

The effect of 8 weeks of Pilates training with two different frequencies and a detraining period on balance and pain in women with osteoarthritis

Received:

2024/06/25

Accepted:

2025/05/20

3060-7078

Bagher Shoja Anzabi

Department of Exercise Physiology,
Faculty of Educational Sciences and
Psychology, Mohaghegh Ardabili
University, Ardabil, Iran.

Reza Faezizadeh

Department of Exercise Physiology,
Faculty of Educational Sciences and
Psychology, Mohaghegh Ardabili
University, Ardabil, Iran.

Ebrahim Piri

Department of Sport Biomechanics,
Faculty of Educational Sciences and
Psychology, Mohaghegh Ardabili
University, Ardabil, Iran.

ABSTRACT

Introduction:

Osteoarthritis is a non-inflammatory joint disease that occurs in synovial joints due to the destruction of articular cartilage with new bone formation at the surface and margins of the affected joints. The aim of the present study was to evaluate the effect of 8 weeks of Pilates training with two different frequencies and subsequent detraining on the symptoms of knee osteoarthritis in women with osteoarthritis.

Materials and Methods:

Twenty-six women with knee osteoarthritis with an age range of 50-65 years, (average weight 70 ± 1 kg and average height 156 ± 9 cm) were selected by available sampling method and were randomly divided into two experimental (18 people) and control (8 people) groups. The exercise protocol was implemented for 8 weeks, 3 sessions per week and duration of each session 60 minute. SPSS version 22 statistical software was used to analyze the data and significant level was considered $p\leq0.05$.

Results: The results showed that the effect of time and the interaction effect of time-group for improving pain intensity with a frequency of 5 sessions was significantly reduced compared to a frequency of 3 sessions ($P=0.027$). Also, the effect of time was significant for static and dynamic balance ($P=0.049$). The interaction effect of time-group for static balance showed a significant decrease ($P=0.011$).

Conclusion: It seems that five exercise sessions of pilates per week have more positive effects compared to three exercise sessions in improving balance and reducing pain intensity in women with knee osteoarthritis.

Keywords: Pilates Training, Arthritis, Balance, Detraining.

***Correspondence:**

Reza Farzizadeh

Email:

r_farzizadeh@uma.ac.ir

<https://orcid.org/0000-0003-0213-1867>

Extended Abstract

Introduction

Nowadays, the disease of knee osteoarthritis is increasing in an unprecedented way. This is due to physical inactivity and unhealthy lifestyles, which are causing more and more people to suffer from this disease. Osteoarthritis is the most common type of joint disease, characterized by the destruction of the articular cartilage, and joint pain is the most important problem for patients with this disease (1). Due to the postural problems of this disease such as destruction of joint cartilage, pain accompanied by joint stiffness and rigidity, swelling, and ultimately reduced joint range of motion, the patient is forced to withdraw from their daily work activities, which, given the occurrence of these problems, emphasizes the need for treatment of osteoarthritis as a functional disease. Osteoarthritis is a gradual and progressive disease (2). Based on evidence, there is a direct relationship between increased age and the risk of developing osteoarthritis, and its clinical symptoms include joint inflammation, pain, and stiffness (3). The prevalence of osteoarthritis is higher among the elderly and women, and some common problems in old age include reduced balance, impaired ideal body posture, decreased neuromuscular function, reduced muscle mass, and consequently decreased muscle strength, reduced muscle endurance, and joint instability (4). Therefore, the complications of osteoarthritis can potentially affect muscle strength (1). Symptoms of knee osteoarthritis, especially increased pain and decreased balance in elderly people, because inability to perform basic activities of daily living and decrease health self-care related to quality of life. Therefore, considering the problems caused by osteoarthritis and also considering the beneficial effects of Pilates exercises on other diseases, it is necessary to investigate the effect of these exercises on pain improvement and postural stability in patients with knee osteoarthritis.

Methodology

The present study was a quasi-experimental with pre-test and post-test design, in which 26 postmenopausal women with knee osteoarthritis aged 50-65 years (mean weight 70 ± 1 kg and mean height 156 ± 9 cm) were selected using convenient sampling and randomly divided into two equal experimental groups ($n=9$ in each group) and one control group ($n=8$). To determine the minimum sample size, the G*Power3.1 software was used, which showed that at a significance level of 0.05, an effect size of 0.8, and a statistical power of 0.8, the minimum number of samples was 8 per group. It should be noted that for the homogeneity of the research participants, only those individuals were selected who were at the functional level II and III (based on the Lawrence and Kellgren criteria) and had a history of knee pain for more than 3 months (chronic pain).

The training protocol for the experimental group (one group with a frequency of 5 sessions per week and the other 3 sessions per week) was applied for a duration of 24 sessions. While for the control group, no training protocol was considered. Then, the pain intensity of the subjects was recorded using the Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) scale and the McGill Pain Questionnaire. This scale is a 10-centimeter horizontal line, with one end representing no pain and the other end representing the worst possible pain (10). The subjects were asked to indicate the level of knee pain intensity based on this pain scale. The Cronbach's alpha coefficient for the knee pain intensity questionnaire was 0.91, indicating high reliability. Postural stability was assessed using the Biodex system. The exercise program for the experimental group was 3 sessions per week for 8 weeks (24 sessions), and the average duration of the exercise program in each session was 60 minutes.

Results

The results showed that there was a significant difference in the variables between 8 weeks of Pilates exercises with frequencies of 3 and 5 sessions per week. Furthermore, the improvement of symptoms

in the 5 session frequency was better than the 3 session frequency in patients with osteoarthritis. On the other hand, the results showed that the mean scores did not change much after the detraining period, so it can be said that the improvement of osteoarthritis symptoms obtained from 8 weeks of Pilates exercises with frequencies of 3 and 5 sessions per week is maintained after one month of detraining. The results of the research by Lederman (2010), Hodges (1996), Kamantakis (2005), Reihani (2019) and Kern (2020) are consistent with this research (25-29).

The results of dynamic balance showed an increase of 12.47% compared to the pre-test for the Pilates group, which indicates an improvement in dynamic balance in the exercise group. This shows that the balance in the post-test was significantly improved compared to the pre-test in the Pilates group. This improvement is similar to the results obtained in other studies in which various exercise interventions had improved dynamic balance in patients with knee osteoarthritis (32). However, the findings of this study were not consistent with the results of the study by Ross et al. in 2006, in which a six-week water exercise program did not have a significant effect on the dynamic balance of individuals with knee osteoarthritis (33). The different protocol or the effect of the aquatic environment may be the reasons for this inconsistency.

Discussion

Overall, the results of this study showed that a course of Pilates can be effective in improving balance and reducing pain in patients with osteoarthritis. The use of Pilates, by providing conditions to challenge the balance system, can be an effective approach in improving pain and subsequently preventing falls among individuals with knee osteoarthritis. Given the research findings, Pilates can be recommended as an exercise method with lasting effects to improve pain and reduce the likelihood of falls in women with knee osteoarthritis without a history of regular exercise.

