Mot. Behav, 2025, 17 (60): 87-104

Motor Behavior

Journal hompage: https://mbj.ssrc.ac.ir

Research Article

Effect of Electrical Muscle Stimulation Training on Balance, Self-Efficacy, and Fear of Falling in Elderly Women

Maedeh Ahmadpour[1], Meysam Rezaei*[2]

PhD Student, Department of Sports Behavioral and Cognitive Sciences, Faculty of Sports and Health Sciences, University of Tehran,
Associate Professor of Motor Behavior Islsamic Azad University. Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

Received: 25/01/2024, Accepted: 26/07/2025, Online Published: 02/08/2025

* Corresponding Author: Meysam Rezaei, E-mail: rezaee4703@mshdi-au.ac.ir

How to Cite: Ahmadpour, M; Rezaei, M; (2025). Effect of Electrical Muscle Stimulation Training on Balance, Self-Efficacy, and Fear of Falling in Elderly Women. *Motor Behavior*, 17(60), 87-104. In Persian. Doi: 10.22089/mbj.2025.16243.2137

Extended Abstract

Background and Purpose

Aging inevitably brings physiological changes, particularly within systems governing balance and mobility, often leading to reduced gait stability, diminished functional performance, and increased fear of falling. These alterations can severely impact the independence, confidence, and overall quality of life of elderly individuals—especially women, who face a higher risk of fall-related injuries. Given that falls remain a leading cause of morbidity and loss of autonomy among older adults, the identification of safe, non-invasive, and effective interventions is a pressing concern. This quasi-experimental study aimed to evaluate the effects of electrical muscle stimulation (EMS) training on static and dynamic balance, task-specific self-efficacy, and fear of falling in elderly women aged 65 to 70 years. By addressing both physical and psychological aspects of fall risk, this research sought to determine the extent to which EMS might serve as a practical and accessible strategy to enhance motor function and psychological well-being in this vulnerable population.

Materials and Methods

The study employed a quasi-experimental pretest-posttest design involving an experimental group undergoing EMS training and a control group receiving no intervention. Twenty elderly women from Mashhad, Iran, aged between 65 and 70 years, voluntarily participated and were randomly assigned to one of the two groups, ensuring baseline equivalency.
Inclusion criteria included independent ambulation without assistive devices and no diagnosed neurological or musculoskeletal conditions impairing balance or mobility. The EMS protocol spanned eight weeks, consisting of two weekly sessions of 20 minutes each. The intervention unfolded in three progressive phases: a two-week adaptation period, a two-week initial training phase, and a four-week main training phase. Electrodes were placed on key lower limb and core muscles—namely, the quadriceps, hamstrings, gluteus, lumbar, and abdominal muscles—with stimulation intensity and duration gradually increased to foster neuromuscular adaptation.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Balance assessments encompassed static and dynamic domains. Static balance was measured using the Biodex Balance System and the Sharpened Romberg test, while dynamic balance was evaluated through the Timed Up and Go (TUG) test and the Fullerton Advanced Balance (FAB) scale. Psychological measures included the Persian-validated Self-Efficacy for Everyday Activities (SEEA) questionnaire and the Falls Efficacy Scale-International (FES-I), assessing task-specific self-efficacy and fear of falling, respectively.

Descriptive statistics summarized participant characteristics, and normality was confirmed via the Kolmogorov-Smirnov test. The effects of EMS were examined using multivariate analysis of covariance (MANCOVA), detecting within-group and between-group changes. All analyses were conducted in SPSS version 24, setting significance at $p < 0.05$.

Findings

Significant improvements emerged in both static and dynamic balance measures following EMS training. The experimental group demonstrated notable gains in static balance on the Biodex Balance System ($p = 0.017$) and the Sharpened Romberg test ($p = 0.025$). Similarly, dynamic balance improved significantly in the EMS group relative to controls, with substantial enhancements in FAB scale scores ($p = 0.001$) and TUG test performance ($p < 0.001$), reflecting better functional mobility and coordination.

However, EMS training did not elicit significant changes in task-specific self-efficacy or fear of falling. Although a modest non-significant reduction in fear of falling was observed (from 24.5 to 21.5), changes failed to reach statistical significance ($p > 0.05$). Likewise, perceived self-efficacy showed no meaningful improvement. These findings suggest that EMS alone may not be sufficient to impact psychological constructs closely tied to confidence and fear in daily activities. Several factors likely contributed to the lack of significant psychological effects, including the relatively short intervention duration, the complex multifaceted nature of self-efficacy and fear of falling, and a modest sample size limiting power for detecting subtle psychosocial changes.

Despite these limitations, the physical benefits observed substantiate EMS as an effective modality for stimulating neuromuscular pathways, enhancing proprioceptive feedback, and improving muscle strength and coordination—key components underpinning postural control.

Conclusion

This study demonstrated that EMS training significantly enhances static and dynamic balance in elderly women, highlighting its promise as a safe, practical intervention to improve motor performance and postural stability in aging populations. Its role is particularly compelling in fall prevention programs by targeting neuromuscular activation, proprioceptive sensitivity, and lower limb strengthening.

While no significant psychological improvements were documented, this may be attributable to the intervention's duration, sample size, or the complex interplay of factors influencing self-efficacy and fear of falling. Given the increasing elderly demographic and the high incidence of fall-related injuries, EMS can be integrated effectively into rehabilitation and fitness protocols to support greater independence and reduced fall risk.

Future research should explore longer EMS interventions and examine combined approaches integrating EMS with cognitive-behavioral or educational programs, aiming to holistically address both the physical and psychological dimensions relevant to fall prevention.

Keywords: Electrical Muscle Stimulation, Static Balance, Dynamic Balance, Fear of Falling, Task-specific Self-efficacy, Elderly Women

Article Message

EMS training improves static and dynamic balance in older women and represents a safe, feasible modality for inclusion in fall prevention initiatives. Although psychological benefits were not significant, combining EMS with targeted psychological interventions is recommended for more comprehensive outcomes.

Ethical Considerations

Prior to study initiation, informed consent was obtained from all participants. EMS interventions were supervised professionally, adhering strictly to safety standards. Participant confidentiality was ensured, and data were handled exclusively for research purposes.

Authors' Contributions

Study design, data collection, data analysis, and manuscript drafting were conducted by Maedeh Ahmadpour. Final review, project oversight, and scientific guidance were provided by Meysam Rezaei. All authors approved the final manuscript.

Conflict of Interest

No conflicts of interest were declared by the authors.

Acknowledgments

This work derives from a Master's thesis completed at the Islamic Azad University, Mashhad Branch. The authors express sincere appreciation to all participants and supporting colleagues who contributed to the successful completion of this study.

رفتار حرکتی، تابستان ۱۴۰۳، دوره ۱۷، شماره ۶۰، صص. ۱۰۴-۸۷.

Motor Behavior

Journal hompage: https://mbj.ssrc.ac.ir

نوع مقاله: پژوهشی

تأثیر تمرینات الکتریکی عضلات بر تعادل، خودکارآمدی تکلیف و ترس از افتادن در زنان سالمند

مائده احمدپور[۱]، میثم رضایی[۲]

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و سلامت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲. استادیار، دکتری تخصصی رفتار حرکتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۰۵، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۰۴، تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۰۵/۱۱

*نویسنده مسئول: میثم رضایی، E-mail: rezaee4703@mshdi-au.ac.ir

How to Cite: Ahmadpour, M; Rezaei, M; (2025). Effect of Electrical Muscle Stimulation Training on Balance, Self-Efficacy, and Fear of Falling in Elderly Women. *Motor Behavior*, 17(60), 87-104. In Persian. Doi: 10.22089/mbj.2025.16243.2137

