Journal of Ilam University of Medical Sciences
P-ISSN: 1563-4728
E-ISSN: 2588-3135

Remote Stepping Exercise Training for Improving Gait Mechanics in Older Women with Chronic Knee Pain

Mojtaba Babaei Khorzoghi [1], Aboozar Saadatian [2*], Vida Darvishi [3]

[1] Dept of Sport Injures and Corrective Exercises, Center of Physical Education, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
[2] Dept of Sport Sciences, Faculty of Human Sciences, University of Yasouj, Yasouj, Iran
[3] Dept of Sport Injures and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Khorasgan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

Article Info

Article type:
Research article

Article History:
Received: Feb. 18, 2026
Received in revised form: Jul. 26, 2026
Accepted: Aug. 02, 2026
Published Online: Sep. 27, 2026

**** Correspondence to:***
Aboozar Saadatian
Dept of Sport Sciences, Faculty of Human Sciences, University of Yasouj, Yasouj, Iran

Email:
aboozar.saadat67@gmail.com

A B S T R A C T

Introduction: With aging, there are changes in the gait patterns that can compromise balance and increase the risk of falls. Nowadays different rehabilitation treatments, like stair exercises, are suggested to old-age people. Thus, the aim of the present study was to investigate the effect of 8 weeks of stair training on gait biomechanics in elderly women with knee pain.

Materials & Methods: This quasi-experimental study was conducted on 30 elderly women with chronic knee pain who were randomly assigned to experimental and control groups and studied for 8 weeks. Two video cameras and the Kinovea software were used to analyze gait parameters, including cadence, step length, step width, swing time, and stance time. The exercises were performed on stairs of heights 10–18 cm. Repeated measures mixed ANOVA, paired-samples t-test, and independent-samples t-test were used for statistical analysis.

Results: Results of the mixed-design ANOVA indicated significant effects of time and time × group interaction on step frequency, step length, and gait speed (all $p < 0.05$), but no significant main effect of group. No significant effects were found on step width, swing time, and stance time ($p > 0.05$). A paired-samples t-test showed significant improvement in cadence, step length, and gait speed for the experimental group ($p < 0.01$) and no changes for the control group. Moreover, the experimental group showed significantly higher scores than the control group in the post-test ($p < 0.01$).

Conclusion: The findings of the present study indicate that stair training can be regarded as an effective intervention to improve gait performance in elderly individuals. Older adults in rehabilitation programs may do these exercises with rehabilitation specialists.

Keywords: Elderly Women; Chronic Knee Pain; Stair Training; Gait Biomechanics

Cite this paper: Babaei Khorzoghi M, Saadatian A, Darvishi V. Predicting Mother Abuse Based on Spouse's Emotional Blackmail and Self-Esteem. *Journal of Ilam University of Medical Sciences.* 2026;34(4):87-98.

Introduction

Mothers are most often the primary targets of parent abuse by sons and may experience cognitive, emotional, physical, and spiritual harm (1). Research indicates that mother abuse is associated with factors such as family cohesion, domestic violence, marital conflict, self-esteem, and resilience (2). It is also linked to exposure to permissive discipline, lack of emotional involvement in the father-child relationship, symptoms of stress, and substance use (2). One contributing factor is the child's identification with a father who has abused his spouse (3). When violent behavior occurs, emotional and relational roles within the family are disrupted, negatively impacting parenting abilities and overall family functioning. The interaction of these factors may help explain the persistence of violent behavior over time (4). Children who engage in parent abuse often have themselves been exposed to violence within the family (4). Mother abuse is particularly likely in households characterized by paternal violence toward the mother, parental violence toward the child, and emotional blackmail between parents (5). Despite its prevalence and the increasing number of legal cases (1-3), this issue has not received sufficient attention from the scientific community within the country. Moreover, given that parent abuse is a hidden and often invisible form of harm, it not only threatens the foundation of the family but may also contribute to the development of violence and maladaptive behaviors in broader

© The Author(s)
Publisher: Ilam University of Medical Sciences

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-22]

social contexts. Findings suggest that mother abuse is a pressing social concern, not only due to its rising incidence (5) but also because of its underlying causes, the context in which it arises, and its far-reaching consequences (5). Therefore, the present study aimed to examine whether mother abuse can be predicted based on emotional blackmail by the spouse and the mother's self-esteem.

Methods

The quasi-experimental pretest-posttest design with experimental and control groups was employed. Twenty-nine women (aged 60–70 years) with chronic knee pain, living in the community, were recruited after meeting predefined eligibility criteria. Participants had chronic knee pain for at least 6 months, reported mild-to-moderate pain during daily activities, and were medically cleared for exercise. Participants were randomly assigned to a control (n = 14) or experimental group (n = 15) following baseline assessment and informed consent. The intervention was delivered three times per week for eight weeks in small groups under the live remote supervision of a corrective exercise specialist. Safety of home exercises, condition of stairs, and appropriate height of stairs were assessed by an online orientation before starting training. The height of the stairs was initiated at approximately 10 cm and increased gradually up to 18 cm as tolerated. Wall or handrail was used for support by the participants. Progressively stair climbing and descending, side stepping and balance activities were added and ankle weights of 0.5 kg were added in advanced stages. The exercise intensity was adjusted to the point of pain and tolerance. The safety criterion was a visual analog scale, and exercise was modified or discontinued if knee pain was 5 or higher. Daily contact was employed to monitor symptoms, delayed onset muscle soreness, questions and adherence. Gait outcomes consisted of cadence, step length, gait speed, step width, swing time and stance time. Data were analyzed using mixed-design repeated-measures ANOVA, and paired- and independent-samples t-tests for within- and between-group comparisons.

Results

Study was conducted in 29 older women with chronic knee pain , assigned into an experimental group (15 participants) and a control group (14 participants) . Groups were comparable at baseline characteristics with no significant differences in gait variables confirming homogeneity of the study population . A mixed-design repeated-measures ANOVA showed significant improvements in spatiotemporal gait parameters after an eight-week remotely supervised stair-training program. Cadence ($p=0.002$), step length ($p=0.001$), and gait speed ($p<0.001$) showed significant main effects of time and group×time interaction effects. These results suggest that the observed improvements were due to the intervention and not the passage of time. Conversely, we did not find significant changes (all $p > 0.05$) in variables such as step width, swing time and stance time, indicating that the intervention mainly improved forward locomotor performance without significantly altering mediolateral gait control. Within-group analyzes showed significant improvements in cadence, step length, and gait speed pre- to post-intervention for the experimental group (all $p < 0.001$). Post intervention the experimental group had significantly increased cadence ($p = 0.023$), step length ($p = 0.001$) and gait speed ($p = 0.002$) compared to the control group. The results indicate that stair climbing exercise remotely supervised is effective to improve walking performance in older women with chronic knee pain.

