

Article Type:
Research Article

Article History:

Received: 2026/1/3
Revised: 2026/2/12
Accepted: 2026/2/16
Published: 2026/4/21

How to Cite:

Safarpour P, Saki F, Youzbashi L.
Effects of a bodybalance training
program on pain, knee instability,
and hip and knee muscle strength
in older women with knee
osteoarthritis. *EBNESINA*
2025;27(3):55-68.
DOI: 10.22034/27.3.55

1. Faculty of Sports Science, Bu-Ali
Sina University, Hamedan, Iran
2. Department of Sports Science,
Faculty of Humanities, University of
Zanjan, Zanjan, Iran

✉ Corresponding Author:

Farzaneh Saki
Address: Pajooheh Square, Bu-Ali
Sina University, Faculty of Sports
Science, Hamedan, Iran, Hamedan,
Iran
Tel: +98 (81) 34240024
E-mail: f_saki@basu.ac.ir



Aja University of Medical Sciences

EBNESINA

journal homepage: <https://ebnesina.ajams.ac.ir>

ISSN: 1735-9503
eISSN: 4653-2645



Effects of a bodybalance training program on pain, knee instability, and hip and knee muscle strength in older women with knee osteoarthritis

Parvin Safarpour¹, Farzaneh Saki^{1✉}, Leila Youzbashi²

Abstract

Background and aims: Muscle weakness is a common problem in older adults with knee osteoarthritis and can contribute to reduced knee stability and increased pain. This study investigated the effects of BodyBalance exercise on pain, knee instability, and hip and knee muscle strength in older women with knee osteoarthritis.

Methods: This quasi-experimental, pretest–posttest study included experimental and control groups. Forty older women with knee osteoarthritis were randomly assigned to the experimental or control group. The experimental group attended 60-minute BodyBalance training sessions three times weekly for 12 weeks, while the control group continued their usual daily activities. Pain, knee instability, and muscle strength were assessed using the Visual Analog Scale (VAS), a 6-point self-reported instability scale, and a handheld dynamometer, respectively. Data were analyzed with repeated-measures analysis of variance (ANOVA) and paired t-tests.

Results: BodyBalance training produced significant increases in hip and knee muscle strength and significant reductions in pain and knee instability ($p < 0.001$). Improvements in the experimental group were significantly greater than those observed in the control group.

Conclusion: BodyBalance exercises are effective, noninvasive interventions for improving knee stability, reducing pain, and enhancing lower-extremity muscle strength in older adults with knee osteoarthritis, and may help maintain physical function and prevent disability.

Keywords: Knee osteoarthritis, muscle strength, lower limb, postural balance, exercise therapy

EBNESINA - IRIAF Health Administration

(Vol. 27, No. 3, Serial 92)



Copyright© 2025. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms. Downloaded from: <http://www.ebnesina.ajams.ac.ir>

Introduction

Aging is a gradual and continuous process accompanied by physiological and functional changes, beginning in early adulthood. With increasing age, many functional capacities of the body decline, while the likelihood of developing chronic and comorbid conditions rises [1]. Among these, musculoskeletal disorders are among the most prevalent health issues in older adults, with osteoarthritis being one of the most significant and disabling conditions [2-4]. Knee osteoarthritis (KOA), as the most common type of osteoarthritis, primarily affects weight-bearing joints, and its prevalence is higher in women, particularly after menopause, compared to men [5, 6]. KOA is a progressive degenerative disorder with a multifactorial etiology, resulting from the interaction of mechanical, inflammatory, and metabolic factors [7-9]. The disease initially involves gradual deterioration of articular cartilage, and in advanced stages, other joint structures—including subchondral bone, synovial membrane, ligaments, joint capsule, and surrounding musculature—are also affected [4, 10]. Beyond these structural changes, individuals with KOA experience a range of extra-articular consequences, such as fatigue, depression, anxiety, fear of movement, reduced physical activity, and muscle weakness, all of which collectively contribute to functional disability and decreased quality of life [10, 11]. Several studies have reported decreased lower-limb muscle strength in patients with KOA, particularly in the knee flexors and extensors as well as hip abductors [12]. Muscle weakness, a key factor in disease progression, is specifically highlighted in clinical management guidelines for osteoarthritis [5, 6]. Management strategies for KOA include pharmacological, non-pharmacological, and surgical interventions, primarily aimed at pain reduction and functional improvement [3, 13]. Given the potential side effects of long-term medication use and the limitations of surgical approaches, exercise therapy represents a safe, non-invasive, and cost-effective strategy for

rehabilitation in these patients [14, 15]. Various rehabilitation protocols, including resistance training, strengthening exercises, and neuromuscular control programs, have been applied in patients with KOA [7, 19, 20]. These interventions aim to improve the strength of periarticular muscles and enhance knee stability [11, 17]. In this context, multicomponent programs such as BodyBalance which integrate controlled movements from Tai Chi, Yoga, and Pilates may provide a comprehensive approach to improving lower-limb muscle strength in older women with KOA. Considering the high prevalence of KOA among older women, the role of muscle weakness in functional disability, and the limitations of conventional therapies, the present study aimed to investigate the effects of BodyBalance training on lower-limb muscle strength in older women with KOA.

Methods

The present study was a quasi-experimental trial (pre- and post-test design) with a control group. The study population comprised older women aged 60-75 years with KOA who attended the Elderly Rehabilitation Center in Zanjan. Participants were screened by an orthopedic specialist according to the American College of Rheumatology (ACR) criteria and graded using the Kellgren and Lawrence scale (grade II or III). Inclusion criteria were having KOA in one or both knees, experiencing chronic knee pain in the previous three months, and no history of physiotherapy, structured exercise, or intra-articular injections in the preceding six months. Exclusion criteria included persistent absenteeism, use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), and worsening of pain or disease symptoms during the study. Sample size calculations using G*Power software estimated a minimum of 40 participants. Participants were then randomly assigned to either the exercise or control group using a concealed allocation method. The exercise group participated in a

structured 12-week BodyBalance training program, with three 60-minute sessions per week. Each session included a warm-up, main exercises focusing on core stability, balance, strength, and flexibility, followed by cool-down and meditation. The control group did not receive any exercise intervention during the study period. Isometric strength of the lower-limb muscles was measured pre- and post-intervention using a handheld dynamometer. Data were analyzed using appropriate statistical tests, including repeated-measures analysis of variance (ANOVA), with significance set at $p < 0.05$.

Results

BodyBalance training led to a significant improvement in lower-limb muscle strength in older women with KOA. In the intervention group, the strength of the knee and hip flexors and extensors, as well as the hip abductors, increased markedly, whereas the control group showed minimal changes. Repeated-measures analysis of variance revealed a significant time $\times$ group interaction for all variables assessed. These findings indicate that BodyBalance exercises not only enhance key lower-limb muscles but also provide clinically meaningful benefits, including improved motor performance and increased knee joint stability.

Discussion and Conclusion

The findings of this study demonstrated that BodyBalance training significantly improved lower-limb muscle strength, including the knee and hip flexors and extensors as well as the hip abductors, in older women with KOA. These results are consistent with previous mind-body exercise studies, which have reported enhancements in muscle strength and motor performance in similar patient populations [28, 31]. One of the most prominent neuromuscular impairments in individuals with KOA is the reduced strength of the muscles responsible for knee flexion and extension, particularly the quadriceps, which is associated with an increased risk of falls, functional limitations, and disability

[28]. The quadriceps and hamstrings play a crucial role in maintaining knee joint stability through co-contraction patterns, and reduced strength and endurance in these muscles can lead to muscle fatigue, impaired proprioception, and diminished neuromuscular control [29, 30]. BodyBalance exercises, with their emphasis on balance, controlled weight transfer, and coordinated movements of the trunk and lower limbs, promote continuous activation of the hip and thigh muscles and enhance neuromuscular coordination. These mechanisms likely improve the recruitment of motor units and reduce muscle inhibition, thereby enhancing the strength of knee and hip flexors and extensors. The strengths of this study include its randomized controlled design, blinded assessments, and the use of standardized instruments for measuring isometric muscle strength, which together ensured the reliability of the findings. Limitations include the sample being restricted to older women, the evaluation of only isometric muscle strength, and the relatively short duration of the intervention, which may limit the generalizability of the results. In conclusion, BodyBalance exercises represent a safe, non-invasive, and effective approach for rehabilitating older adults with KOA. Future research should investigate the long-term effects of such interventions in more diverse populations and incorporate broader assessments of functional outcomes and quality of life.

