

Accepted Manuscript

Accepted Manuscript (Uncorrected Proof)

Title: The Effect of 8 Weeks of Fall-Proof Exercises on Mini BESTest Scores in Elderly Women with Knee Osteoarthritis

Authors: Hadis Sheikh Shoaie^{1,*}, Saeid Bahiraei¹, Marta Safavi²

1. *Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Bahonar university of Kerman, Kerman, Iran.*
2. *Sports Medicine Specialist with Specialized Board from Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.*

***Corresponding Author:** Hadis Sheikh Shoaie, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Bahonar university of Kerman, Kerman, Iran. Email: hadis.sheikhshoaie@gmail.com

To appear in: **Salmand: Iranian Journal of Ageing**

Received date: 2023/08/21

Revised date: 2023/11/15

Accepted date: 2023/11/19

First Online Published: 2023/12/14

This is a “Just Accepted” manuscript, which has been examined by the peer-review process and has been accepted for publication. A “Just Accepted” manuscript is published online shortly after its acceptance, which is prior to technical editing and formatting and author proofing. Salmand: Iranian Journal of Ageing provides “Just Accepted” as an optional service which allows authors to make their results available to the research community as soon as possible after acceptance. After a manuscript has been technically edited and formatted, it will be removed from the “Just Accepted” Website and published as a published article. Please note that technical editing may introduce minor changes to the manuscript text and/or graphics which may affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Please cite this article as:

Sheikh Shoaie H, Bahiraei S, Safavi M. [The Effect of 8 Weeks of Fall-Proof Exercises on Mini BESTest Scores in Elderly Women with Knee Osteoarthritis (Persian)]. Salmand: Iranian Journal of Ageing. Forthcoming 2023. Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2023.3721.1>

Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2023.3721.1>

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

عنوان: تاثیر ۸ هفته تمرینات فال پروف بر نمرات Mini-BESTest در زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو

نویسندگان: حدیث شیخ شعاعی^{۱*}، سعید بحیرایی^۱، مارتا صفوی^۲

۱. دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
۲. متخصص پزشکی ورزشی دارای بورس تخصصی از دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

***نویسنده مسئول:** حدیث شیخ شعاعی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. ایمیل: hadis.sheikhshoaei@gmail.com

نشریه: سالمند: مجله سالمندی ایران

تاریخ دریافت: 1402/5/30

تاریخ ویرایش: 1402/8/24

تاریخ پذیرش: 1402/8/28

این نسخه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» مقاله است که پس از طی فرایند داوری، برای چاپ، قابل پذیرش تشخیص داده شده است. این نسخه در مدت کوتاهی پس از اعلام پذیرش به صورت آنلاین و قبل از فرایند ویراستاری منتشر می‌شود. نشریه سالمند گزینه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» را به عنوان خدمتی به نویسندگان ارائه می‌دهد تا نتایج آن‌ها در سریع‌ترین زمان ممکن پس از پذیرش برای جامعه علمی در دسترس باشد. پس از آنکه مقاله‌ای فرایند آماده‌سازی و انتشار نهایی را طی می‌کند، از نسخه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» خارج و در یک شماره مشخص در وبسایت نشریه منتشر می‌شود. شایان ذکر است صفحه آرایی و ویراستاری فنی باعث ایجاد تغییرات صوری در متن مقاله می‌شود که ممکن است بر محتوای آن تأثیر بگذارد و این امر از حیطة مسئولیت دفتر نشریه خارج است.

لطفا این‌گونه استناد شود:

Sheikh Shoaie H, Bahiraei S, Safavi M. [The Effect of 8 Weeks of Fall-Proof Exercises on Mini BESTest Scores in Elderly Women with Knee Osteoarthritis (Persian)]. *Salmand: Iranian Journal of Ageing*. Forthcoming 2023. Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2023.3721.1>

Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2023.3721.1>

Abstract

Objectives: Impaired proprioception and balance is one of the important complications that elderly people with knee osteoarthritis are dealing with, which can expose people to falling. The present study was conducted with the aim of investigating the effect of 8 weeks of fall-proof exercises on the scores of the Mini-BESTest in elderly women with knee osteoarthritis.

Materials & Methods: The subjects included 25 elderly women aged 60-75 years with knee osteoarthritis who were purposefully selected as samples in two experimental and control groups. Mini-BESTest test was used to evaluate the balance index. The subjects of the experimental group practiced for 8 weeks, 3 days a week and one hour per session. While the control group did not participate in any exercise. For data analysis, mixed repeated measure test was used, using SPSS version 26 software at a significance level of 0.05.

Results: The results showed that the total scores of Mini-BESTest and its 3 subsets (anticipatory, reactive postural control and dynamic gait) increased significantly after the exercises in the experimental group ($F = 51.42$, $p = 0.001$, $\eta = 0.69$). While there was no significant difference between the sensory orientation scores of the two groups in the pre-test and post-test ($p > 0.05$).

Conclusions: Due to its effectiveness and the lack of need to have expensive facilities, the Fall Proof training program is recommended to the trainers and therapists to improve balance in the elderly with knee osteoarthritis.

Key words: Fall proof; Mini-BESTest; Elderly; Knee osteoarthritis

چکیده

اهداف: اختلال تعادل یکی از عوارض مهمی است که سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو با آن درگیر هستند، که می تواند افراد را در معرض زمین خوردن قرار دهد. این پژوهش با هدف تاثیر تمرینات فال پروف بر نمرات آزمون Mini-BESTest در زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو انجام شد.

مواد و روش ها: آزمودنی ها شامل ۲۵ زن سالمند ۶۰-۷۵ ساله مبتلا به استئوآرتریت زانو که در دو گروه تجربی و کنترل به صورت هدف دار به عنوان نمونه انتخاب شدند. از آزمون Mini-BESTest برای ارزیابی شاخص تعادل استفاده شد. آزمودنی های گروه تجربی به مدت ۸ هفته، ۳ روز در هفته و هر جلسه یک ساعت به تمرینات پرداختند. گروه کنترل در هیچ تمرینی شرکت نکردند. برای تحلیل اطلاعات از آزمون سنجش مکرر ترکیبی با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ در سطح معنی داری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته ها: نتایج نشان داد که نمرات کل Mini-BESTest و ۳ زیر مجموعه ی آن (پیش بینی کنندگی، کنترل وضعی واکنشی و راه رفتن پویا) پس از اجرای تمرینات در گروه تجربی افزایش معناداری داشت ($F= 51/42$ ، $p=0/001$ ، $\eta=0/69$). در حالی که بین نمرات جهت یابی حسی دو گروه در پیش آزمون و پس آزمون اختلاف معناداری مشاهده نشد ($p>0/05$).