تاثیر ۸ هفته تمرین پیلاتس با دو فرکانس متفاوت و یک دوره بی-تمرینی بر تعادل و درد در زنان مبتلا به استئوآرتریت

چکیده	تاریخ ارسال: ۱۴۰۳/۰۴/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۳۰ ۳۰۶۰-۷۰۷۸
هدف: استئوآرتریت یک بیماری غیرالتهابی مفصلی است که در مفاصل متحرک در اثر تخریب غضروف مفصلی همراه با استخوان‌سازی جدید در سطح و حاشیه مفاصل درگیر بروز می‌کند. هدف از تحقیق حاضر تاثیر ۸ هفته تمرینات پیلاتس با دو فرکانس متفاوت و بی‌تمرینی متعاقب آن بر علائم بیماری استئوآرتریت زانو در زنان مبتلا می‌باشد. روش تحقیق: تعداد ۲۶ نفر از بین زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو با دامنه سنی ۶۵-۵۰ سال، (میانگین وزن 157 ± 70 کیلوگرم و میانگین قد 156 ± 9 سانتی‌متر) به شیوه نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. و به طور تصادفی به دو گروه تجربی (۱۸ نفر)، و یک گروه کنترل (۸ نفر) تقسیم شدند، پروتکل تمرینی به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه به مدت ۶۰ دقیقه اجرا شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد و سطح معنی‌داری $P < 0.05$ در نظر گرفته شد. یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد اثر عامل زمان و اثر تعاملی زمان - گروه برای بهبود شدت درد با فرکانس ۵ جلسه‌ای نسبت به فرکانس ۳ جلسه‌ای کاهش معنی‌داری داشت ($P = 0.027$). همچنین اثر عامل زمان برای تعادل ایستا و پویا معنی‌دار بود ($P = 0.049$). اثر تعاملی زمان - گروه برای تعادل ایستا کاهش معنی‌داری را نشان داد ($P = 0.011$). نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که ۵ جلسه تمرین پیلاتس در هفته در مقایسه با ۳ جلسه تمرینی اثرات مثبتی در بهبود تعادل و کاهش شدت درد در زنان مبتلا به استئوآرتریت زانو دارد.	باقر شجاع انزابی گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رضا فرضی زاده گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. ابراهیم پیری گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
واژگان کلیدی: تمرینات پیلاتس، آرتروز، تعادل، بی‌تمرینی.	* نویسنده مسئول: رضا فرضی زاده ایمیل: r_farzizadeh@uma.ac.ir https://orcid.org/0000-0003-0213

مقدمه

امروزه بیماری آرتروز زانو^۱ به نحوی بی‌سابقه رو به افزایش است. این امر به دلیل فقر حرکتی و شیوه‌های اشتباه زندگی روز به روز افراد بیشتری را دچار این بیماری می‌کند. آرتروز شایع‌ترین نوع بیماری مفصلی است که تخریب غضروف مفصلی مشخصه اصلی این بیماری است و درد مفاصل مهمترین مشکل افراد مبتلا به این بیماری به حساب می‌آید (۱). به دلیل مشکلات وضعیتی این بیماری از قبیل: تخریب غضروف مفاصل، درد به همراه خشکی و سفتی مفاصل، تورم و در نهایت کاهش دامنه حرکتی مفاصل را ایجاد می‌کند، و بیمار را مجبور به کناره‌گیری از فعالیت‌های شغلی روزمره خود کرده، که با توجه به بروز این مشکلات لزوم درمان بیماری استئوآرتریت به عنوان یک بیماری عملکردی را گوشزد می‌کند. آرتروز یک بیماری تدریجی و پیشرونده است (۲). بر اساس شواهد ارتباط مستقیمی با افزایش سن و خطر ابتلا به بیماری آرتروز وجود دارد، از علایم بالینی آن می‌توان به التهاب، درد و خشکی مفاصل اشاره کرد (۳). شیوع بیماری آرتروز در میان افراد مسن و زنان بیشتر است که از جمله مشکلات شایع در این افراد کاهش تعادل، اختلال در وضعیت ایده‌آل بدن، کاهش عملکرد عصبی-عضلانی، کاهش توده عضله و متعاقب آن ضعف قدرت عضلانی، کاهش استقامت عضلانی و بی‌ثباتی مفاصل می‌باشد (۴). با توجه به موارد یاد شده، بیماری آرتروز احتمالاً می‌تواند قدرت عضلات را تحت تاثیر قرار دهد (۱).

بررسی‌های انجام گرفته نشان داده است که در بزرگسالان مفصل زانو شایع‌ترین مفصل مبتلا به آرتروز (۴۱٪) در زانو در مقایسه با ۳۳٪ در دست‌ها، ۱۳٪ در لگن و ۱۳٪ سایر مفاصل بدن می‌باشد (۵). در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو (آرتروز زانو) به علت درد و متعاقب آن کاهش دامنه حرکتی مفاصل^۲، عضله چهارسر ران دچار آتروفی و ضعف می‌شود (۶). با پیشرفت آرتروز، تخریب غضروف، و اختلالاتی در ساختار اسکلتی استخوان و بافت نرم مجاور آن (لیگامان، کپسول، تاندون و عضله)، اتفاق می‌افتد که در نهایت این بیماری باعث تغییر شکل زانو، ایجاد شلی یا ناپایداری رباطی در مفصل زانو می‌گردد (۷). ضعف عضلانی اندام تحتانی به‌ویژه عضله چهارسر ران به عنوان یک عامل خطرزا شناخته شده در بروز و پیشروی استئوآرتریت زانو می‌باشد، عضله چهارسر ران مسئول اصلی پایداری مفصل زانو است، که ضعف این عضله ممکن است کنترل عصبی-عضلانی آن را مختل کرده و سبب بروز حرکات پاتولوژیک (حرکات پاتولوژیک استئوآرتریت زانو با تغییرات بیومکانیکی و بیوشیمیایی در غضروف مفصل مرتبط است، غضروف منجر به حرکت استخوان‌ها روی یکدیگر با اصطکاک کمتری می‌شود. هنگام وقوع استئوآرتریت، ضخامت و کیفیت غضروف کاهش می‌یابد و غضروف باریک‌تر و نرم‌تر می‌شود. در نهایت با یک شکاف می‌تواند فرو بریزد)، در مفصل زانو گردد (۷). همچنین تعدادی از پژوهشگران ضعف این عضله (چهارسر ران) را یک شاخص مهم در بروز زانو درد و ناتوانی مرتبط با آن می‌شناسند (۸). باید توجه داشت که ضعف عضلانی به تنهایی نمی‌تواند علت درد را در استئوآرتریت زانو توجیه نماید در حالی که شاخص‌های دیگری چون التهاب و ضربه نیز ممکن است در بروز آن دخالت داشته باشند، خصوصاً در بعضی از بیماران که هنوز تغییرات رادیوگرافیک شروع نشده است اما درد وجود دارد. استئوآرتریت فرایندی فعال از یک بیماری درگیرکننده غضروف است که با تخریب غضروف و کاهش فاصله بین‌مفصلی، ضخیم شدن و اسکروز استخوان زیر غضروف، کیست‌های زیر غضروف و شکل‌گیری استخوان جدید (استئوفیت^۳) مشخص می‌شود. به طور معمول تظاهرات رادیوگرافیک زیربنای تشخیص این بیماری است زیرا اثرات فرایند پاتولوژیک می‌تواند در تصاویر رادیوگرافی منعکس شود. تشخیص استئوآرتریت معمولاً با فراوانی بالایی صورت می‌گیرد و علت آن شیوع بالای تغییرات رادیولوژیک استئوآرتریت در افراد بدون علامت است (بسیاری از آنان علامت بالینی درد را ندارند) (۹). در ضمن ضعف

