Research Paper

The Effect of 4-weeks Perturbation Training on Balance, Movement Function, and Risk of Falling in Blind People

Mohammad Hani Mansoori¹ , Yousof Moghadas Tabrizi² , *Mohammad Karimizadeh Ardakani² , Mitra Omid³

1. Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
2. Department of Health and Sport Medicine, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
3. Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

Citation Mansoori MH, Moghadas Tabrizi Y, Karimizadeh Ardakani M, Omid M. [The Effect of 4-Weeks Perturbation Training on Balance, Movement Function, and Risk of Falling in Blind People (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021; 10(3):588-603. <https://doi.org/10.32598/sjrm.10.3.17>

<https://doi.org/10.32598/sjrm.10.3.17>

ABSTRACT

Background and Aims Perturbation training is a type of exercise in which participants frequently experience loss of balance to practice and improve control of balance reactions. Due to postural control impairment in blind people, this study aimed to investigate the effect of 4-week perturbation-based balance training on risk of falling, movement function, and balance in people with visual impairment.

Methods In the current, 30 men with absolute visual impairment were randomly divided into control (n=15) and experimental (n=15) groups. The experimental group performed perturbation exercises for four weeks and three sessions per week for 60 minutes. To evaluate the static balance of the modified stork test, the dynamic balance of the Berg balance tests, the movement function of the Tinetti test, and the fall risk of the functional reach test before and after the training intervention were used. Data were analyzed using an independent t-test and repeated measures analysis of variance at the level of $\alpha=0.05$.

Results The results showed that the experimental group had an increase in the mean scores of static balance ($P=0.001$), dynamic balance ($P=0.001$), movement function ($P=0.001$), and decreased risk of falling ($P=0.001$) and is significantly better than the control group. Also, in the post-test, the findings of intragroup changes showed that the experimental group had a more significant effect on increasing balance, increasing movement function, and decreasing the rate of falling than the control group ($P<0.05$).

Conclusion According to the results of the present study, the use of perturbation exercises improves balance, increases the level of movement function, and reduces the risk of falling in blind people. Due to the positive effects of exercises and the benefits of this type of rehabilitation, it is recommended that this rehabilitation program be performed on the blind and visually impaired. Sports instructors are advised to use the balance-based perturbation exercises in this study and other exercises for people with visual impairment to increase their fitness.

Received: 05 May 2020

Accepted: 01 Nov 2020

Available Online: 23 Jul 2021

Keywords:

Perturbation exercise, Balance, Risk of falling, Movement function, Visual impairment

***Corresponding Author:**

Mohammad Karimizadeh Ardakani, PhD.

Address: Department of Health and Sport Medicine, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.

Tel: +98 (910) 4963054

E-Mail: m.karimizadeh@ut.ac.ir

Extended Abstract

1. Introduction

As the most powerful source of perception in the outside world, the visual system has a significant effect on the control of movement and balance of individuals and is responsible for the main task of transmitting information to the brain [3]. Mild impairments in visual function cause psychological, motor, and physical problems in people with visual impairments [4]. Visual impairment reduces balance and causes multiple disorders, falls, disability, and recurrent injuries. Research has shown that people with visual impairments have a higher risk of falls and imbalance injuries than ordinary people [6]. According to systems theory, the Central Nervous System (CNS) model uses information from the visual, vestibular, and somatosensory systems to inform the body's center of gravity and level of support conditions. In this way, this system activates the appropriate motor response in the form of pre-programmed movement patterns [7].

The remaining two senses usually compensate for a defect in one sense; the remaining senses must provide accurate and sufficient information to maintain balance [1, 8]. Researchers now hypothesize that factors such as exercise and training, including perturbation exercises, can compensate for poor balance by involving the sensory systems in people with visual impairment. Therefore, the present study aimed to investigate the effect of four weeks of perturbation exercises based on balance on the risk of falls, motor function, and balance in people with visual impairment.

2. Methods

This was a randomized clinical trial study with a pretest-posttest design with a training intervention group and a control group. In this study, the minimum sample size was calculated according to previous research and using the equation to estimate the sample size of $G \times \text{Power}$. In this software, considering the test power of 80% and the effect size of 0.3 for each group, 12 people were considered [21]. The experimental group performed perturbation exercises based on balance for four weeks and three sessions per week for 60 minutes [21]. The modified stork test [25] was used to assess static balance, the Berg balance scale [26] was used to assess dynamic balance, the functional reach test [27] was used to assess the risk of falls, and the Tinetti test was used to assess motor performance [28]. Subjects were randomly divided into control ($n=12$) and experimental ($n=12$) groups.

In this study, the subjects in the experimental group received perturbation exercises for four weeks (3 sessions per week). The control group did not receive any exercise during this time and were allowed to perform their daily activities. The training sessions lasted approximately 1 hour and included perturbation exercises, agility exercises, and lower limb strengthening. The tools used in training included three techniques: Rocker board, Roller board, and Rollerboard/Platform. Data were analyzed using an independent t-test and repeated measures analysis of variance at the level of $\alpha=0.05$.

3. Results

This study aimed to investigate the effect of four weeks of perturbation exercises based on balance on the risk of falls, motor function, and static and dynamic balance in people with visual impairment. The independent t-test showed no significant difference between the two groups in terms of height, weight and age ($P<0.05$), and the two groups are considered homogeneous in all of the above cases. The results of within analysis of variance test with repeated measures on the measurement step factor (pre- and post-test) showed that perturbation exercises in the experimental group increased motor performance, reduced the risk of falls, increased static balance of superior and non-superior legs, and increased the dynamic balance of people with visual impairment has a significant effect. This means a significant difference between pre-test and post-test ($P=0.001$) scores of research dependent variables in men with visual impairment. The mean scores in post-test were higher than pre-test in the, But in the control group, no significant difference in variables was observed between pre-test and post-test. The analysis of variance test with repeated measures showed a significant difference between the experimental and control groups in motor function, fall risk, static balance of superior and non-superior legs, and dynamic balance of people with visual impairment. This means that the effectiveness of perturbation training on increasing balance, motor function, and reducing the risk of falls was significantly different between the experimental and control groups. This increase is more significant in the experimental group.

4. Discussion and Conclusion

The improvement of balance variables can be considered the disturbance created during perturbation exercises to mimic the accidental and unexpected nature of falls in people's daily lives, which ensures that the specific approach to work is consistent with the "learning feature" hypothesis [31]. During unexpected equilibrium disturbances, adequate muscle torque must be generated from

many joints, especially the ankle joint [32], to control excessive center of gravity displacement and prevent people from falling. This speed and effectiveness of lower limb muscle activation are essential to avoid falling and maintaining balance during unforeseen turbulence on slippery and unstable surfaces to support the body's center of gravity in the target range [33].

The findings of this study show a significant improvement in balance, risk of falls, and motor function of the blind people in the experimental group. We believe that these features will increase the likelihood of significant improvements in compensatory step control and equilibrium, and ultimately, such modifications should help reduce the incidence of falls. Researchers recommend this exercise for the blind and visually impaired due to the effectiveness of perturbation exercises and the many benefits of this type of rehabilitation, including easy, home, and low cost. Teachers and sports instructors of students with visual impairments are also recommended to use perturbation exercises based on balance used in this study and other exercises to increase physical fitness in schools.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The ethical principles observed in the article, such as the informed consent of the participants, the confidentiality of information, the permission of the participants to cancel their participation in the research. Ethical approval was obtained from the Research Ethics Committee Faculty of Physical Education, University of Tehran (Code: IR.UT.SPORT.REC.1398.035).

Funding

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

Authors' contributions

Design and idea of studying, analyzing and interpreting data, manuscript arrangement: Mohammad Hani Mansouri, Yousef Moghaddas Tabrizi, Mohammad Karimizadeh Ardakani; Specialized evaluation of manuscript in terms of scientific concepts and final handwriting approval: Mohammad Hani Mansouri, Yousef Moghaddas Tabrizi, Mohammad Karimizadeh Ardakani; Collecting data and maintaining the integrity of the study process from the beginning to the publication and responding to the opinions of the judges: Mohammad Hani Mansouri, Mitra Omid.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

اثر چهار هفته تمرینات اغتشاشی بر تعادل، عملکرد حرکتی و خطر سقوط در افراد نابینا

محمد هانی منصوری^۱، یوسف مقدس تبریزی^۲، *محمد کریمی زاده اردکانی^۳، میترا امید^۴

۱. گروه حرکات اصلاحی و آسیب شناسی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۲. گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۳. گروه حرکات اصلاحی و آسیب شناسی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۶ اردیبهشت ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش: ۱۱ آبان ۱۳۹۹
تاریخ انتشار: ۰۱ مرداد ۱۴۰۰

مقدمه و اهداف: تمرین اغتشاشی مبتنی بر تعادل، نوعی تمرین است که در آن شرکت کنندگان بارها از دست دادن تعادل را به منظور تمرین و بهبود کنترل واکنش های تعادل تجربه می کنند. به علت ضعف افراد نابینا در حفظ کنترل پاستچر، این تحقیق با هدف بررسی اثر چهار هفته تمرینات اغتشاشی مبتنی بر تعادل روی خطر سقوط، عملکرد حرکتی و تعادل افراد نابینا صورت گرفت.