Conclusion

The study found that eight weeks of stair climbing exercise with remote supervision significantly improved cadence, step length and walking speed, but did not affect step width, swing time and stance time in older women with chronic knee pain. These findings support stair training as a way to improve gait efficiency and mobility without changing gait cycle phases or mediolateral features. Benefits were consistent with previous research on functional mobility and strength in knee osteoarthritis. This exercise is effective because it increases muscle strength, neuromuscular coordination, and proximal stability, particularly by activating the hip abductors. Furthermore, the remote delivery method allowed for ongoing monitoring and individualized adjustments, making it a feasible rehabilitation option for older adults with limited access to traditional services.

Authors' Contribution

Conceptualization, Methodology, Validation, Formal Analysis: MB, VD, Investigation, Resources, Software, Data Curation, Writing–Original Draft Preparation, Writing–Review & Editing, Visualization, Supervision, Project Administration: AS.

Ethical Statement

The study was approved by the Ethics Committee of Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-22]

(IR.IAU.KHUISF.REC.1399.152). All participants provided written informed consent before participation in the study. All procedures were conducted in accordance with the ethical principles for research involving human participants.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

Funding

The authors received no specific financial support or external funding for the conduct of this study, data collection, analysis, or preparation of the manuscript.

Acknowledgment

The authors would like to express their sincere appreciation to all participants who took part in this study and to the individuals who contributed to the implementation and completion of the research.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-22]

مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام

شاپای چاپی : ۱۵۶۳-۴۷۲۸

شاپای الکترونیک : ۲۵۸۸-۳۱۳۵

تأثیر تمرینات بالا رفتن پله از راه دور بر بهبود مکانیک راه رفتن در زنان سالمند مبتلا به درد مزمن زانو

مجتبی بابایی خرزوقی [۱]، **ابوذر سعادتیان** [۲*]، **ویدا درویشی** [۳]

[۱] گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، مرکز تربیت‌بدنی، دانشگاه صنعتی اصفهان،اصفهان، ایران

[۲] گروه علوم ورزشی، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

[۳] گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، واحد خوراسگان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان ، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۲۹

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۵/۰۵/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۱۲

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۷/۰۵

نویسنده مسئول:

ابوذر سعادتیان

گروه علوم ورزشی، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

Email:

aboozar.saadat67@gmail.com

چکیده

مقدمه: سالمندی باعث تغییرات مختلفی در راه رفتن می‌شود که می‌تواند باعث کاهش تعادل فرد و درنهایت، افتادن او گردد. امروزه تمرینات مختلفی همچون پله برای توانبخشی این افراد به‌کار گرفته‌شده است؛ بنابراین، هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر ۸ هفته تمرینات پله بر مکانیک راه رفتن زنان سالمند مبتلا به درد زانو بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعهٔ نیمه‌تجربی، تعداد ۲۹ زن سالمند مبتلا به زانودرد مزمن در دو گروه تجربی و کنترل، در مدت ۸ هفته مطالعه شدند. برای ارزیابی مؤلفه‌های راه رفتن (شامل سرعت گام‌برداری، طول گام، عرض گام، مدت‌زمان تعلیق و مدت‌زمان سکون)، از ۲ دوربین فیلم‌برداری و نرم‌افزار کینوا استفاده گردید. تمرینات روی پله‌های به ارتفاع ۱۰ تا ۱۸ سانتیمتر اجرا شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس مرکب، تی همبسته و تی مستقل استفاده گردید.

یافته‌های پژوهش: نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب برای متغیرهای تعداد گام در دقیقه (اثر زمان: P=0.002؛ اثر تعامل: P=0.001)، طول گام (اثر زمان: P=0.001؛ اثر تعامل: P=0.023) و سرعت گام (اثر زمان: P<0.001؛ اثر تعامل: P=0.001) نشان داد که هم اثر اصلی زمان و هم اثر متقابل زمان × گروه از نظر آماری معنادار بودند؛ اما اثر گروه معنی‌دار نبود. برای متغیرهای عرض گام، زمان نوسان و زمان اتکا نیز هیچ‌کدام از آثار اصلی و تعاملی گروه و مرحله معنی‌دار نبود (P>0.05). نتایج آزمون تی همبسته بیان می‌کند که گروه تجربی بهبود معنی‌داری در تعداد، طول و سرعت گام از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون (P<0.001) نشان داد، درحالی‌که گروه کنترل تغییر معنی‌داری نشان نداد. نتایج آزمون تی مستقل نشان داد، میان تعداد، طول و سرعت گام گروه تجربی و کنترل در مرحلهٔ پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری وجود نداشت؛ اما در مرحلهٔ پس‌آزمون گروه تجربی تعداد، طول و سرعت گام بالاتری نسبت به گروه کنترل داشت (P<0.001).

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات پله می‌تواند در بهبود راه رفتن سالمندان مؤثر است و متخصصان توانبخشی می‌توانند از این تمرینات در بازتوانی افراد سالمند استفاده کنند.

واژه‌های کلیدی: زنان سالمند، درد مزمن زانو، تمرینات پله، بیومکانیک راه رفتن

استناد: بابایی خرزوقی مجتبی، سعادتیان ابوذر، . درویشی ویدا. تأثیر تمرینات بالا رفتن پله از راه دور بر بهبود مکانیک راه رفتن در زنان سالمند مبتلا به درد مزمن زانو. *مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام*، مهر ۱۴۰۵؛ (۴)۳۴: ۹۸-۸۷

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-22]

حق‌مؤلف © نویسندگان

مقدمه

سالمندی یکی از مسائل عمدهٔ جمعیتی جهان است. ایران نیز در مرحلهٔ انتقال ساختار سنی از جوانی به سالخوردگی است (۲، ۱). این روند در ایران با سرعت در حال گذر است، به‌طوری‌که نرخ سالمندی سه برابر نرخ تولد است و پیش‌بینی می‌شود که در سال ۱۴۱۰، در کشورمان ۲۵ تا ۳۰ درصد جمعیت در سن بالای ۵۰ سالگی قرار گیرند (۱)

درد مزمن زانو یکی از مشکلات شایع در میان‌سالان و سالمندان به‌ویژه زنان است (۵، ۴). در مطالعات جمعیتی گزارش‌شده است که حدود ۱۰ درصد افراد بالای ۵۵ سال درد شدید زانو دارند (۲). در یک مطالعه‌ای مشخص شد که ۶۶ درصد بیماران سالمند مبتلا به درد مزمن زانو زن بودند (۳). این اعداد نشان می‌دهند که زانودرد مزمن در زنان سالمند شیوع قابل‌توجهی دارد و با افزایش جمعیت سالمند، این وضعیت یک معضل بالقوه‌ای برای سلامت عمومی به‌شمار می‌رود.