Ethical Considerations

This study was approved by the Research Ethics Committee of Bu-Ali Sina University under the code IR.BASU.REC.1401.022 and registered in the Iranian Registry of Clinical Trials with the code IRCT20230101057015N1.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

In the present study, data collection and the initial drafting of the manuscript were carried out by the First Author. Ideation,

conceptualization, data analysis, and manuscript editing were conducted by the Second Author. The Third Author also contributed to ideation and manuscript editing. Each author reviewed and approved the final manuscript, agreeing on all aspects of the work.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors wish to express their sincere gratitude to all the elderly participants at the Bunian Pak and Mehregan Elderly Rehabilitation and Educational Centers, as well as all individuals who assisted in the successful completion of this study.

تأثیر تمرینات بادی بالانس بر درد، ناپایداری زانو و قدرت عضلات ران و زانو در زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو

پروین صفرپور^۱، فرزانه ساکی^۱✉، لیلا یوزباشی^۲

چکیده

زمینه و اهداف: ضعف عضلانی یکی از شایع‌ترین مشکلات بیماران سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو است که می‌تواند به کاهش ثبات زانو و درد منجر شود. هدف این مطالعه بررسی تأثیر تمرینات بادی بالانس بر درد، ناپایداری زانو و قدرت عضلات ران و زانو در زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو بود.

روش بررسی: این مطالعه نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و دو گروه تجربی و کنترل انجام شد. ۴۰ زن سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو به صورت تصادفی به دو گروه تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته، جلسات ۶۰ دقیقه‌ای تمرینات بادی بالانس انجام دادند، در حالی که گروه کنترل فعالیت روزمره خود را ادامه داد. درد، ناپایداری زانو و قدرت به ترتیب با مقیاس VAS، مقیاس خوداظهاری ۶ درجه‌ای و دینامومتر اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تی زوجی تحلیل شدند.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که تمرینات بادی بالانس موجب افزایش معنادار قدرت عضلات ران و زانو و همچنین کاهش معنادار درد و ناپایداری زانو شد ($p < 0.001$). علاوه بر این، میزان تغییرات در گروه تجربی به‌طور معناداری بیشتر از گروه کنترل بود.

نتیجه‌گیری: تمرینات بادی بالانس می‌تواند مداخله‌ای غیرتهاجمی و مؤثر برای بهبود ثبات زانو، کاهش درد و افزایش قدرت عضلات اندام تحتانی در سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو باشد و نقش مهمی در حفظ عملکرد فیزیکی و پیشگیری از ناتوانی ایفا کند.

کلمات کلیدی: استئوآرتریت زانو، قدرت عضلات، اندام تحتانی، تعادل وضعیتی، تمرین درمانی

۱. گروه توانبخشی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

✉ نویسنده مسئول: فرزانه ساکی
آدرس: همدان، چهارراه پژوهش، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده علوم ورزشی
تلفن: ۰۲۴ ۳۴۲۴۰۰۳۴ (۸۱) +۹۸
ایمیل: f_saki@basu.ac.ir

مقدمه

سالمندی یک فرآیند تدریجی و مداوم از تغییرات طبیعی است که از اوایل بزرگسالی آغاز می‌گردد. بسیاری از ظرفیت‌های عملکردی بدن با ورود به دوره میانسالی، روندی نزولی و تدریجی را تجربه می‌کنند. با افزایش سن، احتمال ابتلای هم‌زمان فرد به چندین بیماری افزایش می‌یابد [۱]. از بارزترین معضلات سلامتی در دوران سالمندی، اختلالات اسکلتی-عضلانی، به‌ویژه استئوآرتریت^۱، است. استئوآرتریت شایع‌ترین اختلال مفصلی و از عوامل اصلی ناتوانی در این گروه سنی به شمار می‌رود که با ایجاد درد و کاهش عملکرد فیزیکی، کیفیت زندگی تحت تأثیر قرار داده و در نتیجه استقلال فردی را محدود می‌کند [۲-۴]. طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت، بیش از ۳۴۳ میلیون نفر در سراسر جهان به شکلی از این بیماری مبتلا هستند [۵]. در میان سالمندان، این عارضه به‌ویژه مفاصل تحمل‌کننده وزن، مانند مفصل زانو را تحت تأثیر قرار می‌دهد. شایان ذکر است که شیوع این بیماری در زنان به مراتب بیشتر از مردان است، به‌ویژه پس از دوران یائسگی که این امر می‌تواند بیانگر تأثیرات بالقوه عوامل هورمونی و عوامل مرتبط با تولیدمثل باشد [۵، ۶]. استئوآرتریت زانو (KOA)^۲ یک بیماری دژنراتیو و پیشرونده است [۷] که مفاصل متحرک را درگیر می‌کند [۸]. این بیماری ماهیتی پیچیده و چندعاملی دارد و نتیجه تعامل عوامل مکانیکی، التهابی و متابولیکی است [۹]. KOA اختلال غیرالتهابی مفصلی است که با تخریب تدریجی غضروف مفصلی و تشکیل استخوان جدید در سطح و حاشیه مفاصل درگیر مشخص می‌گردد [۳]. سازوکارهای دخیل در پاتوفیزیولوژی استئوآرتریت شامل فعال‌سازی مسیرهای پیش‌التهابی ایمنی ذاتی و به‌دنبال آن بروز تغییرات آناتومیکی و فیزیولوژیکی است. این تغییرات با تخریب غضروف، بازسازی استخوان، تشکیل استئوفیت‌ها، التهاب مفصل و کاهش عملکرد

طبیعی مفصل همراه هستند [۸]. اگرچه درگیری اولیه بیماری در غضروف مفصلی مشاهده می‌شود، اما با پیشرفت بیماری، سایر ساختارهای مفصل از جمله غشای سینوویال، استخوان زیرغضروفی، رباط‌ها، کپسول مفصلی و عضلات اطراف مفصل نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرند [۴، ۱۰]. علاوه بر تغییرات ساختاری مفصل، بیماران مبتلا به KOA از طیف گسترده‌ای از پیامدهای خارج مفصلی نظیر خستگی، افسردگی، اضطراب، ترس از حرکت، کاهش سطح فعالیت بدنی و ضعف عضلات رنج می‌برند که این عوامل در مجموع منجر به اختلال عملکرد، ناتوانی و کاهش قابل توجه کیفیت زندگی می‌شود [۱۰]. شواهد نشان می‌دهد ضعف عضلانی در بیماران مبتلا به KOA شایع است [۱۱]. مطالعات متعددی قدرت عضلات اندام تحتانی را در این بیماران بررسی کرده و کاهش قدرت گروه‌های عضلانی ابداکتور ران و همپنین عضلات خم‌کننده و بازکننده زانو را گزارش کرده‌اند [۱۲]. از ارکان اصلی دستورالعمل‌های درمانی این بیماری، بهبود قدرت عضلات است [۱۱]. علاوه بر ضعف عضلانی، درد و ناپایداری زانو از شایع‌ترین شکایات بیماران مبتلا به KOA محسوب می‌شوند که نقش مهمی در محدودیت عملکردی و کاهش کیفیت زندگی دارند. درد مزمن زانو نه تنها موجب کاهش فعالیت بدنی و اجتناب از حرکت می‌شود، بلکه می‌تواند از طریق مهار عصبی عضله به تشدید ضعف عضلانی منجر گردد و یک چرخه معیوب درد و کاهش عملکرد ایجاد کند. از سوی دیگر، ناپایداری ادراکی زانو که اغلب به صورت احساس لغزش یا خم شدن ناگهانی مفصل گزارش می‌شود، با اختلال در کنترل عصبی-عضلانی و کاهش قدرت عضلات اطراف مفصل ارتباط دارد و می‌تواند خطر زمین‌خوردگی و ناتوانی را در سالمندان افزایش دهد [۱۳]. با توجه به ارتباط متقابل بین ضعف عضلانی، درد و ناپایداری مفصل، به نظر می‌رسد مداخلات تمرینی که همزمان بر تقویت عضلات و بهبود کنترل عصبی-عضلانی تمرکز دارند، بتوانند در بهبود این پیامدهای بالینی مؤثر باشند.