مواد و روش ها: در این مطالعه، سی مرد مبتلا به اختلال بینایی مطلق به صورت تصادفی، در دو گروه کنترل (پانزده نفر) و تجربی (پانزده نفر) قرار گرفتند. گروه آزمایش تمرینات اغتشاشی را به مدت چهار هفته و سه جلسه در هفته به مدت شصت دقیقه اجرا کردند. جهت ارزیابی تعادل ایستا از آزمون لک لک اصلاح شده، تعادل پویا از آزمون تعادل برگ، عملکرد حرکتی از تست تاینیتی و خطر سقوط از آزمون دستیابی عملکردی قبل و پس از آزمایش تمرینی استفاده شد. داده ها با استفاده از آزمون تی مستقل و تحلیل آنالیز واریانس اندازه های تکراری در سطح $\alpha = 0.05$ تجزیه و تحلیل شد.

یافته ها: نتایج تحقیق نشان داد که گروه آزمایش دارای افزایش در میانگین نمرات شاخص های تعادل ایستا ($P=0.001$)، تعادل پویا ($P=0.001$)، عملکرد حرکتی ($P=0.001$) و کاهش میزان خطر سقوط ($P=0.001$) است و به طور معناداری بهتر از گروه کنترل است. همچنین در پس آزمون، یافته های تغییرات درون گروهی نشان داد گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل تأثیر بیشتری بر افزایش تعادل، افزایش عملکرد حرکتی و کاهش میزان افتادن داشت ($P<0.05$).

نتیجه گیری: با توجه به نتایج پژوهش حاضر به نظر می رسد که استفاده از تمرینات اغتشاشی موجب بهبود تعادل، افزایش سطح عملکرد حرکتی و کاهش ریسک خطر افتادن در افراد نابینا می شود. با توجه به مثبت بودن اثربخشی تمرینات اغتشاشی و مزایای این نوع توان بخشی پیشنهاد می شود که اجرای این برنامه توان بخشی بر معلولین نابینا و کم بینا صورت گیرد. به مربیان ورزشی دانش آموزان با اختلال بینایی پیشنهاد می شود در کنار دیگر تمرینات برای افزایش آمادگی جسمانی در مدارس از تمرینات اغتشاشی مبتنی بر تعادل مورد استفاده در این تحقیق استفاده کنند.

کلیدواژه ها:

تمرین اغتشاشی، تعادل، خطر سقوط، عملکرد حرکتی، اختلال بینایی

مقدمه

انتقال اطلاعات وارد بر مغز را بر عهده دارد [۳]. همین امر بروز اختلالات خفیف در عملکرد بینایی، باعث مشکلات روانی، حرکتی و جسمی در این افراد می شود [۴].

نوسانات بدن یک فرد سالم با چشمان بسته در حالت ایستاده ۲۰ تا ۷۰ درصد نسبت به زمانی که چشم ها باز است، افزایش می یابد. فقدان بینایی در فرد نابینا علاوه بر ایجاد تغییرات در کنترل قامت، افزایش خطر سقوط منجر می شود. در این ارتباط، تحقیقی در خصوص میزان سقوط در میان افراد سالمند، گزارش

بدن انسان از آناتومی پیچیده ای برخوردار است و یکی از سیستم های درگیر در رفتارهای حرکتی، سیستم بینایی است [۱]. اختلال بینایی یکی از شایع ترین معلولیت ها در افراد بالغ است که تحرک و فعالیت روزمره را تحت تأثیر قرار می دهد [۲].

سیستم بینایی به عنوان قوی ترین منبع ادراک جهان خارج، تأثیر بسزایی بر کنترل حرکتی و تعادل افراد دارد و وظیفه اصلی

* نویسنده مسئول:

دکتر محمد کریمی زاده اردکانی

نشانی: تهران، دانشگاه تهران، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه بهداشت و طب ورزشی.

تلفن: ۴۹۶۳۰۵۴ (۹۱۰) ۹۸+

رایانامه: m.karimizadeh@ut.ac.ir

شده است که سالمندان نابینا نسبت به سالمندان ناشنوا بیشتر در معرض خطر سقوط هستند [۵].

اختلال بینایی توانایی تعادل را کاهش می‌دهد و باعث اختلالات متعدد، سقوط افراد، ناتوانایی شغلی و آسیب‌های مکرر می‌شود. تحقیقات نشان داده که خطر آسیب ناشی از افتادن و کمبود تعادل در افراد مبتلا به اختلالات بینایی بیشتر از افراد عادی است [۶]. طبق نظریه سیستم‌ها، کنترل پاسچر ناشی از اثر متقابل و پیچیده سیستم عصبی مرکزی با استفاده از اطلاعات سیستم‌های بینایی، وستیبولار و حسی پیکری از وضعیت مرکز ثقل بدن نسبت به جاذبه و شرایط سطح اتکا مطلع شده و پاسخ حرکتی مناسب را به صورت الگوهای حرکتی که از پیش برنامه‌ریزی شده‌اند، فعال می‌کند [۷].

نقص در یک حس معمولاً به وسیله دو حس باقی‌مانده جبران می‌شود. در این شرایط بسیار مهم است که حس‌های باقی‌مانده اطلاعات صحیح و کافی فراهم آورند تا تعادل حفظ شود [۸، ۱۰]. افراد مبتلا به اختلالات حسی، از جمله نابینایان از شرکت در فعالیت‌های بدنی محدود می‌شوند و سطح فعالیت بدنی، قدرت عضلانی، استقامت قلب و عروق، تعادل و عملکرد ورزشی آن‌ها کاهش می‌یابد. با این حال، فعالیت‌های ورزشی، توانایی‌های جسمانی و روانی حرکتی این افراد را بهبود می‌بخشد، به این ترتیب آن‌ها می‌توانند مهارت‌های زندگی روزانه، جهت‌گیری و تحرک را به دست آورند [۹].

از جمله تمرینات ورزشی می‌توان به تمریناتی که بر تعادل نقش دارند، مثل تمرینات ثبات مرکزی، تمرینات تعادلی منتخب، تمرینات اغتشاشی، ماساژ کف پای، تمرینات دهلیزی، تمرینات حس عمقی و غیره اشاره کرد. یکی از دلایل بالقوه عدم تناقض یا عدم اثربخشی چنین مداخلات ورزشی در کاهش سقوط و بهبود تعادل، عدم اختصاصی بودن وظایف نسبت به اقدامات بهبودی لازم برای جلوگیری از سقوط است [۱۰].

بازیابی تعادل پس از ایجاد اختلال در وضعیت بدن (به عنوان مثال گام برداشتن جبرانی یا گرفتن اشیا) می‌تواند به وسیله چرخش بدن یا حرکات جبرانی حاصل شود. تمرینی که اهداف بهبود تعادلی را به صورت اختصاصی هدف قرار می‌دهد، شاید مؤثرتر از ورزش عمومی باشد [۱۱]. تمرین ورزشی با هدف بهبود تعادل علاوه بر بهبود وضعیت کنترل پاسچر، ممکن است باعث پیشگیری میزان سقوط افراد از طریق کاهش از دست دادن تعادل در طی فعالیت‌های روزانه شود. با این حال، از دست دادن گاه‌به‌گاه تعادل شاید پیامد اجتناب‌ناپذیر کم تحرکی باشد [۱۲].

بنابراین توانایی واکنش سریع پس از دست دادن تعادل برای جلوگیری از افتادن ضروری است. تمرین اغتشاشی مبتنی بر

تعادل^۱ نوعی تمرین است که در آن شرکت‌کنندگان بارها از دست دادن تعادل را به منظور تمرین و بهبود کنترل واکنش‌های تعادل تجربه می‌کنند. بررسی مطالعات کنترل‌شده تصادفی نشان می‌دهد که تمرینات اغتشاشی مبتنی بر تعادل می‌تواند از افتادن بزرگسالان مسن و افراد مبتلا به پارکینسون جلوگیری کند [۱۳].

دسای اثر تمرینات اغتشاشی را بر خطر سقوط و تعادل افراد سالمند در دامنه سنی ۶۵-۸۰ سال ارزیابی کرد. نتایج به گونه‌ای بود که برنامه تمرینات اغتشاشی اثر مثبت بر کاهش خطر سقوط و افزایش بهبود عملکرد تعادل ایستا^۲ و پویا^۳ در حالت چشم باز و بسته می‌گذارد [۱۴]. در تحقیقی دیگر کراسلیچکوف و همکاران ارزیابی و مقایسه تأثیر تمرینات اغتشاشی و تمرینات عملکردی بر ظرفیت‌های ورزشی (تعادل، خطر افتادن، قدرت، استقامت قلبی عروقی، راه رفتن و کیفیت زندگی روزانه) در افراد استوآرتريت را انجام دادند. نتایج نشان داد که ظرفیت‌های اشاره‌شده در هر دو گروه آزمایش از گروه کنترل به طور معناداری بهتر بوده است، همچنین در بخش تعادل (آزمون برگ) و خطر افتادن^۴ در گروهی که تمرینات اغتشاشی را انجام می‌دادند بهتر از دیگر گروه‌ها بود [۱۵].