چکیده

ایجاد تغییرات در دستگاه‌های درگیر در تعادل و جابه‌جایی، از تبعات گریزناپذیر افزایش سن است. کاهش توانایی حفظ تعادل و تغییر در الگوی راه رفتن از پیامدهای سالمندی است که افزایش ترس از افتادن در این قشر از جامعه، افزایش هزینه نگهداری و درمان آن‌ها را به همراه دارد؛ بنابراین هدف اصلی مطالعه حاضر، بررسی اثر تحریک الکتریکی عضلات بر بهبود تعادل، ایستا، تعادل پویا، خودکارآمدی تکلیف و ترس از افتادن در سالمندان بود. مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی و طرح پژوهش شامل پیش‌آزمون و پس‌آزمون با دو گروه تمرین و کنترل بود. جامعه آماری این تحقیق، زنان سالمند در دامنه سنی ۶۵ تا ۷۰ سال شهرستان مشهد بودند. از این جامعه، ۲۰ نفر از سالمندان زن به صورت داوطلبانه و دردسترس انتخاب شدند. افراد پس از انتخاب به طور تصادفی به دو گروه تمرینات تحریک الکتریکی عضلانی و گروه کنترل تقسیم شدند. از پرسشنامه بین‌المللی کارآمدی افتادن برای اندازه‌گیری ترس از افتادن، از آزمون بلندشدن و رفتن زمان‌دار و فولرتون برای اندازه‌گیری تعادل پویا، از پرسشنامه خودکارآمدی برای اندازه‌گیری خود کارآمدی تکلیف و از دستگاه بایودکس و شارپند رومبرگ برای اندازه‌گیری تعادل ایستا در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد. تمرینات تحریک الکتریکی به مدت هشت هفته و هر هفته دو جلسه ۲۰ دقیقه‌ای انجام شد. این دوره تمرینی در سه فاز تمرینی شامل مراحل سازگاری (دو هفته)، تمرینات اولیه (دو هفته) و تمرینات اصلی (چهار هفته) انجام شد. گروه کنترل در این مدت مداخله‌ای دریافت نکرد. پس از اتمام دوره تمرینی هر دو گروه در پس‌آزمون همانند پیش‌آزمون شرکت کردند. برای بررسی تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی از آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیری (مانکوا) در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ استفاده شد. یافته‌ها نشان داد، تمرینات تحریک الکتریکی عضلات بر بهبود تعادل ایستا و پویای سالمندان تأثیر معنادار داشت (P≤۰/۰۵). همچنین تأثیر تمرینات تحریک الکتریکی عضلات بر خودکارآمدی تکلیف و ترس از افتادن سالمندان معنادار نبود (P≥۰/۰۵). با توجه به یافته‌های حاضر، مربیان و مراقبان می‌توانند به‌منظور ارتقای تعادل و استقلال حرکتی بانوان سالمند از روش تحریک الکتریکی عضلانی به‌عنوان روشی سالم و ایمن استفاده کنند.

واژگان کلیدی: تحریک الکتریکی عضلانی، تعادل ایستا، تعادل پویا، ترس از افتادن، خودکارآمدی تکلیف، سالمندان زن.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

شواهد پژوهشی نشان داده‌اند که جمعیت سالمندان در جوامع بشری در حال افزایش است. براساس آخرین آمار مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵، جمعیت سالمندان حدود ۹ درصد از کل جمعیت کشور است. پیش‌بینی می‌شود تا ۳۰ سال دیگر، حدود ۳۰ درصد جمعیت کشورمان و ۲۰ درصد جمعیت جهان را سالمندان تشکیل دهند (۱). افزایش جمعیت سالمندان یک چالش جهانی است که پیامدهای مختلفی برای جوامع دارد. این پدیده نیازمند توجه ویژه به مسائل مربوط به‌سلامت، رفاه و کیفیت زندگی سالمندان است (۱). با افزایش سن، بسیاری از عملکردهای حرکتی دچار افت خواهند شد که این کاهش عملکرد می‌تواند با سالمندی، بیماری، سبک‌های زندگی، احساس تنهایی، یا ترکیبی از این عوامل مرتبط باشد (۲)؛ ازجمله این کاهش عملکردها می‌توان به کُند شدن زمان واکنش، کاهش حفظ تعادل و قامت، کاهش قدرت و کنترل عضلانی، کاهش در انعطاف‌پذیری مفصل و تغییر در الگوی راه رفتن اشاره کرد؛ بنابراین با اعتقاد به جلوگیری از کاهش عملکرد و همچنین بهبود شرایط عملکرد حرکتی سالمندان با حفظ توانایی‌ها در دوره سالمندی، امکان تغییر نگرش‌های منفی به این جمعیت میسر خواهد شد (۳).

مطالعه منابع علمی درباره نقش خودکارآمدی تکلیف سالمندان نشان می‌دهد که خودکارآمدی تکلیف باعث افزایش اعتمادبه‌نفس آن‌ها می‌شود و نقش مهمی در کمک به افراد سالخورده برای انجام فعالیت‌های بدنی ایفا می‌کند. در پژوهشی ارتباط بین خودکارآمدی تکلیف و بالا بودن سطح زندگی از نظر کمّی و کیفی در سالمندان تأیید شد (۴). خودکارآمدی تکلیف به‌عنوان باور فرد به توانایی خود در انجام وظایف تعریف می‌شود. خودکارآمدی بالای تکلیف در سالمندان با بهبود عملکرد حرکتی و کاهش ترس از افتادن مرتبط است (۴). خودکارآمدی تکلیف نقش مهمی در کمک به افراد سالخورده برای انجام فعالیت‌های بدنی ایفا می‌کند و باعث افزایش اعتمادبه‌نفس آن‌ها می‌شود. یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهد که بین ناتوانی عملکردی و احساس تنهایی، همبستگی مثبت و معناداری وجود دارد و مهارت‌های ارتباطی، حمایت اجتماعی و ناتوانی کارکردی نقش تأثیرگذار و معناداری در وقوع احساس تنهایی دارند؛ ازاین‌رو ضرورت دارد به این جمعیت توجه ویژه‌ای شود. در همین راستا، پژوهش‌های بسیاری در این زمینه انجام شده است. از طرفی با توجه به ویژگی‌های فیزیولوژیک در دوره سالمندی، سالمندان با عوارضی عضلانی و آمادگی جسمانی پایین روبه‌رو هستند که مسائل و مشکلاتی را به همراه دارد. به طور کلی، سالمندی با کـاهش ظرفیت‌های فیزیولوژیک و عملکرد حرکتی همراه است. افت عملکرد می‌تواند نتیجه تحلیل دستگاه‌های عصبی-عضلانی، عوامل روانی، شرایط محیطی، سبک زندگی و سایر عوامل باشد (۳). نشان داده شده است که از شایع‌ترین سندرم‌هایی که سالمندان با آن روبه‌رو هستند، افتادن‌ها است. بین ۳۰ تا ۴۰ درصد از بزرگسالان بیشتر از ۶۵ سال در جامعه ترس از افتادن دارند و این نرخ برای ساکنان خانه سالمندی بیشتر است (۵).

یکی دیگر از شایع‌ترین مشکلاتی که سالمندان با آن روبه‌رو هستند، ترس از افتادن است. این ترس می‌تواند منجر به محدودیت فعالیت، انزوای اجتماعی و کاهش بیشتر عملکرد شود (۷، ۶). ترس از افتادن حتی در افرادی که سابقه سقوط ندارند، می‌تواند وجود داشته باشد و بر کیفیت زندگی آن‌ها تأثیر منفی بگذارد (۸)؛ بنابراین باید به این قشر از جامعه توجه ویژه‌ای شود و همواره به دنبال راه‌هایی به‌منظور بهبود و جلوگیری از عوارض ناشی از افزایش سن و سالمندی بود. پژوهش‌ها نشان داده است که فعالیت‌های ورزشی در حفظ عملکرد و پیشگیری از افتادن افراد سالمند سودمندند. تمرینات ورزشی در افراد سالمند از بیماری، افت عملکرد و کاهش عملکرد شناختی جلوگیری می‌کند. همچنین باعث بهبود عملکرد حرکتی در سالمندان دارای اختلالات جسمانی می‌شود. در همین راستا، از فعالیت بدنی و تمرین می‌توان برای جلوگیری از عوارض ناشی از سالمندی و همچنین بهبود عملکرد در این دوره بهره برد (۹).