زانودرد مزمن تأثیرات نامطلوبی بر توانایی راه رفتن و کیفیت زندگی سالمندان دارد. به علت درد و ضعف عضلانی، بیماران مبتلا اغلب الگوی راه رفتن غیرطبیعی و کندی دارند (۲)؛ برای مثال، در یک مطالعه مشاهده شد، افراد سالمند با آرتروز زانو نسبت به کنترل سالم، سرعت راه رفتن کمتر، زمان آزمون‌هایی مانند برخاستن از صندلی (TUG) و آزمون «خم و راست شدن» (Sit-to-Stand) طولانی‌تر و نمرات کیفیت زندگی (SF-36) پایین‌تری دارند (۴). این محدودیت‌های عملکردی و کاهش کیفیت زندگی ناشی از درد مزمن زانو می‌تواند استقلال افراد مسن را کاهش بدهد و به وابستگی بیشتر آنان به اطرافیان بینجامد (۸، ۶)؛ از همین روی، روش‌های مختلف تمرینی برای بهبود وضعیت تعادل و راه رفتن سالمندان (مانند تای‌چی، تمرین در آب، تمرینات حس عمقی، تمرینات مقاومتی، پیلاتس و...) (۱۲-۹) به‌کار گرفته‌شده است که هرکدام آثار مثبتی را نشان داده‌اند. در میان این مداخلات درمانی، تمرین بالا رفتن از پله به‌منظور بهبود قدرت عضلات زانو و بازیابی حس عمقی در بیماران مبتلا به آسیب‌های زانو، به برنامه‌های توان‌بخشی اضافه‌شده است (۱۴، ۱۳). لی و همکاران نشان داده‌اند که تمرینات پله به‌تنهایی نیز در مؤلفه‌های عملکردی (مانند قدرت عضلات، درد، ثبات دینامیک قامت و فعالیت بدنی) بیماران مبتلا به استئوآرتریت تأثیر مثبت دارد (۵). شواهد حاکی از آن است که فعالیت‌های عملکردی مثل تمرینات پلکانی و تعادلی می‌تواند درد را کاهش بدهد و عملکرد را در سالمندان مبتلا به درد زانو و استئوآرتریت بهبود بخشد (۶). مطالعهٔ کیم و همکاران نشان داد، اجرای تمرین پله با تماس کامل پاشنه با زمین، به‌طور ویژه انقباض عضلات چهارسر ران را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، انجام حرکات پلکانی نیاز به تنظیم مداوم عضلات و حفظ تعادل دارد که دریافتی حس عمقی (پروپریوسپشن) را تقویت می‌کند (۶). با وجود اهمیت اثبات‌شدهٔ مداخلات ورزشی در بهبود درد مزمن زانو، مشکلات جابه‌جایی (تردد) و اقتصادی سالمندان برای شرکت در دوره‌های تمرینی حضوری، میزان استفادهٔ این قشر را از تمرینات کاهش داده است. در چند سال اخیر، استفاده از تکنولوژی‌های ارتباطی برای برنامه‌های ورزشی خانگی مدنظر قرار گرفته است؛ برای مثال، لی و همکاران نشان دادند، اجرای یک برنامهٔ تمرین تقویت اندام تحتانی به‌صورت خانگی (از راه دور) به بهبود معنی‌دار توانایی برخاستن از صندلی و کاهش زمان TUG در زنان مسن مبتلا به آرتروز زانو منجر می‌گردد (۲)؛ همچنین ژئو و همکاران در یک مرور نظام‌مند اخیر بیان کرده است، مداخلات ورزشی مبتنی بر تله‌مدیسن می‌تواند به کاهش درد، بهبود کیفیت زندگی و ارتقای عملکرد فیزیکی سالمندان دارای آرتروز کمک کند (۷). بااین‌حال، به‌طور خاص، بررسی اثر تمرینات پلکانی (که ترکیبی از حرکات تقویتی، تعادلی و هوازی است) به شکل از راه دور بر مؤلفه‌های راه رفتن این گروه انجام‌نشده است؛ ازاین‌رو، مطالعهٔ حاضر با هدف پر کردن این خلأ پژوهشی و ارزیابی آثار تمرینات بالا رفتن از پله از راه دور بر ویژگی‌های راه رفتن زنان سالمند دارای درد مزمن زانو طراحی‌شده است. هدف از مطالعهٔ حاضر، بررسی تأثیر یک برنامهٔ تمرینات بالا رفتن از پله تحت نظارت از راه دور بر مکانیک راه رفتن زنان میان‌سال و سالمند مبتلا به درد مزمن زانو بود.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-22]

مواد و روش‌ها

این مطالعه با طرح نیمه‌تجربی پیش‌آزمون–پس‌آزمون همراه با گروه کنترل طراحی شد. مدت‌زمان مداخلهٔ تمرینی هشت هفته (سه جلسه در هفته) بود و آزمودنی‌ها پیش و پس از پایان دوره ارزیابی شدند. شرکت‌کنندگان پس از توجیه کامل و امضای رضایت‌نامهٔ کتبی، به‌صورت تصادفی در دو گروه تجربی (تمرین پله) و کنترل (ادامهٔ فعالیت‌های روزمره) تقسیم گردیدند. استانداردسازی محیط تمرین در خانه: پیش از شروع مداخله، در یک جلسهٔ توجیهی آنلاین، شرایط ایمن خانه (مانند قرارگیری پله در کنار دیوار یا نرده برای حفظ تعادل) بررسی شد و نحوهٔ کالیبره کردن ارتفاع پله‌ها (بین ۱۰ تا ۱۸ سانتی‌متر) بر اساس توانایی فیزیکی هر سالمند استانداردسازی گردید.