¹ Knee osteoarthritis² Range of motion³ Osteophyte

عضلانی می‌تواند سبب زانو درد شود که با تقویت قدرت عضلانی کاهش می‌یابد (۱۰). اطلاعات موجود هنوز مشخص نیست که ضعف عضلات از جمله عضله چهارسر ران علت استوآرتریت زانو است یا معلول آن. افراد مبتلا به استوآرتریت زانو به نوعی با اختلال در تعادل مواجه می‌شوند، که این اختلال به صورت افزایش دامنه فعالیت الکتریکی عضلات و سرعت نوسان مرکز فشار بدن (COP)، مشاهده می‌شود (۱۱). این بیماری در زمره یکی از سه بیماری قرار دارد که بیشترین سهم را در ایجاد ناتوانی در زنان و مردان غیربستری سالمند دارد و موجب هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و روانی قابل توجهی می‌شود (۱۲).

بر اساس مطالعات پیشین دارو درمانی روش اصلی درمان بیماری‌های آرتریتی محسوب می‌شود، با این حال پژوهش‌های انجام گرفته در ارتباط با استفاده از تمرینات ورزشی جهت کاهش درد و بهبود عملکرد بیماران مبتلا به استوآرتریت نشان می‌دهد که این روش درمانی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (۱۳). از درمان‌های غیردارویی می‌توان به کاهش وزن، طب سوزنی، فیزیوتراپی، ماساژ، حرکت درمانی، یوگا و تای چی و.... اشاره کرد (۱۴). با توجه به شواهد زیادی که برای تأثیرات بالینی ورزش در افراد مبتلا به آرتروز اندام تحتانی با شدت خفیف تا متوسط در بدن نشان داده شده است، حرکت درمانی به عنوان زیربنایی برای کنترل و پیشگیری از پیشرفت بیماری در نظر گرفته می‌شود (۱۵). منظور از حرکت درمانی، استفاده از نرمش‌هایی جهت بهبود وضع تعادل بدن و هماهنگ نمودن حرکات بدن می‌باشد. چندین مطالعه نیز تأثیر تمرینات مختلف را بر درد و تعادل افراد مبتلا به استوآرتریت زانو را بررسی کرده‌اند که عمدتاً نتایج آنها مبنی بر تأثیر مثبت انواع تمرین بر درد و تعادل افراد مبتلا به آرتروز زانو می‌باشد (۱۶).

در همین راستا وانگ و همکاران (۲۰۲۰)، به این نتیجه رسیدند که تمرینات مقاومتی باعث کاهش درد، بهبود تعادل و بهبود سطح عملکرد در ۵۰ الی ۷۰ درصد بیماران مبتلا به استوآرتریت می‌شود (۱۷). در یک مطالعه مروری دیگر، عنوان شده است که تمرینات تقویتی به تنهایی می‌تواند درد این بیماران را کاهش دهند. این نوع درمان با هدف کاهش درد، و رساندن بیومکانیک بافت و مفصل به سطح طبیعی و بهبود عملکرد به کار رفته بود (۴). یکی از تمرینات مقاومتی استفاده از تمرینات پيلاتس است که امروزه اثرات مثبتی از آن گزارش شده است. پيلاتس به طور معمول به عنوان یک روش تمرینی برای سلامت افراد می‌باشد، اما به تازگی به عنوان یک روش بازتوانی نیز پذیرفته شده است (۱۸، ۱۹). شواهد متناقضی در ارتباط با فعالیت بدنی و استوآرتریت زانو وجود دارد (۲۰). همچنین، شواهدی وجود دارد که اظهار می‌کند کاهش درد و بهبود عملکرد در بیماران مبتلا به استوآرتریت زانو در ظاهر به دلیل بهبود عملکردهای عصبی-عضلانی مربوط به حرکت (افزایش قدرت، توان، و استقامت عضلات) اطراف زانو می‌باشد (۲۱). دورای و همکاران (۲۰۱۸)، در پژوهش خود تأثیر مثبت تمرینات حس عمقی بر تعادل را مشاهده کردند (۲۲).

کریمی و همکاران (۲۰۲۱)، نشان دادند که تمرینات پيلاتس سبب بهبود عملکرد بیماران مبتلا به آرتروز زانو می‌باشد و نیز به این نتیجه رسیدند که تمرینات پيلاتس موجب کاهش درد و اثرات منفی استوآرتریت زانو شده و جنبه فیزیکی و روانی کیفیت زندگی این بیماران بهبود می‌دهد (۲۳). علایم استوآرتریت زانو، به خصوص افزایش درد و کاهش تعادل افراد سالمند، موجب ناتوانی در اجرای فعالیت‌های اساسی زندگی روزانه و کاهش خود مراقبتی بهداشتی مربوط به کیفیت زندگی می‌شود. بنابراین با توجه به مشکلاتی که استوآرتریت به دنبال دارد و نیز با توجه به اثرات سودمند تمرینات پيلاتس بر سایر بیماری‌ها، ضروری است تا تأثیر این تمرینات بر بهبود درد و ثبات وضعیتی بیماران مبتلا به استوآرتریت زانو مورد بررسی قرار گیرد.

روش شناسی

پژوهش حاضر نیمه تجربی از نوع پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود، که در سال ۱۴۰۱ در مرکز سلامت و تندرستی دانشگاه محقق اردبیلی انجام گرفت، در این پژوهش از بین زنان یائسه مبتلا به استوآرتریت زانو با دامنه سنی ۶۵-۵۰ ساله، ۲۶ نفر (میانگین وزن 70 ± 1 کیلوگرم و میانگین قد 156 ± 9 سانتی‌متر) به شیوه نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شده

