



Research Paper

The Effect of 12 Weeks of Training with Total Body Resistance on Static and Dynamic Balance in Older Men

Mohammad Ebrahim Bahram¹, Roghayyeh Afroundeh², Mohammad Javad Pourvaghgar^{3,*}

¹ Ph.D. Student of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

² Assistant Professor of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

³ Associate Professor, Department of Physical Education, University of Kashan, Kashan, Iran

* **Corresponding author:** Mohammad Javad Pourvaghgar, Department of Physical Education and Sport Science, School of Human Science, University of Kashan, Kashan, Iran. Email: Vaghar@kashanu.ac.ir

How to Cite this Article:

Bahram ME, Afroundeh R, Pourvaghgar MJ. The Effect of 12 Weeks of Training with Total Body Resistance on Static and Dynamic Balance in Older Men. *J North Khorasan Univ Med Sci.* 2020;6(4):30-38.

DOI: [10.29252/ijrn-06044](https://doi.org/10.29252/ijrn-06044)

Received: 21 Oct 2019

Accepted: 20 Feb 2020

Keywords:

TRX

Dynamic Balance

Static Balance

Elderly

© 2020 Iranian Journal of
Rehabilitation Research in Nursing

Abstract

Introduction: Total-Body Resistance Training (TRX) is a new method for increasing muscle strength and decreasing muscle atrophy and improving balance in the elderly. The purpose of this study was to investigate the effect of 12 weeks of TRX training on static and dynamic balance in older men.

Methods: In this quasi-experimental study, 16 older men, with the age range of (62.06 ± 1.53 years), were selected as sample by availability sampling method; and were randomly placed in two TRX and control groups; each group $n = 8$. The experimental group practiced in a TRX exercise program for 12 weeks, each week, three sessions with a duration of 60 minutes. The collected data were analyzed by paired t-test and analysis of covariance (ANCOVA) at a significant level of $P < 0.05$.

Results: The results of paired t-test showed that there is significant difference between pre-test and post-test for static ($t = -22.40$, $P = 0.0001$) and dynamic ($t = 13.8$, $P = 0.0001$) balance in TRX group. Also the results of ANCOVA test showed that there was significant difference between TRX and control groups in static ($F = 495.45$, $P = 0.0001$) and dynamic balance ($F = 74.94$, $P = 0.0001$).

Conclusions: It seems that TRX exercises can increase static balance time and decrease dynamic balance time in older men. Probably by using this exercise method, negative physical consequences, and consequently, treatment costs can be reduced. This method can be useful in the field of elderly nursing.

Extended Abstract

OBJECTIVE

Elderly is a biological process that involves all living things, including humans. This period is the result of the complex interaction of genetic, metabolic, hormonal, immunological, and structural factors that affect body cells, tissues, and systems and their function and cause aging [1]. Muscular strength is one of the active elements in achieving or maintaining balance [5]. On the other hand, the risk of falling increases with decreasing muscular strength in older people. Although nowadays, age-related physical and mental disabilities can be remedied with the use of

pharmacotherapy, it seems that more reliable and appropriate approaches must be found to deal with this significant and growing problem of human societies [8, 9]. TRX means total body resistance exercise, and this type of activity enables moving at larger angles as well as more examples of movements than dumbbells or barbells. In this type of action, the injury is much less, and muscles are strengthened by bearing body weight [11]. Aslani et al. (2019) suggested that TRX functional exercises be used to prevention of balance disorder and falling in middle age [14]. Hasanvand et al. (2017)

reported in a study that performing TRX resistance training has a better effect on improving the lower body balance than traditional resistance training in inactive men [15]. Khajehnemati et al. (2014) contradictory results were reported [20]. Considering that there is a possibility of muscle and joint damage for the elderly due to the use of dumbbells and weights, the issue of balance and falling is one of the critical issues related to the field of elderly health and conflict results have been reported in previous studies, therefore the present study aimed to answer this question that whether 12 weeks of TRX exercise affect dynamic and static balance in elderly males? And that if this method of weight training is useful in developing muscle strength and improving the balance of the elderly?

MATERIALS AND METHODS

The statistical population of the present study was retired teachers of physical education in Kashan city that, after the announcement, 32 of them agreed to cooperate in the research. The statistical sample of this study was 16 older people who had the conditions to enter the survey. In this study, standing on one leg (Flamingo Balance Test) and round trip test (Timed Up and test) were used for measuring static and dynamic balance, respectively. The experimental group performed Pilates exercises for 12 weeks, three sessions per week, each session 60 minutes. Exercise intensity was also controlled by the Borg pressure perception scale (RPE).

Data Analyzing

In statistical analysis, paired t-test and covariance analysis (ANCOVA) were used to measure intra-group differences and between groups' differences. Significant level was considered $P < 0.05$.

RESULTS

Results of paired t-test showed that differences between pre-test and post-test for static balance ($t = -22.40$, $P = 0.0001$) and dynamic balance ($t = 13.8$, $P = 0.0001$) were significant in experimental group. Results of covariance analysis test revealed that there were also significant differences between experimental and control groups for static balance ($F = 495.45$, $P = 0.0001$) and dynamic balance ($F = 74.94$, $P = 0.0001$).

CONCLUSION

As the body needs to maintain its stability at unstable levels during TRX exercises, this helps to the coordination of the nervous system and improves joint movement. It also increases the strength of joints because, during these exercises, the person moves at a constant speed in one direction [23]. Improving static and dynamic balance as a result of TRX exercises can be due to the facilitation of involvement of fast-twitch and large motor units, increasing in the coordination of muscles, applying stress on the nervous and muscular systems, and the process of removing of autoinhibition and psychological factors. Also, improvement in the

motion range in joints and nervous control of movements can be accounted for the benefits of TRX exercises [25]. However, Henwood (2006), in a study titled "Impact of Diverse Training Program (Resistance Training) on Improving the strength and Performance of the Elderly," failed to confirm the effect of physical activity on dynamic and static balance in the elderly [18]. The reason for this discrepancy can be attributed to the duration and nature of the training program used in Henwood's and the present study.

On the other hand, it can be argued that improvement in balance in the elderly is more due to neuromuscular coordination than muscular hypertrophy [29, 30]. The results of the present study show that TRX exercises as a useful tool can help older people to improve their static and dynamic balance. Therefore, it seems that by using this type of training, the negative physical and psychological consequences and subsequent therapeutic costs can be reduced. TRX exercises may help the successful aging process and be used as an effective method in the field of nursing and elderly rehabilitation.

