

## Research Paper

## The Effect of an 8-week Exercise Program Focused on Anticipatory Postural Adjustments on Postural Control and Motor Function in the Elderly

Hamed Arghavani<sup>1</sup> , \*Vahid Zolaktaf<sup>1</sup> , Shahram Lenjannejadian<sup>1</sup>

1. Department of Corrective Exercises, Faculty of Physical Education, University of Isfahan, Isfahan, Iran.



**Citation:** Arghavani H, Zolaktaf V, Lenjannejadian Sh. [The Effect of an 8-week Exercise Program Focused on Anticipatory Postural Adjustments on Postural Control and Motor Function in the Elderly (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2020; 15(2):236-245. <https://doi.org/10.32598/sija.2020.3.220>

<https://doi.org/10.32598/sija.2020.3.220>



Received: 21 Jul 2019

Accepted: 23 Jul 2019

Available Online: 01 July 2020

**Key words:**

Balance, Anticipatory postural adjustments, Exercise, Elderly

**ABSTRACT**

**Objectives** Improving balance and motor function in the elderly for preventing falling and its irreparable consequences has attracted the attention of many researchers in the field of aging. The purpose of the present is to investigate the effect of an exercise program based on Anticipatory Postural Adjustments (APAs) on postural control and motor function of the elderly.

**Methods & Materials** In this experimental study conducted in 2017, the study population consists of 38 eligible male elderly people with a history of falls at least once in the last six months living in Isfahan, Iran in two groups: 18 in the test group (mean age =70.4±3.2, mean height=65.3±6.2 cm, mean weight=65.3±4.2 kg) and 15 in the control group (mean age =69.6±3.1 years, mean height =167±5.5 cm, mean weight =67.3±6.8). A foot-scan device was used to measure their postural control, and the Timed Up and Go (TUG) test was taken to measure their motor function. Data were analyzed in SPSS v. 20 software using repeated measures ANOVA at the significance level of  $P \leq 0.05$ .

**Results** The exercise program significantly improved the mean postural control scores in anterior/posterior direction from 28.1±6.2 to 20.5±2.4 ( $F=8.21$ ,  $P \leq 0.05$ ), in medial/lateral direction from 17.1±1.5 to 13.2±2.9 ( $F=13.4$ ,  $P \leq 0.05$ ), and in overall from 312.4±21.2 to 285.8±17.5 ( $F=10.02$ ,  $P \leq 0.05$ ); It also improved the mean TUG test score from 13.3±2.1 to 10.1±1.0 ( $F=16.02$ ,  $P \leq 0.05$ ). The experimental group showed a better performance than the control group after exercise in TUG test and postural control parameters ( $P \leq 0.05$ ).

**Conclusion** An 8-week exercise program focused on APAs can be effective in improving postural control and motor function of the elderly.

**Extended Abstract****1. Introduction**

Many researchers believe that loss of postural balance in the face of perturbation is the main reason for the fall in the elderly people [1]. The central nervous system

uses two anticipatory and compensatory postural adjustments to maintain, restore, and control postural balance under perturbation. If the anticipatory mechanism be activated in time, earlier or with less delay, the need for more activity of the compensating mechanism will be reduced and, therefore, the displacement of the center of gravity will decrease and the postural balance will be maintained better or restored sooner [2, 3].

**\* Corresponding Author:**

Vahid Zolaktaf, PhD.

Address: Department of Corrective Exercises, Faculty of Physical Education, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

Tel: +98 (913) 1130369

E-mail: v.zolaktaf@spr.ui.ac.ir

Postural control mechanisms in the elderly are impaired [4]. Recently, researchers have proven the possibility of improving the anticipatory mechanism of postural balance control in the elderly with exercises for receiving and throwing the ball [5]. Due to the novelty of these exercises and the lack of a specific training protocol in this area, the aim of this study was to evaluate the effect of an eight-week training protocol focused on the Anticipatory Postural Adjustments (APAs) on the postural control and motor function of the elderly people.

## 2. Methods & Materials

In this experimental study conducted in 2017, the study population consists of male elderly people in Isfahan, Iran with a history of falls at least once in the last six months. Considering  $\alpha=0.05$ ,  $\beta=0.8$  and effect size=0.3 in G\*POWER software, 15 samples for each group were calculated, which due to the possibility of sample drop, it was determined 20. After considering the inclusion criteria, 40 eligible individuals were selected and randomly divided into two equal groups. Of them, 18 in the test group (mean age =70.4±3.2, mean height =165.3±6.2 cm, mean weight =65.3±4.2 kg) and 15 in the control group (mean age =69.6±3.1 years, mean height =167±5.5 cm, mean weight =67.3±6.8) completed the evaluations.

The experimental group participated in the exercise program for 8 weeks, 3 sessions per week each for 1 hour. The main movements were a set of throwing and receiving exercises, which included the variables of throwing distance

(far or near), throwing direction (high up in the air or down to the ground), throwing type (overhead or lower to chest), weight of the ball (light or heavy), type of the ball (basketball, volleyball, medical), posture (increased or reduced base of support), sitting position on a chair (fixed or adjustable) were manipulated during the program. Footscan 7 (RSscan International, Olen, Belgium) was used to measure postural control of the elderly.

After determining the dominant leg, the subjects were asked to stand on the device with the dominant leg barefoot and with eyes open. The duration of the test was three repetitions of 30 seconds with two minutes of rest between each attempt. The average of these repetitions was recorded as an individual record for further calculations. The Timed Up and Go (TUG) test was used to measure functional mobility of the subjects. It uses the time when the subject rises from a chair with no arms, walks three meters with maximum speed, and then walks back to the chair and sits down. Each subject performed the test twice and the best recorded time was considered as his record. After eight weeks of exercise, the pre-tests were performed again. Repeated-measures ANOVA was used for the analysis of time and group effects at a significance level of 0.05.

