

The Effect of TRX Suspension Training on Pax7 protein Expression in Muscle Tissue and Functional Performance Indicators in Elderly Women

Fatemeh Khazaili, Mojtaba Salehpour*, Arezu Eskandari

Department of Sports Physiology, Faculty of Sports Sciences, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran

Abstract

Background and Purpose Aging leads to a reduction in muscle fibers, the number of stem cells, and their regenerative potential. Resistance training is employed as a strategy to mitigate the decline in muscle strength and function. This study aimed to investigate the effect of six weeks of TRX training on PAX7 protein levels and functional performance indices of upper and lower body strength, flexibility, agility, and cardiorespiratory endurance in elderly women.

Materials and Methods: This applied research utilized a pre-test/post-test design. Thirty-two elderly women with a mean age of 62.5 ± 5.16 years, mean height of 162.60 ± 4.68 cm, mean weight of 73.92 ± 9.29 kg, and a body mass index of 27.97 ± 3.38 were randomly assigned to either a training group ($n = 16$) or a control group ($n = 16$). The training protocol consisted of six weeks of TRX exercises, with two sessions per week. Eight exercises, including various rows, assisted squats, biceps curls, chest presses, shoulder presses, squats, triceps extensions, and a squat-biceps curl-row combination, were performed for 50 minutes per session. Six Fullerton functional fitness tests were administered as dependent variables in both the pre-test and post-test. Blood samples were collected 48 hours before the first session and after the last session. PAX7 protein levels were measured using the ELISA method. Following confirmation of data normality using the Shapiro-Wilk test and homogeneity of variance using Levene's test, a one-way analysis of covariance (ANCOVA) was conducted using SPSS 26 to test the hypotheses.

Results: Six weeks of TRX resistance training significantly increased PAX7 protein levels in the training group compared to the control group ($P = 0.001$). Furthermore, the training program significantly improved upper body strength ($P = 0.011$), upper body flexibility ($P = 0.001$), lower body flexibility ($P = 0.001$), agility ($P = 0.018$), and cardiorespiratory endurance ($P = 0.008$) in the elderly women. However, six weeks of TRX resistance training did not significantly affect lower body strength ($P = 0.479$).

Conclusion: Six weeks of TRX training resulted in a significant increase in serum PAX7 protein levels in elderly women and improved functional performance indices of upper body strength, upper and lower body flexibility, and cardiorespiratory endurance. Based on these findings, TRX training can be utilized to enhance functional fitness in elderly individuals. However, given the lack of significant impact on lower body strength and its critical role in preventing falls and improving quality of life, it is recommended to implement a modified protocol with more targeted lower body exercises to enhance lower limb strength, functional capacity, and postural control in elderly populations.

Keywords: TRX Training, PAX7 Protein, Upper and Lower Body Functional Performance Indices, Elderly Women

How to cite this article: Khazaili F, Salehpour, Eskandari A. The Effect of TRX Suspension Training on Pax7 protein Expression in Muscle Tissue and Functional Performance Indicators in Elderly Women. *J Sport Exerc Physiol.* 2025;18(3):?-?.

*Corresponding Author's E-mail: salehpour@sru.ac.ir

<https://doi.org/10.48308/joepa.2025.237854.1316>

Received: 05/12/2024

Revised: 28/02/2025

Accepted: 02/03/2025

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

تاثیر تمرین معلق TRX بر بیان پروتئین PAX7 عضله و شاخص های عملکردی زنان سالمند

فاطمه خزائیلی، مجتبی صالح پور*، آرزو اسکندری

گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: سالمندی موجب کاهش فیبرهای عضلانی و تعداد سلول های بنیادی و پتانسیل بازسازی آن می شود. تمرینات قدرتی به عنوان عاملی برای کاهش قدرت و عملکرد عضلات استفاده می شود. هدف پژوهش تاثیر شش هفته TRX بر میزان پروتئین PAX7 و شاخص های عملکردی قدرت، انعطاف پذیری، چابکی و استقامت قلبی تنفسی بالا و پایین تنه در زنان سالمند است.

مواد و روش ها: پژوهش حاضر به صورت کاربردی و شامل دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون بود. ۳۲ زن سالمند با میانگین سنی $62/5 \pm 5/16$ ، میانگین قد $162/60 \pm 4/68$ ، میانگین وزن $73/92 \pm 9/29$ و با شاخص توده بدنی $27/97 \pm 3/38$ به صورت تصادفی در دو گروه تمرین (n= 16) و کنترل (n= 16) قرار گرفتند. پروتکل تمرینات شامل شش هفته تمرینات TRX که در هر هفته دو جلسه دنبال می شد. ۸ تمرین شامل انواع پارویی، اسکوات زیربغل، جلو بازو، پرس سینه، پرس سرشانه، اسکوات و جلو بازو، پشت بازو و اسکوات+زیربغل+جلو بازو به مدت ۵۰ دقیقه انجام گرفت. همچنین شش آزمون عملکردی فولرتون بعنوان متغیرهای وابسته بصورت پیش و پس آزمون مورد ارزیابی قرار گرفت. ۴۸ ساعت قبل از شروع و پایان آخرین جلسه تمرین، خونگیری انجام گرفت. میزان پروتئین Pax7 به روش الیزا اندازه گیری شد. پس از اثبات طبیعی بودن توزیع داده ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک، آزمون لوین برای همگنی و از آزمون تحلیل کوواریانس یک راه جهت تایید فرضیه ها با نرم افزار SPSS26 انجام گرفت.

نتایج: شش هفته تمرین مقاومتی TRX میزان پروتئین Pax7 را در گروه تمرین افزایش داد که این مقدار افزایش در گروه تمرین نسبت به کنترل معنی دار گزارش شد ($P = 0/001$). همچنین برنامه تمرینات سبب افزایش معنی دار قدرت بالاتنه ($P = 0/011$)، انعطاف بالاتنه ($P = 0/001$)، انعطاف پایین تنه ($P = 0/001$)، چابکی ($P = 0/018$) و استقامت قلبی - تنفسی ($P = 0/008$) زنان سالمند شد. همچنین قابل ذکر است شش هفته تمرین مقاومتی TRX بر قدرت پایین تنه ($P = 0/479$) تاثیر معنی دار نداشت.