نظارت همزمان و مستقیم: همهٔ جلسات تمرینی گروه تجربی به‌صورت آنلاین، زنده و در قالب گروه‌های کوچک (دو تا ۳ نفره) تحت هدایت و نظارت مستقیم متخصص آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی انجام شد. این امر امکان مشاهدهٔ آنی بیومکانیک حرکت و اصلاح فوری خطاهای حرکتی (مانند راستای زانو در هنگام بالا و پایین رفتن از پله) را فراهم کرد.

کنترل بار تمرین و آستانهٔ درد: شدت تمرینات به‌صورت فردی و جلسه به جلسه کنترل می‌شد. از شاخص مقیاس دیداری درد (VAS) به‌عنوان خط قرمز ایمنی استفاده شد، به‌طوری‌که اگر درد زانو به نمرهٔ ۵ یا بالاتر می‌رسید، تمرین فوراً متوقف و دستورالعمل اصلاحی (کاهش ارتفاع پله یا استراحت) اعمال می‌گردید.

سنجش میزان پایبندی: حضور و غیاب آزمودنی‌ها در هر جلسه آنلاین به‌طور دقیق ثبت شد. بر اساس معیارهای خروج پژوهش، تنها داده‌های سالمندانی که حداقل در همهٔ جلسات پیش‌آزمون، پس‌آزمون و جلسات تمرینی شرکت کرده بودند، در تحلیل نهایی وارد شد و غیبت‌های غیرموجه به خروج از مطالعه منجر می‌گردید.

ارتباط پشتیبان غیرهمزمان: علاوه بر جلسات زنده، یک راه ارتباطی روزانه برای پاسخگویی به سؤالات احتمالی آزمودنی‌ها، بررسی وضعیت کوفتگی عضلانی و پیگیری دستورالعمل فعالیت‌های روزمره (برای گروه کنترل) برقرار بود.

شرکت‌کنندگان: جامعهٔ آماری شامل زنان سالمند شهرکرد بود. تعداد ۲۹ زن سالمند ۶۰ تا ۷۰ سال مبتلا به درد آرتروز خفیف با سابقهٔ حداقل ۶ ماه مداومت درد انتخاب شدند. معیار ورود آزمودنی‌ها از نظر شدت درد، کسب نمرهٔ بین ۳ تا ۵ (درد خفیف تا متوسط) در مقیاس دیداری درد (VAS) حین فعالیت‌های روزمره بود تا آزمودنی‌ها توانایی اجرای دستورالعمل تمرینی پله را داشته باشند. پیش از شروع آزمون‌ها، پزشک این افراد را معاینه کرد و از نظر جسمی، برای اجرای دستورالعمل بررسی شدند. شرکت‌کنندگان مجاز بودند در هر زمان از مطالعه انصراف دهند. پس از تکمیل فرم‌های دموگرافیک (سن، قد، وزن و...) و رضایت‌نامه، با توزیع تصادفی، آنان در گروه تجربی یا کنترل قرار گرفتند.

معیارهای ورود و خروج؛ ملاک ورود: جنسیت زن، بازه سنی ۶۰ تا ۷۰ سال و گذشت حداقل یک سال از دوران یائسگی (Menopause) برای همگنی هورمونی نمونه‌ها، ابتلا به آرتروز اولیهٔ زانو (درجهٔ ۱ یا ۲ بر اساس معیارهای ACR) با سابقهٔ درد مزمن حداقل ۶ ماه، میزان درد اولیه بین ۳ تا ۵ در مقیاس دیداری درد (VAS)، استفاده نکردن از کورتون، داشتن شاخص تودهٔ بدنی (BMI) بین ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع، انجام ندادن ورزش منظم حداقل در ۶ ماه گذشته بر اساس خودگزارش‌دهی.

ملاک خروج: غیبت یا تکمیل نکردن حداقل جلسات تمرینی، شرکت نکردن در پیش‌آزمون یا پس‌آزمون، وجود ناهنجاری‌های شدید ساختاری در اندام تحتانی (مانند پای پرانتزی یا ضربدری شدید، نابرابری طول پاها بیش از ۱ سانتی‌متر) و آسیب‌های حاد مینیسک یا لیگامانی زانو. مصرف دوزهای پایدار و ثابت داروهای ضدالتهاب غیرواسطه‌ای (NSAIDs) یا مسکن‌های غیراستروئیدی که از حداقل ۱ ماه پیش از تحقیق آغاز گشته بود، مجاز شمرده شد؛ اما مصرف داروهای ضدافسردگی سه‌حلقه‌ای (TCAs) به علت اثر بر دستگاه عصبی مرکزی و تعادل و همچنین تزریق کورتون یا

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-22]

ژل در زانو طی ۳ ماه گذشته، به خروج از مطالعه منجر می‌گردید.

دستورالعمل تمرینی: گروه تجربی به مدت ۸ هفته (سه جلسه در هفته) تمرین پله انجام می‌داد و گروه کنترل به فعالیت‌های روزمره خود می‌پرداخت. برای حفظ ایمنی سالمندان مبتلا به آرتروز خفیف تا متوسط زانو، دستورالعمل تمرینات پله به‌صورت کاملاً پیش‌رونده و کنترل‌شده طراحی شد. برای کاهش گشتاورهای برشی روی مفصل پاتلوفمورال و تیبیوفمورال، ارتفاع پله‌ها در هفته‌های اول بسیار کوتاه (۱۰ سانتی‌متر) در نظر گرفته شد و تنها در صورت نداشتن درد (نمرهٔ VAS کمتر از ۵)، به‌صورت تدریجی تا حداکثر ۱۸ سانتی‌متر افزایش یافت؛ همچنین برای حذف عامل بی‌ثباتی و کاهش بار مکانیکی، همهٔ سالمندان ملزم بودند تمرین را در مجاورت دیوار یا نرده انجام دهند تا از دست‌ها به‌عنوان تکیه‌گاه حمایتی استفاده کنند. نظارت بر مداخله نیز به‌صورت همزمان از طریق تماس‌های تصویری زنده در گروه‌های کوچک انجام شد، به‌طوری‌که بیومکانیک فرود و صعود هر آزمودنی به‌طور چشمی توسط متخصص کنترل و اصلاحات حرکتی لازم بلافاصله اعمال می‌گردید.

