

Research Paper

Comparing the Effects of 8-week Exercise Programs in the Sagittal and Frontal Planes on the Postural Sway of Elderly Men



*Seyed Ehsan Seyedjafari¹ , Mansour Sahebozamani¹ , Abdolhamid Daneshjoo¹ , Rohollah Nikooie²

1. Department of Sport Injury and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.

2. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.



Citation Seyedjafari SE, Sahebozamani M, Daneshjoo A, Nikooie R. [Comparing the Effects of 8-week Exercise Programs in the Sagittal and Frontal Planes on the Postural Sway of Elderly Men (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2024; 12(6):986-999. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.6.5>

<https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.6.5>

ABSTRACT

Background and Aims Exercises are mostly used to control balance and reduce the risk of falling in the elderly. However, the effect of exercise in the frontal plane has been less studied. Therefore, this study aims to compare the effect of 8 week exercises in the sagittal and frontal planes on the postural sway of elderly men.

Methods In this quasi-experimental study, 24 elderly males (Mean age: 67.21±1.56 years) were divided into two intervention groups of sagittal-plane and frontal-plane exercises. The exercises were performed for 8 weeks. The center of pressure (CoP) parameters in two groups before and after the intervention were evaluated using a foot scanner system. Finally, the ANCOVA was used for data analysis. $P \leq 0.05$ was considered statistically significant.

Results The results showed a significant decrease in CoP perturbations in the Y-axis at the medial-lateral, anterior-posterior, and lateral-medial directions in the frontal plane group compared to the sagittal group ($P < 0.05$). Moreover, there was a significant decrease in the CoP area after perturbations at the medial-lateral, anterior-posterior, and lateral-medial directions in the frontal group compared to the sagittal group ($P < 0.05$).

Conclusion It seems that exercises in the frontal plane can reduce postural sway in elderly men compared to sagittal-plane exercises. Therefore, it is recommended to emphasize the exercises of the hip abductor and adductor muscles in the frontal plane in designing exercise protocols for elderly men.

Keywords Postural sway, Frontal plane exercises, Sagittal plane exercises, Elderly

Received: 09 Apr 2022

Accepted: 29 Apr 2022

Available Online: 21 Jan 2024

* Corresponding Author:

Seyed Ehsan Seyedjafari, Assistant Professor.

Address: Department of Sport Injury and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.

Tel: +98 (913) 6664090

E-Mail: s.ehsanjafari@uk.ac.ir



Copyright © 2024 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

Falling is multifactorial, which can occur due to poor postural control and causes injuries. Postural control refers to the act of achieving or restoring a state of balance during standing posture or activity against gravity force.

Postural control is crucial for performing daily activities such as walking. Dysfunction in the sensory-motor components of the postural control system can increase the risk of falling in the elderly. Several studies have evaluated the effects of aging on postural control during walking on the sagittal plane. The elderly need to take more steps to return to a stable walking pattern and experience a displacement of the body's center of mass due to disorders in the sagittal plane. Tibialis anterior and gluteus medius are important muscles in different walking patterns. Any changes in the function of these muscles can affect balance in the frontal plane. Some studies have reported that deficits in abductor hip muscle strength, similar to gluteus medius, can lead to impaired postural control and is a risk factor for falling in the elderly.

Therefore, postural control ability measurement in the frontal plane is crucial. The studies have paid more attention to the postural control ability in the sagittal plane. To our knowledge, there is scant research on the effects of exercise on postural control in the frontal plane among the elderly. Therefore, this study aims to investigate the effects of two exercise programs in sagittal and frontal planes on the center of pressure (CoP) of older men.

Materials and Methods

This is a quasi-experimental study on 24 older men over 60 years of age. All the participants were informed orally about the study procedures and signed a written consent form. Then, their personal information was collected and dependent variables were measured. Inclusion criteria were age 60-70 years, ability to independently walk and perform daily activities. People with genetic disorders, orthopedic problems, neuromuscular disorders, visual or vestibular disorders, history of surgery in lower extremities, and inability to perform exercises were excluded from this study.

The participants were randomly divided into two groups of 12 receiving sagittal- and frontal-plane exercise programs. To measure balance, a foot scanner (RScan, Belgium) was used. The foot scanner was located on the treadmill (h/p/cosmos, Germany), and the subjects were

asked to stand on the foot scanner with bare feet and arms crossed on their chests.

The postural sway was measured in anterior-posterior, posterior-anterior, medial-lateral and lateral-medial directions. Subjects were asked to tolerate perturbations without taking a step; their task was to return to an upright stance position by recovering balance. The exercise programs were performed for 8 weeks (three sessions per week). Each session included 10-min warm-up, 45-min exercise program in the sagittal or frontal plane, and 5-min cooling down. The post-test assessments were performed after 8 weeks of intervention.

For the statistical analysis, SPSS software version 21 (IBM Corp., Armonk, NY, U.S.A) was used. To determine the normal distribution of data and homogeneity of variances, the Shapiro Wilk test and Levene's test were used, respectively. The interaction between covariate and factor was used to test the homogeneity of regression slope ($P > 0.05$). For comparing the dependent variables between groups (sagittal exercise group vs frontal exercise group), one-way analysis of covariance was used with the pre-test values considering as covariates. For comparing the pre-test and post-test scores in each group, the paired t-test was used. One-way analysis of variance was used to compare dependent variables in the pre-test between groups.

Results

No significant differences in the pre-test scores of CoP parameters were found between groups ($P > 0.05$). The means of CoP parameters are presented in Table 1. The within-group comparison showed significant differences between the pre-test and post-test scores for CoP parameters (Table 1).

Conclusion

In conclusion, frontal plane exercise program with more attention on abductor and adductor hip muscles leads to less CoP perturbations and enhanced balance. It is recommended that physiotherapists, coaches and trainers to improve postural balance of older men by using frontal-plane exercises focusing on the hip abductors and adductors.

Table 1. Mean and percentage of change ($\Delta\%$) for the CoP parameters during perturbations in two study groups

Variables	Directions	Sagittal			Frontal			F	P	η^2
		Pre-test	Post-test	$\Delta\%$	Pre-test	Post-test	$\Delta\%$			
CoP perturbation in X-axis	AP	92.84	75.68	26.09	72.69	68.51	05.48	14.98	0.001**	0.468
	PA	74.40	59.78	20.27	61.80	52.62	13.12	0.57	0.697	0.009
	LM	22.08	20.28	09.09	19.29	16.60	15.79	0.905	0.355	0.051
	ML	24.06	21.05	21.05	16.13	14.99	06.25	0.008	0.928	0.001
CoP perturbation in Y-axis	AP	25.42	26.04	03.84	20.05	18.05	10.00	4.004	0.062	0.191
	PA	18.98	18.94	0.02	17.37	14.76	17.64	8.048	0.011**	0.321
	LM	68.55	66.03	3.03	47.21	37.51	17.78	18.234	0.001**	0.518
	ML	69.00	64.78	7.24	45.58	33.32	28.48	28.479	0.001**	0.626
CoP area	AP	164.79	121.36	26.67	138.17	112.74	18.84	0.114	0.74	0.007
	PA	115.04	103.00	20.44	106.92	89.70	15.89	6.903	0.018**	0.289
	LM	68.55	116.34	68.12	97.57	67.51	30.61	03.26	0.002**	0.438
	ML	123.83	104.91	15.32	93.18	71.02	23.66	06.342	0.022**	0.272

AP=anterior-posterior, PA=posterior-anterior, LM=lateral-medial, ML= medial-lateral; η^2 = Effect size

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the ethics committee of [Shahid Bahonar University of Kerman](#) (Code: IR.UK.REC.1400.006). All ethical principles were considered in this study. The participants were informed about the study objectives and methods, were assured of the confidentiality of their information, and were free to leave the study at any time. If desired, the research results would be available to them.