و بطور تصادفی ساده به دو گروه مساوی ۹ نفره تجربی و یک گروه ۸ نفره کنترل تقسیم شدند، برای تعیین حداقل حجم نمونه از نرم‌افزار G*Power3.1 استفاده شد که این نرم‌افزار نشان داد در سطح معنی‌داری ۰/۰۵، اندازه اثر ۰/۸ و توان آماری برابر ۰/۸، حداقل تعداد نمونه برابر ۸ نفر در هر گروه می‌باشد. لازم به ذکر است که برای همگن بودن آزمودنی‌های پژوهش حاضر، تنها افرادی انتخاب شدند که در سطح عملکردی II و III (براساس معیارهای Kellgren و Lawrence) قرار داشتند و بیش از ۳ ماه (داشتن درد مزمن) سابقه‌ی زانو درد داشتند. آزمودنی‌ها هیچ داروی تزریقی داخل مفصلی از سه ماه قبل استفاده نکرده بودند و در ۱۲ ماه گذشته داروی استروئیدی نخورده بودند. همچنین این بیماران سایر بیماری‌های تهدید کننده مفصل مانند: استئونکروز، دیابت، آرتريت روماتوئید، بیماری عصبی عضلانی، سابقه هرگونه علائمی از بیماری کلاژن واسکولر، آرتريت پسوریازی، آرتريت‌های ناشی از نقرس و شبه نقرس، پوکی استخوان نداشتند. آزمودنی‌ها نمی‌بایست از ۲ ماه گذشته فعالیت بدنی منظم داشته باشند. پس از توجیه مراحل کار برای آزمودنی‌ها و گرفتن رضایت‌نامه کتبی، قد و وزن آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که پروتکل تمرینی برای گروه تجربی (یکی از گروه‌ها با فرکانس ۵ جلسه در هفته و دیگری ۳ جلسه در هفته)، به مدت ۲۴ جلسه اعمال شد. در حالی که برای گروه کنترل هیچ پروتکل تمرینی در نظر گرفته نشده بود. سپس شدت درد آزمودنی‌ها با استفاده از پرسش‌نامه درک فشار بورگ^۴ و مک‌گیل^۵ ثبت شد. این مقیاس، نوار افقی به طول ۱۰ سانتی‌متر است که یک انتهای آن صفر، یعنی بدون درد و انتهای دیگر آن عدد ۱۰ یعنی شدیدترین درد ممکن در نظر گرفته شده است. از آزمودنی‌ها خواسته شد که میزان شدت درد زانوی خود را براساس این شاخص درد بیان کنند. ضریب آلفای کرونباخ برای پرسش‌نامه‌ی میزان شدت درد زانو برابر ۰/۹۱ بدست آمده و نشان‌دهنده‌ی پایایی بالای آن است. ثبات پاسچرال با استفاده از دستگاه بایودکس^۶ استفاده شد. پس از اندازه‌گیری‌ها و قبل از شرکت در پروتکل تحقیقی، طی سه جلسه توجیهی نحوه اجرای صحیح حرکات و اصول اساسی در پیلاتس به آزمودنی‌ها آموزش داده شد. و همچنین تعداد تکرارها و ست‌ها در هر حرکت به طور میانگین مشخص گردید. برنامه تمرینی برای گروه تجربی سه جلسه در هفته، برای مدت هشت هفته (۲۴ جلسه) و مدت زمان برنامه تمرینی در هر جلسه به طور میانگین ۶۰ دقیقه بود.

ابزار و گردآوری داده‌ها:

برای شروع ورزش پیلاتس به وسایلی ساده نیاز داریم از جمله یک زیرانداز و لباس ورزشی مناسب پیلاتس که زیاد گشاد نباشد.

توپ‌های پیلاتس در سه اندازه‌های متفاوت برای حفظ تعادل ایستا و پویا استفاده شد.

مقیاس درد برای اندازه‌گیری شدت درد و همچنین پرسش‌نامه درد مک‌گیل استفاده شد.

بر اساس دستورالعمل تجویز ورزشی کالج پزشکی - ورزشی آمریکا برنامه تمرینی شامل سه بخش گرم کردن (۱۰

4 Borg

5 McGill Pain Questionnaire

6 . Biodex

2. Beth et al 2011.

دقیقه)، سرد کردن (۵ دقیقه) و برنامه اصلی بود. برنامه اصلی شامل تمرینات منتخب برگرفته از کتاب بٹ و همکاران^۷ (۲۰۱۱) بود (۲۴). که این تمرینات از سطح پایه شروع شده و برای رعایت اصل اضافه بار و تنظیم فشار تمرین در پایان جلسه سوم هر هفته، پرسشنامه درک فشار بورگ توسط افراد تکمیل شد. برنامه تمرینی به شکل زیر بود.

جدول ۱- خلاصه پروتکل پیلاتس برای گروه تجربی

نام مرحله	طول و مدت	زمان جلسه	نوع تمرین	هدف اجرایی	تعداد تکرار	اصل اضافه بار
مقدماتی	۶ جلسه	۶۰ دقیقه	تمرینات کششی	تحریک پذیری مفصل و افزایش دامنه حرکتی مفصل	۳ ست ۳۰ ثانیه ای	آغاز: ۱ ست ۲۰ ثانیه ای هدف: ۳ ست ۳۰ ثانیه ای
اصلی	۱۲ جلسه	۶۰ دقیقه	تمرینات زنجیره باز مانند تمرینات فعال و مقاومتی	تقویت عضلات	۳ ست ۱۰ تکرار ۲ تا ۳ دقیقه استراحت بین هر تکرار	آغاز: ۱ ست ۸ تکرار صحیح هدف: ۳ ست ۱۰ تکرار صحیح
تثبیت	۶ جلسه	۶۰ دقیقه	تمرینات زنجیره بسته حرکتی	تثبیت سه جانبه	بصورت ایزومتریک ۳ ست ۳۰ ثانیه ای بصورت ایزوتوپ ۶ تا ۸ تکرار ۲ تا ۳ دقیقه استراحت بین هر تکرار	آغاز: ۱ ست ۶ ۲۰ ثانیه ای هدف: ۳ ست تکرار صحیح هدف: ۳ ست ۸-۶ تکرار صحیح

در صورتی که فشار تمرین برای آزمودنی‌ها کمتر می‌شد، به تدریج با تغییر تمرینات به حالت پیشرفته و افزایش تعداد تکرارها و نوبت‌ها افزایش تدریجی به صورتی که با توجه به شرایط سازگاری تمرین، بعد از چهار جلسه تمرین ترکیب حرکات پیچده و بار کار افزایش داده شد (۲۵). به عبارتی در مرحله مقدماتی (۶ جلسه)، از حرکات کششی با هدف اصلی تحریک‌پذیری مفاصل و افزایش دامنه حرکتی مفاصل استفاده شد. و در مرحله‌ی بعدی طی ۱۲ جلسه کاری تمرینات تقویتی با پیلاتس با هدف ویژه افزایش قدرت عضلات استفاده کردیم، و در مرحله‌ی آخر (تثبیت) طی ۶ جلسه کاری از تمرینات زنجیره بسته حرکتی با هدف ویژه تثبیت سه جانبه به اتمام رساندیم. لازم به ذکر است که تمام مراحل تمرین با تایید و نظارت مربی پیلاتس، توسط پژوهشگر اجرا شد. همچنین گروه کنترل طی مدت اجرای تحقیق فعالیت‌های روزانه خود را ادامه دادند. بعد از اجرای پروتکل تمرینی مجدداً شدت درد و شاخص‌های تعادل اندازه‌گیری شد.