تمرین پله: استفاده از یک پله به ارتفاع ۱۸-۱۰ سانتی‌متر (با توجه به وضعیت فیزیکی شرکت‌کنندگان) که شدت آن به‌تدریج بر اساس اصل اضافه‌بار افزایش یافت (در پایان دوره عملاً معادل یک پلهٔ کامل در روز انجام شد)؛ تمرین‌های تعادلی: شامل حفظ تعادل استاتیک و پویا روی یک پا و حرکات گام برداشتن از بغل برای تقویت ثبات در زمان راه رفتن؛ استفاده از وزنه: در مراحل پیشرفته، از وزنه‌های ۰/۵ کیلوگرمی در حین تمرینات حین بالا و پایین رفتن از پله استفاده گردید؛ شدت تمرین: شدت تمرین به نحوی تنظیم شد که فشار وارده تا آستانهٔ درد قابل تحمل در زانو افزایش یابد (اصل اضافه‌بار رعایت گردید). در صورت بروز درد شدید زانو (نمرهٔ ≤۵ در مقیاس درد)(VAS)، تمرین متوقف می‌شد و پس از رفع درد یا جلسهٔ بعد مجدداً ادامه می‌یافت (۸).

پیش و پس از دورهٔ تمرینی، آزمون راه رفتن حضوری به‌صورت تک‌نفره انجام گردید. برای ثبت حرکت، دو دوربین دیجیتال Nikon D5300 (ساخت کشور تایلند) به‌طور همزمان از دو نما (نمای نیم‌رخ و نمای رخ) هر آزمودنی فیلم‌برداری کردند. ویدئوهای ثبت‌شده در نرم‌افزار Kinovea (Version 0.9.5, Kinovea Open Source Project, France®) وارد و پردازش شدند. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که Kinovea در فواصل تا حدود ۵ متر قابلیت اندازه‌گیری دقیق مؤلفه‌های کینماتیکی (زاویه‌ها و فواصل) را دارد (۹) و با استفاده از مارکرهای بازتابی اطمینان تحلیل افزایش می‌یابد. برای ارزیابی مؤلفه‌های زمان‌بندی-مکانی راه رفتن، از یک مسیر راه رفتن استاندارد به طول ۸ متر استفاده گردید. برای حذف اثر شتاب مثبت اولیه و شتاب منفی پایانی، ۲ متر ابتدایی و ۲ متر انتهایی مسیر حذف و فیلم‌برداری از ۴ متر میانی انجام شد. دو دوربین دیجیتال با نرخ فریم ۶۰ هرتز روی پایه‌هایی به ارتفاع ۱ متر قرار گرفتند؛ دوربین اول در نمای جانبی به فاصلهٔ حدود ۲ متری از خط وسط مسیر برای ثبت متغیرهای طولی و زمانی و دوربین دوم در نمای پشتی برای ثبت عرض گام مستقر گردید.

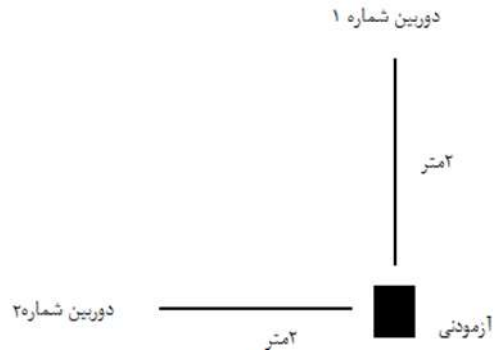
برای کالیبراسیون و ردیابی دوبعدی در نرم‌افزار کینوا، مارکرهای رنگیِ بازتابنده به قطر ۲ سانتی‌متر روی نقاط آناتومیکی شاخص اندام تحتانی شامل بخش خلفی استخوان پاش و سر استخوان متاتارس پنجم هر دو پا چسبانده شد. محاسبه و تعریف متغیرها بر اساس متدولوژی استاندارد به شرح زیر انجام گردید:

- طول گام (متر): فاصلهٔ طولی میان نقطهٔ تماس پاشنهٔ (Heel Contact) یک پا تا نقطهٔ تماس پاشنهٔ پای مقابل در صفحهٔ ساجیتال (با رفرنس به مارکر پاشنه)؛
- عرض گام (سانتی‌متر): اصلهٔ عرضی میان خط وسط پاشنهٔ راست و پاشنهٔ چپ در دو تماس متوالی پاشنه در صفحهٔ فرونتال؛
- سرعت گام‌برداری (متر بر ثانیه): حاصل تقسیم مسافت طی‌شده (۴ متر میانی) بر زمان کل طی‌شده از سوی آزمودنی که از طریق تعداد فریم‌های ثبت‌شده در نرم‌افزار کینوا محاسبه گردید؛
- مدت‌زمان سکون (ثانیه): بازه زمانی میان اولین

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-22]

تماس پاشنهٔ یک پا با زمین تا لحظهٔ جدا شدن پنجهٔ (Toe-off) همان پا از زمین؛

• مدت‌زمان تعلیق (ثانیه): بازه زمانی میان لحظهٔ جدا شدن پنجهٔ یک پا از زمین تا تماس مجدد پاشنهٔ همان پا با زمین (شکل شمارهٔ ۱) (۸)؛ سپس اطلاعات در نرم‌افزار کینوا وارد و تجزیه‌وتحلیل‌های کینماتیکی انجام شد.



شکل شمارهٔ ۱. آزمون راه رفتن

تحلیل آماری: داده‌های پژوهش با نرم‌افزار SPSS vol.20 و آزمون تحلیل واریانس دوطرفه با اندازه‌گیری مکرر انجام گردید. پیش از اجرای تحلیل واریانس دوطرفه با اندازه‌گیری مکرر (گروه × زمان)، پیش‌فرض‌های آماری شامل طبیعی بودن توزیع داده‌ها با آزمون شاپیرو_ویلک، همگنی واریانس‌ها با آزمون لون، کرویت داده‌ها با آزمون موچلی، استقلال مشاهدات، نبود داده‌های پرت و همگنی ماتریس کوواریانس‌ها بررسی شد. در صورت نقض فرض کرویت، از اصلاح گرین‌هاوس_گایزر استفاده گردید. سطح معنی‌داری آماری برابر با ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. این مطالعه کد اخلاق مصوب کمیتهٔ اخلاق دانشگاه آزاد اصفهان واحد خوراسگان به شمارهٔ IR.IAU.KHUISF.REC.1399.152 دارد.