در مورد تأثیر برنامه تمرینی بر تعادل معلولین نابینایی و اینکه آیا نقص تعادلی در این افراد از طریق تمرین بهبود می‌یابد یا نه چندین گزارش وجود دارد. دی کانگو به بررسی اثر حاد و پیرایش کل بدن بر کنترل پاسچر دوازده نابینای مادرزاد به عنوان گروه آزمایش و دوازده فرد سالم به عنوان گروه کنترل پرداخت. نتایج نشان داد که ویریه کل بدن به صورت حاد بر کنترل پاسچر افراد نابینا تأثیر گذار بود، به طوری که نقصی در تعادل ایستا بعد از ویرایش بدن مشاهده نشد و مرکز ثقل نابینایان نسبت به قبل از ویریه جابه‌جایی کمتری داشت [۱۶].

صادقی و همکاران در تحقیقی با عنوان اثربخشی تمرینات ثبات مرکزی بر تعادل و سرعت راه رفتن، دانش‌آموزان نابینای دختر و پسر را به دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم کردند و در گروه آزمایش پس از هشت هفته تمرین، بهبود معناداری در نمرات تعادل پویا و سرعت راه رفتن نسبت به پیش از دوره تمرینات ثبات مرکزی یافت شد [۱۷].

با توجه به بررسی مطالعات گذشته، بیشتر محققان عقیده دارند که نابینایان مشکلاتی در تشخیص جهت و میزان اختلال حرکتی دارند [۱۸، ۱۹]. این امر واکنش‌های عصبی مناسب که باید به سرعت و با قدرت کافی برای مقابله با تأثیر این اغتشاشات ایجاد شود را محدود می‌کند [۲۰]. پس فردی که نابینا ست باید این قابلیت را داشته باشد که در هر لحظه از زمان در مقابل اغتشاشات

1. Perturbation-based Balance Training
2. Static Balance
3. Dynamic Balance
4. Timed Get Up & Go

یک پا و ناهنجاری‌های زانو)، نداشتن مشکلات قلبی عروقی، دیابت، نداشتن نوروپاتی و عدم سابقه بیماری عصبی یا مصرف دارویی که سیستم عصبی را تحت تأثیر قرار دهد.

معیار خروج شامل مواردی، ازجمله بروز هر گونه درد هنگام اجرای تمرینات، عدم داشتن سابقه مشارکت در رشته ورزشی، داشتن اختلال حسی دیگر علاوه بر اختلال ناپیوستگی و مشکلات جسمی و حرکتی دانشجویان بود [۲۴-۲۲، ۸]. افراد واجد شرایط با توجه به معیار ورود و خروج، برای شرکت در یک جلسه به منظور آشنایی با روند کار تحقیقی با آن‌ها تماس گرفته شد. در این نشست، به نمونه‌ها هدف تحقیق، دستورالعمل آزمون‌ها و برنامه تمرینی ارائه شد. تمام افراد قبل از شروع کار، با روند و اهداف تحقیق آشنا و سپس فرم رضایت‌نامه را امضا کردند.

آزمودنی‌ها به طور تصادفی به دو گروه کنترل (دوازده نفر) و آزمایش (دوازده نفر) تقسیم شدند. گروه آزمایش تمرینات اغتشاشی مبتنی بر تعادل را به مدت چهار هفته و سه جلسه در هفته به مدت شصت دقیقه اجرا کردند [۲۱]. جهت ارزیابی تعادل ایستا از آزمون اصلاح‌شده لک لک^۷ [۲۵]، جهت ارزیابی تعادل پویا از مقیاس تعادلی برگ^۸ [۲۶]، جهت ارزیابی خطر سقوط از آزمون دست‌یابی عملکردی^۹ [۲۷] و تست تاینیتی^{۱۰} برای ارزیابی عملکرد حرکتی [۲۸] استفاده شد.

آزمون‌ها با شرایطی یکسان و همچنین زمان مشابهی از روز، توسط محقق از هر آزمودنی به عمل آمد. تحقیق حاضر دارای تأییدیه کمیته اخلاق دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران به شماره R.UT.SPORT.EC.1398.035 و IRCT20200510047381N1 مرکز ثبت کارآزمایی بالینی است.

آزمون اصلاح‌شده لک لک: برای ارزیابی تعادل ایستا از آزمون اصلاح‌شده لک لک استفاده شد. نحوه اجرای آزمون حاضر بدین صورت بود که از آزمودنی خواسته شد با یک پا در سطح صاف بایستاد و پای آزاد او تا سطح زانوی پای تکیه‌گاه بالا ببرد و هر دو دست کنار بدن آزاد بود. هنگامی که آزمودنی پای آزادش را روی زمین قرار می‌داد، زمان متوقف می‌شد. حداکثر زمانی که آزمودنی روی پای خود می‌ایستاد، به عنوان رکورد وی محسوب می‌شد. این آزمون دو بار در هر دو پا اجرا و بهترین زمان به عنوان رکورد ثبت شد. پایایی این آزمون ۹۳ درصد گزارش شده است [۲۵] (تصویر شماره ۲ الف).

مقیاس تعادلی برگ: این مقیاس شامل چهارده آیتیم بوده که به طور عینی قابلیت‌های عملکردی پاسخ‌ده و تعادل پویا را ارزیابی می‌کند و دربرگیرنده فعالیت‌های روزانه، ازجمله نشستن، ایستادن

خارجی همانند برخورد با جداول یا جسمی که در مسیر حرکتی این افراد قرار دارد، عکس‌العمل نشان دهد. فرض تحقیق مبتنی بر این بود که استراتژی‌های جدید کنترل وضعیتی پویا (تمرینات اغتشاشی^۵) می‌تواند برای بازیابی تعادل و کنترل پاسخ‌ده در برابر اغتشاشات ناگهانی و خارجی، احتمال خطر افتادن در این گروه افراد و همچنین افزایش تعادل آن‌ها مؤثر باشد.

حال محققین این فرض را دارند که عواملی نظیر ورزش و تمرینات ورزشی، ازجمله تمرینات اغتشاشی، توانایی جبران فقدان سیستم بینایی را به وسیله درگیر کردن سیستم‌های حسی دیگر، در ناپیوستگی دارد. چنین تحقیقاتی ممکن است به ما در درک بهتر مکانیسم‌های حفظ کنترل پاسخ‌ده در افراد مبتلا به اختلال ناپیوستگی کمک کنند تا در نهایت بتوانیم تمرین مناسب و متنوع را به این جامعه پیشنهاد کنیم؛ بنابراین هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر چهار هفته تمرینات اغتشاشی مبتنی بر تعادل روی خطر سقوط، عملکرد حرکتی و تعادل افراد نابینا بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق، یک مطالعه کارآزمایی بالینی تصادفی^۶ با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون با یک گروه آزمایش تمرینی و یک گروه کنترل بود. نمونه آماری شامل ۲۴ نفر از دانشجویان نابینای پسر دانشگاه تهران با دامنه سنی ۱۸-۳۰ سال واجد شرایط بود که به شیوه هدفمند، با نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. در این مطالعه حداقل حجم نمونه با توجه به تحقیقات قبلی با استفاده از معادله برآورد حجم نمونه جی‌پاور و با در نظر گرفتن توان آزمونی ۸۰ درصد و اندازه اثر ۰/۳ برای هر گروه دوازده نفر در نظر گرفته شد [۲۱]. برای تعیین نمونه‌ها ابتدا به مرکز آموزشی دانشگاه تهران مراجعه و سپس با مطالعه پرونده تحصیلی آنان دانشجویانی که نابینایی کامل هستند (حدود ۴۶ نفر) را ثبت کرده و سپس با ارائه توضیح روند تحقیق به آنان، افرادی را که داوطلبانه قصد شرکت در تحقیق داشته باشند، با توجه به معیار ورود انتخاب کردیم. با توجه به جامعه آماری افراد نابینا در دانشگاه تهران، ۴۶ نفر داوطلب شرکت در تحقیق بودند، ولی از این بین شانزده نفر واجد شرایط برای ورود به تحقیق با توجه به معیارهای ورود نبودند. از سی نفر باقی‌مانده از هر گروه سه نفر به دلایل مختلف از تحقیق کنار گذاشته شده و در نهایت ۲۴ نفر از جامعه آماری باقی ماندند (تصویر شماره ۱).

معیارهای ورود عبارت بودند از: جنسیت مرد، نابینایی مطلق از نوع اکتسابی یا مادرزادی، توانایی راه رفتن به صورت مستقل، عدم وجود درد و آسیبی در ناحیه کمر، تنه و اندام تحتانی، عدم وجود جراحی در مفاصل اندام تحتانی، عدم وجود ناهنجاری‌های اسکلتی عضلانی واضح اندام تحتانی (انحراف جانبی لگن، کوتاهی

7. Modified Stork Stand Balance Test
8. Berg Balance Scale (BBS)
9. Functional Reach Test
10. Tinetti test

5. Perturbation-based Balance Training
6. A Randomized Controlled Trial

تصویر ۱. شمای کلی نمونه‌گیری افراد

قرار گرفت و دست خود را موازی با شانه بالا آورد؛ فاصله‌ای که دستش را دراز می‌کرد، روی موقعیت ثبت شد. سپس، از فرد خواسته شد تا جایی که امکان دارد بدون اینکه پاشنه پا از زمین بلند شود، دست خود را به جلو دراز کند. این فاصله احتمال خطر افتادن را طبقه‌بندی می‌کند. اگر فرد کمتر از شش اینچ دست را به جلو برساند، احتمال افتادن زیاد است. آزمون دارای پایایی بسیار بالایی (۹۷ درصد) است [۲۷].