## 3. Results

According to Table 1, the results of within-group and between-group comparisons showed that the eight-week exercise program improved anterior/posterior control, medial/lateral control, overall postural control, and TUG test score

**Table 1.** Repeated-measures ANOVA results

Variables	Group	Mean±SD		Within-group Comparison	Between-group Comparison	Interaction Effect
		Pre-test	Post-test			
Anterior/posterior control (cm)	Test (n=18)	28.02±6.22	20.52±2.41	F=8.21 P=0.012*	F=5.88 P=0.031*	F=14.33 P=0.002*
	Control (n=15)	29.53±5.52	27.13±4.22	F=1.54 P=0.213		
Medial/lateral control (cm)	Test (n=18)	17.09±5.12	13.20±2.90	F=13.45 P=0.019*	F=7.49 P=0.002*	F=17.89 P=0.019*
	Control (n=15)	19.78±4.55	19.40±19.40	F=2.08 P=0.302		
Overall postural control (cm)	Test (n=18)	312.41±21.20	285.79±17.51	F=10.2 P=0.001*	F=5.38 P=0.022*	F=6.91 P=0.001*
	Control (n=15)	301.14±22.85	309.89± 23.60	F=1.95 P=0.237		
TUG test score	Test (n=18)	13.31±2.11	10.06±10.06	F=16.2 P=0.001*	F=12.65 P=0.018*	F=12.11 P=0.036*
	Control (n=15)	14.83±2.03	14.58±2.45	F=3.11 P=0.114		

\* There is a significant difference at P<0.05.

( $P \leq 0.05$ ); but in the control group, there were no significant changes ( $P \geq 0.05$ ).

#### 4. Conclusion

With the onset of aging, there is a decrease in motor function and balance. One of the reasons for this decrease is the reduced use of APAs in the elderly. Therefore, APAs is significantly delayed in healthy elderly compared to young people, and the muscles with an activity similar to that of primary motor cortex muscles or the moment of impact are used [6]. Delayed muscle activity in the APAs phase in the elderly causes greater displacement of the center of mass after perturbation, indicating greater postural instability [7]. However, clinical practice has not specifically focused on improving the APAs. This may be due to the lack of evidence on the role of exercises focused on APAs in improving postural stability and motor function in the elderly [5].

There, we suggest that APA-based exercises can improve the balance of the elderly and reduce falls in them. In all three postural control indices (anterior/posterior, medial/lateral and overall), a decrease in center of pressure displacement was observed after exercise, indicating an improvement in the static balance. Moreover, the functional mobility of the elderly under TUG test decreased by 3.25 seconds, in average, after exercise. The TUG test score is related to Berg Balance Scale score and walking speed; hence, the improvement in the score of TUG test in our study shows that the postural stability of the elderly was improved and they were less likely to be at risk of falling.

It seems that an 8-week training intervention focused on APAs which included throwing and receiving a ball with different weights and sizes and in different directions and positions, can improve postural stability in the elderly. It is possible that a APA-based training program reduces the need to activate the compensatory mechanism by timely activation of the muscles involved in APAs, and reduces the displacement of the center of gravity. These exercises are an effective way to improve the APAs and, thus, postural balance and motor function in the elderly which eventually prevents falling and its irreparable consequences.

Corrective exercise specialists and physiotherapists who work with older adults can use this program along with other training protocols to improve balance and motor function of the older people. The limitations of the present study include: the statistical population limited to one city, short study duration, uncontrolled mental and psychological conditions of the subjects, the use of a convenience sampling technique, and the effect of individual and hereditary differences on test results.

## Ethical Considerations

### Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Ethics Committee of University of Isfahan (Code: IR.UI.REC1396, 065). All the procedures of the study were explained to participants, and all their questions were answered before they were asked to participate in the study.

### Funding

The present paper was extracted from the PhD. thesis of the first author, Department of Corrective Exercises, Faculty of Physical Education, University of Isfahan, Isfahan.

### Authors' contributions

All authors equally contributed in preparing this article.

### Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

### Acknowledgements

We wish to express our sincere gratitude to all the elderly, and the University of Isfahan whose cooperation has been a great source of help.

## تأثیر هشت هفته تمرینات متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین کنترل تعادل بر کنترل قامت و عملکرد حرکتی سالمندان

حامد ارغوانی<sup>۱</sup>، وحید ذوالاکتاف<sup>۱\*</sup>، شهرام لنجان نژادیان<sup>۱</sup>

۱. گروه تمرینات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

### چکیده

**اهداف:** بهبود تعادل و تحرک عملکردی برای پیشگیری از افتادن و عواقب جبران‌ناپذیر آن در سالمندان توجه بسیاری از محققین حیطه سالمندی را به خود جلب کرده است؛ بنابراین هدف از تحقیق حاضر تأثیر تمرینات متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین کنترل قامت بر تعادل و عملکرد حرکتی سالمندان بود.

**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش تجربی که در سال ۱۳۹۶ انجام شد، جامعه آماری را سالمندان مرد با سابقه افتادن حداقل یک بار در شش ماه گذشته شهر اصفهان تشکیل دادند. پس از در نظر گرفتن معیارهای تحقیق، چهل نفر از واجدین شرایط انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه مساوی تقسیم شدند. از این میان هجده نفر از گروه آزمایش با میانگین سنی  $70.4 \pm 3.7$ ، قد  $165.3 \pm 6.2$ ، وزن  $65.7 \pm 4.2$  و ۱۵ نفر از گروه کنترل با میانگین سنی  $69.6 \pm 3.1$ ، قد  $167.0 \pm 5.5$  و وزن  $67.3 \pm 6.8$  در تحقیق وارد شدند. گروه آزمایش در برنامه مداخله تمرینی متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین کنترل قامت شرکت کردند. برای اندازه‌گیری کنترل قامت سالمندان از دستگاه فوت اسکن و برای اندازه‌گیری عملکرد حرکتی آن‌ها از آزمون زمان برخاستن و رفتن استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ و آزمون آنوای تکراری در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد. از آنووا با اندازه‌گیری تکراری برای بررسی هم‌زمان اثر زمان و اثر گروه استفاده شد.