مدیریت درمان KOA شامل رویکردهای دارویی،

1. Osteoarthritis (OA)

2. Knee Osteoarthritis (KOA)

چندجزئی در مقایسه با گروه کنترل انجام شد. این مطالعه اولین ارزیابی عملی در جمعیت خاص زنان یائسه ایرانی با KOA است که عوامل فرهنگی، هورمونی و دسترسی به برنامه‌های گروهی را در نظر گرفته و بر بهبود قدرت عضلانی و ناپایداری زانو و کاهش درد تمرکز دارد.

روش بررسی

این پژوهش نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با دو گروه تجربی و کنترل انجام شد. جامعه آماری شامل زنان سالمند مبتلا به KOA در رده سنی ۶۰ تا ۷۵ سال در مرکز توانبخشی سالمندان شهر زنجان بود. ۶۰ نفر از سالمندان با ارزیابی پزشک متخصص ارتوپد و بر اساس شاخص‌های انجمن روماتولوژی آمریکا غربالگری شدند. این افراد با اخذ رضایت‌نامه کتبی در پژوهش شرکت کردند. معیارهای ورود به پژوهش برای آزمودنی‌ها شامل زنان سالمند در رده سنی بین ۶۰ تا ۷۵ سال مبتلا به KOA درجه دو یا سه مطابق درجه‌بندی کلگرن و لارنس در یک یا دو زانو، درد مزمن در زانو در سه ماه گذشته، عدم تریق هر گونه دارو درون مفصل یا انجام فیزیوتراپی و فعالیت ورزشی در شش ماه گذشته، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی یا تنفسی، عدم وجود آسیب شدید در اندام تحتانی یا شکستگی استخوان بود. معیارهای خروج نیز شامل غیبت مستمر، مصرف داروهای ضدالتهاب غیراستروئیدی و مسکن در طول پژوهش، تشدید درد و علایم بیماری در طول دوره اجرای تمرینات بود. طبق محاسبات نرم‌افزار G*Power با در نظر گرفتن اندازه اثر متوسط، حداقل حجم نمونه آزمودنی‌ها ۴۰ نفر برآورد شد [۲۳]. آزمودنی‌ها براساس پنهان‌سازی تخصیص تصادفی به روش SNOSE^۱ به دو گروه ۲۰ نفره کنترل و تمرین تقسیم‌بندی شدند (شکل ۱).

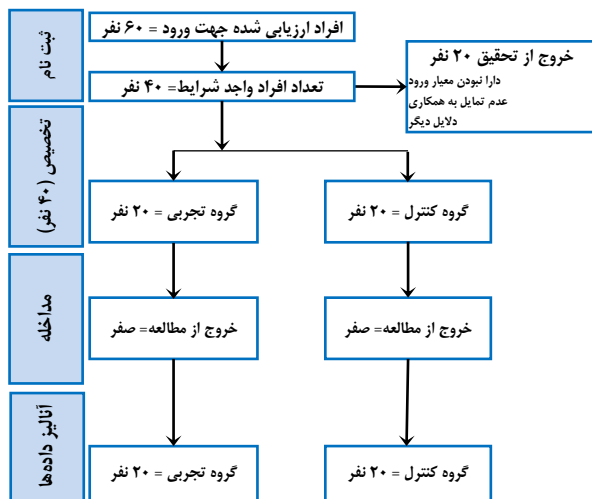
غیردارویی و جراحی است که بیشتر بر کاهش درد، بهبود عملکرد فیزیکی و ارتقای کیفیت زندگی تمرکز دارند [۳، ۱۴]. اگرچه داروهای ضدالتهاب غیراستروئیدی و تزریقات داخل مفصلی رایج هستند، مصرف طولانی‌مدت آنها با عوارض جانبی جدی از جمله مشکلات گوارشی، قلبی-عروقی و کلیوی همراه است [۱۵، ۱۶]. جراحی تعویض کامل مفصل تنها در موارد بسیار شدید انجام می‌شود و علاوه بر خطرات جراحی، بار اقتصادی قابل توجهی بر بیماران و سیستم بهداشت تحمیل می‌کند [۱۴، ۱۷]. ورزش مداخله‌ای است غیرتهاجمی، ایمن و مقرون به صرفه که در حفظ عملکرد عضلات و بهبود کیفیت زندگی بیماران مبتلا به KOA نقش کلیدی دارد [۳، ۱۶]. به‌ویژه تقویت عضلات اطراف مفصل، از جمله عضلات ران و زانو، اهمیت بالایی دارد؛ چرا که ضعف عضلانی مفصل را در برابر آسیب مستعدتر کرده و خطر کاهش عملکرد فیزیکی را افزایش می‌دهد [۳، ۱۸]. هدف ورزش درمانی، بهبود قدرت عضلات اندام تحتانی، کنترل عصبی-حرکتی و حفظ دامنه حرکتی مفصل است [۱۱، ۱۹]. پروتکل‌های متنوعی شامل تمرینات مقاومتی، تمرینات قدرتی و کنترل عصبی-عضلانی در توانبخشی آرتروز استفاده می‌شوند [۷، ۲۰، ۲۱]. با این حال، مطالعات پیشین بیشتر بر یک روش خاص تمرکز داشته و مقایسه جامع روش‌ها محدود بوده است [۱۹، ۲۱]. از آنجا که اثرات تمرینات قدرتی موجود در بهترین حالت، متوسط گزارش شده است [۱۸]، نیاز به رویکردهای جامع‌تر و ترکیبی احساس می‌شود. تمرینات چندجزئی که شامل ترکیب عناصر قدرتی، تعادلی و کنترل ذهن-بدن باشند، می‌توانند مزایای بیشتری نسبت به تمرینات تک‌جزئی در بهبود قدرت عضلات اطراف مفصل ارائه دهند. در این راستا، تمرینات بادی‌بالانس، سیستم تمرینی جدید و کل‌نگر است که تاکنون در مطالعات بسیار محدودی بررسی شده است [۲۲]. بنابر دانسته محقق هیچ گزارش کامل منتشرشده‌ای از نتایج کارآزمایی‌های بالینی تمرینات بادی‌بالانس در بیماران مبتلا به KOA یافت نشد. از این رو این مطالعه با هدف ارزیابی اثربخشی این رویکرد

