Sport Medicine Studies **Volume 15, No 36, 2023, Page 75-96**

Research Paper

The Effect of Six-Week Suspension Exercises with TRX on Static and Dynamic Balance and Landing Mechanics in Young Athletes

M. Abtahi[1], H. Minoonejad[2], F. Seidi[3]

1. MSc. in Sports Injuries and Corrective Exercises, Department of Sport Medicine and Health, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Iran.

2,3. Associated Professor in Sports Injuries and Corrective Exercises, Department of Sport Medicine and Health, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Iran.

Received Date: 2023/05/01 **Accepted Date: 2023/06/24**

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of 6 weeks of suspension exercises with TRX on static and dynamic balance and landing mechanics in young athletes. Thirty young athletes with the age range of 15 to 18 years from the fields of handball, futsal, basketball and volleyball were selected from the schools of 4 districts in Tehran and they were randomly placed in two experimental and control groups (15 people in each group). The experimental group performed 13 suspension exercises with TRX in three sets with 10 repetitions for 6 weeks and 3 sessions per week. In order to measure static balance, stork test was used and for dynamic balance, Y balance test was used. Moreover, Landing Error Scoring System (LESS) was used to check landing mechanics. The results showed that the static balance, dynamic balance and landing mechanics of the TRX training group were better in the post-test than the pre-test ($P<0.05$). However, there was no significant difference between static balance, dynamic balance and landing mechanics of the control group in pre-test and post-test ($P>0.05$). In addition, the results of covariance analysis showed that there is a significant difference in all variables between the two groups in the post-test ($P<0.05$), so that the static and dynamic balance and reduction of the landing error score of the TRX training group were better than the control group. It seems that 6 weeks of suspension training with TRX can improve static and dynamic balance and reduce landing errors in young athletes.

Keywords: TRX Exercises, Static Balance, Dynamic Balance, Landing

1. Email: maryamabtahi11242@gmail.com
2. Email: minoonejadh@gmail.com
3. Email: foadseidi@ut.ac.ir

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

Extended Abstract

Background and Purpose

In investigating the causes of sports injuries without physical contact, various factors such as fatigue, lack of balance, lack of flexibility, lack of motor coordination and muscle weakness are mentioned. In the meantime, and in kinematic studies, it has been determined that injuries caused by jumping and landing as a result of weakness in landing are one of the main causes of sports injuries. Successful landing requires proper muscle strength, stability and high balance.

In addition, weakness in balance is also one of the important causes of sports injuries. Effective factors in maintaining balance and controlling a person's posture include sensory information that is obtained from the visual, sensory and vestibular systems and are influenced by coordination, joint range of motion and muscle strength.

Today, the discussion of balance exercises to prevent lower limb injuries is very common. These types of exercises have a positive effect on the proprioception of the joints and increase the central nervous system's awareness of the change in the state of the joint in various sports movements and collisions. The previous studies' results have shown that the weakness of the central muscles in sports that require jumping and landing, and jumping and fast running, has a direct relationship with the occurrence of injuries in the lower limbs such as anterior cruciate ligament injuries.

Furthermore, it seems that female athletes in sports with reduced acceleration, jumping, landing, and frequent rotations suffer from the aforementioned ligament injuries much more than men, and this is due to the larger Q angle, wider pelvis, and narrower intercondylar groove. Also, hormonal conditions are special in women. One of the compensatory strategies that the body uses to control the hip and hip joints and leads to improving balance and preventing injuries is trunk movement. It seems that the exercises leading to strengthening the muscles of the central region and improving the balance have a very effective role in reducing injuries of the lower limbs. In the meantime, the use of central stability exercises and TRX by helping to improve jumping and landing activities and also improving balance can prevent lower limb injuries by removing and adjusting some risk factors related to injury. Therefore, the purpose of this study is to investigate the effect of 6 weeks of suspension training with TRX on static, dynamic balance and landing mechanics of young athletes.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

Materials and Methods

The present study is quasi-experimental research with a two-group pre-test and post-test design. The research sample included 30 high school students aged 15 to 18 in Tehran from handball, futsal, basketball and volleyball at the school level from 4 districts (west, east, north and south). They were assigned in in two training groups of TRX suspension exercises and control (15 people in each group). Exercises were performed for 6 weeks and 3 sessions, which took 30-35 minutes, per week, and every other day in the gym, to provide time for recovery. Participants were not allowed to be absent in 2 consecutive training sessions, otherwise they would be removed from the research process. Also, the researcher was present in all training sessions and supervised the exercises directly.