نتیجه گیری: برنامه تمرینی فال پروف با توجه به اثر گذاری آن و همچنین عدم نیاز به داشتن وسایل پر هزینه، به مربیان و درمانگران جهت بهبود تعادل در سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو، پیشنهاد می گردد.

کلید واژه ها: فال پروف؛ Mini-BESTest؛ سالمندان؛ استئوآرتریت زانو

سالمندی یک پدیده طبیعی است که تحت تاثیر عوامل بیولوژیکی، محیطی و روانی قرار می گیرد؛ از این رو، تغییرات چشمگیر در سلول ها و بافت ها ایجاد شده و همچنین کارآمدی و فعالیت ارگان ها و فرآیند های فیزیولوژیکی کاهش می یابد (۱). یکی از مهم ترین مشکلات قشر سالمندان ابتلا به بیماری های مزمن از جمله استئوآرتریت می باشد (۲). این بیماری با تخریب غضروف مفصلی به علاوه التهاب سینوویالی مشخص می شود و منجر به سفتی مفصل، تورم، درد و فقدان حرکت پذیری می شود (۳). شایع ترین محل ابتلا به استئوآرتریت، زانو می باشد (۴). اختلال در حس عمقی و تعادل یکی از عوارض مهمی است که سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو با آن درگیر هستند که می تواند افراد را در معرض زمین خوردن قرار دهد (۵). بنابراین افرادی که دچار استئوآرتریت زانو هستند در مقایسه با افراد سالم در معرض خطر سقوط بیشتری هستند (۶). در افراد دچار استئوآرتریت زانو کاهش قدرت عضلات اندام تحتانی موجب قرارگیری مرکز ثقل در جلوی مفصل میچ پا گردیده که خود باعث اختلال در تعادل و منجر به افتادن می شود؛ به علاوه افرادی که مبتلا به استئوآرتریت زانو هستند حس عمقی کمتری دارند که ممکن است ناپایداری وضعیتی و خطر سقوط را در آن ها افزایش دهد (۷). بنابراین با توجه به این که در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو عضلات چهار سر ران ضعیف شده و همچنین حس عمقی در این افراد کاهش یافته و این دو مؤلفه از عوامل بسیار مهم در کنترل تعادل هستند از این رو این بیماران دچار اختلال در تعادل می شوند (۸). برای دستیابی به نتایج مناسب، درمانگران باید بتوانند افراد در معرض مشکلات تعادلی را شناسایی و سپس برای انتخاب بهترین روش مداخله و توانبخشی اقدام کنند؛ از این رو، آزمون های زیادی برای ارزیابی تعادل سالمندان وجود دارد (۹). از آن جایی که کنترل پاسچر چندین زیر مجموعه را در بر می گیرد (به عنوان مثال تنظیمات وضعیتی پیش بینی کننده، پاسخ های وضعیتی، جهت گیری حسی، ثبات در راه رفتن) مهم است که بتوانیم مشخص کنیم هر یک از آن ها به صورت جداگانه در هر شرایط چگونه تحت تاثیر قرار می گیرند. آزمون ارزیابی سیستم های تعادلی (BESTest)^۱ یک ابزار جدید برای ارزیابی تعادل است که می تواند این نیاز را برآورده کند، زیرا برای شناسایی مشکلات خاص کنترل پاسچر طراحی شده است (۱۰) و ۶ جنبه ی مختلف تعادل را از یکدیگر متمایز می کند (۱۱). در واقع BESTest برای ارزیابی ۶ سیستم کنترل تعادل طراحی شده است: ۱: محدودیت های بیومکانیکی^۲، ۲: محدودیت های ثبات و عمود بودن^۳، ۳: تنظیمات وضعیتی پیش بینی کننده^۴، ۴: پاسخ های وضعیتی^۵، ۵: جهت گیری حسی^۶، ۶: ثبات در راه رفتن^۷

1 Balance Evaluation Systems Test (BESTest)

2 Biomechanical Constraints

3 Stability Limits and Verticality

4 Anticipatory Postural Adjustments

5 Postural Responses

6 Sensory Orientation

7 Stability in Gait

(۱۲). از آن جایی که این ارزیابی شامل ۳۶ بخش است و بین ۳۵-۳۰ دقیقه زمان می برد، نسخه کوتاه تر این تست تحت عنوان 'Mini-BESTest' توسعه یافته که شامل ۱۴ بخش است و ۱۰ دقیقه زمان می برد (۱۰). این تست وظایف عملکردی مربوط به تعادل پویا مثل ثبات پویای تنه، انتقالات، راه رفتن، تنوع سطوح حمایتی و شرایط بینایی، واکنش نسبت به نیروهای خارجی و عملکرد حین وظایف دوگانه (با چالش شناختی) را بررسی می کند (۱۳). از طرف دیگر، باتوجه به شیوع بالا (۴) و عوارض متعدد (۵) استئوآرتریت زانو، توانبخشی این بیماران از اهمیت ویژه ای برخوردار است. مطالعه پژوهش های انجام گرفته در ارتباط با استفاده از تمرین جهت بهبود تعادل بیماران مبتلا به استئوآرتریت نشان می دهد که این روش درمانی از جایگاه ویژه ای برخوردار است (۱۴). تاکنون شکل های مختلفی از تمرینات، شامل تمرینات قدرتی، ایزومتریک، هوازی، طیف وسیعی از تمرینات حرکتی، انعطاف پذیری و تعادل برای توانبخشی استئوآرتریت زانو استفاده شده است (۱۵). یکی از برنامه های ورزشی موفق تمرینات فال پروف است که توسط دبرا جی رز و همکاران در سال ۲۰۱۱ با هدف استقلال عملکردی فرد و کاهش خطر افتادن در سالمندان تدوین شده است (۱۶). خازنین و همکاران (۱۳۹۹) در تحقیقی به بررسی اثر ۸ هفته برنامه تمرینی منتخب فال پروف بر تعادل ایستا و پویای سالمندان پرداختند. در این پژوهش گروه تجربی به مدت ۸ هفته تمرینات فال پروف را انجام داد؛ در حالی که گروه کنترل برنامه تمرینی خاصی نداشت. برای ارزیابی تعادل ایستا و پویا به ترتیب از آزمون شارپنردرومبرگ^۲ (با چشم باز و بسته) و آزمون زمان برخاستن و رفتن^۳ استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد تمرینات منتخب فال پروف که چندین فاکتور کنترل پاسچر را دربرمی گیرد موجب بهبود تعادل ایستا و پویای مردان سالمند شده است (۱). اوشو^۴ و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی تمرینات فال پروف را برای سالمندان در معرض خطر بالای سقوط به کار بردند. نتایج تحقیق نشان داد برنامه تعادلی و حرکتی فال پروف برای سالمندانی که در معرض خطر سقوط هستند قابل قبول است و موجب بهبود قابل توجهی در تعادل، حداکثر سرعت راه رفتن و قدرت عملکردی پا می شود؛ در حالی که بهبود ترس از سقوط، تحرک و خطر سقوط معنادار نبود (۱۷). و در تحقیق دیگری رئیسی و همکاران (۱۴۰۰) در یک کارآزمایی بالینی به بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات فال پروف نظارت شده در خانه بر تعادل، کیفیت زندگی و ترس از سقوط سالمندان پرداختند. گروه تجربی، تمرینات فال پروف را به مدت ۸ هفته ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۶۰ دقیقه انجام دادند. گروه کنترل در این مدت روتین معمول زندگی خود را داشتند. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد ۸ هفته تمرینات فال پروف به صورت نظارت شده در خانه تأثیر مثبت و معناداری بر تعادل و کنترل پاسچر، کیفیت زندگی و ترس از سقوط سالمندان دارد (۱۸). علی رغم تحقیقات متعدد انجام شده در این زمینه، تحقیقی که اثرات این پروتکل تمرینی را در سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو

1 Mini Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest)

2 Sharpened Romberg Test

3 Timed Get Up & Go (TUG)

4 Osho et al

بررسی کرده باشد یافت نشد. همچنین در هیچ کدام از تحقیقات گذشته اثرات تمرینات فال پروف بر نمرات آزمون Mini-BESTest بررسی نشده است. بنابراین هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر ۸ هفته تمرینات فال پروف بر نمرات آزمون Mini-BESTest زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو بود.

روش مطالعه

نوع تحقیق: روش تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و به لحاظ هدف کاربردی است.

آزمودنی ها: جامعه مورد بررسی در تحقیق حاضر شامل کلیه زنان سالمند ۶۰-۷۵ سال دچار استئوآرتریت زانو در شهر کرمان است. نمونه آماری از میان زنان عضو کانون بازنشستگان شهر کرمان انتخاب شد. از این جامعه ۳۰ نفر به صورت هدف دار و براساس معیار های ورود و خروج به عنوان نمونه های پژوهش انتخاب شدند. برای تعیین حجم نمونه در تحقیق حاضر از نرم افزار G power استفاده شد. بر مبنای این نرم افزار و با توجه به روش آماری سنجش مکرر ترکیبی^۱ حجم نمونه با اندازه اثر ۰/۵۴، سطح معنی داری ۰/۰۵ و توان آماری ۰/۸۵ برای هر گروه ۱۲ نفر در نظر گرفته شده که با در نظر گرفتن احتمال ریزش نمونه ها حین تحقیق نمونه آماری شامل ۱۵ نفر آزمودنی به عنوان گروه کنترل و ۱۵ نفر آزمودنی به عنوان گروه تمرینات فال پروف انتخاب شد.

ملاحظات اخلاقی: لازم به ذکر است که تحقیق حاضر دارای کد اخلاق به شماره IR.UK.REC.1402.005 مصوب کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه شهید باهنر کرمان می باشد.

معیار های ورود و خروج نمونه ها: معیار های ورود نمونه ها به تحقیق شامل جنسیت زن و قرار داشتن در محدوده سنی ۶۰-۷۵ سال، توانایی در راه رفتن و انجام فعالیت های روزمره بدون استفاده از وسیله کمکی، دارا بودن علائم استئوآرتریت زانو تایید شده توسط پزشک متخصص و درد زانو به مدت حداقل سه ماه (داشتن درد مزمن) بود (۸). معیار های خروج نمونه ها از تحقیق نیز شامل انجام فیزیوتراپی در ۱۲ ماه گذشته، جراحی زانو در ۱۲ ماه گذشته (۱۴)، سابقه تعویض مفصل در اندام تحتانی، تزریق درون مفصلی استروئید در ۶ ماه گذشته، سابقه بیماری های تهدید کننده مفصل (مانند آرتریت روماتوئید و پوکی استخوان) و یا شرایط پزشکی حاد (۲).

روند اجرای تحقیق: ابتدا فرم رضایت نامه، پرسشنامه ی آمادگی فعالیت بدنی و پرسشنامه اطلاعات فردی و پزشکی که شامل ابتلا به بیماری ها و سابقه جراحی اندام تحتانی بود، توسط کسانی که تمایل داشتند در تحقیق شرکت کنند تکمیل گردید. بر اساس اطلاعات به دست آمده از این فرم ها تعدادی از افراد از جمله کسانی که سابقه جراحی زانو و یا انجام فیزیوتراپی در چند ماه اخیر داشتند کنار گذاشته شدند. بقیه افراد به پزشک متخصص برای معاینه و تایید استئوآرتریت زانو ارجاع داده شدند که در نهایت ۳۰ نفر از افراد واجد شرایط برای شرکت در تحقیق

1 Mixed repeated measures

دعوت شدند و پس از ارزیابی های اولیه به صورت تصادفی در دو گروه تمرینی فال پروف (۱۵ نفر) و گروه کنترل (۱۵ نفر) قرار گرفتند. لازم به ذکر است ۵ نفر از آزمودنی ها در طول تحقیق انصراف داده و یا از تحقیق کنار گذاشته شدند. بنابراین انتهای تحقیق، تعداد آزمودنی های گروه تجربی ۱۲ نفر و تعداد آزمودنی های گروه کنترل ۱۳ نفر بود.

نحوه اندازه گیری متغیر ها : در پیش آزمون ابتدا قد و وزن و سپس آزمون Mini-BESTest در تمامی آزمودنی ها مورد ارزیابی قرار گرفت. Mini-BESTest شامل ۱۴ آیتم در ۴ بخش است که عملکرد آزمودنی در هر آیتم از ۰ تا ۲ امتیاز می گیرد. آزمونگر قبل از ارزیابی و امتیاز دادن به فرد شرکت کننده هر آیتم را توضیح و سپس نشان می داد. در نهایت امتیاز همه ی آیتم ها برای به دست آوردن امتیاز کل که دامنه ی آن از ۰ تا ۲۸ است جمع شده که امتیاز بالاتر نشان دهنده عملکرد تعادلی بهتر است (۱۹). بر اساس تحقیقات انجام شده، نسخه فارسی BESTest و نسخه خلاصه آن (Mini-BESTest) پایایی ($ICC=0/893-0/945$) و روایی ($0/827-0/716$) لازم را دارا می باشند (۲۰).