1. sequentially numbered, opaque sealed envelopes

اندازه‌گیری‌ها

قدرت ایزومتریک عضلات پا با استفاده از دینامومتر دستی (MMT)^۱ محصول شرکت نورث‌کاست^۲ ساخت کشور آمریکا اندازه‌گیری گردید. این عضلات شامل فلکسور و اکستنسورهای زانو، فلکسور و اکستنسورها و ابدکتورهای ران بود که از شایع‌ترین عضلات درگیر در KOA هستند. دو تلاش با حداکثر قدرت به مدت پنج ثانیه برای هر گروه عضلانی انجام شد. برای جلوگیری از اثر خستگی عضلانی دوره استراحت ۳۰ ثانیه‌ای بین هر تکرار و استراحت دو دقیقه‌ای بین ارزیابی هر گروه عضلانی در نظر گرفته شد. قبل از ارزیابی اصلی با هر گروه عضلانی، برای آشنایی با روند اجرای آزمون و نیز گرم کردن آزمودنی، یک یا دو تلاش تمرینی با انقباض زیر بیشینه صورت گرفت. برای ایجاد ثبات کافی و کاهش حرکت در حین آزمون، از نوار استفاده شده است. برای اندازه‌گیری قدرت عضلات، دینامومتر را به صورت عمودی و محکم در برابر اندام نگه داشته و از آزمودنی خواسته شد تا به تدریج بیشترین نیرو را اعمال کند. وضعیت قرارگیری آزمودنی و دینامومتر برای اندازه‌گیری قدرت عضلانی به شرح زیر بود:

برای ارزیابی قدرت عضلات فلکسور زانو، آزمودنی در وضعیت نشسته قرار گرفت، زاویه شروع مفصل زانو ۹۰ درجه خمیدگی بود، لگن و ران با نوار ثابت شدند و پد مقاومت دینامومتر در پشت ساق پا، در پنج سانتی‌متری نزدیک به قوزک خارجی قرار گرفت. در ارزیابی قدرت عضلات اکستنسور زانو، آزمودنی وضعیت نشسته را با خمیدگی زانو در زاویه ۹۰ درجه حفظ کرده و همچنین لگن و ران به وسیله نوار ثابت گردید و پد مقاومت در جلوی درشت‌نی و با فاصله پنج سانتی‌متری نزدیک به قوزک پا قرار گرفت. در اندازه‌گیری قدرت عضلات فلکسورهای ران، آزمودنی در وضعیت نشسته بود و زانو به طور کامل خم شده و موازی با سطح زمین قرار داشت؛ لگن ثابت شد و پد مقاومت در جلوی ران، با فاصله سه



شکل ۱- فلوجارت روند مطالعه (کانسورت)

سانتی‌متر نزدیک به کشکک زانو اعمال شد. برای اندازه‌گیری قدرت عضلات اکستنسور ران، آزمودنی به وضعیت خوابیده به شکم قرار گرفت، زاویه خمیدگی زانو بین ۶۰ تا ۹۰ درجه بود، تنه و لگن با نوار ثابت شدند و پد مقاومت در قسمت خلفی ران، دو سانتی‌متر بالاتر از چین پوپلیتئال قرار گرفت. در نهایت، برای اندازه‌گیری قدرت عضلات ابدکتور ران، آزمودنی در وضعیت خوابیده به پهلو قرار گرفت در حالی که ران کمی خم شده بود، لگن ثابت گردید و پد مقاومت در سمت خارجی ران، در فاصله پنج سانتی‌متری نزدیک به زانو اعمال شد [۲۴].

شدت درد با استفاده از مقیاس آنالوگ بصری (VAS)^۳ اندازه‌گیری شد. این مقیاس یک خط کش ۱۰ سانتی‌متری دارد که صفر نشان‌دهنده «عدم درد» و ۱۰ نشان‌دهنده «شدیدترین درد قابل تصور» است. شدت درد زانو برای هر شرکت‌کننده در دو زمان پیش‌آزمون و پس‌آزمون ثبت شد [۲۵].

ناپایداری زانو به صورت خوداظهاری با استفاده از مقیاس عددی ۶ مرحله‌ای فیتزجرالد^۴ و همکاران ارزیابی شد. این مقیاس شامل پنج سؤال مرتبط با فعالیت‌های روزمره شامل راه رفتن، بالا رفتن از پله، تغییر جهت ناگهانی، ایستادن طولانی و بلند شدن از صندلی بود و شرکت‌کنندگان فرکانس احساس لغزش، خم شدن ناگهانی یا جابه‌جایی زانو را در هر فعالیت از

3. Visual Analog Scale

4. Fitzgerald

1. Dynamometer Manual muscle testing

2. North Coast Medical, Inc

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه با رعایت اصول بیانیه هلسینکی اجرا شد. تمامی شرکت کنندگان پیش از ورود به مطالعه رضایت نامه آگاهانه کتبی را امضا کردند. به شرکت کنندگان توضیح داده شد که شرکت در پژوهش اختیاری است و می توانند هر زمان بدون تأثیر بر مراقبت های معمول، از مطالعه انصراف دهند. جلسات تمرینی توسط افراد واجد صلاحیت هدایت و شرایط ایمنی رعایت شد. اطلاعات شخصی شرکت کنندگان محرمانه نگهداری و داده ها به صورت کدگذاری شده ذخیره شدند و دسترسی به آنها محدود به اعضای تیم تحقیق بود. گروه کنترل از مراقبت های استاندارد برخوردار بود و در صورت اثبات اثربخشی مداخله، ارائه آن به این گروه پس از پایان مطالعه مدنظر قرار گرفت. محققان خلاصه ای از نتایج مطالعه را برای شرکت کنندگان فراهم کردند.

تجزیه و تحلیل آماری

محاسبات داده های خام و تجزیه و تحلیل آماری، در نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ و در سطح معنی داری $p < 0.05$ انجام شد. از آزمون شاپیرو-ویلک برای تأیید نرمال بودن استفاده شد. با توجه به انتخاب طرح پیش آزمون-پس آزمون با دو گروه تجربی و کنترل، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه های تکراری برای آزمودن فرضیه های پژوهش استفاده شد.

یافته ها

اطلاعات توصیفی و مشخصات دموگرافیک در هر گروه و نتایج آزمون تی مستقل در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که اطلاعات دموگرافیک در گروه ها همسان بوده و تفاوت معناداری بین گروه ها در میانگین سن، وزن و قد وجود ندارد.

جدول ۲- ویژگی های دموگرافیک آزمودنی ها

متغیر (واحد)	میانگین (± انحراف معیار)		
	گروه تجربی	گروه کنترل	مقدار p
سن (سال)	۶۶/۷۰ ± ۶/۰۶	۶۵/۹۵ ± ۴/۹۷	۰/۶۷۱
وزن (کیلوگرم)	۷۱/۰۷ ± ۱۱/۸۲	۷۱/۵۹ ± ۲۲/۷۱	۰/۸۹۴
قد (سانتی متر)	۱۵۴/۰۵ ± ۷/۱۱	۱۵۲/۲۵ ± ۷/۴۱	۰/۴۳۸
شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	۲۹/۷۴ ± ۵/۲۵	۳۰/۸۵ ± ۴/۹۱	۰/۵۰۰
مدت بیماری (سال)	۱۰/۰۵ ± ۷/۳۶	۷/۳۵ ± ۳/۲۴	۰/۱۴۴

صفر (= هرگز) تا ۵ (= همیشه) ثبت کردند. داده های پیش آزمون و پس آزمون برای تحلیل تغییرات ناشی از مداخله استفاده گردید [۱۳].