Funding

This article was extracted from the PhD thesis of Seyyed Ahsan Seyed Jafari at the Department of Pathology and Correctional Movements, [Shahid Bahonar University, Kerman](#), Iran. This study was funded by [Shahid Bahonar University of Kerman](#).

Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank the cooperator for their cooperation in this study.



مقاله پژوهشی

مقایسه اثر ۸ هفته تمرینات در صفحه ساجیتال و فرونتال بر نوسانات پاسچر سالمندان مرد

* سیداحسان سیدجعفری^۱، منصور صاحب الزمانی^۱، عبدالحمید دانشجو^۱، روح الله نیکویی^۲

۱. گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران.
۲. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران.



Citation Seyedjafari SE, Sahebozamani M, Daneshjoo A, Nikoie R. [Comparing the Effects of 8-week Exercise Programs in the Sagittal and Frontal Planes on the Postural Sway of Elderly Men (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2024; 12(6):986-999. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.6.5>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.6.5>

چکیده

مقدمه و اهداف مداخلات تمرینی بسیاری جهت کنترل تعادل سالمندان و پیشگیری از افتادن آن‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. این در حالی است که تحقیقات اندکی تمرینات در صفحه فرونتال را مورد بررسی قرار داده‌اند. بنابراین هدف از تحقیق حاضر بررسی و مقایسه اثر ۸ هفته تمرینات در صفحه ساجیتال و فرونتال بر نوسانات پاسچر سالمندان مرد است.

مواد و روش‌ها در این تحقیق نیمه‌آزمایشی ۲۴ مرد سالمند ۶۰ تا ۷۰ ساله به‌صورت نمونه در دسترس انتخاب شدند و در ۲ گروه آزمایش، شامل گروه تمرینات ساجیتال و گروه تمرینات فرونتال قرار گرفتند. هر کدام از گروه‌های آزمایش ۸ هفته (هر هفته ۳ جلسه) در برنامه تمرینی خاص خود شرکت کردند. شاخص‌های نوسانات مرکز فشار آزمودنی‌ها قبل و بعد از برنامه تمرینی با استفاده از دستگاه foot scanner مورد ارزیابی قرار گرفتند. در نهایت از آزمون تحلیل واریانس آنکوا برای تجزیه و تحلیل اطلاعات استفاده شد ($P \leq 0.05$).

یافته‌ها نتایج تحقیق حاضر نشان داد تمرینات در صفحه فرونتال به کاهش نوسانات مرکز فشار در راستای عرضی در اثر اغتشاشات قدامی خلفی و اغتشاشات داخلی خارجی و خارجی داخلی نسبت به گروه تمرینات صفحه ساجیتال منجر می‌شود ($P < 0.05$). همچنین نتایج حاکی از آن است که تمرینات در صفحه فرونتال به کاهش مساحت نوسانات مرکز فشار در پی اغتشاشات قدامی خلفی و اغتشاشات داخلی خارجی و خارجی داخلی نسبت به گروه تمرینات صفحه ساجیتال منجر می‌شود ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری به‌طور کلی به نظر می‌رسد تمرینات در صفحه فرونتال نسبت به تمرینات در صفحه ساجیتال موجب کاهش معنادارتری در نوسانات پاسچر در سالمندان می‌شود، بنابراین پیشنهاد می‌شود در طراحی پروتکل‌های تمرینی برای سالمندان، بر روی تمرینات عضلات ابدکتور و اداکتور ران در صفحه فرونتال تأکید شود.

کلیدواژه‌ها نوسانات پاسچر، تمرینات صفحه فرونتال، تمرینات صفحه ساجیتال، سالمندان

تاریخ دریافت: ۲۰ فروردین ۱۴۰۱

تاریخ پذیرش: ۰۹ اردیبهشت ۱۴۰۱

تاریخ انتشار: ۱۰ بهمن ۱۴۰۲

* نویسنده مسئول:

دکتر سیداحسان سیدجعفری

نشانی: کرمان، دانشگاه شهید باهنر، دانشکده علوم ورزشی، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی.

تلفن: ۰۹۰ ۶۶۶۴۰۹۱۳ (۹۱۳) +۹۸

رایانامه: s.ehsanjafari@uk.ac.ir



Copyright © 2024 The Author(s);

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه

فشار از طریق تنظیم حالت داخلی خارجی و حالت قدامی خلفی پا کنترل می‌شود. در صفحه فرونتال^۴ فعالیت عضله سرینی میانی به‌عنوان عمل‌کننده اصلی استراتژی گام‌برداری به شمار می‌آید که موقعیت داخلی خارجی پا را تنظیم می‌کند. زمانی که استراتژی میج استفاده می‌شود موقعیت مرکز فشار در کف پا از طریق عضلات ساق قدامی و نازکنی در صفحه فرونتال تنظیم می‌شود. همچنین صفحه ساجیتال از طریق عضلات دوقلو و ساقی قدامی تنظیم می‌شود. به‌طور کلی اثر استراتژی میج با نسبت به استراتژی گام‌برداری کوچک‌تر است، زیرا جابه‌جایی مرکز فشار باتوجه به لبه پا مخصوصاً در راستای داخلی خارجی در نظر گرفته می‌شود [۷].

در تحقیقاتی که تاکنون صورت گرفته است به تأثیر افزایش سن بر کنترل تعادل در حین راه رفتن در صفحه ساجیتال پرداختند. در صورتی که سالمندان در بازگشت الگوی پایدار راه رفتن نیاز به گام‌برداری به پهلوی بیشتری هستند. همچنین دارای جابه‌جایی مرکز توده بدن در اثر اختلالات در صفحه ساجیتال هستند و باتوجه به اهمیت عضلات ساقی قدامی و سرینی میانی در استراتژی گام‌برداری می‌توان چنین نتیجه گرفت که تغییر در عملکرد این عضلات می‌تواند در کنترل تعادل در صفحه فرونتال در سالمندان تأثیرگذار باشد [۸]. همچنین در دیگر تحقیقات تجربی که بر روی کنترل تعادل در ایستادن صورت گرفته است اشاره شده است که قدرت ابدکتورهای ران، مانند سرینی میانی می‌تواند به محدود کردن عملکرد کنترل پاسچر در ارتباط با اختلالات داخلی خارجی در سالمندان منجر شود. همچنین کاهش قدرت ابدکتورهای ران به‌عنوان یکی از ریسک‌فاکتورهای افتادن در نظر گرفته شده است [۹].

حال باتوجه به اهمیت بررسی کنترل تعادل سالمندان در صفحه فرونتال و اینکه بیشتر تحقیقات گذشته به تأثیر پروتکل‌های تمرینی مختلف حفظ تعادل در صفحه ساجیتال^۵ پرداخته‌اند و همچنین ارزیابی‌های تعادل نیز در صفحه ساجیتال صورت گرفته است و تحقیقات اندکی، تأثیر پروتکل‌های تمرینی بر حفظ و کنترل تعادل سالمندان در صفحه فرونتال را مورد بررسی قرار داده‌اند، این سؤال مطرح می‌شود که آیا تمرینات در صفحه فرونتال نیز می‌تواند بر حفظ و کنترل تعادل سالمندان تأثیرگذار باشد؟

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه آزمایشی است که جامعه موردبررسی آن را سالمندان بالای ۶۰ سال شهر کرمان تشکیل می‌دادند و پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه و همچنین پرسش‌نامه ثبت اطلاعات فردی مربوط به تحقیق، مورد ارزیابی‌های بعدی قرار گرفتند. تحقیق حاضر دارای تأییدیه کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی کرمان است.

