشات واقعیت مجازی در مطالعات پیشین گزارش شده است. برای مثال، نتایج مطالعه موهلا و همکاران در بررسی تأثیر استفاده از واقعیت مجازی در طول زمان بر پیشرفت افراد مسن در آزمون برخاستن و رفتن زمان‌دار حاکی از تفاوت میانگین زمانی تکمیل آزمون و همچنین میانگین تعداد گام‌برداری در شرایط واقعیت مجازی نسبت به موقعیت کلینیکی بود [۱۶].

به نظر می‌رسد سالمندان تحقیق حاضر از طریق پرداختن به بازی‌ها در محیط مجازی و درگیر بودن عضلات، قابلیت تعادلی بالاتری را از طریق تقویت کنترل عضلانی، کاهش اسپاسم و کشیدگی عضلانی، و بهبود قدرت عضلانی کسب کرده باشد. افزایش کنترل عضلات میچ پا به عقیده فردجالا و همکاران و همچنین کاهش اسپاسم عضلات خم‌کننده و کشیدگی عضلات بازکننده از طریق تمرینات حرکتی در مطالعه یافته، از نظر بارترنر و ولاکات موجب افزایش توانایی حفظ تعادل می‌شود که با یافته‌های تحقیق حاضر هم‌راستا هستند. [۲۱-۲۳].

بر اساس تئوری یادگیری حرکتی، یادگیری و بازآموزی به‌همراه تمرینات مکرر فعالیت‌های عملکردی در شرایط مختلف محیطی و فیزیکی با وجود فیدبک‌های مناسب انجام می‌شود [۲۴]. بنابراین تکرار متوالی تکلیف موردنظر در محیط مجازی به‌همراه اصلاحات تعادلی مداوم ممکن است الگوهای تعادلی سالمندان در تحقیق حاضر در طول بازی تعادلی مجازی را بهبود داده باشد. در پژوهش حاضر، بهبود عملکرد تعادلی در سالمندان حاضر در گروه آزمایش مجازی می‌تواند به دلیل تمرینات مکرر با اندام دچار محدودیت حرکتی در طول جلسات درمانی باشد. کاربرد اجباری اندام دارای ضعف حرکتی در تمرینات محیط مجازی سالمندان می‌تواند موجب استفاده بیشتر از اندام‌های ضعیف آن‌ها در فعالیت‌های روزمره زندگی شود و در نتیجه با کاربرد بیشتر آن‌ها و همچنین افزایش توجه به این اندام موجبات بهبود عملکرد حرکتی آن‌ها را در تکالیف تعادلی فراهم آورده باشد [۱۷].

بوجودآین، یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج رید و کمپل [۶]، ایسر و همکاران [۲۵] و کاروگر و همکاران [۱۳] تناقض دارد. دلیل تفاوت یافته‌های تحقیق حاضر با مطالعات فوق ممکن است

پایان نامه ۱۳۸-۲۱۷۰-۶ می باشد.

حامی مالی

این مطالعه از پایان نامه دکتری علیرضا دهقان دیزجی، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه ارومیه استخراج شده است. این تحقیق هیچ کمک مالی از سازمان های تأمین مالی در بخش های عمومی، تجاری یا غیر انتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده سازی این مقاله مشارکت یکسان داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از حمایت های سازمان بهزیستی شبستر و سالمندانی که در انجام این پژوهش با ما همکاری داشتند، تشکر می کنند. از عباسقلی دهقان دیزجی به خاطر همکاری و حمایت از مطالعه تقدیر و تشکر می شود.