Ethical Considerations

This study obtained its ethical approval from the Research Ethics Committee of Kashan University of Medical Sciences (Code: IR.KUAC.REC.75286) and is registered in the clinical trial (IRCT2017082712796N3). All participants of the study signed a written consent form and were assured of the confidentiality of their information.

Funding

Part of the present study was conducted with the financial support of the Honorable Research Vice-Chancellor of Mohaghegh Ardabili University and the Honorable Research Vice-Chancellor of Kashan University.

Authors' Contributions

Mr. Mohammad Ebrahim Bahram is in charge of the original writing and preparation of the initial draft of the article, the main idea, and the laboratory work. Dr. Roghayeh Afroundeh did the initial purpose of studying and analyzing the statistics and part of the writing of the article. Dr. Mohammad Javad Pourvaghari did the initial idea of studying and preparing the draft.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest

Applicable Remark

This study is useful for improving balance in the elderly and their quality of life and mental health.

Acknowledgments

The researchers of this study sincerely thank all the participants who participated in this study. We want to thank the esteemed Vice Chancellor for Research of Kashan University and Mohaghegh Ardabili University, who accompanied us in this research.



اثر دوازده هفته تمرینات با مقاومت کل بدن بر تعادل ایستا و پویا در مردان سالمند

محمدابراهیم بهرام^۱، رقیه افرونده^۲، محمدجواد پوروقار^{۳*}

^۱ دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

^۲ استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

^۳ دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

* نویسنده مسئول: محمدجواد پوروقار، دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. ایمیل: Vaghar@kashanu.ac.ir

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۳۰

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۷/۲۹

چکیده

مقدمه: تمرینات با مقاومت کل بدن (Total-body Resistance Exercise) یک روش جدید در افزایش قدرت، کاهش تحلیل عضله و بهبود تعادل در سالمندان است. هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر ۱۲ هفته تمرینات TRX بر تعادل ایستا و پویا در مردان سالمند بود.

روش کار: در این پژوهش نیمه تجربی، تعداد ۱۶ نفر از مردان سالمند با محدوده سنی ($62/06 \pm 1/53$) سال به صورت دسترس به عنوان نمونه انتخاب و به طور تصادفی، در دو گروه تمرینی TRX و کنترل، هر گروه ۸ نفر قرار گرفتند. گروه تجربی در یک برنامه تمرینی TRX، به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳ جلسه به مدت ۶۰ دقیقه به تمرین پرداختند. تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون t وابسته و تحلیل کوواریانس در سطح معناداری $P < 0/05$ انجام شد.

یافته‌ها: نتایج آزمون t زوجی نشان داد که بین پیش آزمون و پس آزمون در تعادل ایستا ($t = -22/40$, $P = 0/0001$) و پویا ($t = 13/8$, $P = 0/0001$) در گروه TRX تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد بین گروه TRX و کنترل در تعادل ایستا ($F = 495/45$, $P = 0/0001$) و پویا ($F = 74/94$, $P = 0/0001$) اختلاف معناداری وجود دارد.

نتیجه گیری: به نظر می رسد، تمرینات TRX می تواند باعث افزایش زمان تعادل ایستا و کاهش زمان تعادل پویا در مردان سالمند شود. شاید بتوان به کمک این ورزش، پیامدهای منفی جسمانی و در پی آن هزینه های درمانی را کاهش داد. این شیوه می تواند در حوزه پرستاری سالمندی مفید واقع شود.

کلیدواژه‌ها: TRX، تعادل پویا، تعادل ایستا، سالمند

تمامی حقوق نشر برای انجمن علمی پرستاری ایران محفوظ است.

مقدمه

سالمندی، یک فرایند زیستی است که تمام موجودات زنده از جمله انسان را درگیر می کند. این دوره، حاصل تعامل پیچیده عوامل ژنتیک، متابولیسمی، هورمونی، ایمن شناسی و ساختمانی است که بر سطوح سلولی، بافتی و دستگاه های بدن و عملکرد آنها، موثر واقع می شود و پیری را به همراه می آورد [۱]. تعادل به معنای توانایی حفظ وضعیت درست در هر دو تکالیف پویا و ایستا تعریف شده است [۲] و حفظ آن شامل تعامل پیچیده بین عوامل محیطی، بینایی و عوامل عضلانی و همچنین اثر متقابل بین شبکه های عصبی و محصول حرکتی است که با فرایند طبیعی پیری تحت تاثیر قرار می گیرد [۳، ۴]. حفظ قدرت عضلانی یکی از عوامل موثر در احراز یا میزان موفقیت در حفظ تعادل به شمار می رود [۵]. از طرفی، خطر افتادن با کاهش قدرت عضلانی در سالمندان افزایش می یابد. عواقب شدید افتادن در سالمندان شامل

سالمندی، یک فرایند زیستی است که تمام موجودات زنده از جمله انسان را درگیر می کند. این دوره، حاصل تعامل پیچیده عوامل ژنتیک، متابولیسمی، هورمونی، ایمن شناسی و ساختمانی است که بر سطوح سلولی، بافتی و دستگاه های بدن و عملکرد آنها، موثر واقع می شود و پیری را به همراه می آورد [۱]. تعادل به معنای توانایی حفظ وضعیت درست در هر دو تکالیف پویا و ایستا تعریف شده است [۲] و حفظ آن شامل تعامل پیچیده بین عوامل محیطی، بینایی و عوامل عضلانی و همچنین اثر متقابل بین شبکه های عصبی و محصول حرکتی است که با فرایند طبیعی پیری تحت تاثیر قرار می گیرد [۳، ۴]. حفظ قدرت عضلانی یکی از عوامل موثر در احراز یا میزان موفقیت در حفظ تعادل به شمار می رود [۵]. از طرفی، خطر افتادن با کاهش قدرت عضلانی در سالمندان افزایش می یابد. عواقب شدید افتادن در سالمندان شامل