یافته‌های پژوهش

در جدول شمارهٔ ۱ اطلاعات توصیفی مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف نشان داده‌شده است.

جدول شمارهٔ ۱. میانگین و انحراف معیار مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

گروه	کنترل (۱۴)		تجربی (۱۵)	
متغیر	انحراف معیار± میانگین	کمترین- بیشترین مقدار	انحراف معیار± میانگین	کمترین- بیشترین مقدار
سن (سال)	۶۲/۴۴±۴/۴۰	۶۰—۶۹	۶۵/۶۴±۴/۴۵	۶۱-۷۰
قد (سانتی‌متر)	۱۶۲/۹۳±۳/۳۳	۱۵۹-۱۶۶	۱۶۳/۸۸±۳/۳۴	۱۶۰-۱۶۷
وزن (کیلوگرم)	۷۷/۳۵±۳/۶۶	۷۹-۷۳	۷۸/۴۵±۴/۶۲	۷۳-۸۳
شاخص تودهٔ بدن (کیلوگرم/ مترمربع)	۲۸/۷۳±۲/۰۸	۲۶-۳۰	۲۹/۲۱±۲/۰۹	۲۷-۳۱

نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب برای متغیرهای تعداد گام در دقیقه، طول گام و سرعت گام نشان داد که آثار اصلی مرحله و اثر تعاملی معنی‌دار بود؛ اما اثر گروه معنی‌دار نبود. برای متغیرهای عرض گام، زمان سوینگ و زمان استنس نیز هیچ‌کدام از آثار اصلی و تعاملی گروه و مرحله معنی‌دار نبود (جدول شمارهٔ ۲).

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-22]

جدول شمارۀ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب برای بررسی آثار تمرینات پله بر راه رفتن سالمندان دارای زانودرد مزمن

	اثر	درجۀ آزادی	F آمارۀ	معنی‌داری	اندازۀ اثر
تعداد گام در دقیقه	اثر مرحله	۱	۳۳/۴۱	*۰/۰۰۲	۰/۵۳
	اثر گروه	۱	۰/۲۸	۰/۵۷	۰/۰۱
	اثر تعامل مرحله*گروه	۱	۸۱/۴۲	*۰/۰۰۱	۰/۷۴
سرعت گام	اثر مرحله	۱	۸۱/۵۳	*۰/۰۰۱	۰/۷۲
	اثر گروه	۱	۲/۴۳	۰/۱۳	۰/۰۸
	اثر تعامل مرحله*گروه	۱	۱۴۳/۹۸	*۰/۰۰۱	۰/۸۵
طول گام	اثر مرحله	۱	۵۲/۱۵	*۰/۰۰۱	۰/۶۵
	اثر گروه	۱	۱/۷۵	۰/۱۲	۰/۱۱
	اثر تعامل مرحله*گروه	۱	۷۳/۶۱	*۰/۰۲۳	۰/۷۴
عرض گام	اثر مرحله	۱	۰/۲۳	۰/۶۵	۰/۰۱۰
	اثر گروه	۱	۰/۰۲	۰/۸۶	۰/۰۰۳
	اثر تعامل مرحله*گروه	۱	۱/۱۸	۰/۳۲	۰/۰۶
زمان سوینگ	اثر مرحله	۱	۰/۰۹	۰/۸۳	۰/۰۰۵
	اثر گروه	۱	۰/۰۱۸	۰/۹۰	۰/۰۰۲
	اثر تعامل مرحله*گروه	۱	۱/۸۳	۰/۸۲	۰/۰۰۸
زمان استنس	اثر مرحله	۱	۰/۰۲	۰/۹۳	۰/۰۰۳
	اثر گروه	۱	۰/۰۰۴	۰/۹۲	۰/۰۰۲
	اثر تعامل مرحله*گروه	۱	۰/۶۶	۰/۴۳	۰/۰۴

در هریک از متغیرهای تعداد گام در دقیقه، طول گام و سرعت گام به علت معنادار شدن اثر تعاملی، برای دیدن روند تغییرات هریک از گروه‌ها از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون، از دو آزمون تی همبسته استفاده شد (جدول شمارۀ ۳ و ۴).

جدول شمارۀ ۳. نتایج آزمون تی همبسته برای بررسی تفاوت‌های پیش‌آزمون- پس‌آزمون

متغیر	گروه	درجه آزادی	میانگین خطای استاندارد	t	معنی‌داری
تعداد گام در دقیقه	تجربی	۱۴	۰/۸۲	-۸/۴۵	*۰/۰۰۱
	کنترل	۱۳	۰/۴۷	۱/۶۵	۰/۰۸
طول گام	تجربی	۱۴	۰/۴۲	-۱۴/۵۸	*۰/۰۰۱
	کنترل	۱۳	۰/۶۵	۰/۷۲	۰/۴۰
سرعت گام	تجربی	۱۴	۰/۰۰۹	-۱۵/۲۱	*۰/۰۰۱
	کنترل	۱۳	۰/۰۰۶	۱/۲۳	۰/۱۱

*در سطح $p\leq 0.01$ معنی‌دار است

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-22]

جدول شمارهٔ ٤. نتایج آزمون تی مستقل برای بررسی تفاوت‌های شاخص‌های راه رفتن میان دو گروه تجربی و کنترل

متغیر	مرحله	درجهٔ آزادی	اختلاف میانگین	T	معنی‌داری
تعداد گام در دقیقه	پیش‌آزمون	۲۷	-۲/۳۶	-۰/۸۰	۰/۳۴
	پس‌آزمون	۲۷	۵/۷۹	۲/۱۸	*۰/۰۲۳
طول گام	پیش‌آزمون	۲۷	-۰/۸۳	-۱/۱۱	۰/۳۲
	پس‌آزمون	۲۷	۵/۸۳	۷/۸۰	*۰/۰۰۱
سرعت گام	پیش‌آزمون	۲۷	-۰/۰۵	-۱/۲۱	۰/۳۹
	پس‌آزمون	۲۷	۰/۱۴	۴/۴۲	*۰/۰۰۲

*در سطح $p \leq 0.01$ معنی‌دار است.