آزمون تاینیتی (عملکرد حرکتی): برای ارزیابی عملکرد حرکتی از تست تاینیتی استفاده شد که شامل بخش اول نشستن، برخاستن و ایستادن و بخش دوم شامل بررسی راه رفتن بود. بخش اول متشکل از نه مانور حرکتی است که هر بخش از صفر تا حداکثر دو امتیاز دارد. بخش دوم نیز شامل بررسی هفت جزء راه

و انتقال است که به هر کدام از این فعالیت‌ها بر اساس نوع اجرا امتیاز ۰-۴ تعلق می‌گیرد. بیشترین امتیاز ۴۱-۵۶ (نشان‌دهنده کمترین ریسک افتادن)، امتیاز ۲۱-۴۰ (نشان‌دهنده ریسک متوسط افتادن) و امتیاز ۰-۲۰ (نشان‌دهنده ریسک بالای افتادن) است و مجموع این امتیازها در چهارده آیتم برای هر فرد، خطر افتادن و احتمال از دست دادن کنترل پاسچر را پیش‌بینی می‌کند. پایایی هر بخش از مقیاس برگ ۹۸ درصد، روایی هر بخش آن ۹۹ درصد و سازگاری دورنی آن ۹۶ درصد گزارش شده است [۲۶] (تصویر شماره ۲ ب).

آزمون دست‌یابی عملکردی (خطر سقوط): آزمون FRT در سال ۱۹۹۰ توسط دونجان تهیه شده است و برای ارزیابی خطر افتادن در افراد سالمند کاربرد دارد. در این آزمون بیمار کنار دیوار

الف

ب

ج

طب توانبخشی

تصویر ۲. آزمون اصلاح‌شده لک
الف= تعادل ایستا؛ ب=آزمون برگ؛ و ج= تست تاینیتی

اهداف تمرینی شامل: الف) اضافه کردن فعالیت خاص ورزشی در طول تکنیک‌های اختلال، ب) بهبود دقت ورزشکار در تطابق پاسخ عضلات به شدت آشفته‌گی، جهت و سرعت و ج) استفاده از هر دو اندام تحتانی و استفاده از یک اندام تحتانی به تنهایی.

مرحله نهایی (هفته چهارم): در هفته چهارم اغتشاشات ایجاد شده در هر سه تکنیک در جهت قدامی خلفی، جانبی میانی، حرکات مورب و چرخشی، سه ست و هر ست ۱ الی ۱/۵ دقیقه با استفاده از هر دو اندام تحتانی در روز اول و یک اندام تحتانی در بقیه روزها بود. اهداف درمانی شامل: الف) آزمودنی دشواری اغتشاشات را با استفاده از مواضع خاص ورزشی افزایش داد، ب) آزمودنی پاسخ‌های عضلانی دقیق و انتخابی در مورد اختلالات در هر جهت و از هر شدت، بزرگی یا سرعت را به دست آورد، ج) آزمودنی از هر دو اندام تحتانی و استفاده از یک اندام تحتانی به تنهایی استفاده کرد، د) استفاده از یک اندام تحتانی و حذف بازخورد کلامی (جدول شماره ۱).

فاصله استراحت یک دقیقه بین ست‌ها و سه دقیقه بین حرکات است. هنگام انجام تمرینات علاوه بر استفاده از مربیان ورزشی در کنار نمونه‌ها برای حفظ امنیت آن‌ها از یک طناب که به دور کمر نمونه‌ها بسته می‌شد و به سقف دیوار آویزان بود، استفاده شد تا از هر گونه افتادن ناگهانی و عدم حفظ تعادل به صورت اتفاقی جلوگیری شود. در تمام مراحل انجام تمرینات محقق با بازخورد کلامی در کنار نمونه‌ها، هر گونه اتفاق ناگهانی که باعث خطر به نمونه‌ها می‌شد، جلوگیری می‌کرد و با بازخورد بدنی سعی می‌کرد که نمونه‌ها تمرینات را به صورت واقعی انجام دهند.

روش آماری

جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. با توجه به طرح مطالعه، برای تحلیل داده‌ها از آزمون تی مستقل^{۱۴} برای همگن بودن اطلاعات توصیفی گروه‌ها و از مدل آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری^{۱۵} برای مقایسه تفاوت‌های بین گروهی و درون گروهی به

14. Independent-sample T-test
15. Repeated Measure Analyses of Variance

رفتن است. مدت زمان لازم برای اجرای آزمون ده تا پانزده دقیقه است. بهترین امتیاز برای قسمت تعادل شانزده و برای قسمت راه رفتن دوازده است و در مجموع بهترین امتیاز ۲۸ است. نمره نوزده به پایین خطر بالای افتادن را نشان می‌دهد. روایی و پایایی این مقیاس در مطالعات گوناگون بررسی شده است و این آزمون ارتباط متوسطی با آزمون زمان‌دار بلند شدن و راه رفتن دارد [۲۸] (تصویر شماره ۲ ج).

آزمایش تمرینی: در این مطالعه آزمودنی‌های گروه آزمایش، به مدت چهار هفته (سه جلسه در هفته) تمرینات اغتشاشی دریافت کردند [۲۱]. در این مدت گروه کنترل، تمرینی دریافت نکردند و به آن‌ها اجازه داده شد تا فعالیت‌های روزانه خود را انجام دهند (جدول شماره ۱). جلسات تمرینی هریک تقریباً یک ساعت به طول انجامید و شامل تمرینات اغتشاشی، تمرینات چابکی و تقویت اندام تحتانی بود. ابزار مورد استفاده تمرینی شامل سه تکنیک راکربرد^{۱۱}، تخته غلتان^{۱۲} و تخته غلتان و سکوی ثابت^{۱۳} بود (تصویر شماره ۳).

مرحله اولیه (هفته نخست): در هفته نخست اغتشاشات ایجاد شده در هر سه تکنیک فقط در جهت قدامی خلفی و دو الی سه ست و هر ست یک دقیقه با استفاده از هر دو اندام تحتانی بوده و اهداف تمرینی شامل: الف) ورزشکار از همه جهات در معرض آشفته‌گی قدامی خلفی قرار گرفت، ب) پاسخ عضلانی مناسب را در مورد اختلالات کاربردی ایجاد کرد (بدون پیوستگی سفت و سخت)، ج) استفاده از هر دو اندام تحتانی و د) نشانه‌های کلامی را به حداقل رساند.

مرحله میانه (هفته ۲-۳) در هفته دوم اغتشاشات ایجاد شده در هر سه تکنیک فقط در جهت قدامی خلفی، دو الی سه ست و هر ست یک دقیقه با استفاده از هر دو اندام تحتانی بوده و یک اندام تحتانی، در هفته سوم اغتشاشات ایجاد شده در هر سه تکنیک در جهت قدامی خلفی و جانبی میانی و دو الی سه ست و هر ست یک دقیقه با استفاده از هر دو اندام تحتانی و یک اندام تحتانی بود.

11. Rockerboard
12. Rollerboard
13. Rollerboard / Platform

طب توانبخشی

تصویر ۳. تمرین اغتشاشی
الف= راکربرد؛ ب= تخته غلتان؛ ج= تخته غلتان و سکوی ثابت [۲۱]

جدول ۱. تمرینات اغتشاشی مبتنی بر تعادل و دستورالعمل‌های پیشرفت

متغیرها	Rockerboard (راکر بورد)	Rollerboard / Platform (تخته غلتان و بلوک)	Rollerboard (تخته غلتان)
بست‌ها / زمان	دو الی سه ست / هر ست یک دقیقه	دو الی سه ست / هر ست یک دقیقه	دو الی سه ست / هر ست سی ثانیه الی یک دقیقه
جهت حرکت تخته	قدامی خلفی / جانبی میانی	اولیه: قدامی خلفی / جانبی میانی پیشرفته: حرکت مورب و چرخشی	اولیه: قدامی خلفی / جانبی میانی پیشرفته: حرکت مورب و چرخشی
نحوه اجرا	برای اولین جلسه با دو پا شروع کنید. در جلسات باقی مانده از ایستادن روی یک پا استفاده کنید.	نیروی فرد مخالف مقاومت مقابل، با شدت و سرعت حرکت تخته غلتان هماهنگ شوید. ماهیچه‌های ساق پا نباید در پیش‌بینی آشفته‌گی منقبض شوند یا باید به طور جدی با هم ادغام شوند.	برای اولین جلسه با دو پا شروع کنید در جلسات باقی مانده از ایستادن روی یک پا استفاده کنید.

طب توانبخشی

برابر بوده است ($P > 0.05$).

نتایج آزمون تحلیل واریانس درون‌گروهی با اندازه‌گیری تکراری روی عامل مراحل اندازه‌گیری (پیش و پس‌آزمون) در **جدول شماره ۳** نشان داد که تمرینات اغتشاشی در گروه آزمایش بر افزایش عملکرد حرکتی، کاهش خطر سقوط، افزایش تعادل ایستای پای برتر و غیربرتر و افزایش تعادل پویای افراد نابینا تأثیر معناداری دارد. با در نظر گرفتن نتایج تحلیل واریانس مکرر و در ادامه تحلیل آماری، آزمون تعقیبی بونفرونی نیز محاسبه شد.