(۲۰۱۰) اذعان داشتند تمرینات مقاومتی پیشرونده بر افزایش قدرت اندام فوقانی و تحتانی و تعادل در سالمندان موثر است [۱۶]. از طرفی، هنوود و تافه (Henwood & Taaffe) (۲۰۰۶) تأثیر تمرینات ورزشی بر بهبود تعادل مردان و زنان سالمند را تأیید نکردند [۱۷] بلیو و همکاران (Bellew et al.) (۲۰۰۳) معناداری تأثیر تمرینات بدنی بر تعادل ایستا و پویا در مردان و زنان میانسال و سالمند را تأیید نکردند [۱۸]. خواجه نعمت و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی اثر ۸ هفته تمرینات قدرتی بر تعادل ایستا و پویا در مردان سالمند نشان دادند، تمرینات قدرتی تأثیری بر تعادل سالمندان ندارد [۱۹]. با توجه به اینکه احتمال بروز آسیب عضلانی و مفصلی در اثر استفاده از دمبل و وزنه برای سالمندان وجود دارد و نظر به اینکه موضوع تعادل و افتادن از مباحث کلیدی مرتبط با حوزه سلامت سالمندی است و نتایج حاصل از مطالعات، یافته های متناقضی را گزارش کرده اند و از طرفی، در حال حاضر، مطابق با بررسی محققین، پژوهشی در ایران، اثر برنامه TRX را با این مدت و به طور خاص، به عنوان یک تمرین کاربردی بر تعادل ایستا و پویا در سالمندان مورد بررسی قرار نداده است. لذا، مطالعه حاضر در پی پاسخ به این سوال است که آیا ۱۲ هفته تمرینات TRX بر تعادل پویا و ایستا در مردان سالمند موثر است و اینکه آیا این شیوه تمرینات با بهره گیری از وزن بدن می تواند در توسعه قدرت عضلانی و بهبود تعادل سالمندان موثر باشد؟

روش کار

این پژوهش از نوع نیمه تجربی و کاربردی و طرح آن به صورت پیش آزمون-پس آزمون با گروه TRX و کنترل بود. جامعه آماری پژوهش حاضر دبیران مرد بازنشسته تربیت بدنی شهرستان کاشان بودند که بعد از اعلام فراخوان، ۳۲ نفر از آنها حاضر به همکاری در پژوهش شدند. نمونه آماری این تحقیق ۱۶ نفر از سالمندان بودند که شرایط ورود به مطالعه را داشتند. آزمودنی ها با محدوده سنی ۵۹ تا ۶۸ سال، به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب و بر اساس شاخص توده بدن، همگن شده و به صورت تصادفی، به گروه TRX و گروه کنترل تقسیم شدند (جدول ۲). شرایط ورود به مطالعه شامل: (۱) سالمندان سالم مرد بالای ۶۰ سال، (۲) کسب نمره ۱۸ در آزمون معاینه مختصر روانی (mini-MMSE) (۳) عدم استفاده از فولستین و همکاران (Folstein et al.) (۱۹۷۵)، (۴) نداشتن سابقه بیماری عصبی و توانایی راه رفتن به صورت مستقل، (۵) نداشتن سابقه بیماری قلبی-ریوی حاد، صدمات مغزی، بیماری پارکینسون، فشارخون بالا، دیابت، بیماری کلیوی، (۶) عدم ناتوانی های ارتوپدی معنادار یا بیماری حاد، (۷) تکمیل پرسشنامه ی آمادگی برای شروع فعالیت بدنی (physical activity readiness questionnaire (PARQ)) و پیشینه ی پزشکی و (۸) آشنایی آزمودنی ها با نحوه انجام فعالیت بدنی و شرایط خروج از مطالعه شامل: (۱) بروز هر نوع بیماری که فرد را از شرکت در بیش از ۳۰٪ جلسات تمرین باز دارد، (۲) بروز هر نوع بیماری

ضربه های مغزی و شکستگی های استخوان ران است، که هزینه های درمانی گزافی را در پی خواهد داشت. برآورد هزینه ۳ میلیارد دلاری با احتساب میانگین ۱۱/۶ روز بستری برای شکستگی هر فرد، از جمله عوارض افتادن در این سنین است. تخمین زده می شود تا سال ۲۰۵۰ بیشتر از ۲۵ میلیون نفر در ایران، (۳۳ درصد جمعیت) بیش از ۶۵ سال سن داشته باشند. با فقدان برنامه ها و راهبردهای مناسب در کمتر از چند دهه با مشکلات جدی و با هزینه های اقتصادی هنگفت روبرو خواهیم شد [۵، ۶]. اگر چه امروزه با استفاده از روش های دارو درمانی می توان تا اندازه ای نارسایی های جسمانی و روانی ناشی از کهولت سن را برطرف کرد، اما به نظر می رسد برای مقابله با این معضل بزرگ و رو به رشد جوامع بشری، باید راهکار های مطمئن تر و مناسب تری پیدا کرد [۷، ۸]. تمرینات ناپایداری (Unstability Exercises)، نوعی از روش های تمرینی مقاومتی است که امروزه در برنامه های ورزشی مورد استفاده قرار می گیرد. اخیراً تمرینات TRX به جمع تمرینات ناپایداری اضافه شده است و استفاده از این سیستم برای سلامت و بهبود عملکرد ورزشی به طور فزاینده ای در حال محبوب شدن می باشد. TRX به معنی تمرینات مقاومتی با کل بدن است، که توسط یک افسر نیروی دریایی آمریکا به نام رندی هتريک (Randy Hetrick) در سال ۱۹۹۰ میلادی ابداع شد. وسیله و حرکات ورزش قابل انجام با آن، در سال ۲۰۰۵ میلادی به اوج تکامل خود رسید. این نوع تکنیک، تمرینات مختلف را توسط دو منبع همیشه در دسترس، یعنی جاذبه و وزن بدن به چالشی برای کل بدن تبدیل می کند. پایه و اساس این تمرینات، وزن بدن است. [۹]. تمرینات TRX به نسبت تمرینات با دمبل یا هالتر امکان حرکت در زوایای بیشتر و همچنین نوع حرکات بیشتری را ممکن می سازد. در این نوع تمرینات صدمات بسیار کمتر است و عضلات با تحمل وزن بدن تقویت می شوند [۱۰]. به طور کلی، به نظر می رسد که تمرین با ابزار ورزشی معلق، عملکرد گیرنده های حسی- عمقی (proprioceptive) و فشار به عضلات مرکزی را که برای تعادل و پایداری اهمیت دارند، افزایش دهد [۹]. گزارش شده است، روش تمرینی TRX برای تمامی گروه های سنی بزرگسال در کنار روش تمرینی (RT) resistance training به عنوان مکمل، بسیار مناسب است [۱۱] همچنین، برنامه TRX در بهبود عملکرد و انجام فعالیت های روزمره زندگی در سالمندان و افزایش توانای های حرکتی از جمله تعادل موثر است [۱۲]. اصلانی و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه ای نتیجه گرفتند به منظور جلوگیری از اختلال در تعادل و افتادن، از تمرینات عملکردی TRX در دوران میانسالی استفاده شود [۱۳]. حسونود و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه ای نشان دادند که انجام تمرینات مقاومتی TRX در مقایسه با انجام تمرینات مقاومتی سنتی اثر بهتری در بهبود تعادل پائین تنه مردان غیرفعال دارد [۱۴]. گاتک و مرات (Gaedtke & Morat) (۲۰۱۶) گزارش کردند که تمرینات مقاومتی با باند الاستیک اثر مشابهی نسبت به تمرینات TRX در قدرت و تعادل مردان سالمند ایجاد کرده است [۱۵]. باقری و همکاران