۳ روز بعد از اتمام پیش آزمون، آزمودنی های گروه تجربی به سالن واقع در پارک مادر کرمان مراجعه کردند تا در جلسات پروتکل تمرینی فال پروف شرکت کنند. در تمام مدت اجرای تحقیق، آزمودنی های گروه کنترل تنها به اجرای فعالیت های عادی روزمره خود می پرداختند؛ البته پیش از شروع اندازه گیری ها به آزمودنی های گروه کنترل قول داده شد که پس از انجام پس آزمون توصیه ها و تمریناتی در جهت کاهش درد دریافت خواهند کرد.

برنامه تمرینی : تمرینات فال پروف به مدت ۸ هفته و به صورت ۳ جلسه در هفته روزهای فرد از ساعت ۹ صبح برگزار شد. هر جلسه ی تمرینی یک ساعت به طول انجامیده که ۱۰ دقیقه به گرم کردن با حرکات کششی ایستا و در ادامه ۴۰ دقیقه به تمرینات فال پروف اختصاص داده شده و در پایان نیز سرد کردن به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. تمرینات به کار گرفته شده در پژوهش حاضر شامل مجموعه ای از تمرینات چند حسی (بینایی، وستیبولار، حسی-پیکری)، کنترل مرکز ثقل، راهبرد های قامتی و همچنین تمرینات قدرتی است که شامل بالا آوردن پنجه و پاشنه، اکستنشن زانو، فلکشن زانو، نزدیک کردن ران و دور کردن ران است. هر سطح شامل دو هفته بود که تمرینات چندحسی و کنترل مرکز ثقل در هفته دوم با توجه به شرایط افراد و میزان چالش آن افزایش پیدا کرد. تمرینات راهبرد قامتی از سطح ۲ در برنامه گنجانده شد، این گونه که در سطح ۲ هفته سوم و چهارم تمرینات راهبرد مچ پا، سطح ۳ هفته پنجم و ششم راهبرد مفصل ران و سطح ۴ هفته هفتم و هشتم تمرین راهبرد گام برداشتن ارادی و غیرارادی قرار گرفت و همچنین تمرینات قدرتی که بخش پایین تنه را دربرمی گرفت در هر سطح با توجه به اصل اضافه بار پیشرفت می کرد که این پیشرفت شامل افزایش مقدار وزنه، افزایش تعداد تکرار و ست های تمرین و استفاده و عدم استفاده از ابزار کمکی بود. لازم به ذکر است که اگر تمرینی

موجب افزایش درد در افراد می شد انجام آن متوقف شده و یا در صورت امکان تمرین با شرایط فرد تطبیق داده می شد. پروتکل تمرینی فال پروف در جدول زیر به طور کامل توضیح داده شده است (۲۱).

جدول ۱. برنامه تمرینی فال پروف

| سطح اول و دوم هفته اول و دوم | سطح سوم هفته پنجم و ششم | سطح دوم هفته سوم و چهارم | سطح چهارم هفته هفتم و هشتم |
|---|---|---|---|
| نزدیک کردن ران در حالت نشسته (توپ پیلاتس بین ران ها) تکرار ۳*۵ | بالا آوردن پاشنه ها در وضعیت ایستاده بدون حمایت تکرار ۲*۱۰ | بالا آوردن پاشنه ها در وضعیت ایستاده با حمایت تکرار ۲*۱۰ | بالا آوردن پاشنه ها با حمایت با وزنه های ۰/۵ کیلوگرمی به مچ هر پا تکرار ۲*۱۰ |
| دور کردن ران در حالت نشسته تراپاند زرد تکرار ۳*۵ | بالا آوردن پنجه ها در وضعیت ایستاده بدون حمایت تکرار ۲*۱۰ | بالا آوردن پنجه ها در وضعیت ایستاده با حمایت تکرار ۲*۱۰ | بالا آوردن پنجه ها با حمایت با وزنه های ۰/۵ کیلوگرمی به مچ هر پا تکرار ۲*۱۰ |
| خم کردن زانو در حالت ایستاده با حمایت (گرفتن صندلی) تکرار ۳*۸ | نزدیک کردن ران در حالت نشسته (توپ پیلاتس بین ران ها) تکرار ۳*۵ | نزدیک کردن ران در حالت نشسته (توپ پیلاتس بین ران ها) تکرار ۳*۵ | نزدیک کردن ران در حالت نشسته (توپ پیلاتس بین ران ها) تکرار ۳*۵ |
| باز کردن زانو با حمایت در حالت ایستاده تکرار ۳*۸ | دور کردن ران در حالت نشسته تراپاند مشکی تکرار ۳*۵ | دور کردن ران در حالت نشسته تراپاند قرمز تکرار ۳*۵ | دور کردن ران در حالت نشسته تراپاند مشکی تکرار ۳*۵ |
| تمرین تعادلی در حالت نشسته روی توپ سوئیس بال با نگهدارنده ثانیه ۳*۳۰ | خم کردن زانو با حمایت وزنه ۰/۵ کیلوگرم تکرار ۳*۸ | باز کردن زانو در حالت ایستاده بدون حمایت تکرار ۳*۸ | خم کردن زانو با حمایت وزنه ۱ کیلوگرم تکرار ۳*۸ |
| تمرین تعادلی بالا بردن و باز کردن زانو روی توپ سوئیس بال با نگهدارنده تکرار ۲*۱۰ | باز کردن زانو با حمایت وزنه ۰/۵ کیلوگرم تکرار ۳*۸ | خم کردن زانو در حالت ایستاده بدون حمایت تکرار ۳*۸ | باز کردن زانو با حمایت وزنه ۱ کیلوگرم تکرار ۳*۸ |
| دریافت توپ در جهات مختلف در حالت نشسته روی توپ سوئیس بال | گام برداری به صورت چهارگوش تکرار ۳*۸ | تمرین کنترل مرکز ثقل (قدم رو درجا) ثانیه ۳*۳۰ | بالا رفتن با یک پا بر روی تخته استپ بامکت ۳ ثانیه تکرار ۳*۵ |