نتیجه گیری: شش هفته تمرین TRX افزایش قابل توجهی در میزان پروتئین Pax7 سطح سرمی زنان سالمند داشت و همچنین موجب بهبود در شاخص های عملکردی قدرت بالاتنه، انعطاف پذیری بالاتنه و پایین تنه و استقامت قلبی - تنفسی پس از شش هفته برنامه تمرینی داشت. باتوجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش در خصوص فاکتورهای عملکردی، می توان از این روش تمرینی برای بهبود آمادگی عملکردی در افراد سالمند استفاده گردد. همچنین به دلیل عدم تاثیر این پروتکل بر قدرت پایین تنه زنان و با توجه به اهمیت زیاد قدرت پایین تنه در جلوگیری از زمین خوردن و بهبود کیفیت زندگی سالمندان پیشنهاد می شود تا از پروتکل تعدیل شده با تمرینات بیشتر و موثر بر اندام تحتانی جهت افزایش قدرت اندام تحتانی، ظرفیت عملکردی و کنترل وضعیتی سالمندان استفاده شود.

واژه های کلیدی: تمرینات TRX، پروتئین PAX7، شاخص های عملکردی بالاتنه و پایین تنه، زنان سالمند

نحوه استناد به این مقاله: خزائیلی ف، صالح پور م، اسکندری آ. تاثیر تمرین معلق TRX بر بیان پروتئین PAX7 عضله و شاخص های عملکردی زنان سالمند. نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. ۱۴۰۴؛ ۱۸(۳): ۴-۴.
* رایانامه نویسنده مسئول: salehpour@sru.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۵ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۲

سالمندی یک فرآیند بیولوژیکی پیچیده است که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، اپی ژنتیکی، محیطی و اجتماعی قرار دارد. این فرآیند با کاهش تدریجی عملکرد فیزیکی بدن و افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن مرتبط با افزایش سن مانند بیماری‌های قلبی عروقی، بیماری‌های تخریب کننده عصبی سرطان و سارکوپنی همراه است [۱، ۲]. سارکوپنی از دست دادن تدریجی توده عضلانی، قدرت و عملکرد فیزیکی در طول پیری است [۳، ۴]. سارکوپنی به طور فزاینده‌ای به عنوان یک عامل برای وقوع پیامدهای منفی سلامت در اواخر زندگی (مانند زمین خوردن، عوارض، ناتوانی، از دست دادن استقلال و مرگ و میر) شناخته شده است [۵، ۶]. در واقع، سارکوپنی به عنوان یک نشانگر زیستی معتبر تأیید می‌شود. [۷]. تقریباً ۱۰ درصد برای افراد مسن ۶۰ تا ۷۰ سال و ۳۰ درصد برای افراد بالای ۸۰ سال رخ می‌دهد که منجر به کاهش و فرسودگی سلول‌های ماهواره ایی می‌شود [۸، ۹]. SCs در یک طاقچه تخصصی در زیر لایه بازال میو فیبرها قرار دارند که در حالت عادی غیرفعال بوده و در سکون به سر می‌برند، اما در پاسخ به محرک‌های فیزیولوژیکی یا پاتولوژیک (مانند کشش، ورزش)، فعال شده و فاکتور رونویسی Pax7^۲ را بیان می‌کنند تا تکثیر شوند و میوبلاست تولیدکنند [۱۰-۱۲]. فاکتور رونویسی Pax7 متعلق به گروهی از پروتئین‌هایی است که توسط ژن‌های Pax کدگذاری شده‌اند که نام آن‌ها از حوزه اتصال به DNA به نام "جفت" گرفته شده است. این پروتئین‌ها عملکردهای مهمی در طول اندام زایی، تقسیم سلولی و تمایز دارند. این پروتئین وظیفه تنظیم تقسیم و تمایز SCs را بر عهده دارد. اثرات Pax7 شامل تأثیر بر پروتئین‌های تمایز میوژنیک (MyoD) و فاکتور میوژنیک ۵ (Myf5) است که متعلق به عوامل تنظیم کننده میوژنیک (MRFs) می‌باشد [۱۳]. اولین مرحله در فرآیند ترمیم عضله، فعال کردن SCs خاموش و بیان فاکتور Pax7 است که منجر به تنظیم مجدد MyoD می‌شود [۱۴]. بدین ترتیب MuSCs به بیان Pax7 نیاز دارند به این دلیل که مسئول بقای سلول‌های ماهواره‌ای می‌باشد [۹]. از آنجایی که Pax7 توسط هیچ نوع سلول دیگری در بافت عضلانی بیان نمی‌شود بنابراین به عنوان یک نشانگر ارزشمند برای MuSCs^۵ در میوفیبرها در بزرگسالی عمل کرده است [۱۲]. بنابراین این فرضیه وجود دارد که MuSCs ممکن است در توسعه و یا درمان سارکوپنی کلیدی باشند [۵].

با افزایش سن، تعداد و فعالیت SCs کاهش می‌یابد و باعث افزایش بیشتر آتروفی عضلانی می‌شود [۹]. این پدیده به کاهش واحدهای حرکتی و به طور قابل توجهی به از دست دادن توده و قدرت عضلانی و در نتیجه کاهش آمادگی جسمی و عملکردی در سالمندان منجر خواهد شد [۱۵-۱۷]. که به بروز ناتوانی جسمی، و در نتیجه از دست دادن آمادگی عملکردی در شاخصهای قلبی-تنفسی، انعطاف پذیری، تولید نیرو و قدرت عضلانی، چابکی و در نتیجه کاهش کیفیت زندگی می‌انجامد [۱۸].

با توجه به افزایش روزافزون جمعیت سالخورده جهان، شناسایی راهبردهای پیشگیری و درمان بیماری‌های مرتبط با پیری به یک اولویت تبدیل شده است. بنابراین، تلاش‌های هماهنگ برای توسعه درمان‌هایی که بتوانند پیری MuSCs را کاهش داده و بیماری‌های مرتبط با پیری را درمان کنند، ضروری است [۱۹]. علیرغم افزایش سریع تحقیقات در زمینه درمانی سارکوپنی، هیچ داروی خاصی برای درمان سارکوپنی تأیید نشده است [۲۰]. ورزش همچنان درمان اولیه سارکوپنی است [۲۱]. خوشبختانه، عضلات اسکلتی دارای قابلیت‌های بازسازی قابل توجهی هستند و از دست دادن عضلات مرتبط با افزایش سن را می‌توان به میزان زیادی با ورزش کاهش داد [۱۶]. می‌توان گفت MuSCs با بازسازی بافت عضله، عملکرد محافظتی ناشی از ورزش تحت شرایط پاتولوژیک و پیری را دارند [۲۲].