ارتفاع ۲/۵ متر بالاتر از سطح سالن نصب شده بود، انجام گردید. این کار به آزمودنی ها اجازه می داد حرکات را دقیقاً زیر نقطه ی لنگرگاه انجام دهند. **جدول ۱** شرح کامل تمرینات TRX به همراه عضلات درگیر در طول تمرین را آورده است [۱۱]. برای افزایش کلی شدت در تمام تمرین های TRX در روند انجام تحقیق، اقداماتی از جمله تغییر موضع ایستادن از پاهای باز به پاهای بسته، استفاده از یک پا به جای هردو پا در انجام تمرین و افزایش در زاویه بدن انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده ها

در تجزیه و تحلیل آماری، ابتدا تمامی متغیرهای کمی توسط آزمون شاپیرو-ویلک از نظر نرمال بودن بررسی شد و پس از تایید؛ برای بررسی اختلاف میانگین متغیرها در دو گروه، از آزمون های t وابسته برای تفاوت های درون گروهی و تحلیل کوواریانس (ANCOVA)، برای اندازه گیری تفاوت های بین گروهی استفاده گردید. درصد تغییرات از طریق محاسبه (اختلاف پیش آزمون از پس آزمون؛ تقسیم بر پس آزمون، ضربدر ۱۰۰) بدست آمد. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۰ در سطح معناداری $P < 0.05$ انجام شد.

یافته ها

همانطور که **جدول ۲** نشان می دهد، بین متغیرهای سن، وزن، قد و BMI سالمندان شرکت کننده در این مطالعه در دو گروه تجربی و کنترل از لحاظ آماری، تفاوت معناداری وجود نداشت ($P > 0.05$). گروه تجربی با میانگین (سن $1/24 \pm 1/87$ ، وزن $3/37 \pm 74/37$ ، قد $0/3 \pm 1/71$ و BMI $1/76 \pm 25/32$) و گروه کنترل با میانگین (سن $1/83 \pm 1/25$ ، وزن $3/97 \pm 73/00$ ، قد $0/39 \pm 1/73$ و BMI $1/26 \pm 24/23$) در این مطالعه حضور داشتند. همانطور که **جدول ۳** نشان می دهد، نتایج تحلیل آماری درون گروهی با استفاده از t وابسته نشان داد، ۱۲ هفته تمرینات TRX منجر به اختلاف معناداری در تعادل ایستا ($P = 0/0001$ ، $t = -22/40$) و پویا ($P = 0/0001$ ، $t = 13/8$) در مردان سالمند گروه تجربی شد ($P < 0/05$). تعادل ایستا به میزان $1/47 \pm 1/51$ و با $56/34$ درصد تغییر با افزایش و تعادل پویا به میزان $0/06 \pm 1/28$ و با $22/89$ درصد تغییر با کاهش بعد از ۱۲ هفته تمرینات TRX همراه بود. از طرفی نتایج تحلیل آماری بین گروهی ناشی از تحلیل کوواریانس (با کوواریت پیش آزمون) نشان داد، اختلاف معناداری بین گروه تجربی و کنترل در تعادل ایستا ($P = 0/0001$)، بدست آمد ($F = 495/45$ ، $P = 0/0001$) و پویا ($F = 74/94$ ، $P = 0/0001$) بدست آمد ($P < 0/05$). اما در گروه کنترل که برنامه تمرینی را دریافت نکرده بودند در تغییرات درون گروهی و بین گروهی در هر دو متغیر مورد مطالعه، تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P > 0/05$).

و مصرف هر نوع دارویی که بر فاکتورهای اندازه گیری شده موثر باشد و ۳) نداشتن حداقل دو جلسه فعالیت بدنی منظم در هفته بود. بعد از جمع آوری مشخصات دموگرافیک، و معاینه توسط پزشک، اجازه تمرینات ورزشی از طرف پزشک صادر شد. کلیه شرکت کنندگان اطلاعات مکتوب در خصوص پژوهش را دریافت نموده و پس از مطالعه، از آن ها درخواست شد، رضایت نامه کتبی را امضاء نمایند. در مرحله اول، وزن (کیلوگرم) و قد (سانتی متر) آزمودنی ها با استفاده از ترازوی مدل SECA ساخت کشور آلمان، به ترتیب با دقت ۰/۱ کیلوگرم و ۰/۱ سانتی متر، شاخص توده بدن (body mass index (BMI) بر حسب وزن تقسیم بر مجذور قد (کیلوگرم بر مترمربع) اندازه گیری شد. در این مطالعه، برای سنجش تعادل ایستا از آزمون ایستادن روی یک پا یا همان لک لک (flamingo balance test (FBT) و برای اندازه گیری تعادل پویا از آزمون رفت و برگشت (timed up and go) استفاده گردید. روش اجرا و امتیازدهی در آزمون FBT به این شکل است که شرکت کننده دست های خود را به کمر گرفته، کف پای غیر برتر را به پهلوی زانوی پای دیگر قرار می دهد. سپس همراه با حفظ تعادل، تمامی وزن بدن خود را روی سینه پای برتر نگه می دارد. امتیاز فرد برحسب زمان (ثانیه) از لحظه ایستادن روی سینه پا تا به هم خوردن تعادل و جدا شدن دست و پا ثبت شد. آزمون timed up and go به این صورت است که آزمودنی درحالی که روی صندلی می نشیند و به پشتی صندلی تکیه می دهد. با فرمان آزمون گیرنده؛ شرکت کننده برمی خیزد و مسافت سه متری علامت گذاری شده را می پیماید. بعد از رسیدن به انتها دور می زند و برمی گردد و روی صندلی می نشیند. مدت زمان اجرای آزمودنی برحسب زمان (ثانیه) به عنوان امتیاز فرد ثبت می شود. زمان کمتر، امتیاز بهتری را به همراه خواهد داشت [۱۸، ۱۹].