روش‌های آماری

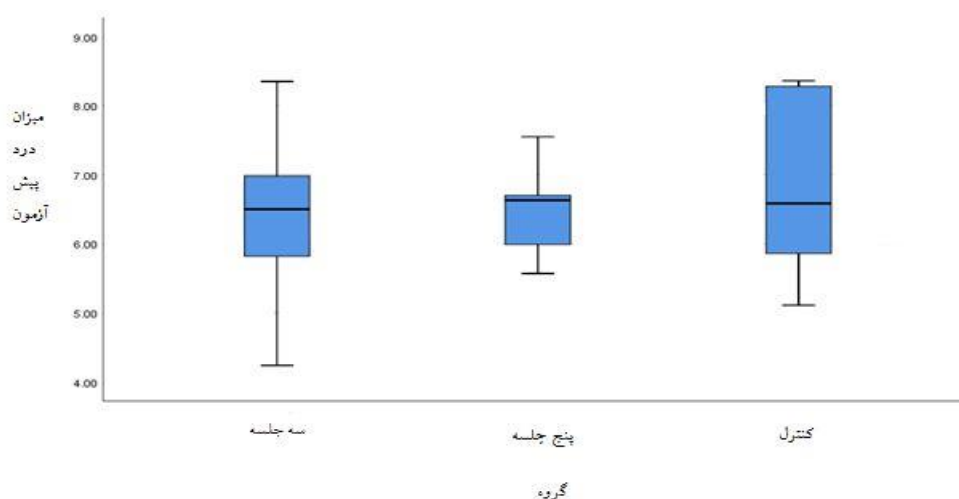
به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد. فرضیات زیربنایی مدل تحلیل واریانس شامل نرمال بودن توزیع مانده‌های مدل به کمک آزمون شاپیرو-ویلک تایید شد. سپس به منظور بررسی برابری میانگین میزان درد در بین سه گروه از مدل تحلیل واریانس در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد. لازم به ذکر است که متغیرهای سن، وزن، قد و میزان درد مفاصل پیش آزمون در سه گروه تحقیق همگن بوده و میانگین آن‌ها تفاوت معنی‌داری نداشتند. بنابراین لازم نبود که بعنوان متغیر کمکی وارد مدل تحقیق شوند.

نتایج

میانگین و انحراف معیار متغیرهای سن، وزن و قد آزمودنی‌ها به تفکیک سه گروه مورد مطالعه در جدول ۱ گزارش شده است. همچنین، وضعیت میزان درد زانوی نمونه مورد مطالعه پیش از آزمون در شکل ۱ رسم شده است.

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار شاخص‌های دموگرافیک نمونه مورد مطالعه

متغیر	میانگین (انحراف معیار)		
	کنترل	سه جلسه تمرین	پنج جلسه تمرین
سن	۵۶/۸۰ ± ۲/۱۱	۵۶/۰۱ ± ۲/۸۱	۵۵/۷۴ ± ۳/۱۱
وزن	۷۱/۱۸ ± ۳/۱۹	۷۰/۱۸ ± ۴/۴۳	۷۰/۵۳ ± ۴/۲۴
قد	۱۶۴/۳۲ ± ۴/۴۹	۱۶۷/۱۳ ± ۶/۰۵	۱۶۶/۲۵ ± ۵/۵۱



شکل ۱- نمودار جعبه‌ای میزان درد زانوی نمونه مورد مطالعه پیش از آزمون.

برای شهود بیشتر نسبت به وضعیت داده‌ها، میانگین و انحراف معیار متغیر میزان درد زانوی آزمودنی‌های تحقیق در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار تعادل و میزان درد زانوی نمونه مورد مطالعه

میانگین (انحراف معیار)			
		کنترل	سه جلسه تمرین
		پنج جلسه تمرین	
پیش از آزمون	پیش از آزمون	۶/۸۶ ± ۱/۳۳	۶/۴۴ ± ۱/۲۳
	پس از آزمون	۶/۵۱ ± ۰/۹۰	۵/۸۲ ± ۱/۵۸
	پس از یکماه بی‌تمرینی	۶/۸۲ ± ۱/۱۹	۵/۹۴ ± ۰/۶۷
پس از یکماه بی‌تمرینی	پیش از آزمون	۴۲/۲۶ ± ۳/۰۹	۴۲/۳۳ ± ۳/۸۲
	پس از آزمون	۴۱/۴۰ ± ۲/۹۵	۴۳/۲۰ ± ۳/۴۵
	پس از یکماه بی‌تمرینی	۴۱/۲۰ ± ۲/۶۰	۴۳/۸۰ ± ۳/۲۰
پس از یکماه بی‌تمرینی	پیش از آزمون	۱۰/۶۰ ± ۰/۳۴	۱۰/۶۱ ± ۰/۳۷
	پس از آزمون	۱۰/۶۲ ± ۰/۷۸	۱۰/۹۲ ± ۰/۱۸
	پس از یکماه بی‌تمرینی	۱۰/۵۸ ± ۰/۴۷	۱۰/۹۰ ± ۰/۴۰

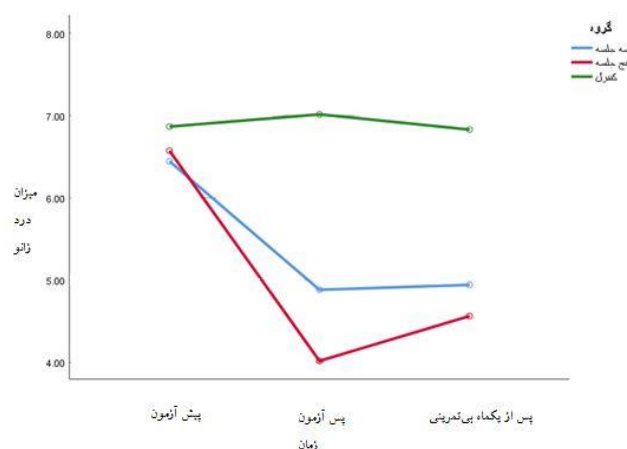
با توجه به نتایج آزمون باکس برابری ماتریکس‌های کوواریانس در سطح خطای ۰/۰۵ رد نمی‌شود ($P=0/080$). بنابراین می‌توان از آزمون لامبدای ویلکز برای آزمون چند متغیره استفاده کرد، نتایج آزمون لامبدای ویلکز وجود تفاوت معنی‌دار در بین سه زمان و سه گروه وجود داشت ($\text{Sig}=0/029, \lambda=0/619$) هم‌چنین آزمون کرویت موجلی، کرویت بین متغیرها در ۳ زمان رد نمی‌شود ($P=0/526$) حال با فرض برقراری کرویت نتایج جدول ۳ بدست آمد.

جدول ۴- نتایج آزمون اندازه‌گیری مکرر

مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری	اندازه اثر
زمان	۲	۱۳/۶۸	۹/۶۵	*۰/۰۰۰	۰/۲۹۶
زمان*گروه	۴	۴/۲۷	۳/۰۱	*۰/۰۲۷	۰/۲۰۸
زمان	۲	۰/۹۶۸	۸/۷۸	*۰/۰۰۰	۰/۶۲۴
زمان*گروه	۴	۰/۳۰	۴/۳۹	*۰/۰۱۱	۰/۵۲۵
زمان	۲	۳۰/۷۰	۴/۶۵	*۰/۰۴۹	۰/۳۰۱
زمان*گروه	۴	۹/۵۵	۲/۳۲	۰/۲۱۶	۰/۲۹۷

*سطح معنی‌داری ($P<0/05$)

با توجه به نتایج جدول ۳، تفاوت معنی‌داری بین پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پس از یک ماه بی‌تمرینی وجود داشت ($P=0/000$). همچنین اثر تعاملی بین زمان و گروه نیز معنی‌دار بود ($P=0/027$). این امر نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین میزان درد زانوی گروه‌های مختلف در زمان پس‌آزمون و پس از یک ماه بی‌تمرینی وجود دارد. از طرفی آزمون تعقیبی توکی نشان داد که ۳ و ۵ جلسه تمرین و گروه کنترل تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P=0/000$). ولی بین عملکرد ۳ جلسه تمرین و ۵ جلسه تمرین تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P=0/437$). برای شهود بیشتر نمودار میانگین میزان درد در سه زمان متفاوت به تفکیک گروه تمرینی در شکل ۲ رسم شده است. لازم به ذکر است که میانگین نمرات، تغییرات چندانی پس از بی‌تمرینی وجود نداشته است.