پروتکل تمرین

آزمودنی های گروه تمرینی به مدت ۱۲ هفته برنامه تمرینی ساختارمند ۶۰ دقیقه ای بادی بالانس را اجرا نموده اند. هر جلسه تمرین بادی بالانس از سه بخش گرم کردن (۱۰ دقیقه ای)، تمرینات اصلی (۴۰ دقیقه ای شامل تمرینات ثبات مرکزی، تعادلی، قدرتی و انعطاف پذیری) و سرد کردن و مدیتیشن (۱۰ دقیقه ای) طراحی گردید. تمرینات مذکور از سطح پایه شروع شده و مقیاس درک فشار بورگ توسط آزمودنی ها به منظور رعایت اصل اضافه بار و تنظیم فشار تمرین در پایان جلسه سوم هر هفته، تکمیل شد [۲۶]. تمرینات منتخب بادی بالانس به تفکیک زنجیره، زمان، ریشه تمرینات و اجزای هر زنجیره در جدول ۱ آمده است. در طول اجرای پژوهش آزمودنی های گروه کنترل هیچ برنامه ورزشی دریافت نکردند و روال فعالیت های روزانه خود را ادامه دادند.

جدول ۱- طراحی حرکات تمرینی بادی بالانس

تمرین (زمان)	ریشه ها	اجزاء
۱. گرم کردن تای چی (۱۰ دقیقه)	تای چی	ووچی، ووچی عریض، انتقال وزن، حلقه های بازو، دستان تای چی در خط میانی، دهان ببر و توپ چی، توپ چی، ریزش دستان عمیق تای چی، توالی تنفس چی گونگ، سپر و دفاع، شلاق منفرد
۲. سلام خورشید (۶:۳۰ دقیقه)	یوگا	ژست کوه، کوه کشیده، شیرجه، خم شدن به صورت کامل به سمت جلو، سگ سر پایین، پلانک
۳. قدرت ایستادن (۶:۳۰ دقیقه)	یوگا، تای چی	مثلث اصلاح شده، جنگجوی ۱، جنگجوی ۲، اسکات اصلاح شده
۴. تعادل (۵ دقیقه)	یوگا، تای چی	بلند کردن زانو به سمت سینه، ستاره، هواپیما، درخت
۵. بازکننده های هیپ (۵:۴۰ دقیقه)	یوگا، پیلاتس	باز کننده ران در حالت خوابیده به پشت و پهلو، قورباغه در حالت خوابیده به پشت
۶. هسته-شکم (۶:۳۰ دقیقه)	پیلاتس، یوگا	ضربه انگشت پا، درو کردن با پا، پرتاب پاها به خارج، دوچرخه های پیچنده، رسیدن به نوک پا، قایق
۷. هسته-پشت (۴:۳۰ دقیقه)	پیلاتس، یوگا	ملخ سر بالا، بالا آوردن دست و پای مخالف، پل، اشاره گر، توالی پا
۸. چرخش (۲:۲۰ دقیقه)	یوگا، تای چی	پیچش ستون فقرات در حالت خوابیده به پشت، چرخش نشسته ستون فقرات
۹. خم شدن به جلو (۴:۳۰ دقیقه)	یوگا، تای چی	ژست چوب، خم شدن به جلو در حالت نشسته، کشش همسترینگ خوابیده به پشت، کشش عضلات نزدیک کننده و دور کننده، کودک شاد
۱۰. آرام سازی (۵:۲۰ دقیقه)	یوگا، مدیتیشن	آرام کردن بدن، تمرکز بر نفس
۱۱. مدیتیشن (۴:۴۰ دقیقه)		

جدول ۳- نتایج درون گروهی و بین گروهی قدرت، درد و ناپایداری زانو

متغیر	گروه تمرین		گروه کنترل		زمان × گروه	
	پیش آزمون	پس آزمون	پس آزمون	درصد تغییرات	F	مقدار p
فلکسور زانو (N/Kg)	۱۵/۷۳ ± ۳/۱۲	۲۰/۶۹ ± ۳/۸۷	۱۵/۳ ± ۳/۱۹	↓ ۲/۰۹	۸۳/۹۸	< ۰/۰۰۱
اکستنسور زانو (N/Kg)	۱۵/۵۳ ± ۳/۱۴	۲۰/۶۷ ± ۴/۰۳	۱۴/۲ ± ۳/۶۹	↑ ۳/۱۶	۱۰۷/۳۴	< ۰/۰۰۱
فلکسور ران (N/Kg)	۱۶/۹۷ ± ۳/۲۷	۲۲/۲۵ ± ۴/۴۹	۱۵/۱۴ ± ۳/۱۲	↑ ۱/۶۵	۵۹/۸۱	< ۰/۰۰۱
اکستنسور ران (N/Kg)	۱۵/۹۱ ± ۳/۳۳	۲۰/۹۱ ± ۳/۷۶	۱۵/۹۰ ± ۲/۹۵	↓ ۹/۳۷	۱۶۹/۵۹	< ۰/۰۰۱
ابداکتور ران (N/Kg)	۱۷/۲۴ ± ۳/۷۲	۲۱/۹۸ ± ۳/۷۸	۱۴/۱۵ ± ۲/۶۹	↑ ۲/۹۶	۸۶/۹۳	< ۰/۰۰۱
درد (VAS)	۷/۱۰ ± ۰/۹۱	۴/۰۵ ± ۱/۰۹	۶/۷۰ ± ۱/۰۳	↓ ۴۲	۱۰۶/۹۳	< ۰/۰۰۱
ناپایداری زانو (نمره)	۳/۵۵ ± ۱/۵۰	۳/۹۰ ± ۱/۱۶	۳/۰۰ ± ۱/۵۲	↑ ۵	۶/۲۹	۰/۰۱۷

اطلاعات مربوط به متغیرهای تحقیق در پیش آزمون و پس آزمون برای گروه‌های تمرین و کنترل در **جدول ۳** ارائه شده است. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، تغییرات قدرت عضلات در دو نوبت اندازه‌گیری در هر دو گروه قابل مشاهده است، با این حال الگوی تغییرات در گروه تمرین و کنترل یکسان نیست. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری نشان داد که اثر متقابل زمان × گروه برای قدرت تمامی عضلات اندام تحتانی شامل فلکسور و اکستنسورهای زانو و ران و همچنین ابداکتور ران معنادار است ($p < ۰/۰۰۱$). به‌طور مشخص، تغییرات ایجادشده در قدرت عضلات در طول زمان، وابسته به نوع مداخله بوده و بین دو گروه تفاوت معناداری وجود دارد. به عبارت دیگر گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل افزایش معناداری در قدرت عضلات مورد بررسی نشان داده است. بررسی‌های بیشتر نشان داد که در گروه تمرین، قدرت فلکسور و اکستنسورهای زانو و ران از پیش آزمون تا پس آزمون افزایش قابل توجهی داشته است، در حالی که در گروه کنترل تغییرات اندک و غیرمعناداری مشاهده شد (**جدول ۳**). به‌طور مشخص، بیشترین میزان افزایش قدرت در گروه تمرین مربوط به اکستنسورهای ران و اکستنسورهای زانو بود. همچنین درد و ناپایداری زانو نیز در گروه تمرین کاهش، درحالی که در گروه کنترل تغییر معناداری نداشت.