پژوهش‌های بسیاری در رابطه با به‌کارگیری روش‌های تمرینی متفاوت در سنین سالمندی انجام شده است که بیانگر لزوم به‌کارگیری از روش‌های تمرینی چندوجهی است؛ چراکه تمرینی وجود ندارد که به‌تنهایی بتواند بیشترین اثرات و فواید را برای این قشر جمعیت به همراه داشته باشد؛ بنابراین در سنین سالمندی اغلب دیدگاه تمرینی به استفاده از تمرینات ترکیبی تمایل دارد (۱۰)؛ برای مثال، با توجه به ویژگی‌های سالمندی معمولاً سالمندان از انجام فعالیت‌های ورزشی با شدت بالا منع می‌شوند یا اصلاً تمایلی به انجام آن ندارند (۱۱). از طرفی با توجه به اینکه یکی از محدودیت‌های شرکت در تمرینات، زمان تمرین است، برخی از افراد به انجام تمرین ترکیبی در یک جلسه روی می‌آورند که دستورالعمل‌های تمرینی برای افراد مسن حاکی از تأکید بر تمرینات ترکیبی است (۱۲)؛ با این حال، ممکن است این نوع تمرینات در برخی از مطالعات تأثیر معناداری بر ظرفیت‌های عملکردی سالمندان نداشته باشد (۱۳)؛ در حالی که برخی دیگر از پژوهش‌ها نتایجی مبنی‌بر اثربخشی معنادار بر ظرفیت‌های عملکرد (مانند: قدرت و توان هوازی) گزارش کرده‌اند (۱۴)؛ بنابراین یکی از روش‌های مکمل برای دستیابی به‌شدت بالاتر تمرین استفاده از تحریک الکتریکی عضلانی تمرینات ارادی است که موجب فراخوانی حداکثری در واحدهای عضلانی می‌شود (۱۵). با توجه به نتایج پژوهشی، اثر مطلوب الکترومیوستیلاسیون[1] موضعی بر پارامترهای عضلانی‌عصبی قبلاً در ورزشکاران دیده شده است. برخی محققان کاربرد EMS و تأثیر مثبت آن بر قدرت عضلانی و تعادل پویا زنان یائسه را تأیید کردند. طبق این مطالعات، EMS را می‌توان برای بهبود قدرت ایزومتریک و تعادل پویا استفاده کرد (۱۶). به نظر می‌رسد، با توجه به آمادگی جسمانی پایین و عوارض مختلف عضلانی سالمندان، استفاده از این نوع روش‌های تمرینی می‌تواند کاربردهای مؤثری داشته باشد (۱۶). در همین راستا، مطالعه پارک و همکاران نشان داد که تمرین ورزشی با تحریک الکتریکی عضلات نقش بسیار مهمی در بهبود قدرت عضلات پا و همین‌طور تعادل در زنان داد (۱۷). پژوهش دیگری نشان داد که استفاده از این شیوه تمرینی تأثیر بسزایی بر تعادل زنان سالمند مبتلا به زوال عقل دارد. به طور کلی، پژوهش‌های کمّی در رابطه با تأثیر تمرینات ورزشی با تحریک الکتریکی عضلانی بر خودکارامدی تکلیف و ترس از افتادن انجام شده است، اما در رابطه با ترس از افتادن نیز پژوهش‌ها نشان‌دهنده تأثیر مثبت انواع تمرینات ورزشی هستند (۱۸). تمرینات ورزشی و تحریک الکتریکی عضلات می‌توانند نقش مهمی در حفظ و بهبود عملکرد حرکتی سالمندان داشته باشند. تمرینات ورزشی در افراد سالمند از بیماری، فقدان عملکرد و کاهش عملکرد شناختی جلوگیری می‌کند. EMS نیز می‌تواند به بهبود قدرت عضلانی و تعادل کمک کند (۱۷). در ارتباط با تأثیر تمرین ورزشی بر خودکارآمدی تکلیف نیز خواجوی و همکاران در پژوهشی اظهار کردند که اجتناب از فعالیت‌های زندگی روزانه می‌تواند باعث کاهش عملکرد حرکتی و افت کیفیت زندگی سالمندان شود (۷)؛ بر همین اساس می‌توان نتیجه گرفت که هرچه سالمندان زندگی پرتحرک و فعال‌تری داشته باشند، از کیفیت زندگی و سلامت جسمانی بالاتری برخوردار خواهند شد (۱۹)؛ اما به طور کلی محدودیت بسیاری در ارتباط با پژوهشی جامع وجود دارد که به بررسی تأثیر تمرینات ورزشی با تحریک الکتریکی عضلانی بر تعادل، خودکارآمدی تکلیف و ترس از افتادن پرداخته باشد؛ بنابراین افتادن‌ها از دلایل اصلی آسیب، ناتوانی و از دست دادن استقلال در افراد مسن است؛ به طوری که زنان در مقایسه با مردان میزان بیشتری از افتادن و آسیب‌های ناشی از افتادن را تجربه می‌کنند.

1. Electromyostyling

روش پژوهش

مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی و طرح پژوهش شامل پیش‌آزمون و پس‌آزمون با دو گروه تمرین و کنترل بود. پژوهش از لحاظ هدف کاربردی بود. جامعه آماری این تحقیق زنان سالمند در دامنه سنی ۶۵ تا ۷۰ سال شهرستان مشهد بودند که در منزل شخصی خود زندگی می‌کردند و بدون کمک گرفتن از کسی یا وسیله‌ای راه می‌رفتند. حجم نمونه با نرم‌افزار G*Power نسخه ۳.۱.۹.۲ با استفاده از اطلاعات (α=۰/۰۵؛ ۰/۸=-β-۱؛ تعداد گروه=۲؛ اندازه اثر بزرگ =۰/۴۰) تعیین شد. با توجه به معیارهای ورود و خروج، ۲۰ نفر از سالمندان زن شهرستان مشهد در دامنه سنی ۶۵ تا ۷۰ سال به صورت داوطلبانه و دردسترس انتخاب شدند. افراد پس از انتخاب به طور تصادفی به دو گروه تمرینات تحریک الکتریکی عضلانی (۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. افراد در پیش‌آزمون، آزمون‌های تعادل ایستا، تعادل پویا و پرسشنامه خودکارآمدی تکلیف و ترس از افتادن را تکمیل کردند. سپس گروه تمرین (تحریک الکتریکی عضلات) به مدت هشت هفته و هر هفته دو جلسه ۲۰ دقیقه‌ای تحریک الکتریکی دریافت کرد. گروه کنترل در این مدت مداخله‌ای دریافت نکرد. پس از اتمام دوره تمرین، هر دو گروه در پس‌آزمون همانند پیش‌آزمون شرکت کردند.

مقیاس خود کارآمدی در افتادن-بین‌المللی: این پرسشنامه که دارای ۱۶ گویه است، توسط یاردلی و همکاران (۲۰۰۵) توسعه یافت و روایی آن تعیین شد. گویه‌های این پرسشنامه دارای چهار گزینه (کاملاً نگرانم تا اصلاً نگران نیستم) است (نمره ۱ تا ۴) و نمره هر آزمودنی مجموع امتیازات وی از ۱۶ سؤال است (بین ۱۶ تا ۶۴). نمره بیشتر به معنی ترس بیشتر از افتادن یا کارآمدی پایین‌تر است. این ابزار در ایران نیز اعتباریابی شد که معادل ۰/۹۰ ارزیابی شد (۲۱، ۲۰).

اندازه‌گیری تعادل پویا: از آزمون بلند شدن و رفتن زمان‌دار و مقیاس پیشرفته تعادل فولرترون برای ارزیابی تعادل پویا استفاده شد. آزمون بلند شدن و رفتن زمان‌دار[1] شامل شش مرحله است که آزمودنی باید آن‌ها را پشت سر هم انجام دهد. برای اجرای این آزمون در پژوهش حاضر، ابتدا یک صندلی بدون دستگیره به فاصله سه متر از یک مانع (پایان مسیر) قرار گرفت. سپس از آزمودنی خواسته شد تا بدون کمک دست‌های خود از روی صندلی برخیزد و پس از طی مسیر سه متری برگردد و روی صندلی بنشیند. این آزمون در سریع‌ترین حالت ممکن و بدون دویدن انجام شد. برای آشنایی با نحوه اجرای آزمون، آزمودنی‌ها پیش از ثبت رکورد این عمل را سه بار تمرین کردند. سپس آزمون سه مرتبه اجرا می‌شد و میانگین آن‌ها به‌عنوان رکورد هر آزمودنی برحسب ثانیه ثبت می‌شد. مراحل شش‌گانه آزمون بدین شرح است: بلندشدن از روی صندلی؛ طی کردن مسیر سه متری مشخص شده؛ دور زدن مانع؛ برگشت مسیر سه متری در مرحله دوم؛ دورزدن صندلی؛ نشستن روی صندلی. فرد با شنیدن فرمان «رو» حرکت می‌کرد و آزمونگر زمان را از آغاز تا پایان محاسبه می‌کرد و مدت‌زمان انجام این آزمون توسط آزمودنی به‌عنوان امتیاز وی ثبت می‌شد. روایی و پایایی آزمون بلند شدن و رفتن زمان‌دار در داخل کشور تأیید شده است (۸).

مقیاس تعادل پیشرفته فولرتون به‌منظورشناسایی مشکلات تعادل در شدت‌های متفاوت در افراد سالمند مستقل استفاده می‌شود. این مقیاس در سال ۲۰۰۶ توسط رز و لوپز منتشر شد که به‌منظور ارزیابی تعادل در گروه سالمندان مقیم جامعه با سطح عملکردی بالا به کار می‌رود. این آزمون دارای ۱۰ مورد است که ابعاد مختلف تعادل را ارزیابی می‌کند. همچنین این آزمون بیشتر دستگاه‌های حسی، اسکلتی‌عضلانی و عصبی را که ممکن است باعث مشکلات در تعادل شود، ارزیابی می‌کند. این مقیاس، اندازه‌گیری مبتنی بر عملکرد است که به طور گسترده به ابعاد مختلف تعادل اشاره دارد. مقیاس تعادل پیشرفته فولرتون به طور خاص برای استفاده افراد مسن طراحی شده است که به طور مستقل عمل

1. Timed Up-and-Go (TUG)

می‌کنند. ابزارهای موردنیاز ارزیابی برای آزمون مقیاس تعادل پیشرفته فولرتون عبارت‌اند از: مداد و خط‌کش ۳۰ سانتی‌متری؛ یک چهارپایه با ارتفاع ۱۵ و پهنای ۳۵-۴۵ سانتی‌متر؛ نوار پوشاننده با پهنای ۵ سانتی‌متر؛ فوم و مترونوم با ۱۰۰ ضربه در دقیقه. این آزمون دارای ۱۰ مورد است و سریع انجام می‌شود و تقریباً به ۱۰-۱۲ دقیقه زمان نیاز دارد. علاوه به راین، دردسترس و نسبتاً ارزان است و در فضایی نسبتاً کوچک اجرا می‌شود. امتیاز کامل آن ۴۰ است که نقطه برش ۲۵ حساسیت و اختصاصی بودن آن را در پیشگویی خطرات افتادن سالمندان نشان می‌دهد. مقیاس آن رتبه‌ای پنج‌گزینه‌ای (صفر تا ۴) است و امتیاز بیشتر نشانگر عملکرد بهتر است (۲۲). روایی و پایایی این مقیاس در ایران نیز تأیید شده است (۲۲).