شکل ۲- نمودار میانگین میزان درد زانوی نمونه مورد مطالعه در سه مرحله تحقیق به تفکیک گروه‌ها

بحث

نتایج نشان می‌دهد که ۸ هفته تمرینات پیلاتس با فرکانس‌های ۳ و ۵ جلسه در هفته از نظر متغیرها تفاوت معنی‌داری وجود دارد. مجذور اتا نشان می‌دهد تفاوت بین دو گروه با توجه به متغیرهای وابسته در مجموع معنی‌دار است به طوری که ۵۷٪ درصد واریانس مربوط به اختلاف بین دو گروه در تاثیر متقابل متغیرهای وابسته می‌باشد. نتایج تحلیل واریانس چند متغیری نشان می‌دهد که میانگین نمرات F نمرات درد در مقایسه دو گروه با فرکانس‌های ۳ و ۵ جلسه‌ای متفاوت است. نتایج نشان می‌دهد بهبود علائم در فرکانس ۵ جلسه‌ای بهتر از فرکانس‌های ۳ جلسه‌ای در بیماران مبتلا به آرتروز بوده است.

از طرفی نتایج نشان داد میانگین نمرات تغییرات چندانی پس از بی‌تمرینی وجود نداشته است، لذا می‌توان گفت بهبود علائم بیماری آرتروز بدست آمده از ۸ هفته تمرینات پیلاتس با فرکانس‌های ۳ و ۵ جلسه در هفته پس از یک ماه بی‌تمرینی حفظ می‌شود. نتایج پژوهش‌های حاضر با نتایج ریحانی (۲۰۱۹) و کرن^۸ (۲۰۲۰) با این پژوهش همسو است (۲۵-۲۹).

از آنجایی که افراد مبتلا به آرتروز زانو دچار ضعف قدرت عضله چهارسر رانی و همسترینگ و اختلال در هماهنگی

⁸ Kern

عصبی - عضلاتی هستند. بنابراین تمرینات پيلاتس با بهبود هماهنگی عصبی - عضلانی و تقویت عضلات مفصل زانو باعث بهبود تعادل می‌شود. به نظر می‌رسد که بهبود قدرت عضلات چهارسر رانی و همسترینگ دلیلی بر بهبود تعادل این بیماران باشد. همچنین در خصوص تأثیر تمرینات بر روی تعادل ایستا، می‌توان گفت از آنجایی که کنترل تعادل نیازمند مشارکت در سه حیطه پردازش اطلاعات به وسیله حواس بینایی، دهلیزی و حسی-پیکری، یکپارچگی مرکزی در مغز و پاسخ حرکتی است، هرگونه نقصی در سیستم فوق می‌تواند از عوامل قرار گرفتن فرد در شرایط افتادن باشد. با توجه به این که در ارزیابی تعادل ایستا، آزمودنی با کمک هر سه سیستم بینایی، دهلیزی و حسی-پیکری تعادل خود را حفظ می‌نماید، می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً یک دوره پيلاتس باعث بهبود و تسهیل ورودی‌های هریک از این حواس، دو یا سه حس به طور همزمان جهت حفظ تعادل می‌شود (۳۰). همچنین از دلایل احتمالی بهبود تعادل می‌توان به افزایش سازگاری‌های عصبی ناشی از تمرین مانند به کارگیری واحدهای عصبی کارآمدتر، سازماندهی مجدد در قشر حسی-پیکری، افزایش کارایی و قدرت ارتباطات سیناپسی، بهبود کنترل عصبی عضلانی مانند کاهش تغییرپذیری در بکارگیری واحدهای حرکتی و بهبود همزمانی واحدهای حرکتی، کاهش رفلکس‌های بازدارنده عصبی، کاهش مقاومت مسیرهای عصبی به انتقال تکانه و بهبود و تسهیل در انتقال درون دادهای هریک از حواس اشاره کرد (۳۱). اما یافته‌های این مطالعه با نتایج مطالعه لوند و همکاران در سال (۲۰۰۸) همخوانی نداشت، این در شرایطی بود که هشت هفته تمرین در آب و خشکی بر تعادل افراد مبتلا به آرتروز زانو تأثیر معنی‌داری نداشت، در حالی که در گروه تمرین در خشکی، بهبود معنی‌داری در قدرت عضله مشاهده شد (۲). احتمالاً پروتکل تمرینی متفاوت پژوهش حاضر می‌تواند یکی از دلایل ناهمسوئی باشد.

نتایج تعادل پویا پس از یکماه بی‌تمرینی نسبت به پیش‌آزمون برای گروه پيلاتس ۱۲/۴۷ درصد افزایش یافت، که افزایش در تعادل پویا نشان‌دهنده بهبود تعادل در گروه تمرینی است. این موضوع نشان می‌دهد تعادل در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در گروه پيلاتس بهبود معنی‌داری داشته است. این بهبود مشابه با نتایج حاصل شده در مطالعات دیگر می‌باشد که در آن‌ها تمرینات مختلف ورزشی باعث بهبود تعادل پویا در مبتلایان به آرتروز زانو شده بود (۳۲). اما یافته‌های این مطالعه با نتایج مطالعه روس و همکاران در سال (۲۰۰۶) همخوانی نداشت، این در شرایطی بود که شش هفته برنامه تمرینی در آب بر تعادل پویای افراد مبتلا به آرتروز زانو تأثیر معنی‌داری نداشت (۳۳). احتمالاً پروتکل متفاوت و یا اثرگذاری محیط آبی می‌تواند از دلایل ناهمسوئی باشد. در خصوص تأثیر تمرینات بر تعادل پویا در افراد مبتلا به آرتروز زانو می‌توان به این نکته اشاره کرد که تعادل پویا با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده توسط گیرنده‌های مکانیکی موجود در اندام تحتانی، تنه و ترکیب درون دادهای بصری، دهلیزی و حس حرکتی به منظور ایجاد پاسخ‌های حرکتی مناسب جهت کنترل وضعیت مرکز ثقل در محدوده سطح اتکا حفظ می‌شود (۳۴). از علل احتمالی اثرگذاری تمرینات پيلاتس بر روی تعادل پویای زنان مبتلا به استئوآرتریت می‌توان به علت توجه به رعایت اصول پيلاتس از جمله تمرکز، دقت، کنترل و روان بودن حرکات اشاره کرد. رعایت این اصول، منجر به تعادل و کنترل آگاهانه بر روی عضلات می‌شود. همچنین به دلیل فعالیت‌های روزمره که موجب فرسایش مفاصل و قوی شدن یک گروه عضلات نسبت به گروه دیگر می‌شود، اجرای این تمرینات در جهت نگهداری متقارن بدن به طور آگاهانه کمک کرده و از فشارهای یک جانبه و یکنواخت جلوگیری می‌نماید و بدن را در حالت تعادل نگه می‌دارد، از

طرفی از دیگر دلایل احتمالی تأثیر پيلاتس بر تعادل پويا می‌توان به اصل مرکزیت اشاره کرد (۳۵). ناحیه کمر، لگن و ران با عضلات اطراف آن به عنوان ناحیه مرکزی بدن خوانده می‌شود، که تمرینات پيلاتس در این ناحیه متمرکز شده‌اند. ورزش پيلاتس از جمله تمرینات تثبیت کننده‌ای است که موجب بهبود تعادل پويا در برابر نیروهای خارجی و داخلی می‌شود و با هدف تقویت و کنترل عضلات مرکزی (عضلات کر) بوسیله تمرینات کششی و تقویتی و در نتیجه پیشرفت تعادل انجام می‌گیرد (۳۶).