در خصوص قدرت فلکسورهای زانو، گروه تمرین از پیش آزمون تا پس آزمون افزایش ۳۱/۳۵٪ را نشان داد، در حالی که در گروه کنترل کاهش ۲/۰۹٪ مشاهده شد. این تفاوت با مقدار $F = ۸۳/۹۸$ و اندازه اثر $\eta^2 = ۰/۶۸$ معنادار بود. برای اکستنسورهای زانو، گروه تمرین افزایش ۳۳/۰۹٪ را در قدرت

عضلات از پیش آزمون تا پس آزمون نشان داد، در حالی که در گروه کنترل تنها افزایش ۳/۱۶٪ مشاهده شد. اثر متقابل زمان در گروه برای این متغیر نیز معنادار بود. در مورد قدرت فلکسورهای ران، گروه تمرین افزایش معناداری به میزان ۳۱/۱۱٪ داشت، در حالی که در گروه کنترل تنها تغییر خفیفی به میزان ۱/۶۵٪ مشاهده شد که این تفاوت هم معنادار بود. همچنین، قدرت اکستنسورهای ران در گروه تمرین افزایش قابل توجه ۳۱/۴۲٪ داشت، در حالی که در گروه کنترل کاهش ۹/۳۷٪ مشاهده شد. نتایج تحلیل آماری برای این متغیر نشان‌دهنده اثر متقابل معنادار زمان در گروه با مقدار $F = ۱۶۹/۵۹$ و اندازه اثر بسیار بالا ($\eta^2 = ۰/۸۱$) بود. در مورد عضلات ابداکتور ران نیز، نتایج نشان داد که افزایش قدرت در گروه تمرین به‌مراتب بیشتر از گروه کنترل بوده است. همان‌گونه که در **جدول ۳** مشاهده می‌شود، قدرت ابداکتورهای ران در گروه تمرین از پیش آزمون تا پس آزمون افزایش قابل توجهی (۲۷/۴۹٪) داشته، در حالی که در گروه کنترل تنها افزایش جزئی (۲/۹۶٪) مشاهده شده است. نتایج مقایسه بین گروهی در پس آزمون نیز وجود تفاوت معنادار بین دو گروه را تأیید کرد ($F = ۸۲/۰۲$ و $\eta^2 = ۰/۶۸$ و $p < ۰/۰۰۱$). به همین ترتیب، ناپایداری زانو در گروه تمرین از پیش آزمون تا پس آزمون کاهش ۹/۸۵٪ را نشان داد، در حالی که در گروه کنترل افزایش ۵٪ مشاهده شد که این تفاوت با معنادار بود ($p = ۰/۰۱۷$). همچنین درد زانو در گروه تمرین از پیش آزمون تا پس آزمون کاهش ۴۲٪ را نشان داد، در حالی که در گروه کنترل افزایش ۳/۷۳٪ مشاهده شد. این تفاوت نیز معنادار بود ($p < ۰/۰۰۱$).

(جدول ۳)

بحث و نتیجه گیری

مطالعات اخیر نشان می‌دهند که قدرت عضلانی یکی از مؤلفه‌های کلیدی سلامت عضله است و با وجود و شدت KOA در بزرگسالان مسن ارتباط نزدیکی دارد [۲۷]. KOA بیماری چندساختاری است که تنها به غضروف مفصلی محدود نمی‌شود و عملکرد عضلات اطراف مفصل نیز نقش مهمی در وضعیت مفصل ایفا می‌کند. از آنجا که قدرت عضلانی برخلاف بسیاری از مؤلفه‌های درون مفصلی یک عامل قابل تعدیل است، می‌تواند هدف مناسبی برای مداخلات تمرینی باشد. ضعف عضلانی از طریق کاهش پایداری مفصل، تغییر الگوی بارگذاری و اختلال در کنترل حرکتی، می‌تواند به افزایش بار مکانیکی مفصل زانو و تسریع پیشرفت بیماری منجر شود [۲۸، ۲۹].

یافته‌های این پژوهش نشان داد که تمرینات بادی بالانس موجب بهبود معنادار قدرت عضلات اندام تحتانی در زنان سالمند مبتلا به KOA شد. این نتایج با مطالعات قبلی در حوزه تمرینات ذهن-جسم همسو است که افزایش قدرت عضلانی و بهبود عملکرد حرکتی را در این بیماران گزارش کرده‌اند. یکی از بارزترین اختلالات عصبی-عضلانی در افراد مبتلا به KOA، کاهش قدرت عضلات مسئول خم و باز شدن زانو، به‌ویژه ضعف عضله چهارسر ران است که با افزایش خطر زمین خوردن، محدودیت‌های عملکردی و ناتوانی همراه است. شواهد نشان داده‌اند که افزایش قدرت چهارسر ران می‌تواند از طریق بهبود جذب نیروهای وارده و تعدیل بارگذاری مکانیکی، به کاهش درد و کند شدن روند پیشرفت KOA کمک کند [۳۰].

چهارسر ران و همسترینگ با ایجاد یک الگوی هم‌انقباضی، نقش مهمی در حفظ پایداری مفصل زانو در فعالیت‌های استاتیک و دینامیک ایفا می‌کنند. کاهش قدرت و استقامت این عضلات می‌تواند با افزایش خستگی عضلانی، نقص در حس عمقی و کاهش کنترل عصبی-عضلانی همراه باشد [۳۱، ۳۲].

در همین راستا، میناکشی^۱ و همکاران نشان دادند که تمرینات پیلاتس از طریق مؤلفه‌های ایزومتریک، با افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی و کاهش مهار عضلانی اطراف مفصل زانو، منجر به بهبود معنادار قدرت عضلات فلکسور و اکستنسور زانو می‌شود [۳۳]. همچنین، تمرینات تای چی مداخلات کم‌فشار و ایمنی است که موجب افزایش قدرت عضلانی و کاهش درد در سالمندان مبتلا به KOA شده‌اند [۳۰].

یکی از یافته‌های پژوهش حاضر، بهبود قدرت عضلات ران (فلکسورها، اکستنسورها و ابدکتورها) در کنار عضلات زانو بود. شواهد نشان می‌دهد که ضعف عضلانی در KOA محدود به عضلات اکستنسور زانو نیست و عضلات پروگزیمال اندام تحتانی نیز دچار کاهش قدرت می‌شوند. افزایش قدرت عضلات اکستنسور زانو و ابدکتور ران با اثرات محافظتی در برابر افت عملکردی و پیشرفت علائم بیماری همراه گزارش شده است و این ضعف‌ها حتی در موارد درگیری یک‌طرفه مفصل، اغلب به‌صورت دوطرفه مشاهده می‌شوند [۲۴].

ضعف عضلات دورکننده ران با اختلال در پایداری لگن، تغییر مکانیک راه رفتن و افزایش بارگذاری مفصل زانو مرتبط است [۳۴]. تقویت این عضلات می‌تواند با بهبود کنترل حرکتی لگن، کاهش گشتاور آداکشن و تعدیل بارگذاری مفصل، به بهبود عملکرد فیزیکی و کاهش درد کمک کند. نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های بویوک‌ییلماز^۲ و همکاران همخوانی دارد که نشان دادند تمرینات زنجیره حرکتی بسته و تمرینات تعاملی مبتنی بر نینتندو وی^۳ هر دو موجب بهبود قدرت عضلات زانو و ران و عملکرد زانو می‌شوند و نوع بستر تمرین نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان افزایش قدرت ندارد [۳۵].

از منظر سازوکار، تمرینات بادی بالانس با تأکید بر تعادل، انتقال کنترل‌شده وزن بدن و هماهنگی حرکات تنه و اندام تحتانی، مستلزم فعال‌سازی مداوم عضلات ران برای تثبیت

1. Meenakshi

2. BÜYÜKYILMAZ

3. Nintendo Wii

لگن و کنترل حرکات مفصل ران است. این درگیری می‌تواند از طریق بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی و افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، به افزایش قدرت عضلات فلکسور و اکستنسور ران منجر شود. با توجه به محدود بودن مطالعاتی که به‌طور مستقیم به بررسی این عضلات پرداخته‌اند، یافته‌های مطالعه حاضر می‌تواند تأییدکننده نقش تمرینات بادی‌بالانس در تقویت عضلات اندام تحتانی باشد.