After collecting the research data, the data related to the subjects' characteristics such as age, height and weight, as well as the research variables, were analyzed in the two sections of descriptive and inferential statistics using SPSS software version 21. The Shapiro-Wilk test was used to check the normality of the data, the paired t-test was used for intra-group comparison and the ANCOVA test was used to compare the results obtained between the research groups. The significance level throughout the research was considered at the 95% level with alpha less than or equal to 0.05.

Findings

The results of covariance analysis test showed that in dynamic balance in all three balance indicators, that is; Anterior (P=0.02), medial posterior (P=0.001) and external posterior (P=0.001), TRX training group performed significantly better than the control group. Therefore, the null hypothesis is rejected and the research hypothesis on the effect of suspension exercise with TRX on the dynamic balance of young athletes was confirmed. Additionally, the results of the analysis of covariance showed that the static balance in the TRX training group was significantly better than the control group (P=0.02). Other results of analysis of covariance showed that the landing error (LESS) in the TRX training group improved significantly compared to the control group (P=0.01).

Conclusion

The aim of this study was to investigate the effect of six-week suspension exercise with TRX on static and dynamic balance and landing mechanics in young athletes. The results of the research showed that six weeks of suspension exercises with TRX led to the improvement of static balance and dynamic balance of the experimental group. Further, the landing error was significantly reduced in the experimental group.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

Since TRX exercises are strength in nature, they can increase strength by facilitating the activation of large and fast-twitch muscle units, increasing muscle coordination and stimulating the neuromuscular systems. It has also been stated that strength training can be effective in improving balance through increasing blood supply to the brain and greater efficiency of pyramidal cells to deliver messages to the body, as well as greater efficiency of the cerebellum, which plays the main role in maintaining balance. The nature of TRX functional exercises is such that a person is forced to perform functional movements on an unstable and suspended level. When exercising on unstable surfaces, a person needs to maintain and control dynamic and functional balance. Therefore, it can be said that performing such exercises is a suitable exercise for improving indiduals' balance due to creating better neuro-muscular coordination and increasing the coordination of vision, vestibular and proprioceptive systems.

In general, novice and professional athletes can increase the intensity of training with TRX without increasing external resistance, which can reduce injuries. Moreover, athletes can use TRX exercises, which is one of the principles of training along with other exercises and preventing the body from adapting to training stimuli.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

مطالعات طب ورزشی دوره ۱۵، شماره ۳۶، تابستان ۱۴۰۲. صص ۹۶-۷۵

مقالهٔ پژوهشی

تأثیر شش هفته تمرینات تعلیقی با TRX بر تعادل ایستا و پویا و مکانیک فرود در ورزشکاران جوان

مریم ابطحی[۱]، هومن مینونژاد[۲]، فواد صیدی[۳]

۱. کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه تهران
۲. . دانشیار، آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران
۳. دانشیار دانشگاه تهران