تعادل ایستا و پویا در پیش از تمرینات TRX و در آخرین جلسه تمرینات به صورت پس آزمون اندازه گیری شد. در ادامه، گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳ جلسه به مدت ۶۰ دقیقه به شکل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۴۰ دقیقه تمرینات TRX (۶ هفته اول، ۵ تمرین-۶ هفته دوم ۵ تمرین متفاوت) و ۱۰ دقیقه سرد کردن انجام دادند. در یک جلسه، تمرینات در ۳ ست، استراحت بین هر ست ۱ دقیقه (۳ دقیقه)، هر ست بین ۸ تا ۱۰ تکرار ثابت، استراحت بین هر تکرار ۲۰ ثانیه (بین ۱۶۰ تا ۲۴۰ ثانیه) همراه بود. شدت تمرین نیز توسط مقیاس درک فشار بورگ (RPE) exertion perceived of rating به صورت زیر کنترل شد. بدین صورت که قبل از شروع تمرینات، آزمودنی ها با این مقیاس و دامنه آن آشنا شدند. شدت تمرینات برای گروه TRX در دامنه درک فشار ۱۰ تا ۱۶ از مقیاس ۶ تا ۲۰ امتیازی محاسبه گردید [۱۲]. گروه کنترل در طول تحقیق در هیچ برنامه ورزشی شرکت نداشت. برنامه تمرینی TRX با استفاده از دستگاه سیستم تعلیق TRX (مدل multi gym trainer، ساخت کشور تایلند) که در

جدول ۱. تمرینات TRX و نحوه ی صحیح انجام هر حرکت و عضلاتی که آن حرکت را درگیر می کند [11].		
تمرین TRX	توضیحات	عضلات درگیر شونده
پرس سینه	وضعیت بدن را پشت بر روی مرکز دستگاه کنید. دستگاه های TRX را گرفته و به بدن زاویه دهید. با خم کردن آرنج ها بدن را با سطح قفسه ی سینه همتراز کنید. سپس با باز کردن آرنج ها بدن را به نقطه ی آغاز بازگردانید.	سینه ای بزرگ، دلتوئید، پشت بازو
لانژ معلى(هر دو پا)	یکی از پاها را در هر دو دستگاه ی کش (بند)، داخل کنید به شکلی که روی پا به سطح دستگاه ها قفل شود. یک گام از مرکز دستگاه فاصله یگیرید. حال، زانویی که وزن بدن روی آن افتاده را به آرامی خم کنید. به یاد داشته باشید پنجه ی پا جلوتر از زانو باشد. سپس زانو را به حالت آغازین بازگردانید.	چهار سر ران، پشت ران (همسترینگ)، سרینی
پارویی(رویینگ) دو دست	بدن را رو به دستگاه کنید. دستگاه ها را طوری بگیرید که به هم نزدیک باشند. در یک وضعیت مطلوب قرار گرفته به شکلی که کل بدن در یک راستا باشد. بدن را تا سطح سینه بالا کشیده و سپس به حالت کاملاً آزاد آغازین برگردید.	دوزنقه ای، عضله پشتی بزرگ، سرشانه (دلتوئیدی)
اسکات	هر دو دستگاه را در حالتی که رو به دستگاه هستید، با دو دست بگیرید. فاصله دست ها از هم مقداری طبیعی باشد. زانوها را به شکلی که از پنجه ی پاها عقب ترند تا زمانیکه ران ها با زمین موازی شوند خم کنید، از دست ها فقط به عنوان پشتیبانی، جهت نگه داشتن تعادل کمک بگیرید. سپس به حالت آغازین بازگردید.	چهارسر ران، پشت ران، سרینی
پروانه با بند (YTW)	روی به دستگاه شوید. هر دو دستگاه را بگیرید. دستها بایستی طی سه حرکت کل دامنه ی حرکتی دایره ای شکل را طی کنند. این حرکت سه مرحله ای است که پس از اتمام هر مرحله بایستی به نقطه آغازین حرکت بازگردید. بدن به آرامی زاویه دار می شود. دست ها را در فرم Y شکل به بالای سر ببرید. سپس دستها را در راستای پهلوه ها کاملاً باز ازهم پایین آورده تا شکل T به خود بگیرند. در آخر دست ها را پایین کشیده و در کنار ران ها قرار دهید تا فرم W به خود بگیرند.	سرشانه (دلتوئیدی)، دوزنقه ای، ماهیچه های لوزی شکل
پشت پا ددلیفت (هر دو پا)	روی یکی از پاها را در هر دو دستگاه فرو کنید. یک قدم از مرکز دستگاه فاصله بگیرید. دولا شده و در حالتیکه پست کمر صاف است و پای درگیر کش کمی خم شده است تا سطح باسن ها پایین بیایید. حال بالا تنه را به سمت زمین خم کنید. در آخر به حالت اولیه بازگردید.	سرینی، پشت ران (همسترینگ)
پشت بازو	پشت بروی مرکز دستگاه باشید. هر دو دستگاه را در حالتیکه دستها بالای سر قرار دارند و کاملاً کشیده اند بگیرید. بدن بایستی در یک راستا باشد و آرنج ها هم تراز با سرشانه ها قرارگیرند. آرنج ها را تا زاویه ی ۹۰ درجه خم کرده و سپس به حالت کشیده ی اول تمرین بازگردانید.	پشت بازو
پشت ران (همسترینگ)	تاق باز روی زمین دراز بکشید. پاشنه ی هر پا را داخل دستگاه ها کرده بشکلی که پشت پا با آنها در تماس باشد. سپس پاشنه ها را در وضعیتی پل مانند به سمت باسن کشیده و در همین موقعیت نگه دارید. این حرکت به سمت داخل به سمت بیرون را متناوباً انجام دهید.	پشت ران
پلانک (تخت)	در حالتی که از آرنج ها بروی زمین به عنوان تکیه گاه استفاده میکنید رو به پشت خوابیده و پاها را بشکلی که روی پا درون دستگاه باشد در آنها فرو کنید. حال در این وضعیت تا حد امکان قرار گیرید.	عضلات راست شکم، عضله عرضی شکم، پهلوه، فیله کمر
ایزومتریک ساید هولد با پرس پالوف و بند (کش)	از طرف پهلوه به سمت مرکز دستگاه بایستید. هر دو دستگاه را گرفته در سطح قفسه ی سینه نگه دارید. به بدنتان زاویه دهید. حال با بالا و پایین کردن کش ها توسط دست ها بدن را به سمت بالا و پائین حرکت دهید.	پهلوه، ماهیچه مربع کمری

جدول ۲. ویژگی های توصیفی آزمودنی ها در گروه تجربی (n = ۸) و کنترل (n = ۸)		
متغیر	پیش آزمون تجربی	پیش آزمون کنترل
سن (سال)	۶۱/۸۷ ± ۱/۲۴	۶۲/۲۵ ± ۱/۸۳
وزن (کیلوگرم)	۷۴/۳۷ ± ۳/۳۷	۷۳/۰۰ ± ۳/۹۷
قد (سانتی متر)	۱/۷۱ ± ۰/۰۳	۱/۷۳ ± ۰/۳۹
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۵/۳۲ ± ۱/۷۶	۲۴/۲۳ ± ۱/۲۶