نتایج مطالعه حاضر همچنین نشان داد که تمرینات بادی‌بالانس موجب کاهش معنادار شدت درد و بهبود ناپایداری زانو در زنان سالمند مبتلا به KOA شد. کاهش درد مشاهده شده می‌تواند به چند سازوکار فیزیولوژیک نسبت داده شود: تقویت عضلات فلکسور و اکستنسور زانو و ابداع‌تور ران باعث افزایش حمایت فعال از مفصل زانو می‌شود و بار مکانیکی روی غضروف و ساختارهای حساس مفصلی را کاهش می‌دهد که این امر از تحریک درد جلوگیری می‌کند. علاوه بر این، تمرینات بادی‌بالانس موجب بهبود تعادل و کنترل عصبی-عضلانی می‌شوند که می‌تواند پاسخ‌های محافظتی مفصل را تقویت کرده و احساس لغزش یا خم شدن ناگهانی زانو را کاهش دهد. یافته‌های اخیر نشان داده‌اند که ورزش باعث کاهش التهاب مفصل، بهبود عملکرد عضلانی و تعدیل پاسخ‌های درد عصبی می‌شود و در بیماران استئوآرتريت اثر ضد درد و بهبود کیفیت عملکرد روزمره دارد [۲۵]. این یافته‌ها با نتایج مطالعات قبلی همسو هستند؛ فیتزجرالد و همکاران نشان دادند که ناپایداری زانو با عملکرد ضعیف و ضعف عضلانی در استئوآرتريت مرتبط است و تمرینات تقویتی و تعادلی می‌توانند اثر مثبتی بر این پیامد عملکردی داشته باشند. همچنین مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات تعادلی و پایداری مفصل می‌توانند شدت درد را کاهش دهند و کیفیت عملکرد روزمره را بهبود بخشند [۲۵] بنابراین، ترکیب تمرینات تقویتی و تعادلی در قالب بادی‌بالانس، با تقویت عضلات پشتیبان و بهبود کنترل عصبی-عضلانی، می‌تواند به کاهش درد و بهبود ناپایداری زانو کمک کند.

از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به بررسی نمونه‌ای شامل زنان سالمند مبتلا به KOA اشاره کرد که تعمیم‌پذیری نتایج را به سایر گروه‌های سنی و مردان محدود می‌سازد. همچنین در این پژوهش درد، ناپایداری زانو و قدرت ایزومتریک عضلات اندام تحتانی ارزیابی شد و متغیرهای عملکردی دیگر مانند فعالیت الکترومیوگرافی و پارامترهای عملکردی راه رفتن مورد بررسی قرار نگرفتند. مدت زمان مداخله تمرینی نیز کوتاه بود و امکان بررسی اثرات بلندمدت تمرینات بادی‌بالانس فراهم نشد. علاوه بر این، یکی از محدودیت‌های این مطالعه، عدم مقایسه مستقیم پروتکل بادی‌بالانس با یک رویکرد تمرینی تک‌جزئی (مانند تمرینات قدرتی ساده) است. این طراحی اجازه داد تا اثربخشی رویکرد نوین چندجزئی بادی‌بالانس در مقایسه با گروه کنترل ارزیابی شود، اما ممکن است سؤالاتی در مورد برتری آن نسبت به روش‌های تک‌جزئی مطرح کند. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، اثر این نوع تمرینات در دوره‌های زمانی طولانی‌تر، در جمعیت‌های متنوع‌تر و همراه با ارزیابی پیامدهای عملکردی و بالینی مورد بررسی قرار گیرد. همچنین، گروه‌بندی‌هایی شامل گروه کنترل با تمرین تک‌جزئی و گروه تجربی با بادی‌بالانس انجام شود تا مقایسه جامعی بین رویکردهای تک‌جزئی و چندجزئی فراهم آید و اثرات نسبی آنها بر قدرت عضلانی و کاهش درد در بیماران مبتلا به KOA بررسی گردد.

یافته‌های این مطالعه نشان داد که تمرینات بادی‌بالانس به‌طور معناداری موجب افزایش قدرت عضلات فلکسور و اکستنسور زانو و ران و همچنین عضلات ابداع‌تور ران در زنان سالمند مبتلا به KOA شد. به‌علاوه، این مداخله با کاهش شدت درد و بهبود ناپایداری زانو همراه بود. به نظر می‌رسد افزایش قدرت عضلانی و بهبود کنترل عصبی-عضلانی ناشی از این تمرینات، حمایت فعال مفصل را تقویت کرده و از طریق کاهش بار مکانیکی و بهبود ثبات مفصل، به کاهش علائم بالینی کمک می‌کند. در نتیجه، تمرینات بادی‌بالانس می‌تواند

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که در این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافی وجود ندارد.

سهم نویسندگان

در تحقیق حاضر جمع‌آوری داده‌ها و نگارش اولیه مقاله را نویسنده اول و ایده‌پردازی، مفهوم‌سازی، تجزیه و تحلیل داده‌ها، و ویرایش مقاله را نویسنده دوم انجام داده است. نویسنده سوم نیز در ایده‌پردازی و ویرایش مقاله نقش داشته است. همه نویسندگان با تأیید نهایی مقاله حاضر مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

منابع مالی

در این پژوهش از هیچ سازمانی کمک مالی دریافت نشد.

عملکرد فیزیکی را بهبود بخشیده، خطر ناتوانی را کاهش دهد و روشی ایمن، غیرتهاجمی و مؤثر در برنامه‌های توانبخشی سالمندان مبتلا به KOA باشد. با این حال، با توجه به محدودیت‌های مطالعه، انجام پژوهش‌های بیشتر برای بررسی اثرات طولانی‌مدت و ارزیابی این مداخله در جمعیت‌های گسترده‌تر توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

این تحقیق زیر نظر کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه بوعلی سینا با کد IR.BASU.REC.1401.022 به تصویب رسیده است و در سامانه کارآزمایی بالینی ایران با کد IRCT20230101057015N1 ثبت شده است.

بدین وسیله از تمامی سالمندان مراکز آموزشی توانبخشی سالمندان بنیان پاک و مهرگان و نیز تمامی افرادی که در انجام پژوهش حاضر ما را یاری نمودند، صمیمانه تشکر می‌نمایم.

References

1. Alsherbieny EM, Hassan HE, Fahmy MR. Knee osteoarthritis among elderly women at Beni-Suef City. *American Journal of Medical Sciences and Medicine*. 2023;11(2):47-54. doi:10.12691/ajmsm-11-2-2
2. Aisyah A, Pane RV, Ambarsari U, Alfian MN, Abidin RG, Wijaya AD, Ramadhana ADS. Strengthening family and community roles in elderly rehabilitation for osteoarthritis prevention. *Indonesia Berdaya*. 2026;7(1):231-238. doi:10.47679/ib.20261376
3. Küçük H, Ghadamyari N, Şahin FN, Çiçek G, Ceylan T, Güler Ö, et al. Strength training intervention for adult individuals with knee osteoarthritis: Establishing fidelity. *Frontiers in Physiology*. 2025;16:1583153. doi:10.3389/fphys.2025.1583153
4. Gelber AC. Knee osteoarthritis. *Annals of Internal Medicine*. 2024;177(9):Itc129-itc144. doi:10.7326/annals-24-01249
5. Sinatti P, Sánchez Romero EA, Martínez-Pozas O, Villafañe JH. Effects of patient education on pain and function and its impact on conservative treatment in elderly patients with pain related to hip and knee osteoarthritis: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(10). doi:10.3390/ijerph19106194
6. Raghuwanshi NS, Baraiya N, Sharma SK, Gupta VK, Nema P. Correlation between parity and risk of osteoarthritis in elderly women: A retrospective analysis. *Journal of Orthopaedic Case Reports*. 2025;15(9):348-352. doi:10.13107/jocr.2025.v15.i09.6122
7. Liu S, Du Z, Song L, Liu H, Tee C, Liu H, Liu Y. Factors, characteristics and influences of the changes of muscle activation patterns for patients with knee osteoarthritis: a review. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2025;20(1):112. doi:10.1186/s13018-025-05484-x
8. Caiado VS, Santos ACG, Moreira-Marconi E, Moura-Fernandes MC, Seixas A, Taiar R, et al. Effects of physical exercises alone on the functional capacity of individuals with obesity and knee osteoarthritis: A systematic review. *Biology*. 2022;11(10):1391. doi:10.3390/biology11101391
9. He Q, Wang F. Taichi is medicine: Effects of Taichi exercise on knee fitness and psychological health in older adults with knee osteoarthritis (KOA): A randomized controlled trial. *Medicine*. 2025;104(38):e44612. doi:10.1097/md.00000000000044612
10. Tore NG, Oskay D, Haznedaroglu S. The quality of physiotherapy and rehabilitation program and the effect of telerehabilitation on patients with knee osteoarthritis. *Clinical Rheumatology*. 2023;42(3):903-915. doi:10.1007/s10067-022-06417-3
11. van den Noort JC, van der Leeden M, Stapper G, Wirth W, Maas M, Roorda LD, et al. Muscle weakness is associated with non-contractile muscle tissue of the vastus medialis muscle in knee osteoarthritis. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2022;23(1):91. doi:10.1186/s12891-022-05025-1