نتایج **جدول شماره ۴** نشان می‌دهد که تفاوت نمرات گروه آزمایش در متغیرهای وابسته در پیش‌آزمون با پس‌آزمون برای تست‌های تاینیتی ($3/625$ درصد افزایش مقدار)، تعادل ایستای پای برتر ($1/927$ درصد افزایش ثانیه)، تعادل ایستای پای غیربرتر ($1/694$ درصد افزایش ثانیه)، مقیاس برگ ($5/583$ درصد افزایش مقدار) و خطر سقوط ($1/129$ درصد افزایش سانتی‌متر) بوده که این مقدار از نظر آماری نیز تأیید شده است ($P < 0.05$). همان‌طور که در **جدول شماره ۴** مشاهده می‌شود، این مسئله بدین معنا است که بین پیش‌آزمون با پس‌آزمون ($P = 0.001$) نمرات متغیرهای وابسته تحقیق در مردان مبتلا اختلال بینایی تفاوت معناداری وجود دارد و میانگین نمرات در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون بیشتر بوده است.

نتایج آزمون تحلیل واریانس بین‌گروهی با اندازه‌گیری تکراری در **جدول شماره ۳** نشان داد که بین دو گروه آزمایش و کنترل در عملکرد حرکتی، خطر سقوط، تعادل ایستای پای برتر و غیربرتر

صورت هم‌زمان استفاده شد. در صورت نیاز، جهت بررسی جایگاه تفاوت میانگین بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی^{۱۶} و جهت بررسی جایگاه تفاوت میانگین درون‌گروهی از آزمون تعقیبی توکی^{۱۷} استفاده شد. مفروضات مدل آنالیز واریانس با اندازه‌های تکرار از قبیل نرمال بودن توزیع داده‌ها از طریق آزمون شاپیرو ویلک، همگن بودن واریانس‌ها از طریق آزمون لون و همگن بودن کواریانس‌ها از طریق آزمون باکس روی داده‌های مطالعه حاضر بررسی شدند. همه تجزیه و تحلیل‌های آماری به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ در سطح معناداری 0.05 انجام شد.

یافته‌ها

این تحقیق با هدف بررسی اثر چهار هفته تمرینات اغتشاشی مبتنی بر تعادل روی خطر سقوط، عملکرد حرکتی و تعادل ایستا و پویای افراد نابینا صورت گرفت. ابتدا در **جدول شماره ۲** به توصیف ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های تحقیق نظیر قد، وزن، سن و نتایج بررسی همگنی گروه‌ها اشاره شده است. همان‌طور که در **جدول شماره ۲** مشاهده می‌شود، نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که تفاوت معناداری میان دو گروه از نظر قد، وزن و سن وجود ندارد ($P > 0.05$) و دو گروه در تمام موارد فوق همگن به حساب می‌آیند. نتایج آزمون شاپیرو ویلک نشان داد توزیع تمام داده‌های مورد اندازه‌گیری طبیعی بوده ($P > 0.05$) و آزمون لون نشان داد واریانس‌های توزیع تمام داده‌های مورد اندازه‌گیری،

16. Bonferroni Post Hoc Test

17. Tukey Post Hoc Test

جدول ۲. اطلاعات فردی آزمودنی‌ها

متغیر	گروه	تعداد	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	P
سن (سال)	کنترل	۱۲	$33/08 \pm 2/39$	۰/۷۳۵
	آزمایش	۱۲	$33/41 \pm 2/39$	
وزن (کیلوگرم)	کنترل	۱۲	$67/58 \pm 2/39$	۰/۰۶۸
	آزمایش	۱۲	$65/33 \pm 3/28$	
قد (سانتی‌متر)	کنترل	۱۲	$169/75 \pm 3/25$	۰/۴۶۵
	آزمایش	۱۲	$168/75 \pm 3/33$	

طب توانبخشی

جدول ۳. مقایسه تغییرات درون گروهی و بین گروهی متغیرهای تحقیق در گروه آزمایش و کنترل

متغیر	گروه‌ها	میانگین $\pm$ انحراف معیار		تغییرات قبل و بعد از آزمایش (درون گروهی)	تغییرات هم‌زمان درون گروهی و بین گروهی (اثر تعاملی)
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون		
تست تاینیتی	گروه آزمایش	۱۵/۱۶ $\pm$ ۰/۹۳	۲۲/۶۶ $\pm$ ۰/۸۸	F=۴۵۹/۶۰۹	F=۶۹/۱۳۴
	گروه کنترل	۱۵/۹۱ $\pm$ ۱/۱۶	۱۵/۶۶ $\pm$ ۱/۰۷	P=۰/۰۰۱*	P=۰/۰۰۱*
خطر سقوط (FRT)	گروه آزمایش	۵/۵۰ $\pm$ ۰/۶۳	۷/۶۵ $\pm$ ۰/۴۹	F=۶۹/۱۳۴	F=۲۳۴/۰۴۹
	گروه کنترل	۵/۴۱ $\pm$ ۰/۵۵	۵/۵۱ $\pm$ ۰/۴۸	P=۰/۰۰۲*	P=۰/۰۰۱*
تعادل ایستای پای برتر	گروه آزمایش	۶/۵۰ $\pm$ ۰/۸۲	۱۰/۳۴ $\pm$ ۰/۶۹	F=۶۹/۱۳۴	F=۶۹/۱۳۴
	گروه کنترل	۶/۶۴ $\pm$ ۰/۵۲	۶/۵۷ $\pm$ ۰/۶۹	P=۰/۰۰۱*	P=۰/۰۰۳*
تعادل ایستای پای غیربرتر	گروه آزمایش	۵/۸۱ $\pm$ ۰/۴۸	۹/۰۳ $\pm$ ۰/۸۵	F=۶۹/۱۳۴	F=۶۹/۱۳۴
	گروه کنترل	۵/۳۷ $\pm$ ۰/۷۷	۵/۵۴ $\pm$ ۰/۶۷	P=۰/۰۱۹*	P=۰/۰۰۱*
مقیاس تعادلی برگ	گروه آزمایش	۳۸/۵۸ $\pm$ ۱/۶۷	۳۹/۳۳ $\pm$ ۱/۵۱	F=۶۹/۱۳۴	F=۶۹/۱۳۴
	گروه کنترل	۳۷/۸۳ $\pm$ ۱/۵۸	۳۸/۲۱ $\pm$ ۱/۷۶	P=۰/۰۰۱*	P=۰/۰۰۲*

* سطح معناداری ۰/۰۵ < P

طب توانبخش

بحث

این تحقیق با هدف بررسی چهار هفته تمرینات اغتشاشی مبتنی بر تعادل (PBT) روی تعادل ایستا و پویا، خطر سقوط و عملکرد حرکتی افراد نابینا بود. نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات اغتشاشی متغیرهای تعادل ایستای پای برتر، تعادل ایستای غیربرتر، نمره مقیاس تعادلی برگ و عملکرد حرکتی افراد دچار اختلالات بینایی را بهبود می‌بخشد و در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل تفاوت معناداری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود داشت.

رشد حرکتی کودکان مبتنی بر رشد مهارت‌های حرکتی پایه‌ای آن‌ها است و تجربیات حرکتی مختلف موجب رشد مهارت‌های حرکتی پایه و افزایش آگاهی محیطی در کودکان می‌شود. این موضوع در نابینایان اهمیت بیشتری پیدا می‌کند، زیرا آن‌ها از لحاظ حرکتی محدودیت بیشتری دارند. با توجه به

و تعادل پویای افراد نابینا تفاوت معناداری دارد. با در نظر گرفتن نتایج آزمون بین گروهی و در ادامه تحلیل آماری، آزمون تعقیبی توکی نیز محاسبه شد. نتایج جدول شماره ۵ نشان می‌دهد که گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل در متغیرهای تست تاینیتی (۳/۱۲۵ درصد افزایش مقدار)، تعادل ایستای پای برتر (۱/۷۷۷ درصد افزایش ثانیه)، تعادل ایستای پای غیربرتر (۱/۹۶۵ درصد افزایش ثانیه)، مقیاس برگ (۵/۹۱۷ درصد افزایش مقدار) و خطر سقوط (۱/۱۱۳ درصد افزایش سانتی‌متر) را به دست آورده که این مقادیر در گروه آزمایش از نظر آماری نیز تأیید شده است (۰/۰۵ < P). این مسئله بدین معناست که میزان اثربخشی تمرین اغتشاشی بر افزایش تعادل، عملکرد حرکتی و کاهش خطر سقوط در دو گروه آزمایش و کنترل تفاوت معناداری وجود دارد و این افزایش در گروه آزمایش بیشتر است.

