

Research Paper

Effect of TRX Suspension Training on Balance, Mobility, Lower Limb Muscle Strength, and Fear of Falling in Older Men



Masoud Moradi¹, Zohreh Eskandari¹, *Masoud Mirmoezzi², Maryam Lashgari¹

1. Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Social Sciences, Raja University, Qazvin, Iran.

2. Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Sport Sciences, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.



Citation Moradi M, Eskandari Z, Mirmoezzi M. [Effect of TRX Suspension Training on Balance, Mobility, Lower Limb Muscle Strength, and Fear of Falling in Older Men (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023; 12(5):868-879. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.5.4>

<https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.5.4>



ABSTRACT

Background and Aims Decreased muscle strength due to aging can lead to neuromuscular disorders, increased risk of falling, decreased function in daily activities, and reduced independence in the elderly. The present study aims to investigate the effect of eight weeks of TRX suspension training on lower limb muscle strength, balance, mobility, and fear of falling in older men.

Methods This is a quasi-experimental. Participants were 30 elderly men with a mean age of 67.9 ± 4.3 years who were assigned into two groups of TRX ($n=16$) and control ($n=14$). In the pre-test phase, lower limb strength was measured by the 30-second chair stand test, functional balance by the Berg balance scale, functional mobility by the timed up & go test, and fear of falling by the falls efficacy scale -international. Then, the TRX group performed the functional training for eight weeks, three sessions per week, each for about one hour. After performing the exercises, post-test assessments were performed in two groups. To compare the groups, the analysis of covariance and Bonferroni post hoc test were used in SPSS software, version 19. The significance level was set at 0.05.

Results The TRX functional training significantly improved lower limb strength, balance, and functional mobility of the elderly ($P \leq 0.001$); however, it had no significant effect on their fear of falling ($P > 0.05$).

Conclusion Given the positive effects of TRX functional training on lower limb strength, functional balance, and mobility of elderly men, it seems that this suspension training can be used to improve lower limb muscle strength, functional balance, and mobility of older men.

Keywords TRX, Balance, Mobility, Fear of falling, Elderly

Received: 20 Oct 2021

Accepted: 01 Nov 2021

Available Online: 23 Nov 2023

* Corresponding Author:

Masoud Mirmoezzi, PhD.

Address: Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Sport Sciences, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Tel: +98 (28) 33901657

E-Mail: massoudmirmoezzi@live.com

Extended Abstract

Introduction

Progressive decline in physiological capacity and loss of ability to respond to environmental stressors with the increase in age can increase the vulnerability of older adults to disorders.

One of the common and important problems in old age is decreased balance, increased risk of falling, and fear of falling. Balance is affected by muscle strength, proprioception, and speed of reaction, and is the most important human ability to prevent falling. Maintaining muscle strength and functional mobility is one of the effective factors in achieving or maintaining success in balance and postural control. TRX suspension training is resistance training that uses body weight and gravity and involve a wide range of physical factors. However, few studies have been conducted on TRX training for the elderly. Moreover, functional exercises appropriate to old age and daily life have received less attention. This study aimed to investigate the effect of TRX suspension training on lower limb strength, functional balance, mobility, and fear of falling in older men.

Materials and Methods

This is a quasi-experimental study with a pretest/posttest design using a control group. The study population consists of 30 elderly men (Mean age: 67.9 ± 4 years, mean height: 173.2 ± 7 cm, mean weight = 76.7 ± 9 kg, BMI = 25.5 ± 2 Kg /m², and fat percentage = 27.1 ± 2). Based on the inclusion and exclusion criteria such as age 60-75 years, a score ≥ 7 in the Abbreviated Mental Test, a score of 4-8 in the Falls Efficacy Scale-International (FES-I), no vision and hearing problems, no vestibular dysfunction and COVID-19 infection, 35 samples were selected. The sample size was estimated using G*power software considering a test power of 95%, effect size of 0.5, and alpha of 0.05.

The subjects in the exercise group performed suspension training for 8 weeks using the TRX strap at moderate intensity. Each training session lasted one hour. Lower limb strength, functional balance, functional mobility, and fear of falling were measured by the 30-second chair stand test (30CST), Berg Balance Scale (BBS), Timed Up & Go (TUG) test, and the FES-I, respectively, before and after the exercise. Descriptive and inferential statistics were used to analyze the collected data in SPSS software version 19. To compare the differences between groups, analysis of covariance (ANCOVA), and the Bonferroni post hoc test were used. The significance level was set at 0.05.

Table 1. Results of ANCOVA

Variables	Source	Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.	Eta Squared
Lower limb strength	Pretest	105.09	1	105.09	213.06	<0.001	0.89
	Group	15.09	1	105.09	30.06	<0.001	0.53
	Error	13.32	27	0.49	-	-	-
Functional balance	Pretest	418.94	1	418.94	298.95	<0.001	0.092
	Group	68.43	1	68.43	48.82	<0.001	0.64
	Error	37.84	27	1.40	-	-	-
Functional mobility	Pretest	29.29	1	29.29	297.44	<0.001	0.92
	Group	2.62	1	2.62	26.64	<0.001	0.051
	Error	2.62	27	0.10	-	-	-
Fear of falling	Pretest	84.86	1	84.86	1083.5	<0.001	0.98
	Group	0.22	1	0.22	2.86	0.102	0.11
	Error	2.21	27	0.08	-	-	-

Results

The results showed that lower limb strength, functional balance and mobility in the training group were significantly different from those of the control group ($P \leq 0.001$), but the fear of falling was not significantly different between the two groups ($P > 0.05$) (Table 1).

Conclusion

The TRX training can improve lower limb strength, balance, and functional mobility of the elderly, but it cannot reduce their fear of falling, which can be due to the use of young elderly with relatively good physical fitness in this study, who had no any physical problems before the study. Therefore, it is recommended to use TRX training to improve the lower limb strength, balance, and functional mobility of the elderly.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the ethics committee of [Qazvin University of Medical Sciences](#) (Code: IR.QUMS.REC.1400.257). All ethical principles, such as obtaining informed consent from the participants, protecting their confidentiality, and giving them the right to leave the study, were considered in this study.

Funding

This article was extracted from the master's thesis of Masoud Moradi. This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contributions

Conceptualization and methodology: Masoud Mirmoezzi; Writing and data analysis: Masoud Moradi and Maryam Lashgari; Editing & review: Zohreh Eskandari.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments

Authors would like to thank the participants for their cooperation in this study.



مقاله پژوهشی

تأثیر تمرینات عملکردی معلق تی‌آرایکس بر قدرت عضلانی اندام تحتانی، تحرک‌پذیری، تعادل و ترس از سقوط مردان سالمند

مسعود مرادی^۱، زهره اسکندری^۱، مسعود میرمعزی^۲، مریم لشگری^۱

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رجا، قزوین، ایران.

