

Research Paper



The Effect of Six Weeks of TRX Training on Selected Physical Fitness Components in High School Students in Mashhad

*Seyed Mojtaba Tabatabai Asl¹ , Parvin Jalilian²

1. Department of Sports Pathology and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

2. Department of Environmental Health Engineering, School of Health and Food Technology, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran.

Use your device to scan and
read the article online



Citation: Tabatabai Asl SM, Jalilian P. The Effect of Six Weeks of TRX Training on Selected Physical Fitness Components in High School Students in Mashhad. (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics.2025;11(1):34-45. <https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.11.1.34>



<https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.11.1.34>



Article Info:

Received: 7 Jan. 2025

Accepted: 5 April 2025

Available Online: 5 April 2025

Keywords:

Static balance, Physical fitness, Muscle strength

ABSTRACT

Objective Physical fitness is an essential component of daily activities and is widely recognized as a key indicator for evaluating students' functional performance. This study aimed to examine the effect of six weeks of TRX suspension training on selected physical fitness components in high school students.

Methods This semi-experimental, applied study was conducted in a field setting. The statistical sample consisted of 40 tenth-grade male students from a secondary school in Mashhad. Participants were randomly assigned to either a training group or a control group, with 20 students in each. The stork balance test was used to assess static balance; the modified pull-up test evaluated upper body muscular endurance; and the standing long jump and sit-and-reach tests measured lower limb power and hamstring flexibility, respectively. The training group followed a TRX suspension training program for six weeks, three sessions per week, with each session lasting 60 minutes.

Results The results revealed significant improvements in balance, muscular endurance, and flexibility in the training group compared to the control group. However, no significant difference was observed between the groups in terms of lower limb power.

Conclusion Overall, TRX suspension training appears to enhance endurance, balance, flexibility, and neuromuscular control of the core stabilizing muscles. Based on these findings, it is recommended that school physical education instructors incorporate TRX-based suspension training into their programs to improve various aspects of students' physical and anthropometric fitness.

* Corresponding Author:

Seyed Mojtaba Tabatabai Asl

Address: Department of Sports Pathology and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

Tel: +98 (915) 6278418

E-mail: syd.mojtaba75@gmail.com

Extended Abstract

1. Introduction

Physical activity is essential, particularly for school-aged children and adolescents, with benefits that extend into adulthood (1). It improves cardiovascular health, supports healthy body composition, and reduces the risk of chronic conditions such as diabetes and obesity. Physical fitness is recognized as a key health indicator in this age group, and schools play a critical role in promoting active lifestyles through accessible and enjoyable exercise programs (2). Enhancing physical fitness and motor capabilities remains a primary focus in sports science, aiming to optimize performance and prepare students for skill acquisition in various sports (3, 4). A variety of training methods have been investigated in previous studies. For example, Kazemi et al. (2021) found that both rope jumping and elastic band exercises were effective in improving children's physical fitness (5). Similarly, Kokab et al. (2019) reported that resistance training positively influenced muscle strength, flexibility, body composition, and lung function in male students (6).

In recent years, suspension training has attracted attention as a strength training method suitable for individuals of all fitness levels (7). Its portability and adaptability have made it popular in diverse settings, including elderly fitness programs (8) and rehabilitation contexts (9). Suspension training systems like TRX can burn between 200 and 1,000 calories per hour (10) and are versatile across different age groups and fitness capacities. Despite its growing popularity, more research is needed to fully understand the benefits of suspension training—particularly in student populations—and how it compares to traditional exercise methods in improving muscular strength, endurance, flexibility, and balance.

2. Methods

This semi-experimental study followed a pre-test–post-test design with two groups (training and control). A total of 40 tenth-grade male students from high schools in Mashhad were selected through convenience and purposive sampling. Inclusion criteria included the absence of any history of metabolic, musculoskeletal, neurological, or chronic conditions (e.g., cardiovascular or pulmonary diseases, asthma). Ethical approval was obtained from the Guilan University of Medical Sciences (Ethics Code: IR.GUMS.REC1399.252), and informed consent was collected from both participants and their guardians. Participants were randomly assigned to either a training or control group ($n = 20$ per group). Physical fitness was evaluated using standardized field tests. (Static balance: Stork Balance Test, Upper body muscular endurance: Modified Pull-Up Test, Lower body strength: Standing Long Jump and Hamstring flexibility: Sit-and-Reach Test). The training group participated in a TRX suspension training program for six weeks, with three sessions per week, each lasting 60 minutes. The program included exercises targeting core stabilization, balance, muscular endurance, and flexibility. Prior to the intervention, all participants underwent three practice trials to ensure familiarity with the tests. Both pre-test and post-test scores were recorded using the same protocols. To ensure data quality, proper technique and consistency in execution were emphasized throughout the assessment. Data normality was confirmed using the Shapiro–Wilk test. Paired t-tests were used to compare within-group changes, while one-way ANCOVA was conducted to assess between-group differences, controlling for pre-test values. Statistical significance was set at $p \leq 0.05$, and analyses were performed using SPSS version 24.

3. Results

The results presented in Table 1 indicated no significant differences between the control and training groups in static balance, muscular endurance, muscle power, and flexibility during the pre-test stage, suggesting that the groups were homogeneous at baseline. However, the one-way analysis of covariance (ANCOVA), using pre-test scores as a covariate, revealed significant differences in the post-test scores between the two groups in the variables of static balance, muscular endurance, and flexibility. No significant difference was found between the groups in terms of muscle power. Furthermore, paired t-test results demonstrated that the training group experienced significant improvements in static balance,

muscular endurance, and flexibility from pre-test to post-test. In contrast, no significant changes were observed in the control group across these measures.

4. Conclusion

This study aimed to examine the effects of six weeks of TRX suspension training on selected physical fitness components in high school students. The results demonstrated significant improvements in static balance, muscular endurance, and flexibility in the training group compared to the control group, while no significant difference was found in muscle power. The improvement in static balance may be attributed to the instability introduced by suspension exercises, which constantly challenge postural control and activate proprioceptive receptors. These exercises stimulate the neuromuscular system, leading to better coordination and enhanced control of movement patterns. By engaging the core and lower limb stabilizing muscles, TRX training may help reprogram motor control strategies via increased sensory input from joint and muscle receptors (15). Increased muscular endurance observed in the training group can be explained by the nature of TRX training, which involves bodyweight resistance, repeated movement patterns, and sustained muscular engagement. The combination of isometric holds, dynamic repetitions, and variable angles of resistance challenges both muscular strength and endurance simultaneously. The repetitive effort required to stabilize the body in a suspended state further promotes endurance adaptations. Flexibility improvements may be linked to the increased range of motion required during TRX movements, especially in lower body exercises. The constant engagement of antagonist muscle groups and dynamic stretches during training could contribute to enhanced hamstring flexibility over time. Although no significant changes were observed in muscle power, this may be due to the relatively short duration of the intervention or the specificity of the exercises, which may not have provided sufficient overload to stimulate power development.

Overall, the findings suggest that TRX suspension training is an effective, accessible, and versatile method for improving several key physical fitness components in adolescents. It holds promise for school-based physical education programs aiming to enhance balance, endurance, and flexibility.

Table 1. Intra- and Inter-group Comparison of Physical Fitness Components in Training and Control Groups

Variable	Group	Pre-test (Mean $\pm$ SD)	Post-test (Mean $\pm$ SD)	p (within group)	p# (between groups)
Static Balance	Training	4.15 $\pm$ 1.8	5.45 $\pm$ 1.0	0.001**	0.005*
Static Balance	Control	4.05 $\pm$ 2.6	4.25 $\pm$ 1.6	0.331	
Muscular Endurance	Training	8.60 $\pm$ 4.8	11.70 $\pm$ 4.7	0.001**	0.001*
Muscular Endurance	Control	7.05 $\pm$ 3.8	7.15 $\pm$ 3.3	0.649	
Muscle Power	Training	145.50 $\pm$ 14.15	145.90 $\pm$ 13.6	0.670	0.345
Muscle Power	Control	141.10 $\pm$ 17.5	142.35 $\pm$ 15.7	0.261	
Flexibility	Training	25.85 $\pm$ 6.8	30.65 $\pm$ 7.8	0.001**	0.002*
Flexibility	Control	27.01 $\pm$ 6.6	27.60 $\pm$ 6.9	0.290	

Note: p (within group) = Paired t-test; p# (between groups) = One-way ANCOVA; Significance level: $p \leq 0.05$; ** Significant at $p \leq 0.01$

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

There were no ethical considerations to be addressed in this research.

Funding

This research did not receive any financial support from government, private, or non-profit organizations.

Authors' contributions

All authors contributed equally to preparing the article.

Conflicts of interest

The authors declare that there are no conflicts of interest associated with this article.

مقاله پژوهشی

اثر شش هفته تمرین TRX بر برخی عوامل آمادگی جسمانی دانش آموزان مقطع متوسطه شهر مشهد

*سیدمجتبی طباطبائی اصل^۱، پروین جلیلیان^۲

۱. گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۲. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

Use your device to scan and read the article online



Citation: Tabatabaie Asl SM, Jalilian P. The Effect of Six Weeks of TRX Training on Selected Physical Fitness Components in High School Students in Mashhad. (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics.2025;11(1):34-45. <https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.11.1.34>

<https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.11.1.34>

چکیده

هدف آمادگی جسمانی بخش جداناپذیر اغلب فعالیت های روزانه بوده و همچنین شاخصی تعیین کننده در بررسی توانایی عملکردی دانش آموزان به شمار می رود. هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر شش هفته تمرین TRX بر برخی عوامل آمادگی جسمانی دانش آموزان مقطع متوسطه بود.

روش ها روش پژوهش حاضر نیمه تجربی و از نوع کاربردی بود که به صورت میدانی انجام گرفت. نمونه آماری این پژوهش را ۴۰ نفر از دانش آموزان پسر پایه دهم مقطع متوسطه شهر مشهد تشکیل دادند. در این پژوهش، آزمودنی ها بعد از قرعه کشی به طور تصادفی به دو گروه تمرین و کنترل، هر گروه ۲۰ نفر تقسیم شدند. برای ارزیابی تعادل ایستا از آزمون تعادل لک لک، برای ارزیابی استقامت عضلانی بالاتنه از آزمون کشش از بارفیکس اصلاح شده و همچنین برای ارزیابی قدرت و توان عضلانی پاها و انعطاف پذیری عضلات همسترینگ از آزمون پرش طول جفتی و فلکشن به جلو استفاده شد. آزمودنی های گروه تمرین به مدت ۶ هفته، هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه ۶۰ دقیقه در برنامه تمرینی TRX شرکت کردند.

یافته ها یافته های تحقیق نشان داد بین تعادل، استقامت عضلانی و انعطاف پذیری در گروه تمرین و کنترل اختلاف معناداری وجود دارد، اما در رابطه با شاخص توان عضلانی تغییر قابل توجهی بین دو گروه مشاهده نشد.

نتیجه گیری به طور کلی می توان بیان کرد که تمرینات معلق با TRX با توجه به ماهیت خود منجر به بهبود استقامت، تعادل، انعطاف پذیری و همچنین کنترل عصبی-عضلانی عضلات ثابت دهنده مرکزی می شود. در نتیجه، با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، پیشنهاد می شود مربیان ورزش مدارس از برنامه های تمرینی معلق جهت بهبود برخی فاکتورهای آمادگی جسمانی و آنتروپومتریکی دانش آموزان استفاده کنند.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۸ دی ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۶ فروردین ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۱۶ فروردین ۱۴۰۴

کلید واژه ها:

تعادل ایستا، آمادگی جسمانی، قدرت عضلانی

*نویسنده مسئول:

سیدمجتبی طباطبائی اصل

آدرس: گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

تلفن: ۶۳۷۸۴۱۸ (۹۱۵) +۹۸

ایمیل: syd.mojtaba75@gmail.com

مقدمه

فعالیت بدنی بخش مهمی از زندگی روزمره، به‌ویژه در دوره رشد و نمو کودکان و نوجوانان در سن مدرسه است. این فعالیت‌ها و الگوهای غیرفعال در دوران کودکی و نوجوانی ممکن است تأثیرات بلندمدتی بر مراحل بعدی زندگی فرد، به‌ویژه در طول عمر داشته باشند؛ بنابراین، افزایش و حفظ سطح فعالیت بدنی در جوانان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱). مطالعات نشان داده‌اند که فعالیت بدنی با بهبود آمادگی قلبی-عروقی، ترکیب بدنی بهینه و کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن، مانند دیابت و چاقی، مرتبط است. آمادگی جسمانی به‌عنوان معیاری برای ارزیابی وضعیت سلامتی در کودکان و نوجوانان شناخته می‌شود. توسعه آمادگی جسمانی و حرکتی در کودکان و نوجوانان، یکی از اهداف اصلی فعالیت‌های بدنی در مدارس به شمار می‌رود و فرصت‌های مناسبی را برای ارتقاء سبک زندگی سالم فراهم می‌آورد. در این راستا، نیاز به انواع ورزش‌های کم‌هزینه، مفرح و قابل اجرا سازی در محیط‌های آموزشی برای تشویق دانش‌آموزان به فعالیت بدنی احساس می‌شود (۲). افزایش آمادگی بدنی و تقویت قابلیت‌های جسمانی برای بهبود کیفیت اجرای مهارت‌های ورزشی همواره در کانون توجه متخصصان و محققان علوم ورزشی قرار داشته است (۳). هدف اصلی از ارتقاء آمادگی جسمانی دانش‌آموزان شامل افزایش عملکرد جسمانی و توسعه قابلیت‌های آن‌ها به بالاترین حد ممکن به‌منظور آماده‌سازی برای یادگیری بهتر مهارت‌های ورزشی مختلف است. آمادگی جسمانی به‌عنوان یک مجموعه از ویژگی‌های ذاتی و اکتسابی تلقی می‌شود که توانایی فرد را در انجام فعالیت‌های بدنی تعیین می‌کند. در همین راستا، تمرین‌های مختلف ورزشی می‌تواند باعث توسعه همه‌جانبه اجزاء آمادگی جسمانی شود (۴). در این راستا، کاظمی و همکاران در سال (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررسی اثر تمرینات طناب زنی و الاستیک بر آمادگی جسمانی کودکان پرداختند. نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که هر دو روش تمرینی موجب بهبود نمرات آمادگی جسمانی در آزمودنی‌ها گردید و تفاوت معناداری از نظر شدت اثرگذاری بین دو روش تمرینی مشاهده نشد (۵). از طرفی، آرم و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیق خود به بررسی اثر تمرینات مقاومتی بر برخی از متغیرهای جسمانی و فیزیولوژیکی منتخب در دانش‌آموزان پسر پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که تمرینات مقاومتی تأثیر مثبتی بر قدرت عضلانی، انعطاف‌پذیری، ترکیب بدنی و عملکرد ریوی دارد (۶). یافتن بهترین شیوه تمرینی که از یک پشتوانه علمی و تحقیقاتی برخوردار باشد و بتواند ورزشکاران را به اوج آمادگی جسمانی سریع‌تر و بهتر نزدیک کند، همواره یکی از دغدغه‌های محققان علوم ورزشی بوده است. در این زمینه، استفاده از شیوه‌های تمرینی مناسب به‌عنوان یکی از مؤثرترین و متداول‌ترین روش‌های افزایش عملکرد جسمانی و ورزشی شناخته شده است. تقریباً در زمینه تأثیر مثبت تمرینات ورزشی بر بهبود عملکرد جسمانی، اتفاق نظر زیادی بین پژوهشگران وجود دارد. در یک دهه اخیر، تمرینات معلق به‌عنوان یکی از روش‌های تمرین قدرتی، توجه مربیان و ورزشکاران را به خود جلب کرده است. این نوع تمرینات نه تنها مختص ورزشکاران حرفه‌ای نیست، بلکه برای هر فردی که به دنبال پیشرفت سریع و ایمن در دستیابی به تناسب اندام و افزایش آمادگی جسمانی است، مناسب هست (۷). تمرینات معلق به دلیل قابلیت حمل و نصب آسان در مکان‌های مختلف، می‌توانند به راحتی در هر محیطی به کار برده شوند، بدون در نظر گرفتن سن، جنسیت و سطح آمادگی جسمانی. به‌عنوان مثال، در برنامه‌های تندرستی سالمندان، تمرینات معلق به‌عنوان یک راهکار مناسب معرفی شده است. این تمرینات به افراد مسن اجازه می‌دهند که به راحتی و بدون ترس از افتادن، حرکت کنند (۸). استفاده از تمرینات معلق به‌ویژه با تجهیزاتی مانند تی آر ایکس به‌عنوان یک روش مؤثر در توان بخشی بیماران و بهبود آمادگی جسمانی در مراکز مختلف، از جمله بیمارستان‌ها و کلینیک‌های درمان با ورزش، همواره مورد توجه فیزیوتراپ‌ها قرار دارد (۹). این نوع تمرینات به دلیل ویژگی‌هایی که دارند، امکان سوزاندن کالری زیادی (بین ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ کالری در ساعت بسته به نوع برنامه تمرینی) را به افراد می‌دهند که این موضوع به حداکثر استفاده از نیروی جاذبه و حرکات دینامیک بدن مرتبط است. تمرینات معلق به دلیل تنوع بالا و قابلیت تطابق با سطوح مختلف

آمادگی جسمانی، برای تمامی گروه‌های سنی و جنسی مناسب هستند و می‌توانند در هر زمان و مکانی اجرا شوند (۱۰). با این حال، اطلاعات موجود در مورد مزایا و تأثیرات تمرینات معلق در مقایسه با تمرینات سنتی، به‌ویژه در گروه دانش‌آموزان، هنوز محدود است؛ بنابراین، تحقیقاتی که در این زمینه انجام می‌شوند، می‌توانند به درک بهتری از اثرات مثبت این نوع تمرینات بر روی برخی از فاکتورهای آمادگی جسمانی دانش‌آموزان کمک کنند. به‌عنوان مثال، بررسی تأثیر تمرینات معلق بر قدرت عضلانی، استقامت، انعطاف‌پذیری و تعادل دانش‌آموزان در شهر مشهد، می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را برای مربیان، فیزیوتراپ‌ها و عموم دانش‌آموزان فراهم کند.

روش شناسی

روش پژوهش حاضر نیمه تجربی و از نوع پیش‌آزمون _ پس‌آزمون با دو گروه (تمرین و کنترل) بود. نمونه آماری این پژوهش شامل ۴۰ نفر از دانش‌آموزان پسر پایه دهم مقطع متوسطه در شهر مشهد بود. این نمونه‌ها پس از کسب رضایت‌نامه از والدین و مجوز از مسئولین مدارس مربوطه، با توجه به معیارهای ورود و خروج مدنظر، به‌صورت در دسترس و هدفمند انتخاب شدند. این تحقیق موفق به اخذ کد اخلاق با شماره (IR.GUMS.REC1399,252) ز معاونت تحقیقات و فناوری علوم پزشکی دانشگاه گیلان شد. معیارهای ورود شامل نداشتن هرگونه سابقه اختلال مؤثر بر رشد، مانند اختلالات متابولیک، اسکلتی عضلانی، نورولوژی و همچنین هرگونه بیماری مزمن (قلبی، ریوی و آسم) بود. در این پژوهش، آزمودنی‌ها پس از قرعه‌کشی به‌صورت تصادفی به دو گروه تمرین و کنترل، هرکدام با ۲۰ نفر تقسیم شدند.

جدول ۱. شرح آزمون‌های پژوهش حاضر

تعادل ایستا	در این آزمون، فرد دست‌ها را در دو طرف بدن روی پهلوها قرار داده و پای برتر را کنار زانوی پای تکیه‌گاه قرار می‌دهد. مدت‌زمانی که فرد قادر به حفظ تعادل باشد، به‌عنوان امتیاز تعادل وی ثبت می‌شود (۱۱).
استقامت عضلانی	برای اجرای این آزمون، آزمودنی به پشت زیر بارفیکس دراز می‌کشد، به‌طوری‌که شانه‌های او زیر میله بارفیکس قرار گیرد. سپس دست‌های خود را با کف دست‌های باز به سمت بالا می‌آورد. میله بارفیکس در سوراخ بالایی قرار می‌گیرد. برای مثال، اگر نوک انگشتان دانش‌آموز به سوراخ چهارم یا کمی بالاتر از سوراخ چهارم رسید، میله بارفیکس در سوراخ پنجم قرار داده می‌شود. سپس آزمودنی میله بارفیکس را می‌گیرد و تنه و پاها را از زمین جدا می‌کند. در این حالت، فقط پاشنه‌های او با زمین تماس دارد و بدن در ناحیه‌ی زانوها و لگن نباید خم شود، بلکه باید به‌صورت مستقیم و موازی با زمین قرار گیرد. او سپس کشش بارفیکس را انجام می‌دهد. در هنگام کشش، چانه باید به بالای یک طناب یا کش که سه سوراخ پایین‌تر از میله بسته‌شده است برسد (برای سهولت کار می‌توان یک طناب به طول ۱۵ سانتی‌متر از وسط میله آویزان کرد). در این حالت، یک کشش بارفیکس انجام شده است. آزمودنی تا جایی که در توان دارد، این آزمون را تکرار می‌کند و تعداد تکرارها به‌عنوان رکورد او ثبت می‌شود (۱۲).
قدرت و توان عضلانی	این آزمون برای ارزیابی قدرت و توان عضلانی ران‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش، آزمودنی مجاز است آزمون پرش طولی را سه مرتبه انجام دهد. مسافت طولانی‌ترین پرش فرد در این سه مرتبه، با متر نواری اندازه‌گیری و به‌عنوان نمره‌ی آزمون ثبت می‌شود (۱۳).
انعطاف‌پذیری عضلات همسترینگ	این آزمون در محیط‌های ورزشی مورد استفاده قرار می‌گیرد زیرا این روش آسان است و به حداقل مهارت نیاز دارد. از افراد خواسته می‌شود که پاها را در کنار هم قرار داده و با زانوهای صاف بنشینند تا کف پا به‌طور صاف در برابر انتهای جعبه انعطاف‌پذیری (ارتفاع به سانتی‌متر) قرار گیرد. سپس از فرد خواسته می‌شود که دست‌ها را کاملاً روی یکدیگر منطبق کرده و نوک انگشت میانی خود را روی جعبه انعطاف‌پذیری تا جایی جلو ببرد که به آخرین حد توانش برسد و احساس درد و کشیدگی در پشت ساق و ران کند. او باید به مدت ۲ ثانیه در آن وضعیت ثابت بماند. سپس نمره او برحسب سانتی‌متر به‌صورت منفی یا مثبت اندازه‌گیری می‌شود. بیشترین فاصله‌ی تماس نوک انگشتان با درجه‌بندی روی جعبه انعطاف‌پذیری با دقت ۰/۰۵ سانتی‌متر ثبت می‌شود (۱۴).

برای ارزیابی تعادل ایستا از آزمون تعادل لک لک (۱۱)، برای ارزیابی استقامت عضلانی بالاتنه از آزمون کشش بارفیکس اصلاح شده (۱۲) و برای ارزیابی قدرت و توان عضلانی پاها و انعطاف پذیری عضلات همسترینگ از آزمون پرش طول جفتی (۱۳) و فلکشن به جلو (۱۴) استفاده شد. آزمودنی‌های گروه تمرین به مدت ۶ هفته، هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه ۶۰ دقیقه در برنامه تمرینی تی آر ایکس شرکت کردند (۱۵) (جدول ۱).

از آزمون شاپیرو-ویلک جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد و برای تحلیل آمار توصیفی از آماره‌هایی چون میانگین، انحراف معیار، سن، قد و وزن بهره گرفته شد. برای تعیین اختلاف بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر یک از گروه‌ها از آزمون تی زوجی و برای بررسی همگنی واریانس و اندازه اثر تمرینات با تعدیل اثر پیش‌آزمون، از تحلیل کوواریانس یک‌راهه در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ در سطح معناداری ($p < 0.05$) استفاده شد.

نتایج

مشخصات جمعیت شناختی گروه‌های تمرین و کنترل شامل سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که در جدول ۳، در مرحله پیش‌آزمون تفاوت معناداری در شاخص‌های تعادل ایستا، استقامت عضلانی، توان عضلانی و انعطاف‌پذیری بین دو گروه کنترل و تمرین وجود ندارد و این دو گروه باهم همگن هستند. همچنین، نتایج آزمون تحلیل کوواریانس یک‌راهه بر تفاوت نمرات این شاخص‌ها در مرحله پس‌آزمون با در نظر گرفتن پیش‌آزمون به‌عنوان عامل کواریانسی نشان داد که بین دو گروه کنترل و تمرین در شاخص تعادل ایستا ($P < 0.001$)، استقامت عضلانی ($P < 0.001$) و انعطاف‌پذیری ($P < 0.001$) تفاوت معناداری وجود دارد، اما در رابطه با شاخص توان عضلانی تفاوت معناداری مشاهده نشد. همچنین، نتایج حاصل از آزمون تی زوجی نشان داد که گروه تمرین در شاخص‌های تعادل ایستا، استقامت عضلانی و انعطاف‌پذیری نسبت به مقادیر پیش‌آزمون بهبود معناداری داشت، اما در گروه کنترل تفاوت معناداری در مقادیر پیش‌آزمون و پس‌آزمون مشاهده نشد.

بحث

هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر تمرین معلق بر برخی از عوامل آمادگی جسمانی دانش‌آموزان بود. یافته‌های تحقیق نشان داد که بین تعادل، استقامت عضلانی و انعطاف‌پذیری در گروه‌های تمرین و کنترل اختلاف معناداری وجود دارد؛ اما در رابطه با شاخص توان عضلانی، تغییر قابل توجهی بین دو گروه مشاهده نشد. در رابطه با تأثیر تمرینات بر تعادل و انعطاف‌پذیری، می‌توان گفت که انجام تمرینات عملکردی تی آر ایکس به دلیل شیوه‌های پویا که برای فعال‌سازی و به چالش کشیدن عضلات و مفاصل اندام تحتانی طراحی شده‌اند، احتمالاً توانسته‌اند با فعال‌سازی گیرنده‌های مفصلی، تحرک پذیری عملکردی و بهبود قدرت، برنامه‌های کنترل حرکتی ارسالی از جانب سیستم عصبی مرکزی را تصحیح کنند (۱۶).

جدول ۲. مشخصات جمعیت شناختی آزمودنی‌ها (انحراف استاندارد $\pm$ میانگین)

مشخصات جمعیت شناختی ($n=40$)	گروه تمرین ($n=20$)	گروه کنترل ($n=20$)
سن (سال)	$16.9 \pm 0.1/2$	$17.3 \pm 0.7/9$
وزن (کیلوگرم)	$60.4 \pm 6.6/0$	$61.4 \pm 8.6/74$
قد (سانتی‌متر)	$163.2 \pm 0.7/1$	$165.4 \pm 1.6/4$
شاخص توده بدنی (وزن بر مجذور قد)	$22/68$	$22/44$

جدول ۳. تحلیل نتایج درون گروهی و برون گروهی هر دو گروه تمرینی بر اساس آزمون تی زوجی و کوواریانس یک-راهه

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	P* درون گروهی
تعداد ایستا	تمرین	۴/۱۵±۱/۸	۵/۴۵±۱/۰	۰/۰۰۱**
	کنترل	۴/۰۵±۲/۶	۴/۲۵±۱/۶	۰/۳۳۰
P# بین گروهی		۰/۲۳۱	۰/۰۰۵*	
استقامت عضلانی	تمرین	۸/۶۰±۴/۸	۱۱/۷۰±۴/۷	۰/۰۰۱**
	کنترل	۷/۰۵±۳/۸	۷/۱۵±۳/۳	۰/۶۴۹
P# بین گروهی		۰/۱۲۷	۰/۰۰۱*	
توان عضلانی	تمرین	۱۴۵/۵۰±۱۴/۵	۱۴۵/۹۰±۱۳/۶	۰/۶۷۰
	کنترل	۱۴۱/۱۰±۱۷/۵۴	۱۴۲/۳۵±۱۵/۷۷	۰/۲۶۱
P# بین گروهی		۰/۲۸۰	۰/۳۴۵	
انعطاف پذیری	تمرین	۲۵/۸۵±۶/۸	۳۰/۶۵±۷/۸	۰/۰۰۱**
	کنترل	۲۷/۰۱±۶/۶	۲۷/۶۰±۶/۹	۰/۲۹۰
P# بین گروهی		۰/۱۸۹	۰/۰۰۳*	

سطح معناداری ($p \leq 0.05$)، # آزمون کوواریانس، ** آزمون تی زوجی

همچنین، به دلیل حالت تعلیقی این تمرینات، تمامی حرکات تعادلی و استقامتی بوده و به علت نیروی کشش، رانش و تکرار ست‌های تمرینی، این حرکات در عین حال قدرتی و استقامتی نیز محسوب می‌شوند؛ بنابراین، به نظر می‌رسد که دلیل تأثیرگذاری این تمرینات بر استقامت عضلانی نیز به همین موارد مرتبط باشد. نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعات عمر و همکاران (۲۰۲۴) (۱۷)، حمای و همکاران (۲۰۱۸) (۱۸)، پنسر (۲۰۲۱) (۱۹)، جانوت (۲۰۱۳) (۲۰) همسو بود. جانوت و همکاران در مطالعه خود تحت عنوان اثر تمرینات معلق در برابر تمرینات مقاومتی سنتی بر میزان عملکرد عضلانی بزرگ‌سالان، به نتیجه رسیدند که در گروه سنی جوانان بالغ تفاوت معناداری بین قبل تا بعد از آزمون در عضلات تا کننده شکمی، اکستنسور پشت، تعادل و انعطاف‌پذیری به دنبال هر دو تمرین معلق و مقاومتی سنتی وجود داشت (۲۰). محمد و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که تمرینات معلق از طریق جاذبه و وزن بدن، چالشی را برای کل بدن ایجاد می‌کند. هنگام تمرین با کش تی آر ایکس بدن به‌عنوان یک سیستم هماهنگ و یکپارچه به کار گرفته می‌شود و هماهنگی عصبی-عضلانی که یکی از اجزای کلیدی تمرینات معلق محسوب می‌شود، بهبود می‌یابد (۲۱). کلاتایود و همکاران (۲۰۱۴) فعال‌سازی عضلات مرکزی و اندام فوقانی در هنگام انجام شنا سوئدی با وسایل مختلف تمرین معلق را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند، ۲۹ دانشجوی مرد ۳ بار شنا را با ۴ نوع تمرین معلق انجام دادند. تجزیه و تحلیل عضلات نشان داد که تمرین معلق در حرکت شنا با یک سیستم دورانی، بیشترین فعال‌سازی را ارائه داده است و در شرایط باثبات به نظر می‌رسد برای عضلات سینه‌ای بزرگ و عضلات دلتوئید قدامی مناسب‌تر باشد. مستقل از نوع طراحی تمرین، تمرینات معلق به‌طور ویژه ابزاری مؤثر برای کسب سطوح بالایی از فعال شدن عضله راست شکمی هستند (۲۲). مرجانی و همکاران (۲۰۲۲) پژوهشی با عنوان مقایسه تأثیر تمرینات منتخب تی آر ایکس و ایروفتنس بر عملکرد ثبات مرکزی بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس انجام دادند و نتایج نشان داد که تمرینات منتخب تی آر ایکس و ایروفتنس بر بهبود عملکرد ثبات مرکزی بیماران مبتلا به ام‌اس تأثیر معناداری داشته است (۲۳). نتایج حاصل از مطالعه یولین یو و همکاران (۲۰۱۵) تحت عنوان بررسی اثر ۶ هفته تمرین معلق بر استقامت عضلانی بیماران با کمردرد، تفاوت معنی‌دار در بهبود درد و سطوح ناتوانی استقامت عضلانی را بین گروه تجربی و گروه کنترل نشان داد؛ یعنی درد و سطوح ناتوانی استقامت عضلانی در گروه تجربی بهبود یافت (۲۴). احتمالاً دلیل همسو بودن نتایج مطالعه حاضر با مطالعات ذکر شده سازگاری عصبی ایجاد شده در اثر تمرینات قدرتی و استقامتی، هماهنگی

عصبی-عضلانی در اثر تمرین تعادلی، افزایش دامنه حرکتی به دلیل افزایش حالت کشسانی تاندون‌ها و لیگامنت‌ها در اثر انجام این تمرینات می‌باشد که موجب بهبود شاخص‌های آمادگی جسمانی می‌شود.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که تمرینات معلق باعث افزایش سطح آمادگی جسمانی افراد شد؛ اما منجر به تغییر در فاکتور توان عضلانی در مقایسه با گروه کنترل نشد. با توجه به مطالعات انجام‌شده، این تحقیق استدلال می‌کند که تمرینات معلق، به دلیل استفاده از وزن شخص تمرین‌کننده به‌عنوان مقاومت، بر روی برخی از فاکتورهای آمادگی جسمانی افراد تأثیر مثبت می‌گذارد. به‌طور کلی، می‌توان بیان کرد که تمرینات معلق یا تی‌آر ایکس، با توجه به ماهیت خود، منجر به بهبود استقامت، تعادل، انعطاف‌پذیری و همچنین کنترل عصبی-عضلانی عضلات ثابت دهنده مرکزی می‌شود؛ بنابراین، با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، پیشنهاد می‌شود مربیان ورزش در مدارس از برنامه‌های تمرینی معلق برای بهبود برخی فاکتورهای آمادگی جسمانی و آنتروپومتریک دانش‌آموزان استفاده کنند. همچنین به دانش‌آموزان توصیه می‌شود که با توجه به عدم نیاز این تمرینات به تجهیزات زیاد، در برنامه‌های خارج از مدرسه و در منزل نیز از این نوع تمرینات بهره ببرند. از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به تعداد کم نمونه‌ها و مدت کوتاه تمرینات اشاره کرد که البته با توجه به توانایی پژوهشگر این تعداد انتخاب‌شده است. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی، تعداد آزمودنی‌ها بیشتر و همچنین از مدت‌زمان طولانی‌تری برای انجام تحقیق استفاده شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله دارای کد اخلاق از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی گیلان می‌باشد. قبل از شروع آزمون‌ها تمامی مراحل برای شرکت‌کننده‌ها توضیح داده شد و رضایت‌نامه کتبی توسط آزمودنی‌ها خوانده و تکمیل گردید.

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

Reference

1. Gunter KB, Almstedt HC, Janz KF. Physical activity in childhood may be the key to optimizing lifespan skeletal health. *Exercise and sport sciences reviews*. 2012;40(1):13-21. [DOI:10.1097/JES.0b013e318236e5ee] [PMID]
2. Luciano F, Cenacchi V, Vegro V, Pavei G. COVID-19 lockdown: Physical activity, sedentary behaviour and sleep in Italian medicine students. *European journal of sport science*. 2021;21(10):1459-68. [DOI:10.1080/17461391.2020.1842910] [PMID]
3. Martín-Rodríguez A, Gostian-Ropotin LA, Beltrán-Velasco AI, Belando-Pedreño N, Simón JA, López-Mora C, et al. Sporting mind: the interplay of physical activity and psychological health. *Sports*. 2024;12(1):37. [DOI:10.3390/sports12010037] [PMID]
4. Kljajević V, Stanković M, Đorđević D, Trkulja-Petković D, Jovanović R, Plazibat K, et al. Physical activity and physical fitness among university students-A systematic review. *International journal of environmental research and public health*. 2021;19(1):158. [DOI:10.3390/ijerph19010158] [PMID]
5. Kazemi N, Keshavarzi F, Ahmadi M, Hosseini SA, Molaie A. The effect of eight weeks of rope and elastic trainings on physical fitness of student children. *Journal of Pediatric Nursing*. 2021;7(2):1-10.
6. Azeem K, Mohammed MHH. The effect of resistance training on the selected physical and physiological variables of the male students. *International Journal of Pharmaceutical Research and Allied Sciences*. 2019;8(2-2019):198-205.
7. Movaghar F, Samadi A, Isanezhad A, Khaheisi M. The effect of eight-week total-body resistance training (TRX) on hemodynamic parameters and body composition in overweight and obese pre-hypertensive women. *Journal of Sport and Exercise Physiology*. 2024;17(3):56-70.
8. Rezaei S, Eslami R, Tartibian B. The effects of TRX suspension training on sarcopenic biomarkers and functional abilities in elderlies with sarcopenia: a controlled clinical trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2024;16(1):58. [DOI:10.1186/s13102-024-00849-x] [PMID]
9. Sherizade H, Rahimi M, Banitalebi E. The effect of TRX suspension resistance training on liver enzymes in obese women. *EBNESINA*. 2022;24(4):31-42.
10. Smith LE, Snow J, Fargo JS, Buchanan CA, Dalleck LC. The acute and chronic health benefits of TRX Suspension Training® in healthy adults. *Int J Res Ex Phys*. 2016;11(2):1-15.
11. Curnow D, Cobbin D, Wyndham J. Reliability of the stork test: is starting stance important? *Chiropractic Journal of Australia*. 2010;40(4):137-41.
12. Moghadasi M, Naser K, Shakerian S, Razavi A. Prevalence of overweight, obesity and physical fitness in Shiraz adolescents. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2011;12(5):476-82.
13. Chong Y, Wasan A. Learning Model for Game-Based Long Jump Skills In Children Aged 12-14 Years. *Cuestiones de Fisioterapia*. 2025;54(3):5046-61. [DOI:10.48047/8n13wg92]
14. Rohman U, Cholid A, Septiria R, Hakim AL, editors. Influence of Athletic Training With Pair Jump Rope Training Model and Ladder Drill to Increase Ability Kids Athletic Elementary School Students. 1st International Conference on Sport Sciences, Health and Tourism (ICSSHT 2019); 2021: Atlantis Press. [DOI:10.2991/ahsr.k.210130.062]

15. Curițianu I, Cătănescu A. Effects Of Six-Week TRX Training On Physical Skills In Female Skier Students. European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. 2017. [DOI:10.15405/epsbs.2017.05.02.178]
16. 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]
17. Omar FH. Effect of TRX Suspension Training on Technical Performance for Artistic Swimming Figures. International Journal of Sports Science and Arts. 2024;26(1):7-19. [DOI:10.21608/eijssa.2024.270201.1223]
18. Hammami A, Randers MB, Kasmi S, Razgallah M, Tabka Z, Chamari K, et al. Effects of soccer training on health-related physical fitness measures in male adolescents. Journal of sport and health science. 2018;7(2):169-75. [DOI:10.1016/j.jshs.2017.10.009] [PMID]
19. Pancar S, Topçu H, Arabacı R, Vardar T. The effect of TRX suspension training on physical capacity of young sedentaries. The Journal of Eurasia Sport Sciences and Medicine. 2021;3(1):24-32.
20. Janot J, Helne T, Welles C, Riedl J, Anderson H, Howard A, et al. Effects of TRX versus traditional resistance training programs on measures of muscular performance in adults. Journal of Fitness Research. 2013;2(2):23-38.
21. Mohamed TS. Effect of TRX suspension training as a prevention program to avoid the shoulder pain for swimmers. Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health. 2016;16(2).
22. Calatayud J, Borreani S, Colado JC, Martín FF, Rogers ME, Behm DG, et al. Muscle activation during push-ups with different suspension training systems. Journal of sports science & medicine. 2014;13(3):502.
23. Marjani F, Rahnema N, Etemadifar M. Comparing the Effects of TRX and Aerofitness Exercises on Core Stability of Women with Multiple Sclerosis: A Randomized Clinical Trial. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2022;11(2):306-19. [DOI:10.32598/SJRM.11.2.4]
24. You Y-L, Su T-K, Liaw L-J, Wu W-L, Chu I-H, Guo L-Y. The effect of six weeks of sling exercise training on trunk muscular strength and endurance for clients with low back pain. Journal of physical therapy science. 2015;27(8):2591-6. [DOI:10.1589/jpts.27.2591] [PMID]