^۱Satellite cells (SCs)

^۲Paired Box 7 (Pax 7)

^۳ Myogenic differentiation protein (MyoD)

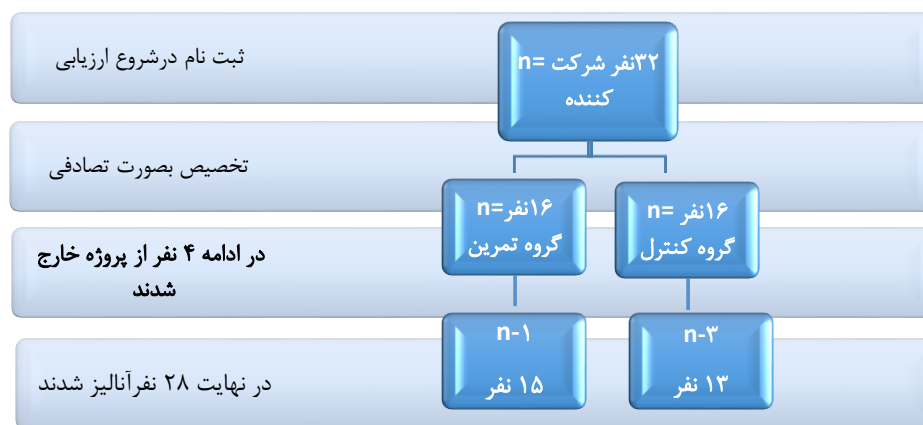
^۴ Myogenic regulatory factors (MRFs)

Muscle satellite cells (MuSCs)

ورزش مقاومتی، بعنوان طب سالمندی در نظر گرفته شده است و قدرت و عملکرد عضلانی را بهبود می‌بخشد [۲۳، ۲۴]. در این بین تمرینات TRX که به عنوان یک روش معتبر برای خنثی کردن اثر پیری بر توده بدن پیشنهاد شده است [۲۵]. این تمرینات منجر به فعال سازی سلول‌های ماهواره‌ای و افزایش بازسازی و عملکرد عضله‌ها و در نتیجه بهبود فنوتیپ سارکوپنیک می‌شود [۱۶]. تمرین مقاومتی با فعال کردن آبخار سیگنالینگ IGF1, IL-6/JAK/STAT3 منجر به فعال سازی سلول‌های ماهواره‌ای و افزایش تکثیر MuSCs می‌شود [۲۲، ۲۶] و نقش مهمی در سنتز پروتئین عضلانی و در نتیجه بهبود تولید نیرو و قدرت عضلانی ایفا می‌کند [۲۷]. پروتئین PAX7 نقش مهمی در بازسازی و ترمیم بافت عضلانی دارد. با افزایش سن، بیان این پروتئین کاهش می‌یابد که می‌تواند منجر به سارکوپنیا (از دست دادن توده و قدرت عضلانی) در سالمندان شود. با توجه به پیری و زوال سلول‌های بنیادی عضله در تشدید سارکوپنیا و با در نظر گرفتن یافته‌های مبنی بر تاثیر فعالیت ورزشی بخصوص تمرینات مقاومتی در پیشگیری از پیشرفت سارکوپنیا در افراد مسن سوال اصلی این است که آیا تمرینات معلق TRX می‌تواند بیان PAX7 را در عضلات زنان سالمند افزایش دهد و آیا این تغییرات مولکولی با بهبود شاخص‌های عملکردی همراه است [۲۸] [۱۶]. هدف ما از این پژوهش با توجه به کمبود مطالعات در این خصوص، تعیین نقش TRX به مدت شش هفته به عنوان یک مداخله غیر دارویی کم هزینه نسبت به دستگاه‌ها و تجهیزات گرانبه‌تر برای تمرینات مقاومتی، به ویژه در ارتباط با میزان پروتئین Pax7 که در گسترش استخر SCs و تمایز آنها ایفای نقش می‌کند و شاخص‌های عملکردی در زنان سالمند می‌باشد.

روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش: تحقیق حاضر به صورت کاربردی، با روش نیمه تجربی شامل پیش آزمون- پس آزمون با گروه کنترل است. جمع آوری داده‌ها به صورت میدانی و آزمایشگاهی بود. در این تحقیق ۳۲ نفر از سالمندان زن شهر تهران با میانگین سنی $62/5 \pm 5/16$ ، میانگین قد $162/60 \pm 4/68$ ، میانگین وزن $73/92 \pm 9/29$ و با شاخص توده بدنی $27/97 \pm 3/38$ انتخاب شدند و به صورت تصادفی در دو گروه تمرین ($n=16$) و کنترل ($n=16$) جای گرفتند. ملاک ورود به این پژوهش دارا بودن سن ۶۰ سال به بالا، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی، دیابت، بیماری‌های خونی، کبدی، کلیوی، گوارشی، اختلالات هورمونی و سایر بیماری‌های مزمن بود. همچنین طی یکسال گذشته تحت عمل جراحی قرار نگرفته باشند. ضمناً هیچ ممنوعیت پزشکی برای انجام فعالیت ورزشی نداشته باشند و در طول مدت تمرین در هیچ فعالیت ورزشی دیگری شرکت نکنند. معیار خروج نیز عدم تمایل به شرکت در فعالیت، داشتن بیماری‌های خاص، عدم کسب امتیاز لازم در آزمون‌های عملکردی و داشتن غیبت بیش از یک جلسه بود. جلسات آموزشی و توجیهی نیز یک هفته قبل از شروع تمرین انجام گرفت. با تکمیل رضایت نامه توسط شرکت کنندگان به آنها اطمینان داده شد که در هر مرحله از تمرین مجاز هستند فرایند تمرین را ترک کنند. معیارهای ورود با استفاده از پرسشنامه آمادگی فعالیت بدنی (PAR-Q) و پرسشنامه سلامت/سابقه پزشکی به مطالعه توسط یک پزشک مورد ارزیابی قرار گرفت. بعد از تکمیل رضایتنامه و پرسشنامه آگاهی‌های پزشکی- ورزشی و تشریح روند پژوهش به آزمودنی‌ها توصیه شد که از هر گونه فعالیت بدنی شدید تا ۴۸ ساعت قبل از گرفتن نمونه خون خودداری کنند. پرسشنامه مربوط به یاد آمد غذایی نیز مورد بررسی قرار می‌گرفت. کد اخلاق از پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی با شناسه SSRI.REC-2309-2436 اخذ گردید.