12. Sengoku T, Oshima T, Takata Y, Taki J, Yanatori Y, Sakurai G, et al. Characteristics of lower limb skeletal muscle activity during walking in patients with knee osteoarthritis and knee extensor weakness: Comprehensive assessment using positron emission tomography. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2026;86:103085. doi:10.1016/j.jelekin.2025.103085
13. Fitzgerald GK, Piva SR, Irrgang JJ. Reports of joint instability in knee osteoarthritis: its prevalence and relationship to physical function. *Arthritis Care & Research*. 2004;51(6):941-946. doi:10.1002/art.20825
14. Si J, Sun L, Li Z, Zhu W, Yin W, Peng L. Effectiveness of home-based exercise interventions on pain, physical function and quality of life in individuals with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2023;18(1):503. doi:10.1186/s13018-023-04004-z
15. Schlamann A, Yu JB, Rühle A. Low-Dose radiotherapy for osteoarthritis: Current evidence, practical recommendations and future perspectives. *Seminars in Radiation Oncology*. 2026;36:39-47. doi:10.1016/j.semradonc.2025.07.001
16. Pan J, Xie Z, Ye S, Shen H, Huang Z, Zhang X, Liao B. The effects of Tai Chi on clinical outcomes and gait biomechanics in knee osteoarthritis patients: a pilot randomized controlled trial. *Scientific Reports*. 2025;15(1):18495. doi:10.1038/s41598-025-03943-3
17. Young JJ, Pedersen JR, Bricca A. Exercise therapy for knee and hip osteoarthritis: Is there an ideal prescription? *Current Treatment Options in Rheumatology*. 2023;9:82-98. doi:10.1007/s40674-023-00205-z
18. Øiestad BE, Årøen A, Røtterud JH, Østerås N, Jarstad E, Grotle M, Risberg MA. The efficacy of strength or aerobic exercise on quality of life and knee function in patients with knee osteoarthritis. A multi-arm randomized controlled trial with 1-year follow-up. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2023;24(1):714. doi:10.1186/s12891-023-06831-x
19. Yan L, Li D, Xing D, Fan Z, Du G, Jiu J, et al. Comparative efficacy and safety of exercise modalities in knee osteoarthritis: systematic review and network meta-analysis. *BMJ*. 2025;391:e085242. doi:10.1136/bmj-2025-085242
20. Holden MA, Hattle M, Runhaar J, Riley RD, Healey EL, Quicke J, et al. Moderators of the effect of therapeutic exercise for knee and hip osteoarthritis: a systematic review and individual participant data meta-analysis. *The Lancet. Rheumatology*. 2023;5(7):e386-e400. doi:10.1016/s2665-9913(23)00122-4
21. Abafita BJ, Singh A, Aitken D, Ding C, Moonaz S, Palmer AJ, et al. Yoga or strengthening exercise for knee osteoarthritis: A randomized clinical trial. *JAMA Network Open*. 2025;8(4):e253698. doi:10.1001/jamanetworkopen.2025.3698
22. Khan RS, Marlow C, Head A. Physiological and psychological responses to a 12-week BodyBalance training programme. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2008;11(3):299-307. doi:10.1016/j.jsams.2007.04.005
23. Alpay K, Sahin M. Effects of basic body awareness therapy on pain, balance, muscle strength and functionality in knee osteoarthritis: a randomised preliminary trial. *Disability and Rehabilitation*. 2023;45(26):4373-4380. doi:10.1080/09638288.2022.2151650
24. Hislop A, Collins NJ, Tucker K, Semciw AI. Hip strength, quadriceps strength and dynamic balance are lower in people with unilateral knee osteoarthritis compared to their non-affected limb and asymptomatic controls. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2022;26(6):100467. doi:10.1016/j.bjpt.2022.100467
25. Karataş Ö, Yapar D, Yapar A, Tuna S, Çetin H, Akdağ A. Neuropathic pain in knee osteoarthritis: Prevalence, diagnosis, and clinical implications. *Joint Diseases and Related Surgery*. 2025;36(3):612-619. doi:10.52312/jdrs.2025.1979
26. Saki F, Safarpour P, Ramezani F, Youzbashi L. BodyBalance as an exercise therapy for knee osteoarthritis in older women: a study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2025;26(1):336. doi:10.1186/s13063-025-09036-w
27. Distefano G, Harrison S, Lynch J, Link TM, Kramer PA, Ramos SV, et al. Skeletal muscle composition, power, and mitochondrial energetics in older men and women with knee osteoarthritis. *Arthritis & Rheumatology*. 2024;76(12):1764-1774. doi:10.1002/art.42953
28. Patterson BE, Girdwood MA, West TJ, Bruder AM, Øiestad BE, Juhl C, Culvenor AG. Muscle strength and osteoarthritis of the knee: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Skeletal Radiology*. 2023;52(11):2085-2097. doi:10.1007/s00256-022-04266-4
29. Zeng CY, Zhang ZR, Tang ZM, Hua FZ. Benefits and mechanisms of exercise training for knee osteoarthritis. *Frontiers in Physiology*. 2021;12:794062. doi:10.3389/fphys.2021.794062
30. Yue H, Li Y, Ma J, Xie C, Xie F, Cai J, et al. Effect of Tai Chi on knee pain and muscle strength in middle-aged and older adults with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial protocol. *BMC Complementary Medicine and Therapies*. 2023;23(1):256. doi:10.1186/s12906-023-04070-0
31. Saeed Alshahrani M, Reddy RS, Asiri F, Tedla JS, Alshahrani A, Kandakurti PK, Kakaraparthi VN. Correlation and comparison of quadriceps endurance and knee joint position sense in individuals with and without unilateral knee osteoarthritis. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2022;23(1):444. doi:10.1186/s12891-022-05403-9
32. Raposo F, Ramos M, Lúcia Cruz A. Effects of exercise on knee osteoarthritis: A systematic review. *Musculoskeletal Care*. 2021;19(4):399-435. doi:10.1002/msc.1538
33. Meenakshi C, Apparao C, Swamy G, Chaturvedi P, Mounika R. Comparison of pilates exercises and closed kinematic chain exercises on pain, muscle strength and functional performance in subjects with knee osteoarthritis. *Journal of Physiotherapy Research*. 2021;5(1):1-6.
34. Thomas DT, R S, Prabhakar AJ, Dineshbhai PV, Eapen C. Hip abductor strengthening in patients diagnosed with knee osteoarthritis - a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2022;23(1):622. doi:10.1186/s12891-022-05557-6
35. BÜYÜKYILMAZ G, Menek B, TARAKÇI D. Closed kinetic chain exercises therapy versus wii-based exergame therapy in the treatment of knee osteoarthritis: randomized controlled trial. *Archives of Health Science and Research*. 2024;11(2):133-139. doi:10.5152/ArcHealthSciRes.2024.23139