**یافته‌ها:** اعمال مداخله تمرینی باعث بهبود معنادار میانگین کنترل قامت سالمندان گروه آزمایش در شاخص‌های قدامی خلفی از  $28.1 \pm 6.2$  در پیش‌آزمون به  $20.5 \pm 2.4$  در پس‌آزمون ( $F=2.7$  و  $P \leq 0.05$ )، داخلی-خارجی از  $17.1 \pm 5.1$  در پیش‌آزمون به  $12.7 \pm 2.9$  در پس‌آزمون ( $F=3.1$  و  $P \leq 0.05$ )، و کل از  $31.2 \pm 2.1$  در پیش‌آزمون به  $28.5 \pm 1.5$  در پس‌آزمون ( $F=10.0$  و  $P \leq 0.05$ ) و بهبود میانگین نمره آزمون برخاستن و رفتن از  $12.3 \pm 2.1$  در پیش‌آزمون به  $10.1 \pm 1.0$  در پس‌آزمون ( $F=16.0$ ) و  $P \leq 0.05$  شده بود. همچنین گروه آزمایش در میانگین نمره آزمون زمان برخاستن و رفتن و شاخص‌های کنترل قامت نسبت به گروه کنترل بعد از مداخله تمرینی، عملکرد معنادار بهتری نشان دادند ( $P \leq 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** نتایج مطالعه حاضر نشان داد هشت هفته برنامه تمرینی متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین کنترل تعادل می‌تواند در بهبود کنترل قامت و عملکرد حرکتی سالمندان مؤثر باشد.

تاریخ دریافت: ۳۰ تیر ۱۳۹۸

تاریخ پذیرش: ۰۱ مرداد ۱۳۹۸

تاریخ انتشار: ۱۱ تیر ۱۳۹۹

### کلیدواژه‌ها:

تعادل، مکانیسم پیش‌بین، تمرین، سالمندان

### مقدمه

جامعه سالمندان بوده‌اند و طی فقط ۳۵ سال بعد، پیش‌بینی می‌شود جمعیت سالمندان به حدود ۳۳ درصد افزایش یابد [۱]. همچنین گزارش شده که تا سال ۲۰۲۵، افراد سالمند ۳۶ درصد از کل جمعیت جهان را تشکیل خواهند داد و از این رو تأمین سلامت سالمندان در ابعاد مختلف جسمانی، حرکتی و اجتماعی همواره مورد توجه محققین بوده است [۲].

افزایش سن به واسطه اختلال در عملکرد حرکتی، با کاهش توانایی نگهداری قامت بدن و افت عملکرد سیستم‌های کنترل

سالمندی بخشی از فرایند زیستی است که تمام موجودات زنده از جمله انسان را دربر می‌گیرد. با پیشرفت بهداشت و ارائه مراقبت‌های پیشگیرانه و کنترل بیماری‌های واگیردار، طول عمر انسان بیشتر شده؛ به طوری که شمار سالمندان به‌خصوص در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه به‌شدت افزایش یافته است [۱]. در ایران نیز رشد تعداد افراد سالمند از رشد جمعیت کشور بیشتر است و طبق گزارشات در سال ۲۰۱۵ حدود ۱۰ درصد

\* نویسنده مسئول:

وحید ذوالاکتاف

نشانی: اصفهان، دانشگاه اصفهان، دانشکده تربیت بدنی، گروه تمرینات اصلاحی.

تلفن: ۹۸ (۹۱۳) ۱۱۳۰۳۶۹+

پست الکترونیکی: volaktaf@spr.ui.ac.ir

است [۱۰]. همچنین چند تحقیق دیگر نشان داده است که مکانیسم‌های کنترل تعادل در بیماران پارکینسون و ام‌اس نیز دچار اختلال شده است [۱۱، ۱۲].

در تحقیقی دیگر از تمرینات یک‌جلسه‌ای، شامل پرتاب و دریافت توپ، برای افراد جوان با ناپایداری مچ پا به منظور تأثیرگذاری بر مکانیسم‌های کنترل تعادل استفاده کرده‌اند و نتایج خوبی را از تأثیرگذاری این نوع تمرینات بر مکانیسم‌های کنترل پاسچر گزارش کرده‌اند [۱۳]. همچنین کانکار و همکاران در تحقیق خود جهت بهبود مکانیسم‌های کنترل تعادل از تمرینات دریافت و پرتاب توپ یک‌جلسه‌ای برای سالمندان استفاده و گزارش کردند تمرینات یک‌جلسه‌ای پرتاب و دریافت توپ می‌تواند باعث بهبود عملکرد سیستم‌های کنترل تعادل سالمندان شود [۱۴]. در ادامه محققین به معرفی یک روش ابداعی جدید برای بهبود مکانیسم‌های کنترل تعادل پرداخته، امکان‌پذیری و تأثیرگذاری این تمرینات روی مکانیسم‌های کنترل تعادل، عملکرد حرکتی و ترس از افتادن سالمندان را بررسی کرده‌اند. محققین گزارش کردند که تمرینات چهارهفته‌ای دریافت و پرتاب توپ (متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین کنترل تعادل) می‌تواند در بهبود کنترل قامت، تعادل عملکردی و کیفیت زندگی سالمندان مؤثر باشد [۹].

بنابراین با توجه به جدید بودن این حیطة از تمرینات، ناشناخته بودن نحوه تأثیرگذاری بر تعادل و عملکرد حرکتی سالمندان، نبود پروتکل تمرینی مشخص و اینکه تحقیقی در داخل و خارج از کشور در این زمینه که از تمرینات بلندمدت متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین کنترل تعادل جهت بهبود تعادل و عملکرد حرکتی سالمندان استفاده کرده باشد، مهم است که تأثیر تمرینات بلندمدت متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین در بهبود کنترل قامت و تحرک عملکردی بیشتر مطالعه شود.

### روش مطالعه

تحقیق حاضر از نوع تجربی با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون و جامعه آماری، شامل سالمندان مرد با سابقه افتادن حداقل یک‌بار در شش ماه گذشته در شهر اصفهان بود. پس از کسب تأییدیه کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به شماره IR.U.I. REC1396,065 و هماهنگی با مراکز و نهادهای مربوطه و با مراجعه به پارک‌ها و مساجد و توزیع برگه‌های شرکت داوطلبانه در تحقیق بین سالمندان، حدود ۹۵ سالمند اعلام آمادگی کردند و به پزشک متخصص برای بررسی سلامت عمومی و و کسب رضایت‌نامه آگاهانه شرکت در تحقیق ارجاع داده شدند که از این میان، ۵۴ نفر به پزشک معرفی‌شده مراجعه کردند و با توجه به معیارهای تحقیق ۴۰ نفر از سالمندان انتخاب شدند. پس از اجرای پیش‌آزمون‌ها نمونه‌ها به دو گروه آزمایش و کنترل (هر کدام ۲۰ نفر) به صورت تصادفی تقسیم شدند. با در نظر گرفتن آلفای ۰/۰۵، بتای ۰/۸ و حجم تأثیر ۰/۳ در نرم‌افزار  $G^*$