تاریخ ارسال ۱۴۰۲/۰۲/۱۱ تاریخ پذیرش ۱۴۰۲/۰۴/۰۳

چکیده

هدف تحقیق حاضر، بررسی تأثیر شش هفته تمرینات تعلیقی با TRX بر تعادل ایستا و پویا و مکانیک فرود در ورزشکاران جوان بود. سی ورزشکار زن جوان با دامنه سنی ۱۵ تا ۱۸ سال از رشته‌های، هندبال، فوتسال، بسکتبال و والیبال از مدارس ۴ ناحیه شهر تهران به‌صورت هدفمند انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در دو گروه تجربی و کنترل (هر گروه ۱۵ نفر) قرار گرفتند. گروه تجربی، ۱۳ تمرین تعلیقی با TRX را در سه ست و با تکرار ده‌تایی به‌مدت شش هفته و هفته سه جلسه انجام دادند. به‌منظور اندازه‌گیری تعادل ایستا از آزمون لک‌لک و برای تعادل پویا از دستگاه تعادل Y استفاده شد. همچنین از سیستم امتیازدهی خطای فرود (LESS) برای بررسی مکانیک فرود استفاده شد. نتایج نشان داد، تعادل ایستا، تعادل پویا و مکانیک فرود گروه تمرینات TRX در پس‌آزمون بهتر از پیش‌آزمون بود (P<۰/۰۵)، اما تعادل ایستا، تعادل پویا و مکانیک فرود گروه کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معناداری نداشت (P>۰/۰۵). نتایج آزمون آنالیز کُواریانس نشان داد، در تمامی متغیرها بین دو گروه در پس‌آزمون اختلاف معناداری وجود داشت (P<۰/۰۵)؛ به‌طوری‌که تعادل ایستا، پویا و کاهش نمره خطای فرود گروه تمرینات TRX بهتر از گروه کنترل بود. به نظر می‌رسد، شش هفته تمرینات تعلیقی با TRX باعث بهبود تعادل ایستا، پویا و کاهش خطای فرود ورزشکاران جوان می‌شود.

واژگان کلیدی: تمرینات TRX، تعادل ایستا، تعادل پویا، فرود.

1. Email: maryamabtahi11242@gmail.com
2. Email: minoonejadh@gmail.com
3. Email: foadseidi@ut.ac.ir

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

مقدمه

با وجود همه فواید انجام فعالیت بدنی منظم، خطر آسیب‌دیدگی به‌ویژه در فعالیت‌های رقابتی و قهرمانی، واقعیتی انکارناپذیر است و هرقدر شرایط ایمنی محیط و شرایط جسمانی ورزشکاران مساعد باشد، باز هم امکان بروز آسیب در این نوع فعالیت‌ها وجود دارد (۱). هدف اصلی متخصصان رشته بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی از بررسی حرکات مختلف بدن، بهبود عملکرد ورزشی و جلوگیری از بروز آسیب حین ورزش است (۲). یکی از مؤثرترین روش‌های پیشگیری از آسیب، یافتن عوامل خطرزای آسیب است (۳). علت‌شناسی آسیب‌های ورزشی به زمینه‌های مختلفی ازقبیل خستگی، ضعف‌های عضلانی، نبود تعادل، نبود هماهنگی حرکتی (۴) و کاهش انعطاف‌پذیری در اندام‌ها و مفاصل اندام تحتانی برمی‌گردد (۵). اگرچه بیشتر آسیب‌های مفصلی درنتیجه ضربه و تماس مستقیم روی می‌دهند، سازوکارهای غیرتماسی نیز مانند فرود از پرش[1]به‌طور مکرر سبب بروز این آسیب‌ها می‌شوند (۶). در مطالعات کینماتیکی نشان داده شده است که حرکات برشی و فرود در مقایسه با حرکت‌های رو به جلو، خطر بیشتری برای آسیب ایجاد می‌کنند، همچنین نتایج تحقیقات نشان داده است که این آسیب‌ها اغلب در مرحله تماس پا با زمین و ۱۷ تا ۵۰ میلی‌ثانیه پس از آن روی می‌دهند (۷).

فرود موفق، نیازمند قدرت، ثبات و وضعیت تعادل مناسب است؛ ازاین‌رو شواهد نشان می‌دهد، یکی از علل آسیب‌های ورزشی در نتیجهٔ نقص در تعادل است (۸). از جنبه نظری، تعادل[2] را به‌صورت ایستا و پویا تعریف می‌کنند. توانایی حفظ مرکز فشار در محدوده سطح اتکای تعادل ایستا[3] و حرکت فعال مرکز فشار هنگام ایستادن، راه‌رفتن یا هر مهارت دیگری، «تعادل پویا»[4] تعریف می‌شود (۹). تعادل یکی از اجزای جدایی‌ناپذیر و کلیدی تقریباً همه فعالیت‌های روزانه برای عملکردهای ورزشکاران است. تعادل، مهارت حرکتی پیچیده‌ای است که پویایی وضعیت بدن را در جلوگیری از افتادن توصیف می‌کند (۸). عوامل مؤثر در حفظ تعادل و کنترل پاسچر فرد شامل اطلاعات حسی است که از سیستم‌های بینایی، حسی پیکری و دهلیزی به دست می‌آید و تحت‌تأثیر هماهنگی، دامنه حرکتی مفصلی و قدرت عضلانی قرار دارد (۱۰). تعادل، یک عامل مهم در بسیاری از مهارت‌های ورزشی مانند ژیمناستیک، بسکتبال، والیبال و فوتبال و... شناخته می‌شود که ضعف آن با تعدادی از آسیب‌ها، مانند