| | | | |
|--|--|--|---|
| راه رفتن روی تشک اسفنجی و تمرکز روی هدف عمودی | نشستن روی توپ سوئیس بال بدون نگهدارنده و نگاه کردن به صفحه شطرنجی ثانیه ۳*۲۰ | ایستادن در حالی که توپ بین دو دست ردوبدل میشود ثانیه ۳*۲۰ | راه رفتن با خواندن متن جلوی چشمان |
| نشستن روی توپ سوئیس بال با نگهدارنده و فوم زیر پاها و جابه جایی توپ بین دست ها (تمرین دهلیزی) | نشستن روی توپ سوئیس بال با نگهدارنده و فوم زیر پاها و تمرکز به هدف عمودی ثانیه ۳*۱۵ | ایستادن بر روی فوم به صورت پنجه پای عقب پشت پاشنه پای جلو (تاندوم) ثانیه ۳*۱۰ | کشیدن شکل با یک پا و تمرکز به هدف عمودی ۳*۱۰ ثانیه |
| — | ایستادن با چشمان بسته بر روی تشک اسفنجی با ضخامت کم ثانیه ۳*۱۵ | راه رفتن روی تشک اسفنجی با چشمان بسته | راه رفتن با چرخش سر به طرفین در مسیر با عرض ۳۰ سانتیمتر |
| — | تمرین راهبردمچ پا (نوسان بین دو صندلی در حالی که بالاتنه و پایین تنه در یک جهت حرکت می کنند) تکرار ۲*۵ | تمرین راهبرد مفصل ران) نوسان به جلو و عقب بر روی نیم غلتک اسفنجی در حالی که بالاتنه و پایین تنه در جهت مخالف حرکت می کنند) تکرار ۲*۵ | راهبرد گام برداشتن ارادی و غیرارادی |

پس از ۸ هفته اعمال تمرینات فال پروف برای گروه تجربی ، تمامی آزمودنی های گروه کنترل و تجربی ۳-۵ روز بعد از اتمام تمرینات مورد ارزیابی مجدد قرار گرفتند و مراحل مختلف اندازه گیری آزمون Mini-BESTest به مانند آنچه در پیش آزمون شرح داده شد مجددا اجرا گردید.

نحوه تجزیه و تحلیل داده ها : اطلاعات خام به دست آمده از متغیر تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ و با بهره گیری از آمار توصیفی و استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بدین ترتیب پس از ارزیابی نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک^۱، بررسی همگنی واریانس ها با استفاده از آزمون لون^۲ و همچنین همگنی ماتریس های واریانس-کوواریانس با استفاده از آزمون Box'M^۳، جهت مقایسه میانگین اطلاعات پیش آزمون و پس آزمون گروه های کنترل و تجربی از آزمون آنالیز واریانس مکرر ترکیبی^۳ استفاده شد.

1 Shapiro-wilk test

2 Levene's test

3 Mix Repeated Measures

یافته ها

به منظور تعیین همگن بودن گروه ها در خصوصیات جمعیت شناختی و با توجه به برقرار بودن شرط توزیع طبیعی داده ها ، از آزمون تی مستقل برای مقایسه دو گروه استفاده گردید که نتایج این آزمون در جدول ۲ ارائه شده است . نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که بین سن ، قد ، جرم بدن ، شاخص توده بدنی^۱ و سابقه ابتلا به استئوآرتریت گروه ها اختلاف معنی داری وجود ندارد ($p \geq 0/05$).

جدول ۲. نتایج آزمون تی مستقل جهت بررسی وجود اختلاف در مشخصات جمعیت شناختی گروه کنترل و تجربی

| p | آماره t | گروه تجربی (Mean±SD) | گروه کنترل (Mean±SD) | |
|------|---------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 0/26 | | 66±83 6/97 | 67/61 ±7/86 | سن (سال) 0/79 |
| 0/94 | | 1/59 ± 0/05 | 1/57 ± 0/05 | قد (متر) 0/35 |
| 0/08 | 1/77 | 73/53 ±7/67 | 68/66 ± 5/95 | جرم بدن (کیلوگرم) |
| 0/38 | 0/88 | 29/08 ±3/42 | 27/93 ± 3/09 | شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع) |
| 0/90 | 0/12 | 2/29±1/09 | 2/23± 1/30 | سابقه استئوآرتریت (سال) |

سپس به منظور تعیین نرمال بودن داده های مربوط به نمرات کلی آزمون Mini-BESTest و زیر مجموعه های مربوط به آن (پیش بینی کنندگی ، کنترل وضعی واکنشی ، جهت یابی حسی و راه رفتن پویا) از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده گردید که نتایج این آزمون برای تمامی متغیر های پژوهش (به غیر از جهت یابی حسی) در هر دو گروه کنترل و تجربی در پیش آزمون و پس آزمون معنی دار بود ، بدین معنی که این متغیرها از توزیع طبیعی برخوردار می باشند ($p \geq 0/05$). همچنین جهت بررسی همگنی واریانس گروه ها از آزمون لون استفاده گردید که نتایج این آزمون نشان داد که واریانس گروه ها در پیش آزمون و پس آزمون دارای همگنی کافی جهت انجام تحلیل واریانس هستند ($p \geq 0/05$). همچنین همگنی ماتریس های واریانس-کوواریانس با استفاده از آزمون Box's M تایید شد ($p > 0/001$). با توجه به تایید پیش فرض ها ، در این تحقیق از آزمون پارامتریک تحلیل واریانس ترکیبی با اندازه گیری مکرر استفاده گردید (جدول ۳).

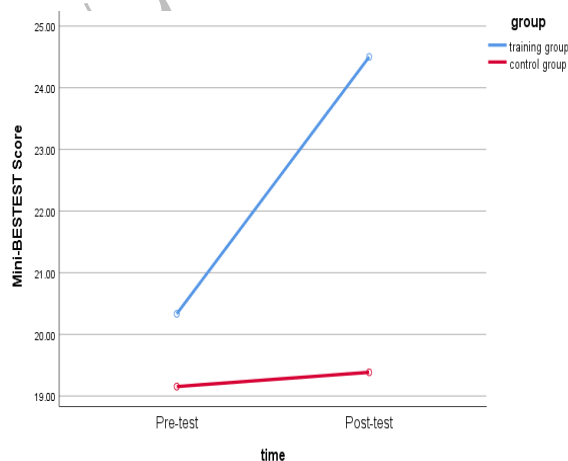
1 Body Mass Index

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر جهت بررسی تاثیر تمرینات بر نمرات کلی آزمون Mini-BESTest