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس و t وابسته برای بررسی تغییرهای پژوهش در گروه تجربی (n=۸) و کنترل (n=۸)				
متغیر	انحراف معیار ± میانگین		درون گروهی t	
	ANCOVA		متغیر مستقل	
	P	F	P	F
تعداد ایستا (ثانیه)	۰/۰۰۰۱*	۲۲/۴۰	۰/۰۰۰۱**	۴۹۵/۴۵
تجربی				
پیش آزمون		۱۱/۲۴ ± ۰/۳۰		
پس آزمون		۲۵/۷۵ ± ۱/۷۷		
کنترل		۰/۳۶		۰/۸۰
پیش آزمون		۱۱/۲۲ ± ۰/۱۶		
پس آزمون		۱۱/۲۴ ± ۰/۱۵		
تعداد پویا (ثانیه)	۰/۰۰۰۱*	۱۳/۸	۰/۰۰۰۱**	۷۴/۹۴
تجربی				
پیش آزمون		۶/۸۷ ± ۰/۵۴		
پس آزمون		۵/۵۹ ± ۰/۴۸		
کنترل		۱/۶۸-		۰/۱۳
پیش آزمون		۷/۴۲ ± ۰/۶۵		
پس آزمون		۷/۴۳ ± ۰/۶۴		

* نشانه معناداری آماری درون گروهی. ** نشانه معناداری آماری بین گروهی

بحث

هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر ۱۲ هفته تمرینات TRX بر تعادل ایستا و پویا در مردان سالمند بود. نتایج حاصل از مطالعه نشان داد تمرینات TRX به مدت ۱۲ هفته منجر به بهبود تعادل ایستا و پویا در سالمندان می شود. نتایج حاصل از این مطالعه با یافته های اصلی و همکاران (۲۰۱۹)، حسنوند و همکاران (۲۰۱۷)، جانوت و همکاران (Janot et al., ۲۰۱۳) در بهبود تعادل ایستا و پویا مطابقت دارد و با آن همسو می باشد [۱۱، ۱۳، ۱۴] اصلی و همکاران در مطالعه ای که روی ۲۶ مرد میانسال انجام دادند، نتیجه گرفتند که ۸ هفته تمرینات TRX منجر به بهبود معنادار تعادل ایستا، پویا و عملکردی می شود [۱۳]، که یافته های مطالعه حاضر را تأیید می کند. باقری و همکاران نیز با بررسی تأثیر تمرینات مقاومتی پیشرونده روی افزایش قدرت اندام فوقانی و تحتانی مردان سالمند، نتیجه گرفتند که تمرینات قدرتی باعث بهبود تعادل پویا در سالمندان گردید که با نتایج مطالعه ما همسو است [۱۶]. بهبود تعادل ایستا و پویا در اثر تمرینات TRX می تواند در اثر تقویت عضلات و بهبود قدرت عضلانی شرکت کنندگان بدست آید. چرا که کاهش قدرت عضلانی اندام تحتانی، منجر به قرار گیری مرکز ثقل در مقابل مفصل مچ پا می گردد که خود باعث اختلال در تعادل و باعث افتادن می شود. از سویی بهبود قدرت عضلانی می تواند باعث جابجایی مرکز ثقل به مفصل مچ پا شده و تعادل را بهبود بخشد [۲۰]. از آنجایی که بدن نیاز دارد تا در تمرینات TRX ثبات خود را در سطوح ناپایدار حفظ کند، این مسئله به هماهنگی سیستم عصبی کمک می کند و باعث بهبود در حرکات مفصلی نیز می شود؛ بلکه قدرت مفاصل را هم بیشتر می کند. زیرا فرد در طی این تمرینات با سرعتی ثابت در یک مسیر حرکت می کند [۲۱]. کبیل و هم (Kibele et al., ۲۰۰۹) گزارش کردند که تقویت عضلات میان تنه با TRX و وزن آزاد، منجر به بهبودی تعادل ایستا و پویا می شود [۲۲]. دیستفانو و دیگران (Distefano et al., ۲۰۱۳) ارتباط بهبود در کیفیت و تعادل میان تنه را با افزایش بهبودی در تعادل گزارش کردند [۲۳]. این دو تحقیق نشان می دهد که برای رسیدن به حد تعادلی مطلوب، بایستی بهبودی در فعالیت و تعادل میان تنه مدنظر قرار گیرد. از آنجا که مولفه ی تعادل در سالمندان بدلیل افزایش ریسک افتادن و زمین خوردن طی افزایش سن از اهمیت به سزایی برخوردار است، جهت افزایش و بهبود در تعادل بایستی تمرکز اصلی طراحی تمرینات بر روی افزایش فعالیت و تعادل میان تنه باشد که در تمرینات مطالعه حاضر صورت گرفته است [۲۲، ۲۳]. از دیگر دلایل احتمالی بهبود تعادل ایستا و پویا در اثر تمرینات TRX را می توان به تسهیل در وارد عمل شدن واحدهای حرکتی تند انقباض و بزرگ، افزایش هماهنگی عضلات، اعمال استرس بر سیستم های عصبی و عضلانی و فرآیند برداشتن مهار خود بخودی و عوامل روانی در اثر تمرین TRX دانست. همچنین، بهبود دامنه حرکتی مفاصل، کنترل عصبی حرکات و اعمال اضافه بار بر انتقال اطلاعات از طریق سیستم های حسی سه گانه دستگاه عصبی مرکزی