1. Jump Landing
2. Balance
3. Static Balance
4. Dynamic Balance

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

ناپایداری یا درد مچ پا و زانو، استئوآرتریت زانو و آسپرین‌های حاد مچ پا در ارتباط است (۱۱)؛ بنابراین وجود سیستم کنترل تعادل سالم و توانمند، ضمن بهبود عملکرد فرد هنگام فعالیت‌های جسمانی از ضروریات جلوگیری از آسیب‌های ورزشی نیز است (۱).

امروزه، بحث تمرینات تعادلی برای جلوگیری از آسیب‌دیدگی اندام تحتانی بسیار رایج است. این‌گونه تمرینات بر حس عمقی مفاصل تأثیر مثبت دارد و افزایش آگاهی دستگاه عصبی مرکزی از تغییر وضعیت مفصل را در حرکات مختلف ورزشی و برخوردها به همراه دارد. همچنین وضعیت بهتری را برای ورزشکار هنگام مواجهه با موقعیت‌های آسیب‌زا به وجود می‌آورد و آسیب‌های ورزشی را کاهش می‌دهد (۱۲). با توجه به شیوع آسیب‌های مچ پا و زانو به‌دلیل حرکات پرشی (در ورزش‌هایی مانند والیبال، بسکتبال و اسکی) و نقش عضلات اندام تحتانی و عضلات ثبات‌دهنده مرکزی در رساندن وضعیت اسکلتی بدن به وضعیت تعادل و درنتیجه واردآمدن فشار کمتر به مفاصل و کاهش آسیب‌دیدگی، طراحی برنامه تمرینی تأثیرگذار برای بهبود تعادل پویا از اهمیت بسزایی برخوردار است (۱۳). همچنین در نیمرخ والیبالیست‌ها و فوتبالیست‌های آسیب‌دیده، از حرکات چرخشی[1] و فرود از پرش به‌عنوان سازوکار آسیب غیربرخوردی رباط متقاطع قدامی یاد می‌شود. براساس مطالعات، شیوع آسیب این لیگامنت در زنان دو تا هشت برابر مردان ورزشکار است که این میزان در زنان ورزشکار جوانی که در رشته‌های خاص ورزشی مانند بسکتبال، فوتسال و سافت بال فعالیت می‌کنند، پنج تا شش برابر بیشتر از مردان گزارش شده است (۱۴). در این زمینه، هویت[2] و همکاران بیان کردند، زنان ورزشکاری که در یک برنامه تمرینی تقویتی عصبی-عضلانی ثبات مرکزی شرکت کرده بودند، در مقایسه با زنان ورزشکاری که در برنامه شرکت نکرده بودند، کاهش ۷۲ درصدی در بروز آسیب‌های زانو (شامل رباط متقاطع قدامی) نشان دادند (۱۵).

گفتنی است شایعترین سازوکار آسیب مچ پا در ورزش‌های پرشی، حرکت فرود است که ۰/۵۸ از آسیب‌های بسکتبال و ۰/۶۳ آسیب‌های والیبال را به خود اختصاص می‌دهد. در این میان، ضعف عضلات مرکزی در ورزش‌هایی که به پرش و فرود، جهش و دویدن‌های سریع نیاز دارند، نسبت مستقیم با وقوع آسیب در اندام تحتانی دارد (۱۶). به نظر می‌رسد، عضلات اصلی مسئول کنترل ولگوس پویای زانو شامل عضلات دورکننده و چرخاننده خارجی ران نیز نقش بسیار مهمی در گام‌برداشتن و مکانیک فرود دارند. برخوردارنبودن از قدرت کافی در این عضلات با حرکات افزایش‌یافته ران در صفحات فرونتال و عرضی مرتبط دانسته شده است که این امر می‌تواند فرد را مستعد آسیب

