

Research Paper



The Effects of Water-based Neuromuscular Exercises on Knee Proprioception and Pain in Older Women With 2nd/3rd Grade Knee Osteoarthritis: A Clinical Trial

*Sahar Khaje¹ , Abdolhamid Daneshjoo¹ , Mansour Sahebozamani¹ , Fatemeh Karimi Afshar²

1. Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
2. Department of Sport Medicine, Faculty of Medical Sciences, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran.



Citation Khaje S, Daneshjoo A, Sahebozamani M, Karimi Afshar F. [The Effects of Water-based Neuromuscular Exercises on Knee Proprioception and Pain in Older Women With 2nd/3rd Grade Knee Osteoarthritis: A Clinical Trial (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2024; 13(5):948-959. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.5.3234>

<https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.5.3234>

ABSTRACT

Background and Aims Due to the importance of proprioception and pain in determining the quality of life and independence of people with knee osteoarthritis (KOA), this study aims to assess the effect of water-based neuromuscular exercises on knee joint proprioception and pain in women with second and third knee osteoarthritis.

Methods In this randomized clinical trial, 24 older women with KOA participated. They were randomly divided into two groups of 2nd-grade KOA (n=12) and 3rd-grade KOA (n=12). Before and after eight weeks of neuromuscular training protocol in water, the digital photography method was used to measure the amount of changes in the knee joint proprioception, and the first section of the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score was utilized to measure the knee pain. The data were analyzed using repeated measures ANOVA.

Results There were significant differences between the pre-test and post-test phases in the 2nd KOA group (P=0.001 for proprioception, P=0.044 for pain) and the 3rd grade KOA group (P=0.018 for proprioception, P=0.001 for pain). There were no significant differences between the two groups.

Conclusion The eight weeks of water-based neuromuscular exercises may improve the knee joint proprioception and reduce knee pain in older women with 2nd/3rd grade KOA. These women are recommended to use these exercises.

Keywords Osteoarthritis, Hydrotherapy, Proprioception, Pain, Neuromuscular training.

Received: 08 Dec 2023

Accepted: 09 Jan 2024

Available Online: 21 Nov 2024

* Corresponding Author:

Sahar Khaje

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

Tel: +98 (913) 342610

E-Mail: khaje.sahar@sport.uk.ac.ir



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

Extended Abstract

Introduction

Osteoarthritis (OA) is a degenerative and progressive disease that may become one of the main causes of lower limb deformity in older adults. Recent studies have shown that the chronicity and recurrence of Knee OA (KOA) are very common, possibly attributed to the concept of central sensitization. On the other hand, people with KOA experience a loss of proprioception. These factors can affect the posture and the risk of falling.

Several studies have proposed exercise as a therapeutic method for KOA. Neuromuscular training, as one of the therapeutic exercise methods, is based on biomechanical principles and targets the sensorimotor system. Another exercise method for people with KOA is water-based exercises. This study aims to investigate the effect of neuromuscular exercises in water on pain and proprioception in older women with 2nd/3rd grade KOA.

Materials and Methods

In this randomized clinical trial, the study population consists of older women with 2nd/3rd grade KOA in Kerman, Iran. Based on the Kellgren-Lawrence classification and a diagnosis from a specialist doctor, they were randomly divided into two groups of 2nd-grade KOA (n=12) and 3rd-grade KOA (n=12). After familiarization with the exercises, all participants completed a demographic form, general health questionnaire, and physical activity readiness questionnaire.

After 10 minutes of warm-up exercises, a camera was used to record the knee proprioceptive data. A tripod was used to stabilize the camera at a height of 185 cm. AutoCAD 2014 software was used to determine the error rate. The subject was asked to sit on a chair with adjustable height and backrest, while their feet were far from the ground and hanging of the chair. In the initial state, the knee was at about 85 degrees of flexion, the ankle was at rest, the trunk was 30 degrees behind the vertical plane, and the thigh was almost horizontal. In this condition, without changing the position of the ankle, the examiner changed the subject's knee position to a 45° flexion and maintained it for five seconds so that the subject could remember the target knee angle. The first photo was taken from the outside of the knee, and then the knee was returned to the resting position. After seven seconds, the subject was asked to actively move the leg and, restore the target knee angle and say it when it reached the de-

sired angle. This repeated three times and the average of these three angles was recorded as the reconstruction angle. The difference between the knee angle created by the examiner and the average of three reconstructed target angles was considered as the error angle. In addition, to measure the amount of knee pain, the Knee injury and osteoarthritis outcome score (KOOS) was used.

After completing the pre-test phase, an eight-week protocol of neuromuscular exercises in water (three sessions per week), including 10 minutes of warming up, 45 minutes of main exercises, and 5 minutes of cooling down, was carried out in the pool of the Faculty of Physical Education, [Shahid Bahonar University of Kerman](#). All tests performed in the pre-test phase were repeated after the eight-week exercise program under the same conditions.

Results

There were no significant differences between the two groups in terms of age, weight, height, and body mass index. The results of repeated measures analysis of variance showed that after eight weeks of exercises in water, the interaction effect of time and group was no significant on proprioception and pain ($P>0.05$). The between-group comparisons did not show a significant difference between the two groups in proprioception and pain ($P>0.05$). The results of within-group comparisons indicated a significant difference between the pre-test and post-test phases in the 2nd KOA group ($P=0.001$ for proprioception, $P=0.044$ for pain) and the 3rd grade KOA group ($P=0.018$ for proprioception, $P=0.001$ for pain).

Conclusion

Performing neuromuscular exercises in water can improve knee joint proprioception and reduce knee pain in older women with 2nd/3rd grade KOA. There is no significant difference between women with 2nd-grade and 3rd-grade KOA in these factors. Therefore, older women with KOA can benefit the neuromuscular exercises in water.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles such as the informed consent of the participants, their confidentiality, and the right to leave the research were considered. Ethical approval was obtained from the Research Ethics Committee of the [Shahid Bahonar University of Kerman](#) (Code: IR.UK.REC.1402.002) and was registered by the [Iranian Registry of Clinical Trials](#) (ID: IRCT20231015059728N1).

Funding

This article was extracted from the PhD thesis of Sahar Khajeh at the Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, [Shahid Bahonar University of Kerman](#). This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for profit sectors.

Authors' contributions

The authors contributed equally to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank all the women who participated in the study for their cooperation.



مقاله پژوهشی

تأثیر ۸ هفته تمرینات عصبی عضلانی در محیط آب بر حس عمقی مفصل زانو و درد در زنان مبتلا به استئوآرتریت زانوی درجه ۲ و ۳

سحر خواجه^۱، عبدالحمید دانشجو^۱، منصور صاحب‌الزمانی^۱، فاطمه کریمی افشار^۲

۱. گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران.
۲. متخصص طب ورزشی، دانشکده علوم پزشکی کرمان، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، ایران.

Use your device to scan and read the article online



Citation Khaje S, Daneshjoo A, Sahebozamani M, Karimi Afshar F. [The Effects of Water-based Neuromuscular Exercises on Knee Proprioception and Pain in Older Women With 2nd/3rd Grade Knee Osteoarthritis: A Clinical Trial (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2024; 13(5):948-959. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.5.3234>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.5.3234>

چکیده

مقدمه و اهداف: بنابر اهمیت فاکتورهای حس عمقی و درد در کیفیت زندگی و استقلال عملکرد فردی در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو، هدف از مطالعه حاضر تأثیر ۸ هفته تمرینات عصبی عضلانی در محیط آب بر حس عمقی مفصل زانو و درد در زنان مبتلا به استئوآرتریت زانوی درجه ۲ و ۳ بود.