از طرفی افزایش یا بهبود در تعادل پويا احتمالاً بیشتر به علت کاهش ثبات عمقی می‌باشد. حس عمقی، نقش حیاتی در کنترل تعادل دارد 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 را دارا می‌باشد. در واقع کاهش حس عمقی مفصل می‌تواند منجر به تغییر در پاسخ رفلکسی عضله، کاهش حساسیت‌پذیری دوک عضلانی و کاهش حفاظت مفصل و اختلال در ثبات و پایداری مفصل شود (۳۷). همچنین با توجه به این که استئوآرتریت زانو موجب شلی کپسولی لیگامانی، ضعف و آتروفی عضلانی می‌شود که در نتیجه آن اختلال در عملکرد گیرنده‌های مکانیکی عضله و مفصل، اختلال در هماهنگی و فعالیت همزمان عضلات اطراف مفصل، اختلال در مکانیسم‌های حفاظتی عصبی-عضلانی، افزایش اعمال نیروی اضافی روی مفصل و در نهایت منجر به تشدید عارضه و بروز درد می‌شود. با توجه به اینکه کاهش قدرت عضله چهارسر رانی در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو احتمالاً به این دلیل است که گیرنده‌های مکانیکی آسیب دیده مفصلی، پیام‌های آوران غیرطبیعی به سیستم عصبی مرکزی می‌فرستند که پیام‌های وایران آن، تحریک‌پذیری واحدهای حرکتی تغذیه-کننده عضله چهارسر رانی را کاهش می‌دهد (۳۸).

از موارد اثرگذاری تمرینات پيلاتس می‌توان به مواردی همچون افزایش قدرت عضلات اطراف مفصل زانو و برداشتن فشار از روی این مفصل، و متعاقب آن اثرات مفیدی در تسکین درد بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو اشاره کرد. بر اساس مطالعات پیشین از مکانیسم تمرینات پيلاتس، می‌توان به ارتباط بدن و مغز توجه کرد که قدرت، استقامت و انعطاف‌پذیری؛ به طور همزمان افزایش می‌یابد و به این دلیل که اجرای تمرینات پيلاتس در حالت ایستا و بدون انجام حرکات آسیب‌زا انجام می‌گیرد؛ به احتمال زیاد می‌تواند دلیلی بر کاهش سرعت تغییرات، تخریبی مفصل و علائم آرتروز از جمله درد باشد (۳۵). بر اساس شواهد بین درد و ضعف عضلات رابطه مستقیمی وجود دارد (۳۹)، و با توجه به تأثیر تمرینات پيلاتس در تقویت عضلات، می‌توان اینگونه بیان کرد که بهبود عملکرد عضلات توسط این تمرین، موجب جذب بیشتر نیروهای وارده به مفصل توسط عضلات می‌شود (۴۰)، چرا که عدم جذب مناسب نیروهای وارده به مفصل در طی فعالیت‌های روزمره موجب شکستگی‌های ریز در بافت زیر غضروف می‌شود و در نتیجه موجب افزایش شدت درد و کاهش عملکرد زانو و کیفیت زندگی می‌شود (۴۱).

می‌توان گفت که احتمالاً اثر پيلاتس روی تعادل افراد مبتلا به آرتروز زانو ماندگار است. لازم به ذکر است که پژوهش حاضر دارای محدودیت‌های بود که می‌توان به تعداد کم آزمودنی‌ها و عدم وجود جنسیت مرد اشاره نمود، لذا پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آینده هر دو جنس مدنظر قرار گیرد.

نتیجه گیری

به طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که یک دوره پیلاتس می‌تواند در بهبود تعادل و کاهش درد در بیماران مبتلا به آرتروز مؤثر باشد. استفاده از پیلاتس با فراهم نمودن شرایطی برای به چالش کشیدن سیستم تعادلی، می‌تواند شیوه مؤثری در بهبود درد و متعاقب آن پیشگیری از افتادن در میان افراد مبتلا به آرتروز زنان باشد. با توجه به یافته‌های تحقیق می‌توان پیلاتس را به عنوان یک شیوه تمرینی با تأثیر ماندگار جهت بهبود درد و کاهش احتمال سقوط زنان مبتلا به آرتروز زنان بدون سابقه ورزش منظم پیشنهاد نمود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مطالعه حاضر از تمامی شرکت‌کنندگان کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

1. Sinusas K. Osteoarthritis: diagnosis and treatment. *AFP*. 2012;85(1):49-56.
2. Lund H, Weile U, Christensen R, Rostock B, Downey A, Bartels EM, et al. A randomized controlled trial of aquatic and land-based exercise in patients with knee osteoarthritis. *JRM*. 2008;40(2):137-44.
3. Lephart SM. Proprioception and neuromuscular control in joint stability. *HK*. 2000:405-13.
4. Metsios GS, Kitas GD. Physical activity, exercise and rheumatoid arthritis: effectiveness, mechanisms and implementation. *BP&RCR*. 2018;32(5):669-82.
5. Kim G-J, Oh H, Lee S, Lee K, Kim K. Effects of resistance exercise using the elastic band on the pain and function of patients with degenerative knee arthritis. *JPTS*. 2020;32(1):52-4.
6. Park H-S, Lee B-S. Factors affecting exercise adherence of the elderly with degenerative arthritis: focusing on self-efficacy and social support variables. *JKALS*. 2018;19(3):250-9.
7. Blum D, Rodrigues R, Geremia JM, Brenol CV, Vaz MA, Xavier RM. Quadriceps muscle properties in rheumatoid arthritis: insights about muscle morphology, activation and functional capacity. *AR*. 2020;60.
8. Piva SR, Khoja SS, Toledo FG, Chester-Wasko M, Fitzgerald GK, Goodpaster BH, et al. Neuromuscular electrical stimulation compared to volitional exercise for improving muscle function in rheumatoid arthritis: a randomized pilot study. *AC&R* 2019;71(3):352-61.
9. Guan S, Mehta B, Slater D, Thompson JR, DiCarlo E, Pannellini T, et al. Rheumatoid Arthritis Synovial Inflammation Quantification Using Computer Vision. *ACR open rheumatology*. 2022;4(4):322-31.
10. Baker JF, Mostoufi-Moab S, Long J, Taratuta E, Leonard MB, Zemel B. Association of low muscle density with deteriorations in muscle strength and physical functioning in rheumatoid arthritis. *AC&R*. 2021;73(3):355-63.
11. Kulkarni M, Agrawal R, Khan T, Vejlani F. Effect of proprioceptive exercises on knee joint position sense and balance in patients with knee osteoarthritis.
12. Hangody L, Szody R, Lukasik P, Zgadzaj W, Lénárt E, Dokoupilova E, et al. Intraarticular injection of a cross-linked sodium hyaluronate combined with triamcinolone hexacetonide (Cingal) to provide symptomatic relief of osteoarthritis of the knee: a randomized, double-blind, placebo-controlled multicenter clinical trial. *JC*. 2018;9(3):276-83.