1. Pivoting
2. Hewett

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

رباط قدامی کند (۱۷). هم زنان و هم مردان درمعرض این آسیب قرار می‌گیرند، اما میزان شیوع این آسیب در زنان بیشتر است. زنان ورزشکار در ورزش‌های همراه با کاهش شتاب، پرش، فرود و چرخش‌های مکرر بسیار بیشتر از مردان از آسیب‌های لیگامان مذکور رنج می‌برند و این امر به‌دلیل زاویه Q بزرگ‌تر، لگن پهن‌تر، شیار بین‌کندیلی باریک‌تر[1] و وضعیت هورمونی خاص در زنان است (۱۸).

یکی از راهبردهای جبرانی که بدن برای کنترل لگن و مفصل ران به کار می‌برد، حرکت تنه است (۱۹). در این زمینه، نتایج مطالعات نشان می‌دهد، تمرینات تنه برای ایجاد ثبات مرکزی می‌تواند خطر آسیب را کم کند (۱۶). برای بهبود ثبات مرکزی، انجام تمرینات زنجیره حرکتی بسته، چندمفصله و فول‌بادی در مقایسه با تمریناتی که صرفاً روی عضلات مرکزی تمرکز دارد، مناسب‌تر است؛ برای مثال، نشان داده شده است که تمریناتی مانند پلانک شکمی، توانایی بدن برای انتقال نیرو از طریق ناحیه ثبات‌دهنده مرکزی را افزایش می‌دهد. همچنین نشان داده شده است که تمرین به شیوه معلق، وضعیت منحصربه‌فردی را برای اجرای تمرینات فول‌بادی و به چالش کشاندن ناحیه ثبات‌دهنده مرکزی فراهم می‌کند. تمرین معلق عبارت است از اجرای تمرین روی یک سطح ناپایدار؛ به‌طوری‌که نیروی مقاوم، همان وزن شخص است. تمرین TRX نیز نوعی از تمرینات معلق است که به فرد این امکان را می‌دهد که در برابر وزن خود، به‌عنوان یک مقاومت خارجی فعالیت کند (۲۰). تمرینات تعلیقی[2] با استفاده از TRX به‌دلیل سهولت در اجرا مدنظر مربیان و درمانگران قرار گرفته است. ویژگی منحصربه‌فرد تمرینات TRX در مقایسه با سایر شیوه‌های تمرینی، در به‌کارگیری و فعال‌کردن عضلات ثبات‌دهنده مفاصل مختلف بدن و به‌خصوص عضلات ثبات‌دهنده مرکزی بدن در تمامی حرکات مختلف این شیوه تمرینی است. این موضوع زمانی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که ثابت شده است ثبات بخش پروگسیمال[3] (کمری-لگنی) نقش عمده‌ای در کنترل پاسچرال و اجرای صحیح تکالیف عملکردی ورزشکاران دارد (۲۱).

تمرینات TRX این قابلیت را دارد تا حرکت‌پذیری، قدرت و ثبات مفصلی را در تمامی صفحات حرکتی به‌طور هم‌زمان توسعه دهد و با تأکید بر ایجاد هم‌زمان ثبات چندمفصلی، می‌تواند هماهنگی مناسب را بین مفاصل اندام تحتانی ایجاد کند و به‌دنبال آن، موجب جلوگیری از بروز حرکات آسیب‌زا حین انجام تکالیف عملکردی در مفصل مچ پا شود (۲۲). همچنین می‌توان با بررسی تأثیر تمرینات بر