مواد و روش‌ها: ۲۴ نفر از زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو در ۲ گروه استئوآرتریت درجه ۲ و ۳ در تحقیق حاضر شرکت کردند. جهت ارزیابی میزان تغییرات حس عمقی مفصل زانو و درد قبل و بعد از اجرای پروتکل تمرینات عصبی عضلانی در آب از روش عکس برداری دیجیتال و بخش ابتدایی پرسش‌نامه پیامد صدمات زانو و استئوآرتریت استفاده شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از آزمون تحلیل واریانس ترکیبی با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج حاضر حاکی از آن بود که در هر دو گروه مورد مطالعه در متغیرهای حس عمقی و درد (درجه ۲: حس عمقی (P=۰/۰۰۱) و درد (P=۰/۰۴۴)، درجه ۳: حس عمقی (P=۰/۰۱۸) و درد (P=۰/۰۰۱) از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون تفاوت معناداری نشان داده شده است. اما نتایج بین گروهی، عدم تفاوت معنادار بین ۲ گروه استئوآرتریت درجه ۲ و ۳ را نشان داده است.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر نشان داد اجرای پروتکل ۸ هفته‌ای تمرینات عصبی عضلانی در آب، می‌تواند در بهبود فاکتورهای حس عمقی مفصل زانو و درد در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانوی درجه ۲ و ۳ مؤثر باشد. همچنین پیشنهاد می‌شود در جهت بهبود بیشتر حس عمقی و درد در زنان مبتلا به استئوآرتریت زانو، تمرینات عصبی عضلانی در مدت‌زمان بیشتر و با سطوح سختی بیشتری اجرا شود.

کلیدواژه‌ها: استئوآرتریت، هیدروتراپی، حس عمقی، درد، تمرینات عصبی عضلانی

تاریخ دریافت: ۱۷ آذر ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۹ دی ۱۴۰۲

تاریخ انتشار: ۰۱ آذر ۱۴۰۳

* نویسنده مسئول:

سحر خواجه

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

تلفن: +۹۸ (۹۱۳) ۳۴۲۶۱۰۸

رایانامه: khaje.sahar@sport.uk.ac.ir



Copyright © 2024 The Author(s);

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

مقدمه و اهداف

زمینه برای استئوآرتروز مفصل زانو واژه‌هایی همچون «خالی کردن»، «لغزیدن»، «عدم اعتماد به زانو» و «کمانش» به کار برده شده است [۱۳، ۱۷]. به‌طور کلی می‌توان گفت وضعیت خالی کردن زانو، باعث می‌شود فرد احساس بی‌ثباتی کند و به دنبال آن کاهش حمایت وضعیتی را تجربه کند. این موارد موجب می‌شود بیمار اعتماد به زانو در زمان تحمل وزن را از دست بدهد. قابل ذکر است که خالی کردن زانو واکنش طبیعی مفصل به‌منظور کاهش فشارهای وارده به مفصل زانو و پیشگیری از آسیب‌های بیشتر در بیماران استئوآرتروز مفصل زانو است [۱۴، ۶].

بار مراقبت‌های بهداشتی مربوط به استئوآرتروز در حال رشد است و در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته ناپایدار تلقی می‌شود. به‌عنوان مثال در اسپانیا و ایتالیا، ۲ کشور با بالاترین امید به زندگی در اروپا، میانگین هزینه سالانه داروهای استئوآرتروز برای هر بیمار بین ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ یورو در سال برآورد شد [۱۵، ۱۶]. شواهدی که از اثربخشی و مقرون‌به‌صرفه بودن ورزش‌درمانی، مدیریت وزن و تغذیه‌درمانی در افراد مبتلا به استئوآرتروز مفصل زانو حمایت می‌کند، در مطالعات اخیر نشان داده شده‌اند [۱۷-۲۰]. با این حال، طبق شواهد و مدارک انجمن بین‌المللی تحقیقات استئوآرتروز، ورزش‌درمانی اغلب به‌عنوان یک استاندارد مراقبتی در نظر گرفته می‌شود و گنجاندن آن به‌عنوان اولین مداخله برای افراد مبتلا به استئوآرتروز مفصل زانو در دستورالعمل‌های بالینی پشتیبانی می‌شود [۱۹].

تمرینات درمانی عصبی-عضلانی مبتنی بر اصول بیومکانیکی است و سیستم حسی حرکتی را هدف قرار می‌دهد [۲۱]. این تمرینات مفصل را در حین حرکت تثبیت می‌کند و اعتماد بیمار را به زانوی خود افزایش می‌دهد. اهداف این نوع تمرینات درمانی عبارت‌اند از: کنترل وضعیتی، بهبود حس عمقی، فعال‌سازی عضلانی، قدرت عضلانی و هماهنگی. این تمرینات شامل مفاصل و گروه‌های عضلانی متعدد، زنجیره‌های حرکتی بسته و وضعیت‌های دراز کشیدن، نشستن و ایستادن است [۲۱]. از طرفی نیز تمرینات درمانی در آب در بهبود حس عمقی و کنترل عصبی-عضلانی، موثر گزارش شده است. با توجه به مطالعات گذشته در مورد این موضوع، یکی از بهترین پروتکل‌های درمانی برای افراد مبتلا به استئوآرتروز زانو، تمرینات درمانی مبتنی بر آب است. خواص آب، مانند فشار هیدرواستاتیک و دمای آب می‌تواند گردش خون را تسهیل کند. همچنین مقاومت در برابر آب که در جهت مخالف حرکت بدن عمل می‌کند، ممکن است تقویت عضلانی را افزایش دهد. علاوه بر تسهیل جریان خون و تقویت قدرت عضلات، متخصصان در این زمینه به کاهش وزن به‌عنوان نتیجه نیروی شناوری و مهار گیرنده‌های درد اشاره کرده‌اند [۱۸، ۲۲-۲۴].

استئوآرتروز^۱ (OA) یک بیماری دژنراتیو و پیش‌رونده مفصلی است که عمدتاً مفاصل تحمل‌کننده وزن، مانند لگن، زانو و مچ پا را درگیر می‌کند و یکی از علل اصلی ناتوانی اندام تحتانی در میان سالمندان محسوب می‌شود [۱]. در مطالعات گذشته به‌خوبی ثابت شده است که استئوآرتروز زنان را ۳/۵ برابر بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد و شیوع آن با افزایش سن به‌شدت افزایش می‌یابد [۲]. براساس یافته‌های رادیولوژیکی، در کشورهای غربی، شیوع استئوآرتروز زانو در افراد زیر ۴۵ سال ۲ درصد، در افراد بین ۴۵ تا ۶۴ سال ۳۵ درصد و در افراد مسن‌تر از ۶۵ سال، ۶۰ تا ۹۰ درصد ذکر شده است [۳، ۴]. در برخی جوامع از جمله ایران نیز به علت عادات خاص در زندگی روزمره، از جمله استفاده از توالی ایرانی، نشستن بر روی زمین و غیره که سبب فشار بیشتر به مفصل زانو می‌شود، استئوآرتروز مفصل زانو^۲ (KOA) شایع‌تر است و در سنین پایین‌تر ظاهر می‌شود [۴]. نتایج مطالعات قبلی نشان داده است که بی‌ثباتی زانو با افزایش درد، اختلال در فعالیت روزانه، تغییر الگوی راه رفتن و همچنین افزایش خطر زمین خوردن همراه است [۵-۷]. علاوه بر این تحقیقات گزارش کرده‌اند که عوامل دخیل در نقص عصبی-عضلانی، مانند شلی مفصلی، کمبود حس عمقی و استراتژی‌های جبرانی سفتی عضلانی بیماران استئوآرتروز مفصل زانو را در معرض بی‌ثباتی قرار می‌دهند [۷-۹].