شکل ۱. دیاگرام جامعه آماری

روش اجرای پژوهش: قبل از شروع پروتکل توسط پزشک دانشگاه از شرکت کنندگان نمونه گیری از خون به میزان ۳-۵ میلی لیتر از ورید کوبیتال انجام شد. سپس اندازه گیری وزن بدن با استفاده از ترازوی دیجیتال انجام گرفت. قد با استفاده از استادیومتر اندازه گیری شد و در نهایت شاخص توده بدنی (BMI) ارزیابی شد. در نهایت تست های عملکردی فولرتون^۴ ۴۸ ساعت قبل و بعد از تمرین انجام گرفت. تست های فولرتون شامل نشستن و برخاستن از صندلی به ارتفاع ۴۰ سانتی متر در مدت ۳۰ ثانیه برای ارزیابی قدرت پایین تنه، جلو بازو در حالت نشسته بر روی صندلی ۴۰ سانتی متری با وزنه ۲/۵ کیلوگرمی در مدت ۳۰ ثانیه برای ارزیابی قدرت بالا تنه، رساندن دست ها از پشت برای ارزیابی انعطاف پذیری بالا تنه، نشستن بر روی صندلی ۴۰ سانتی متری و رساندن دست ها برای ارزیابی انعطاف پذیری پایین تنه، طی کردن مسیر رفت و برگشت ۲/۲۴ متر از حالت نشسته روی صندلی برای ارزیابی چابکی و تست شش دقیقه راه رفتن (میزان مسافت طی شده بصورت راه رفتن با حداکثر سرعت ممکن بدون دودیدن) به منظور ارزیابی استقامت هوازی شرکت کنندگان انجام شد. قبل از انجام تست های فولرتون گرم کرده سبک و اختصاصی انجام شد [۲۵].

برنامه تمرینی به مدت شش هفته و هفته ای دو جلسه به مدت پنجاه دقیقه انجام شد. در ابتدا به افراد آموزش های لازم در ارتباط با نحوه صحیح انجام حرکات داده شد. افراد می بایست در هر جلسه هشت تمرین را در یک ست انجام می دادند؛ معمولاً شرکت کنندگان در هر ست تمرین ۴۵ ثانیه ای، تعداد ۱۵-۲۰ تکرار را بسته به احساس راحتی که داشتند در شدت های مختلف انجام می دادند. مناسب سازی شدت تمرین در طول این شش هفته به تدریج زاویه قرارگیری بدن نسبت به نقطه اتصال، تعداد تکرارها و بطور کلی شدت تمرینات اضافه می شد. البته در طول این مدت، شدت تمرین بطور نسبی افزایش می یافت آن هم از طریق ضربان قلب، شاخص خستگی بورگ، گفتگو و حس انگیزشی که توسط تیم پژوهش بر شرکت کنندگان القاء می گردید، مناسب سازی می شد [۲۵].

روش های آزمایشگاهی: نمونه گیری از ورید کوبیتال، ۴۸ ساعت قبل و بعد از اجرای آزمایش انجام شد. اندازه گیری پروتئین PAX7 به روش الایزا با استفاده از کیت پروتئین PAX7 با شماره MBS2606278 از شرکت MyBioSource و توسط دستگاه میکروپلیت ریدر در طول موج ۴۵۰ نانومتر صورت گرفت. تمام مراحل نمونه گیری در آزمایشگاه علوم پزشکی دانشگاه تهران انجام شد

نتایج

طبیعی بودن توزیع داده های مطالعه با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک تایید شد. برای آزمون فرضیه های تحقیق از تحلیل کوواریانس یک راهه و دو پیش فرض اصلی آن یعنی آزمون همگنی شیب رگرسیون و آزمون همگنی واریانس ها با آزمون لون استفاده شد. همچنین داده های حاصل به وسیله نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. جدول ۲ به مقایسه میانگین شاخص های عمومی بین دو گروه تمرین و کنترل می پردازد...

^۴Fullerton Functional Test

جدول ۲: میانگین شاخص های عمومی بین دو گروه تمرین و کنترل

متغیرها	گروه کنترل		گروه تمرین	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
وزن (kg)	۷۲/۶۹±۴/۹۵	۷۲/۷۶±۴/۹۸	۷۵±۱۱/۹۵	۷۱/۸۶±۷/۸۹
شاخص توده بدنی (kg/m ²)	۲۸/۳۳±۲/۱۸	۲۸/۳۶±۲/۲۷	۲۷/۶۵±۴/۲۲	۲۶/۰۵±۴/۰۰۳
سن (سال)	۶۴/۳۸±۴/۰۳		۶۰/۸۶±۵/۶۰	
قد (cm)	۱۶۰/۳۰±۵/۶۷		۱۶۴/۶۰±۲/۳۵	
تعداد	۱۳		۱۵	

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، تفاوت‌های قابل توجهی را در متغیرهای مورد بررسی بین گروه تمرین و کنترل نشان داد. همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای تحقیق در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون بیانگر تغییرات معناداری در گروه تمرین است.

جدول ۳- میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای تحقیق دو گروه تمرین و کنترل در مراحل آزمون

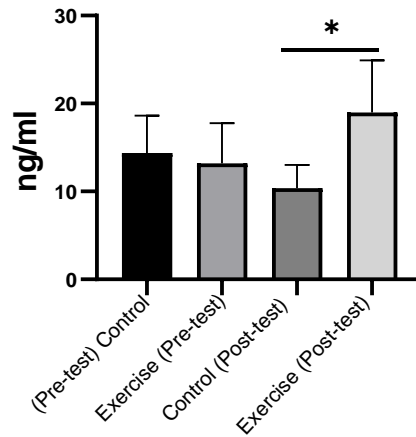
متغیرها	گروه کنترل		گروه تمرین	
	پیش آزمون	پس آزمون	قبل مداخله	بعد مداخله
پروتئین PAX7 (ng/mL)	38/18 ± 14/1	39/72 ± 10/0	21/17 ± 13/1	98/54 ± 18/1
قدرت بالاتنه (تعداد)	46/70 ± 16/1	18/25 ± 1	40/21 ± 16/1	93/11 ± 21/1
قدرت پایین تنه (تعداد)	38/52 ± 11/0	69/99 ± 13/0	80/88 ± 12/0	26/60 ± 15/0
انعطاف بالاتنه (cm)	17/22 ± -3	23/76 ± -21/2	89/33 ± -6/0	06/69 ± -1
انعطاف پایین تنه (cm)	15/95 ± -8/3	38/04 ± -11/4	26/03 ± -2/1	40/86 ± 4/0
چابکی (ثانیه)	60/95 ± 7/0	90/79 ± 7/0	85/46 ± 4/0	84/27 ± 4/0
استقامت هوازی (مسافت طی شده به متر)	398/32 ± 15/09	398/33 ± 15/24	۵۴۵/۱۷±۸۶/۳۹	۵۹۸/۲۰±۶۶/۷۶

نتایج آزمون تحلیل کواریانس نشان داد که شش هفته تمرین TRX میزان پروتئین Pax7 را در گروه تمرین افزایش داد که این مقدار افزایش در گروه تمرین نسبت به کنترل معنی دار گزارش شد ($P = 0/001$) (نمودار ۱).