قامت همراه است که خود باعث کاهش تحرک عملکردی و مشکلات اجتماعی فیزیولوژیکی شده و در نهایت باعث افزایش ریسک افتادن می‌شود. افتادن‌ها یک عامل اصلی آسیب و مرگ‌ومیر در میان سالمندان و یک موضوع مهم در سلامت عمومی است. یک‌سوم افراد بالای ۶۵ سال و یک‌دوم افراد بالای ۸۰ سال یک‌بار در سال افتادن را تجربه می‌کنند. از طرفی مشکل تعادل و افتادن در سالمندان و پیامدهای بعد آن به پنجمین عامل مرگ‌ومیر آن‌ها تبدیل شده است [۴]. تعدادی از مقالات متاآنالیزی و تحقیقات مروری نشان داده‌اند از میان همه مداخلات موجود (دارویی، بینایی، تمرینات ورزشی)، تمرینات ورزشی بیشترین اهمیت را از نظر اثربخشی و تعمیم‌پذیری به گروه بیشتری از سالمندان جهت پیشگیری از افتادن، دارد [۵]. از طرفی بسیاری از محققین معتقدند کاهش تعادل به عنوان اصلی‌ترین عامل مؤثر در زمین خوردن سالمندان به شمار می‌رود؛ بنابراین تمرینات ورزشی که فاکتور تعادل را در این گروه سنی مورد توجه قرار می‌دهند مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است [۶].

سیستم عصبی مرکزی از دو مکانیسم کنترلی مختلف برای نگهداری، بازیابی و کنترل تعادل در مواجهه با اغتشاش استفاده می‌کند. مکانیسم اول شامل کنترل تعادل فید فوروارد یا تنظیمات پیش‌بین قامت است. این مکانیسم بر اساس تجربیات قبلی در حداقل کردن اختلال تعادل به خاطر اغتشاش خارجی قابل پیش‌بینی عمل می‌کند [۷]. مکانیسم دوم شامل تغییر در فعالیت عضلات پاسچر بعد از اتفاق افتادن اغتشاش است. این مکانیسم به عنوان تنظیم‌کننده جبرانی پاسچر یا فیدبک کنترل تعادل شناخته می‌شود. به عبارت دیگر وقتی اغتشاش قابل پیش‌بینی است، فعالیت مکانیسم پیش‌بین به عنوان خط دفاعی اول، بدن را برای مواجهه با اختلال آماده می‌کند و سپس توسط مکانیسم جبران‌کننده دنبال می‌شود که هر دو به تکمیل پروسه بازیابی تعادل کمک می‌کنند. برای مثال به کار بردن مکانیسم پیش‌بین به طور معناداری نیاز به مکانیسم جبران‌کننده بزرگ‌تر را کاهش داده و باعث پایداری بهتر قامت می‌شود که خود باعث کاهش معنادار جابه‌جایی مرکز ثقل بدن و مرکز فشار پیرو یک اغتشاش در افراد جوان و سالمند می‌شود [۸]. این یافته‌ها اهمیت مکانیسم پیش‌بین را در کنترل تعادل برجسته می‌کند و نشان می‌دهد که یک ارتباط بین دو مکانیسم کنترل تعادل وجود دارد؛ یعنی اگر مکانیسم پیش‌بین به‌موقع و زودتر و با تأخیر کمتر در سالمندان فعال شود، نیاز به جابه‌جایی بیشتر مرکز ثقل کاهش‌یافته و از این طریق تعادل بیشتر حفظ خواهد شد؛ در نتیجه محققین معتقد هستند که با تمرینات متمرکز روی این مکانیسم‌ها می‌توان باعث بهبود بهتر تعادل افراد سالمند و کاهش افتادن در سالمندان شد [۹].

مشخص‌شده مکانیسم‌های کنترل تعادل در افراد دارای مشکل تعادل مختل شده و قابلیت تغییر، تمرین‌پذیری و بهبود را دارند. در این زمینه کانکار و آراوین نشان دادند مکانیسم‌های کنترل تعادل در افراد سالمند نسبت به افراد جوان دچار اختلال شده

Time (ms)	4360		
Selection	19.980 seconds		
Total Time	19.980 seconds		
Recording speed	50 frames/sec		
Total number of frames	999 #Frames		
	Minimum	Maximum	Delta
COF X	269 mm	274 mm	5 mm
COF Y	121 mm	136 mm	15 mm
COF Total traveled way	205 mm		
	COF X	COF Y	
Current COF (mm)	272	127	



## سالمند

تصویر ۱. دستگاه فوت اسکن و خروجی میانگین جابه‌جایی فشار در شاخص‌های قدامی‌خلفی، داخلی‌خارجی و کل

تکرار ۳۰ ثانیه‌ای همراه با ۲ دقیقه استراحت در بین هر تلاش بود و میانگین داده‌ها به‌عنوان رکورد فرد جهت محاسبات بعدی ثبت شد.

برای اندازه‌گیری تحرک عملکردی سالمندان از آزمون زمان برخاستن و رفتن استفاده شد. این آزمون موبیلیتی، تعادل، توانایی راه رفتن و خطر افتادن را ارزیابی می‌کند و از پایایی و روایی بالایی در سالمندان برخوردار است [۱۵]. نحوه انجام آزمون به این ترتیب بود که آزمودنی از روی یک صندلی بدون دسته بدون کمک دست‌ها بلند شده و با حداکثر سرعت راه رفتن مسیر سه‌متری را طی کرده و بازمی‌گردد و دوباره روی صندلی می‌نشیند. به منظور آشنایی آزمودنی با نحوه انجام آزمون، هریک از آزمودنی‌ها قبل از انجام آزمون سه بار آن را تمرین کردند. هر آزمودنی آزمون اصلی را دو بار اجرا کرد و بهترین زمان ثبت‌شده به‌عنوان رکورد وی ثبت شد.