اولین و مهم‌ترین علامت استئوآرتروز مفصل زانو بروز درد در هنگام فعالیت‌های روزمره و دردهای شبانه و به مرور زمان در زمان استراحت است. علت درد در فعالیت می‌تواند فشار مکانیکی استئوفیت‌ها بر کپسول و لیگامان‌ها باشد [۱۰]. از دلایل درد زمان استراحت و شبانه نیز افزایش فشار خون درون استخوان به علت انسداد جریان خون وریدی و کاهش قدرت عضلات اطراف مفصل زانو است [۱۰]. تحقیقات اخیر شواهدی را ارائه می‌دهد که مزمین بودن و عود درد در استئوآرتروز مفصل زانو بسیار شایع است و احتمالاً می‌تواند به مفهوم حساسیت مرکزی^۳ (CS) نسبت داده شود [۱۱]. از طرفی نیز افراد مبتلا به استئوآرتروز مفصل زانو از دست دادن حس عمقی را تجربه می‌کنند. این موارد بر ثبات وضعیتی و خطر افتادن تأثیر می‌گذارد [۱۲]. حس عمقی تحت عنوان حس وضعیت فضایی مفصل و حس حرکت در اندام است و آوران‌های حسی را از گیرنده‌های دوک عضلانی، تاندون و مفاصل دریافت می‌کند و موقعیت، شدت، جهت و سرعت حرکت مفصل را مشخص می‌کند. از این رو تحقیقات حاکی از آن است که افراد مبتلا به استئوآرتروز مفصل زانو با کاهش ایمپالس‌های حس عمقی از گیرنده‌های مفصلی روبه‌رو هستند [۱۳]. در این

1. Osteoarthritis (OA)
2. Knee Osteoarthritis (KOA)
3. Central Sensitization (CS)

از تست‌گیری از داروهای آرامبخش و ضد درد استفاده کرده بودند یا افرادی که در حین تست‌گیری‌ها و تمرینات درد شدید داشتند یا مشارکت لازم را نداشتند، از تحقیق خارج شدند [۱۴، ۱۵]. بدین ترتیب ۱۲ نفر از زنان سالمند دارای استئوآرتریت درجه ۲ و ۱۲ نفر از زنان سالمند دارای استئوآرتریت درجه ۳، در پژوهش حاضر مشارکت کردند. تمامی آزمودنی‌ها پس از شرکت در جلسه آشنایی با روند تحقیق و تمامی تست‌ها آشنا شدند و سپس از آنان خواسته شد تا فرم رضایت‌نامه کتبی و فرم اطلاعات فردی (به همراه پرسش‌نامه‌های سلامت عمومی^۵ و آمادگی فعالیت بدنی^۶) را تکمیل کنند. سپس آزمودنی‌ها طبق زمان‌بندی محقق جهت انجام تست‌ها به آزمایشگاه دانشکده تربیت‌بدنی شهید باهنر کرمان مراجعه کردند. در ابتدا مؤلفه‌های جمعیت‌شناختی افراد ثبت شد و سپس آزمودنی‌ها جهت گرم کردن و آمادگی برای انجام تست‌ها از ۱۰ دقیقه حرکات نرمشی و کششی عمومی مارش، کشش عضلات دو سر بازویی و سه سر بازویی، عضلات مربع کمری، چهار سر رانی، همسترینگ و اداکتورها استفاده کردند. در تمامی مراحل تست‌گیری سعی شد تا شرایط برای تمامی آزمودنی‌ها یکسان باشد. بدین‌گونه تمامی آزمودنی‌ها، تمامی تست‌ها را با ترتیب تصادفی اجرا کردند. همچنین تمامی آزمودنی‌ها در تمامی مراحل تست‌گیری به‌صورت کلامی تشویق شدند. همچنین توصیه‌هایی جهت خواب، تغذیه و فعالیت‌های روزمره در طول تمرینات و تست‌گیری به تمامی آزمودنی‌ها داده شد تا تأثیر متغیرهای مزاحم به حداقل برسد. به‌علاوه تمامی روند تست‌گیری در نوبت صبح (۸ الی ۱۱ صبح) و توسط یکی از محققین که تمرینات را اجرا نکرده بود، اندازه‌گیری شد.

حس عمقی مفصل زانو

در ابتدا و انتهای دوره تمرینات عصبی‌عضلانی در آب، جهت ثبت اطلاعات حس عمقی مفصل زانو از روش عکس‌برداری با دوربین سونی با وضوح ۲۱ مگاپیکسل استفاده شد. دوربین با استفاده از سه‌پایه در ارتفاع ۱۸۵ سانتی‌متر تثبیت شد و سپس جهت محاسبه میزان خطا از نرم‌افزار اتوکد ۲۰۱۴ استفاده شد. این روش از پایایی و روایی بسیار بالایی (ICC=۰/۹) برخوردار است [۲۶].

بدین ترتیب جهت مشخص کردن لندمارک‌های موردنیاز ابتدا تروکانتر بزرگ استخوان ران لمس شد، سپس نوک تروکانتر بزرگ با خط‌کش به قسمت میانی خط مفصلی خارجی زانو وصل شد و مارکر اول در یک‌چهارم فوقانی این خط، مارکر دوم در گردن فیبولا و مارکر سوم در قسمت فوقانی قوزک خارجی پا چسبانده شد. سپس فرد بر روی صندلی در وضعیتی که زانو ۹۰ درجه خم است نشست و مارکر چهارم در قسمت فوقانی چین پوپلیته آل در

همان‌طور که عنوان شد، اثربخشی تمرینات مختلف ورزشی و درمانی بر استئوآرتریت مفصل زانو مورد بررسی قرار گرفته است و بیان شده که بیماری استئوآرتریت مفصل زانو درمان قطعی ندارد و راهکارهای درمانی از جمله تمرین‌درمانی و توان‌بخشی‌های ورزشی به کاهش سرعت پیشرفت بیماری، مدیریت درد، بهبود خشکی مفصلی و وضعیت‌های عملکرد ورزشی و ارتقای کیفیت زندگی کمک می‌کند [۱۳]. تمرینات در محیط آب در وضعیت عدم تحمل وزن انجام می‌شوند و از طرفی نیز تمرینات عصبی‌عضلانی کمک شایانی در بهبود وضعیت افراد مبتلا به استئوآرتریت مفصل زانو می‌کند [۲۱]. از این‌رو باتوجه‌به اینکه محققین مطالعه‌ای یافت نکردند که تأثیر تمرینات عصبی‌عضلانی بر افراد استئوآرتریت مفصل زانو را در محیط آبی بررسی کرده باشد، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات عصبی‌عضلانی در آب بر درد و حس عمقی در زنان مبتلا به استئوآرتریت مفصل زانوی درجه ۲ و ۳ است.