1. Intercondylar Groove
2. Suspension Training
3. Proximal

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

بیومکانیک اندام تحتانی و تنه، طی آزمون‌هایی مانند تعادل و انجام حرکات عملکردی مانند فرود از پرش و تجزیه و تحلیل تکنیک‌های آسیب‌زا، نیاز وضعیت فرود ورزشکاران را با آزمون‌های ارزان‌قیمت مانند سیستم امتیازدهی خطای فرود[1] (LESS) که یک ابزار میدانی است، برآورد کرد و تغییرات خطاهای تکنیک پرش-فرود را در نتیجهٔ تمرینات محاسبه کرد (۱۹). در زمینه تأثیر تمرینات TRX، سنار و اسکو[2] به مقایسه اثر این تمرینات و تمرینات مقاومتی بر میزان قدرت، استقامت ناحیه مرکزی بدن، انعطاف‌پذیری، تعادل و ترکیب بدنی پرداختند. نتایج نشان داد، تمرینات TRX باعث بهبود تناسب اندام و تعادل گروه تمرینی شدند (۲۳). بنائی‌فر و همکاران نشان دادند، هشت هفته تمرینات منتخب TRX تعادل ایستا و پویا را به‌طور معناداری در دختران ورزشکار بهبود بخشید (۱۳). کیانی و فتاحی بیان کردند، هشت هفته تمرین TRX قدرت، استقامت و تعادل پویای گروه تجربی را افزایش معنادار داده است (۲۴). مختاری‌فرد و صباغ لنگرودی نشان دادند، استفاده از تمرینات ثبات مرکزی و TRX از طریق کمک به اصلاح فعالیت پرش فرود و بهبود تعادل می‌تواند با حذف و تعدیل برخی عوامل خطرساز مرتبط با آسیب، باعث پیشگیری از آسیب‌های اندام تحتانی شود. همچنین نتایج نشان از کاهش نمره خطای فرود (LESS) در گروه‌های تمرینی داشت (۸). نتایج تحقیق کلانتریان و رجبی در زمینه تأثیر تمرینات تعلیقی بر تعادل نشان داد، شش هفته تمرینات تعلیقی در گروه آزمایش به بهبود معنادار تعادل پویا و خطای فرود در دانشجویان مرد ورزشکار منجر شد (۲۵). کلانتریان و همکاران نشان دادند، انجام تمرینات تعلیقی TRX می‌تواند سبب بهبود عملکرد ورزشکاران در آزمون‌های جهش جانبی، جهش هشت لاتین و سه جهش تک‌پا شود؛ بنابراین به همه مربیان ورزشی توصیه می‌شود، برای ارتقای عملکرد ورزشکاران مبتلا به ثباتی عملکردی مچ پا از تمرینات تعلیقی TRX استفاده کنند (۲۱). نتایج تحقیقات نشان داده است، ویژگی منحصربه‌فرد تمرینات TRX در مقایسه با سایر شیوه‌های تمرینی این است که چه در حرکات اندام فوقانی و چه در حرکات اندام تحتانی، با تغییر وضعیت بدن می‌توان به‌شدت عضلات ثبات‌دهنده مرکزی بدن را فعال کرد و با استفاده از برخی تمرینات جامع در مدت‌زمان کمتری، بیشترین بهره را از جلسات تمرین برد (۲۶).

به‌طورکلی، با مرور پیشینه پژوهش مشاهده می‌شود که عضلات ثبات‌دهنده مرکزی بر بهبود تعادل ورزشکاران تأثیر بسزایی دارد و تأکید تمرینات TRX بر بهبود عملکرد عضلات ثبات‌دهنده مرکزی

1. Landing Error Scoring System
2. Snarr & Esco

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

است؛ بنابراین به نظر می‌رسد، بهترین روش برای پیشگیری از آسیب، طراحی برنامه‌ای جامع است که علاوه‌بر بهبود آن، باعث عملکرد بهتر اندام تحتانی هنگام فرود و کاهش خطای آن شود؛ ازاین‌رو هدف این تحقیق، بررسی تأثیر شش هفته تمرینات تعلیقی با TRX بر تعادل ایستا، پویا و مکانیک فرود ورزشکاران جوان بود.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی و طرح پژوهش، پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری این پژوهش، دانش‌آموزان دختر ۱۵ تا ۱۸ ساله مقطع دبیرستان شهر تهران از رشته‌های هندبال، فوتسال، بسکتبال و والیبال در سطح آموزشگاهی از چهار ناحیه (غرب، شرق، شمال و جنوب) مدارس شهر تهران بودند. از بین آن‌ها، ۳۰ دانش‌آموز به‌صورت هدفمند و براساس معیارهای ورود به پژوهش انتخاب شدند و در دو گروه تمرینی تمرینات تعلیقی TRX و گروه کنترل (هر گروه ۱۵ نفر) قرار گرفتند. گفتنی است، این تعداد نمونه براساس مطالعات مشابه قبلی و با استفاده از فرمول آماری جی پاور تعیین شده است؛ بر این اساس، با در نظر گرفتن ضریب اطمینان ۰/۹۱، توان آزمون ۰/۸۰ و اندازه اثر ۰/۷، تعداد نمونه ۱۳ نفر برآورد شد که با توجه به احتمال ریزش نمونه‌ها برای هر گروه ۱۵ نفر در نظر گرفته شد (۲۷).