امروزه جمعیت دنیا روزبه‌روز به سمت سالمندی حرکت می‌کند، به‌طوری‌که در سال ۲۰۲۰ از هر ۵ نفر ۱ نفر ۷۰ سال یا بالاتر را دارد. جمعیت افراد سالمند در داخل کشور نیز به‌سرعت در حال افزایش است. چنانکه براساس آخرین سرشماری، جمعیت افراد بالای ۶۰ سال از ۷/۲ درصد به ۸/۲ درصد افزایش یافته است [۱]. گزارشات حاکی از آن است که با افزایش روزافزون جمعیت سالمندان در جامعه، شیوع ناتوانی‌های جسمی نیز روزبه‌روز در حال افزایش است، به‌طوری‌که این امر توجه بسیاری از سیستم‌های مراقبتی، بهداشتی و اجتماعی را به خود معطوف کرده است [۲]. ازجمله مشکلات جسمانی شایع در بین سالمندان که متعاقب برخی بیماری‌ها یا در اثر فرایند سالمندی رخ می‌دهد، کاهش تعادل و توانایی کنترل پاسچر^۱، افزایش نوسانات پاسچرال^۲ و متعاقباً افزایش احتمال وقوع زمین خوردن در این افراد است [۳]. افتادن در جمعیت سالمندان به‌عنوان یک سندرم پیری طبقه‌بندی می‌شود که می‌تواند باعث افزایش بیماری‌ها، مرگ‌ومیر و هزینه‌های پزشکی شود [۴].

افتادن به‌عنوان یک عارضه چندفاکتوری شناخته می‌شود که اختلال در کنترل پاسچر یکی از عوامل آن به شمار می‌آید و می‌تواند باعث آسیب‌های مرتبط با افتادن نیز شود [۵]. کنترل پاسچر به توانایی حفظ حالت تعادل و جهت‌گیری فضایی در حالت ایستاده در مقابل نیروی جاذبه گفته می‌شود. کنترل پاسچر برای فعالیت‌های روزانه از قبیل راه رفتن و تعادل یک امر ضروری به شمار می‌آید. اختلال در اجزای حسی حرکتی سیستم کنترل پاسچر باعث افزایش افتادن در سالمندان می‌شود. کنترل پاسچر به‌عنوان یک مهارت که نیازمند چند فاکتور است، شناخته می‌شود که توسط یک سیستم حسی حرکتی چندگانه حمایت می‌شود. همچنین عواملی که باعث حفظ پاسچر می‌شوند، شامل پردازش سیستم عصبی مرکزی، کنترل داینامیک، جهت‌یابی فضایی، فاکتورهای بیومکانیک و استراتژی‌های حسی و حرکتی هستند. این فاکتورهای کنترل پاسچر، با گذشت زمان و با پیری دچار کاهش در عملکرد شده و نتیجه آن افزایش شیوع افتادن در جامعه سالمندی است [۲]. در تحقیقات گذشته عوامل و روش‌های مختلفی بر کنترل پاسچر و بهبود تعادل اثرگذار بوده‌اند که ازجمله این عوامل می‌توان به تمرینات فیزیوتراپی، تمرینات پيلاتس، تمرینات آبی و تمرینات قدرتی اشاره کرد [۶].

دو مکانیسم اصلی حفظ تعادل در هنگام راه رفتن شامل تنظیم موقعیت مرکز فشار^۳ و تنظیم بزرگی و مسیر نیروی عکس‌العمل زمین است. کنترل مرکز فشار از طریق گام‌برداری و استراتژی میج انجام می‌شود. هنگام استفاده از استراتژی گام‌برداری، موقعیت مرکز

1. Postural control
2. Postural sway
3. Central of pressure (COP)

4. Frontal
5. Sagittal

روزمه بدون استفاده از وسیله کمکی بود [۱۲]. همچنین افرادی که دارای اختلالات مادرزادی، مشکلات ارتوپدی، نارسایی‌های عصبی-عضلانی، اختلالات بینایی و وستیبولار^۷، سابقه عمل جراحی و آسیب‌های قبلی در اندام تحتانی بودند و همچنین افرادی که توانایی اجرای آزمون‌ها را نداشتند از تحقیق کنار گذاشته شدند [۱۳]. بررسی‌های پزشکی توسط پزشک متخصص و با مطالعه پرونده‌های پزشکی آن‌ها صورت گرفت. تمامی تست‌ها توسط یک آزمونگر که از برنامه تمرینی نمونه‌ها اطلاع نداشت به صورت یک‌سویه کور انجام شده است. تست‌ها در ساعت ۹ تا ۱۲ صبح در محل آزمایشگاه دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد.

استراتژی بازیابی تعادل

جهت اندازه‌گیری استراتژی بازیابی تعادل از یک دستگاه فوت اسکنر (ساخت کشور بلژیک، مدل RScan) استفاده شد. برای شروع اندازه‌گیری، هریک از آزمودنی‌ها با پای برهنه و درحالی‌که دست‌ها به صورت ضربدری روی سینه قرار گرفته بود روی دستگاه فوت‌اسکن که روی نوار گردان تردمیل (ساخت کشور آلمان، مدل h/p/cosmos) قرار گرفته بود، ایستادند. نحوه استقرار به این صورت بود که می‌بایست پاها به اندازه عرض شانه از هم فاصله داشته باشند. از آزمودنی‌ها خواسته می‌شد که به‌منظور تعیین جهت حرکت و ایجاد اغتشاشات قدامی خلفی و خلفی‌قدامی، ۱ بار رو به جلو و بار دیگر پشت به صفحه نمایشگر تردمیل قرار بگیرند و همچنین برای ایجاد اغتشاشات میانی خارجی، ۱ بار به پهلوی راست و بار دیگر به پهلوی چپ صفحه نمایشگر تردمیل قرار بگیرند و وضعیت قائم خود را در برابر شتاب ناگهانی حفظ کنند. در ادامه بدون دادن آگاهی به آزمودنی و به‌طور ناگهانی نوار گردان شروع به حرکت می‌کرد و آشفتگی در جهت قدامی خلفی، خلفی‌قدامی، میانی خارجی و خارجی‌میانی به پاسچر فرد اعمال می‌شد. از آزمودنی‌ها خواسته شده بود که بدون گام برداشتن با اغتشاش ایجادشده مقابله کنند و در صورت جابه‌جایی پاها حرکت تکرار می‌شد [۹]. جهت یکسان بودن شرایط برای تمام آزمودنی‌ها، هنگام انجام آزمون از چشم‌بند استفاده شد. همچنین در زمان تست در اطراف تردمیل تشکی جهت ایمن‌سازی سقوط ناگهانی نمونه‌ها گذاشته شد و یکی از آزمونگرها در زمان تست از سقوط ناگهانی سالمندان مراقبت می‌کرد (تصویر شماره ۱).