جدول ۴. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی متغیرهای وابسته برای پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر وابسته	مقایسه زمان	تفاوت میانگین	انحراف معیار	P*	فاصله اطمینان ۹۵ درصدی	
					حد پایین	حد بالا
تست تاینیتی	پیش پس‌آزمون	۳/۶۲۵	۰/۱۸۱	۰/۰۰۱	۴/۰۰۱	۳/۲۵۰
خطر سقوط (FRT)	پیش پس‌آزمون	۱/۱۲۹	۰/۰۹۵	۰/۰۰۱	۰/۹۳۲	۱/۳۲۶
تعادل ایستای پای برتر	پیش پس‌آزمون	۱/۹۳۷	۰/۱۷۴	۰/۰۰۰۱	۲/۲۸۷	۱/۵۶۶
تعادل ایستای پای غیربرتر	پیش پس‌آزمون	۱/۶۹۴	۰/۱۶۳	۰/۰۰۱	۲/۰۳۱	۱/۳۵۷
مقیاس تعادلی برگ	پیش پس‌آزمون	۵/۵۸۳	۰/۳۵۷	۰/۰۰۱	۶/۳۳۳	۴/۸۴۴

* سطح معناداری ۰/۰۵ < P

طب توانبخش

جدول ۵. نتایج آزمون تعقیبی توکی متغیرهای وابسته در دو گروه آزمایش و کنترل

متغیر وابسته	مقایسه گروه	تفاوت میانگین	انحراف معیار	P*	فاصله اطمینان ۹۵ درصدی
					حد پایین حد بالا
تست تاینیتی	آزمایش کنترل	۳/۱۲۵	۰/۳۷۶	۰/۰۰۱	۲/۳۴۶ ۳/۹۰۴
خطر سقوط (FRT)	آزمایش کنترل	۱/۱۱۳	۰/۲۰۲	۰/۰۰۰۱	۱/۵۳۲ ۰/۶۹۳
تعادل ایستای پای برتر	آزمایش کنترل	۱/۷۷۷	۰/۱۹۸	۰/۰۰۱	۱/۳۶۵ ۲/۱۸۸
تعادل ایستای پای غیربرتر	آزمایش کنترل	۱/۹۶۵	۰/۲۴۱	۰/۰۰۱	۱/۴۶۵ ۲/۴۶۴
مقیاس تعادلی بری	آزمایش کنترل	۵/۹۱۷	۰/۵۲۹	۰/۰۰۱	۴/۸۱۹ ۷/۰۱۴

* سطح معناداری $P < 0.05$

طب توانبخشی

مؤثر بودن فعال‌سازی عضلات اندام تحتانی برای اجتناب از افتادن و حفظ تعادل در طی یک اغتشاش پیش‌بینی نشده در سطوح لغزنده و ناپایدار برای حفظ مرکز ثقل بدن در محدوده مد نظر اهمیت بسیاری دارد [۳۳].

در مورد تأثیر برنامه تمرینی بر تعادل معلولین نابینایی و اینکه آیا نقص تعادلی در این افراد از طریق تمرین بهبود می‌یابد یا نه چندین گزارش وجود دارد، با این حال تحقیقی مبنی بر تأثیر تمرینات اغتشاشی بر تعادل، عملکرد افراد نابینا صورت نگرفته است. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات ویزومیرسکا و همکاران [۳۴]، دی‌کانگو و همکاران [۱۶]، سراوانی و همکاران [۳۵]، مروونویس و همکاران [۳۰] و مقدم و همکاران [۲۶] مبنی بر تأثیر گذار بودن آزمایشات تمرینی بر تعادل و فاکتورهای دیگر در افراد نابینا همسو بود.

در تحقیقی که ویزومیرسکا و همکاران در خصوص ارزیابی تمرینات وستیبولار بر ثبات وضعیتی افراد دچار نقص بینایی انجام داد به این نتیجه رسید که این تمرینات می‌تواند باعث بهبود کنترل وضعیتی و تعادل نابینایان شود. نتایج به‌دست آمده به این صورت بود که اختلاف معناداری در گروه آزمایش به نسبت گروه کنترل در تعادل پویا برای زنان و در تعادل ایستا برای مردان مشاهده شد. علت این بهبود تعادل در این افراد می‌تواند ناشی از حرکات سر و بدن برای تحریک سیستم دهلیزی نابینایان باشد [۳۴].

مقدم و همکاران، تأثیر هشت هفته تمرینات ثبات مرکزی بر آمادگی حرکتی ۲۶ ورزشکار نخبه گلبال شهر تهران را بررسی کردند. گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل بین تمام متغیرهای مورد بررسی تفاوت معناداری نشان داد. آن‌ها اشاره کردند که در افراد نابینا به دلیل عدم حضور سیستم بینایی، از جمع کل ذخیره اطلاعات حرکتی و الگوهای حرکتی درست در سیستم عصبی مرکزی کاسته شده و در کل روی عملکرد تعادلی فرد تأثیر می‌گذارد [۳۶].

همچنین نتایج نشان داد که در گروه آزمایش بین پیش‌آزمون

توانایی تعادل، افرادی که نابینا هستند به دلیل ناتوانی خود در مقایسه با افراد بینا دچار ضعف تعادل می‌شوند و به همین دلیل تمایل به شرکت در فعالیت‌های بدنی کمتری نسبت به افراد بینا دارند [۲۹]؛ بنابراین برای افزایش سطح تعادل و عملکرد حرکتی نابینایان، آزمایشات تمرینی می‌تواند یک روش بهینه در بهبود تعادل در نظر گرفته شود [۳۰].

در خصوص نتایج تحقیق حاضر، در ابتدا به بررسی علل احتمالی تأثیر این تمرینات بر متغیرهای تحقیق و سپس به بررسی مقالات مشابه در این زمینه پرداخته می‌شود. علت بهبود متغیرهای تعادلی را می‌توان آشفته‌گی به‌وجودآمده در طول تمرینات اغتشاشی به منظور تقلید از ماهیت تصادفی و غیرمنتظره از سقوط در زندگی روزمره افراد در نظر گرفت که این نوع تمرین اطمینان حاصل می‌کند که رویکرد خاص کار مطابق با فرضیه «ویژگی یادگیری» است [۳۱].

از طرفی دیگر، افراد نابینا علاوه بر استفاده از سیستم وستیبولار برای جبران نقص بینایی می‌توانند از سیستم حسی پیکری (حس عمقی) خود برای کمبود این نقص هنگام حرکت و عملکرد خود استفاده کنند. نقص در یک سیستم به وسیله دو سیستم دیگر جبران می‌شود. اغلب یکی از سیستم‌ها اطلاعات غلط یا ناکافی؛ مثلاً در مورد اختلاف سطوح و تغییرات مکانی و غیره فراهم می‌آورد. در این شرایط بسیار مهم است که حس‌های باقی‌مانده، اطلاعات صحیح و کافی فراهم آورند تا تعادل حفظ شود.

برای مثال، زمانی که تناقص حسی پیکری وجود دارد (در موارد متحرک، نرم بودن سطح اتکا و اتفاقات غیرقابل پیش‌بینی) تعادل با چشم‌های بسته در مقایسه با چشم‌های باز به میزان زیادی کاهش می‌یابد. ورودی‌های حسی پیکری اطلاعاتی در ارتباط با جهت‌گیری بخش‌های مختلف بدن نسبت به یکدیگر و سطح اتکا فراهم می‌آورند [۱]. در طی اغتشاشات تعادلی غیرمنتظره، گشتاور عضلانی مؤثر باید از بسیاری مفاصل، به‌خصوص از مفصل مچ پا ایجاد شود [۳۲] تا جابه‌جایی بیش از حد مرکز ثقل را کنترل کند و از سقوط افراد جلوگیری کند. این سرعت و میزان

نتایج اختلاف معناداری در کاهش میزان تحرک مرکز ثقل و بهبود تعادل ایستا و پویا نشان داد و بر این اساس محقق استفاده از تمرینات اغتشاشی را برای سالمندان به منظور افزایش کارکرد تعادل، بهبود عملکرد و فعالیت روزانه و کاهش ریسک خطر افتادن پیشنهاد داد [۳۷].

ارزیابی و مقایسه تأثیر تمرینات اغتشاشی و تمرینات عملکردی بر ظرفیت‌های ورزشی (تعادل، خطر افتادن قدرت، استقامت قلبی عروقی، راه رفتن و کیفیت زندگی روزانه) در افراد استثنائاً تریتم تحقیقی بود که کراسیلچکوف و همکاران انجام دادند. نتایج نشان داد که ظرفیت‌های اشاره‌شده در هر دو گروه آزمایش از گروه کنترل به طور معناداری بهتر بوده است، در بخش تعادل (آزمون برگ) و خطر افتادن (TUG) و بهبود فعالیت بدنی (پرسش‌نامه WOMAC^{۱۸}) در گروهی که تمرینات اغتشاشی انجام می‌دادند، از دیگر گروه‌ها بهتر بود [۱۵].

یک عامل مهم که ممکن است به شدت منافع بلندمدت آموزش این تمرینات را تحت تأثیر قرار دهد، بررسی و تعیین میزان ماندگاری اثر این تمرینات است که احتمالاً برای جلوگیری از برگشت مزایای آموزشی لازم خواهد بود. چنین برنامه ماندگاری می‌تواند به طور بالقوه شامل مانورهای باشد که در خانه انجام شود. با این حال، توسعه و آزمایش چنین برنامه‌ای فراتر از محدوده این مطالعه اولیه است.