اندازه‌گیری تعادل ایستا: برای سنجش تعادل ایستا آزمودنی‌ها از دستگاه تعادل سنج بایودکس و آزمون رومبرگ استفاده شد. دستگاه بایودکس، نوسانات بدن را در دو حالت پایدار (ایستا) و ناپایدار (پویا) ثبت می‌کند. صفحه بایودکس برای درجات مختلفی از پایداری و ناپایداری قابل‌تنظیم است. این دستگاه قادر است انحرافات بدن را در جهت عقب و جلو (AP)، طرفین (ML) و به صورت کلی (total) ثبت کند. خروجی دستگاه، عملکرد تعادلی را با دو شاخص انحرافات و نوسانات مرکز ثقل (انحرافات و نوسانات خط فرضی ثقل که از مرکز فشار سطح اتکا دستگاه می‌گذرد) نشان می‌دهد که نوسانات کمتر نشان‌دهنده عملکرد بهتر است (۲۳).

همچنین از آزمون شارپند رومبرگ نیز برای ارزیابی تعادل ایستا استفاده شد. در آزمون تعادل شارپند رومبرگ[1] آزمودنی بدون کفش روی سطح صاف می‌ایستد و پای برتر را جلوی پای غیر برتر می‌گذارد؛ به این صورت که پاشنه پای جلو به پنجه پای عقب برخورد کند. دست‌ها به حالت ضربدری روی سینه و کف دست روی شانه طرف مخالف قرار می‌گیرد. این آزمون با چشمان بسته انجام می‌گیرد. مدت‌زمانی که آزمودنی قادر باشد این حالت را با چشمان بسته حفظ کند، امتیاز وی محسوب می‌شود. پایایی آزمون در حالت چشم باز ۰/۹۰ و در حالت چشم بسته ۰/۷۶ گزارش شد (۲۴).

پرسشنامه خودکارآمدی تکلیف سالمندان[2]: این پرسشنامه در سال ۲۰۱۰ توسط روبرت و دولانسکی و وبر[3] ساخته شد. این پرسشنامه برای سنجش میزان اطمینان و اعتماد فرد به توانایی‌هایش برای اجرای تکالیف حرکت‌محور زندگی سالمندان طراحی شده است و ۱۸ سؤال دارد. ۱۱ سؤال مرتبط با مراقبت از خود و ۷ سؤال مرتبط با میزان تحرک سالمندان است. نمره گذاری این مقیاس به صورت طیف لیکرت ۱۰ درجه‌ای است؛ به این صورت که به پاسخ اصلاً اطمینان ندارم نمره ۱ تا کاملاً اطمینان دارم نمره ۱۰ تعلق می‌گیرد؛ به طوری که کمترین نمره ۱۸ و بیشترین نمره ۱۸۰ است. در این مقیاس نمره بیشتر نشان‌دهنده خودکارآمدی تکلیف بیشتر است و برعکس. در پژوهش روبرت و همکاران در سال ۲۰۱۰، همسانی درونی این ابزار ۰/۹۶ گزارش شد. همچنین ضریب آلفای کرونباخ خرده مقیاس‌های خودمراقبتی، فعالیت‌های متحرک و خودکارآمدی تکلیف کلی به‌ترتیب ۰/۹۶، ۰/۹۴ و ۰/۹۷ گزارش شد (۲۵). روایی و پایای پرسشنامه در ایران توسط خواجوی و همکاران تأیید شد (۲۶).

پروتکل تحریک الکتریک عضلانی: تمرینات تحریک الکتریکی به مدت هشت هفته انجام شد؛ به طوری که در هر هفته دو جلسه ۲۰ دقیقه‌ای در هفته و درمجموع ۱۶ جلسه معادل ۳۲۰ دقیقه تحریک الکتریکی در دو ماه بود. این دوره تمرینی در سه فاز تمرینی شامل مراحل سازگاری (دو هفته)، تمرینات اولیه (دو هفته) و تمرینات اصلی (چهار هفته) انجام شد. در ادامه، ویژگی‌های هر مرحله تمرینی از قبیل مدت تحریک، شدت تحریک، عمق تحریک، شدت مقاومت

1. Sharpen dromberg test
2. Self-Efficacy Everyday Activities (SEEA)
3. Robert, Dolan sky & Weber

الکتریکی، محل و عضله تحریک‌شده به تفکیک هر مرحله ارائه شده است(۲۷). در شکل (۱) نمای ظاهری دستگاه تحریک الکتریکی عضلات ارائه شده است. فازهای پروتکل تمرینی به صورت زیر است:

پروتکل تمرینی سازگاری:

-Depth muscle -Amper:15 -Impulse break:5 s -Impulse duration:10 s - Stimulation frequency: 35 HZ
Duration:20 min -Gluteus:200-Hamstring:200-Quadriceps:200- Lumbar:200- Abdominal:200

پروتکل تمرینی اولیه:

- Depth muscle -Amper:25 -Impulse break:5 s -Impulse durations:25 s -Stimulation frequency: 55 HZ
Duration:20 min-Gluteus:300-Hamstring:300-Quadriceps:300-Lumbar:300-Abdominal:300

پروتکل تمرینی اصلی:

-Depth Muscle-Amper:35-Impulse break:10 s-Impulse durations:45 s-Stimulation frequency: 65 HZ
Gluteus:400-Hamstring:400-Quadriceps:400-Lumbar:400-Abdominal:400

شکل ۱- دستگاه تحریک الکتریکی عضلات

Figure 1- Electrical Muscle Stimulation (EMS) Device

تجزیه و تحلیل آماری

آمار توصیفی برای محاسبه میانگین، واریانس، انحراف استاندارد، دامنه تغییرات استفاده شد. سپس از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. برای بررسی تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیری (مانکوا) استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در سطح معناداری P<۰/۰۵ با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد.

نتایج

در جدول ۱، داده‌های توصیفی مرتبط با اطلاعات جمعیت‌شناختی نمونه‌ها از قبیل سن، قد و وزن آزمودنی‌ها به تفکیک گروه ارائه شده است. نتایج آزمون تی مستقل نشان داد، بین دو گروه از حیث متغیرهای جمعیت‌شناسی تفاوت معناداری

وجود نداشت (P>۰/۰۵). همچنین نتایج آزمون کلموگروف-اسمیرنف نشان داد، متغیرهای اندازه‌گیری در پیش‌آزمون و پس‌آزمون نرمال بودند (P>۰/۰۵).

جدول ۱- مشخصات جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان

Table 1- Demographic characteristics of the participants

متغیر Variable	گروه‌ها Groups	میانگین Mean	انحراف معیار SD	حداقل Min	حداکثر Max
سن (سال) Age (year)	گروه آزمایش Experimental	67.1	2.68	65	73
	گروه کنترل Control	67	2.82۸	64	73
قد (سانتی‌متر) Height (Cm)	گروه آزمایش Experimental	152.9	5.8۵	143	162
	گروه کنترل Control	155.9	5.83	145	167
وزن (کیلوگرم) Weight (Kg)	گروه آزمایش Experimental	68.9	8.6	58	83
	گروه کنترل Control	68	12.44	58	93

همان طور که در جدول (۲) ملاحظه می‌شود، امتیاز تعادل ایستا و پویا، خودکارآمدی تکلیف و ترس از افتادن در پیش‌آزمون دو گروه تفاوت معناداری نداشت. با توجه به نرمال بودن متغیر امتیاز تعادل ایستا و پویا، خودکارآمدی تکلیف و ترس از افتادن در سالمندان، برای مقایسه از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیری (مانکوا)، استفاده شد. ارزیابی ویژگی داده‌ها نشان داد، مفروضه آماری همسانی ماتریس‌های واریانس-کوواریانس برای متغیرها برقرار بود (P>۰/۰۵)؛ بنابراین برای ارزیابی معناداری اثر چندمتغیری از شاخص لامبدای ویلکز استفاده شد. شاخص لامبدای ویلکز مانکوا نشان داد، اثر گروه بر ترکیب خطی متغیرهای وابسته معنادار بود (P<۰/۰۵)؛ به عبارت دیگر، بین دو گروه حداقل در یکی از مؤلفه‌های پژوهش تفاوت معناداری به لحاظ آماری وجود داشت.