جدول ۵- نتایج آزمون تحلیل کواریانس در متغیر PAX7

متغیر	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی داری	اندازه اثر
PAX7 (ng/mL)	۱	۳۴۴/۱۳۷	۱۶/۱۴۱	۰/۰۰۱	۰/۴۱۲

سطح معنی داری: $P \geq 0/05$



شکل ۱- اندازه گیری میزان پروتئین Pax7 قبل و بعد از تمرین

بحث

تحقیقات بر روی SC اخیراً برای ارزیابی نقش آشکار آنها در رشد عضلانی افزایش یافته است [۲۹]. آزمایش حاضر جزء اولین مطالعه‌ها برای ارزیابی پاسخ‌های نشانگر مربوط به SC با برنامه تمرینی TRX بر روی زنان سالمند است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که تمرین TRX می‌تواند راهبردی مؤثر برای بهبود میزان پروتئین Pax7 نشانگر مرتبط با سلول‌های ماهواره‌ای و شاخص‌های عملکردی مانند قدرت عضلانی، انعطاف پذیری، چابکی و استقامت قلبی - تنفسی در زنان سالمند باشد. این یافته‌ها از پتانسیل تمرین TRX برای پیشگیری و درمان سارکوپنی در افراد مسن حمایت می‌کند. در مطالعه حاضر پس از شش هفته تمرین TRX میزان پروتئین Pax7 در گروه تمرین افزایش یافت که مقدار این افزایش در گروه تمرین نسبت به کنترل معنی دار گزارش شد. مقدم و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی نشان دادند هشت هفته تمرین مقاومتی پیشرونده در مردان سارکوپنیک مسن، افزایش بیان نشانگرهای Pax7، MyoD و MRF را به دنبال دارد [۳۰]. نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه مقدم و همکاران در نمونه گیری و آنالیز خون و افزایش نشانگر Pax7 سلول‌های ماهواره‌ای همسو بود. همچنین اسنیجر و همکاران (۲۰۱۹) پاسخ سلول‌های ماهواره‌ای را به ۱۲ جلسه تمرین مقاومتی در مردان مسن ارزیابی کردند. ۱۴ مرد مسن (۸ ± ۷۴ سال) در یک برنامه تمرینی ورزشی ۱۲ هفته‌ای (تمرین مقدماتی دوبار در هفته، تمرین تناوبی با شدت بالا یک بار در هفته) شرکت کردند. قبل و بعد از تمرین، نمونه‌برداری از طریق پوست از عضله پهلو خارجی قبل و بعد از ۲۴ و ۴۸ ساعت ریکاوری پس از تمرین گرفته شد و افزایش قابل توجهی در تعداد سلول‌های ماهواره‌ای و بیان ژن Pax7 و MyoD در پاسخ به تمرین مقاومتی مشاهده کردند [۲۸]. مطالعه حاضر با مطالعه اسنیجر و همکاران نیز در پاسخ سلول‌های ماهواره‌ای و افزایش پروتئین Pax7 همسو بود. باتوجه به اینکه در اثر تمرینات مقاومتی، طیف وسیعی از محرک‌ها و فاکتورهای رشدی مانند IGF1 و مایوکاین‌ها مانند IL6 و همچنین فاکتورهای تنظیم کننده متابولیسم عضله مانند SIRT1 فعال شده و بصورت آبشاری منجر به فعال شدن SCs و در نتیجه بیان فاکتور رونویسی Pax7 و به دنبال آن بیان MRFs، که در تکثیر و تمایز میوبلاست نقش دارند میوزن رخ داده و به رشد و بازسازی عضلات می‌انجامد [۳۱، ۳۲]. بنابراین براساس نتایج این مطالعه، پس از شش هفته تمرین TRX افزایش قابل توجهی در میزان پروتئین Pax7 سطح سرمی زنان سالمند گزارش شد که احتمالاً از این پروتکل تمرینی می‌توان به عنوان یک استراتژی برای افزایش SCs، در شرکت کنندگان سالمند و افزایش توده و عملکرد عضلانی آنها استفاده کرد. همچنین پس از شش هفته تمرین TRX، میزان قدرت بالاتنه، قدرت پایین تنه، انعطاف بالاتنه، انعطاف پایین تنه، چابکی و استقامت قلبی - تنفسی در گروه تمرین افزایش یافت که مقدار این افزایش در گروه تمرین نسبت به کنترل معنی دار گزارش شد ($P < 0.05$). در این راستا نتایج مطالعه پیرل و همکارانش (۲۰۲۲) نشان داد که برنامه شش هفته‌ای تمرین TRX در سالمندان باعث بهبود زیاد در چهار مؤلفه آمادگی