پس از اجرای هشت هفته تمرین، پیش‌آزمون‌ها مجدد اجرا و جمع‌آوری داده‌ها کامل شد. در این پژوهش از آمار توصیفی جهت مرتب کردن داده‌ها و از آمار استنباطی جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. در بخش آمار استنباطی به منظور بررسی طبیعی بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. از آن‌ووا با اندازه‌گیری تکراری<sup>۲</sup> برای بررسی هم‌زمان اثر زمان و اثر گروه استفاده شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد و سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

**جدول شماره ۱** ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌های این تحقیق را نشان می‌دهد. در گروه آزمایش تنها ۱۸ نفر و در گروه کنترل ۱۵ نفر موفق به تکمیل مراحل اندازه‌گیری شدند.

با توجه به **جدول شماره ۱**، بین گروه‌ها از نظر ویژگی‌های

POWER نسخه ۳/۱/۹/۲ به ۱۵ نفر در هر گروه نیاز بود که به دلیل احتمال ریزش نمونه‌ها، ۲۰ نفر در هر گروه انتخاب شدند. سپس گروه آزمایش در یک برنامه تمرینی متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین کنترل تعادل به مدت هشت هفته (هر هفته سه جلسه و هر جلسه یک ساعت) شرکت کردند و گروه کنترل هیچ برنامه تمرینی انجام ندادند. پروتکل تمرینی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن ۴۰ دقیقه برنامه اصلی و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. حرکات اصلی مجموعه‌ای از پرتاب و دریافت‌های مختلف بود که متغیرهای فاصله پرتاب (دور و نزدیک)، جهت پرتاب (هوایی و زمینی)، نوع پرتاب (بالای سر و داخل سینه)، وزن و نوع توپ (سبک و سنگین، والیبال بسکتبال و طبی)، نحوه ایستادن (افزایش و کاهش سطح اتکا) و نشست روی صندلی (ثابت و متحرک) در طول برنامه دست‌کاری شدند.

معیارهای ورود شامل داشتن حداقل سن ۶۰ سال، پر کردن فرم رضایت آگاهانه و جواب مثبت به‌تمامی سؤالات پرسش‌نامه آمادگی فعالیت بدنی، عدم وجود هرگونه منع پزشکی و اخلاقی برای شرکت در تمرینات (شناختی، بینایی، شنوایی، قلبی و تنفسی) بودند و معیارهای خروج شامل عدم تکمیل آزمون‌ها، داشتن ناهنجاری‌های کف پا و عدم شرکت در تمرینات بود.

برای اندازه‌گیری کنترل قامت سالمندان از فوت اسکن<sup>۲</sup> ساخت کشور بلژیک استفاده شد و تغییرات مرکز فشار در کف پا به مدت ۳۰ ثانیه ثبت شد. دستگاه فوت‌اسکن سه سری داده شامل میزان تغییرات مرکز فشار کف پا در جهات داخلی‌خارجی، قدامی‌خلفی و شاخص کلی را محاسبه و ارائه می‌کند (تصویر شماره ۱). ابتدا فرد با لباس راحت به مدت پنج دقیقه گرم کردن شامل حرکات کششی و نرم دویدن در محل آزمایشگاه را انجام داد. پس از تعیین پای برتر افراد، از آزمودنی‌ها خواسته شد با پای برتر برهنه با چشم‌باز، روی دستگاه بایستند و به علامتی که در فاصله سه‌متری قرار دارد نگاه کنند. مدت‌زمان انجام آزمون، سه

1. Physical Activity Readiness Questionnaire  
2. RSscan international footscan7 balance

3. Repeated measure ANOVA

جدول ۱. مشخصات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها به تفکیک گروه‌های تحقیق

وضعیت	تعداد آزمودنی	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	سن (سال)
گروه آزمایش	۱۸	۱۶۵/۳±۶/۲۶	۶۵/۳±۴/۲۴	۷۰/۴±۳/۲۱
گروه کنترل	۱۵	۱۶۷/۰±۵/۴۹	۶۷/۳±۶/۸۵	۶۹/۶±۳/۰۹
مقدار احتمال	-	۰/۴۱۷	۰/۶۶۹	۰/۸۰۱

سالمند

جدول ۲. نتایج آزمون آنووا با اندازه‌های تکراری برای متغیرهای اندازه‌گیری تحقیق

متغیرها	گروه	میانگین ± انحراف معیار		مقایسه درون گروهی	مقایسه بین گروهی	اثر متقابل
		پس آزمون	پیش آزمون			
شاخص قدامی خلفی (cm)	آزمایش n=18	۲۸/۰۲±۶/۲۲	۲۰/۵۲±۲/۴۱	F=۸/۲۱ P=۰/۰۱۳*	F=۵/۸۸ P=۰/۰۳۱*	F=۴۱/۳۳ P=۰/۰۰۲*
	کنترل n=15	۲۹/۵±۵۳/۵۲	۲۷/۱۳±۴/۲۲	F=۱/۵۴ P=۰/۲۱۳		
شاخص داخلی خارجی (cm)	آزمایش n=18	۱۷/۵±۰۹/۱۲	۱۳/۲۰±۲/۹۰	F=۱۳/۴۵ P=۰/۰۱۹*	F=۷/۴۹ P=۰/۰۰۲*	F=۱۷/۸۹ P=۰/۰۱۹*
	کنترل n=15	۱۹/۴±۷۸/۵۵	۱۹/۴±۲/۶۸	F=۲/۰۸ P=۰/۳۰۲		
شاخص کل (cm)	آزمایش n=18	۳۱۲/۲۱±۴۱/۲۰	۲۸۵/۷۹±۱۷/۵۱	F=۱۰/۲ P=۰/۰۰۱*	F=۵/۳۸ P=۰/۰۲۳*	F=۶/۹۱ P=۰/۰۰۱*
	کنترل n=15	۳۰۱/۲۲±۱۴/۸۵	۳۰۹/۸۹±۲۳/۶۰	F=۱/۹۵ P=۰/۲۳۷		
زمان برخاستن و رفتن (S)	آزمایش n=18	۱۳/۲±۳۱/۱۱	۱۰/۰۶±۱/۰۰	F=۱۶/۲ P=۰/۰۰۱*	F=۱۲/۶۵ P=۰/۰۱۸*	F=۱۲/۱۱ P=۰/۰۳۶*
	کنترل n=15	۱۴/۲±۸۳/۰۳	۱۴/۵۸±۲/۴۵	F=۳/۱۱ P=۰/۱۱۴		

سالمند

علامت \* معنی‌داری آنالیز آماری را نشان می‌دهد.