ما معتقدیم که این ویژگی‌ها، احتمال ایجاد بهبودهای قابل توجه در کنترل گام جبرانی و تعادل را افزایش خواهد داد. در نهایت، چنین بهبودهایی باید به کاهش رخداد سقوط کمک کند. از محدودیت‌های موجود در این تحقیق می‌توان به حجم جامعه آماری پایین در دسترس برای انجام تحقیق، در دسترس نبودن نمونه‌های ورزشکار و تعداد کم آن‌ها جهت مقایسه با افراد غیرورزشکار نابینا، مسائل مربوط به زندگی روزمره نمونه‌ها از قبیل: فعالیت روزمره، محیط کار، وضعیت روانی و ناهنجاری‌های وضعیتی که می‌تواند در نتایج به‌دست آمده مؤثر باشد، اشاره کرد.

همچنین به دلیل تک‌جنسیتی بودن نمونه‌ها و عدم اطمینان به تعمیم نتایج به جامعه زنان و عدم اطمینان به تعمیم نتایج در جوامع دیگر با توجه انجام پژوهش در نمونه‌های دانشجوی نابینای تهران باید با احتیاط برخورد شود. با توجه به گسترش روزافزون معلولیت جسمی و حرکتی در کشور و کامل نبودن اطلاعات و پژوهش‌ها در زمینه معلولیت نابینایی برای تحقیقات آینده بررسی و مقایسه انواع روش‌های تمرینی توان‌بخشی بر تعادل و خطر سقوط نابینایان، بررسی وضعیت تعادل بین گروه‌های ورزشکار کم‌بینا، نابینا و فرد بینای غیرورزشکار، بررسی و مقایسه وضعیت تعادل بازیکنان مرد و زن در رشته‌های ورزشی نابینایان، بررسی استراتژی حفظ تعادل در طول اغتشاش‌های ناگهانی سطح اتکا

و پس‌آزمون، میزان خطر سقوط در تست خطر سقوط (FRT) تفاوت معناداری وجود دارد و گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل میزان خطر سقوط کمتری را از خود نشان دادند، اما گروه کنترل تفاوت معناداری را بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان نداد.

اعتقاد و فرض بر این است که برنامه اغتشاشی مبتنی بر تعادل که در این پروتکل تحقیق ذکر شده، در فاکتورهای مورد ارزیابی در این تحقیق موجب بهبود شده است، زیرا این تمرینات جنبه‌های خاصی از واکنش‌های ترمیم را شناسایی می‌کند که در بزرگسالان مسن اختلال دیده می‌شود و با افزایش خطر سقوط همراه است. آشفتگی‌ها، کنترل تعادل را از جهات مختلف به چالش می‌کشد. آشفتگی‌ها، غیرقابل پیش‌بینی هستند و از این رو، از سازگاری‌هایی که به کنترل پیش‌بینی متکی هستند، جلوگیری می‌کنند.

آشفتگی‌ها به شکلی اعمال می‌شوند که امکان پیشرفت کنترل‌شده در مقابله با بیشتر شدن آشفتگی را فراهم می‌آورد. وظایف مداوم شناختی و حرکتی برای افزایش عمومی بودن آموزش در این تمرینات گنجانده شده و در نهایت روش آموزش (استفاده از دستورالعمل‌ها، بازخورد و غیره) به اصولی که به ارتقای یادگیری حرکتی بهینه معروف هستند، پای‌بند است. اخیراً در تحقیقات قبلی برای ایجاد اختلالات و اغتشاش در طول راه رفتن از ترمیم استفاده شده است. این می‌تواند باعث ایجاد شتاب‌های غیرمنتظره جلو یا عقب برای شبیه‌سازی یک لغزش یا انتقال باشد و همچنین می‌تواند جابه‌جایی‌های جانبی را در سرعت‌های مختلف ایجاد کند تا پایداری جانبی شرکت‌کنندگان را به خطر بیندازد [۳۷].

نتایج تحقیق حاضر با مطالعات دسای و همکاران [۱۴]، جویین چین و همکاران [۳۷] و کراسیلچکوف و همکاران [۱۵] هم‌خوانی داشت. پاریتا دسای اثر تمرینات اغتشاشی مبتنی بر تعادل را بر خطر سقوط و تعادل افراد سالمند در دامنه سنی ۶۵-۸۰ سال ارزیابی کرد. برای ارزیابی خطر سقوط از تست TUG و برای ارزیابی تعادل از چهار وضعیت ایستاده با چشم باز و بسته و حالت پویا با چشم باز و بسته استفاده شد.

نتایج به گونه‌ای بود که برنامه تمرینات اغتشاشی اثر مثبت بر کاهش خطر سقوط و افزایش بهبود عملکرد تعادل ایستا و پویا در حالت چشم باز و بسته می‌گذارد. وی یکی از دلایل اثر بخشی را بهبود عملکرد فراخوانی عضلات و افزایش آمادگی این افراد در مقابله با اغتشاشات ناگهانی بیان کرد [۱۴]. جویین چین و همکاران به اثر بخشی تمرینات اغتشاشی بر کنترل تعادل افراد سالمند به مدت هشت هفته پرداختند. برای ارزیابی تعادل از میزان تحرک مرکز ثقل بدن (COM^{۱۸}) در سه جهت جلو، عقب و جانبی استفاده شد.

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده مطالعه، تحلیل و تفسیر داده‌ها، تنظیم دست نوشته: محمد هانی منصوری و یوسف مقدس تبریزی، محمد کریمی‌زاده اردکانی؛ ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی و تأیید دست‌نوشته نهایی: محمد هانی منصوری، یوسف مقدس تبریزی، محمد کریمی‌زاده اردکانی؛ جمع‌آوری داده‌ها و حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران: محمد هانی منصوری، میترا امیدی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

محققین از تمامی شرکت‌کنندگان در این پژوهش به خاطر همکاری با گروه تحقیق که اجرای پژوهش حاضر را امکان‌پذیر کردند، نهایت قدردانی و سپاس به عمل می‌آورند.

بین فرد سالم و نابینا، مقایسه و بررسی دستکاری سیستم حسی پیکری با سیستم دهلیزی با توجه به پروتکل‌های مرتبط بر تعادل و میزان خطر سقوط افراد نابینا، پیشنهاد شده است. چنین تحقیقاتی ممکن است به ما در درک بهتر مکانیسم‌هایی که در حفظ تعادل، کنترل پاسچر و بهبود عملکرد در افراد مبتلا به اختلال نابینایی کمک می‌کنند را آگاه‌تر کند تا در نهایت بتوانیم تمرین مناسب و متنوع را به این جامعه پیشنهاد کنیم.

نتیجه‌گیری نهایی

یافته‌های حاصل از این پژوهش بهبود معنادار تعادل، خطر سقوط و عملکرد حرکتی معلولین نابینا را در گروه آزمایش نشان می‌دهد. محققین با توجه به مؤثر بودن تمرینات اغتشاشی و مزایای متعدد این نوع توان‌بخشی، از جمله انجام آسان، خانگی و کم‌هزینه بودن، این تمرین را برای معلولین نابینا و کم‌بینا پیشنهاد می‌دهند. همچنین به معلمان و مربیان ورزشی دانش‌آموزان با اختلال بینایی پیشنهاد می‌شود در کنار دیگر تمرینات برای افزایش آمادگی جسمانی در مدارس از تمرینات اغتشاشی مبتنی بر تعادل مورد استفاده در این تحقیق استفاده کنند. همچنین با توجه به مثبت بودن نتایج این تمرینات می‌توان از این تمرینات در توان‌بخشی حرکتی نابینایان، سازمان‌های بهزیستی، سازمان‌های ورزشی معلولین نابینایی، فدارسیون‌های ورزشی مرتبط با نابینایان، هیئت‌های ورزشی در سطح استان‌ها و همچنین در مدارس استثنایی نابینایان استفاده کرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران در نظر گرفته شده و کد اخلاق به شماره IR.UT.SPORT.REC.1398.035 دریافت شده است. همچنین این پژوهش دارای کد IRCT20200510047381N1 مرکز ثبت کارآزمایی بالینی است. اصول اخلاقی تماماً در این مقاله رعایت شده است. شرکت‌کنندگان اجازه داشتند هر زمان که مایل بودند از پژوهش خارج شوند. همچنین همه شرکت‌کنندگان در جریان روند پژوهش بودند. اطلاعات آن‌ها محرمانه نگه داشته شد.

حامی مالی

این مقاله هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان تأمین‌کننده مالی در بخش‌های عمومی و دولتی، تجاری، غیرانتفاعی دانشگاه یا مرکز تحقیقات دریافت نکرده است.