نتایج آزمون تی همبسته نشان می‌دهد، گروه تجربی بهبود معنی‌داری در تعداد، طول و سرعت گام از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون نشان داد، درحالی‌که گروه کنترل تغییر معنی‌داری نشان نداد (جدول شمارهٔ ۳). نتایج آزمون تی مستقل نشان می‌دهد، میان تعداد، طول و سرعت گام گروه تجربی و کنترل در مرحلهٔ پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری وجود نداشت؛ اما در مرحلهٔ پس‌آزمون گروه تجربی تعداد، طول و سرعت گام بالاتری نسبت به گروه کنترل داشت (جدول شمارهٔ ۴).

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این مطالعه، متغیرهای تعداد گام در دقیقه، طول گام و سرعت گام نشان داد که آثار اصلی مرحله و اثر تعاملی معنی‌دار بود؛ اما اثر گروه معنی‌دار نبود. برای متغیرهای عرض گام، زمان سوینگ و زمان استنس نیز هیچ‌کدام از آثار اصلی و تعاملی گروه و مرحله معنی‌دار نبود. علاوه بر این، نتایج نشان داد که گروه تجربی بهبود معنی‌داری در تعداد، طول و سرعت گام از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون دارد، درحالی‌که در گروه کنترل تغییر معنی‌دار نبود. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات لی و همکاران (۲۰۲۴) (۵)، رضایی و همکاران (۲۰۲۶) (۱۰)، شمس و همکاران (۱۳۹۲) (۱۱)، فارسی و همکاران (۱۳۹۵) (۱۲)، صادقی و همکاران (۱۳۹۵) (۱۳) و گومنوکا و همکاران (۲۰۱۹) (۱۴) همسو است. در تبیین سازوکار احتمالی این تغییرات می‌توان به ماهیت تمرین پله به‌عنوان یک زنجیرهٔ حرکتی بسته (CKC) و عملکرد اشاره کرد. این تمرینات به‌طور همزمان نیازمند انقباض‌های درون‌گرا در فاز صعود و انقباض‌های برون‌گرا در فاز فرود کنترل‌شده هستند. فاز فرود در تمرین پله، بار مکانیکی بالایی را بر عضلات چهارسر ران اعمال می‌کند که تقویت این عضلات نقش کلیدی در جذب نیروهای ضربه‌ای زمین و پایداری مفصل تیبیوفمورال ایفا می‌نماید (۱۵). همسو با آن، نشان داده‌شده است که تمرینات پله‌روی به‌طور معناداری باعث بهبود قدرت عضلات حمایت‌کنندهٔ زانو (به‌ویژه چهارسر ران)، ارتقای ثبات پویا و کاهش نمرات درد در مبتلایان به آرتروز زانو می‌شود. سازوکار این پدیده به ماهیت پویای صعود و فرود از پله مربوط است که به‌عنوان یک تمرین زنجیرهٔ بسته، بازآموزی عصبی-عضلانی و ظرفیت جذب ضربه را در مفصل افزایش می‌دهد و درنتیجه، باعث بهبود کینماتیک و سرعت گام‌برداری می‌گردد (۵).

علاوه بر این، در دستورالعمل حاضر، صعود و فرودهای جانبی روی پله در هفته‌های میانی و پایانی گنجانده شد. از دیدگاه بیومکانیکی، صعود و فرودهای جانبی چالش شدیدی را بر عضلات ابداکتور لگن، به‌ویژه عضلات سرینی میانی و کوچک وارد می‌کنند که این امر باعث ایجاد ثبات پروگزیمال می‌شود. ثبات ناحیهٔ پروگزیمال (لگن) برای کنترل سینماتیک ناحیهٔ دیستال (زانو) حیاتی است (۱۶). تقویت عضلات ابداکتور لگن با کنترل گشتاورهای داخلی، مانع از انحراف زانو به سمت داخل یا والگوس دینامیک در فاز تک‌اتکایی راه رفتن می‌گردد. این سازوکار به‌نوبه خود، توزیع بار روی سطوح مفصلی زانو را بهینه‌سازی می‌کند و ثبات راه رفتن را در صفحهٔ فرونتال افزایش می‌دهد که این امر با نتایج مطالعات السعدی و همکاران (۲۰۲۶) دربارهٔ اهمیت

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-22]

جبران‌های حرکتی و والگوس دینامیک بر کنترل تعادل و ترس از افتادن سالمندان همسو است (۱۷).

از سوی دیگر، تمرینات پله به علت ماهیت پویا و بی‌ثباتی ذاتی در فاز انتقال گام، شباهت بالایی به تمرینات حسی–حرکتی دارد. این تمرینات با به چالش کشیدن دائم مرکز ثقل، گیرنده‌های مکانیکی موجود در کپسول مفصلی، رباط‌ها و دوک‌های عضلانی زانو و مچ پا را تحریک می‌کنند. تقویت مسیرهای وابران حسی، دستگاه کنترل حرکتی فوق‌نخاعی را بهینه‌سازی می‌نماید و با بهبود حس عمقی، زمان پاسخ عضلانی را کاهش می‌دهد. بهبود تعادل پویا و حس عمقی متعاقب این مداخله، به آزمودنی‌ها اجازه داد تا با اعتمادبه‌نفس بیشتر و کاهش ترس از افتادن، طول گام خود را افزایش دهند و سرعت راه رفتن را بهبود بخشند (۱۰). این تبیین مکانیسمی با یافته‌های رضایی و همکاران (۲۰۲۶) و فریدمن و همکاران (۲۰۲۵) مطابقت دارد که نشان دادند، تمرینات حسی–حرکتی و تقویت ابداکتورهای هیپ محرک‌های قدرتمندی برای ارتقای حس عمقی، پایداری پویا و بهبود مؤلفه‌های حرکتی در زنان سالمند هستند. درواقع، مداخلهٔ حاضر توانسته است از طریق بازپروری عصبی–عضلانی عضلات اصلی (چهارسر ران و سرینی بزرگ و میانی) و تقویت یکپارچگی حسی–حرکتی، مکانیک راه رفتن را در این بیماران اصلاح کند (۱۸).

بر اساس نتایج تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت، اگرچه تأثیرات کاهشی سالمندی به‌طور گسترده‌ای اجتناب‌ناپذیر قلمداد می¬شود، فعالیت جسمی و ورزش می‌تواند تا حدود فراوانی تغییرات کاهشی سالمندی و حتی تأثیرات نامناسب سن را کاهش دهد. به‌نظر می‌رسد، تمرینات پله در زنان سالمند در کنار ایجاد سازگاری‌های فیزیولوژیکی و جسمانی مؤثر بر راه رفتن، دستگاه عصبی و روانی سالمندان را نیز تحت تأثیر قرار دهد و از این طریق می‌تواند متغیرهای کینماتیکی راه رفتن سالمندان را بهبود بخشد.