که هشت هفته تمرین در گروه آزمایش باعث بهبود معنادار عملکرد در متغیرهای اندازه‌گیری شده سه شاخص کنترل قامت (قدامی خلفی، داخلی خارجی، کل) و زمان برخاستن و رفتن نسبت به گروه کنترل شده است ( $P \leq 0.05$ ).

### بحث

هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر تمرینات متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین کنترل تعادل بر کنترل قامت و تحرک عملکردی در مردان سالمند با سابقه افتادن بود. یافته‌های این تحقیق نشان داد که یک دوره تمرین هشت‌هفته‌ای متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین کنترل تعادل باعث بهبود شاخص‌های کنترل قامت می‌شود، به این معنی که در هر سه شاخص کنترل قامت (قدامی خلفی، داخلی خارجی و کل) در گروه آزمایش بعد از تمرین، کاهش جابه‌جایی مرکز فشار مشاهده شد که نشان از بهبود تعادل ایستای سالمندان داشت. همچنین تحرک عملکردی سالمندان

جمعیت‌شناختی تفاوت معناداری وجود نداشته و این ویژگی‌ها نشان‌دهنده همگنی دو گروه در فاکتورهای اثرگذار بر تعادل و راه رفتن است. همچنین نتایج آزمون کولموگروف اسمیرنوف نشان از طبیعی بودن داده‌ها داشت، بنابراین از آمار پارامتریک آنووا با اندازه‌گیری تکراری استفاده شد.

در جدول شماره ۲ اطلاعات مربوط به آزمون آنووا با اندازه‌گیری تکراری در شاخص‌های کنترل قامت و آزمون زمان برخاستن و رفتن در دو گروه ارائه شده است.

با توجه به جدول شماره ۲ نتایج مقایسه درون‌گروهی نشان می‌دهد که انجام تمرین هشت‌هفته‌ای در گروه آزمایش باعث بهبود در سه شاخص کنترل قامت (قدامی خلفی، داخلی خارجی، کل) و زمان برخاستن و رفتن ( $P \leq 0.05$ ) شده است و در گروه کنترل در هیچ‌یک از موارد تغییر معناداری وجود نداشت ( $P \geq 0.05$ ). همچنین نتایج مقایسه بین‌گروهی نشان می‌دهد

این امر می‌تواند ناشی از فقدان شواهدی در مورد نقش تمرینات متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین در بهبود پایداری قامت و تعادل عملکردی در سالمندان باشد؛ در نتیجه محققین معتقد هستند که با تمرینات متمرکز روی این مکانیسم‌ها می‌توان باعث بهبود بهتر تعادل افراد سالمند و کاهش افتادن در سالمندان شد [۱۴].

تاسو و هودگاست نشان دادند یک جلسه تمرین متمرکز بر انقباض عضله عرضی شکم در افراد با کم‌دردی، باعث فعال شدن زودتر آن هنگام بلند کردن دست شده است و در ادامه نشان دادند که چهار هفته تمرین مشابه باعث بهبود فعال شدن مکانیسم پیش‌بین عضله عرضی و کم شدن تأخیر شروع انقباض این عضله هنگام راه رفتن شده و از این طریق علائم بیماری کاهش‌یافته است [۲۲]. همچنین کنسیکائو و همکاران گزارش کردند که یک جلسه تمرین شامل پرتاب و دریافت توپ روی سطوح مختلف در افراد جوان با ناپایداری مچ پا باعث فعال شدن زودتر مکانیسم پیش‌بین شده و از این طریق جابه‌جایی مرکز ثقل کمتر شده و تعادل و کنترل قامت بهبود می‌یابد [۱۳]. اخیراً کانکار و آراوین نشان دادند یک جلسه تمرین شامل فعالیت عملکردی پرتاب یا دریافت توپ، تولید مکانیسم پیش‌بین را قبل از اغتشاش خارجی قابل پیش‌بینی در افراد جوان و سالمند بهبود می‌دهد. این مطالعه نشان داد مواجهه مکرر با اغتشاش خارجی می‌تواند منجر به بهبود توانایی افراد در به‌کارگیری تنظیمات پیش‌بین قامت شده و یک پیامد بهبود کلی کنترل تعادل باشد. با این حال این مطالعه شامل یک جلسه تمرین با محدودیت تعداد نمونه و تکرار تمرین بود [۱۹].

در ادامه جاگ هان و همکاران گزارش کرده‌اند که چهار هفته تمرینات متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین باعث بهبود عملکرد مکانیسم پیش‌بین شده و از این طریق جابه‌جایی مرکز ثقل سالمندان کاهش‌یافته و کنترل قامت آن‌ها افزایش می‌یابد. همچنین آن‌ها گزارش کردند این تمرینات توانسته عملکرد حرکتی و ترس از افتادن را در سالمندان بهبود دهد [۹]. البته تغییرات جابه‌جایی مرکز ثقل و ترس از افتادن در تحقیق اشاره‌شده معنادار نبود. آن‌ها گزارش کردند بعد از تمرین، میانگین سرعت نوسانات قامت در گروه آزمایش ۲/۲ درجه بر ثانیه کاهش‌یافته، اما این بهبود معنادار نبود. از این نظر این تحقیق با تحقیق حاضر هم‌خوانی ندارد و از دلایل آن می‌توان به نمونه کوچک سه‌نفری گروه آزمایش و مدت‌زمان کم چهار هفته‌ای تمرین اشاره کرد. از طرفی تحقیق اشاره‌شده در زمینه بهبود معنادار آزمون عملکرد حرکتی، با تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. آزمودنی‌هایی که در تمرینات متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین شرکت کرده بودند با سرعت بیشتری آزمون زمان برخاستن و رفتن را اجرا کردند و تحرک عملکردی آن‌ها بهبود یافت. از طرفی نمره زمان برخاستن و رفتن با نمره تعادلی برگ و سرعت راه رفتن مرتبط است و معمولاً به عنوان یک ابزار غربالگری برای خطر افتادن در سالمندان مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۳]. بنابراین مشاهده