13. Kucharski D, Lange E, Ross AB, Svedlund S, Feldthusen C, Önnheim K, et al. Moderate-to-high intensity exercise with person-centered guidance influences fatigue in older adults with rheumatoid arthritis. *Rheumatol. Int.* 2019;39(9):1585-94.
14. Haria JM. A review study on mosquito management. *SAARJ* 2021;11(12):60-5.
15. Pure E, Terhorst L, Baker N. Movement and manual therapy for adults with arthritis: 2012 National Health Interview Survey. *JCTM.* 2018;37:96-102.
16. Kibblewhite JR, Treharne GJ, Stebbings S, Hegarty RS. Enjoyment of exercise among people with arthritis: An inductive thematic analysis. *JHP.* 2020;25(6):766-79.
17. Wang J, Xie Y, Wang L, Lei L, Liao P, Wang S, et al. Hip abductor strength-based exercise therapy in treating women with moderate-to-severe knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *JCR.* 2020;34(2):160-9.
18. Dashti P, Shabani M, Moazami M. Comparison of the effects of two selected exercises of Theraband and Pilates on the balance and strength of lower limb in elderly women. *IJOGI.* 2015;18(153):1-9. [in Persian]
19. Shojaedin SS, Yousefpour K. The effect of Pilates exercises and Kinesio taping on pain in subjects with non-specific chronic low back pain. *JRRS.* 2013;9(1):28-38. [in Persian]
20. Cordeiro BLB, Fortunato IH, Lima FF, Santos RS, Costa MdC, Brito AF. Influence of the Pilates method on quality of life and pain of individuals with fibromyalgia: integrative review. *BrJP.* 2020;3:258-62.
21. Calık BB, Kabul EG, Korkmaz C, Tekin ZE, Yener GO, Yuksel S. The efficacy of clinical Pilates exercises in children and adolescents with juvenile idiopathic arthritis: A pilot study. *Rev. Colomb. Reumatol* (English Edition). 2020;27(4):269-77.
22. Duray M, Şimşek Ş, Altuğ F, Cavlak U. Effect of proprioceptive training on balance in patients with chronic neck pain. 2018.
23. Karimi N, Dehkordi KJ, Rizi RM. Effects of Pilates training VS. Suspension training on quality of life in women with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *J. Bodyw. Mov. Ther.* 2021;27:737-45. [in Persian]
24. Kaplanek BA, Levine B, Jaffe WL. Pilates for hip and knee syndromes and arthroplasties: *HK*; 2011.
25. Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine.* 1996;21(22):2640-50.
26. Koumantakis GA, Watson PJ, Oldham JA. Supplementation of general endurance exercise with stabilisation training versus general exercise only: physiological and functional outcomes of a randomised controlled trial of patients with recurrent low back pain. *JCB.* 2005;20(5):474-82.
27. Lederman E. The myth of core stability. *J Bodyw Mov Ther.* 2010;14(1):84-89.
28. Kern M. Exercise therapy for juvenile idiopathic arthritis: *BU*; 2019.
29. Reyhani SS, Ghasemi Kahrizsangi A, Ahmadi Rostamkolaei T. The Effects of 8 weeks of Pilates Training and Celery Seeds Powder Supplementation on Serum CRP Level and ESR in Middle Aged Women with Rheumatoid Arthritis. *JAHSSP.* 2020;7(2):1-10. [in Persian]
30. Rashid SA, Hussain ME, Bhati P, Veqar Z, Parveen A, Amin I, et al. Muscle activation patterns around knee following neuromuscular training in patients with knee osteoarthritis: secondary analysis of a randomized clinical trial. *Arch. Physiother.* 2022;12(1):1-10.
31. Genovese MC, Gaylis NB, Sikes D, Kivitz A, Horowitz DL, Peterfy C, et al. Safety and efficacy of neurostimulation with a miniaturised vagus nerve stimulation device in patients with multidrug-refractory rheumatoid arthritis: a two-stage multicentre, randomised pilot study. *J Lancet Rheumatol.* 2020;2(9):e527-e38.

32. Lee H-G, An J, Lee B-H. The effect of progressive dynamic balance training on physical function, the ability to balance and quality of life among elderly women who underwent a total knee arthroplasty: A double-blind randomized control trial. *IJERPH*. 2021;18(5):2513.
33. Roth AE, Miller MG, Ricard M, Ritenour D, Chapman BL. Comparisons of static and dynamic balance following training in aquatic and land environments. *JSR*. 2006;15(4):299-311.
34. Lee J-Y, Kim J-H, Lee B-H. Effect of dynamic balance exercises based on visual feedback on physical function, balance ability, and depression in women after bilateral Total knee arthroplasty: A randomized controlled trial. *IJERPH*. 2020;17(9):3203.
35. Jamali Masoomi S, Khoshraftar Yazdi N, Rashidlamir A, Raezaie Yazdi Z. The effect of Pilates trainings on pain intensity and indicators of balance in the female with knee osteoarthritis. *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*. 2019;8(1):101-8. [in Persian]
36. Emery K, De Serres SJ, McMillan A, Côté JN. The effects of a Pilates training program on arm–trunk posture and movement. *Clinical Biomechanics*. 2010;25(2):124-30.
37. Ulutatar F, Unal-Ulutatar C, Duruoz MT. Cervical proprioceptive impairment in patients with rheumatoid arthritis. *Rheumatol. Int*. 2019;39(12):2043-51.
38. Oliveira AA, Martins FM, Júnior RF, Michelin M, Sousa AP, Nunes P, et al. Rheumatoid arthritis-increased gene expressions in muscle atrophy are restored back to control as a response to acute resistance exercise. *Rev Bras Ciência e Mov*. 2018;26:24-33.
39. Rice DA, McNair PJ, Lewis GN. Mechanisms of quadriceps muscle weakness in knee joint osteoarthritis: the effects of prolonged vibration on torque and muscle activation in osteoarthritic and healthy control subjects. *Arthritis research & therapy*. 2011;13(5):1-10.
40. Shoja, B., Ghasemzadeh, S., & Farzizadeh, R. (2025). A Systematic Review of the Effects of Aerobic, Resistance, Endurance, and Combined Exercises on Fatty Liver. *Journal of Sport Physiology Special Groups*, 2(1).
41. Hinman RS, Heywood SE, Day AR. Aquatic physical therapy for hip and knee osteoarthritis: results of a single-blind randomized controlled trial. *Physical therapy*. 2007;87(1):32-43.