مواد و روش‌ها

شیوه اجرای تحقیق

پژوهش حاضر با اعمال متغیر مداخله‌ای، انتخاب آزمودنی‌ها به صورت در دسترس و هدفمند و با طرح ۲ مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون از نوع تحقیقات نیمه‌تجربی با ماهیت کاربردی بود. بدین ترتیب تمامی زنان سالمند با دامنه سنی ۵۰ تا ۶۵ سال مبتلا به استئوآرتریت زانوی درجه ۲ و ۳ در شهرستان کرمان جامعه آماری تحقیق حاضر را تشکیل می‌دادند. سپس همه آزمودنی‌ها به پزشک متخصص معرفی شدند. پس از بررسی رادیوگرافی و انجام معاینات بالینی از تمامی افراد، جهت تقسیم‌بندی بیماران به ۲ گروه (استئوآرتریت درجه ۲ و ۳) از معیارهای طبقه‌بندی کلگرن لارنس^۴ (کاهش فضای مفصلی، تشکیل استئوفیت و اسکروز استخوان زیر غضروف) توسط پزشک متخصص استفاده شد [۲۵]. در نهایت با استفاده از نتایج نرم‌افزار جی پاور، باتوجه‌به روش آماری تحلیل واریانس ترکیبی با اندازه‌گیری مکرر و اندازه اثر ۰/۴، توان آماری ۰/۹۵ و سطح معناداری ۰/۰۵، تعداد حجم نمونه در هر گروه ۱۲ نفر محاسبه شد.

بدین ترتیب آزمودنی‌ها باتوجه‌به معیارهای ورود همچون توانایی در راه رفتن مستقل و انجام فعالیت‌های روزانه بدون استفاده از وسایل کمکی، عدم ابتلا به بیماری‌های سرطان، بیماری‌های التهابی و عدم اختلالات عصبی و ترس از آب به تحقیق حاضر وارد شدند. علاوه‌براین افرادی که طی ۶ ماه گذشته علائم پاتولوژیک، شکستگی، تزیق، تعویض مفصل، جراحی در اندام یا سابقه شرکت در جلسات فیزیوتراپی یا پروتکل ورزشی خاصی را طی دو ماه گذشته داشتند و همچنین افرادی که ۴۸ ساعت قبل

5. General health questionnaire

6. Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q)

4. Kellgren-Lawrenc

و با مقیاس صفر تا ۱۰۰ نیز محاسبه شد. بدین گونه عدد ۱۰۰ نشانگر فقدان مشکل و صفر به عنوان وخیم‌ترین وضعیت در نظر گرفته شد [۲۷].

تمرینات عصبی عضلانی در آب

پس از اتمام پیش‌آزمون، پروتکل ۸ هفته‌ای تمرینات عصبی عضلانی در آب (هر هفته ۳ جلسه)، شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۴۵ دقیقه تمرینات اصلی و ۵ دقیقه سرد کردن در استخر دانشکده تربیت‌بدنی شهید باهنر کرمان انجام شد. پروتکل اصلی تمرینات عصبی عضلانی، شامل تمرینات لانچ، بلند کردن لگن روی سطح ناپایدار با استفاده از نودل در زیر ساق پا، اسکات، لانچ سایید یک‌طرفه، گام‌برداری روی استپ، ایستادن تک پا، پریدن تک پا به جلو و عقب، دامنه دسترسی پا در جهات مختلف با جابه‌جایی پارچه، اسکات با نوسان کتل بل، پلانک پهلو، حرکت اکستنشن ران با کش لوب، اصلاح تکنیک راه رفتن به جلو و پهلو و عقب و در نهایت حرکت ترکشن در قسمت عمیق استخر به مدت ۵ دقیقه بود. همچنین تمرینات در ۳ سطح با تغییر تعداد، جهت و سرعت حرکات و / یا تغییر سطح حمایت و با نظر و تأیید پزشک متخصص ارتقا پیدا می‌کرد [۲۸].

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش، جهت تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش حاضر از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ استفاده شد. بدین گونه که جهت ارزیابی پیش‌فرض‌های آماری همچون نرمالیتی و همگنی واریانس‌ها و همگنی کوواریانس‌ها به ترتیب از آزمون شاپیرو ویلک، لون^۱ و ام‌پاکس^۲ استفاده شد و در نهایت جهت مقایسه داده‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون و همچنین مقایسه بین گروهی از آزمون تحلیل واریانس ترکیبی با اندازه‌گیری مکرر با سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد. همچنین جهت قیاس ۲ جفت گروه‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. اندازه اثر هر متغیر نیز با استفاده از آماره پارشال اتا اسکور (η) و تفسیر کوهن دی (۰/۱ = اثر کوچک، ۰/۰۶ = اثر متوسط، و ۰/۱۴ = اثر بزرگ) مورد بررسی قرار گرفت [۲۹، ۳۰].

یافته‌ها

مشخصات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها و نتایج بررسی همگنی گروه‌های پژوهش در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها از نظر این شاخص‌ها وجود ندارد. همچنین نتایج طی پیش‌آزمون نشان داد در تمام متغیرها بین گروه ۲ و ۳ به لحاظ آماری اختلاف معناداری وجود ندارد ($P > 0/05$) (جدول شماره ۱).

راستای لبه فوقانی کشکک چسبانده شد. در ادامه جهت ارزیابی حس عمقی مفصل زانو، وضعیت نشسته در نظر گرفته شد. در این وضعیت فرد مورد مطالعه در انتهای یک صندلی با قابلیت تنظیم ارتفاع و تنظیم پشتی (تکیه‌گاه) نشست؛ به طوری که پاهای او از زمین فاصله داشت و به صورت آویزان قرار گرفت. در حین تست‌گیری از فرد خواسته شد تا سر خود را در امتداد تنه نگه داشته و دست‌ها و ساعد خود را روی محل مخصوص صندلی قرار دهد. بدین ترتیب در حالت اولیه مفصل زانو تقریباً در ۸۵ درجه فلکشن و مچ پا در حالت استراحت و تنه نیز ۳۰ درجه از سطح عمود عقب‌تر و ران تقریباً افقی قرار می‌گرفت. در همین وضعیت، آزمونگر بدون تغییری در وضعیت مچ پا، زانوی آزمودنی را به زاویه ۴۵ درجه فلکشن برده (اندازه‌گیری به وسیله گونیامتر) و به مدت ۵ ثانیه در همان وضعیت نگه می‌داشت تا آزمودنی زاویه هدف را در حافظه کوتاه‌مدت خود حفظ کند. در این وضعیت، اولین عکس از جانب خارج زانوی آزمودنی گرفته می‌شود و سپس زانو به وضعیت استراحت برگردانده شده و پس از ۷ ثانیه از آزمودنی درخواست می‌شد تا ساق پا را به صورت فعال حرکت داده و زاویه مورد نظر را بازسازی کند و آن را با کلمه «رسیدم» اعلام کند.