جسمانی از جمله ترکیب بدن، قدرت، ظرفیت عملکردی (در ثبات مرکزی) و تعادل کلی آنان می شود [۲۵]. مطالعه حاضر به لحاظ مدت زمان شش هفته تمرینات TRX و نتایج مطالعه در بهبود قدرت بالاتنه با مطالعه پیرل همسو بود. کامپا و همکاران (2018) نیز مطالعه‌ای را برای بهبود قدرت عضلانی بالاتنه با تغییر زاویه/موقعیت بدن با یک پروتکل تمرینی ۱۲ هفته‌ای تعلیق، با استفاده از شش تمرین، برای ۳۰ زن مسن اجرا کرد. قدرت عضلانی بالاتنه از طریق یک دینامومتر دستی ارزیابی شد. این محققان پیشنهاد کردند که برنامه‌های تمرینی TRX نمرات افراد مسن را در قدرت گرفتن دست و ترکیب بدن بهبود می‌بخشد [۳۳]. مطالعه حاضر با مطالعه کامپا از نظر شرکت کنندگان پژوهش که زنان سالمند بود و همچنین افزایش قابل توجه در قدرت بالاتنه همسو بود. باتوجه به افزایش در قدرت بالاتنه طی شش هفته تمرین TRX در زنان سالمند به نظر می‌رسد نقشی که SCs در پاسخ عضلانی به تمرین TRX ایفا می‌کنند، منجر به پاسخ عضلانی بدون هایپرتروفی قابل توجه می‌شود و احتمالاً افزایش در قدرت بالاتنه بر اثر سازگاری‌های عصبی عضلانی از جمله فراخوانی بیشتر تارهای عضلانی، به تعویق انداختن خستگی عضلانی که منجر به تسهیل انقباض، افزایش هماهنگی عضلات آگونیست و آنتگونیست و در نتیجه افزایش توانایی عضله برای تولید نیرو می‌شود [۳۴]. همچنین علت عدم تاثیر این تمرینات بر قدرت پایین تنه احتمالاً به چند دلیل از جمله تعداد کمتر تمرینات پایین تنه در این پروتکل، فرصت زمانی کم، ماهیت تمرین TRX و دلیل دیگر آن ضعیف تر بودن عضلات اندام تحتانی زنان سالمند بدلیل فیزیولوژیکی و فرایند یائسگی است که به مدت زمان بیشتری برای تاثیر این تمرینات نیاز هست [۳۵]. کارنیو و همکاران (۲۰۱۵) هم تأثیر RT بر انعطاف‌پذیری ۵۳ زن مسن (بیش از ۶۰ سال) را بررسی کردند. این برنامه شامل یک برنامه کل بدن با هشت تمرین که متشکل از یک تمرین با وزنه آزاد و هفت تمرین با دستگاه بود که به مدت ۱۲ هفته انجام شد و نشان داد که ۱۲ هفته RT باعث بهبود یا حداقل حفظ انعطاف‌پذیری حرکات مختلف مفصل در زنان مسن شد [۳۶]. مطالعه حاضر با نتایج کارنیو در افزایش و حفظ انعطاف‌پذیری در زنان سالمند همسو بود. احتمالاً دلیل پیشرفت‌های قابل توجه در انعطاف بالاتنه و پایین تنه شرکت کنندگان در این مطالعه می‌تواند به دلیل تاثیر تمرینات مقاومتی بر روی دامنه حرکتی باشد که نشان می‌دهد دامنه حرکتی، با این نوع تمرینات افزایش می‌یابد و دلیل دیگر آن ماهیت تمرین TRX است که در آن عضلات علاوه بر انقباض، تحت کشش نیز قرار می‌گیرند [۱۸]. فرناندز و همکاران (۲۰۱۷) نیز تأثیر RT بر آمادگی قلبی-تنفسی ۸۸ مرد و زن مسن (3 ± 69 سال) را بررسی کردند. نتایج مطالعه فرناندز نشان داد که RT منجر به بهبود قابل توجهی در آمادگی قلبی-تنفسی در طول دوره تمرین شد [۳۷]. نتایج مطالعه ما با نتایج مطالعه فرناندز در بهبود آمادگی قلبی-تنفسی همسو است. تمرینات مقاومتی مبتنی بر تمرین دایره‌ای، با نسبت مناسب کار به استراحت، یک استراتژی موثر در بهبود مصرف اکسیژن، تهویه ریوی، قدرت و ظرفیت عملکردی است [۳۸]. بنابراین با توجه به ویژگی دایره‌ای تمرینات TRX و نیز با توجه به افزایش در استقامت قلبی-تنفسی طی شش هفته تمرین TRX در زنان سالمند به نظر می‌رسد این تمرینات جهت افزایش استقامت قلبی-تنفسی مفید می‌باشد. مطالعه رد ریگس و همکاران (۲۰۲۳) نیز اثرات یک برنامه ورزشی ۲۴ هفته‌ای کم هزینه را بر آمادگی عملکردی مرتبط با سلامت در ۴۸ فرد سالمند با میانگین سنی $64/73 \pm 5/93$ سال مورد مطالعه قرار دارند نتایج آن‌ها نشان داد تمرینات قدرتی می‌تواند با افزایش چابکی و تعادل همراه باشد، زیرا تمرین مقاومتی شامل حرکات تولید نیرو و لحظات انفجاری است، مانند کشش زانو در حالت ایستاده که مربوط به چابکی و تعادل است [۱۸]. مطالعه حاضر نیز بهبودهایی را در مولفه چابکی پس از شش هفته برنامه تمرینی شناسایی کرد که می‌تواند هنگام طراحی یک برنامه پیشگیری از پیامدهای منفی سلامت در جمعیت سالمند مفید باشد. زیرا این برنامه تمرینی شامل تمریناتی مشابه نیازهای فعالیت روزانه می‌باشد، و احتمالاً به این دلیل شرکت کنندگان از تأثیر مفید تمرین چابکی بهرمنند شدند [۱۸]. مطالعه حاضر دارای محدودیت‌هایی است. اگرچه در این مطالعه میزان پروتئین را با استفاده از نمونه‌های بیوپسی اندازه‌گیری نکرده‌است، اما بهبود در میزان پروتئین Pax7 را بعنوان نشانگر مرتبط با SCs ها در گردش خون زنان سالمند نشان می‌دهد. علاوه، این مطالعه قادر به ارزیابی ضخامت عضله یا سطح مقطع نبود، که می‌توانست تغییرات ترکیب بدن را نیز گزارش کند. همچنین شرکت کنندگان این مطالعه زنان سالمند بودند و از این رو نمی‌توانیم نتایج خود را به سایر جمعیت‌ها یا جنسیت‌ها تعمیم دهیم.

نتیجه گیری

مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات مقاومتی به طور قابل توجهی قادر به بهبود قدرت و عملکرد عضلانی در جمعیت سالمند بوده و به عنوان رویکردی درمانی در طب سالمندی محسوب می‌شود [23, 39]. تمرینات TRX به عنوان روشی مقاومتی مبتنی بر وزن بدن، در دسترس و کم هزینه جهت مقابله با تغییرات فیزیولوژیکی ناشی از پیری پیشنهاد شده است [۲۵]. مکانیسم احتمالی اثرگذاری شامل

⁸ Carneiro et al.