سرعت حرکت اولیه تردمیل براساس طرح پایلوت برای تمامی آزمودنی‌ها ۱/۱ متر بر ثانیه تنظیم شده بود که موجب جابه‌جایی ۴۰ سانتی‌متری نوارگردان می‌شد. فاصله زمانی ۳۰ ثانیه به‌عنوان زمان استراحت بین هر تکرار و ۱ دقیقه، زمان استراحت بین هر وضعیت در نظر گرفته می‌شد.

۲۴ نفر از افراد واجد شرایط، به‌صورت در دسترس باتوجه‌به اطلاعات جمع‌آوری‌شده و همچنین براساس معیارهای ورود و خروج از تحقیق به‌عنوان آزمودنی انتخاب شدند. این افراد به‌صورت تصادفی در ۲ گروه آزمایش به‌صورت مساوی قرار گرفتند. در طی انجام تمرینات ۱ نفر از آزمودنی‌های گروه تمرینات ساجیتال به‌دلیل غیبت بیش از ۳ جلسه از تحقیق حذف شد. نمونه‌های تحقیق در ۲ گروه از نظر فاکتورهای جمعیت‌شناختی سن، وزن و قد به‌وسیله آزمون تی مستقل^۸ مورد قیاس قرار گرفته و تفاوت معنی‌داری بین ۲ گروه مشاهده نشد ($P > 0.05$). برای تعیین حجم نمونه در تحقیق حاضر، از نتایج مطالعات قبلی مشابه (باقری [۱۰]) و فرمول شماره ۱ (چو و همکاران [۱۱]) استفاده شد. براین‌اساس با ضریب اطمینان ۰/۹۵ و توان آزمون ۸۰ درصد، نیاز بود تا در هریک از گروه‌های تحقیق حداقل تعداد ۱۲ آزمودنی شرکت کنند. برای تخمین حجم نمونه، میزان میانگین و انحراف استاندارد گزارش‌شده در ارتباط با شاخص‌های تعادلی استفاده شد.

$$1. N = (Z1_{\alpha/2} + Z1_{\beta})^2 (S_1^2 + S_2^2) / (M_1 - M_2)^2 = (1.96 + 1.28)^2 / [(0.37)^2 + (0.48)^2] / (0.72 - 0.14)^2 = 11.46 \approx 12$$

علائم و عبارات مورد استفاده در این فرمول به شرح زیر است:

α = سطح معنی‌داری؛

$\beta - 1$ = توان آزمون؛

M1 = میانگین شاخص تعادلی گروه کنترل در پس‌آزمون تحقیق مشابه قبلی؛

M2 = میانگین شاخص تعادلی گروه آزمایش در پس‌آزمون تحقیق مشابه قبلی؛

S1 = انحراف استاندارد گروه کنترل در پس‌آزمون تحقیق مشابه قبلی؛

S2 = انحراف استاندارد شاخص تعادل گروه تجربی در پس‌آزمون تحقیق مشابه قبلی.

شیوه اجرای تحقیق

جلسه آشنایی با تمرین، ۳ روز قبل از اجرای تحقیق برای نمونه‌ها در ۲ ساعت جداگانه برگزار شد و در این جلسه ضمن اجرای حرکات به تمامی نمونه‌ها بروشور تمرینات داده شد. هیچ‌کدام از نمونه‌ها از برنامه‌های تمرینی گروه دیگر اطلاع نداشتند. در زمان اجرای تحقیق از نمونه‌ها خواسته شد که در برنامه ورزشی دیگری شرکت نکنند. معیارهای ورود به تحقیق حاضر شامل جنسیت مرد، قرار داشتن در محدوده سنی ۶۰ تا ۷۰ سال و همچنین توانایی در راه رفتن و انجام فعالیت‌های

تحلیل آماری

در نهایت اطلاعات خام به دست آمده از متغیرهای تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ و با بهره گیری از آمار توصیفی و استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. جهت تأیید نرمال بودن توزیع داده ها و همگنی واریانس ها، از آزمون شاپیرو ویلک^۸ و آزمون لون^۹ به ترتیب استفاده شد. پیش فرض شیب همگنی رگرسیون به وسیله تعامل متغیر پیش آزمون با متغیر گروه مورد ارزیابی قرار گرفت و تأیید شد. جهت مقایسه میانگین اطلاعات گروه ها از آزمون تحلیل واریانس آنکووا^{۱۰} استفاده شد. برای قیاس پیش آزمون و پس آزمون از آزمون تی وابسته^{۱۱} استفاده شد. جهت تعیین اندازه اثر از آزمون پارشال اتا اسکور ($0/01 = \text{اثر کم}$)، $0/06 = \text{اثر متوسط}$ ، $0/14 = \text{اثر بزرگ}$ استفاده شد. خطای آماری نوع اول $0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته ها

به منظور تعیین همگن بودن گروه ها در این خصوصیات جمعیت شناختی از آزمون تحلیل واریانس استفاده شد که نتایج این آزمون نیز در **جدول شماره ۲** ارائه شد و نشان می دهد که بین سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی گروه ها اختلاف معنی داری وجود ندارد و گروه ها در این متغیرها همگن هستند ($P < 0/05$).

نتایج **جدول شماره ۲** نشان می دهد بین سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی گروه ها اختلاف معنی داری وجود ندارد و گروه ها در این متغیرها همگن هستند ($P < 0/05$).

جهت بررسی وجود اختلاف میان متغیرهای اندازه گیری شده در پیش آزمون بین گروه های تحقیق نیز از آزمون تحلیل واریانس استفاده شد که بر این اساس مشخص شد بین نمرات ثبات پاسچر گروه ها در پیش آزمون اختلاف معنی داری وجود ندارد و گروه ها در این متغیرها نیز همگن هستند ($P < 0/05$) و در ادامه جهت بررسی میزان تغییرات صورت گرفته در نوسانات مرکز فشار آزمودنی ها از آزمون تحلیل آنکووا استفاده شد. نتایج این آزمون که در **جدول شماره ۳** ارائه شده است نشان داد بین نمرات ثبات پاسچر در گروه های تحقیق از پیش آزمون تا پس آزمون اختلاف معنی داری وجود دارد ($P < 0/05$).

جدول شماره ۳ نتایج آزمون تحلیل کواریانس را جهت بررسی اثربخشی تمرینات صفحه فرونتال بر میزان نوسانات مرکز فشار بدن نشان می دهد. نتایج نشان داد پس از کنترل اثر پیش آزمون، در میزان نوسانات مرکز فشار بدن در راستای طولی در پس آزمون بین گروه تمرینات صفحه فرونتال و گروه تمرینات صفحه ساجیتال در مواجهه با اغتشاش خلفی قدامی



تصویر ۱. آزمون ارزیابی استراتژی بازیابی تعادل

طوب توانبخشی

مداخلات تمرینی

گروه های تمرینی ۸ هفته و به صورت ۳ جلسه در هفته به اجرای پروتکل تمرینات پرداختند. پیش تر نشان داده شد که تمرینات مورد استفاده در تحقیق حاضر به خوبی قادر به بهبود تعادل سالمندان است. محتوای هر جلسه تمرینی حدود ۶۰ دقیقه طول کشید که با ۱۰ دقیقه گرم کردن شروع و با ۵ دقیقه سرد کردن هم پایان می یافت. باقیمانده جلسه هم که حدود ۴۵ دقیقه بود به انجام تمرینات اصلی پرداخته شد. تمرینات اصلی در گروه آزمایش با تأکید بر صفحه فرونتال (عضلات سرینی میانی، اداکتورها و کشنده پهن نیام) و در دیگر گروه آزمایش با تأکید بر صفحه ساجیتال (عضلات راست رانی، دوسر رانی، دوقلو و ساقی قدامی) انجام شد (**جدول شماره ۱**).