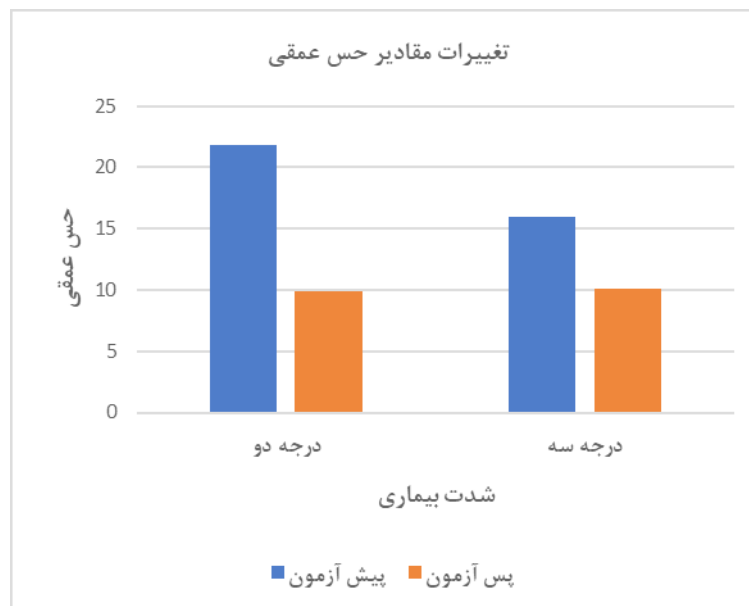
جهت حذف مداخله بینایی در حین اندازه‌گیری، چشم‌های آزمودنی توسط چشم‌بند بسته و از وی درخواست می‌شد تا سر خود را صاف و ثابت نگه دارد. بدین ترتیب میزان اختلاف موجود بین زاویه ایجاد شده توسط آزمونگر با زاویه هدف بازسازی شده، بدون در نظر گرفتن مثبت یا منفی بودن جهت حرکت، به عنوان زاویه خطا (خطای مطلق) مورد بررسی آماری قرار گرفت. اندازه‌گیری حس عمقی ۳ بار تکرار شد و میانگین این ۳ زاویه به عنوان زاویه بازسازی مفصل ثبت شد [۲۶].

شاخص درد

علاوه بر این جهت ارزیابی میزان درد از استئوآرتروز از مجموعه سؤالات بخش درد (۹ سؤال بخش اول)، پرسش‌نامه پیامد صدمات زانو و استئوآرتروز^۳ (KOOS) استفاده شد. طبق گزارش خوشرو و همکاران در سال ۲۰۲۲، روایی و پایایی این روش در حد مطلوب ($ICC = 0/9$) گزارش شد [۲۷]. پرسش‌نامه جهانی KOOS، پیامدهای استئوآرتروز را در ۵ بخش درد زانو، میزان علائم، مشکلات عملکرد حرکتی در فعالیت‌های روزانه، ورزشی، تفریحی و کیفیت زندگی در مفصل زانو مورد بررسی قرار می‌دهد. پرسش‌نامه KOOS دارای ۴۲ سؤال است. ۹ سؤال در ارتباط با احساس درد، ۱۷ سؤال در ارتباط با فعالیت‌های زندگی روزمره، ۵ سؤال در ارتباط با فعالیت‌های ورزشی و تفریحی، ۴ سؤال در ارتباط با کیفیت زندگی و ۷ سؤال در ارتباط با سایر علائم مربوط به بیماری استئوآرتروز است و پاسخ‌دهی آزمودنی‌ها با استفاده از مقیاس لیکرت می‌بود. به علاوه هر خرده‌مقیاس به صورت جداگانه

8. Leven's test
9. Box's M

7. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)



طب توانبخشی

تصویر ۱. میزان تغییرات متغیر حس عمقی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون در ۲ گروه پژوهش

در زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانوی درجه ۲ و ۳ بود. بدین ترتیب میزان خطای بازسازی زاویه هدف در مفصل زانو و میزان درد در هر دو گروه در ۲ مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مطالعه حاضر حاکی از آن بود که افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو در هر ۲ درجه، پس از انجام تمرینات عصبی-عضلانی در آب بهبود معناداری را در فاکتورهای حس عمقی مفصل زانو و درد نشان داده‌اند. تفاوت بین گروهی در هیچ‌کدام از فاکتورهای حس عمقی و درد معنادار نبود. بنابراین می‌توان با استناد به این نتایج، چنین ذکر کرد که افراد مبتلا به استئوآرتریت زانوی درجه ۲ و ۳ می‌توانند به نسبت حدوداً یکسان از مزایای این تمرینات بهره‌مند شوند. همچنین باتوجه به میانگین‌های سن و شاخص توده بدنی در هر دو گروه و مقایسه با میانگین‌های جهانی می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که شیوع استئوآرتریت در سنین پایین زنان ایرانی رو به افزایش است و همچنین بالا بودن میانگین شاخص توده بدنی نسبت به محدوده نرمال، لزوم توجه به وزن این بیماران و کاهش فشار واردشده بر زانو را نمایان می‌کند.

نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های مکرر نیز نشان‌دهنده است که پس از ۸ هفته مداخله درمانی تمرینات عصبی-عضلانی در آب، تعامل گروه در زمان در زمان نشان داد که در متغیرهای حس عمقی ($F_{22,1} = 2/339$, $\eta^2 = 0/096$, $P = 0/140$) و درد ($F_{22,1} = 0/795$, $\eta^2 = 0/035$, $P = 0/382$) تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. همچنین نتایج بین‌گروهی تفاوت معناداری بین ۲ گروه پژوهش (درجه ۲ و درجه ۳) در متغیر حس عمقی ($P = 0/487$) و درد ($P = 0/950$) را نشان نداد. اما نتایج درون‌گروهی حاکی از آن بود که در ۲ گروه مورد مطالعه (درجه ۲: حس عمقی ($P = 0/001$) و درد ($P = 0/044$), درجه ۳: حس عمقی ($P = 0/018$) و درد ($P = 0/001$)) از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون تفاوت معنادار بوده است (تصویر شماره ۱).

بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات عصبی-عضلانی در آب بر حس عمقی مفصل زانو و میزان درد

جدول ۱. داده‌های جمعیت‌شناختی نمونه‌های تحقیق

P	t	میانگین ± انحراف معیار		متغیرها
		گروه ۲	گروه ۱	
۰/۰۵۵	۲/۰۲۳	۶۰/۴۲±۴/۷۲۸	۵۶/۱۷±۵/۵۴۲	سن (سال)
۰/۹۶۸	۰/۰۴۰	۱۵۸/۸۳±۵/۴۹۱	۱۵۸/۷۵±۴/۵۷۵	وزن (کیلوگرم)
۰/۹۵۴	۰/۰۵۸	۷۴/۲۳۳±۱۰/۶۰۳	۷۴/۴۸۷±۱۰/۷۸۴	قد (سانتی‌متر)
۰/۹۵۳	۰/۰۵۹	۲۹/۵۸۱±۵/۳۰۱	۲۹/۴۷۴±۳/۴۰۹	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)