در اثر تمرین تعادلی برشمرده [۲۳]. بهبود تعادل در اثر تمرینات TRX را بر اساس نظریه سیستم ها نیز می توان مورد بررسی قرار داد. طبق نظریه سیستم ها توانایی کنترل در فضا، ناشی از اثر متقابل همزمان و پیچیده سیستم عصبی، عضلانی - اسکلتی می باشد، که در مجموع سیستم کنترل قامت نامیده می شود. این سیستم، کنترل قامت جهت حفظ تعادل، و متعاقب آن ایجاد حرکت را مستلزم تلفیق داده های حسی، جهت تشخیص موقعیت بدن در فضا و همین طور توانایی سیستم عضلانی - اسکلتی برای اعمال نیروی مناسب می داند. در این مدل، سیستم عصبی مرکزی با استفاده از اطلاعات سیستم های بینایی، دهلیزی و حس عمقی (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 به صورت الگوهای حرکتی که از پیش برنامه ریزی شده اند، فراهم می کند. بنابراین، با استناد به نظریه سیستم ها و همچنین تأثیر ورزش بر بهبود هر کدام از این سیستم ها [۲۴]، این موضوع منطقی به نظر می رسد که تمرینات TRX باعث بهبود تعادل ایستا و پویا در سالمندان گردد. استدلال دیگر را می توان به دلیل سازگاری عصبی دانست، چرا که تمرین بدنی موجب سازگاری در مغز و نخاع می شود که بر اثر این سازگاری توانایی فرد برای فراخوانی واحدهای حرکتی افزایش می یابد که این امر موجب تسهیل انقباض و افزایش توانایی عضله برای تولید نیرو می شود و در نتیجه تعادل افزایش و حفظ می گردد [۲۵، ۲۶]. در این رابطه نتیجه مطالعه صادقی و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که یک دوره تمرین قدرتی باعث افزایش معناداری در قدرت عضلات اندام تحتانی، طول گام و به تبع آن افزایش سرعت راه رفتن سالمندان شرکت کننده در تحقیق شد [۲۷]. در تحقیق حاضر طول گام و سرعت سالمندان اندازه گیری نشده است، اما با توجه به افزایش قدرت عضلانی در این تحقیق و نیز ارتباط بین قدرت عضلانی با طول گام و سرعت راه رفتن سالمندان شاید بتوان بهبود تعادل پویا در سالمندان را به افزایش طول گام و بهبود در سرعت راه رفتن آنان نسبت داد. از طرفی، نتایج مطالعه حاضر با یافته خواجه نعمت و همکاران و بلو و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت ندارد [۱۸، ۱۹]. از دلایل ناهمسوئی تحقیق بلو و همکاران با مطالعه حاضر می توان به نوع آزمودنی اشاره کرد. او برای مطالعه خود افرادی را انتخاب کرد که دارای ضعف در اندام تحتانی بودند [۱۸]. همچنین هنوز و تافه نیز در تحقیق خود با عنوان تأثیر برنامه تمرینی متنوع (تمرینات مقاومتی) در بهبود قدرت و عملکرد سالمندان نتوانست اثر فعالیت بدنی بر تعادل پویا و ایستا در افراد سالمند را تأیید نماید. دلیل این ناهمسوئی را می توان به مدت زمان و ماهیت برنامه تمرینی با تمرین تحقیق حاضر نسبت داد [۱۷]. از طرفی می توان اینگونه استدلال نمود که عدم بهبود تعادل در سالمندان بیشتر ناشی از هماهنگی عصبی - عضلانی باشد تا هایپرتروفی عضلانی [۲۷، ۲۸]. همچنین، از آنجا که تعادل علاوه بر درونداهای گیرنده های حسی - عمقی به درون دادهای گیرنده پوستی نیز وابسته است، کاهش تعادل تا حدودی با کاهش توانایی های حس حرکت در

اطلاعات محفوظ خواهد ماند. همچنین تمامی شرکت کنندگان در این مطالعه فرم رضایت نامه شرکت در این مطالعه را پر کرده و تمامی مقاصد مطالعه برای شرکت کننده گان به طور کامل شرح داده شده است.

حمایت مالی

بخش از مطالعه حاضر تحت حمایت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه کاشان انجام شد.

سهم نویسندگان

آقای محمدابراهیم بهرام ایده اصلی، نگارش اولیه، تهیه درافت اولیه مقاله، کارهای آزمایشگاهی، سابمیت، پیگیری و رویژن مقاله را برعهده داشت. خانم دکتر رقیه افرونده، ایده اولیه مطالعه و آنالیز آماری، نگارش مقاله، رویژن مقاله و نظارت روی پروژه را انجام داده و آقای دکتر محمدجواد پوروقار ایده اولیه مطالعه و تهیه درافت و نظارت روی پروژه را به انجام رسانید.

تعارض منافع

در این مقاله هیچ گونه تعارض منافی وجود ندارد.

کاربرد عملی مقاله

این مطالعه برای بهبود تعادل در سالمندان و کیفیت زندگی و سلامت روان آنها مفید می باشد.

سپاسگذاری

محققین این پژوهش، از کلیه آزمودنی هایی که در این پژوهش شرکت نموده اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایند. از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه کاشان و دانشگاه محقق اردبیلی که در این تحقیق ما را همراهی نمودند، سپاسگزاریم.

References

1. Bize R, Johnson JA, Plotnikoff RC. Physical activity level and health-related quality of life in the general adult population: a systematic review. *Prev Med.* 2007;45(6):401-15. doi: 10.1016/j.ypmed.2007.07.017 pmid: 17707498
2. Benjuya N, Melzer I, Kaplanski J. Aging-induced shifts from a reliance on sensory input to muscle cocontraction during balanced standing. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2004;59(2):166-71. doi: 10.1093/gerona/59.2.m166 pmid: 14999032
3. De Bruin ED, Murer K. Effect of additional functional exercises on balance in elderly people. *Clin Rehabil.* 2007;21(2):112-21. doi: 10.1177/0269215506070144 pmid: 17264105
4. Wojtek J, David N, Maria A, Christopher T, Claudio R, George J, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *J Am Coll Sports Med.* 2009;41(7):1510-30. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c pmid: 19516148
5. Butler AA, Lord SR, Rogers MW, Fitzpatrick RC. Muscle weakness impairs the proprioceptive control of human

افراد مسن مرتبط است. همچنین، کاهش حداکثر قدرت عضلات نیز در افراد سالمند در نقصان کنترل تعادل آنها موثر است [۲۹، ۳۰]. با توجه به یافته های مطالعه حاضر و مقایسه آن با نتایج مطالعات دیگران، می توان نتیجه گرفت که تمرینات TRX می تواند در بهبود تعادل ایستا و پویا در مردان سالمندان موثر باشند. بهبود تعادل سالمندان در اثر تمرینات TRX، با بهره گیری از وزن بدن به عنوان یک روش غیرتهاجمی که برای اولین بار، بر اساس یافته های پژوهشگر روی سالمندان در ایران انجام می شود را می توان از جمله موارد قوت مطالعه حاضر برشمرد. همچنین، این پژوهش از محدودیت ها و کاستی هایی برخوردار بود، که می توان به انتخاب حجم نمونه، عدم کنترل کامل تغذیه و نبود امکان کنترل شرایط روحی- روانی و استرس آزمودنی ها در طول اجرای پژوهش اشاره نمود.

نتیجه گیری

یافته ها نشان می دهد که ورزش TRX می تواند یک ابزار مفید برای کمک به افراد سالمند در بهبود تعادل ایستا و پویا باشد. بنابراین، به نظر می رسد بتوان به کمک این ورزش، پیامد های منفی جسمانی و روانی و در پی آن هزینه های درمانی را کاهش داد و به فرایند پیری موفق، کمک نمود و از آن به عنوان یک شیوه موثر در حوزه پرستاری و توانبخشی سالمندی مورد استفاده قرار داد.