جدول ۲- آماره‌های توصیفی متغیرهای اندازه‌گیری سالمندان در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

Table 2- Descriptive statistics of measured variables in the elderly during pre-test and post-test

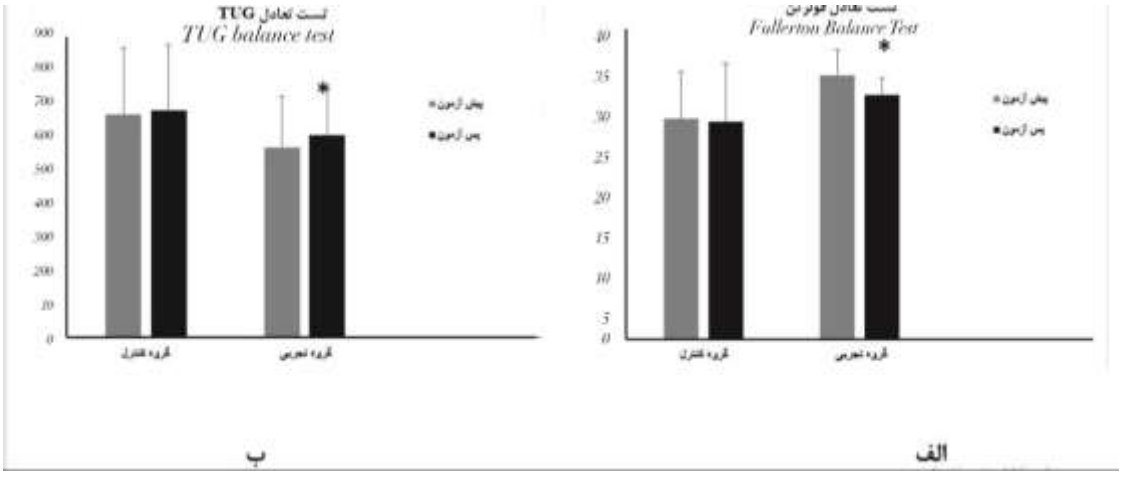
متغیرها variable	گروه‌ها Groups	Sig Box	پیش‌آزمون Pre-test		پس‌آزمون Post-test		Sig Levens		Independent T	
			میانگین Mean	انحراف استاندارد SD	میانگین Mean	انحراف استاندارد SD	F	Sig	t	Sig
تعادل پویا fullerton test	Experimental	0.152	34.1	3.17	31.5	2.27	7.18	0.01	1.88	0.07
	control		28.4	6.13	28	7.57				
تعادل پویا TUG Test	Experimental	0.788	570.3	150.8	606.5	141.2	3.00	0.1	1.21	0.241
	control		666.9	201.47	681.5	195.55				
ترس از افتادن FOF	Experimental	0.143	24.5	8.55	21.5	5.64	1.56	0.22	-0.12	0.89
	control		24.9	4.93	24.4	4.92				

جدول ۲- آماره‌های توصیفی متغیرهای اندازه‌گیری سالمندان در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

Table 2- Descriptive statistics of measured variables in the elderly during pre-test and post-test

Independent T		Sig Levens		پس‌آزمون Post-test		پیش‌آزمون Pre-test		Sig	گروه‌ها	متغیرها
Sig	t	Sig	F	انحراف استاندارد SD	میانگین Mean	انحراف استاندارد SD	میانگین Mean	Box	Groups	variable
0.71	-0.32	0.34	0.926	1.55	2.46	0.73	1.42	0.071	Experimental	تعادل ایستا Biodex Test
				0.68	1.53	0.57	1.53		control	
0.16	-1.5	0.01	16	0.51	0.4	0.001	0.001	0.10	Experimental	تعادل ایستا Romberg Test
				0.42	0.2	0.42	0.2		control	
0.49	1.44	0.02	13.70	16.91	137.6	8.16	166.7	0.292	Experimental	خودکارآمدی تکلیف Task self-efficacy
				18.78	142.5	20.34	142.8		control	

همان طور که در جدول (۳) ملاحظه می‌شود، درخصوص متغیر تعادل پویا (تست فولرتن) در سالمندان، اثر زمان، اثر گروه و اثر تعاملی گروه و زمان معنادار بود؛ بنابراین نتایج نشان می‌دهد، تمرینات تحریک الکتریکی عضلات به صورت معناداری بر بهبود تعادل پویا (تست فولرتن) در سالمندان تأثیر داشت (شکل ۱-الف). درخصوص متغیر تعادل پویا (تست TUG) در سالمندان، اثر زمان و اثر تعاملی گروه و زمان معنادار بود، ولی اثر گروه معنادار نبود؛ بنابراین نتایج نشان می‌دهد، تمرینات تحریک الکتریکی عضلات به صورت معناداری بر بهبود تعادل پویا (تست TUG) در سالمندان تأثیر داشت (شکل ۱-ب).

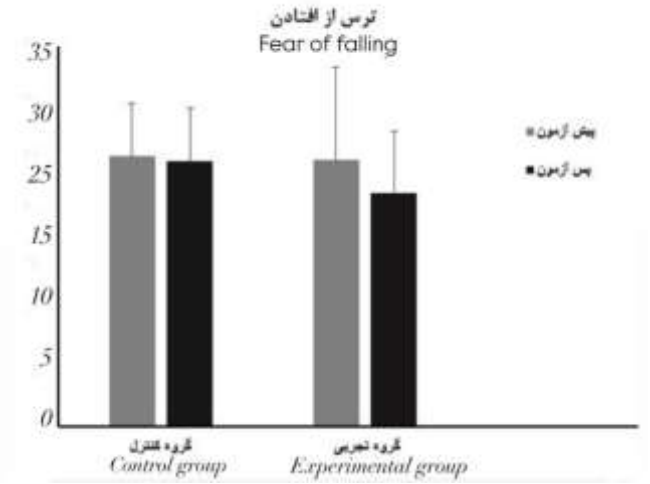


شکل ۱- مقایسه بین‌گروهی تعادل (فولرتن و TUG)-در حالت پیش‌آزمون و پس‌آزمون

Figure 1- Between-group comparison of balance (Fullerton and TUG Tests) in pre-test and post-test conditions

*P معناداری در سطح ۰/۰۵>

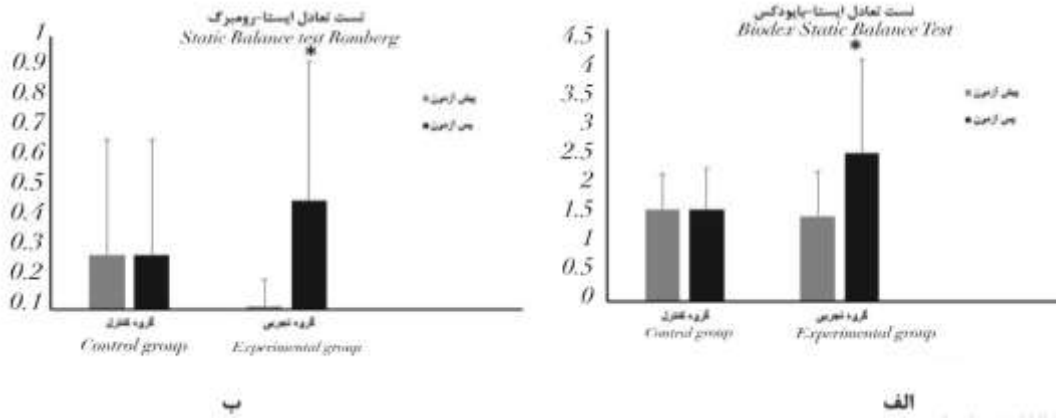
درخصوص متغیر ترس از افتادن در سالمندان، اثر زمان معنادار بود، ولی اثر گروه و اثر تعاملی گروه و زمان معنادار نبود؛ بنابراین نتایج نشان می‌دهد، تمرینات تحریک الکتریکی عضلات به صورت معناداری بر بهبود ترس از افتادن در سالمندان تأثیر نداشت (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه بین‌گروهی ترس از افتادن-در حالت پیش‌آزمون و پس‌آزمون

Figure 2- Between-group comparison of fear of falling in pre-test and post-test conditions

درخصوص متغیر تعادل ایستا (تست بایودکس (شکل۳-الف)، تست رومبرگ (شکل۳-ب)) در سالمندان، اثر زمان، اثر گروه و اثر تعاملی زمان و گروه معنادار بود که بیان می‌کند تمرینات تحریک الکتریکی عضلات به صورت معناداری بر بهبود تعادل ایستا در سالمندان تأثیر داشت.