طب توانبخشی

کاهش درد، بهبود حس عمقی تعادل و عملکرد روزمره در افراد مبتلا به استئوآرتروز زانو همراه باشد. آنان گزارش کردند این تمرینات با توجه به متفاوت بودن الگوی حرکتی روزانه موجب فعالیت سیستم کنترل حرکتی و درگیری واحدهای حرکتی بیشتر و فعال سازی عضلات شده و بدین ترتیب با اختلالات موجود مقابله می کند. علاوه بر این با توجه به کاهش تأثیر بینایی در این تمرینات، شرکت کنندگان بیشتر به حس وضعیت و هماهنگی عصبی عضلانی متکی بودند [۳۴]. علی رغم اینکه هیدی و همکاران، بیان کردند هر دو پروتکل تمرینات تقویتی و تمرینات عصبی عضلانی در فاکتورهای کاهش میزان درد و ناتوانی و همچنین افزایش عملکرد روزانه افراد مبتلا به استئوآرتروز مؤثر بوده و تفاوت بین گروهی در این تمرینات معنادار گزارش نشد [۳۵]، اما در یک بررسی مروری سیستماتیک گزارش شد تمرینات عصبی عضلانی با قرار دادن فرد در معرض چالش های مکرر عصبی عضلانی باعث سازگاری سیستم عصبی مرکزی و محیطی شده و اطلاعات دریافتی از تاندون ها (اندام وتری گلژی^{۱۰})، ماهیچه ها (دوک عضلانی) و سایر گیرنده های مکانیکی را در جهت حرکات ارادی دقیق یا اصلاح اختلالات حرکتی به کار می برد. بنابراین در نتیجه این سازگاری در پاسخ های حرکتی در سایر اجزای عملکرد فیزیکی بهبود ایجاد می شود [۳۶]. همچنین جوشی و همکاران گزارش کردند که تمرینات عصبی عضلانی در افراد مبتلا به استئوآرتروز زانو نتایج مؤثرتری را در بهبود درد، تعادل و عملکرد فرد، نسبت به تمرینات تقویتی به همراه دارد [۳۷]. بنابراین طبق تحقیقات یافت شده، چنین استنباط می شود که محققین به واسطه استفاده از پروتکل های تمرینی و روش های تست گیری متفاوت با نتایج ضدونقیضی روبه رو هستند که این موضوع دستیابی به یک پروتکل جامع را محدود می کند.

علی رغم دستورالعمل و توصیه های مؤسسه ملی بهداشت و مراقبت های سلامتی^{۱۱}، در جهت استفاده از یک رویکرد جامع و یکسان در ارزیابی و بهبود افراد مبتلا به استئوآرتروز زانو، تاکنون محققان یک پروتکل درمانی شناخته شده را جهت بهبود پیامدهای استئوآرتروز زانو معرفی نکرده اند. اما محققان در یک بررسی سیستماتیک و متاآنالیز، گزارش کردند انواع پروتکل های ورزشی همچون پیلاتس، ایروبیک و تمرینات تقویتی هم در محیط خشکی و آب می توانند به صورت قابل توجهی درد را کاهش دهند و بالطبع آن عملکرد فیزیکی را بهبود بخشد [۳۸].

با وجود این در پژوهش دیگری که توسط کفاشیان و همکاران انجام شد، چنین گزارش شد که تمرینات تقویتی اندام فوقانی، اندام تحتانی و قسمت تنه در محیط آب برای سالمندان مبتلا به استئوآرتروز تأثیرات فوق العاده ای را به همراه دارد. آنان بر این باور بودند که تمرین در محیط آب کنترل حسی حرکتی

در سال های اخیر مطالعات متعددی در زمینه بررسی تأثیر پروتکل های تمرینات ورزشی بر پیامدهای استئوآرتروز مفصل زانو انجام شده است [۳، ۶، ۱۹، ۲۲، ۲۴، ۲۸]. در این زمینه رایزه و همکاران، گزارش کردند افراد مبتلا به استئوآرتروز زانو با افزایش خطای بازسازی زاویه هدف در مفصل زانو در معرض کاهش تعادل و ثبات پاسخ قرار می گیرند. آنان همچنین بیان کردند تغییرات پیش رونده، از جمله آتروفی عضلانی می تواند علاوه بر ساختار مفصل و گیرنده های مکانیکی و اطلاعات اعصاب آورن بر سیستم عصبی نیز تأثیر بگذارد. علاوه بر این حس عمقی و عملکرد گیرنده ها و اعصاب آوران تحت تأثیر درد و ادم نیز قرار می گیرد [۳۱]. همچنین اعتصامی و همکاران، بیان کردند که افراد مبتلا به استئوآرتروز زانو جهت کاهش درد هنگام عملکردهای روزانه همچون راه رفتن، از الگوهای حرکتی جبرانی استفاده می کنند که این موضوع می تواند فرد را در چرخه درد و آسیب گرفتار کند [۳۲].

علاوه بر این کلاو و همکاران، بر این عقیده بودند که مکانیسم درد در بیماری استئوآرتروز همیشه محیطی نبوده و گاه ترکیبی از دردهای محیطی و مرکزی را منعکس می کند. به عبارت دیگر گاه میزان آسیب وارده نمی تواند درد را پیش بینی کند. زیرا گزارشات حاکی از آن هستند که ۳۰ تا ۵۰ درصد از افرادی که در رادیوگرافی تغییرات متوسط تا شدیدی را نشان می دهند، بدون علامت هستند. این در حالی است که نزدیک به ۱۰ درصد از افرادی که درد متوسط تا شدیدی دارند تغییرات رادیوگرافی خفیفی را نشان می دهند [۱۱]. بنابراین با توجه به درگیری گیرنده های درد، حجم اطلاعات ورودی به سیستم اعصاب مرکزی افزایش یافته و در نتیجه بیماران با کاهش اطلاعات ورودی از گیرنده های مکانیکی حس عمقی روبه رو هستند. به عبارت دیگر بیماران مبتلا به استئوآرتروز معمولاً در چرخه درد و آسیب گرفتار شده و به صورت پیش رونده با پیامدهای بیماری همچون کاهش حس وضعیت مفصل، درد و ضعف عضلانی مواجه اند. اما با توجه به اثرات فعالیت های ورزشی و حرکت در درگیری اعصاب حرکتی، می توان با کاهش درد زمینه افزایش اطلاعات حسی حرکتی، دامنه حرکتی، قدرت و کارایی مفاصل را فراهم کرد. بنابراین در زمینه بهبود پیامدهای استئوآرتروز، انجام تمرینات ورزشی تخصصی و هدفمند در اولویت قرار می گیرد [۲۶].

از جهت دیگر ناگای و همکاران، گزارش کردند با توجه به افت هماهنگی سیستم عصبی عضلانی و سیستم های حس عمقی در طی روند سالمندی، تمرینات عصبی عضلانی و حسی حرکتی می تواند موجب بهبود حس عمقی، هماهنگی عصب عضلانی، قدرت و الگوی فعال سازی عضلانی، ثبات دینامیک مفاصل و به علاوه سلامت روان، استرس درک شده و کیفیت خواب در سالمندان فعال نیز بشود [۳۳]. همچنین چن و همکاران، نشان دادند پروتکل ۴ هفته تمرینات راه رفتن به عقب می تواند با

10. Golgi tendon organ

11. National Institute for Health and Care Excellence (NICE)

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی کرمان در نظر گرفته شده است و کد اخلاق به شماره IR.UK.REC1402.002 دریافت شده است. همچنین کد کارآزمایی بالینی از مرکز ثبت بین المللی کارآزمایی بالینی ایران (IRCT20231015059728N1) دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله براساس پایان نامه دوره دکتری تخصصی آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی سحر خواجه گروه آسیب های ورزشی و تمرینات اصلاحی دانشگاه شهید باهنر کرمان است. این مقاله هیچ گونه کمک مالی از سازمان تأمین کننده مالی در بخش های عمومی و دولتی، تجاری، غیرانتفاعی دانشگاه یا مرکز تحقیقات دریافت نشده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده سازی بخش های این مقاله مشارکت یکسان داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زنان شرکت کننده در مطالعه تشکر و قدردانی می شود.