| متغیر | مقیاس | منبع | مجموع | درجه | میانگین | F | سطح | مجذور |
|--------------|-----------|--------|---------|-------|---------|-------|----------|-------|
| | | | مجذورات | آزادی | مجذورات | | معناداری | اتا |
| درون | زمان | ۶۰/۳۳ | ۶۰/۳۳ | ۱ | ۶۰/۳۳ | ۵۱/۴۲ | ** ۰/۰۰ | ۰/۶۹ |
| گروهی | زمان*گروه | ۴۸/۳۳ | ۴۸/۳۳ | ۱ | ۴۸/۳۳ | ۴۱/۱۹ | ** ۰/۰۰ | ۰/۶۴ |
| Mini-BESTest | خطا | ۲۶/۹۹ | ۲۶/۹۹ | ۲۳ | ۱/۱۷ | | | |
| بین | گروه | ۶۱/۸۲ | ۶۱/۸۲ | ۱ | ۶۱/۸۲ | ۸/۲۳ | ** ۰/۰۰۹ | ۰/۲۶ |
| گروهی | خطا | ۱۷۲/۷۲ | ۱۷۲/۷۲ | ۲۳ | ۷/۵۱ | | | |

** تفاوت معنی داری در سطح ۰/۰۵

نتایج این آزمون نشان داد که یک اثر تعاملی معنی دار بین زمان (پیش آزمون ، پس آزمون) و گروه (کنترل و تجربی) در نمرات کلی آزمون Mini-BESTest وجود دارد ($F_{1,23}=41/19$ ، $p=0$ ، $\eta=0/64$) (جدول ۳). همچنین بر اساس جدول ۳ تاثیر زمان اندازه گیری بر نمرات کلی آزمون Mini-BESTest معنی دار می باشد ($F_{1,23}=51/42$ ، $p=0$ ، $\eta=0/69$). در نتیجه می توان بیان کرد که میانگین نمرات کلی آزمون Mini-BESTest در پیش آزمون و پس آزمون تفاوت معنی داری دارد. همچنین اثر اصلی گروه نیز بر نمرات کلی آزمون Mini-BESTest ($F_{1,23}=8/23$ ، $p=0/009$ ، $\eta=0/26$) معنی دار می باشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که صرف نظر از زمان اندازه گیری بین میانگین نمرات آزمون Mini-BESTest در گروه کنترل و تجربی تفاوت معناداری وجود دارد.



نمودار ۱: نمای شماتیک میانگین های مربوط به نمرات Mini-BESTest

به علاوه بررسی آزمون تحلیل واریانس ترکیبی در زیر مجموعه های مربوط به آزمون Mini-BESTest نشان داد که تاثیر زمان اندازه گیری بر نمرات پیش بینی کنندگی ($F_{1,23}=10/25$ ، $p=0/004$ ، $\eta=0/31$) معنادار بوده در حالی که تاثیر گروه در این متغیر ($F_{1,23}=2/46$ ، $p=0/13$) معنادار نبوده است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که در نمرات مربوط به این متغیر تفاوت بین پیش آزمون و پس آزمون معنی دار بوده اما به میزانی نبوده است که بین گروه ها تفاوت ایجاد کند. همچنین نتایج حاکی از آن بود که تاثیر زمان اندازه گیری بر نمرات کنترل وضعی واکنشی معنادار بوده ($F_{1,23}=27/04$ ، $p=0/00$ ، $\eta=0/54$) در حالی که تاثیر گروه در این متغیر ($p=0/16$) معنادار نبوده است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که در نمرات مربوط به این متغیر تفاوت بین پیش آزمون و پس آزمون معنی دار بوده اما به میزانی نبوده است که بین گروه ها تفاوت ایجاد کند. به علاوه نتایج نشان داد که تاثیر زمان اندازه گیری بر نمرات راه رفتن پویا ($F_{1,23}=14/15$ ، $p=0/001$ ، $\eta=0/38$) و تاثیر گروه بر نمرات این متغیر ($F_{1,23}=7/94$ ، $p=0/01$ ، $\eta=0/25$) معنادار بوده است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که میانگین نمرات راه رفتن پویا در زمان های مختلف تفاوت معنی داری دارد. همچنین می توان بیان کرد که صرف نظر از زمان اندازه گیری بین میانگین نمرات راه رفتن پویا در گروه های آزمون تفاوت معناداری وجود دارد.

لازم به ذکر است به علت عدم تایید پیش فرض نرمال بودن داده ها، جهت مقایسه میانگین نمرات پیش آزمون و پس آزمون متغیر جهت یابی حسی در دو گروه کنترل و تجربی از آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون استفاده گردید. نتایج این آزمون نشان داد بین نمرات جهت یابی حسی در پیش آزمون و پس آزمون در دو گروه کنترل ($p=1$)، ($Z=0$) و تجربی ($Z=1/41$ ، $p=0/15$) تفاوت معناداری وجود ندارد. همچنین جهت مقایسه میانگین نمرات پس آزمون جهت یابی حسی، بین دو گروه کنترل و تجربی از آزمون ناپارامتریک یومن ویتنی استفاده گردید. نتایج این آزمون نشان داد بین نمرات جهت یابی حسی در دو گروه کنترل و تجربی تفاوت معناداری وجود دارد ($U=37/50$ ، $p=0/026$). بنابراین می توان نتیجه گرفت که صرف نظر از زمان اندازه گیری بین میانگین نمرات جهت یابی حسی گروه های آزمون در پس آزمون تفاوت معناداری وجود دارد.

بحث

در تحقیق حاضر به بررسی اثر ۸ هفته تمرینات فال پروف بر میانگین نمرات آزمون Mini-BESTest زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو پرداخته شد. بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر به نظر می رسد اجرای ۸ هفته تمرینات فال پروف می تواند تاثیر معنی داری در افزایش نمرات آزمون Mini-BESTest و در واقع بهبود تعادل سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو داشته باشد ($p < 0/05$). همچنین بررسی نتایج در زیر مجموعه های آزمون Mini-BESTest نشان داد که تفاوت نمرات پیش بینی کنندگی، کنترل وضعی واکنشی و راه رفتن

پویا بین پیش آزمون و پس آزمون معنی دار بوده است. این در حالیست که در نمرات جهت یابی حسی بین پیش آزمون و پس آزمون تفاوت معناداری نشان داده نشد.