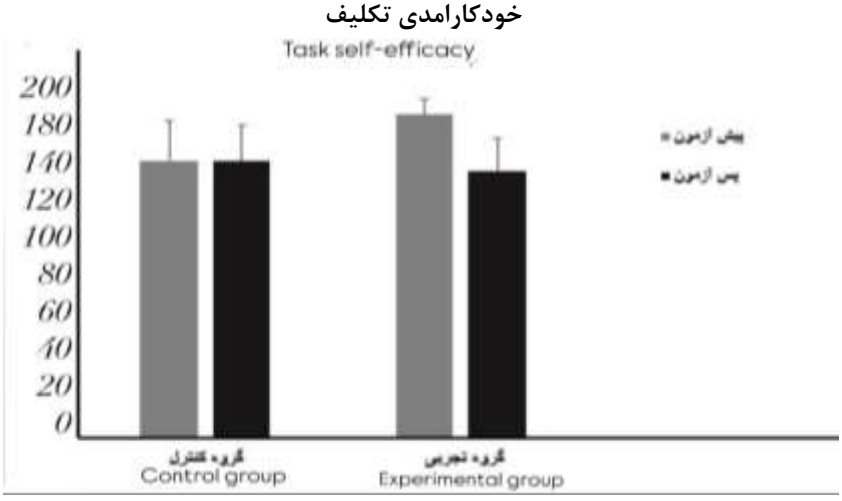


شکل ۳- مقایسه بین‌گروهی تعادل ایستا (بایودکس و رومبرگ) در حالت پیش‌آزمون و پس‌آزمون

Figure 3- Between-group comparison of static balance (Biodex and Romberg Tests) in pre-test and post-test conditions

* **معناداری در سطح P<۰/۰۵**

درخصوص متغیر خودکارآمدی تکلیف در سالمندان، اثر زمان و اثر تعاملی زمان و گروه معنادار بود، ولی اثر گروه معنادار نبود؛ بنابراین نتایج نشان می‌دهد، تمرینات تحریک الکتریکی عضلات به صورت معناداری بر بهبود خودکارآمدی تکلیف در سالمندان تأثیر نداشت (شکل ۴).



شکل ۴- مقایسه بین‌گروهی خودکارآمدی تکلیف در حالت پیش‌آزمون و پس‌آزمون

Figure 4- Between-group comparison of task self-efficacy in pre-test and post-test conditions

جدول ۳- نتایج تحلیل کوواریانس با طرح اندازه‌گیری مکرر مبنی بر مقایسه تمرینات تحریک الکتریکی عضلات بر بهبود تعادل پویا، ایستا، خودکارآمدی تکلیف و ترس از افتادن در سالمندان

Table 3- Results of Repeated Measures ANCOVA Analysis comparing the effects of electrical muscle stimulation training on improving dynamic balance, static balance, task-specific self-efficacy, and fear of falling in the elderly

اثر زمان در گروه Group* time		اثر گروه Group		اثر زمان Time		P	متغیرها Variables
Sig Etta	آماره F	Sig Etta	آماره F	Sig Etta	F		
0.013 0.29	7.66	0.04 0.16	3.50	0.001 0.44	22.5	Pretest = 0.053 Pretest = 0.080	تعادل پویا Fullerton test
0.04 0.19	4.46	0.285 0.06	1.21	0.001 0.57	24.70	Pretest = 0.100 Pretest = 0.073	تعادل پویا (تست TUG)
0.126	2.54	0.54 0.021	0.38	0.037 0.21	5.04	Pretest = 0.228 Pretest = 0.630	تعادل پویا TUG Test
0.01 0.27	6.86	0.04 0.15	1.53	0.01 0.27	6.86	Pretest = 0.349 Pretest = 0.076	تعادل ایستا Boidex test
0.02 0.25	6	0.001 0.99	0.001	0.02 0.25	6	Pretest = 0.110 Pretest = 0.081	ترس از افتادن FOF
0.01 0.29	7.66	0.04 0.16	3.50	000.1 0.42	22.5	Pretest = 0.053 Pretest = 0.080	خودکارآمدی تکلیف Task self-efficacy

بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی مطالعه حاضر، بررسی اثر تحریک الکتریکی عضلات بر بهبود تعادل، خودکارآمدی تکلیف و ترس از افتادن در سالمندان بود. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد، تمرینات تحریک الکتریکی عضلات بر بهبود تعادل ایستا و تعادل پویای (آزمون فولرتن) سالمندان تأثیر معنادار داشت؛ این در حالی است که این نوع تمرینات بر خودکارآمدی تکلیف و ترس از افتادن سالمندان تأثیر معنادار نداشت.

یافته‌های مطالعه حاضر در بخش اثربخشی تمرینات تحریک الکتریکی بر بهبود عملکرد تعادل سالمندان با یافته‌های مطالعات متعددی از قبیل اندوسویچی و همکاران (۲۰۲۳)، رفیعی و همکاران (۲۰۲۲)، نیشیگاوا و همکاران (۲۰۲۱)، درخشان‌نژاد و همکاران (۲۰۲۰)، شوهانی و همکاران (۲۰۲۰)، قربانیان و همکاران (۲۰۲۰) و عظیم‌خانی و همکاران (۲۰۱۹) همخوان است (۲۸-۳۵)؛ به طوری که رفیعی و همکاران در پژوهشی تأثیر سیستم تحریک الکتریکی بر الگوی راه رفتن و تعادل در ورزشکاران مرد را بررسی کردند. یافته‌ها نشان داد، سیستم تحریک الکتریکی عضلانی تأثیر مطلوبی بر الگوی راه رفتن و تعادل ورزشکاران داشت. تحریک الکتریکی منجر به افزایش کمی نوسانات مرکز فشار و بهبود میزان جابه‌جایی نوسانات فشار شد که نشان‌دهنده اثربخشی این روش بود (۳۲).

نتایج تحقیق حاضر حاکی است که تقویت عضلات اندام تحتانی توسط سیستم تحریک الکتریکی عضلانی تأثیرات مطلوبی بر الگوی راه رفتن و نوسانات فشار کف‌پایی و تعادل افراد دارد (۳۶). شوهانی و همکاران تأثیر تحریک الکتریکی یک‌طرفه و دوطرفه بر بهبود تعادل سالمندان را بررسی کردند. آن‌ها نتیجه گرفتند که تحریک الکتریکی می‌تواند موجب بهبود تعادل در سالمندان شود. همچنین تاپا و همکاران تأثیر تمرینات تحریک الکتریکی و مقاومتی عضلات مداخله را بر عملکرد جسمانی و مغزی زنان میانسالان و سالمند بررسی کردند. پس از چهار هفته مداخله، بهبود درخورتوجهی در سرعت راه رفتن، قدرت عضلانی و آزمون تعادل مشاهده شد. یافته‌ها نشان داد، تحریک الکتریکی عضلانی به همراه تمرین مقاومتی روشی مناسب برای ارتقای عملکرد حرکتی زنان میانسال و سالمند است (۳۳). در مطالعه دیگری، نیشیکاوا و همکاران به تعیین کمیت اثرات EMS بر توده عضلانی و تعادل در افراد سالمند مبتلا به زوال عقل پرداختند. یافته‌ها نشان داد، میزان توده عضلانی در گروه تمرین به طور معناداری افزایش یافت. همچنین میزان تعادل گروه تمرین افزایش معناداری را نشان داد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که EMS مداخله‌ای مفید برای افزایش توده عضلانی و حفظ عملکرد تعادل در سالمندان است (۲۸).

در تبیین اثربخشی تحریک الکتریکی عضلات بر تعادل می‌توان اشاره کرد که براساس مطالعات، افزایش قدرت ناشی از اعمال تمرینات قدرتی که در عضلات اسکلتی اتفاق می‌افتد، در ابتدا ناشی از پاسخ‌های سیستم عصبی به افزایش بار است تا ناشی از هایپرتروفی فیبرهای عضلانی. افزایش فعالیت الکتریکی عضلات در این دوره ناشی از افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی و افزایش فرکانس و هماهنگی پیام‌های عصبی ناشی از تحریک الکتریکی است که می‌تواند به بهبود یادگیری حرکتی و هماهنگی عضلانی منجر شود. به نظر می‌رسد، این تغییرات به علت کاهش عملکرد مهاری سیستم عصبی مرکزی بر عضلات، کاهش حساسیت اندام وتری گلژی یا تغییر در پیوستگاه عصبی‌عضلانی واحدهای حرکتی ایجاد می‌شود.