و حس عمقی را بهبود داده و باعث بهبود تعادل، پیشگیری از افتادن و بهبود عملکرد افراد مبتلا به استئوآرتریت می شود [۲۴]. علاوه بر این خاصیت ویسکوزیته یا مقاومت آب، می تواند باعث بازآموزی الگوهای صحیح فعال سازی عضلات و پیشرفت بیشتر افراد شود [۶]. علی رغم اینکه محققان معتقدند محیط آب به دلیل دمای آب، کاهش بارگذاری و فشار هیدرواستاتیک، برای اغلب افراد مکانی ایدئال تر برای شروع ورزش و همراه با افزایش انگیزه است، تفاوت معناداری در نتایج حاصله از تمرینات در آب و خشکی گزارش نشده است [۲۳، ۳۸]. بنابراین این گونه توصیه شده که افراد می توانند براساس شرایط خود پروتکل تمرینات عصبی عضلانی را در محیط آب یا خشکی انجام دهند.

نتیجه گیری

بدین ترتیب نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن بود که اجرای ۸ هفته تمرینات عصبی عضلانی در آب، می تواند بهبود درد و به دنبال آن بهبود حس عمقی را در زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو درجه ۲ و ۳ به همراه داشته باشد. بنابراین باتوجه به اثرات سوء بیماری استئوآرتریت بر درد، حس عمقی، تعادل، عملکرد و کیفیت زندگی افراد، اهمیت پیشگیری و شکستن چرخه درد و آسیب در سالمندان مبتلا به استئوآرتریت بیش از پیش احساس می شود. بنابراین سالمندان مبتلا به استئوآرتریت می توانند با حفظ ایمنی از مزایای پروتکل تمرینات عصبی عضلانی بهره مند شوند. همچنین پیشنهاد می شود جهت اثرگذاری بهتر، تمرینات با مدت زمان و سطوح سختی بیشتری در دستورالعمل تمرین افزوده شوند.

مطالعه حاضر با محدودیت هایی همچون کمبود تعداد آزمودنی ها و عدم پیگیری ماندگاری تمرینات عصبی عضلانی در آب مواجه بود. علاوه بر این تحقیق حاضر بر تأثیر تمرینات عصبی عضلانی روی زنان سالمند دارای استئوآرتریت زانوی درجه ۲ و ۳ تمرکز داشت و تأثیر این تمرینات در پیشگیری از این بیماری ناشناخته است. همچنین در سایر مراحل تست گیری عدم کنترل تأثیر فاکتور درد به عنوان محدودیت پژوهش در نظر گرفته شد. همچنین شرایط روحی و روانی، میزان اضطراب و انگیزه افراد و نیز شرایط ارگونومیک محل زندگی افراد از جمله عواملی بودند که از کنترل کامل ما خارج بودند و ممکن است تا حدودی بر نتایج پژوهش اثرگذار بوده باشند. همچنین باتوجه به کمبود مطالعات در زمینه تمرینات عصبی عضلانی در آب پیشنهاد می شود در تحقیقات آینده مزایای پروتکل حاضر در ۲ محیط خشکی و آب مقایسه شوند. همچنین پیشنهاد می شود در تحقیقات آینده این محدودیت ها تا حد ممکن مورد توجه قرار گیرد تا محققان و بیماران هرچه سریع تر به یک رویکرد جامع برای درمان استئوآرتریت زانو دست یابند.

References

- [1] Abdollahi A, Goodarzi B, Shakoobi SK. [The effect of isokinetic training on pain and function in patients with knee osteoarthritis: Clinical trial (Persian)]. *Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences*. 2019; 41(1):56-64. [\[Link\]](#)
- [2] Javed S, Riaz H, Saeed A, Begum R. Effects of biodex balance training on symptomatic knee osteoarthritis in Rawalpindi: A randomized control trial. *The Journal of the Pakistan Medical Association*. 2021; 71(2):402-5. [\[DOI:10.47391/JPMA.331\]](#) [\[PMID\]](#)
- [3] Etesami AS, Zamani J, Zolaktaf V, Ghasemi G. [Effectiveness of aquatic exercise therapy on the quality of life in women with knee osteoarthritis (Persian)]. *Salmand: Iranian Journal of Ageing*. 2015;10(3):62-71. [\[Link\]](#)
- [4] 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 (Persian)]. *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*. 2019; 8(1):101-8. [\[DOI:10.22038/jpsr.2019.23997.1634\]](#)
- [5] Knoop J, van der Leeden M, van der Esch M, Thorstensson CA, Gerritsen M, Voorneman RE, et al. Association of lower muscle strength with self-reported knee instability in osteoarthritis of the knee: Results from the Amsterdam Osteoarthritis cohort. *Arthritis Care & Research*. 2012; 64(1):38-45. [\[DOI:10.1002/acr.20597\]](#) [\[PMID\]](#)
- [6] Assar S, Gandomi F, Mozafari M, Sohaili F. The effect of total resistance exercise vs. aquatic training on self-reported knee instability, pain, and stiffness in women with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2020; 12:27. [\[DOI:10.1186/s13102-020-00175-y\]](#) [\[PMID\]](#)
- [7] van der Esch M, Knoop J, van der Leeden M, Voorneman R, Gerritsen M, Reiding D, et al. Self-reported knee instability and activity limitations in patients with knee osteoarthritis: Results of the Amsterdam osteoarthritis cohort. *Clinical Rheumatology*. 2012; 31(10):1505-10. [\[DOI:10.1007/s10067-012-2025-1\]](#) [\[PMID\]](#)
- [8] An YW, An YW. Neurophysiological mechanisms underlying functional knee instability following an anterior cruciate ligament injury. *Exercise Science*. 2018; 27(2):109-17. [\[DOI:10.15857/ksep.2018.27.2.109\]](#)
- [9] Skou ST, Wrigley TV, Metcalf BR, Hinman RS, Bennell KL. Association of knee confidence with pain, knee instability, muscle strength, and dynamic varus-valgus joint motion in knee osteoarthritis. *Arthritis Care & Research*. 2014; 66(5):695-701. [\[DOI:10.1002/acr.22208\]](#) [\[PMID\]](#)
- [10] Ghiamirad A, Hassanpour V. [The effect of cognitive-motor exercises on pain, range of motion, and quality of life in elderly female patients with knee osteoarthritis (Persian)]. *Research in Sport Management and Motor Behavior*. 2022; 12(24):1-15. [\[DOI:10.52547/JRSM.12.24.1\]](#)
- [11] Clauw DJ, Hassett AL. The role of centralised pain in osteoarthritis. *Clinical and Experimental Rheumatology*. 2017; 35(Suppl 107):79-84. [\[PMID\]](#)
- [12] Khalaj N, Abu Osman NA, Mokhtar AH, Mehdi khani M, Wan Abas WA. Balance and risk of fall in individuals with bilateral mild and moderate knee osteoarthritis. *Plos One*. 2014; 9(3):e92270. [\[DOI:10.1371/journal.pone.0092270\]](#) [\[PMID\]](#)
- [13] Chaharmahali L, Gandomi F, Yalfani A, Fazaeli A. [Evaluation of cerebral waves related to balance, pain, and knee proprioception among women with knee osteoarthritis with and without knee instability (Persian)]. *EBNESINA*. 2023; 25(2):24-35. [\[DOI:10.22034/25.2.24\]](#)
- [14] Blalock D, Miller A, Tilley M, Wang J. Joint Instability and osteoarthritis. *Clinical Medicine Insights: Arthritis and Musculoskeletal Disorders*. 2015; 8:15-23. [\[DOI:10.4137/CMAMD.S22147\]](#) [\[PMID\]](#)
- [15] Chen A, Gupte C, Akhtar K, Smith P, Cobb J. The global economic cost of osteoarthritis: How the UK compares. *Arthritis*. 2012; 2012:698709. [\[DOI:10.1155/2012/698709\]](#) [\[PMID\]](#)
- [16] Basile M, Rumi F, Palmeri M, Mattozzi I, Manzoli L, Mammucari M, et al. Economic burden of prescriptive inadequacy in the management of osteoarthritis in Italy: Il burden economico dell'inappropriatezza prescrittiva nella gestione dell'osteoartrite in Italia. *Global and Regional Health Technology Assessment*. 2020; 7(1):101-8. [\[Link\]](#)
- [17] Villafañe JH, Pirali C, Dughi S, Testa A, Manno S, Bishop MD, et al. Association between malnutrition and Barthel Index in a cohort of hospitalized older adults article information. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016; 28(2):607-12. [\[DOI:10.1589/jpts.28.607\]](#) [\[PMID\]](#)
- [18] Villafañe JH. Exercise and osteoarthritis: An update. *Journal of Exercise Rehabilitation*. 2018; 14(4):538-9. [\[DOI:10.12965/jer.1836352.176\]](#) [\[PMID\]](#)
- [19] Bannuru RR, Osani MC, Vaysbrot EE, Arden NK, Bennell K, Bierma-Zeinstra SMA, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2019; 27(11):1578-89. [\[DOI:10.1016/j.joca.2019.06.011\]](#) [\[PMID\]](#)
- [20] Kolasinski SL, Neogi T, Hochberg MC, Oatis C, Guyatt G, Block J, et al. 2019 American College of Rheumatology/Arthritis Foundation guideline for the management of osteoarthritis of the hand, hip, and knee. *Arthritis & Rheumatology*. 2020; 72(2):220-33. [\[DOI:10.1002/art.41142\]](#) [\[PMID\]](#)
- [21] Roos EM, Arden NK. Strategies for the prevention of knee osteoarthritis. *Nature Reviews Rheumatology*. 2016; 12(2):92-101. [\[PMID\]](#)
- [22] Dias JM, Cisneros L, Dias R, Fritsch C, Gomes W, Pereira L, et al. Hydrotherapy improves pain and function in older women with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2017; 21(6):449-56. [\[DOI:10.1016/j.bjpt.2017.06.012\]](#) [\[PMID\]](#)
- [23] Etesami AS, Zolaktaf V, Esmaeili H. [Comparison of the effect of 8 weeks of land exercise therapy and hydrotherapy on functional activities of elderly women with knee osteoarthritis (Persian)]. *Salmand: Iranian Journal of Ageing*. 2022; 17(2):154-69. [\[DOI:10.32598/sija.2022.546.2\]](#)