۲. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online



Citation Moradi M, Eskandari Z, Mirmoezzi M. [Effect of TRX Suspension Training on Balance, Mobility, Lower Limb Muscle Strength, and Fear of Falling in Older Men (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023; 12(5):868-879. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.5.4>

<https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.5.4>

چکیده



مقدمه و اهداف: کاهش حجم و قدرت عضلانی به دلیل روند پیری، می‌تواند به اختلال در سیستم عصبی عضلانی، افتادن و کاهش عملکرد در فعالیتهای روزانه و استقلال در افراد سالمند منجر شود. هدف از تحقیق حاضر، بررسی اثر ۸ هفته تمرینات عملکردی معلق تی‌آرایکس بر قدرت اندام تحتانی، تحرک‌پذیری و تعادل عملکردی و ترس از سقوط مردان سالمند است.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی بود. ۳۰ سالمند با میانگین سنی 67.9 ± 4.3 سال به‌طور داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند و به‌صورت تصادفی در ۲ گروه تمرینات تی‌آرایکس ($n=16$) و گروه کنترل ($n=14$) قرار گرفتند. در پیش‌آزمون، قدرت اندام تحتانی با آزمون ۳۰ ثانیه نشست و برخاست روی صندلی، تعادل عملکردی با آزمون تعادلی برگ، میزان تحرک‌پذیری عملکردی با آزمون برخاستن و راه رفتن زمان‌دار و میزان ترس از سقوط افراد با استفاده از پرسش‌نامه مقیاس بین‌المللی کارآمدی ترس از سقوط اندازه‌گیری شد. گروه تمرین ۸ هفته تمرینات عملکردی تی‌آرایکس را ۳ جلسه در هفته، به مدت ۱ ساعت اجرا کردند. در طی این مدت از گروه کنترل خواسته شد که فعالیتهای روزانه خود را ادامه دهند. پس از اجرای تمرینات از ۲ گروه پس‌آزمون به عمل آمد. برای مقایسه گروه‌ها از آزمون‌های کوواریانس و تعقیبی بونفرونی به کمک نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ و سطح معنی‌داری $P=0.05$ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج مطالعه نشان داد تمرینات عملکردی تی‌آرایکس، قدرت اندام تحتانی، تعادل و تحرک‌پذیری عملکردی را به‌طور معنی‌داری در سالمندان بهبود می‌بخشد ($P<0.01$). تمرینات عملکردی تی‌آرایکس بر میزان ترس از سقوط سالمندان تأثیر معنی‌داری نداشت ($P>0.05$).

نتیجه‌گیری: باتوجه‌به تأثیر مثبت تمرینات عملکردی تی‌آرایکس بر مؤلفه‌های قدرت اندام تحتانی، تحرک‌پذیری و تعادل عملکردی به نظر می‌رسد استفاده از این شیوه تمرینی معلق در بهبود عملکرد فرد و کاهش برخی مشکلات دوران سالمندی مؤثر است.

کلیدواژه‌ها: تی‌آرایکس، تعادل، تحرک‌پذیری، ترس از سقوط، سالمند

تاریخ دریافت: ۲۸ مهر ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۱۰ آبان ۱۴۰۰

تاریخ انتشار: ۱۰ آبان ۱۴۰۲

* نویسنده مسئول:

دکتر مسعود میرمعزی

نشانی: تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، دانشکده علوم ورزشی، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی.

تلفن: ۹۸ (۲۸) ۳۳۹۰۱۶۵۷+

رایانامه: massoudmirmoezi@Live.com

مقدمه

فاکتورهای تأثیرگذار در کنترل قامتی در این حرکات بیشتر مورد توجه قرار گرفته است و برخی از تحقیقات بیان داشته‌اند که حتی بهتر است ابزارهای بررسی نیز به صورت عملکردی تحرک پذیری و تعادل در سالمندان را آزمون کنند [۱، ۷، ۱۳]. با این حال مطالعات اندکی در زمینه تمرینات تی‌آرایکس برای رده سنی سالمندی انجام شده است و به ویژه تمرینات عملکردی متناسب با دوره سالمندی و زندگی روزانه و نیازهای آن‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته است [۹-۱۱].

راوش (۲۰۲۰) بیان کرد، تمرینات تی‌آرایکس برای سالمندان به بهبود تحرک و تعادل عملکردی منجر می‌شود که می‌توان با تنوع تمرینی تأثیر پذیری آن را تغییر داد، اما نیاز به تحقیقات بیشتر وجود دارد [۹]. همچنین مطالعه‌ای که به طور کامل فاکتورهای موجود در چرخه ناقص سقوط در سالمندی را که احتمالاً به ترس از سقوط و کاهش تحرک پذیری سالمند منجر می‌شود، بررسی کند یافت نشد. بنابراین هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر تمرینات عملکردی معلق تی‌آرایکس بر قدرت اندام تحتانی، تحرک پذیری و تعادل عملکردی و ترس از سقوط مردان سالمند بود.

مواد و روش‌ها

روش تحقیق نیمه تجربی از نوع طرح تحقیق پیش‌آزمون پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری تحقیق شامل مردان سالمند شهر قزوین بودند و باتوجه به گزینش هدفمند آزمودنی‌ها، ۳۰ نفر سالمند شهر قزوین (۱۶ نفر گروه آزمایش و ۱۴ نفر گروه کنترل) بین سنین ۶۰ تا ۷۵ سال، از میان افراد داوطلب انتخاب شدند و به طور تصادفی در گروه‌های تحقیق تقسیم شدند. در مطالعه حاضر، برای تعیین حجم نمونه از نرم‌افزار جی‌پاور با توان آماری ۸۰ درصد، فاصله اطمینان ۹۵ درصد و اندازه اثر ۰/۹ استفاده شد [۱۴]. در مجموع ۳۰ نفر برآورد شد که به دلیل شرایط کرونا و دارا نبودن معیارهای ورود و خروج و ریزش احتمالی، ۳۵ آزمودنی در نظر گرفته شدند. فلوجارت تحقیق در تصویر شماره ۱ مشخص شده است.

معیارهای ورود به تحقیق: مردان ۶۰ تا ۷۵ سال، عدم محدودیت حرکتی (قسمت اول پرسش‌نامه ترس از سقوط و محدودیت حرکتی) و کسب امتیاز در دامنه ۴ تا ۸، کسب نمره ۷ به بالا در آزمون کوتاه شده شناختی^۲ [۷]، نداشتن مشکلات بینایی، شنوایی، عملکرد وستیبولار، فشار خون بین ۹۰ تا ۱۴۰ میلی‌متر جیوه، نداشتن برنامه تمرین مقاومتی یا ورزش منظم در ۶ ماه گذشته. معیارهای خروج: آسیب دیدگی اسکلتی عضلانی و بیماری کووید - ۱۹ که توسط پزشک بررسی و کنترل شد. جهت رعایت اخلاق تحقیق، فرم رضایت‌نامه از تمامی آزمودنی‌ها گرفته شد و کار با رعایت کامل پروتکل‌های بهداشتی پیشگیری از بیماری کرونا انجام شد. تمرینات توسط مربی متخصص در ابزار تمرینی تی‌آرایکس، تمرین داده شد.

۱ هفته قبل از انجام پروتکل تمرینی، ویژگی‌های تن‌سنجی

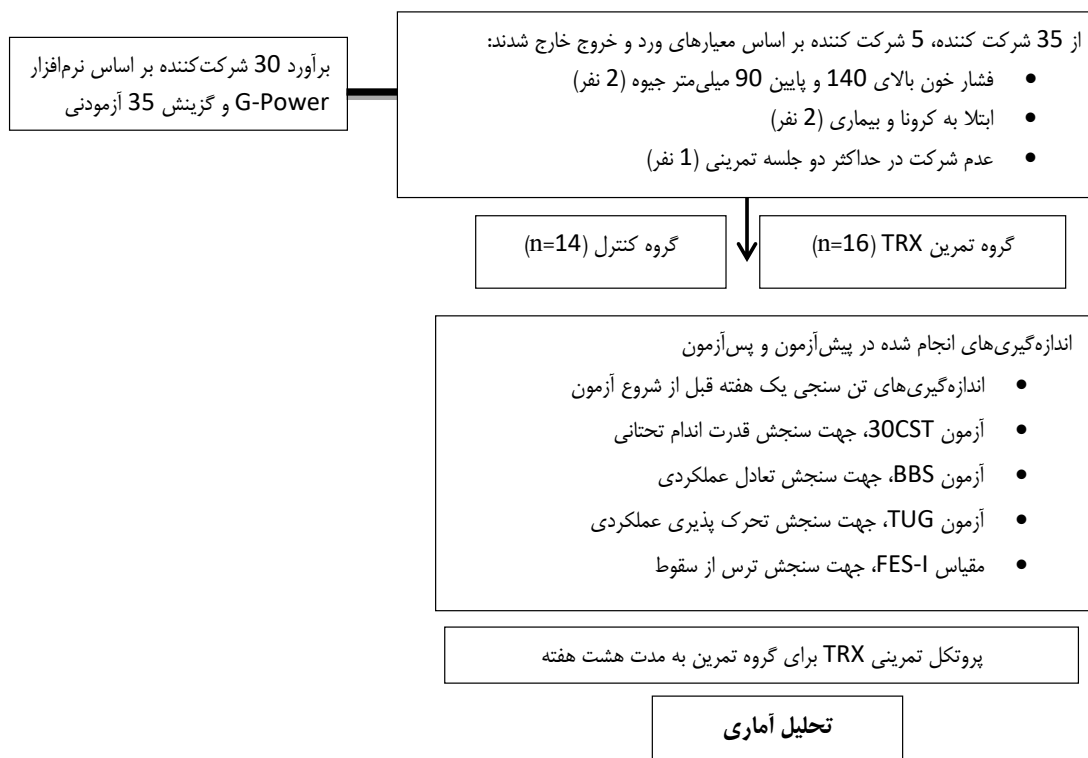
کاهش پیش‌رونده ظرفیت‌های فیزیولوژیکی و افت توانایی در پاسخ به استرس‌های محیطی با افزایش سن موجب افزایش آسیب‌پذیری افراد سالمند نسبت به اختلالات می‌شود [۱]. یکی از مشکلات گسترده و مهم در دوران سالمندی کاهش تعادل، افزایش زمین خوردن و ترس از سقوط است که به خطر افتادن کیفیت زندگی، محدود کردن تحرک و کاهش تعامل اجتماعی را به دنبال دارد [۲، ۳]. تعادل جزء جدایی‌ناپذیر تمامی فعالیت‌های روزانه و مهارت حرکتی پیچیده‌ای است که پویایی وضعیت بدن را برای جلوگیری از افتادن فراهم می‌کند. تعادل متأثر از قدرت، حس عمقی و سرعت عکس‌العمل فرد است و مهم‌ترین قابلیت انسان برای جلوگیری از سقوط و افتادن [۴]. حفظ قدرت عضلانی و تحرک پذیری عملکردی یکی از عوامل مؤثر در احراز یا میزان موفقیت در حفظ تعادل و کنترل قامتی است [۵، ۶].

اگرچه امروزه با استفاده از روش‌های دارودرمانی می‌توان تا اندازه‌ای نارسایی‌های جسمانی و روانی ناشی از کهولت سن را برطرف کرد، اما به نظر می‌رسد برای مقابله با این معضل بزرگ و روبه‌رشد جوامع بشری باید راهکارهای مطمئن‌تر و مناسب‌تری پیدا کرد [۷]. شواهد پژوهشی به‌روشنی نشان داده‌اند تمرین مقاومتی می‌تواند با افزایش قدرت عضلات، توان و سرعت هاپر تروفی، استقامت عضلانی، عملکرد حرکتی، تعادل و هماهنگی، نقش مهمی در بهبود عملکرد بدنی ایفا کند [۳، ۶، ۸]. علی‌رغم مزایای تمرینات مقاومتی، از آنجایی که این نوع تمرینات نیاز به تجهیزات زیاد دارد و البته ممکن است برای بیماران و افراد غیر ورزشکار و همین‌طور سالمندان طاقت‌فرسا باشد، به نظر می‌رسد روش‌های جدید تمرین مقاومتی که دارای محاسن مشترک با این نوع تمرین هستند جایگزین مناسبی برای کار با دستگاه‌های بدن‌سازی باشند [۱]. تحقیقات قبلی نشان دادند تمرینات معلق می‌توانند به بهبود تحرک و تعادل عملکردی در بزرگسالان منجر شوند [۹-۱۱]. تمرینات مقاومتی معلق با تی‌آرایکس^۱، روش تمرینی متشکل از تمرینات مقاومتی با استفاده از وزن بدن و نیروی جاذبه است که به طور جامعی، طیف گسترده از فاکتورهای جسمانی را تحت پوشش قرار می‌دهد. تمرینات تی‌آرایکس از جاذبه زمین و تحرک پذیری برای تولید عکس‌العمل‌های عصبی عضلانی به تغییرات حاصل از وضعیت قرارگیری بدن و نیز ویژگی‌های مکانیکی استفاده می‌کند. کارکرد وسیع تمرینات تی‌آرایکس موجب شده تا محاسن تمرینات معلق فقط مختص ورزشکاران حرفه‌ای نباشد، بلکه هر فردی که به دنبال دستیابی به تمرینات مؤثر با این ابزار است از آن بهره‌مند شود [۱۲].

در کنار اهمیت تمرینات مقاومتی برای سالمندان، برنامه‌های تمریناتی که به صورت عملکردی طراحی و اجرا می‌شوند به دلیل سازگاری بیشتر با عملکرد روزانه سالمندان و نقش حس عمقی و

1. Total Body Resistance Exercise (TRX)

2. Abbreviated Mental Test (AMT)



طب توانبخش

تصویر ۱. فلوجارت روند تحقیق

بیان شده است [۳]. در نهایت مقیاس بین‌المللی کارآمدی در سقوط یا مقیاس ترس از سقوط^۶ که شامل ۱۶ فعالیت در زندگی روزانه است و هر پرسش میزان نگرانی از سقوط را هنگام انجام دادن هر یک از این فعالیت‌ها می‌سنجد در مقیاس ۴ امتیازی (نمره ۱ تا ۴؛ اصلاً نگران افتادن نیستم تا کاملاً نگران افتادن هستم) انجام شد. دامنه نمرات ۱۶ تا ۶۴ است و نمرات ۱۶ تا ۱۹ به‌عنوان کمترین نگرانی، نمرات ۲۰ تا ۲۷ نگرانی متوسط و نمرات ۲۸ تا ۶۴ به‌عنوان بیشترین نگرانی در نظر گرفته می‌شوند. پایای درونی این آزمون ۰/۹۸ گزارش شده است [۱۵].

آزمودنی‌های گروه تمرین، تمرینات معلق را به مدت ۶۰ دقیقه (۱۰ دقیقه گرم کردن، ۱۰ دقیقه سرد کردن، ۴۰ دقیقه تمرین اصلی) به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه، با استفاده از بند تی‌آرایکس انجام دادند. تعداد، شدت و مدت استراحت در جدول شماره ۱ بیان شده است [۱۰، ۱۱]. در طی این مدت از گروه کنترل خواسته شد که فعالیت‌های روزانه خود را ادامه دهند. پس از اجرای تمرینات از ۲ گروه پس‌آزمون به عمل آمد.

از آمار توصیفی برای به دست آوردن میانگین و انحراف استاندارد در متغیرهای تحقیق و رسم جداول و نمودارها استفاده شد و در بخش آمار استنباطی با استفاده از برنامه نرم‌افزاری SPSS نسخه ۱۹، ابتدا طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک مورد بررسی

آزمودنی‌ها از قبیل سن، قد، وزن، نمایه توده بدنی و درصد چربی گرفته شد. قد و وزن آزمودنی‌ها به‌وسیله دستگاه مدل BSR-85 شامل ترازوی الکترونیکی (با خطای ۵۰ گرم) و قدسنج (با خطای ۵ میلی‌متر) اندازه‌گیری و ثبت شد. اندازه‌گیری فشار خون توسط پزشکی با استفاده از دستگاه فشارسنج جیوه‌ای با مارک ریشتر و گوشی پزشکی لیتمن پس از ۱۰ دقیقه استراحت در حالت نشسته و ۲ بار اندازه‌گیری و ثبت میانگین آن انجام شد.

برای سنجش قدرت اندام تحتانی از آزمون نشست و برخاست صندلی^۳ استفاده شد که به‌صورت انجام صحیح تعداد دفعات نشستن و برخاستن روی صندلی در زمان ۳۰ ثانیه توسط آزمون‌شونده بدون کمک دست است. پایایی این آزمون برای مردان ۰/۸۴ بیان شده است [۷]. در این آزمون، زمان کمتر نشان‌دهنده بهبود تحرک‌پذیری است. برای سنجش تعادل عملکردی، از آزمون تعادلی برگ^۴ شامل ۱۴ فعالیت مختلف زندگی روزمره فرد، مانند ایستادن، نشستن، جابه‌جایی، دسترسی، چرخش و بالا رفتن استفاده شد. براساس نحوه و کیفیت اجرای آزمون، نمره صفر تا ۴ به فرد اختصاص می‌یابد و نمرات کمتر از ۴۵ در بازه صفر تا ۵۶ نشان‌دهنده خطر افتادن است. پایایی این آزمون برای سالمندان ۰/۸۱ بیان شده است [۳]. جهت بررسی پویایی یا تحرک‌پذیری عملکردی از آزمون برخاستن و راه رفتن زمان‌دار^۵ استفاده شد. پایایی این آزمون برای سالمندان ۰/۹۹

3. 30 second chair stand test (30CST)

4. Berg Balance Scale (BBS)

5. Timed Up and Go (TUG)

6. Falls Efficacy Scale International (FES-I)

جدول شماره ۳، متغیرهای موردآزمون در ۲ گروه تمرین تی‌آرایکس و کنترل را نشان می‌دهد. باتوجه به این نتایج، قدرت اندام تحتانی در سالمندان شرکت‌کننده، در دهک ۵۰ تا ۷۰ درصدی جامعه جهانی قرار دارد و براساس گزارش **انجمن پزشکی ورزشی آمریکا**^۷، ۹۰ درصد جامعه جهانی باید ۲۱ تا ۲۳ دفعه توانایی اجرای آزمون ۳۰ ثانیه نشست و برخاست از صندلی را داشته باشند. از این رو سالمندان شرکت‌کننده در این تحقیق در دهک ۶۰ تا ۷۰ درصدی جامعه قرار می‌گیرند. همچنین می‌توان بیان کرد سالمندان شرکت‌کننده در محدوده خطر سقوط کم قرار دارند و براساس

قرار گرفت و از آزمون آنکووا و آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه گروه‌ها در سطح معنی‌داری $P=0/05$ استفاده شد

یافته‌ها

مشخصات فردی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن، نمایه توده بدنی و درصد چربی در **جدول شماره ۲** بیان شده است. باتوجه به نرمال بودن داده‌ها که با آزمون شاپیرو ویلک مشخص شد، از آزمون کوواریانس و بونفرونی برای مقایسه گروه‌های تمرین و کنترل استفاده شد. پیش‌شرط‌های تحلیل کوواریانس، یعنی بالا نبودن بیش‌ازحد همبستگی ($r < 0/8$)، توزیع نرمال باقی‌مانده‌ها و همگنی واریانس‌ها در گروه‌ها برقرار بود.

7. American College of Sports Medicine (ACSM)

جدول ۱. پروتکل گروه تمرین تی‌آرایکس [۱۱، ۱۰]

تقویم (هفته)	نوع تمرین	تعداد ست	تعداد تکرار	شدت تمرین (درصد از حداکثر ضربان قلب)	مقدار استراحت بین ست‌ها و حرکات (ثانیه)
اول و دوم	اسکوات	۳	۸	۶۰	۶۰-۳۰
	قایقی	۳	۸	۶۰	۶۰-۳۰
	پشت پا خوابیده	۳	۸	۶۰	۶۰-۳۰
	پرس سینه	۳	۸	۶۰	۶۰-۳۰
	زیر بغل، دست بالای سر	۳	۸	۶۰	۶۰-۳۰
	کرانچ پهلوی	۳	۸	۶۰	۶۰-۳۰
	لاتیج	۳	۸	۶۰	۶۰-۳۰
سوم و چهارم	اسکوات	۳	۱۰	۶۵	۶۰-۳۰
	قایقی	۳	۱۰	۶۵	۶۰-۳۰
	پشت پا خوابیده	۳	۱۰	۶۵	۶۰-۳۰
	پرس سینه	۳	۱۰	۶۵	۶۰-۳۰
	زیر بغل، دست بالای سر	۳	۱۰	۶۵	۶۰-۳۰
	کرانچ پهلوی	۳	۱۰	۶۵	۶۰-۳۰
	لاتیج	۳	۱۰	۶۵	۶۰-۳۰
پنجم و ششم	اسکوات	۳	۱۲	۷۰	۶۰-۳۰
	قایقی	۳	۱۲	۷۰	۶۰-۳۰
	پشت پا خوابیده	۳	۱۲	۷۰	۶۰-۳۰
	پرس سینه	۳	۱۲	۷۰	۶۰-۳۰
	زیر بغل، دست بالای سر	۳	۱۲	۷۰	۶۰-۳۰
	کرانچ پهلوی	۳	۱۲	۷۰	۶۰-۳۰
	لاتیج	۳	۱۲	۷۰	۶۰-۳۰

تقویم (هفته)	نوع تمرین	تعداد ست	تعداد تکرار	شدت تمرین (درصد از حداکثر ضربان قلب)	مقدار استراحت بین ست‌ها و حرکات (ثانیه)
هفتم و هشتم	اسکوات	۳	۱۴	۷۵	۶۰-۳۰
	قایقی	۳	۱۴	۷۵	۶۰-۳۰
	پشت پا خوابیده	۳	۱۴	۷۵	۶۰-۳۰
	پرس سینه	۳	۱۴	۷۵	۶۰-۳۰
	زیر بغل، دست بالای سر	۳	۱۴	۷۵	۶۰-۳۰
	کرنچ پهلوی	۳	۱۴	۷۵	۶۰-۳۰
	لانچ	۳	۱۴	۷۵	۶۰-۳۰

طب توانبخش

تحرك پذیری در گروه تمرین تی‌آرایکس نسبت به گروه کنترل پس از ۸ هفته افزایش معنی‌دار داشت ($P < 0/001$). در نهایت، ترس از سقوط در گروه تمرین تی‌آرایکس با گروه کنترل اختلاف معنی‌دار نداشت ($P = 0/102$). یافته‌ها نشان داد قدرت اندام تحتانی، تعادل و تحرك پذیری عملکردی در گروه تمرین تی‌آرایکس بهبود داشته است.

مقیاس بین‌المللی کارآمدی در سقوط، در محدوده کمترین نگرانی از سقوط قرار می‌گیرند.

باتوجه به نتایج تحلیل کوواریانس در جدول شماره ۴ و آزمون بونفرونی در تصویر شماره ۲، قدرت اندام تحتانی در گروه تمرین تی‌آرایکس نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌دار داشت ($P < 0/001$). همچنین تعادل عملکردی پس از ۸ هفته تمرینات عملکردی در گروه تمرین تی‌آرایکس نسبت به گروه کنترل بهبود معنی‌دار داشت ($P < 0/001$). در ادامه،

جدول ۲. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در ۲ گروه سالمندان مرد

گروه‌ها	تعداد	سن (سال)	قد ایستاده (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	نمایه توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)	چربی بدن (درصد)
گروه تمرینات تی‌آرایکس	۱۶	۶۷/۸۸±۴/۱۶	۱۷۲/۶۹±۷/۸۲	۷۵/۶۹±۸/۲۰	۲۵/۳۸±۲/۳۲	۲۶/۹۰±۲/۲۲
کنترل	۱۵	۶۷/۹۳±۴/۲۵	۱۷۳/۸۶±۶/۲۶	۷۷/۸۶±۱۰/۸۲	۲۵/۶۹±۲/۷۹	۲۷/۲۹±۱/۸۹
مقدار احتمال		۰/۷۳۲	۰/۷۸۹	۰/۱۵۲	۰/۴۳۶	۰/۵۵۶

طب توانبخش

جدول ۳. متغیرهای تحقیق در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

گروه‌ها	زمان آزمون	قدرت عضلانی اندام تحتانی (تکرار)	تعادل عملکردی (امتیاز)	تحرك پذیری عملکردی (ثانیه)	ترس از سقوط (امتیاز)
گروه تمرینات تی‌آرایکس	پیش‌آزمون	۱۴±۲/۳۷	۴۵/۴۳±۳/۷۹	۹/۸۷±۱/۳۴	۱۸/۸۱±۱/۵۶
	پس‌آزمون	۱۵/۴۴±۲/۲۵	۴۸/۴۴±۳/۶۹	۹/۲۰±۱/۱۸	۱۸/۶۳±۱/۳۶
کنترل	پیش‌آزمون	۱۳/۳۶±۱/۵۵	۴۴/۴۳±۴/۵۲	۹/۷۱±۰/۸۲	۱۸/۵۷±۲/۱۴
	پس‌آزمون	۱۳/۴۳±۱/۴۵	۴۴/۵±۳/۹۸	۹/۶۵±۰/۹۷	۱۸/۵۷±۲/۱۴

طب توانبخش

جدول ۴. نتایج تحلیل کوواریانس برای ۲ گروه آزمون

متغیر	منبع	جمع مجذورات	میانگین مجذورات	df	F	معناداری	ضریب اتا
قدرت اندام تحتانی (تکرار)	پیش‌آزمون	۱۰۵/۰۹	۱۰۵/۰۹	۱	۲۱۳/۰۶	<۰/۰۰۱	۰/۸۹
	گروه‌ها	۱۵/۰۹	۱۰۵/۰۹	۱	۳۰/۰۶	<۰/۰۰۱	۰/۵۳
	خطا	۱۳/۳۲	۰/۴۹	۲۷	-	-	-
تعادل عملکردی (امتیاز)	پیش‌آزمون	۴۱۸/۹۴	۴۱۸/۹۴	۱	۲۹۸/۹۵	<۰/۰۰۱	۰/۹۲
	گروه‌ها	۶۸/۴۳	۶۸/۴۳	۱	۴۸/۸۲	<۰/۰۰۱	۰/۶۴
	خطا	۳۷/۸۴	۱/۴۰	۲۷	-	-	-
تحریک‌پذیری عملکردی (ثانیه)	پیش‌آزمون	۲۹/۲۹	۲۹/۲۹	۱	۲۹۷/۴۴	<۰/۰۰۱	۰/۹۲
	گروه‌ها	۲/۶۲	۲/۶۲	۱	۲۶/۶۴	<۰/۰۰۱	۰/۵۱
	خطا	۲/۶۶	۰/۱۰	۲۷	-	-	-
ترس از سقوط (امتیاز)	پیش‌آزمون	۸۴/۸۶	۸۴/۸۶	۱	۱۰۸۳/۵	<۰/۰۰۱	۰/۹۸
	گروه‌ها	۰/۲۲	۰/۲۲	۱	۲/۸۶	۰/۱۰۲	۰/۱۱
	خطا	۲/۱۲	۰/۰۸	۲۷	-	-	-

* اختلاف معنی‌دار با گروه کنترل ($P < ۰/۰۵$)

طب توانبخشی

را برای کنترل تغییرات ایجاد شده می‌طلبید [۱۰].

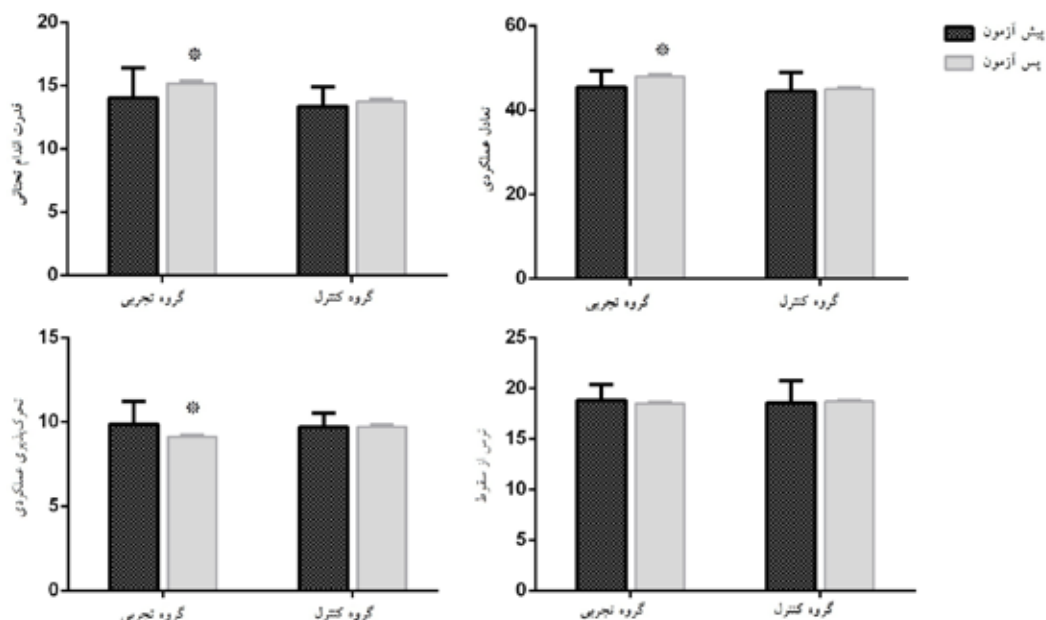
بحث

یکی از مهم‌ترین پیامدهای افزایش سن، کاهش قدرت عضلات است که می‌تواند تعادل و تحرک‌پذیری سالمندان را به میزان زیادی تحت تأثیر قرار دهد. از آنجایی که تمرینات تی‌آرایکس ماهیتی مقاومتی دارند احتمالاً می‌توانند از طریق تسهیل در عمل واحدهای عضلانی بزرگ و تندانقباض، افزایش هماهنگی عضلات و تحریک سیستم‌های عصبی عضلانی، موجب بهبود قدرت و نهایتاً بهبود تعادل، تحرک‌پذیری و در نهایت کاهش ترس از سقوط شوند. باتوجه به نتایج این مطالعه، تمرینات عملکردی تی‌آرایکس به بهبود قدرت عضلانی اندام تحتانی، تعادل و تحرک‌پذیری عملکردی منجر شد، ولی برخلاف انتظار بر ترس از سقوط سالمندان تأثیر نداشت.

ماهیت مقاومتی تمرینات عملکردی تی‌آرایکس که به صورت معلق انجام می‌گیرد، می‌تواند به بهبود قدرت عضلات از طریق افزایش تعداد تارهای عضلانی و فراخوانی بیشتر واحدهای حرکتی و در نهایت بهبود ثبات مفاصل اندام تحتانی در سالمندان منجر شود. در مطالعات مختلفی بیان شده است که جمعیت سالمندان کاهش توده عضلانی را تجربه می‌کنند که با سطوح پایین قدرت و استقامت عضلات و عملکرد بدنی ضعیف همراه است [۱۷، ۱۶، ۱۰]. در اجرای تمرینات معلق، فرد دست یا پای خود را به دسته ابزار متصل می‌کند و بدن مانند لنگری بر زمین قرار می‌گیرد. این وضعیت معلق به همراه پویایی در اجرای حرکات، مرکز فشار بدن را تغییر داده و با وجود تحمل وزن، سیستم کنترلی بدن، پاسخ‌های عصبی عضلانی متفاوتی

مطالعات دیگر به تقویت عضلات ناحیه میان‌تنه و اندام تحتانی در طی تمرینات معلق اشاره کرده‌اند. تقویتی که در آن نقش عضلات موافق، مخالف، همکار و ثبات‌دهنده پیوسته در حال تغییر است و عضلات به صورت هم‌طول، کوتاه‌شونده و طول‌شونده تقویت می‌شوند [۱۰، ۱۱]. گادتکه و همکاران بیان کردند که تمرینات معلق تی‌آرایکس به عنوان رویکرد تمرینی عملکردی نوین برای سالمندان جهت بهبود قدرت عضلانی مناسب است [۱۰]. اشاره برخی تحقیقات به زنجیره حرکتی بسته و تقویت عضلات نزدیک به میان‌تنه در تمرینات معلق به این موضوع تأکید دارد که مکانیسم کنترل حرکت به‌ویژه در وضعیت پویا و شرایط ناپایدار در حین اجرای تمرینات، درگیری همه‌جانبه‌ای را برای کنترل قامتی فرد براساس وضعیت سطح اتکا، سطوح و زوایای حرکتی دربر دارد [۱۸]. تمام این عوامل می‌توانند بهبود قدرت عملکردی عضلات اندام تحتانی را در سالمندان دربر داشته باشد و سالمند قادر خواهد بود با ثبات اندام فوقانی و به‌ویژه میان‌تنه، عملکرد بهتر حرکتی را در پایین‌تنه داشته باشد [۱۷]. از آنجایی که تمرینات عملکردی در یک زنجیره حرکتی عمل می‌کنند، پاسخ‌گوی بهتری برای نیازهای عملکردی روزانه سالمندان خواهد بود [۱۱].

نتایج این تحقیق نشان داد تمرینات عملکردی تی‌آرایکس، توانست به بهبود تعادل و تحرک‌پذیری سالمندان منجر شود. نظریه جدیدی که اخیراً اساس کار محققین در مطالعه کنترل حرکت و تعادل واقع شده است «تئوری سیستم‌ها» است. طبق این نظریه توانایی حفظ



تصویر ۲. نتایج آزمون بونفرونی برای مقایسه میانگین‌ها در پس آزمون

طب توانبخش

به نظر می‌رسد در تعادل عملکردی که ادغامی از عملکردهای روزانه است که نیاز به تعادل ایستا، نیمه پویا و پویا دارد، اجرای تمرینات عملکردی به‌ویژه در وضعیت معلق می‌تواند با درگیری بهتر عضلات، ایجاد طرح‌واره‌های حرکتی صحیح‌تر در وضعیت‌های متزلزل و شاید تحرک‌پذیری بیشتر اندامی به دلیل چالش بیشتر، سیستم کنترل حرکتی در سالمندان ایجاد کند [۶، ۲۰]. یکی دیگر از ویژگی‌های مهم تمرینات عملکردی تی‌آرایکس فعال‌سازی مناسب عضلات ثبات‌دهنده مرکزی در تمامی حرکاتی است که به‌وسیله تی‌آرایکس اجرا می‌شود. نتایج تحقیقات نشان داده است که ارتباط مستقیم بین عملکرد عضلات ثبات‌دهنده مرکزی و توانایی حفظ تعادل وجود دارد [۱۱]. درواقع تمریناتی که با استفاده از تی‌آرایکس اجرا می‌شوند این قابلیت را دارند تا علاوه بر تقویت عضلات حرکت‌دهنده اصلی بدن، عضلات ثبات‌دهنده مرکزی بدن را نیز طی انجام یک فعالیت عملکردی که مشابهت زیادی با فعالیت‌هایی دارد که فرد در طی روز انجام می‌دهد، تقویت کنند. این مشابهت حرکات تمرینی با نیازهای عملکردی فرد که براساس گفته‌های محققان یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های تمرینات توان‌بخشی عصبی-عضلانی است، نقش بسیار زیادی در ایجاد سازگاری‌های عملکردی و ارتقای تحرک‌پذیری عملکردی افراد سالمند، ایفا می‌کند [۱۲، ۲۱]. همچنین مطالعات متعددی بیان کرده‌اند تمرینات عملکردی معلق، به دلیل برقراری یک زنجیره حرکتی بسته، متقارن و دوطرفه در حین اجرا که همراه با دامنه حرکتی مطلوب صورت می‌گیرد، تحرک‌پذیری عملکردی مطلوبی را ایجاد خواهد کرد. برخی از تحقیقات نشان می‌دهند تحرک‌پذیری همراه با انعطاف‌پذیری فعال عضلات در ساختار مفصلی که ثبات آن حفظ شده است، رابطه مستقیم دارد [۱، ۹]. تمریناتی که موجب درگیری سیستم عصبی-عضلانی می‌شوند، باعث بهبود

و کنترل وضعیت بدن در فضا، حاصل تداخل عمل پیچیده‌ای است که بین سیستم‌های مختلف عضلانی، اسکلتی و عصبی رخ می‌دهد و اهمیت هر سیستم با توجه به نوع حرکت و شرایط محیطی، متغیر است. در این مدل سیستم عصبی مرکزی با استفاده از اطلاعات سیستم‌های بینایی، وستیبولار و حسی‌پیکری شامل حس وضعیت مفاصل و حس محیطی، از وضعیت مرکز ثقل بدن نسبت به جاذبه و از شرایط سطح اتکا مطلع شده و پاسخ حرکتی مناسب را به‌صورت الگوهای حرکتی که از پیش برنامه‌ریزی شده صادر می‌کند [۳]. مطالعات مختلفی بیان کرده‌اند که برنامه‌های متنوع تمرینی مقاومتی در بهبود قدرت و عملکرد سالمندان تأثیر دارد و به بهبود تعادل در افراد سالمند منجر می‌شود [۶، ۱۶، ۱۹]. تعادل یک موضوع چندعاملی است که تحت تأثیر فاکتورهای مختلف از جمله حس عمقی، سرعت عکس‌العمل، قدرت، تحرک‌پذیری و هماهنگی حرکتی قرار می‌گیرد. هم‌زمان با افزایش سن، قدرت عضلانی، کیفیت اطلاعات حس عمقی و سرعت عکس‌العمل افراد تحت تأثیر قرار گرفته و مختل می‌شوند. تمرینات عملکردی تی‌آرایکس این قابلیت را دارند تا به‌طور هم‌زمان فاکتورهای مذکور را توسعه دهند و بهبود بخشد [۹]. همچنین این شیوه تمرینی تحرک‌پذیری و ثبات مفصلی را در تمام صفحات حرکتی افزایش داده و موجب بهبود تعادل در افراد سالمند می‌شود [۱۳، ۱۹]. انجام تمرینات عملکردی تی‌آرایکس به دلیل شیوه‌های پویا جهت فراخوانی و به چالش کشیدن عضلات و مفاصل اندام تحتانی، احتمالاً توانسته است با فعال‌سازی گیرنده‌های مفصلی، تحرک‌پذیری عملکردی و بهبود قدرت موجب تصحیح برنامه‌های کنترل حرکتی ارسالی از جانب سیستم عصبی مرکزی شود [۴].

تحقیق پیشنهاد می‌کند باتوجه به بین اثرگذاری تمرینات عملکردی معلق تی‌آرایکس بر مؤلفه‌های قدرت، تعادل و تحرک‌پذیری عملکردی در سالمندان، مربیان، کاردرمان‌ها و تمام افرادی که در این حوزه فعالیت دارند از تمریناتی که به صورت عملکردی و به وضعیت معلق است به‌ویژه از ابزار تی‌آرایکس بهره ببرند.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان دادند انجام تمرینات عملکردی تی‌آرایکس می‌تواند موجب بهبود قدرت اندام تحتانی، تحرک‌پذیری و تعادل عملکردی مردان سالمند شود. قدرت اندام تحتانی از جمله فاکتورهای مهم در حفظ تعادل، استقلال و تحرک‌پذیری عملکردی است و عملکرد روزانه سالمند را بهبود می‌بخشد و استفاده از این شیوه تمرینی می‌تواند برای سالمندانی که به دلیل جهت‌مندی منفی رشد و سارکوپنی با کاهش عملکرد حرکتی و جسمانی روبه‌رو هستند مفید واقع شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

اصول اخلاقی تماماً در این مقاله رعایت شده است. همچنین تمام شرکت‌کنندگان در جریان روند پژوهش بودند و هر زمان می‌توانستند از روند تحقیق خارج شوند. اطلاعات آن‌ها محرمانه نگه داشته شد. پژوهش دارای کد اخلاق با شناسه IR.QUMS.REC.1400.257 از دانشگاه علوم پزشکی قزوین می‌باشد.

حامی مالی

مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه مسعود مرادی مقطع کارشناسی‌ارشد آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی دانشگاه غیرانتفاعی رجا است. این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمانی‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت‌نویسندگان

مفهوم‌سازی و روش‌شناسی: مسعود میرمعزی؛ نگارش پیش‌نویس و تحلیل: مسعود مرادی و مریم لشگری؛ ویراستاری و نهایی‌سازی: زهره اسکندری.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض مافع ندارد.

سازگاری‌های عصبی و عضلانی می‌شود که اجرای صحیح، سریع و توانمندتر حرکات را تسهیل کرده و عملکرد حرکتی و تحرک‌پذیری عملکردی را افزایش می‌دهد [۷]. همچنین تمرینات عملکردی معلق با بهبود در قدرت و تعادل عملکردی تأثیرات مطلوبی بر تحرک‌پذیری عملکردی دارند. راوش بیان کرد، تمرینات تی‌آرایکس همراه با مداخلات هدفمند تمرینی تعادلی برای سالمندان به حفظ الگوهای حرکتی کارآمد و بهبود تحرک و تعادل عملکردی منجر می‌شود [۹].

تمرینات عملکردی تی‌آرایکس تأثیری بر میزان ترس از سقوط سالمندان مورد مطالعه برجای نگذاشت. برای سقوط سالمندان علل متعددی ذکر شده است که می‌توان آن‌ها را به ۲ صورت بیرونی یا درونی طبقه‌بندی کرد. ۳ مورد از شایع‌ترین عوامل خطر ذاتی زمین خوردن، ضعف عضلانی، نقص در تعادل و بی‌ثباتی در راه رفتن است [۲۲]. مطالعات متعددی بیان کرده‌اند که برنامه تمرینات معلق پایین‌تنه می‌توانند بر قدرت عضلات تحتانی، تعادل و تحرک‌پذیری عملکردی تأثیر مثبت داشته باشند و این عوامل بر سرعت راه رفتن سالمندان اثرگذار است. به‌گونه‌ای که وابستگی سالمند به حمایت دوگانه از طریق قدم‌برداری کوتاه کاهش می‌یابد و می‌تواند پیمودن مسیر را با تعادل و تحرک‌پذیری بهتری داشته باشد [۱۴، ۲۲] و این یکی از دلایل مهم استقلال سالمند و کاهش ترس از سقوط است. با وجود این در تحقیق حاضر میزان ترس از سقوط سالمندان پس از تمرینات عملکردی کاهش نداشت. در تحقیقی که برنامه تمرینی، تزلزل غیرمنتظره را در سالمندان ایجاد می‌کرد با وجود بهبود تعادل و سرعت گام‌برداری، میزان ترس از سقوط خودگزارشی آزمودنی‌ها تغییری نداشت و با اینکه سیستم عصبی مرکزی احتمالاً توسط مکانیسم اصلاحی بازخورد، بهبود داشته است و منجر به بهبود تعادل و تحرک‌پذیری عملکردی شده است، اما عوامل مهم دیگری چون نوع تکلیف، محیط و نیمرخ‌های روان‌شناختی نیز در ترس از سقوط مؤثر بوده است [۲۳]. به نظر می‌رسد قرارگیری آزمودنی‌های مطالعه حاضر در محدوده خطر سقوط کم، دامنه سنی ۶۰ تا ۷۵ سال و عدم محدودیت حرکتی نشان‌دهنده وضعیت جسمانی حرکتی نسبتاً مطلوبی است به همراه این نکته که ترس از سقوط یک بُعد روانی هم دارد و بهبود در حیطه حرکتی به سرعت به اصلاح نگرش و احساس ترس از سقوط منجر نمی‌شود [۲۴] و احتمالاً این عوامل به عدم تغییر در نمرات کارآمدی سقوط منجر شده است.

از محدودیت‌های این تحقیق تعداد کم آزمودنی و تک‌جنسیتی بودن آزمودنی‌ها به دلیل محدودیت‌های کرونایی بود. همچنین به دلیل هزینه زمانی و مالی و وضعیت پاندمی کرونا قادر به پیگیری آزمودنی‌های گروه آزمایش نبودیم تا پیامدهای بلندمدت‌تر تمرینات عملکردی را در سالمندان مدنظر قرار دهیم. درنهایت میانگین و پراکندگی سنی کم آزمودنی‌ها، شاید باعث شود این آزمودنی‌ها نماینده کاملاً مناسبی برای رده سنی سالمندی نباشند. هرچند نیاز به تحقیقات بیشتری درمورد این تمرینات احساس می‌شود، اما نتایج

References

- [1] Khorjahani A, Mirmoezzi M, Bagheri M, Kalantariyan M. Effects of TRX suspension training on proprioception and muscle strength in female athletes with functional ankle instability. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2021; 12(2):e107042. [DOI:10.5812/asjms.107042]
- [2] Adams LJ. The impact of balance training on balance, confidence, and functionality in assisted living adults [MSc thesis]. Oklahoma: University of Central Oklahoma; 2011. [Link]
- [3] Taheri M, Mirmoezzi M, Sabaghi M. Effects of aquatic on balance and preventing of fall among healthy elderly men. *Journal of Safety Promotion and Injury Prevention*. 2018; 6(3):144-51. [Link]
- [4] Kim K, Lee T, Kang G, Kwon S, Choi S, Park S. The effects of diverse warm-up exercises on balance. *Journal of Physical Therapy Science*. 2014; 26(10):1601-3. [DOI:10.1589/jpts.26.1601] [PMID]
- [5] Butler AA, Lord SR, Rogers MW, Fitzpatrick RC. Muscle weakness impairs the proprioceptive control of human standing. *Brain Research*. 2008; 1242:244-51. [DOI:10.1016/j.brainres.2008.03.094] [PMID]
- [6] Irandoust K, Taheri M, Mirmoezzi M, H'mida C, Chtourou H, Trabelsi K, et al. The effect of aquatic exercise on postural mobility of healthy older adults with endomorphic somatotype. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019; 16(22):4387. [DOI:10.3390/ijerph16224387] [PMID]
- [7] Taheri M, Irandoust K, Mirmoezzi M, Taheri Z. [Mental practice, yoga and kook sun do exercises on functional tests in elderly with mobility limitation (Persian)]. *Middle Eastern Journal of Disability Studies*. 2019; 9:98. [Link]
- [8] Kraemer WJ, Spiering BA. Skeletal muscle physiology: Plasticity and responses to exercise. *Hormone Research in Paediatrics*. 2007; 66(Suppl. 1):2-16. [DOI:10.1159/000096617]
- [9] Rausch L. Functional mobility and balance of college-age adults before and after TRX® suspension training [MSc thesis]. Ohio: Bowling Green State University; 2020. [Link]
- [10] Gaedtker A, Morat T. Effects of two 12-week strengthening programmes on functional mobility, strength and balance of older adults: Comparison between TRX suspension training versus an elastic band resistance training. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*. 2016; 13(1):49-64. [DOI:10.18276/cej.2016.1-05]
- [11] Kosmata A. Functional exercise training with the TRX suspension trainer in a dysfunctional, elderly population [MSc thesis]. North Carolina: Appalachian State University; 2014. [Link]
- [12] Freeman JA, Gear M, Pauli A, Cowan P, Finnigan C, Hunter H, et al. The effect of core stability training on balance and mobility in ambulant individuals with multiple sclerosis: A multi-centre series of single case studies. *Multiple Sclerosis (Houndmills, Basingstoke, England)*. 2010; 16(11):1377-84. [DOI:10.1177/1352458510378126] [PMID]
- [13] de Bruin ED, Murer K. Effect of additional functional exercises on balance in elderly people. *Clinical Rehabilitation*. 2007; 21(2):112-21. [DOI:10.1177/0269215506070144] [PMID]
- [14] Mirmoezzi M, Namazizadeh M, Sadeghi H, Mohammadi F. Effect of different cognitive loads on gait stability in younger and older adults. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal*. 2019; 9(2):69-76. [DOI:10.32598/ptj.9.2.69]
- [15] Yardley L, Beyer N, Hauer K, Kempen G, Piot-Ziegler C, Todd C. Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). *Age and Ageing*. 2005; 34(6):614-9. [DOI:10.1093/ageing/afi196] [PMID]
- [16] Henwood TR, Taaffe DR. Short-term resistance training and the older adult: The effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performance. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2006; 26(5):305-13. [DOI:10.1111/j.1475-097X.2006.00695.x] [PMID]
- [17] Visser M, Deeg DJ, Lips P, Harris TB, Bouter LM. Skeletal muscle mass and muscle strength in relation to lower-extremity performance in older men and women. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2000; 48(4):381-6. [DOI:10.1111/j.1532-5415.2000.tb04694.x] [PMID]
- [18] Cugliari G, Boccia G. Core muscle activation in suspension training exercises. *Journal of Human Kinetics*. 2017; 56:61-71. [DOI:10.1515/hukin-2017-0023] [PMID]
- [19] Mirmoezzi M, Amini M, Khaledan A, Khorshidi D. [Effect of 8-week of selected aerobic exercise on static and dynamic balance in healthy elderly inactive men (Persian)]. *Salmand*. 2016; 11(1):202-9. [DOI:10.21859/sija-1101202]
- [20] Mirmoezzi M, Yousefi M, Salmanpour M. The effects of aquatic isometric and isotonic resistance exercises on fatigue index of aged men. *Sleep and Hypnosis*. 2019; 21(1):44-50. [DOI:10.5350/Sleep.Hypn.2019.21.0171]
- [21] Taggart HM. Effects of Tai Chi exercise on balance, functional mobility, and fear of falling among older women. *Applied Nursing Research: ANR*. 2002; 15(4):235-42. [DOI:10.1053/apnr.2002.35975] [PMID]
- [22] Jiménez-García JD, Martínez-Amat A, De la Torre-Cruz MJ, Fábrega-Cuadros R, Cruz-Díaz D, Aibar-Almazán A, et al. Suspension training HIIT improves gait speed, strength and quality of life in older adults. *International Journal of Sports Medicine*. 2019; 40(2):116-24. [DOI:10.1055/a-0787-1548] [PMID]
- [23] Kurz I, Gimmon Y, Shapiro A, Debi R, Snir Y, Melzer I. Unexpected perturbations training improves balance control and voluntary stepping times in older adults: A double blind randomized control trial. *BMC Geriatrics*. 2016; 16:58. [DOI:10.1186/s12877-016-0223-4] [PMID]
- [24] Mile M, Balogh L, Papp G, Pucsok JM, Szabó K, Barna L, et al. Effects of functional training on sarcopenia in elderly women in the presence or absence of ACE inhibitors. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; 18(12):6594. [DOI:10.3390/ijerph18126594] [PMID]