نتایج این پژوهش را می توان با مطالعات اوشو^۱ و همکاران (۲۰۲۱) ، رئیسی و همکاران (۱۴۰۰) ، رجب پور و همکاران (۱۴۰۱) ، خازنین و همکاران (۱۳۹۹) که معتقدند اجرای تمرینات فال پروف در سالمندان می تواند نقش مهمی در افزایش تعادل آزمودنی ها داشته باشد همسو دانست [(۱۷) (۱۸) (۲۲) (۱)]. برنامه تمرینی و جامعه آماری مشابه ، همچنین مدت زمان استفاده از برنامه تمرینی به کار برده شده در تحقیقات گذشته ، می تواند دلیل هم راستایی یافته های این پژوهش ها با نتایج این تحقیق باشد. همچنین نتایج این پژوهش را می توان با مطالعات بهاسکار^۲ و همکاران (۲۰۱۹) ، چن^۳ و همکاران (۲۰۱۹) و زارعی و همکاران (۱۳۹۷) که نشان از تاثیر پروتکل های تمرینی گوناگون بر تعادل سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو دارند ، همسو دانست (۱۴) [(۲۳) (۲۴)]. جامعه آماری مشابه و استفاده از تمرینات تعادلی و تمرینات تقویتی عضلات اندام تحتانی در تحقیقات گذشته ، می تواند دلیل هم راستایی یافته های این پژوهش ها با نتایج این تحقیق باشد. در مقابل نتایج تحقیق حاضر با یافته های تاکاس^۴ و همکاران (۲۰۱۷) همخوانی ندارد ؛ در تحقیق مذکور تاکاس و همکاران به بررسی اثر تمرینات تعادلی پویا در بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو پرداختند. ۴۰ نفر با دامنه سنی ۵۰-۸۰ سال مبتلا به استئوآرتریت زانو در این پژوهش ۱۰ هفته ای شرکت کردند. تعادل پویا در این تحقیق با استفاده از مقیاس CB&M اندازه گیری شد. پروتکل تمرینی شامل تمریناتی با تاکید بر کنترل تعادل پویا ، قدرت اکسنتریک عضلات اندام تحتانی و تمرینات ثبات مرکز بدن بود. نتایج این تحقیق نشان داد که در تعادل پویا این افراد تغییر چشمگیری مشاهده نشد (۲۵). نوع ارزیابی تعادل پویا، مداخله تمرینی و سن شرکت کنندگان می تواند دلیل بر عدم هم راستایی با نتایج تحقیق حاضر باشد.

تحقیقات در زمینه توانبخشی سالمندان نشان می دهد تمریناتی از اثر بخشی بیشتری برخوردارند که فاکتور های تعادل، قدرت عضلانی ، انعطاف پذیری ، پایداری پویا، کنترل اولیه پاسچر ، زمان واکنش و محدودیت های ثبات عملکردی که از عوامل ایجاد کننده ی سقوط هستند را همزمان باهم مدنظر قرار می دهند (۱۸). در همین راستا برنامه تمرینی فال پروف از جمله برنامه های ضد سقوط در سالمندی است که بسیاری از مؤلفه های مؤثر در سقوط همچون مؤلفه های حسی پیکری ، دهلیزی ، وستیبولار ، قدرتی ، انعطاف پذیری، حفظ و کنترل مرکز ثقل و راهبرد های قامتی را دربر گرفته و می تواند بر روی سیستم کنترل حرکت تاثیر گذارد (۲۶). از آن جا که عوامل مؤثر بر سقوط و تعادل در سالمندان چند بعدی می باشد و طیف گسترده ای از عوامل در بروز افتادن در

1 Osho et al

2 Bhaskar et al

3 Chen et al

4 Takacs et al

سالمندان نقش دارد و از طرف دیگر برنامه چند بعدی فال پروف چندین مؤلفه دخیل در کنترل پاسچر را در بر می گیرد ، می توان نتیجه گرفت که یکی از دلایل اثر گذاری تمرینات فال پروف بر تعادل آزمودنی ها در پژوهش حاضر ، چند بعدی بودن این برنامه تمرینی است.

به علاوه ، زمانی که فرد در هر گام توانایی حفظ مرکز ثقل بدن در سطح اتکا را داشته باشد ، تعادل پویا یا تعادل هنگام راه رفتن حاصل می شود که مهارتی چند جزئی و پیچیده است. بنابراین تمریناتی که بتواند هماهنگی بین مرکز ثقل و سطح اتکا را افزایش دهد ، می تواند منجر به بهبود تعادل پویا شود (۱۸). برنامه تمرینی فال پروف این ویژگی ها را داشته و تمرینات چالش برانگیز زیادی را شامل می شود. بنابراین دلیل دیگر تاثیرگذاری تمرینات فال پروف بر تعادل پویا (نمرات آزمون Mini-BESTest) در تحقیق حاضر وجود تمریناتی است که منجر به افزایش هماهنگی بین مرکز ثقل و سطح اتکا می شود.

همچنین با توجه به نقش حس عمقی در کنترل پاسچر و ارتباط بین قدرت عضلانی و حس عمقی می توانیم نتیجه گیری کنیم که برنامه تمرینی فال پروف به علت دربرداشتن تمرینات تقویتی و بهبود قدرت عضلانی منجر به بهبود حس عمقی می شود. تمرینات فال پروف با بهبود حس عمقی موجب می شود که ورود اطلاعات حسی به سیستم عصبی مرکزی تسهیل یابد که این امر موجب بهبود عملکرد سیستم عصبی مرکزی در فرآیند های کنترلی و حرکتی می شود (۱۴). بنابراین با در نظر گرفتن ارتباط بین قدرت و تعادل ، دلیل دیگر بهبود تعادل در آزمودنی های تحقیق حاضر ، وجود تمرینات تقویتی در برنامه فال پروف است که موجب بهبود قدرت عضلانی به خصوص در اندام تحتانی شده است.

نتیجه گیری نهایی

نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر ، حاکی از آن است که تمرینات منتخب فال پروف موجب بهبود نمرات آزمون Mini-BESTest (تعادل پویا) و زیرمجموعه های آن در زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو شده است. لذا برنامه تمرینی فال پروف با توجه به اثر گذاری آن و همچنین عدم نیاز به داشتن امکانات و وسایل پرهزینه ، به مربیان و درمانگران حیطه سالمندان جهت بهبود تعادل در سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو، پیشنهاد می گردد. از محدودیت های تحقیق حاضر میتوان حجم نمونه نسبتاً کوچک ، عدم امکان کنترل سطح انگیزش و عوامل روحی - روانی افراد ، میزان استراحت و چگونگی رژیم غذایی آزمودنی ها را نام برد. با توجه به محدودیت های محقق در استفاده از ابزارهای دقیق آزمایشگاهی ، پیشنهاد می شود محققین در مطالعات آتی با ابزارهای آزمایشگاهی همچون بایودکس ، الکترومایوگرافی و صفحه نیرو به بررسی اثرات تمرینات فال پروف در سالمندان

مبتلا به استئوآرتريت زانو بپردازند. همچنين توصيه مي شود در پژوهش هاي آينده اثر اين تمرينات با حجم نمونه بزرگ تر بر روي سالمندان مبتلا به استئوآرتريت زانو بررسي گردد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی می باشد ؛ بدین وسیله از تمام اشخاصی که در انجام پژوهش حاضر ما را یاری کردند، تشکر و قدردانی می گردد.