گروه آزمایش که با آزمون زمان برخاستن و رفتن اندازه‌گیری شد، بعد از تمرین به طور میانگین ۳/۲۵ ثانیه کاهش داشته و نشان از بهبود عملکرد حرکتی و تعادل پویای سالمندان داشت. بسیاری از محققین از گذشته، پروتکل‌های تمرینی مختلفی مانند استقامتی، قدرتی، هماهنگی، تعادل و انعطاف‌پذیری را برای غلبه بر چرخه معیوب سالمندی و پیشگیری از افتادن در سالمندان استفاده کرده‌اند و نتایج متفاوتی از تأثیرگذاری این تمرینات بر فاکتورهای اندازه‌گیری قدرت، استقامت، تعادل و انعطاف‌پذیری گرفته‌اند. یک مطالعه متاآنالیز از این مطالعات نشان داده در حالی که تمرینات انجام‌شده تأثیرات مثبتی در فاکتورهای اندازه‌گیری داشته، اما تعداد کمی از این مطالعات کاهش قابل‌توجهی از تعداد سقوط در سالمندان را نشان داده‌اند. همچنین این مطالعه نشان داده که ریسک فاکتورهای اختلال قدرت، تعادل و زمان عکس‌العمل مهم‌ترین دلایل مرتبط با افتادن‌ها هستند [۱۶] و در نهایت در چندین تحقیق مروری گزارش‌شده که نقص تعادل به عنوان قوی‌ترین و مهم‌ترین عامل اختلال در کنترل تعادل و افتادن در سالمندان است [۱۷، ۱۸]. از همین رو محققین زیادی به معرفی پروتکل‌های مختلف برای بهبود کنترل پاسچر و تعادل سالمندان و پیشگیری از افتادن در سالمندان پرداخته‌اند و همچنان نتایجی متناقض از بهبود تعادل و کاهش افتادن‌ها گزارش کرده‌اند. موارد ذکرشده اهمیت تأثیر تمرینات قدیمی انجام‌شده در سایر سیستم‌های بدن را زیر سؤال نمی‌برد، ولی به طور ضمنی بیان می‌کند که تعادل و کنترل تعادل جهت پیشگیری از افتادن فقط مبتنی بر قدرت، استقامت و انعطاف‌پذیری نیست و نشان از عدم تأثیرگذاری عالی تمرینات گذشته جهت پیشگیری از افتادن دارند. این موارد می‌تواند به دلیل عدم توجه کافی به مکانیسم‌های کنترل تعادل و تمرکز بر تمریناتی باشد که روی این مکانیسم‌ها بیشترین تأثیر گذارند [۱۹].

سیستم عصبی مرکزی از دو مکانیسم کنترلی پیش‌بین و جبران‌کننده برای نگهداری و بازیابی تعادل و کنترل تعادل در مواجهه با اغتشاش استفاده می‌کند و کنترل تعادل در انسان به میزان مؤثر بودن استفاده از این دو مکانیسم بستگی دارد. با بروز سالمندی، کاهش عملکرد حرکتی و تعادل اتفاق می‌افتد که یکی از دلایل ایجاد این کاهش عملکردی اختلال و کاهش به‌کارگیری در مکانیسم پیش‌بین در سالمندان است؛ بنابراین مکانیسم پیش‌بین به طور معناداری در سالمندان سالم در مقایسه با جوانان تأخیر دارد و عضلات، نزدیک به لحظه برخورد به کارگیری می‌شوند [۲۰].

تأخیر در فعالیت عضلانی مکانیسم پیش‌بین در سالمندان باعث جابه‌جایی بزرگ‌تر مرکز جرم بعد از اغتشاش می‌شود که نشان‌دهنده ناپایداری بیشتر قامت است [۲۱]. با این حال در حال حاضر در تحقیقات اخیر مشخص شده اختلال در مکانیسم پیش‌بین باعث ناپایداری در سالمندان می‌شود، تمرینات کلینیکی به طور ویژه بر بهبود مکانیسم پیش‌بین متمرکز نشده است که



### حامی مالی

این مقاله برگرفته از رساله دکتری حامد ارغوانی در گروه تمرینات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه اصفهان، اصفهان با عنوان «تأثیر تمرینات متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین کنترل قامت بر فاکتورهای کینتیکی و آزمون‌های عملکرد حرکتی سالمندان در مواجهه با اغتشاش خارجی» است.

### مشارکت‌نویسندگان

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

### تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

### تشکر و قدردانی

بدینوسیله تمامی نویسندگان، صمیمانه از همه سالخوردگان و دانشگاه اصفهان بابت همکاری‌شان در اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌کنیم.

بهبود ناشی از تمرین در عمره این آزمون نشان می‌دهد در گروه تجربی پایداری قامت سالمندان واقعاً بهبود یافته و احتمالاً کمتر در خطر افتادن قرار می‌گیرند.

### نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت احتمالاً یک مداخله تمرینی هشت‌هفته‌ای متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین کنترل تعادل که شامل پرتاب و دریافت توپ در وزن، سایز، جهات و حالت‌های مختلف باشد، می‌تواند آماده‌سازی کنترل قامت را افزایش داده و در نتیجه باعث بهبود پایداری سالمندان و مانع از افتادن‌ها شود. نتایج تحقیق حاضر تأیید کرد احتمالاً برنامه تمرینی متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین (دریافت و پرتاب توپ) با فعال‌سازی به‌موقع مکانیسم پیش‌بین، نیاز به فعال‌سازی مکانیسم جبران‌کننده را کاهش داده و باعث کاهش جابه‌جایی مرکز ثقل شده است. همچنین این تمرینات می‌تواند یک روش مؤثر در جهت بهبود این مکانیسم و نهایتاً بهبود کنترل تعادل و عملکرد حرکتی سالمندان باشد و متخصصین حرکات اصلاحی، فیزیوتراپ‌ها و کسانی که به نوعی با سالمندان کار می‌کنند می‌توانند از این روش در کنار سایر پروتکل‌های تمرینی جهت بهبود تعادل و عملکرد حرکتی سالمندان استفاده کنند. محدودیت‌های تحقیق حاضر شامل محدود بودن جامعه آماری به شهر اصفهان، محدود بودن زمان انجام مطالعه، کنترل نشدن شرایط روحی و روانی آزمودنی‌ها، انتخاب نمونه‌ها به شکل در دسترس و همچنین میزان اثر تفاوت‌های فردی و وراثتی بر نتایج آزمون بود.