⁹ Fernández et al.

فعال سازی سلول های ماهواره ای، افزایش بازسازی، هایپرتروفی و بهبود عملکرد عضلانی با هدف اصلاح فنوتیپ سارکوپنیک می باشد [۱۶].

مطالعه مداخله ای شش هفته ای TRX نشان داد که این روش تمرینی منجر به افزایش معنادار سطح پروتئین Pax7 (نشانگر سلول های ماهواره ای) در گردش خون شرکت کنندگان زن سالمند گردید. همچنین، بهبودهای قابل توجهی در پارامترهای عملکردی شامل قدرت عضلانی بالاتنه، انعطاف پذیری بالاتنه و پایین تنه و استقامت قلبی-تنفسی مشاهده شد. علی رغم پیشرفت های مذکور، نتایج نشان داد که شش هفته تمرینات TRX تأثیر معناداری بر قدرت اندام تحتانی زنان سالمند نداشته است. این عدم پاسخ احتمالاً ناشی از تعامل پیچیده عوامل فیزیولوژیکی مرتبط با فرآیند یائسگی، محدودیت های ذاتی تمرینات تعلیقی و کوتاه بودن دوره مداخله می باشد. از آنجا که پیری فرآیندی غیرقابل برگشت است که تغییرات ساختاری و عملکردی در ترکیب و قدرت بدن ایجاد می کند، توصیه می شود افراد مسن در تمرینات مقاومتی سیستماتیک مشارکت نمایند. استفاده از ابزار تعلیق در محیط خانگی پتانسیل کاهش اثرات منفی پیری را از طریق بهبود معیارهای ترکیب بدن و قدرت دارا می باشد و می تواند جایگزین مناسبی برای تمرین های مقاومتی سنتی باشد. با توجه به نتایج حاصل در زمینه فاکتورهای عملکردی، این روش تمرینی می تواند راهکاری مؤثر برای ارتقای آمادگی عملکردی در جمعیت سالمند محسوب شود. با نظر به اهمیت حیاتی قدرت اندام تحتانی در پیشگیری از سقوط و بهبود کیفیت زندگی سالمندان، پیشنهاد می گردد پروتکل های آتی با تمرکز بر تمرینات تخصصی اندام تحتانی، مدت زمان طولانی تر و شدت مناسب طراحی شوند تا قدرت، ظرفیت عملکردی و کنترل وضعیتی سالمندان را به طور مؤثرتر ارتقا بخشند.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همه عزیزانی که ما را در اجرای این پژوهش یاری کرده اند کمال تشکر و سپاسگزاری را داریم.

منابع

1. Mazareizadeh A, Hashemi FS, Ershadi R. The effect of 8 weeks of high-intensity interval training (HIIT) Tribulus terrestris supplementation on serum BDNF and EGF21 in obese women. *Journal of Jiroft University of Medical Sciences*. 2021;8(3):719-27.
2. Rodríguez-Hernández H, Simental-Mendía LE, Rodríguez-Ramírez G, Reyes-Romero MA. Obesity and inflammation: epidemiology, risk factors, and markers of inflammation. *International journal of endocrinology*. 2013;2013.
3. Boutari C, Mantzoros CS. A 2022 update on the epidemiology of obesity and a call to action: as its twin COVID-19 pandemic appears to be receding, the obesity and dysmetabolism pandemic continues to rage on. *Elsevier*; 2022. p. 155217.
4. Vickers NJ. Animal communication: when i'm calling you, will you answer too? *Current biology*. 2017;27(14):R713-R5.
5. Slevin E, Truesdale-Kennedy M, McConkey R, Livingstone B, Fleming P. Obesity and overweight in intellectual and non-intellectually disabled children. *Journal of Intellectual Disability Research*. 2014;58(3):211-20.
6. Abdolsamadi H, Vahedi M, Borzouei S, Soltanian A, Hosseini A, Avval MZ. Evaluation the Relationship Between Serum and Salivary Levels of 25 (OH) Vit. D with Type II Diabetes in Newly Diagnosed Diabetics. *Journal of Molecular Biology Research*. 2018;8(1):108-.
7. Mehdizadeh R, Haseli S. The Effect of Resistance Training on Indices of Lung and Body Composition in Obese and Overweight Women with Type 2 Diabetes. *Journal of Sport Biosciences*. 2015;7(4):563-78.
8. Michalakis K, Panagiotou G, Ilias I, Pazaitou-Panayiotou K. Obesity and COVID-19: A jigsaw puzzle with still missing pieces. *Clin Obes*. 2021;11(1):e12420.
9. Kazemizadeh V, Behpour N. The Effect of Sleep Deprivation on Objective and Subjective Physiological Responses of Student-Athletes. *Journal of Health and Safety at Work*. 2022;12(1):222-36.
10. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P, et al. Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2010;20(8):608-17.
11. Osborn O, Brownell S, Sanchez-Alavez M, Salomon D, Gram H, Bartfai T. Treatment with an Interleukin 1 beta antibody improves glycemic control in diet-induced obesity. *Cytokine*. 2008;44(1):141-8.

12. Moradi N, Azizi M, Niromand E, Tahmasebi W. The effect of combined training with quinoa seed supplementation on total antioxidant capacity, HbA1c, lipid profile, and blood pressure in women with type 2 diabetes. *Sport Sciences for Health*. 2024.
13. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, et al. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes care*. 2010;33(12):e147-e67.
14. Adab Z, Eghtesadi S, Vafa MR, Heydari I, Shojaii A, Haqqani H, et al. Effect of turmeric on glycemic status, lipid profile, hs-CRP, and total antioxidant capacity in hyperlipidemic type 2 diabetes mellitus patients. *Phytotherapy Research*. 2019;33(4):1173-81.
15. Mohammadi A, Sahebkar A, Iranshahi M, Amini M, Khojasteh R, Ghayour-Mobarhan M, et al. Effects of supplementation with curcuminoids on dyslipidemia in obese patients: a randomized crossover trial. *Phytotherapy Research*. 2013;27(3):374-9.
16. Woon EC, Toh JD. *Antiobesity Effects of Natural Products from an Epigenetic Perspective*. *Studies in Natural Products Chemistry*. 41: Elsevier; 2014. p. 161-93.
17. Jazayeri-Tehrani SA, Rezayat SM, Mansouri S, Qorbani M, Alavian SM, Daneshi-Maskooni M, et al. Nano-curcumin improves glucose indices, lipids, inflammation, and Nesfatin in overweight and obese patients with non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD): a double-blind randomized placebo-controlled clinical trial. *Nutrition & metabolism*. 2019;16(1):1-13.
18. Weisberg SP, Leibel R, Tortoriello DV. Dietary curcumin significantly improves obesity-associated inflammation and diabetes in mouse models of diabetes. *Endocrinology*. 2008;149(7):3549-58.
19. Altobelli E, Angeletti PM, Marziliano C, Mastrodomenico M, Giuliani AR, Petrocelli R. Potential therapeutic effects of curcumin on glycemic and lipid profile in uncomplicated type 2 diabetes—a meta-analysis of randomized controlled trial. *Nutrients*. 2021;13(2):404.
20. Zamani SK, Rezagholizadeh M. Effect of eight-week curcumin supplementation with endurance training on glycemic indexes in middle age women with type 2 diabetes in Iran. A preliminary study. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2021;15(3):963-7.
21. Naghizadeh H, Heydari F. The effect of 12 weeks of HIIT and curcumin consumption on oxidative indices in obese men with type-2 diabetes mellitus. *Journal of Sport and Exercise Physiology*. 2022;15(4):67-81.
22. Dolati S, Namiranian K, Amerian R, Mansouri S, Arshadi S, Azarbayjani MA. The effect of curcumin supplementation and aerobic training on anthropometric indices, serum lipid profiles, C-reactive protein and insulin resistance in overweight women: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of obesity & metabolic syndrome*. 2020;29(1):47.
23. Dadrass A, Mohamadzadeh Salamat K, Hamidi K, Azizbeigi K. Anti-inflammatory effects of vitamin D and resistance training in men with type 2 diabetes mellitus and vitamin D deficiency: a randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*. 2019;18:323-31.
24. Carrillo AE, Flynn MG, Pinkston C, Markofski MM, Jiang Y, Donkin SS, et al. Vitamin D supplementation during exercise training does not alter inflammatory biomarkers in overweight and obese subjects. *European Journal of Applied Physiology*. 2012;112(8):3045-52.
25. Kanaley JA, Colberg SR, Corcoran MH, Malin SK, Rodriguez NR, Crespo CJ, et al. Exercise/physical activity in individuals with type 2 diabetes: a consensus statement from the American College of Sports Medicine. *Medicine and science in sports and exercise*. 2022.
26. Osali A. Aerobic exercise and nano-curcumin supplementation improve inflammation in elderly females with metabolic syndrome. *Diabetology & Metabolic Syndrome*. 2020;12(1):26.
27. Mohammad Zamani T, Kazemizadeh V, Babaei N. The Effect of Aerobic Activity along with Green Tea and Coffee Consumption on Fat Oxidation and Blood Pressure in Overweight Girls. *Journal of Isfahan Medical School*. 2023;41(714):234-42.
28. Porasgari Z, Sakri H, Arshadi S. The effect of eight weeks of Pilates with curcumin supplementation on liver enzymes and lipid profile in overweight and obese women. *Obesity Medicine*. 2022;36:100448.
29. Baba CS, Alexander G, Kalyani B, Pandey R, Rastogi S, Pandey A, et al. Effect of exercise and dietary modification on serum aminotransferase levels in patients with nonalcoholic steatohepatitis. *Journal of gastroenterology and hepatology*. 2006;21(1):191-8.
30. Xiong Y, Peng Q, Cao C, Xu Z, Zhang B. Effect of Different Exercise Methods on Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Meta-Analysis and Meta-Regression. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(6):3242.
31. van der Windt DJ, Sud V, Zhang H, Tsung A, Huang H. The Effects of Physical Exercise on Fatty Liver Disease. *Gene Expr*. 2018;18(2):89-101.
32. Atakan MM, Koşar ŞN, Güzel Y, Tin HT, Yan X. The role of exercise, diet, and cytokines in preventing obesity and improving adipose tissue. *Nutrients*. 2021;13(5):1459.
33. Vari R, Scazzocchio B, Silenzi A, Giovannini C, Masella R. Obesity-associated inflammation: does curcumin exert a beneficial role? *Nutrients*. 2021;13(3):1021.

34. Deng Z, Yang K, Cai X, Mei H, Xiao H, Gao W. The beneficial effects of curcumin supplementation on blood lipid levels among patients with metabolic related diseases in Asia area: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2023;7:1167913.
35. Zingg JM, Hasan ST, Meydani M. Molecular mechanisms of hypolipidemic effects of curcumin. *Biofactors*. 2013;39(1):101-21.
36. Urasaki Y, Le TT. Functional complementation of anti-adipogenic phytonutrients for obesity prevention and management. *Nutrients*. 2022;14(20):4325.
37. Chuengsamarn S, Rattanamongkolgul S, Luechapudiporn R, Phisalaphong C, Jirawatnotai S. Curcumin extract for prevention of type 2 diabetes. *Diabetes care*. 2012;35(11):2121-7.
38. Broadbent S, Rousseau JJ, Tielemans W, Cornish A, Phypers B, Levinger I. Higher intensity interval training improves aerobic capacity and metabolic profile in men with cardiac disease: a pilot study. *Journal of Fitness Research*. 2013;2(1):8-16.
39. Hejazi SM, Soltani M, NORNEMATOLAH S, ZARE M, Aminian F. Effect of Aerobic Exercise on HbA (1) C, Serum Insulin Level, C-peptide and Insulin Resistance in Middle-Aged Women with Type II Diabetes. *LIFE SCIENCE JOURNAL-ACTA ZHENGZHOU UNIVERSITY OVERSEAS EDITION*. 2012;9(4):4276-9.
40. Hordern MD, Dunstan DW, Prins JB, Baker MK, Singh MAF, Coombes JS. Exercise prescription for patients with type 2 diabetes and pre-diabetes: a position statement from Exercise and Sport Science Australia. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2012;15(1):25-31.
41. Shaw JE, Sicree RA, Zimmet PZ. Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. *Diabetes research and clinical practice*. 2010;87(1):4-14.
42. Suárez-Cuenca JA, De La Peña-Sosa G, De La Vega-Moreno K, Banderas-Lares DZ, Salamanca-García M, Martínez-Hernández JE, et al. Enlarged adipocytes from subcutaneous vs. visceral adipose tissue differentially contribute to metabolic dysfunction and atherogenic risk of patients with obesity. *Scientific reports*. 2021;11(1):1831.

پبش
انتشار