هر کدام از تمرینات در ۳ ست و با استراحت ۶۰ ثانیه بین هر ست انجام شدند و برای افزایش شدت تمرین در طی ۸ هفته، ابتدا تمرینات به صورت انقباض ایزومتریک و سپس به صورت انقباض ایزوتونیک و استفاده از وزنه و کش صورت گرفت. پس از اتمام ۸ هفته پروتکل تمرینات برای گروه های آزمایش، تمامی آزمودنی ها مورد ارزیابی مجدد قرار گرفتند. تمام اندازه گیری ها در هر ۲ مرحله پیش آزمون و پس آزمون، در شرایط زمانی مشابه (ساعت ۹ تا ۱۲ ظهر) و توسط آزمونگرهای یکسان صورت گرفت.

8. Shapiro-Wilk Test

9. Levene's test

10. ANCOVA

11. Paired sample t test

جدول ۱. محتوای هر جلسه تمرین

تمرین	گروه تمرینات صفحه فرونتال	گروه تمرینات صفحه ساجیتال
گرم کردن (۱۰ دقیقه)	راه رفتن به سمت جلو و پهلو کشش عضلات بزرگ بدن	راه رفتن به سمت جلو و عقب کشش عضلات بزرگ بدن
تمرین اصلی (۴۵ دقیقه)	ابداکشن ران با زانوی صاف در حالت خوابیده ابداکشن ران با زانوی صاف تک پا در حالت ایستاده ادداکشن ران با زانوی صاف در حالت خوابیده ادداکشن ران با زانوی صاف در حالت ایستاده پرونیشن میچ پا در حالت ایستاده با حمایت پرونیشن میچ پا نشسته با مقاومت کشش ابداکشن ران در زاویه ۴۵ در حالت ۴ دست و پا	فلکشن ران با زانوی صاف در حالت خوابیده فلکشن ران در حالت ایستاده با زانو ۹۰ درجه اکستنشن زانو در حالت نشسته از ۹۰ تا ۱۸۰ درجه فلکشن زانو ایستاده با کش و حمایت حرکت پل در حالت خوابیده پلنتار فلکشن میچ در حالت ایستاده با حمایت اکستنشن ران در زاویه ۴۵ در حالت ۴ دست و پا
سرد کردن (۵ دقیقه)	راه رفتن با سرعت کاهنده تمرینات کششی عضلات بالاته و پایین تنه	راه رفتن با سرعت کاهنده تمرینات کششی عضلات بالاته و پایین تنه

طب توانبخش

خارجی داخلی ($F_{1,31}=3/26$, $P=0/002$, $\eta^2=0/438$) و داخلی خارجی ($F_{1,31}=6/343$, $P=0/022$, $\eta^2=0/272$) اختلاف معنی داری وجود دارد ($P \leq 0/05$)، در حالی که در میزان نوسانات مرکز فشار بدن در راستای عرضی در مواجهه با اغتشاش خلفی قدامی در پس آزمون بین گروه تمرینات صفحه فرونتال و گروه تمرینات صفحه ساجیتال اختلاف معناداری مشاهده نشد ($P > 0/05$) (تصویر شماره ۲).

بحث

هدف تحقیق حاضر مقایسه تأثیر ۸ هفته تمرینات در ۲ صفحه فرونتال و ساجیتال بر نوسانات پاسپر سالمندان مرد ۶۰ تا ۷۰ سال بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد تمرینات در صفحه فرونتال به کاهش نوسانات مرکز فشار در راستای عرضی در اثر اغتشاشات قدامی خلفی و اغتشاشات داخلی خارجی و خارجی داخلی نسبت به گروه تمرینات صفحه ساجیتال منجر می شود. همچنین نتایج حاکی از آن است که تمرینات در صفحه فرونتال به کاهش مساحت نوسانات مرکز فشار در پی اغتشاشات قدامی خلفی و اغتشاشات داخلی خارجی و خارجی داخلی نسبت به گروه تمرینات صفحه ساجیتال منجر می شود.

($F_{1,31}=14/98$, $P=0/001$, $\eta^2=0/468$) اختلاف معنی داری وجود دارد ($P \leq 0/05$)، در حالی که در میزان نوسانات مرکز فشار بدن در راستای طولی در مواجهه با اغتشاشهای قدامی خلفی، خارجی داخلی و داخلی خارجی در پس آزمون بین گروه تمرینات صفحه فرونتال و گروه تمرینات صفحه ساجیتال اختلاف معناداری مشاهده نشد ($P > 0/05$). همچنین نتایج نشان داد که پس از کنترل اثر پیش آزمون، در میزان نوسانات مرکز فشار بدن در راستای عرضی در پس آزمون بین گروه تمرینات صفحه فرونتال و گروه تمرینات صفحه ساجیتال در مواجهه با اغتشاش قدامی خلفی ($F_{1,31}=8/048$, $P=0/011$, $\eta^2=0/321$)، خارجی داخلی ($F_{1,31}=18/23$, $P=0/001$, $\eta^2=0/518$) و داخلی خارجی ($F_{1,31}=28/48$, $P=0/001$, $\eta^2=0/626$) اختلاف معنی داری وجود دارد ($P \leq 0/05$)، در حالی که در میزان نوسانات مرکز فشار بدن در راستای عرضی در مواجهه با اغتشاش خلفی قدامی در پس آزمون بین گروه تمرینات صفحه فرونتال و گروه تمرینات صفحه ساجیتال اختلاف معناداری مشاهده نشد ($P > 0/05$).

همچنین نتایج نشان داد پس از کنترل اثر پیش آزمون در میزان مساحت نوسانات مرکز فشار بدن در پس آزمون بین گروه تمرینات صفحه فرونتال و گروه تمرینات صفحه ساجیتال در مواجهه با اغتشاش قدامی خلفی ($F_{1,31}=6/093$, $P=0/018$, $\eta^2=0/289$).

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس جهت بررسی وجود اختلاف در مشخصات آنترپومتریکی گروه های تحقیق در پیش آزمون

متغیر	میانگین $\pm$ انحراف معیار			P
	گروه	تمرینات فرونتال	تمرینات ساجیتال	
سن (سال)		$67/33 \pm 1/37$	$67/09 \pm 1/70$	۰/۵۳
قد (سانتی متر)		$176/83 \pm 4/13$	$176/90 \pm 3/15$	۰/۴۹
وزن (کیلوگرم)		$77 \pm 7/85$	$78/09 \pm 7/87$	۰/۷۲
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)		$24/62 \pm 2/28$	$24/50 \pm 1/74$	۰/۲۷

طب توانبخش

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس ترکیبی برای مقایسه داده‌ها در دو گروه از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون

متغیر	اغتشاش	تمرینات ساجیتال		میزان پیشرفت	تمرینات فرونتال		میزان پیشرفت	F	P	η^2
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون		پیش‌آزمون	پس‌آزمون				
جابه‌جایی	خلفی-قدامی	۹۲/۸۴	۷۵/۶۸	۲۶/۰۹	۶۸/۵۱	۷۲/۶۹	۵/۴۸	۱۴/۹۸	۰/۰۰۱	۰/۴۶۸
نوسانات مرکز	قدامی-خلفی	۷۴/۴۰	۵۹/۷۸	۲۰/۳۷	۵۲/۶۲	۶۱/۸۰	۱۳/۱۲	۰/۵۷	۰/۶۹۷	۰/۰۰۹
فشار در راستای طولی (X)	خارجی-داخلی	۲۲/۰۸	۲۰/۲۸	۹/۰۹	۱۶/۶۰	۱۹/۲۹	۱۵/۷۹	۰/۹۰۵	۰/۳۵۵	۰/۰۵۱
	داخلی-خارجی	۳۴/۰۶	۲۱/۰۵	۱۲/۵۰	۱۴/۹۹	۱۶/۱۳	۶/۲۵	۰/۰۰۸	۰/۹۲۸	۰/۰۰۱
جابه‌جایی	خلفی-قدامی	۲۵/۴۲	۲۶/۰۴	۳/۸۴	۱۸/۰۵	۲۰/۰۵	۱۰/۰۰	۴/۰۰۴	۰/۰۶۲	۰/۱۹۱
نوسانات مرکز	قدامی-خلفی	۱۸/۹۸	۱۸/۹۴	۰/۰۲	۱۴/۷۶	۱۷/۳۷	۱۷/۶۴	۸/۰۴۸	۰/۰۱۱	۰/۳۲۱
فشار در راستای عرضی (Y)	خارجی-داخلی	۶۸/۵۵	۶۶/۰۳	۲/۰۳	۳۷/۵۱	۴۷/۲۱	۱۷/۷۸	۱۸/۲۳۴	۰/۰۰۱	۰/۵۱۸
	داخلی-خارجی	۶۹/۰۰	۶۴/۷۸	۷/۲۴	۳۳/۳۲	۴۵/۵۸	۲۶/۶۷	۲۸/۴۹۹	۰/۰۰۱	۰/۶۲۶
مساحت	خلفی-قدامی	۱۶۴/۷۹	۱۳۱/۳۶	۲۶/۶۷	۱۱۲/۷۴	۱۳۸/۱۷	۱۸/۸۴	۰/۱۱۴	۰/۷۴	۰/۰۰۷
نوسانات مرکز	قدامی-خلفی	۱۱۵/۰۴	۱۰۳/۰۰	۱۰/۴۴	۸۹/۷۰	۱۰۶/۹۲	۱۵/۸۹	۶/۹۰۳	۰/۰۱۸	۰/۲۸۹
فشار	خارجی-داخلی	۶۸/۵۵	۱۱۶/۳۴	۶۸/۱۲	۶۷/۵۱	۹۷/۵۷	۳۰/۶۱	۳/۲۶	۰/۰۰۲	۰/۴۲۸
	داخلی-خارجی	۱۲۳/۸۳	۱۰۴/۹۱	۱۵/۳۲	۷۱/۰۲	۹۳/۱۸	۲۳/۶۶	۶/۳۴۲	۰/۰۲۳	۰/۷۲۲

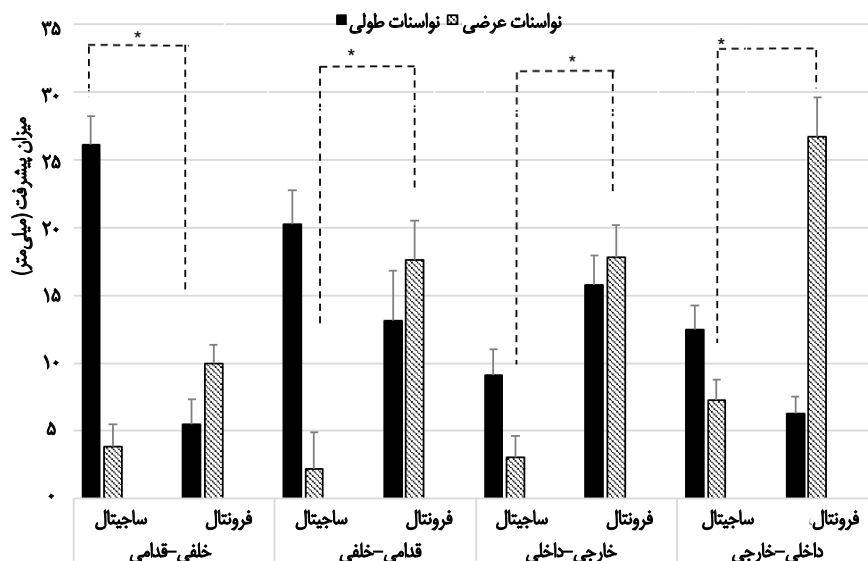
** معنی‌داری در سطح ۰/۰۵، η^2 = اندازه اثر

طب توانبخش

۱۷. همچنین در چندین مطالعه مروری به نقص تعادل به‌عنوان کلیدی‌ترین عامل در کنترل تعادل و خطر افتادن در سالمندان اشاره شده است [۱۹، ۱۸].

به‌طور معمول در پروتکل‌های تمرینی که جهت حفظ و کنترل قامت و تعادل در سالمندان استفاده می‌شود بر روی عضلات قدامی و خلفی تنه و اندام تحتانی تمرکز می‌شود [۲۰-۲۲] که از دلایل احتمالی آن می‌توان به استراتژی‌های بازبایی تعادل اشاره کرد. اولین استراتژی بازبایی تعادل در مواجهه با یک اغتشاش خارجی، استراتژی میج پا و به‌کارگیری عضلات میج است که گروه عضلات دورسی فلکسور و پلنتر فلکسور میج پا درگیر هستند. زمانی که استراتژی میج پا توانایی کنترل نیروهای برهم زننده

نتایج تحقیق حاضر به نوعی با نتایج مطالعه ارغوانی و همکاران هم‌خوانی دارد [۱۴]. براساس پژوهش وی ۸ هفته تمرینات متمرکز بر مکانیسم پیش‌آزمون کنترل تعادل می‌تواند باعث بهبود کنترل قامت و عملکرد حرکتی سالمندان شود. همچنین یافته‌های این تحقیق نشان داد که یک دوره تمرین متمرکز بر مکانیسم پیش‌بین کنترل تعادل باعث کاهش نوسانات قدامی-خلفی و داخلی-خارجی مرکز فشار در سالمندان می‌شود. بسیاری از محققین از گذشته تا به امروز مطالعات بسیاری را بر روی سالمندان و عوامل مختلف جهت پیشگیری از افتادن آن‌ها انجام داده‌اند که از جمله آن‌ها می‌توان به تمرینات جهت تقویت قدرت، استقامت و انعطاف‌پذیری سالمندان جهت غلبه بر چرخه معیوب پیری اشاره کرد که این مطالعات اثرات متفاوتی از تأثیرگذاری آن‌ها گزارش داده‌اند [۱۵-۱۸].



تصویر ۲. میزان پیشرفت بین ۲ گروه تمرینات ساجیتال و فرونتال (*: اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵)

طب توانبخش

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهند تمرینات در صفحه فرونتال در مقایسه با تمرینات صفحه ساجیتال موجب کاهش نوسانات مرکز فشار در هر دو راستای قدامی خلفی و جانبی داخلی شده است. تمرینات در صفحه فرونتال با تمرکز بر تمرین عضلات ابداکتور ران و اداکتور ران صورت گرفت. در افراد سالمند باتوجه به روند طبیعی پیری و ضعف عضلات اندام تحتانی مخصوصاً عضلات دوقلو و ساقی قدامی که در حفظ تعادل در استراتژی مچ پا نقش اساسی دارند [۳۰]، استراتژی بازایی تعادل از مچ به سمت استراتژی ران و استراتژی گامبرداری به پهلوی تغییر می‌کند. در نتیجه به کارگیری عضلات ابداکتور و اداکتور ران برای حفظ تعادل بیشتر می‌شود که ضعف این عضلات می‌تواند به افتادن در سالمندان منجر شود [۳۱]. از دلایل احتمالی بهبود نوسانات پاسچر در گروه تمرینات صفحه فرونتال نسبت به گروه تمرینات صفحه ساجیتال، تمرکز تمرینات بر روی عضلات ابداکتور ران است که نقش مهمی در پیشگیری از افتادن دارد.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی تحقیق حاضر نشان داد تمرینات در صفحه فرونتال و با تمرکز بر عضلات ابداکتور و اداکتور ران موجب کاهش نوسانات پاسچر سالمندان و در نتیجه بهبود در حفظ تعادل آن‌ها می‌شود.