به نظر می‌رسد، تحریک الکتریکی می‌تواند موجب تغییر شکل‌پذیری عصبی شود که احتمال دارد این موضوع با تغییرات اتصالات عملکردی مرتبط باشد. این موضوع سبب می‌شود جریان خون در ناحیه تحریک‌شده توزیع بیشتر یابد و در آن ناحیه جریان خون بیشتری جریان پیدا کند و هموگلوبین در ناحیه‌ای که ارتباط در آن تقویت می‌شود، افزایش یابد (۳۶). همچنین نتایج تحقیق حاضر را می‌توان با نظریه سیستم‌ها تفسیر کرد. مطابق با این نظریه، حفظ تعادل و کنترل قامت در فضا، حاصل تداخل و عملکرد بین سیستم‌های مختلف عصبی، عضلانی و اسکلتی است. مطابق با نظریه سیستم‌ها،

سیستم عصبی مرکزی از اطلاعات سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حسی-پیکری استفاده می‌کند و نسبت به وضعیت قرارگیری بدن و مرکز ثقل بدن در فضا آگاه می‌شود و در صورت نیاز، پاسخ حرکتی مناسب را به صورت الگوهای حرکتی از پیش برنامه‌ریزی‌شده، برای مقابله با موقعیت بدن فعال می‌کند. مطابق با این نظریه، تحریک الکتریکی در ناحیه مدنظر با فعال کردن مناطق اصلی عضلانی و نقاط مغزی مرتبط که هنگام تعادل تأثیرگذارند می‌تواند بر تعادل تأثیرگذار باشد (۳۳).

ازآنجاکه کنترل تعادل نیازمند مشارکت در سه حیطه پردازش اطلاعات به‌وسیله حواس بینایی، دهلیزی و حسی پیکری، یکپارچگی مرکزی در مغز و پاسخ حرکتی است، هرگونه نقص در کنترل پاسچر ناشی از عوامل محیطی همراه با تغییر و فرسایش مرتبط با سن در سه سیستم فوق می‌تواند از عوامل قرار گرفتن فرد در شرایط افتادن باشد. این کاهش در تعادل در اثر نبود فعالیت تشدید می‌شود. مطالعات گزارش داده‌اند که تمرینات بدنی و تحریکات عضلانی می‌تواند باعث بهبود کنترل پاسچر و کاهش زمین خوردن شوند.

در مطالعه‌ای نشان داده شد که دو عامل عمده دخیل در بی‌ثباتی عملکردی، نقش حس عمقی و ثبات آناتومیکی است. حس عمقی نقش حیاتی در کنترل تعادل دارد. یک جنبه از نقش حس عمقی در کنترل حرکت و پاسچر عبارت است از طراحی و اصلاح دستورات حرکتی درون‌زا قبل و در طی اجرای یک دستور حرکتی. سیستم کنترل حرکت باید وضعیت جاری و در حال تغییر مفاصل را در نظر بگیرد تا تعادل پیچیده مکانیکی حاصل از اجرای آن را تخمین بزند. در این قضیه حس عمقی بهترین شرایط را برای تأمین اطلاعات و مخابره آن‌ها به سیستم عصبی مرکزی دارد؛ چراکه این کار فرایندی پیچیده است که تنها از عهده سیستم آوران حس عمقی برمی‌آید. اطلاعات حس عمقی هم در حفظ ثبات کل بدن و هم در حفظ ثبات نواحی موضعی (ثبات عملکردی مفصل) نقش اساسی ایفا می‌کنند. متعاقب صدمات مفصلی یا سالمندی، توانایی و کارایی حس عمقی کاهش می‌یابد. در برگرداندن سریع فرد آسیب‌دیده به سطوح پیش از ضایعه، افزایش سطح آگاهی فرد نسبت به وضعیت و حرکت مفصل و نیز افزایش ثبات و تعادل پویا و ایستا از عوامل بسیار مهم است (۲۸).

به نظر می‌رسد، در طی تحریک الکتریکی عضلات فراخوانی واحدهای حرکتی، تحریک گیرنده‌های عمقی عضلانی و مفصلی سبب تجمیع حرکت و انقباضات مؤثر و هدفمند بیشتری شده و درنهایت موجب تولید انقباض‌های عضلانی مؤثرتر و توسعه قدرت از طریق فراخوانی واحدهای حرکتی و عضلانی می‌شود. این امر خود سبب بهبود تعادل و عملکرد بهتر حرکتی سالمند می‌شود. در بخش اثربخشی تحریک الکتریکی عضلات بر ترس از افتادن و خودکارآمدی تکلیف سالمندان، یافته‌های حاضر تأثیر معناداری را نشان نداد و حاکی از آن بود که این تمرینات تغییرات محسوسی در شاخص‌های روانی ترس از افتادن و خودکارآمدی تکلیف سالمندان ندارد.

در مرور ادبیات و شواهد پژوهشی، مطالعات بسیار اندکی به بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی بر شاخص‌های روانی پرداخته‌اند و در شاخص‌های خودکارآمدی تکلیف و ترس از افتادن مطالعه‌ای یافت نشد؛ با وجود این، ازجمله دلایلی که می‌توان در تبیین نبود تأثیر معنادار تحریک الکتریکی بر این شاخص‌ها ذکر کرد، طول مدت تحریک الکتریکی است. در مطالعه حاضر، هشت هفته و در هر هفته دو جلسه ۲۰ دقیقه‌ای مداخله انجام شد که دوره تمرینات اصلی آن حدود چهار هفته بود. به نظر می‌رسد، طول دوره تمرینات برای تغییرات عضلانی و حرکتی کافی بود، اما برای ایجاد تغییرات معنادار روانی کافی نبود.

همچنین به نظر می‌رسد، برای تغییرات در شاخص‌های روانی، علاوه‌بر عوامل بدنی، تغییر در متغیرهای دیگری از قبیل ارتقای حس اعتمادبه‌نفس نیز لازم است که این تغییرات نیازمند زمان بیشتری است؛ با این حال، تأثیر معنادار نداشتن EMS بر خودکارآمدی تکلیف و ترس از افتادن می‌تواند به دلایل مختلف باشد: اول اینکه ممکن است دوره مداخله

هشت‌هفته‌ای برای ایجاد تغییرات درخورتوجه در این متغیرهای روان‌شناختی کافی نباشد؛ دوم اینکه خودکارآمدی تکلیف و ترس از افتادن تحت‌تأثیر عوامل پیچیده و متعددی بوده که ممکن است EMS به‌تنهایی قادر به تغییر آن‌ها نباشد؛ سوم اینکه تفاوت در جمعیت مطالعه‌شده، نوع و شدت EMS استفاده‌شده و ابزارهای اندازه‌گیری می‌توانند منجر به تفاوت در نتایج شوند؛ به عنوان مثال، برخی مطالعات نشان داده‌اند که EMS همراه با تمرینات تعادلی می‌تواند تأثیر بیشتری بر خودکارآمدی و ترس از افتادن داشته باشد.

هدف اصلی مطالعه حاضر، بررسی اثر تحریک الکتریکی عضلات بر بهبود تعادل، خودکارآمدی تکلیف و ترس از افتادن در سالمندان بود. یافته‌ها نشان داد، تمرینات تحریک الکتریکی عضلات بر بهبود تعادل ایستای و پویای بانوان سالمند تأثیر معنادار دارد و سبب بهبود تعادل سالمندان می‌شود. همچنین یافته‌ها نشان داد، تمرینات تحریک الکتریکی عضلات بر خودکارآمدی تکلیف و ترس از افتادن سالمندان تأثیر معنادار ندارد. به نظر می‌رسد، تحریک الکتریکی عضلات از طریق تحریک عوامل عصبی‌عضلانی از قبیل گیرنده‌های عمقی عضلات و مفاصل درگیر در تولید قدرت، سبب افزایش تنش عضلانی و توسعه فراخوانی واحدهای حرکتی می‌شود و تجمیع حرکتی و انقباض‌های عضلانی موثق‌تری را فراهم می‌کند و به دنبال آن توسعه قدرت سبب بهبود سازوکارهای مرتبط با تعادل می‌شود. با توجه یافته‌های حاضر، مربیان و مراقبان می‌توانند به‌منظور ارتقای تعادل و استقلال حرکتی بانوان سالمند از روش تحریک الکتریکی عضلانی به‌عنوان روشی سالم و ایمن استفاده کنند.

پیام مقاله

تمرینات EMS موجب بهبود تعادل ایستا و پویا در زنان سالمند می‌شود و می‌توان آن را روشی ایمن و کاربردی در برنامه‌های پیشگیری از افتادن دانست. اگرچه این تمرینات تأثیر معناداری بر ترس از افتادن و خودکارآمدی نداشت، استفاده ترکیبی آن با مداخلات روان‌شناختی پیشنهاد می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

پیش از اجرای مداخله، رضایت‌نامه آگاهانه از همه شرکت‌کنندگان دریافت شد. تمرینات EMS با نظارت متخصصان و با رعایت کامل اصول ایمنی اجرا شد. اطلاعات شرکت‌کنندگان به صورت محرمانه نگهداری شد و صرفاً برای اهداف پژوهشی به کار رفت.