- [24] Kunduracilar Z, Guvenir Sahin H, Sonmezer E, Sozay S. The effects of two different water exercise trainings on pain, functional status and balance in patients with knee osteoarthritis. *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2018; 31:374-8. [DOI:10.1016/j.ctcp.2018.01.004] [PMID]
- [25] Kellgren JH, Lawrence J. Radiological assessment of osteoarthritis. *Annals of The Rheumatic Diseases*. 1957; 16(4):494-502. [DOI:10.1136/ard.16.4.494] [PMID]
- [26] Ebrahimipour E, Sabet F, Daneshjoo A, Mohammadipour F. [Effects of 4-week of Swedish massage on knee joint proprioception, muscle strength of quadriceps and osteoarthritis symptoms in women with knee osteoarthritis (Persian)]. *Studies in Sport Medicine*. 2022; 14(33):37-58. [DOI:10.22089/smj.2022.11098.1527]
- [27] Khoshrou H, Mostafaei N, Negahban H, Raeesi SJ. [Reliability and Validity of the Persian Version of the University of California at Los Angeles (UCLA) Activity Scale in Candidates for Knee Replacement Surgery (Persian)]. *Archives of Rehabilitation*. 2022; 23(1):112-25. [DOI:10.32598/RJ.23.1.3429.1]
- [28] Clausen B, Holsgaard-Larsen A, Roos EM. An 8-week neuromuscular exercise program for patients with mild to moderate knee osteoarthritis: A case series drawn from a registered clinical trial. *Journal of Athletic Training*. 2017; 52(6):592-605. [DOI:10.4085/1062-6050-52.5.06] [PMID]
- [29] Pallant J. *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS*. London: Routledge; 2020. [DOI:10.4324/9781003117452]
- [30] Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Routledge; 1988. [DOI:10.4324/9780203771587]
- [31] Raizah A, Reddy RS, Alshahrani MS, Tedla JS, Dixit S, Gular K, et al. Investigating knee joint proprioception and its impact on limits of stability using dynamic posturography in individuals with bilateral knee osteoarthritis-A cross-sectional study of comparisons and correlations. *Journal of Clinical Medicine*. 2023; 12(8):2764. [DOI:10.3390/jcm12082764] [PMID]
- [32] Etesami AS, Zolaktaf V, Esmaeili H. [Effect of knee osteoarthritis on plantar pressure distribution pattern and timing of stance sub-phases in elderly females (Persian)]. *Studies in Sport Medicine*. 2021; 13(29):97-114. [DOI:10.22089/smj.2021.10989.1522]
- [33] Nagai T, Bates NA, Rigamonti L, Hollman JH, Laskowski ER, Schilaty ND. Effects of neuromuscular and proprioceptive training on self-reported wellness and health scores and knee sensorimotor characteristics in active seniors. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2023; 36:370-9. [DOI:10.1016/j.jbmt.2023.06.008] [PMID]
- [34] Chen Z, Ye X, Wang Y, Shen Z, Wu J, Chen W, et al. The efficacy of backward walking on static stability, proprioception, pain, and physical function of patients with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2021; 2021:5574966. [DOI:10.1155/2021/5574966] [PMID]
- [35] Bennell KL, Egerton T, Wrigley TV, Hodges PW, Hunt M, Roos EM, et al. Comparison of neuromuscular and quadriceps strengthening exercise in the treatment of varus malaligned knees with medial knee osteoarthritis: A randomised controlled trial protocol. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2011; 12:276. [DOI:10.1186/1471-2474-12-276] [PMID]
- [36] Concha-Cisternas Y, Castro-Piñero J, Leiva-Ordóñez AM, Valdés-Badilla P, Celis-Morales C, Guzmán-Muñoz E. Effects of neuromuscular training on physical performance in older people: A systematic review. *Life*. 2023; 13(4):869. [DOI:10.3390/life13040869] [PMID]
- [37] Joshi S, Kolke S. Effects of progressive neuromuscular training on pain, function, and balance in patients with knee osteoarthritis: a randomised controlled trial. *European Journal of Physiotherapy*. 2023; 25(4):179-86. [Link]
- [38] 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] [PMID]