به نظر می‌رسد عضلات ابداکتور ران و تمرینات صفحه فرونتال نقش مهمی در حفظ پاسچر و کنترل تعادل داشته باشند. بنابراین پیشنهاد می‌شود در طراحی پروتکل‌های تمرینی برای سالمندان همچنین در مراکز فیزیوتراپی و دست‌اندرکاران مراکز سالمندان بر روی تمرینات عضلات ابداکتور و اداکتور ران در صفحه فرونتال تأکید شود. در نهایت بایستی خاطر نشان کرد استفاده از نتایج تحقیق حاضر همراه با محدودیت‌های ویژه‌ای است که باید آن‌ها را مدنظر داشت. از جمله این محدودیت‌ها می‌توان به حذف سالمندان دارای مشکلات عضلاتی اسکلتی از تحقیق اشاره کرد که قابلیت تعمیم‌پذیری یافته‌ها را به افراد محدود می‌کند. همچنین در تحقیق حاضر شرایط روحی و روانی آزمودنی‌ها کنترل نشد که می‌تواند بر نتایج تحقیق اثرگذار باشد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این پژوهش در کمیته اخلاق دانشگاه شهید باهنر کرمان (کد: IR.UK.REC.1400.006) تأیید شده است. در این پژوهش کلیه اصول اخلاقی در نظر گرفته شد. شرکت‌کنندگان در مورد اهداف و روش‌های مطالعه آگاه شدند، از محرمانه بودن اطلاعات خود اطمینان حاصل کردند و در هر زمان آزاد بودند مطالعه را ترک کنند. در صورت تمایل، نتایج تحقیق در اختیار آن‌ها قرار می‌گرفت.

تعادل را نداشته باشند عضلات فلکسور و اکستنسور ران و تنه درگیر می‌شوند و با هدف حفظ و بازایی تعادل فعال می‌شوند [۲۴، ۲۳]. همچنین یکی از استراتژی‌های کنترل مرکز فشار در سالمندان استراتژی گامبرداری است [۲۵]. هنگام استفاده از استراتژی گامبرداری موقعیت مرکز فشار از طریق تنظیم حالت داخلی خارجی و حالت قدامی خلفی پا کنترل می‌شود. در صفحه فرونتال، فعالیت عضله سرینی میانی عمل‌کننده اصلی استراتژی گامبرداری به شمار می‌آید که موقعیت داخلی خارجی پا را تنظیم می‌کند. موقعیت مرکز فشار در کف پا از طریق عضلات ساق قدامی و پرونوس در صفحه فرونتال تنظیم می‌شود. همچنین صفحه ساجیتال از طریق عضلات دوقلو ساقی قدامی تنظیم می‌شود. به‌طور کلی اثر استراتژی مچ پا نسبت به استراتژی گامبرداری کوچکتر است، زیرا جابه‌جایی مرکز فشار باتوجه به لبه پا مخصوصاً در راستای داخلی خارجی در نظر گرفته می‌شود [۲۶].

گزارشات همچنین حاکی از آن است که باتوجه به رابطه تنگاتنگ بین درون‌داده‌ها و برون‌داده‌های سیستم کنترل وضعیت، هرگونه تغییر در ورودی‌های حسی می‌تواند عملکرد حرکتی را نیز به شکل قابل توجهی تحت تأثیر قرار دهد. براین اساس از دلایل احتمالی بهبود توانایی کنترل پاسچر می‌توان به افزایش سازگاری‌های عصبی‌عضلانی ناشی از تمرین، مانند به کارگیری واحدهای عصبی کارآمدتر، سازمان‌دهی مجدد در قشر حسی پیکری، افزایش کارایی و قدرت ارتباطات سیناپسی، افزایش فعال‌سازی دستگاه عصبی، کاهش رفلکس‌های بازدارنده عصبی، کاهش مقاومت مسیرهای عصبی به انتقال تکانه و همچنین بهبود و تسهیل در انتقال درون‌داده‌های هریک از حواس پیکری اشاره کرد. بدین ترتیب به نظر می‌رسد تمرینات در ۲ صفحه ساجیتال و فرونتال ضمن افزایش دقت حس عمقی مفاصل، برون‌دادهای سیستم کنترل وضعیت را نیز تحت تأثیر قرار داده و با کاهش میزان نوسانات مرکز ثقل آزمودنی‌ها در محدوده سطح اتکا، نقش مهمی در بهبود توانایی کنترل پاسچر این افراد داشته است [۲۷].

اگرچه ضعف در تعادل و افتادن می‌تواند در تمام جهت‌ها اتفاق بیفتد، اما ناپایداری در حفظ قامت و تعادل در ارتباط با فرایند پیری در صفحه داخلی خارجی یکی از مشکلات اساسی سالمندان است [۲۷]. سالمندان برخلاف جوانان برای حفظ تعادل بیشتر از گامبرداری به پهلوی و به کارگیری عضلات جانبی ران استفاده می‌کنند [۲۸]. برای بهره‌مند شدن از یک استراتژی گامبرداری به پهلوی مناسب نیاز به تولید نیرو سریع توسط عضلات جانبی ران است که باتوجه به فاکتورهای مرتبط با سن و ضعف در کنترل تعادل در جهت جانبی، ریسک افتادن در سالمندان افزایش می‌یابد [۲۹].

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان نامه آقای سیداحسان سید جعفری گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی دانشگاه شهید باهنر کرمان می باشد. این تحقیق با حمایت دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده سازی این مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تقدیر و تشکر

از همکاری صمیمانه همکاران و اساتید گرانقدر که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند، تشکر و قدردانی می شود.