مشارکت نویسندگان

طراحی مطالعه، گردآوری داده‌ها، تحلیل نتایج و نگارش اولیه مقاله: مائده احمدپور

بازبینی و ویرایش نهایی مدیریت پروژه و نظارت علمی: میثم رضایی

تمامی نویسندگان نسخه نهایی مقاله را مطالعه و تأیید کردند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مطالعه تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد واحد مشهد است. از تمام کسانی که ما در انجام این مطالعه کمک کردند، کمال تشکر و قدردانی راداریم.

منابع

1. Fernandes VLS, Ribeiro DM, Fernandes LC, Menezes RLd. Postural changes versus balance control and falls in community-living older adults: a systematic review. Fisioterapia em movimento. 2018; 31: e003125. https://doi.org/10.1590/1980-5918.031.ao25
2. Gallahue DL. Understanding motor development: Infants, children. Adolescents. 1989:200-36.
3. Irandoust K, Taheri M. The impact of yoga and pilates exercises on older adults. Iranian Journal of Ageing. 2016;11(1):152-61. https://doi.org/10.21859/sija-1101152
4. Lee L-L, Avis M, Arthur A. The role of self-efficacy in older people's decisions to initiate and maintain regular walking as exercise—Findings from a qualitative study. Preventive Medicine. 2007;45(1): 62-5. https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.04.011
5. The role of self-efficacy in older people's decisions to initiate and maintain regular walking as exercise—Findings from a qualitative study. Preventive Medicine. 2007;45(1):62-5. https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.04.011
6. Mirdrikvand F, Panahi H, Hoseyni Ramaghani NS. Loneliness of the elderly: The role of communication skills, social support and functional disability. Aging Psychology. 2016;2(2):113-03.
7. Ageing WHO, Unit LC, gérontologie UdGCid. A global response to elder abuse and neglect: building primary health care capacity to deal with the problem worldwide: main report: World Health Organization; 2008.
8. Khajavi D, Farrokhi A, Jaberi-Moghaddam A-A, Kazemnejad A. Effect of strength and balance training program on maintaining balance and quality of life in older male adults with fear of fall. Iranian Journal of Ageing. 2016;11(2):270-9. https://doi.org/10.21859/sija-1102270
9. Aslankhani MA, Farsi A, Fathirezaie Z, Zamani Sani SH, Aghdasi MT. Validity and reliability of the timed up and go and the anterior functional reach tests in evaluating fall risk in the elderly. Iranian Journal of Ageing. 2015;10(1):16-25.
10. Khajavi D. Comparing functional fitness and quality of life and in men older adults with and without fear of fall and fall history. Journal of Geriatric Nursing. 2016;2(3):9-21.
11. Minoonejad H. The effect of 6-week training with ground balance ladder on postural control and risk of falls in elderly. Journal of Gerontology. 2017;2(1):11-9. https://doi.org/10.21859/jgn.2.3.9
12. Kumar C. Comparison between Tai Chi and balance-strength training exercise to decrease fear of fall and improving balance and functional mobility in elderly. Journal of Novel Physiotherapies. 2017;7(3). https://doi.org/10.4172/2165-7025.1000350
13. Lopez P, Izquierdo M, Radaelli R, Sbruzzi G, Grazioli R, Pinto RS, et al. Effectiveness of multimodal training on functional capacity in frail older people: a meta-analysis of randomized controlled trials. Journal of Aging and Physical Activity. 2018;26(3):407-18. https://doi.org/10.1123/japa.2017-0188
14. Schumann M, Walker S, Izquierdo M, Newton RU, Kraemer WJ, Häkkinen K. The order effect of combined endurance and strength loadings on force and hormone responses: effects of prolonged training. European Journal of Applied Physiology. 2014;114:867-80. https://doi.org/10.1007/s00421-013-2813-6
15. Murlasits Z, Kneffel Z, Thalib L. The physiological effects of concurrent strength and endurance training sequence: A systematic review and meta-analysis. Journal of Sports Sciences. 2018;36(11):1212-9. https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1364405
16. Davis-Miller TL. The effect of exercise order on body fat loss during concurrent training. 2016.
17. Mustafa Ö, Özgür B. Effects of whole-body electromyostimulation with and without voluntary muscular contractions on total and regional fat mass of women. Archives of Applied Science Research. 2016;8(3):75-9.
18. Kemmler W, Schliffka R, Mayhew JL, von Stengel S. Effects of whole-body electromyostimulation on resting metabolic rate, body composition, and maximum strength in postmenopausal women: the training and electrostimulation trial. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2010;24(7):1880-7. https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181ddaeee
19. Shahrokhi, Mohammadi F, Salehi, Tarkhasi. Comparison of two methods of home training and instructor-led training on motor performance related to falls in inactive elderly women. Sports and Movement Biosciences. 2023;15(30):77-89.

20. Khajavi D. Validation and reliability of Persian version of fall efficacy scale-international (FES-I) in community-dwelling older adults. Iranian Journal of Ageing. 2013;8(2):39-47.
21. Baneshi R, Saboor M, Haghi M, Bidhendi Yarandi R, Zandieh Z. Fear of falling and its relationship with frailty in older adults. Iranian Journal of Ageing. 2023;18(2):204-17. https://doi.org/10.32598/sija.2023.3504.1
22. Rose DJ, Lucchese N, Wiersma LD. Development of a multidimensional balance scale for use with functionally independent older adults. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2006;87(11):1478-85. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.07.263
23. Duecker JR. Measurement of validity for balance assessments using a modified CTSIB sway index versus A Biodex sway index: University of Akron; 2013.
24. Seo B, Kim B, Singh K. The comparison of resistance and balance exercise on balance and falls efficacy in older females. European Geriatric Medicine. 2012;3(5):312-6. https://doi.org/10.1016/j.eurger.2011.12.002
25. Roberts BL, Dolansky MA, Weber BA. Psychometric properties of the Task Self-Efficacy Scale for everyday activities in older adults. Research and Theory for Nursing Practice. 2010;24(2):113-27. https://doi.org/10.1891/1541-6577.24.2.113
26. Khajoui, Dariush. Determining the construct validity and reliability of the "Task Self-Efficacy Scale" for daily activities of the elderly. Journal of Sport Management and Motor Behavior. 2016;12(23):269-80. [In Persian].
27. Pano-Rodriguez A, Beltran-Garrido JV, Hernandez-Gonzalez V, Reverter-Masia J. Effects of Whole body electromyostimulation on physical fitness and health in postmenopausal women: A study protocol for a randomized controlled trial. Frontiers in Public Health. 2020; 8:313. https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00313
28. Nishikawa Y, Takahashi T, Kawade S, Maeda N, Maruyama H, Hyngstrom A. The effect of electrical muscle stimulation on muscle mass and balance in older adults with dementia. Brain Sciences. 2021;11(3):339. https://doi.org/10.3390/brainsci11030339
29. Ghorbanian B, Saberi Y, Rasouli M. The effect of pilates training and electrical stimulation on motor and cognitive function of women with multiple sclerosis. The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam. 2019;8(1):63-76. https://doi.org/10.29252/shefa.8.1.63
30. Ando S, Hashimoto Y, Asamizu T, Sato R, Kambayashi S, Kano K, et al. The effects of electrical muscle stimulation training on quadriceps muscle strength and hypertrophy. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2023;55(9S):226. https://doi.org/10.1249/01.mss.0000981808.49007.f4
31. Parry SM, Berney S, Granger CL, Koopman R, El-Ansary D, Denehy L. Electrical muscle stimulation in the intensive care setting: a systematic review. Critical Care Medicine. 2013;41(10):2406-18. https://doi.org/10.1097/ccm.0b013e3182923642
32. Rafiei AH, Sadeghi M, Esmaeili H. The Effect of electrical muscle stimulation system on gait and balance patterns in male athletes. 2023.
33. Shouhani M, Jalilian M, Parsaei S, Modara F, Seidkhani H. The effect of unilateral and bilateral electrical stimulation of the brain on improving the balance of the elderly. Iranian Journal of Ageing. 2020;15(3):312-23. https://doi.org/10.32598/sija.10.15.3.1895.3
34. Khazanin H, Daneshmandi H, Fakoor Rashid H. Effect of selected fall-proof exercises on fear of falling and quality of life in the elderly. Iranian Journal of Ageing. 2022;16(4):564-77. https://doi.org/10.32598/sija.2021.3152.1
35. Khajavi D, Farrokhi A, JABERI MA, Kazemnejad A. The effect of a training intervention program on fall-related motor performance in the male elderly without regular physical activity. 2013.
36. Shariatinia N, Letafatkar A, Shojaedin SS, Haddadnejad M. Evaluation of the Efficacy of a Comprehensive Spinal Muscle Training Protocol with and without Functional Electrical Stimulation in Elderly with Functional Kyphosis. Journal of Research in Rehabilitation Sciences. 2017;12(6): 341-7.