پیشنهاد می‌شود تحقیقات دیگر با اندازه‌گیری الکترومایوگرافی عضلات به بررسی مکانیسم‌های کنترل قامت بپردازند. همچنین پیشنهاد می‌شود تحقیقات دیگر به مقایسه اثربخشی این برنامه تمرینی با برنامه‌های تمرینی رایج سالمندان بپردازد و ماندگاری این تمرینات را مقایسه کنند. پیشنهاد می‌شود این تمرینات روی افرادی که دچار نقص تعادل هستند اجرا و تأثیرگذاری تمرینات گزارش شود.

### ملاحظات اخلاقی

#### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه توسط کمیته اخلاق دانشگاه اصفهان تأیید شده است (کد: IR.U.I.REC1396.065). تمام رویه‌های مطالعه برای شرکت‌کنندگان توضیح داده شد و قبل از اینکه از آنها خواسته شود در این مطالعه شرکت کنند، به تمام سوالات آنها پاسخ داده شد.

## References

- [1] Sattin R. Falls among older persons: A public health perspective. *Annual Review of Public Health*. 1992; 4(3):489-508. [DOI:10.1146/annurev.pu.13.050192.002421]
- [2] Organization World Health. World report on ageing and health. Geneva: World Health Organization; 2015. <https://www.who.int/ageing/publications/world-report-2015/en/>
- [3] Heinrich S, Rapp L, Rissmann U, Becker C, König HH. Cost of falls in old age: A systematic review. *Osteoporosis International*. 2009; 7(4):891-902. [DOI:10.1007/s00198-009-1100-1]
- [4] Cosio-Lima LM, Reynolds KL, Winter C, Paolone V, Jones MT. Effects of physioball and conventional floor exercises on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2003; 17(4):721-5. [DOI:10.1519/00124278-200311000-00016]
- [5] Avelar IS, Soares V, Barbosa RC, Andrade SR, Silva MS, Vieira MF. The influence of a protocol of aquatic exercises in postural control of obese elderly. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 2016; 9(4):2-7. [DOI:10.1016/j.ramd.2016.01.003]
- [6] Hobeika CP. Equilibrium and balance in the elderly. *Ear, Nose & Throat Journal*. 1999; 78(8):558-66. [DOI:10.1177/014556139907800810]
- [7] Bouisset S, Zattara M. Biomechanical study of the programming of anticipatory postural adjustments associated with voluntary movement. *Journal of Biomechanics*. 1987; 20(8):735-42. [DOI:10.1016/0021-9290(87)90052-2]
- [8] Santos MJ, Kanekar N, Aruin AS. The role of anticipatory postural adjustments in compensatory control of posture. 2. Biomechanical analysis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2010; 20(3):398-405. [DOI:10.1016/j.jelekin.2010.01.002]
- [9] Jagdhane S, Kanekar N, S Aruin AS. The effect of a four-week balance training program on anticipatory postural adjustments in older adults: A pilot feasibility study. *Current Aging Science*. 2016; 9(4):295-300. [DOI:10.2174/1874609809666160413113443]
- [10] Kanekar N, Aruin AS. The effect of aging on anticipatory postural control. *Experimental Brain Research*. 2014; 232(4):1127-36. [DOI:10.1007/s00221-014-3822-3]
- [11] Latash ML, Aruin AS, Neyman I, Nicholas JJ. Anticipatory postural adjustments during self inflicted and predictable perturbations in Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*. 1995; 58(3):326-34. [DOI:10.1136/jnmp.58.3.326] [PMID] [PMCID]
- [12] Aruin AS, Kanekar N, Lee YJ. Anticipatory and compensatory postural adjustments in individuals with multiple sclerosis in response to external perturbations. *Neuroscience Letters*. 2015; 591:182-6. [DOI:10.1016/j.neulet.2015.02.050]
- [13] Conceição JS, Schaefer de Araújo FG, Santos GM, Keighley J, dos Santos MJ. Changes in postural control after a ball-kicking balance exercise in individuals with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*. 2016; 51(6):480-90. [DOI:10.4085/1062-6050-51.8.02]
- [14] Aruin AS, Kanekar N, Lee Y-J, Ganesan M. Enhancement of anticipatory postural adjustments in older adults as a result of a single session of ball throwing exercise. *Experimental Brain Research*. 2015; 233(2):649-55. [DOI:10.1007/s00221-014-4144-1]
- [15] Siggeirsdottir K, Jonsson BY, Jonsson Jr H, Iwarsson S. The timed 'Up & Go' is dependent on chair type. *Clinical Rehabilitation*. 2002; 16(6):609-16. [DOI:10.1191/0269215502cr529oa]
- [16] Felicia AA, Paul G, Hausdorff JM. Risk factors for falls among older adults: A review of the literature. *Maturitas*. 2013; 75(1):51-61. [DOI:10.1016/j.maturitas.2013.02.009]
- [17] Tinetti M, Speechley M, Ginter S. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *New England Journal of Medicine*. 1988; 319(26):1701-7. [DOI:10.1056/NEJM198812293192604]
- [18] Deandrea S, Lucenteforte E, Bravi F, Foschi R, La Vecchia C, Negri E. Risk Factors for Falls in Community-dwelling Older People: "A Systematic Review and Meta-analysis". *Epidemiology*. 2010; 21(5):658-68. [DOI:10.1097/EDE.0b013e3181e89905]
- [19] Kanekar N, Aruin AS. Improvement of anticipatory postural adjustments for balance control: effect of a single training session. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2015; 25(2):400-5. [DOI:10.1016/j.jelekin.2014.11.002]
- [20] Inglin B, Woollacott M. Age-related changes in anticipatory postural adjustments associated with arm movements. *Journal of Gerontology*. 1988; 43(4):105-13. [DOI:10.1093/geronj/43.4.M105]
- [21] Kanekar N, Aruin AS. Aging and balance control in response to external perturbations: Role of anticipatory and compensatory postural mechanisms. *Age*. 2014; 36(3):9621. [DOI:10.1007/s11357-014-9621-8]
- [22] Tsao H, Hodges PW. Persistence of improvements in postural strategies following motor control training in people with recurrent low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2008; 18(4):559-67. [DOI:10.1016/j.jelekin.2006.10.012]
- [23] Barry E, Galvin R, Keogh C, Horgan F, Fahey T. Is the timed up and go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: A systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatrics*. 2014; 14(1):1-14. [DOI:10.1186/1471-2318-14-14]