پاییز فته شده پیش از انتشار

1. Khazanin H, Daneshmandi H. Effect of selected fallproof exercise on static and dynamic balance in the elderly. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2020;9(3):16-26.
2. Safari Bak M, Khoshraftar Yazdi N, Aghajani A. The effect of eight weeks selected exercises on balance indexes in elderly patients with knee osteoarthritis. *Journal of Paramedical sciences & rehabilitation*. 2017;6(2):86-97.
3. Sun X, Zhen X, Hu X, Li Y, Gu S, Gu Y, et al. Osteoarthritis in the middle-aged and elderly in China: prevalence and influencing factors. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019;16(23):4701.
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. *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*. 2019;8(1):101-8.
5. Pouradeli H, Sadeghi H, Sokhangouei Y, Azarbayjani MA. Effect of Electrotherapy and strength training of selected lower limb muscles on pain and balance in elderly women with knee osteoarthritis with emphasis on the type of focus of attention. *Sci J Rehabil Med*. 2020;9:289-97.
6. Manlapaz DG, Sole G, Jayakaran P, Chapple CM. Risk factors for falls in adults with knee osteoarthritis: a systematic review. *Pm&r*. 2019;11(7):745-57.
7. Jahanjoo F, Eftekharsadat B, Bihanta A, Babaei-Ghazani A. Efficacy of balance training in combination with physical therapy in rehabilitation of knee osteoarthritis: A randomized clinical trial. *Crescent Journal of Medical & Biological Sciences*. 2019;6(3).
8. Sartipzadeh M, Moazami M, Mohammadi M. The effect of core stabilization training on elderly balance and knee pain with knee osteoarthritis. *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*. 2016;5(3):7-17.
9. Kashani V, Mokaberian M, Gol Mohamadi B, Salmanzade M. The determination of validity and reliability of the abbreviated version of BES Test in the elderly. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*. 2019;11(1):53-69.
10. Sich M. Effectiveness of the Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) in evaluating Balance in the Controlled Hypertensive Elderly Population. 2020.
11. Hasegawa S, Matsui T, Kishi M, Kouchi H, Watanabe M, Yanagisawa T, et al. Sensitivity to change and responsiveness of the Balance Evaluation Systems Test (BESTest), Mini-BESTest, and Brief-BESTest in patients with subacute cerebral infarction. *Journal of Physical Therapy Science*. 2021;33(1):69-74.
12. Tamura T, Otaka Y, Konno S, Sadashima K, Tomatsu T, Machida S. The impaired balance systems identified by the BESTest in older patients with knee osteoarthritis. *PM&R*. 2016;8(9):869-75.
13. Di Carlo S, Bravini E, Vercelli S, Massazza G, Ferriero G. The Mini-BESTest: a review of psychometric properties. *International Journal of Rehabilitation Research*. 2016;39(2):97-105.

14. Zarei P, Rahnama N. Comparison of the effects of the two strengthening and balanced, strengthening, balanced, and core-stability exercise protocols on the balance and fear of falling in women with knee osteoarthritis. *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*. 2018;7(2):43-54.
15. Zamani J, Rahnama N. The effect of Ai Chi and Tai Chi training on physical function, functional balance and fear of falling of patients with knee osteoarthritis. *Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences*. 2021;24(6):611-20.
16. Miri H, Haghghi M, Hosseinzadeh M, Peymani M. The Effect of Six Weeks of Exergaming vs. Fall-proof exercises vs. on Ankle Proprioception and Fear of Falling in-the Elderly Men. *Community Health Journal*. 2021;15(1):72-84.
17. Osho OA, Harbidge C, Hogan DB, Manns PJ, Jones CA. Evaluation of a balance and mobility program for older adults at risk of falling: a mixed methods study. *Journal of evaluation in clinical practice*. 2021;27(2):307-15.
18. Raeisi Z, Yasavoli Sharahi M. Effects of eight weeks Otago home-based exercises on balance, quality of life and fear of falling in elderly people. *Journal of Gerontology*. 2022;6(4):28-41.
19. Nakhostin-Ansari A, Nakhostin Ansari N, Mellat-Ardakani M, Nematizad M, Naghdi S, Babaki M, et al. Reliability and validity of Persian versions of Mini-BESTest and Brief-BESTest in persons with Parkinson's disease. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2022;38(9):1264-72.
20. Pourmahmoudian P, Noraste AA, Daneshmandi H, Atrkar Roshan Z. Functional balance assessment scales in elderly. *Iranian Journal of Ageing*. 2018;13(2):132-53.
21. Khazanin H, Daneshmandi H, Fakoor Rashid H. Effect of Selected Fall-proof Exercises on Fear of Falling and Quality of Life in the Elderly. *Iranian Journal of Ageing*. 2022;16(4):564-77.
22. Rajabpour P, Shojaei M, Ghasemi A, Mullah Norouzi K. The effect of group-based Fallproof program on balance and psychological well-being of the elderly in different age. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022.
23. Bhaskar B, Jimshad T, Solomen S. Efficacy of perturbation training in improving balance and function in the management of knee osteoarthritis. *International Journal of Physiotherapy*. 2019:123-7.
24. Chen H, Zheng X, Huang H, Liu C, Wan Q, Shang S. The effects of a home-based exercise intervention on elderly patients with knee osteoarthritis: a quasi-experimental study. *BMC musculoskeletal disorders*. 2019;20(1):1-11.
25. Takacs J, Krowchuk NM, Garland SJ, Carpenter MG, Hunt MA. Dynamic balance training improves physical function in individuals with knee osteoarthritis: a pilot randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2017;98(8):1586-93.
26. Rose DJ. Reducing the risk of falls among older adults: the Fallproof Balance and Mobility Program. *Current Sports Medicine Reports*. 2011;10(3):151-6.