References

- [1] Mohammadi F. [Assessment of CNS function on postural control with and without somatosensory and vestibular perturbation in goalball players in comparison with nonathlete blind and sighted subjects (Persian)] [MSc. Thesis]. Tehran: University of Tehran; 2008. <https://lib1.ut.ac.ir:8443/site/catalogue/1385180>
- [2] Bourne RR, Flaxman SR, Braithwaite T, Cicinelli MV, Das A, Jonas JB, et al. Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet Global Health*. 2017; 5(9):888-97. [DOI:10.1016/S2214-109X(17)30293-0]
- [3] Ayvazoglu NR, Oh HK, Kozub FM. Explaining physical activity in children with visual impairments: A family systems approach. *Exceptional Children*. 2006; 72(2):235-48. [DOI:10.1177/00140290607200207]
- [4] Häkkinen A, Holopainen E, Kautiainen H, Sillanpää E, Häkkinen K. Neuromuscular function and balance of prepubertal and pubertal blind and sighted boys. *Acta Paediatrica*. 2006; 95(10):1277-83. [DOI:10.1080/08035250600573144] [PMID]
- [5] Soares AV, Oliveira CSRd, Knabben RJ, Domenech SC, Junior NGB. Postural control in blind subjects. *Einstein (Sao Paulo)*. 2011; 9(4):470-6. [DOI:10.1590/S1679-45082011AO2046] [PMID]
- [6] Blomqvist S, Rehn B. Validity and reliability of the Dynamic One Leg Stance (DOLS) in people with vision loss. *Advances in Physiotherapy*. 2007; 9(3):129-35. [DOI:10.1080/14038190701395671]
- [7] Karadenizli Z, Erkut O, Ramazanoglu N, Selda U, Camliguney A, Bozkurt S, et al. Comparison of dynamic and static balance in adolescents handball and soccer players. *Turkish Journal of Sport and Exercise*. 2014; 16(1):47-54. [DOI:10.15314/TJSE.201416111]
- [8] Letafatkar K, Alizadeh MH, Kordi MR. The effect of exhausting exercise induced fatigue on the double-leg balance of elite male athletes. *Journal of Social Sciences*. 2009; 5(4):445-51. [DOI:10.3844/jssp.2009.445.451]
- [9] Akinoğlu B, Kocahan T. Comparison of muscular strength and balance in athletes with visual impairment and hearing impairment. *Journal of Exercise Rehabilitation*. 2018; 14(5):765-70. [DOI:10.12965/jer.1836304.152] [PMID] [PMCID]
- [10] Grabiner MD, Crenshaw JR, Hurt CP, Rosenblatt NJ, Troy KL. Exercise-based fall prevention: Can you be a bit more specific? *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2014; 42(4):161-8. [DOI:10.1249/JES.000000000000023] [PMID]
- [11] Carty CP, Cronin NJ, Nicholson D, Lichtwark GA, Mills PM, Kerr G, et al. Reactive stepping behaviour in response to forward loss of balance predicts future falls in community-dwelling older adults. *Age and Ageing*. 2014; 44(1):109-15. [DOI:10.1093/ageing/afu054] [PMID]
- [12] Mansfield A, Aquil A, Danells CJ, Knorr S, Centen A, DePaul VG, et al. Does perturbation-based balance training prevent falls among individuals with chronic stroke? A randomised controlled trial. *BMJ Open*. 2018; 8(8):e021510. [DOI:10.1136/bmjopen-2018-021510] [PMID] [PMCID]
- [13] Mansfield A, Wong JS, Bryce J, Knorr S, Patterson KK. Does perturbation-based balance training prevent falls? Systematic review and meta-analysis of preliminary randomized controlled trials. *Physical Therapy*. 2015; 95(5):700-9. [DOI:10.2522/ptj.20140090] [PMID]
- [14] Desai P, Kaur T, Dsouza P, Shah MR. Effectiveness of perturbation based balance training in an older individuals: A randomized clinical trial. *International Journal of Health Sciences and Research*. 2018; 8(7):122-34. https://www.ijhsr.org/IJHSR_Vol.8_Issue.7_July2018/17.pdf
- [15] Krasilshchikov O, Subramanian SS, Hashim HA, Shihabuddin TM, Shokri AA, Ismail MS. Improving exercise capacity and reducing the risk of falls in osteoarthritis patients: The role of perturbation and functional training. *Journal of Physical Education and Sport*. 2018; 18(3):1555-61. [DOI:10.7752/jpes.2018.03230]
- [16] Di Cagno A, Giombini A, Iuliano E, Moffa S, Caliendo T, Parisi A, et al. Acute effect of whole body vibration on postural control in congenitally blind subjects: A preliminary evidence. *Disability and Rehabilitation*. 2018; 40(22):2632-6. [DOI:10.1080/09638288.2017.1353650] [PMID]
- [17] Sadeghi S, Mahdaviniezhad R, Kamali A. [Effectiveness of core stabilization exercises on balance and gait speed of blind students (Persian)]. *Journal for Research in Sport Rehabilitation*. 2016; 4(7):21-30. [DOI:10.22084/RSR.2016.1590]
- [18] Parreira RB, Grecco LA, Oliveira CS. Postural control in blind individuals: A systematic review. *Gait & Posture*. 2017; 57:161-7. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2017.06.008] [PMID]
- [19] Rutkowska I, Bednarczuk G, Molik B, Morgulec-Adamowicz N, Marszałek J, Kaźmierska-Kowalewska K, et al. Balance functional assessment in people with visual impairment. *Journal of Human Kinetics*. 2015; 48(1):99-109. [DOI:10.1515/hukin-2015-0096] [PMID] [PMCID]
- [20] Hebert JR, Corboy JR, Manago MM, Schenkman M. Effects of vestibular rehabilitation on multiple sclerosis-related fatigue and upright postural control: A randomized controlled trial. *Physical Therapy*. 2011; 91(8):1166-83. [DOI:10.2522/ptj.20100399] [PMID]
- [21] Hurd WJ, Chmielewski TL, Snyder-Mackler L. Perturbation-enhanced neuromuscular training alters muscle activity in female athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2006; 14(1):60-9. [DOI:10.1007/s00167-005-0624-y] [PMID]
- [22] Gaerlan MG. The role of visual, vestibular, and somatosensory systems in postural balance [MSc. Thesis]. Nevada: University of Nevada; 2010. <https://www.proquest.com/openview/12f016195a4b9e391031b060fd90f31a/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750>
- [23] Aydoğ E, Aydoğ ST, Cakci A, Doral MN. Dynamic postural stability in blind athletes using the biodex stability system. *International Journal of Sports Medicine*. 2006; 27(5):415-8. [DOI:10.1055/s-2005-865777] [PMID]

- [24] Nithya R. Effect of Cawthorne-Cooksey exercises along with breathing and proprioception exercises on balance, disability and postural control in vertigo patients [PhD. Dissertation]. India: KG College of Physiotherapy; 2012. <http://repository-tnmgrmu.ac.in/id/eprint/2899>
- [25] Salar S, Daneshmandi H. [Relationship between lumbar-pelvic function and static and dynamic balance in children with autism spectrum disorders (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2017; 6(2):168-79. <https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=550892>
- [26] Bogle Thorbahn LD, Newton RA. Use of the Berg Balance Test to predict falls in elderly persons. Physical Therapy. 1996; 76(6):576-83. [DOI:10.1093/ptj/76.6.576] [PMID]
- [27] Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: A new clinical measure of balance. Journal of Gerontology. 1990; 45(6):M192-7. [DOI:10.1093/geronj/45.6.M192] [PMID]
- [28] Raji P. Functional balance tests. Auditory and Vestibular Research. 2012; 21(4):1-9. <https://avr.tums.ac.ir/index.php/avr/article/view/487>
- [29] Oh HK, Ozturk MA, Kozub FM. Physical activity and social engagement patterns during physical education of youth with visual impairments. RE View. 2004; 36(1):39-48. [DOI:10.3200/REVU.36.1.39-48]
- [30] Mavrovouniotis FI, Papaioannou CS, Argiriadou EA, Mourtakis CM, Konstantinakis PD, Pikoula IT, et al. The effect of a combined training program with Greek dances and Pilates on the balance of blind children. Journal of Physical Education and Sport. 2013; 13(1):91-100. [DOI:10.7752/jpes.2013.01016]
- [31] Gerards MH, McCrum C, Mansfield A, Meijer K. Perturbation-based balance training for falls reduction among older adults: Current evidence and implications for clinical practice. Geriatrics & Gerontology International. 2017; 17(12):2294-303. [DOI:10.1111/ggi.13082] [PMID] [PMCID]
- [32] Nakamura H, Tsuchida T, Mano Y. The assessment of posture control in the elderly using the displacement of the center of pressure after forward platform translation. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2001; 11(6):395-403. [DOI:10.1016/S1050-6411(01)00016-5]
- [33] De Freitas PB, Knight CA, Barela JA. Postural reactions following forward platform perturbation in young, middle-age, and old adults. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2010; 20(4):693-700. [DOI:10.1016/j.jelekin.2009.11.009] [PMID]
- [34] Wiszomirska I, Kaczmarczyk K, Błażkiewicz M, Wit A. The impact of a vestibular-stimulating exercise regime on postural stability in people with visual impairment. BioMed Research International. 2015; 2015:136969. [DOI:10.1155/2015/136969] [PMID] [PMCID]
- [35] Sravani C, Metgud D. Effect of balance training on dynamic stability and functional independence in visually disabled children- a randomized controlled trial. International Journal of Therapies and Rehabilitation Research. 2014; 3(4):14-22. [DOI:10.5455/ijtrr.000000038]
- [36] Mahrokh Moghadam A, Zarei M, Mohammadi F. [The effect of central stability exercises on the fitness of the athletes of Gulbal elite (Persian)]. Sports Medicine Studies. 2017; 10(23):47-61. [DOI:10.22089/SMJ.2017.3605.1196]
- [37] Chien JE, Hsu WL. Effects of dynamic perturbation-based training on balance control of community-dwelling older adults. Scientific Reports. 2018; 8(1):17231. [DOI:10.1038/s41598-018-35644-5] [PMID] [PMCID]

This Page Intentionally Left Blank