References

- [1] Sgarbieri VC, Pacheco MT. Healthy human aging: Intrinsic and environmental factors. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2017; 20:e2017007. [DOI:10.1590/1981-6723.00717]
- [2] Kashefi M, Hemayattalab R, Pour Azar M, Dehestani Ardakani M. [The effect of two kinds of aerobic exercise on the static and dynamic balance of old men (Persian)]. *Salmand: Iranian Journal of Ageing*. 2014; 9(2):134-41. [Link]
- [3] Aradmehr M, Sagheeslami A, Ilbeigi S. [The effect of balance training and pilates on static and functional balance of elderly men (Persian)]. *Feyz*. 2015; 18(6):571-7. [Link]
- [4] Azimzadeh E, Aslankhani M A, Shojaei M, Salavati M. [Effect of hydrotherapy on static and dynamic balance in older adults: Comparison of perturbed and non-perturbed programs (Persian)]. *Salmand: Iranian Journal of Ageing*. 2013; 7(4):27-34. [Link]
- [5] Vernadakis N, Gioftsidou A, Antoniou P, Ioannidis D, Giannousi M. The impact of Nintendo Wii to physical education students' balance compared to the traditional approaches. *Computers & Education*. 2012; 59(2):196-205. [DOI:10.1016/j.compedu.2012.01.003]
- [6] Reid D, Campbell K. "The use of virtual reality with children with cerebral palsy: A pilot randomized trial". *Therapeutic Recreation Journal*. 2006; 40:255-68. [Link]
- [7] Liddy JJ, Zelaznik HN, Huber JE, Rietdyk S, Claxton LJ, Samuel A, et al. The efficacy of the Microsoft KinectTM to assess human bimanual coordination. *Behavior Research Methods*. 2017; 49(3):1030-47. [DOI:10.3758/s13428-016-0764-7] [PMID]
- [8] You SH, Jang SH, Kim YH, Kwon YH, Barrow I, Hallett M. Cortical reorganization induced by virtual reality therapy in a child with hemiparetic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2005; 47(9):628-35. [DOI:10.1017/S0012162205001234]
- [9] Szturm T, Betker AL, Moussavi Z, Desai A, Goodman V. Effects of an interactive computer game exercise regimen on balance impairment in frail community-dwelling older adults: A randomized controlled trial. *Physical Therapy*. 2011; 91(10):1449-62. [DOI:10.2522/ptj.20090205] [PMID]
- [10] Morone G, Tramontano M, Iosa M, Shofany J, Iemma A, Musicco M, et al. The efficacy of balance training with video game-based therapy in subacute stroke patients: A randomized controlled trial. *BioMed Research International*. 2014; 2014:580861. [DOI:10.1155/2014/580861] [PMID] [PMCID]
- [11] Berry T, Howcroft J, Klejman S, Fehlings D, Wright V, Biddiss E. Variations in movement patterns during active video game play in children with cerebral palsy. *Journal of Bioengineering & Biomedical Science*. 2011; S1. [DOI:10.4172/2155-9538.S1-001]
- [12] Howcroft J, Klejman S, Fehlings D, Wright V, Zabjek K, Andrysek J, et al. Active video game play in children with cerebral palsy: Potential for physical activity promotion and rehabilitation therapies. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2012; 93(8):1448-56. [DOI:10.1016/j.apmr.2012.02.033] [PMID]
- [13] Carrougher GJ, Hoffman HG, Nakamura D, Lezotte D, Solatani M, Leahy L, et al. The effect of virtual reality on pain and range of motion in adults with burn injuries. *Journal of Burn Care & Research*. 2009; 30(5):785-91. [DOI:10.1097/BCR.0b013e3181b485d3] [PMID] [PMCID]
- [14] Reid DT. Benefits of a virtual play rehabilitation environment for children with cerebral palsy on perceptions of self-efficacy: A pilot study. *Pediatric Rehabilitation*. 2002; 5(3):141-8. [DOI:10.1080/1363849021000039344] [PMID]
- [15] Chirico A, Giovannetti T, Neroni P, Simone S, Gallo L, Galli F, et al. Virtual reality for the assessment of everyday cognitive functions in older adults: An evaluation of the virtual reality action test and two interaction devices in a 91-year-old woman. *Frontiers in Psychology*. 2020; 11:123. [DOI:10.3389/fpsyg.2020.00123] [PMID] [PMCID]
- [16] Muhla F, Clanché F, Duclos K, Meyer P, Maïaux S, Colnat-Coulbois S, et al. Impact of using immersive virtual reality over time and steps in the timed up and go test in elderly people. *PLoS One*. 2020; 15(3):e0229594. [DOI:10.1371/journal.pone.0229594] [PMID] [PMCID]
- [17] Pourazar M, Bagherzadeh F, Mirakhori F. Virtual reality training improves dynamic balance in children with cerebral palsy. *International Journal of Developmental Disabilities*. 2019; 67(6):429-34. [DOI:10.1080/20473869.2019.1679471] [PMID] [PMCID]
- [18] Wulf G, McConnel N, Gärtner M, Schwarz A. Enhancing the learning of sport skills through external-focus feedback. *Journal of Motor Behavior*. 2002; 34(2):171-82. [DOI:10.1080/00222890209601939] [PMID]
- [19] Deutsch JE, Robbins D, Morrison J, Bowlby PG. Wii-based compared to standard of care balance and mobility rehabilitation for two individuals post-stroke. Paper presented at: 2009 Virtual Rehabilitation International Conference. 29 June 2009; Haifa, Israel. [DOI:10.1109/ICVR.2009.5174216]
- [20] Charles JR, Wolf SL, Schneider JA, Gordon AM. Efficacy of a child-friendly form of constraint-induced movement therapy in hemiplegic cerebral palsy: A randomized control trial. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2006; 48(8):635-42. [DOI:10.1017/S0012162206001356] [PMID]
- [21] Ferdjallah M, Harris GF, Smith P, Wertsch JJ. Analysis of postural control synergies during quiet standing in healthy children and children with cerebral palsy. *Clinical Biomechanics*. 2002; 17(3):203-10. [DOI:10.1016/S0268-0033(01)00121-8]
- [22] Burtner PA, Qualls C, Woollacott MH. Muscle activation characteristics of stance balance control in children with spastic cerebral palsy. *Gait & Posture*. 1998; 8(3):163-74. [DOI:10.1016/S0966-6362(98)00032-0]
- [23] Woollacott MH, Burtner P, Jensen J, Jasiewicz J, Roncesvalles N, Sveistrup H. Development of postural responses during standing in healthy children and children with spastic diplegia. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 1998; 22(4):583-9. [DOI:10.1016/S0149-7634(97)00048-1]
- [24] Taub E, Ramey SL, DeLuca S, Echols K. Efficacy of constraint-induced movement therapy for children with cerebral palsy with asymmetric motor impairment. *Pediatrics*. 2004; 113(2):305-12. [DOI:10.1542/peds.113.2.305] [PMID]

- [25] Eser F, Yavuzer G, Karakus D, Karaoglan B. The effect of balance training on motor recovery and ambulation after stroke: A randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2008; 44(1):19-25. [\[PMID\]](#)