سپاس‌گزاری

از همهٔ افرادی که در پیشرفت این مجموعه همکاری داشته‌اند، به‌ویژه سالمندان گرامی، نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

تعارض منافع

نویسندگان تعارض منافعی گزارش نکردند.

کد اخلاق

این مقاله با نظارت و تاییدیه کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اصفهان واحد خوراسگان با کد اخلاق IR.IAU.KHUISF.REC.1399.152 انجام شده است.

حمایت مالی

این مقاله برگرفته هیچ‌گونه حمایت مالی را دریافت نکرده است..

مشارکت نویسندگان

میزان مشارکت نویسندگان بدین شرح است: ایده‌پردازی و تعیین موضوع بر عهدهٔ نویسندهٔ اول و دوم، نوشتن پروپوزال و داده‌گیری بر عهدهٔ نویسنده سوم و نیز تجزیه و تحلیل داده‌ها بر عهدهٔ نویسندهٔ دوم و سوم بود و هر سه نویسنده نگارش و ویرایش متن را انجام دادند.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-22]

References

1. Sadeghi H, Norouzi HR. Spatio-Temporal Parameters' Changes in Gait of Male Elderly Subjects. Iran J Ageing. 2010;4.
2. Chang SY, Lin YJ, Hsu WC, Hsieh LF, Lin YH, Chang CC, et al. Exercise alters gait pattern but not knee load in patients with knee osteoarthritis. Biomed Res Int. 2016;2016:7468937. doi: 10.1155/2016/7468937.
3. Palo N, Chandel SS, Dash SK, Arora G, Kumar M, Biswal MR. Effects of osteoarthritis on quality of life in elderly population of Bhubaneswar, India: A prospective multicenter screening and therapeutic study of 2854 patients. Geriatr Orthop Surg Rehabil. 2015;6:269-75. doi: 10.1177/2151458515604357.
4. Yokota A, Maeshima E, Sasaki K, Ooi T, Sainoh T, Hosokawa H. Physical functions associated with health-related quality of life in older adults diagnosed with knee osteoarthritis. J Phys Ther Sci. 2023;35:60-65. doi: 10.1589/jpts.35.60.
5. Lee JH, Lee GB, Chung WY, Wang JW, Jang KM. Stair-Climbing Training with Interferential Electrotherapy Improves Knee Muscle Strength, Dynamic Postural Stability, Pain Score, and Physical Activity in Patients with Knee Osteoarthritis. Diagnostics (Basel). 2024;14.doi: 10.3390/diagnostics14182060.
6. Kim MK, Kim CY, Baek CY, Kim SW, Je HD, Jeong JH. The effects of various stair-climbing exercises on functional mobility and trunk muscle activation in community-dwelling older adults: A pilot randomized controlled trial. Medicine. 2024;103:e38446. doi: 10.1097/MD.0000000000038446.
7. Zhu J, Jiang Ys, Wang H. Effectiveness of telemedicine-delivered exercise interventions in older adult patients with osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. Front Public Health. 2025;13:1719841. doi: 10.3389/fpubh.2025.1719841.
8. Stenum J, Hsu MM, Pantelyat AY, Roemmich RT. Clinical gait analysis using video-based pose estimation: Multiple perspectives, clinical populations, and measuring change. PLOS Digital Health. 2024;3:e0000467.doi: 10.1371/journal.pdig.0000467.
9. Puig-Diví A, Escalona-Marfil C, Padullés-Riu JM, Busquets A, Padullés-Chando X, Marcos-Ruiz D. Validity and reliability of the Kinovea program in obtaining angles and distances using coordinates in 4 perspectives. PLoS One. 2019;14:e0216448.doi: 10.1371/journal.pone.0216448.
10. Rezaei M, Roshani S, Mohammad Ali nasabFirouzjah E. The effects of eight weeks of sensorimotor training on balance, proprioception, and hip abductor isometric strength in elderly women with genu varum: a randomized controlled trial. BMC Geriatr. 2026;26.doi: 10.1186/s12877-026-07079-5.
11. Shams A, Taheri H. The effect of 8 weeks selective training programs with instructions focus of attention on walking speed of patients with multiple sclerosis. Med J Mashhad Univ Med Sci. 2015;57:969-75.
12. Farsi A, Ashayeri H, Mohammadzadeh S. The effect of balance training on hip, knee, and ankle joints Kinematic compatibility of older women during walking. J Rehab Med. 2016;5:135-44. doi:10.22037/jrm.2016.1100182.
13. Sadeghi S, Mahdavinezhad R, Kamali A. Effectiveness of Core Stabilization Exercises on Balance and Gait speed of blind students. J Res Sport Rehabil (RSR). 2016;4:21-30. doi: 10.22084/rsr.2016.1590.
14. Gomeñuka NA, Oliveira HB, Silva ES, Costa RR, Kanitz AC, Liedtke GV, et al. Effects of Nordic walking training on quality of life, balance and functional mobility in elderly: A randomized clinical trial. PLoS One. 2019;14:e0211472. doi: 10.1371/journal.pone.0211472.
15. Cheon S, Lee JH, Jun HP, An YW, Chang E. Acute Effects of Open Kinetic Chain Exercise Versus Those of Closed Kinetic Chain Exercise on Quadriceps Muscle Thickness in Healthy Adults. Int J Environ Res Public Health. 2020;17. doi: 10.3390/ijerph17134669.
16. Mercer VS, Gross MT, Sharma S, Weeks E. Comparison of gluteus medius muscle electromyographic activity during forward and lateral step-up exercises in older adults. Phys Ther. 2009;89:1205-14. doi: 10.2522/ptj.20080229.
17. Al-Saadi YMR, Roshani S. Comparison of balance, proprioception, and fear of falling in older adults with and without a compensatory dynamic knee valgus. BMC Musculoskelet Disord. 2026;27. doi: 10.1186/s12891-026-09883-x.
18. Friedman B, Beamer BA, Beans J, Gray V, Alon G, Ryan A, et al. Neuromuscular Electrical Stimulation to Maximize Hip Abductor Strength and Reduce Fall Risk in Older Veterans: Protocol for a Randomized Controlled Trial. JMIR Res Protoc. 2025;14:e68082. doi: 10.2196/68082.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-22]