ملاحظات اخلاقی

این کارآزمایی بالینی در سامانه IRCT به شماره ی IR.KUAC.REC.۷۵۲۸۶ و با کد IRCT۲۰۱۷۰۸۲۷۱۲۷۹۶N۳ به ثبت رسید. نویسندگان این مقاله طبق پروتکل های اخلاقی مطالعات هلسینکی عمل نموده و اطلاعات بیماران شرکت کننده در این مطالعه به طور کاملاً ناشناس باقی می ماند و بعد از مطالعه نیز تمامی این

- standing. *Brain Res.* 2008;1242:244-51. doi: 10.1016/j.brainres.2008.03.094 pmid: 18499088
6. Chiacchiero M, Dresely B, Silva U, DelosReyes R, Vorik B. The relationship between range of movement, flexibility and balance in the elderly. *Top Geriatr Rehabil.* 2010;26(2):148-55. doi: 10.1097/TGR.0b013e3181e854bc
7. Taghadosi M, Mirbagher N, Torabian M, Sedaghati P. Investigating the effect of Pilates exercises on anxiety in women with diabetes type II. *Cmja.* 2014;4(1):687-99.
8. Bahram M, Pourvaghar M, Akkashah G. The effect of 8 weeks pilates training on depression treatment on retired work men. *Jgn.* 2015;1(2):31-42.
9. McGill SM, Cannon J, Andersen JT. Analysis of pushing exercises: muscle activity and spine load while contrasting techniques on stable surfaces with a labile suspension strap training system. *J Strength Cond Res.* 2014;28(1):105-16. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182a99459 pmid: 24088865
10. Snarr RL, Esco MR. Electromyographic comparison of traditional and suspension push-ups. *J Hum Kinet.*

- 2013;39:75-83. doi: 10.2478/hukin-2013-0070 pmid: 24511343
11. Janot J, Heltne T, Welles Chelsea RJ, Anderson H, Howard A, Lynn MS. Effects of TRX versus traditional resistance training programs on measures of muscular performance in adults. *J Sports Med*. 2013;2(2):23-38.
12. Whitehurst MA, Johnson BL, Parker CM, Brown LE, Ford AM. The benefits of a functional exercise circuit for older adults. *J Strength Cond Res*. 2005;19(3):647-51. doi: 10.1519/R-14964.1 pmid: 16095420
13. Aslani M, Kalantariyan M, Minoonejad H. Effect of functional training with TRX on balance of middle-aged men. *J Rehab Med*. 2019;7(4):80-9.
14. Hasanvand H, Ranjbar R, Habibi AH, Goharpey Sh. Comparison of the effect of TRX and traditional resistance training on some factors of body composition and balance in sedentary men. *Jundishapur Sci Med J*. 2017;16(6):621-30.
15. Gaedtke 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. *Cejssm*. 2016;13(1):49-64. doi: 10.18276/cej.2016.1-05
16. Bagheri H, Abdolvahab M, Raji P, Jalili M, Faghih Zadeh S, Soltani Z. The effects of progressive resistive exercises on activities of daily living of elderly persons. *Mrj*. 2010;4(1-2):56-9.
17. 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. *Clin Physiol Funct Imagin*. 2006;26(5):305-13. doi: 10.1111/j.1475-097X.2006.00695.x pmid: 16939509
18. Bellew JW, Yates JW, Gater DR. The initial effects of low-volume strength training on balance in untrained older men and women. *J Strength Cond Res*. 2003;17(1):121-8. doi: 10.1519/1533-4287(2003)017<0121:tieolv>2.0.co;2 pmid: 12580667
19. Khaje-Nemat K, Sadeghi H, Sahebozamani M. The effect of 8 weeks of strength training on static and dynamic balance in healthy men. *Sport Med*. 2014;6(1):45-55.
20. Kaesler DS, Mellifont RB, Kelly PS, Taaffe DR. A novel balance exercise program for postural stability in older adults: a pilot study. *J Bodywork Mov Therap*. 2007;11(1):37-43. doi: 10.1016/j.jbmt.2006.05.003
21. Irez GB. The effects of different exercises on balance, fear and risk of falling among adults aged 65 and over. *Anthropologist*. 2014;18(1):129-34. doi: 10.1080/09720073.2014.11891528
22. Kibele A, Behm DG. Seven weeks of instability and traditional resistance training effects on strength, balance and functional performance. *J Strength Cond Res*. 2009;23(9):2443-50. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181bf0489 pmid: 19952576
23. Distefano LJ, Distefano MJ, Frank BS, Clark MA, Padua DA. Comparison of integrated and isolated training on performance measures and neuromuscular control. *J Strength Cond Res*. 2013;27(4):1083-90. doi: 10.1519/JSC.0b013e318280d40b pmid: 23364296
24. Critchley DJ, Pierson Z, Battersby G. Effect of pilates mat exercises and conventional exercise programmes on transversus abdominis and obliquus internus abdominis activity: pilot randomised trial. *Man Ther*. 2011;16(2):183-9. doi: 10.1016/j.math.2010.10.007 pmid: 21075038
25. Nagy E, Feher-Kiss A, Barnai M, Domjan-Preszner A, Angyan L, Horvath G. Postural control in elderly subjects participating in balance training. *Eur J Appl Physiol*. 2007;100(1):97-104. doi: 10.1007/s00421-007-0407-x pmid: 17333243
26. Donyapour H, Mohammadzade H, Abedini M, Rezaye S, Safari H. The impacts of Pilates trainings on improvements of dynamic balance and gait performance in elderly men with falling background. *J Rehab Med*. 2013;2(3):11-8.
27. Sadeghi H, Norouzi H, KarimiAsl A, Montazer M. Functional training program effect on static and dynamic balance in male able-bodied elderly. *Salmand*. 2008;3(2):565-71.
28. Surbala L, Khuman PR, Trivedi P, Devanshi B, Mital V. Pilates versus conventional balance training on functional balance and quality of life in elderly individuals: A randomized controlled study. *Sch J App Med Sci*. 2014;2(1):221-6.
29. Khoshmaram F, Sadeghi H, Eftekhari F. Electromyographic activity of selected core muscles during suspension workouts. *J Rehab Med*. 2019;8(3):140-9. doi: 10.22037/jrm.2019.111184.1821
30. Appell IPC, Pérez VR, Nascimento MDM, Coriolano HJA. The Pilates method to improve body balance in the elderly. *Arch Exercise Health Disease*. 2012;3(3):188-93. doi: 10.5628/aehtd.v3.i3.126