References

- [1] Teymoori F, Dadkhah A, Shirazikhah M. Social welfare and health (mental, social, physical) status of aged people in Iran. *Middle East Journal of Age and Ageing*. 2006; 3(1):39-45. [\[Link\]](#)
- [2] Turner AJ, Chander H, Knight AC. Falls in geriatric populations and hydrotherapy as an intervention: A brief review. *Geriatrics (Basel, Switzerland)*. 2018; 3(4):71. [\[DOI:10.3390/geriatrics3040071\]](#) [\[PMID\]](#)
- [3] Dadgar A, Hojati H, Mirrezaie SM. The relationship between the risk of falling and fear of falling among aged hospitalized patients. *Nursing Practice Today*. 2020; 7(1):30-7. [\[DOI:10.18502/npt.v7i1.2297\]](#)
- [4] Li F, Harmer P, Fitzgerald K, Eckstrom E, Akers L, Chou LS, et al. Effectiveness of a therapeutic Tai Ji Quan intervention vs a multimodal exercise intervention to prevent falls among older adults at high risk of falling: A randomized clinical trial. *JAMA Internal Medicine*. 2018; 178(10):1301-10. [\[DOI:10.1001/jamainternmed.2018.3915\]](#) [\[PMID\]](#)
- [5] Crosby A, Mitson A, Book N, Soto M. Physical fatigue and its effects on postural control and cognitive function in older adults. Paper presented at: Student Research Conference. 17 April 2019; California, USA. [\[Link\]](#)
- [6] Cabanas-Valdés R, Bagur-Calafat C, Girabent-Farrés M, Caballero-Gómez FM, Hernández-Valiño M, Urrútia Cuchí G. The effect of additional core stability exercises on improving dynamic sitting balance and trunk control for subacute stroke patients: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2016; 30(10):1024-33. [\[DOI:10.1177/2F0269215515609414\]](#) [\[PMID\]](#)
- [7] Afschrift M, van Deursen R, De Groote F, Jonkers I. Increased use of stepping strategy in response to medio-lateral perturbations in the elderly relates to altered reactive tibialis anterior activity. *Gait & Posture*. 2019; 68:575-82. [\[DOI:10.1016/j.gaitpost.2019.01.010\]](#) [\[PMID\]](#)
- [8] Martins PP, Porto JM, Vieira FT, Trimer IR, Capato LL, de Abreu DCC. The effect of unilateral muscle fatigue of hip abductor muscles on balance and functional capacity in community-dwelling older women. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2020; 91:104222. [\[DOI:10.1016/j.archger.2020.104222\]](#) [\[PMID\]](#)
- [9] Rogers MW, Creath RA, Gray V, Abarro J, McCombe Waller S, Beamer BA, et al. Comparison of lateral perturbation-induced step training and hip muscle strengthening exercise on balance and falls in community-dwelling older adults: A blinded randomized controlled trial. *The Journals of Gerontology*. 2021; 76(9):e194-202. [\[DOI:10.1093/gerona/glab017\]](#) [\[PMID\]](#)
- [10] Bagheri H. [The effect of 8-weeks aquatic exercise on balance strategy and knee joint position sense of 60-70 year old people (Persian)]. Kerman: Shahid Bahaonar University; 2014.
- [11] Chow SC, Shao J, Wang H, Lokhnygina Y. Sample size calculations in clinical research. London: Chapman and Hall/CRC; 2017. [\[Link\]](#)
- [12] Aslankhani M, Farsi A, Sohbatihani M. [The effect of aquatic exercise on balance and gait characteristics of healthy elderly inactive men (Persian)]. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*. 2012; 8(2):279-88. [\[DOI:10.22122/jrrs.v8i2.199\]](#)
- [13] Anbarian M, Zareei P, Yalfani A, Mokhtary M. [The balance recovery mechanism following a sudden external anterior-posterior perturbation in individuals with Kyphosis (Persian)]. *J Sports Med*. 2010; 2(4):115-32. [\[Link\]](#)
- [14] Arghavani H, Zolaktaf V, Lenjannejadian S. [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):236-45. [\[DOI:10.32598/sija.2020.3.220\]](#)
- [15] Muir B. Improving gait characteristics in older adults: The effects of Biodex Balance System SD(TM) and wobble board balance training [MSc Thesis]. Indiana: Purdue University; 2011. [\[Link\]](#)
- [16] Mesquita LS, de Carvalho FT, Freire LS, Neto OP, Zângaro RA. Effects of two exercise protocols on postural balance of elderly women: A randomized controlled trial. *BMC Geriatrics*. 2015; 15:1-9.
- [17] Avelar I. The influence of a protocol of aquatic exercises in postural control of obese elderly. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 2018; 11(2):69-74. [\[Link\]](#)
- [18] Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *New England Journal of Medicine*. 1998; 319(26):1701-07. [\[DOI:10.1056/NEJM198812293192604\]](#) [\[PMID\]](#)
- [19] 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. [\[DOI:10.1097/ede.0b013e3181e89905\]](#) [\[PMID\]](#)
- [20] Naemi Kia M, gholami A, Arab-Ameri A. Vision booth during practice walking on a balance of functional and kinematic parameters of stepping older women Iran (Persian)]. *Motor Behavior*. 2013; 5(13):41-56. [\[Link\]](#)
- [21] Abbasi A, Sadeghi H, Tabrizi HB, Bagheri K, Ghasemizad A. Effects of aquatic balance training and detraining on neuromuscular performance and balance in healthy middle aged male. *Koomesh*. 2012; 13(3):345-53. [\[Link\]](#)
- [22] Avelar NC, Bastone AC, Alcântara MA, Gomes WF. Effectiveness of aquatic and non-aquatic lower limb muscle endurance training in the static and dynamic balance of elderly people. *Revista brasileira de fisioterapia (Sao Carlos (Sao Paulo, Brazil))*. 2010; 14(3):229-36. [\[DOI:10.1590/S1413-35552010000300007\]](#) [\[PMID\]](#)
- [23] Fujimoto M, Hsu WL, Woollacott MH, Chou LS. Ankle dorsiflexor strength relates to the ability to restore balance during a backward support surface translation. *Gait & Posture*. 2013; 38(4):812-7. [\[DOI:10.1016/j.gaitpost.2013.03.026\]](#) [\[PMID\]](#)
- [24] Lockhart TE. An integrated approach towards identifying age-related mechanisms of slip initiated falls. *Journal of Electromyography and Kinesiology: Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*. 2008; 18(2):205-17. [\[DOI:10.1016/j.jelekin.2007.06.006\]](#) [\[PMID\]](#)

- [25] Meyer PF, Oddsson LI, De Luca CJ. Reduced plantar sensitivity alters postural responses to lateral perturbations of balance. *Experimental Brain Research*. 2004; 157(4):526-36. [DOI:10.1007/s00221-004-1868-3] [PMID]
- [26] Van Wouwe T, Afschrift M, Dalle S, Van Roie E, Koppo K, De Groote F. Adaptations in reactive balance strategies in healthy older adults after a 3-week perturbation training program and after a 12-week resistance training program. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2021; 3:714555. [DOI:10.3389/fspor.2021.714555] [PMID]
- [27] Muir JW, Kiel DP, Hannan M, Magaziner J, Rubin CT. Dynamic parameters of balance which correlate to elderly persons with a history of falls. *PLoS One*. 2013; 8(8):e70566. [DOI:10.1371/journal.pone.0070566] [PMID]
- [28] Lanza MB, Addison O, Ryan AS, J Perez W, Gray V. Kinetic, muscle structure, and neuromuscular determinants of weight transfer phase prior to a lateral choice reaction step in older adults. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2020; 55:102484. [DOI:10.1016/j.jelekin.2020.102484] [PMID]
- [29] Selgrade BP, Childs ME, Franz JR. Effects of aging and target location on reaction time and accuracy of lateral precision stepping during walking. *Journal of Biomechanics*. 2020; 104:109710. [DOI:10.1016/j.jbiomech.2020.109710] [PMID]
- [30] Carpenter MG, Murnaghan CD, Inglis JT. Shifting the balance: Evidence of an exploratory role for postural sway. *Neuroscience*. 2010; 171(1):196-204. [DOI:10.1016/j.neuroscience.2010.08.030] [PMID]
- [31] Caristia S, Campani D, Cannici C, Frontera E, Giarda G, Pisterzi S, et al. Physical exercise and fall prevention: A systematic review and meta-analysis of experimental studies included in Cochrane reviews. *Geriatric Nursing*. 2021; 42(6):1275-86. [DOI:10.1016/j.gerinurse.2021.06.001] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank