

## Effect of Functional Training with TRX on the Balance of Middle-Aged Men

Mehdi Aslani<sup>1</sup> , Mohammad Kalantariyan<sup>2</sup>, Hooman Minoonejad<sup>3</sup> 

1. MSc in Corrective Exercises and Sport Injury, Faculty of Physical education, University of Tehran, Tehran, Iran
2. PhD in Corrective Exercises and Sport Injury, Faculty of Physical education, University of Tehran, Tehran, Iran
3. Assistant Professor of Corrective Exercises and Sport Injury, Faculty of Physical education, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 2018.March.17

Revised: 2018. April.30

Accepted: 2018.May.08

### Abstract

**Background and Aim:** Disorders related to balance and falling are among the most important consequences of aging, which result in disturbing consequences such as bone fractures. The purpose of the present study was to determine the effect of TRX functional exercises on the balance of middle age men.

**Materials and Methods:** In the current quasi-experimental study, 26 elderly men (mean age  $\pm$  SD;  $43.8 \pm 3.44$ ) were randomly divided into two groups of suspended exercises ( $n= 13$ ) and control group ( $n= 13$ ). The static, dynamic, and functional balance were evaluated using Sharp and Romberg, Corrected Star (Y), and Berg balance scales, respectively. The experimental group performed TRX exercises for 8 weeks, 3 sessions per week for 45 minutes. To analyze the data, t-test and ANCOVA statistical methods were used in SPSS, v. 2 with p-value set at  $\leq 0.05$ .

**Results:** The results of t-test showed that the balance of the experimental group in all three groups was significantly different in post-test when compared with that in the pre-test ( $p \leq 0.05$ ). In addition, the results of ANCOVA showed that performing TRX exercise significantly improved the balance in the experimental group as compared with the control group ( $p \leq 0.05$ ).

**Conclusion:** Since balance is a feature that is influenced by several factors, doing TRX exercises can well cover these capabilities and improve the balance of middle age men. Therefore, in order to prevent disorders related to balance and falling, it is recommended that these individuals take the benefits of functional TRX exercises during middle ages.

**Keywords:** Middle age men; Balance; Functional exercise; TRX exercise

**Cite this article as:** Mehdi Aslani, Mohammad Kalantariyan, Hooman Minoonejad. Effect of functional training with TRX on balance of middle-aged men. J Rehab Med. 2019; 7(4): 80-89.

\* **Corresponding Author:** Hooman Minoonejad. Assistant Professor of Corrective Exercises and Sport Injury, Faculty of Physical education, University of Tehran, Tehran, Iran  
Email: h.minoonejad@ut.ac.ir

DOI: 10.22037/jrm.2018.111035.1709

## تأثیر تمرینات عملکردی مقاومتی کل بدن بر تعادل مردان میانسال

مهدی اصلانی<sup>۱</sup>، محمد کلانتریان<sup>۲</sup>، هومن مینونژاد<sup>۳\*</sup>

۱. کارشناسی ارشد آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. دکتری آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. استادیار آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، گروه بهداشت و طب ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

\* دریافت مقاله ۱۳۹۶/۱۲/۲۶ بازنگری مقاله ۱۳۹۷/۰۲/۱۰ پذیرش مقاله ۱۳۹۷/۰۲/۱۸ \*

### چکیده

#### مقدمه و اهداف

اختلال در تعادل و افتادن یکی از مهم‌ترین پیامدهای افزایش سن می‌باشد که عواقب نگران‌کننده‌ای از جمله شکستگی استخوان را در پی دارد. هدف از تحقیق حاضر تعیین تأثیر تمرینات TRX، بر تعادل مردان میانسال می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی و بر روی ۲۶ مرد میانسال با میانگین سن  $43 \pm 3/44$  سال و به روش نمونه‌گیری در دسترس که به صورت تصادفی به دو گروه تمرینات تعلیقی (۱۳ نفر) و گروه کنترل (۱۳ نفر) تقسیم شده‌اند، انجام شده است. جهت ارزیابی تعادل ایستا، پویا و عملکردی به ترتیب از آزمون‌های شارپندرومبرگ، تصحیح‌شده ستاره (Y) و مقیاس برگ استفاده شد. گروه تجربی تمرینات عملکردی TRX را به مدت ۸ هفته، سه جلسه در هفته و به مدت ۴۵ دقیقه انجام دادند. پس از پایان ۸ هفته تمرینات، تمامی مراحل پیش‌آزمون، در پس‌آزمون تکرار شد. جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات، از آزمون‌های تی همبسته و آنالیز کوواریانس. در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

#### یافته‌ها

نتایج آزمون t مستقل اختلاف معناداری را بین اطلاعات دموگرافیک دو گروه نشان نداد ( $P < 0/05$ ). این امر نشان‌دهنده همگن بودن دو گروه از نظر ویژگی‌های فردی اثرگذار بر تعادل می‌باشد. همچنین نتایج آزمون t همبسته نشان داد که تعادل آزمودنی‌های گروه تجربی در هر سه نوع ایستا، پویا و عملکردی در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون پیشرفت معناداری پیدا کرده است. علاوه بر آن، نتایج آزمون آنالیز کوواریانس نشان داد که اجرای تمرینات عملکردی TRX موجب بهبود معنادار تعادل در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل می‌شود.

#### نتیجه‌گیری

از آنجایی که تعادل، قابلیت است که تحت تأثیر چند عامل قرار می‌گیرد، اجرای تمرینات عملکردی TRX به خوبی می‌تواند این قابلیت‌ها را پوشش داده و موجب بهبود تعادل افراد میانسال شود؛ لذا پیشنهاد می‌شود به منظور جلوگیری از اختلال در تعادل و افتادن، نسبت به بهره‌مندی از فواید تمرینات عملکردی TRX در دوران میانسالی اقدام شود.

#### واژه‌های کلیدی

مردان میانسال؛ تعادل؛ تمرینات عملکردی؛ تمرینات تی‌آرایکس

**نویسنده مسئول:** هومن مینونژاد، استادیار آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، گروه بهداشت و طب ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران  
**آدرس الکترونیکی:** h.minoonejad@ut.ac.ir

<sup>1</sup> Total Body Resistance Exercise

## مقدمه و اهداف

یکی از مشکلات گسترده و مهم در دوران سالمندی، کاهش تعادل، افزایش زمین خوردن و ترس از افتادن می‌باشد. افتادن یکی از مهم‌ترین پیامدهای کاهش عملکرد در سالمندان می‌باشد که با آسیب به توانایی‌های آنها برای اجرای فعالیت‌های روزانه همراه است.<sup>[۶]</sup> ترس از افتادن باعث به خطر افتادن کیفیت زندگی، محدود کردن تحرک و کاهش تعامل اجتماعی می‌شود.<sup>[۷]</sup> علاوه بر این حوادثی که باعث شکستگی ران می‌شود، در ۱۲ تا ۲۰ درصد موارد کشنده است و از میان سالمندانی که هر ساله به دلیل افتادن و شکستگی در بیمارستان بستری می‌شوند، ۵۰ درصد می‌میرند.<sup>[۷]</sup>

پدیده سالمندی مسئله قرن چهاردهم شمسی ایران خواهد بود. با توجه به دو عامل اساسی جمعیت‌شناختی یعنی افزایش امید به زندگی و تغییر هرم جمعیتی به نفع سالمندی که در ایران در حال رخ دادن است، گفته فوق قابل توجه است.<sup>[۱]</sup> سرشماری سال ۱۳۹۵ در ایران نشان داد که ۴۴/۸ درصد از جمعیت ایران را رده سنی ۳۰ تا ۶۴ سال یعنی میانسالان و ۶/۱ درصد را رده سنی بالای ۶۵ سال یعنی سالمندان تشکیل می‌دهند که این موضوع نشان از افزایش جمعیت سالمندی در کشور دارد.<sup>[۲]</sup> پیش‌بینی‌ها حاکی از آن است که این جمعیت سالمندی تا ۲۵ سال آینده به دو برابر تعداد فعلی افزایش خواهد یافت.<sup>[۳]</sup> بنابراین به دلیل رشد سریع جمعیت این گروه سنی، توجه به جنبه‌های مختلف سلامتی افراد میانسال و سالمند ضروری به نظر می‌رسد.

سالمندی فرآیندی زیستی است که تمامی موجودات زنده از جمله انسان را در بر می‌گیرد. کاهش پیش‌رونده ظرفیت‌های فیزیولوژیکی و افت توانایی در پاسخ به استرس‌های محیطی در این دوره، موجب افزایش آسیب‌پذیری افراد سالمند نسبت به بیماری‌ها می‌گردد.<sup>[۴]</sup> البته گفتنی است که چنانچه سبک زندگی در دوران میانسالی از کیفیت مطلوبی برخوردار باشد، دوران سالمندی شیرین و لذت‌بخش خواهد بود.<sup>[۴]</sup> یکی از راهکارهای مفید کاهش اثرات سالمندی، شرکت در فعالیت‌های منظم و مناسب ورزشی در دوران قبل از شروع سالمندی یعنی جوانی و میانسالی می‌باشد.<sup>[۵]</sup> محققان از میان عوامل داخلی افتادن و زمین خوردن، کاهش در تعادل و اختلال در الگوی راه رفتن را به عنوان عوامل کلیدی در کاهش عملکرد حرکتی سالمندان برشمرده و معتقد هستند تعادل، پایه و اساس زندگی مستقل و پویا است.<sup>[۸]</sup> تعادل، جزء جدایی‌ناپذیر تمامی فعالیت‌های روزانه و مهارت حرکتی پیچیده‌ای است که پویایی پاسچر بدن را برای جلوگیری از افتادن فراهم می‌کند. تعادل یک قابلیت چندعاملی است که متأثر از قدرت، حس عمقی و سرعت عکس‌العمل فرد و مهم‌ترین قابلیت انسان برای جلوگیری از سقوط و افتادن است.<sup>[۹]</sup> تعادل می‌تواند به صورت ایستا، پویا و عملکردی باشد؛ تعادل ایستا شامل توانایی حفظ سطح اتکا با حداقل حرکت، تعادل پویا شامل توانایی انجام یک فعالیت و یا تکلیف همراه با حفظ وضعیت بدنی پایدار و تعادل عملکردی شامل انجام چندین فعالیت عملکردی متوالی با حفظ وضعیت صحیح بدن و بدون خارج شدن مرکز ثقل از محدوده سطح اتکا می‌باشد.<sup>[۱۰]</sup>

از دیدگاه دانشمندان، اهمیت پاسچر و تعادل در انجام فعالیت‌هایی مانند نشستن، ایستادن و راه رفتن مستقل، مورد بحث و غیرقابل‌انکار است.<sup>[۸]</sup> بنابراین منطقی است که اگر سالمندان در دوران جوانی و میانسالی سطح تعادل و کنترل قامت خود را توسعه بخشند، در دوران سالمندی با مشکلات کمتری مواجه خواهند بود.<sup>[۵]</sup> مرور ادبیات پیشینه، تأثیر مثبت تمرینات ورزشی را بر ارتقای سطح سلامت و فاکتورهای مختلف آمادگی جسمانی افراد سالمند، از جمله تعادل گزارش کرده‌اند.<sup>[۵]</sup> تحقیقات مختلف شیوه‌های گوناگون تمرینات ورزشی از جمله تمرینات قدرتی، هوازی، استقامتی، تعادلی، حس عمقی و انعطاف‌پذیری را بر تعادل افراد میانسال و سالمند مورد بررسی قرار داده‌اند، اما در مورد اینکه کدام یک از این شیوه‌های تمرینات ورزشی، تأثیر بیشتری بر بهبود و توسعه تعادل ایستا، پویا و عملکردی افراد میانسال و یا سالمند دارند، اتفاق نظر وجود ندارد. در همین راستا کن چنگ و همکاران<sup>۲</sup> بهبود تعادل سالمندان را پس از اجرای یک دوره تمرینات قدرتی و کششی گزارش کردند.<sup>[۱۳]</sup> روزندال و همکاران<sup>۳</sup> نیز تأثیر تمرینات تعادلی را بر توانایی راه رفتن و قدرت افراد سالمند مثبت ارزیابی کردند.<sup>[۱۴]</sup> دی بروئن<sup>۴</sup> نیز گزارش کرد که تمرینات حس عمقی موجب بهبود تعادل ایستای سالمندان می‌شود.<sup>[۶]</sup> اما برخلاف نتایج فوق، مانینی و همکاران<sup>۵</sup> ترکیب تمرینات قدرتی و حس عمقی را بر بهبود تعادل افراد سالمند، معنادار ندانستند.<sup>[۱۵]</sup> کاشفی به نقل از هن وود و همکاران<sup>۶</sup> تأثیر تمرینات ورزشی بر بهبود تعادل افراد سالمند را تأیید نکردند.<sup>[۹]</sup> بوچنر و همکاران<sup>۷</sup> همسو با نتایج تحقیق هن وود، گزارش کردند که تمرینات قدرتی کوتاه‌مدت تأثیری بر بهبود تعادل سالمندان ندارد.<sup>[۱۶]</sup> همان‌طور که گزارش شد، ادبیات پیشینه در مورد اینکه کدام یک از شیوه‌های تمرینی می‌تواند موجب بهبود بیشتر فاکتورهای تعادلی سالمندان شود، ضدونقیض است. آنچه مشخص است این است که تمریناتی که ترکیبی از چند فاکتور اثرگذار بر تعادل سالمندان، نظیر قدرت، حس عمقی، تعادل و سرعت عکس‌العمل را

2 Ken Cheung et al

3 Rosendahl et al

4 De Bruin

5 Manini et al

6 Henwood et al

7 Buchner et al

در خود جای می‌دهد، تأثیرگذاری بیشتری بر بهبود تعادل افراد سالمند دارد<sup>[۱۱]</sup>؛ بنابراین ضروری به نظر می‌رسد که تمریناتی جهت بهبود تعادل افراد سالمند طراحی شوند که تمامی فاکتورهای اثرگذار بر تعادل که در بالا ذکر شد را در خود جای دهند. تمرینات عملکردی<sup>۸</sup> با استفاده از بندهای TRX<sup>۹</sup> یکی از جدیدترین شیوه‌های تمرینی است که این قابلیت را برای فرد فراهم می‌کند تا به صورت هم‌زمان و با تنوع تمرینی بالا، اکثر فاکتورهای مربوط به آمادگی جسمانی که در بهبود تعادل اثرگذار می‌باشند را توسعه و بهبود بخشد.<sup>[۱۷-۱۹]</sup> از مزایای دیگر این تمرین می‌توان به تنوع تمرینی و جذاب بودن، سادگی، سهولت انجام، فضای اندک مورد نیاز، تجهیزات اندک و قابل حمل که در هر مکان و زمانی قابل اجرا می‌باشند، اشاره کرد.<sup>[۱۸]</sup> نتایج تحقیقات نشان داده است که ویژگی منحصر به فرد تمرینات TRX نسبت به سایر شیوه‌های تمرینی، در به‌کارگیری و فعال کردن عضلات ثبات‌دهنده مفاصل مختلف بدن و به خصوص عضلات ثبات‌دهنده مرکزی بدن در تمامی حرکات مختلف این شیوه تمرینی است.<sup>[۲۰، ۱۹]</sup> تمرینات TRX این قابلیت را دارد تا حرکت-پذیری، قدرت و ثبات مفصلی را در تمامی صفحات حرکتی به‌طور هم‌زمان توسعه دهد.<sup>[۲۱]</sup> در همین ارتباط گاتکه و همکاران<sup>۱۰</sup> با مقایسه دو روش تمرینات الاستیک باند و تمرینات TRX به این نتیجه رسیدند که هر دو شیوه تمرینی به میزان یکسانی موجب بهبود عملکرد، قدرت و تعادل سالمندان می‌شود.<sup>[۱۹]</sup> با این حال با وجود تمامی مزیت‌هایی که برای این شیوه تمرینی بیان می‌شود، تحقیقات در خصوص استفاده از تمرینات TRX محدود و انگشت‌شمار می‌باشد. از همین روی ضروری به نظر می‌رسد که اثرگذاری این شیوه تمرینی بر فاکتور تعادل که با بالا رفتن سن به میزان زیادی تحت تأثیر قرار می‌گیرد، مورد بررسی قرار گیرد؛ لذا هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر تمرینات عملکردی TRX بر تعادل ایستا، پویا و عملکردی مردان میانسال می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی و با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و با یک گروه تجربی و یک گروه کنترل می‌باشد. نمونه آماری تحقیق حاضر را ۲۶ مرد میانسال که به شیوه نمونه‌گیری در دسترس و به‌صورت داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند، تشکیل داده است. معیارهای ورود به تحقیق شامل مرد بودن، دامنه سنی بین ۳۵ تا ۵۵ سال، عدم سابقه فعالیت منظم ورزشی در ۱۰ سال اخیر و بهره‌مندی از سلامت عمومی می‌باشد. همچنین سابقه آسیب و یا ناهنجاری اسکلتی-عضلانی قابل توجه، محدودیت حرکتی در مفاصل اندام تحتانی، ضعف قابل توجه عضلات اندام تحتانی، مصرف دخانیات و مشروبات الکلی، مشکلات تعادلی و دستگاه دهلیزی، سابقه بیماری‌های خاص نظیر پارکینسون، سرطان، دیابت و بیماری‌های قلبی-عروقی، جزء معیارهای عدم ورود به تحقیق بود.<sup>[۹، ۱۱]</sup> پس از مشخص شدن نمونه‌های تحقیق بر اساس معیارهای ورود و عدم ورود به تحقیق و تقسیم‌بندی تصادفی آنها به دو گروه تجربی (۱۳ نفر) و کنترل (۱۳ نفر)، توضیحات لازم در مورد مراحل انجام تحقیق داده شد و فرم رضایت‌نامه شرکت داوطلبانه در تحقیق توسط نمونه‌های تحقیق امضا شد. لازم به ذکر است که سعی شد در انتخاب نمونه‌های تحقیق، افرادی انتخاب شوند که بر اساس پرسش‌نامه PARQ<sup>۱۱</sup> دارای حداقل سطح آمادگی جسمانی باشند.<sup>[۲۲]</sup> به منظور اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون، از نمونه‌های تحقیق خواسته شد تا طبق زمان‌بندی مشخص در محل سالن ورزشی حضور یابند. پس از حضور آزمودنی، ابتدا فرم اطلاعات اولیه توسط وی تکمیل و سپس اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک از هر فرد انجام می‌شد. پس از آن اندازه‌گیری‌های مربوط به تعادل ایستا، پویا و عملکردی افراد صورت گرفت.

به منظور اندازه‌گیری تعادل ایستا از آزمون شارپندربرگ<sup>۱۲</sup> استفاده شد. پایایی این آزمون برای اندازه‌گیری تعادل با چشم باز ۰/۹۱ و برای چشم بسته ۰/۷۷ گزارش شده است.<sup>[۲۳]</sup> روش انجام این آزمون بدین صورت است که آزمودنی بدون کفش و بر روی سطح صاف به صورتی می‌ایستد که پای برتر وی در جلوی پای غیر برتر وی قرار بگیرد. بدین صورت که پاشنه پای برتر در مقابل پنجه پای غیر برتر باشد. دست‌ها به حالت ضربدری روی سینه و کف دست بر روی شانه سمت مقابل قرار می‌گیرد. آزمودنی به مدت ۶۰ ثانیه و با چشم بسته این وضعیت را حفظ می‌کند. در صورت وقوع تاب خوردن زیاد، از دست دادن تعادل، باز کردن چشم‌ها و تکان خوردن دست‌ها در حین اجرای آزمون، یک امتیاز منفی برای آزمودنی ثبت می‌گردد. هر آزمودنی این آزمون را ۳ بار و با فاصله استراحت یک دقیقه بین هر تکرار اجرا می‌کرد.<sup>[۲۳]</sup>

همچنین برای ارزیابی تعادل پویای افراد، از آزمون تعدیل‌شده تعادل ستاره<sup>۱۳</sup> (آزمودن Y) استفاده شد.<sup>[۲۴]</sup> بدین صورت که آزمودنی با پای آزمون (پای برتر) در مرکز محل آزمون می‌ایستاد (سه متر نواری چسبانده شده بر روی زمین به‌گونه‌ای که علامت صفر مترها در مرکز واقع شده باشد و جهت یکی از آن‌ها به سمت قدامی باشد و دو متر دیگر با متر جهت قدامی زاویه ۱۳۵ درجه داشته باشند) و تعادل خود را درحالی که با پای دیگر تلاش می‌کرد تا بیشترین حد ممکن در سه جهت آزمون (قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی) رَسش داشته باشد،

8 Functional Training

9 Total Body Resistance Exercise

10 Gaetke et al

11 Physical Activity Readiness Questionnaire

12 Sharpened Romberg Test

13 Star Excursion Balance Test

حفظ می‌کرد. در زمان رسیدن به حداکثر رَسش آزمودنی می‌بایست به طور بسیار آهسته با پای رَسش، متر را لمس می‌کرد و به وضعیت اولیه آزمون بازمی‌گردید. سپس میزان فاصله رَسش انجام شده (که با تقسیم به طول پای فرد و ضربدر عدد ۱۰۰ نرمال می‌شد) اندازه‌گیری و به‌عنوان میزان اجرا لحاظ می‌گردید.<sup>[۲۴]</sup> همانند آزمون تعادل ایستا، هر آزمودنی این آزمون را سه مرتبه اجرا و میانگین سه اجرای وی به‌عنوان رکورد نهایی وی در نظر گرفته می‌شد. هر تل<sup>۱۴</sup> پایایی بسیار بالایی (۰/۹۵-۰/۸) را برای این آزمون گزارش کرده است.<sup>[۲۴]</sup>

جهت ارزیابی تعادل عملکردی آزمودنی‌ها از آزمون مقیاس تعادل عملکردی برگ<sup>۱۵</sup> استفاده شد. روایی و اعتبار این مقیاس در ایران توسط آزاد و همکاران (۲۰۱۰) بررسی شده است که ثبات درونی این آزمون با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ معادل (r=۰/۹) گزارش شده است.<sup>[۲۵]</sup> همچنین بوگل و همکاران<sup>۱۶</sup> اعتبار درونی و بیرونی این آزمون را برای سالمندان به ترتیب ۰/۹۸ و ۰/۹۹ بیان کرده‌اند.<sup>[۲۶]</sup> مقیاس برگ دارای ۱۴ آزمون حرکتی می‌باشد که در زندگی روزمره کاربرد زیادی دارند و شامل برخاستن از وضعیت نشسته روی صندلی، ایستادن ساکن بدون حمایت، نشستن ساکن روی صندلی بدون حمایت، نشستن روی صندلی از وضعیت ایستاده-جایجایی، ایستادن ساکن با چشمان بسته، ایستادن ساکن با پاهای جفت، دسترسی به جلو در وضعیت ایستاده، برداشتن اشیا از روی زمین، چرخش به طرفین برای نگاه به پشت، چرخش ۳۶۰ درجه به هر دو طرف، گذاشتن نوبتی پاها روی چهارپایه، ایستادن به حالت یک‌پا جلوی پای دیگر و ایستادن روی یک‌پا می‌باشد. نحوه اجرای هر حرکت در یک دامنه صفر (ناتوانی در اجرای آزمون) تا چهار (اجرای طبیعی آزمون) ارزیابی می‌شود.<sup>[۲۵]</sup> نمره کلی مقیاس، ۵۶ می‌باشد که نشان‌دهنده تعادل عالی بوده و نمره کمتر از ۴۵ حاکی از وجود احتمال افتادن می‌باشد.

پس از اتمام اندازه‌گیری‌های مربوط به پیش‌آزمون، گروه تجربی، تمرینات پیش‌رونده و عملکردی TRX را به مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته اجرا نمودند. همچنین از گروه کنترل خواسته شد تا در طول دوره تحقیق، هیچ‌گونه فعالیت ورزشی خاصی انجام ندهند و به فعالیت‌های معمول روزانه خود بپردازند. پیش از شروع دوره تمرینات، یک جلسه آموزشی جهت آشنایی نمونه‌های گروه تجربی با شیوه اجرای تمرینات عملکردی TRX برگزار شد. شیوه اجرای تمرینات پیش‌رونده و عملکردی TRX به این صورت بود که نمونه‌های گروه تجربی، ابتدا به مدت ۱۰ دقیقه به گرم کردن و انجام حرکات کششی عمومی بدن پرداخته و سپس ۴۵ دقیقه تمرینات عملکردی منتخب TRX را ۳ جلسه در هفته و به مدت ۸ هفته انجام دادند. تمرینات منتخب عمده شامل تمریناتی بود که باهدف بهبود تعادل و اصلاح کنترل پاسچر اجرا می‌شود (پیوست ۱).

تمرینات تی‌آرایکس شامل تمرینات اندام تحتانی و میانی بدن بود و همچنین حجم و شدت تمرین بر اساس اصول FITT توسط پژوهشگر یکسان‌سازی شد و سپس توسط پزشک متخصص مورد تأیید قرار گرفت.

جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون آماری کلموگروف-اسمیرنف استفاده شد. سپس از آزمون‌های آمار توصیفی میانگین و انحراف استاندارد برای توصیف اطلاعات و از آزمون‌های تی همبسته برای مقایسه نتایج درون‌گروهی و آنالیز کوواریانس برای مقایسه نتایج بین گروهی میانگین‌ها استفاده شد. تمامی تجزیه‌وتحلیل‌های آماری در سطح معناداری ۰/۰۵ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۱ صورت گرفت.

## یافته‌ها

نتایج آزمون تی مستقل حاکی از عدم وجود تفاوت معنادار بین ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها در بین دو گروه دارد. اطلاعات مربوط به ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ و به تفکیک گروه گزارش شده است.

جدول ۱: مشخصات دموگرافیک افراد شرکت‌کننده در تحقیق به همراه نتایج آزمون تی مستقل؛ میانگین±انحراف معیار

متغیر	گروه کنترل (n=۱۳)	گروه تجربی (n=۱۳)	P-value
وزن (kg)	۷۸±۶/۰۳	۸۰±۵/۱۷	۰/۳۱
قد (cm)	۱۷۸±۴/۶۲	۱۷۶±۳/۲۷	۰/۱۸
شاخص توده بدنی (kg/m <sup>2</sup> )	۲۶/۱۴	۲۷/۰۲	۰/۹۴
سن (سال)	۴۳/۳±۴/۰۴	۴۴/۶±۵/۱۹	۰/۸۳

14 Hertel  
15 Berg Balance Scale  
16 Bogle et al

نتایج آزمون شای پروبلیک نشان داد که داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار می‌باشند؛ بنابراین در تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق می‌توان از روش‌های آمار پارامتریک استفاده کرد. نتایج آزمون تی همبسته بیانگر آن است که بین میانگین آزمون‌های تعادل ایستا، پویا و عملکردی آزمودنی‌های گروه کنترل در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون، تفاوت معناداری وجود ندارد، اما این میزان در هر سه آزمون تعادلی فوق در گروه تجربی، در پس‌آزمون نسبت به پیش-آزمون، افزایش معنادار پیدا کرده است ( $P < 0/05$ ) (جدول ۲).

جدول ۲: نتایج آزمون تی زوجی برای مقایسه درون گروهی متغیرهای تحقیق به تفکیک هر گروه

متغیر	گروه	مرحله آزمون	اختلاف میانگین	P-Value
تعادل ایستا (ثابته)	کنترل	پیش‌آزمون - پس‌آزمون	۲/۴۷	۰/۱۶
	تجربی	پیش‌آزمون - پس‌آزمون	۶/۲۸	۰/۰۰۱
تعادل پویا (مجموع سه جهت-سانتی‌متر)	کنترل	پیش‌آزمون - پس‌آزمون	۳/۶۵	۰/۰۶
	تجربی	پیش‌آزمون - پس‌آزمون	۱۰/۰۶	۰/۰۰۱
تعادل عملکردی	کنترل	پیش‌آزمون - پس‌آزمون	۱/۳۸	۰/۶۲
	تجربی	پیش‌آزمون - پس‌آزمون	۴/۱۶	۰/۰۰۱

همچنین نتایج آزمون آنالیز کوواریانس نشان داد که پس از کنترل اثر پیش‌آزمون (کووریت)، در تعادل پویا، ایستا و عملکردی، در پس‌آزمون بین دو گروه تحقیق اختلاف معناداری وجود دارد ( $P < 0/05$ ) (جدول ۳).

جدول ۳: نتایج آزمون آنالیز کوواریانس برای مقایسه متغیرهای وابسته بین سه گروه

متغیرهای پژوهش	گروه	میانگین	F	Df	P-Value	Eta Squared
تعادل ایستا	کنترل	۳۱±۲/۰۵	۲۵/۷۳	۱	۰/۰۰۱	۰/۴۹
	تجربی	۳۶±۲/۶۳				
تعادل پویا	کنترل	۲۲۸±۱/۹۱	۲۱/۳۶	۱	۰/۰۰۱	۰/۸۵
	تجربی	۲۳۶±۲/۴۹				
تعادل عملکردی	کنترل	۴۸±۲/۶۱	۲۶/۶۹	۱	۰/۰۰۱	۰/۲۹
	تجربی	۵۲±۲/۰۴				

## بحث

هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات عملکردی با استفاده از TRX بر تعادل ایستا، پویا و عملکردی مردان میانسال می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که انجام تمرینات عملکردی TRX می‌تواند تعادل افراد میانسال را بهبود بخشد. به طور دقیق‌تر می‌توان بیان داشت که مدت زمان حفظ تعادل ایستا در آزمون رومبرگ و همچنین امتیازات آزمودنی‌های تحقیق در اجرای دو آزمون تعادل پویای Y و آزمون تعادل عملکردی برگ در پس‌آزمون، هم نسبت به گروه کنترل و هم نسبت به پیش‌آزمون خود افزایش معناداری پیدا کرد. نتایج تحقیق حاضر را می‌توان با نتایج برخی از تحقیقات پیشین که حاکی از تأثیر شیوه‌های گوناگون تمرینات بدنی بر تعادل افراد میانسال و سالمند می‌باشد، همسو دانست. ماکی و همکاران<sup>۱۷</sup> (۲۰۰۸)<sup>[۲۷]</sup>، لالارد و همکاران<sup>۱۸</sup> (۲۰۱۰)<sup>[۱۲]</sup>، راندا<sup>۱۹</sup> (۲۰۰۶)<sup>[۲۸]</sup>، گاتکه<sup>۲۰</sup> (۲۰۱۵)<sup>[۱۹]</sup> و عبدلی<sup>۲۱</sup> (۱۳۹۴)<sup>[۱۱]</sup> بهبود تعادل را پس از اجرای یک دوره تمرینات مختلف بدنی از جمله تمرینات قدرتی، تمرینات تعادلی، تمرینات حس عمقی، در افراد میانسال و سالمند گزارش کردند، اما برخلاف آنها و همچنین ناهم‌سو با نتایج تحقیق حاضر، بوچنر و همکاران<sup>۲۲</sup> (۱۹۹۷)<sup>[۱۶]</sup>، بیلو<sup>۲۳</sup> (۲۰۰۳)<sup>[۲۹]</sup>، هن‌وود<sup>۲۴</sup> (۲۰۰۶)<sup>[۹]</sup>، مانی‌نی<sup>۲۵</sup> (۲۰۰۷)<sup>[۱۵]</sup> و اریکا و همکاران<sup>۲۶</sup> (۲۰۰۸)<sup>[۳۰]</sup>، معناداری تأثیر تمرینات بدنی بر تعادل افراد میانسال و سالمند را تأیید نکردند.

از دلایل ناهم‌سویی تحقیق بیلو با تحقیق حاضر می‌توان به گروه سنی (۵۹ تا ۸۳ سال) نمونه‌های تحقیق او اشاره کرد. همچنین او برای تحقیق خود افرادی را انتخاب کرد که دارای ضعف در عضلات اندام تحتانی خود هستند.<sup>[۲۹]</sup> همچنین هن وود نیز در تحقیق خود با عنوان

17 Maki et al.  
18 Lelard et al  
19 Rhonda  
20 Bellew  
21 Erika et al.

تأثیر برنامه تمرینی متنوع (تمرینات مقاومتی) در بهبود قدرت و عملکرد سالمندان توانست اثر فعالیت بدنی بر تعادل افراد سالمند را تأیید کند دلیل این ناهم‌سویی را می‌توان به مدت‌زمان و ماهیت برنامه تمرینی با تمرین تحقیق حاضر نسبت داد.<sup>[۹]</sup> از دلایل احتمالی اختلاف تحقیق حاضر با تحقیق ماینی نیز می‌توان به اختلاف تمرینات به‌کاربرده شده در تحقیق او با تحقیق حاضر اشاره کرد. در تحقیق ماینی، تمرینات عملکردی به عنوان یک تمرین مکمل برای تمرینات قدرتی به کار برده شده است، درحالی‌که در این تحقیق به‌عنوان یک پروتکل تمرینی مستقل مورد استفاده قرار گرفته است.<sup>[۱۵]</sup>

به طور کلی این عدم هماهنگی در نتایج تحقیقات را می‌توان به نوع پروتکل تمرینی به لحاظ ماهیت، شدت و مدت تمرینات، ابزار و آزمون‌های مورد استفاده جهت سنجش تعادل افراد، دامنه سنی جامعه تحقیق و همچنین ویژگی‌های جمعیت‌شناختی کشورهای مختلف نسبت داد.

معناداری تأثیر تمرینات عملکردی با استفاده از TRX که در تحقیق حاضر مورد تأیید قرار گرفت را می‌توان به چند عامل نسبت داد؛ تعادل یک موضوع چندعاملی است که تحت تأثیر فاکتورهای مختلفی از جمله قدرت، حس عمقی، سرعت عکس‌العمل و هماهنگی حرکتی قرار می‌گیرد.<sup>[۱۷]</sup> هم‌زمان با افزایش سن، قدرت عضلانی، کیفیت اطلاعات حس عمقی و سرعت عکس‌العمل افراد تحت تأثیر قرار گرفته و مختل می‌شوند. تمرینات عملکردی TRX این قابلیت را دارد تا به‌طور هم‌زمان فاکتورهای فوق‌الذکر را توسعه و بهبود بخشد.<sup>[۱۹]</sup> همچنین بیان شده است که این شیوه تمرینی می‌تواند حرکت‌پذیری و ثبات مفصلی را در تمام صفحات حرکتی افزایش دهد و موجب بهبود تعادل در افراد سالمند شود.<sup>[۱۸]</sup>

تحقیقات قبلی نشان داده‌اند که تمریناتی که ماهیتی ترکیبی دارند، نسبت به تمریناتی که تنها بر روی یک متغیر تأکید دارند، تأثیراتی به مراتب بیشتر بر روی تعادل می‌گذارند.<sup>[۳۱، ۳۲]</sup> ماهیت چندعاملی بودن تعادل به خوبی می‌تواند این گفته را تأیید کند. منطقی به نظر می‌رسد که تمرینات عملکردی TRX نیز با تحت تأثیر قرار دادن چند عامل مهم و تأثیرگذار بر تعادل یعنی قدرت، حس عمقی، سرعت عکس‌العمل و هماهنگی حرکتی به‌طور هم‌زمان، بتواند موجب بهبود تعادل شود.

یکی از مهم‌ترین پیامدهای افزایش سن، کاهش قدرت عضلانی است که همین عامل می‌تواند تعادل افراد را به میزان زیادی تحت تأثیر قرار دهد.<sup>[۱۷]</sup> از آنجایی که تمرینات TRX ماهیتی قدرتی دارد، می‌تواند از طریق ایجاد تسهیل در وارد عمل شدن واحدهای عضلانی بزرگ و تند انقباض، افزایش هماهنگی عضلات و تحریک سیستم‌های عصبی-عضلانی، موجب افزایش قدرت و نهایتاً بهبود تعادل شود.<sup>[۳۱]</sup> همچنین بیان شده است که تمرینات قدرتی می‌تواند از طریق افزایش خون‌رسانی به مغز و کارایی بیشتر سلول‌های هرمی برای رساندن پیام به اندام‌ها و نیز کارایی بیشتر مخچه که نقش اصلی در حفظ تعادل را ایفا می‌کند، در جهت بهبود تعادل افراد میانسال و سالمند، مؤثر واقع شود.<sup>[۴]</sup> از سوی دیگر، تحقیقات پیشین بیان داشته‌اند که تمریناتی که از ماهیت قدرتی برخوردارند، می‌توانند با افزایش دانسیته مواد معدنی استخوان، اثری مثبت بر افزایش توده استخوانی داشته باشند. در این زمینه محققان با انجام مطالعات اپیدمیولوژیک، نشان داده‌اند که انجام فعالیت‌های بدنی با رویکرد افزایش قدرت، برای حفظ و افزایش توده استخوانی و قدرت عضلانی ضروری است.<sup>[۳۲]</sup> بر همین اساس می‌توان ادعا کرد که تمرینات عملکردی TRX با توجه به قابلیت‌ها که در افزایش قدرت و استقامت عضلانی دارند، می‌توانند به افراد میانسال و سالمند در جهت پیشگیری از افتادن و شکستگی‌های متعاقب آن به طور مضاعف کمک کنند.

هم‌زمان با بالا رفتن سن، اتکای افراد به اطلاعات حس عمقی اندام تحتانی نسبت به اطلاعات بینایی و دهلیزی جهت حفظ و بازبانی تعادل افزایش می‌یابد.<sup>[۳۷]</sup> از همین رو در این گروه سنی، تمریناتی می‌تواند کارا و مؤثر باشد که بتواند به خوبی گیرنده‌های حس عمقی را تحریک کند. تمرینات عملکردی TRX در تحقیق حاضر به گونه‌ای طراحی شده‌اند که فرد مجبور به اجرای حرکات عملکردی در یک سطح ناپایدار و معلق می‌باشد. هنگام انجام تمرین در سطوح ناپایدار، فرد نیاز به حفظ و کنترل تعادل پویا و عملکردی دارد.<sup>[۱۱]</sup> بنابراین شاید بتوان گفت که انجام چنین تمریناتی به دلیل ایجاد هماهنگی عصبی-عضلانی بهتر و افزایش هماهنگی سیستم‌های بینایی، وستیبولار و حس عمقی، یک تمرین مناسب برای بهبود تعادل افراد میانسال و سالمند می‌باشد؛ لذا تمرینات طراحی شده در این تحقیق با افزایش کارایی گیرنده‌های حسی و تسهیل عصبی-عضلانی در حین واکنش‌های قامتی و تقویت سیستم حس عمقی و افزایش قدرت عضلات اندام تحتانی، می‌تواند باعث بهبود برنامه‌های کنترل حرکتی و تعادل بهتر شود.

از نظر عصب‌شناختی، توسعه و بهبود تعادل به دنبال تصحیح برنامه‌های کنترل حرکتی در آزمودنی‌های تحقیق حاضر پس از اجرای تمرینات عملکردی TRX که احتمالاً ناشی از ارسال اطلاعات حس عمقی جدید و تصحیح شده از طرف گیرنده‌های حس عمقی در اندام تحتانی و مفاصل نواحی مرکزی بدن می‌باشد را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که تغییرات نورونی که در سطوح طرح‌ریزی و برنامه‌ریزی حرکتی رخ می‌دهد، به احتمال زیاد منطقه کورتیکال حرکتی اولیه مغز را فعال می‌کند و این برنامه تغییر یافته می‌تواند از طریق عمل بر مدارهای نخاعی، به افزایش فعالیت نورون‌های حرکتی و در نتیجه به افزایش قدرت و عملکرد حرکتی منجر شود.<sup>[۳۳]</sup> در دوران سالمندی، اطلاعات حسی به طور مناسبی در اختیار سیستم عصبی قرار نمی‌گیرد؛ بنابراین ضروری به نظر می‌رسد که پیش از ورود افراد به سنین

سالمندی (یعنی دوران جوانی و میانسالی)، تدابیری گرفته شود تا سیستم حسی-حرکتی بدن در بالاترین کارایی ممکن قرار بگیرد. اجرای تمرینات عملکردی با استفاده از TRX می‌تواند یکی از این راه‌کارها باشد. یکی دیگر از ویژگی‌های مهم تمرینات عملکردی TRX، فعال‌سازی مناسب عضلات ثبات‌دهنده مرکزی در تمامی حرکاتی است که به وسیله TRX اجرا می‌شود.<sup>[۱۷]</sup> نتایج تحقیقات نشان داده است که ارتباط مستقیمی بین عملکرد عضلات ثبات‌دهنده مرکزی و توانایی حفظ تعادل وجود دارد.<sup>[۸]</sup> در واقع تمریناتی که با استفاده از TRX اجرا می‌شوند این قابلیت را دارند تا علاوه بر تقویت عضلات حرکت-دهنده اصلی بدن، عضلات ثبات‌دهنده مرکزی بدن را نیز طی انجام یک فعالیت عملکردی که مشابهت زیادی با فعالیت‌هایی که فرد در طی روز انجام می‌دهد، تقویت کند.<sup>[۲۰]</sup> همین مشابهت حرکات تمرینی با نیازهای عملکردی فرد که بر اساس گفته‌های لدرمن<sup>۲۲</sup> یکی از مهم‌ترین کدهای تمرینات توان‌بخشی عصبی-عضلانی است، نقش بسیار زیادی در ایجاد سازگاری‌های عملکردی افراد میانسال و سالمند ایفا می‌کند.

### نتیجه‌گیری

پیشرفت صنعت و ماشینی شدن کارها، تأثیر زیادی بر میزان تحرک جسمانی افراد مختلف جامعه گذاشته است. همین موضوع باعث به وجود آمدن مشکلات جدی ناشی از کم‌تحرکی در سنین میانسالی و سالمندی شده است. ضعف در تعادل و افزایش احتمال افتادن یکی از مهم‌ترین مشکلاتی است که البته با تغییر در سبک زندگی و به‌کارگیری شیوه‌های مناسب تمرینی در سنین میانسالی، تا حدود زیادی قابل‌پیشگیری است. از آنجایی که نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات عملکردی با استفاده از TRX نقش زیادی در بهبود تعادل افراد میانسال دارد، پیشنهاد می‌شود تا این گروه سنی با بهره‌مندی از این شیوه تمرینی تأثیرگذار، از اختلال در تعادل و پیامدهای ناگوار بعدازآن که امری اجتناب‌ناپذیر به دنبال افزایش سن می‌باشد، جلوگیری کنند.

### تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمام عزیزانی که در پروسه پژوهش حاضر ما را یاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

### منابع

1. Nemati D, Agha Bakhshi H. Tehran Elderly Friendly City, Initial steps to realize the world's first ever aging capital. Quarterly journal of social research. 2003;8(16):15-44. [In Persian]
2. Iran SCo. Selected results of the General Census of Population and Housing 2016 [updated 2016]. [In Persian]
3. Puranik M, Iyer S, Gore A, Prabha L, Khachane P, Mehta A. Effect of sensory-specific balance training in elderly. Indian Journal of Physiotherapy & Occupational Therapy. 2012;6(3):168-72.
4. HOSSEINI MSS, ROSTAMKHANY H, NAGHILOO Z, LOTFI N. The effects of balance, mental and concurrent training on balance in healthy older males. 2010. [In Persian]
5. Hadi H, Soltani M. The Effect of Velocity-Balance Training on Balance in Middle-Aged Police Staff. Journal of Police Medicine. 2016;5(3):223-30. [In Persian]
6. Adams LJ. The Impact of Balance Training on Balance, Confidence, and Functionality in Assisted Living Adults: University of Central Oklahoma; 2011.
7. Binda SM, Culham EG, Brouwer B. Balance, muscle strength, and fear of falling in older adults. Experimental aging research. 2003;29(2):205-19.
8. Babakhani F, Oladghobadi K, Fatahi F. Effect of Hip Abductor Muscle Fatigue on Static and Dynamic Balance in Elderly Women. Iranian Journal of Ageing. 2016;11(2):322-9. [In Persian]
9. Kashefi M, Pour Azar M, Dehestani Ardakani M. The Effect of Two Kinds of Aerobic Exercise on the Static and Dynamic Balance of Old Men. Iranian Journal of Ageing. 2014;9(2):134-41. [In Persian]
10. 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.
11. Farsi A, Abdoli B, Baraz P. Effect of Balance, Strength, and Combined Training on the Balance of the Elderly Women. Iranian Journal of Ageing. 2015;10(3):54-61. [In Persian]
12. Lelard T, Doutrelot P-L, David P, Ahmaidi S. Effects of a 12-week Tai Chi Chuan program versus a balance training program on postural control and walking ability in older people. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2010;91(1):9-14.
13. Cheung KK, Au KY, Lam WW, Jones AY. Effects of a structured exercise programme on functional balance in visually impaired elderly living in a residential setting. Hong Kong Physiotherapy Journal. 2008;26(1):45-50.
14. Rosendahl E. Fall prediction and a high-intensity functional exercise programme to improve physical functions and to prevent falls among older people living in residential care facilities: Samhällsmedicin och rehabilitering; 2006.

<sup>22</sup> Lederman



15. Balouchi R. The Effect of a Balanced Workout on the Postural Factors of the Elderly Applied Sport Physiology Research. 1393;11(21):91-100. [In Persian]
16. Buchner DM, Cress ME, De Lateur BJ, Esselman PC, Margherita AJ, Price R, et al. The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 1997;52(4):M218-M24.
17. Kim JH, Kim YE, Bae SH, Kim KY. The effect of the neurac sling exercise on postural balance adjustment and muscular response patterns in chronic low back pain patients. *Journal of physical therapy science*. 2013;25(8):1015-9.
18. Kosmata A. Functional Exercise Training with the TRX Suspension Trainer in a Dysfunctional, Elderly Population: Appalachian State University; 2014.
19. Gaedtke A, Morat T. TRX suspension training: A new functional training approach for older adults—development, training control and feasibility. *International journal of exercise science*. 2015;8(3):224.
20. Kim G-Y, Kim S-H. Effects of push-ups plus sling exercise on muscle activation and cross-sectional area of the multifidus muscle in patients with low back pain. *Journal of physical therapy science*. 2013;25(12):1575-8.
21. Lee J-S, Yang S-H, Koog Y-H, Jun H-J, Kim S-H, Kim K-J. Effectiveness of sling exercise for chronic low back pain: a systematic review. *Journal of physical therapy science*. 2014;26(8):1301-6.
22. Shafa T. Reliability and validity of Persian version of the physical activity readiness questionnaire in older people in Iran: [Dissertation]. Tehran. University of Social Welfare and Rehabilitation; 2013. [In Persian]
23. FATHI RZ, Aslankhani M, Farsi A, Abdoli B, ZAMANI SS. A comparison of three functional tests of balance in identifying fallers from non-fallers in elderly people. 2010. [In Persian]
24. Pollock KM. The star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school football players. 2010.
25. Azad A, Taghizadeh G, Khaneghini A. Assessments of the reliability of the Iranian version of the Berg Balance Scale in patients with multiple sclerosis. *Acta Neurol Taiwan*. 2011;20(1):22-8. [In Persian]
26. Bogle Thorbahn LD, Newton RA. Use of the Berg Balance Test to predict falls in elderly persons. *Physical therapy*. 1996;76(6):576-83.
27. Maki BE, Cheng KC-C, Mansfield A, Scovil CY, Perry SD, Peters AL, et al. Preventing falls in older adults: new interventions to promote more effective change-in-support balance reactions. *Journal of electromyography and kinesiology*. 2008;18(2):243-54.
28. Orr R, De Vos NJ, Singh NA, Ross DA, Stavrinou TM, Fiatarone-Singh MA. Power training improves balance in healthy older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2006;61(1):78-85.
29. Bellew JW, Yates JW, Gater DR. The initial effects of low-volume strength training on balance in untrained older men and women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2003;17(1):121-8.
30. Wohldmann EL, Healy AF, Bourne Jr LE. A mental practice superiority effect: less retroactive interference and more transfer than physical practice. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2008;34(4):823.
31. Nagy E, Feher-Kiss A, Barnai M, Domján-Preszner A, Angyan L, Horvath G. Postural control in elderly subjects participating in balance training. *European journal of applied physiology*. 2007;100(1):97-104.
32. Hamel M, Lajoie Y. Mental imagery. Effects on static balance and attentional demands of the elderly. *Aging clinical and experimental research*. 2005;17(3):223.
33. Hosseinzadeh Asl F, Taheri HR, Sohrabi M. Comparing the Effectiveness of Various Cognitive-Motor Interventions on Dynamic Balance of Elderly Women. *Motor Behavior*. 2017. [In Persian]

پیوست ۱. تمرینات طراحی شده با تی آرایکس توسط محقق به مدت ۸ هفته

ست × تکرار	تمرین	هفته
۱۰×۳	squats	۱ تا ۴
۱۰×۳	Assisstend lunge	
۱۰×۲	Abduct lunge	
۱۰×۲	Hamstring curl (hip ground)	
۱۰×۲	Plank (elbows)	
۱۰×۲	Hip press	
۱۰×۳	Jump squats	۵ تا ۸
۱۰×۳	Assisstend lunge	
۱۰×۳	Kneeling roll-out	
۱۰×۳	Trx hip drop	
۱۰×۳	Assissted sit up	
۱۰×۳	Hamstring curl hip lifted	
۱۰×۳	Plank (hands)	

نمونه‌ای از تمرینات تی آرایکس