معیارهای ورود آزمودنی‌ها به پژوهش عبارت بودند از: ۱- داشتن دامنه سنی ۱۵ تا ۱۸ سال، ۲- رضایت داوطلبانه آزمودنی‌ها برای شرکت در تحقیق، ۳- سابقه عضویت در یکی از تیم‌های ورزشی در سطح آموزشگاهی، ۴- نداشتن سابقه آسیب لیگامان‌های زانو و مچ پا در ۱۸ ماه گذشته و ۵- نبود ناراستایی‌های سیستم اسکلتی-عضلانی قابل‌مشاهده در ستون فقرات (کایفوز، اسکولیوز و لوردوز)، لگن (نبود هم‌راستایی لگن) و اندام تحتانی (زانوی ضربدری و زانوی پرانتزی) براساس چارت ارزیابی پوسچر نیویورک (۲۸). معیارهای خروج آزمودنی‌ها از پژوهش عبارت بودند از: ۱- ایجاد درد در هر قسمت از بدن حین انجام آزمون و انجام تمرینات؛ به‌صورتی‌که فرد قادر به همکاری نباشد، ۲- تشخیص محقق درباره اینکه فرد در مدت‌زمان مطالعه و انجام برنامه تمرینی همکاری مناسب ندارد (۲۹) و ۳- داشتن بیش از دو جلسه غیبت در جلسات تمرینی (۳۰).

پس از انتخاب آزمودنی‌ها براساس معیارهای ورود و خروج، فرم رضایت‌نامه، میزان قد و وزن هر آزمودنی تعیین شد و در پیش‌آزمون به‌منظور اندازه‌گیری تعادل ایستا از آزمون لک‌لک و تعادل پویا از دستگاه تعادل Y استفاده شد. همچنین از دوربین فیلم‌برداری برای آزمون سیستم امتیازدهی

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

خطای فرود (LESS) استفاده شد. بعد از اجرای پیش‌آزمون، نمونه‌ها به‌صورت تصادفی به دو گروه تمرینات تعلیقی با TRX و کنترل تقسیم شدند و گروه تجربی به انجام تمرینات تعلیقی با TRX و گروه کنترل به فعالیت‌های همیشگی خود پرداختند، اما گروه کنترل از انجام تمریناتی مانند تمرینات ثبات مرکزی و تعادلی که می‌توانست باعث تداخل در نتایج به دست آمده شود، منع شد. ازآنجاکه نتایج تحقیقات نشان داده است که انجام تحقیقات در حضور فرد متخصص باعث حصول نتایج بهتری در مقایسه با انجام تحقیقات بدون نظارت فرد متخصص می‌شود، محقق تمامی تمرینات گروه تجربی را به‌صورت کامل زیرنظر داشت. بعد از شش هفته تمرین، پس‌آزمون از آن‌ها گرفته شد. از ترازو، قدسنج، متر نواری، کرنومتر و فرم اطلاعات فردی برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده شد. همچنین به‌منظور اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش از آزمون تعادل عملکردی Y، آزمون تعادل استورک و آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود استفاده شد.

آزمون تعادل عملکردی Y: این آزمون در سه جهت قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی انجام می‌شود؛ به این شکل که آزمودنی‌ها روی یک پا در مرکز Y قرار می‌گیرند و با حفظ تعادل روی پای تکیه‌گاه تلاش می‌کنند تا با پای دیگر عمل دستیابی را انجام دهند؛ به این صورت که آزمودنی باید با پنجه پا دورترین نقطه ممکن را در هر یک از جهات تعیین‌شده، بدون خطا لمس کند. فاصله محل تماس تا مرکز، فاصله دستیابی است که به سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. به‌منظور کاهش‌دادن اثرات یادگیری، هر آزمودنی شش بار بدون فاصله و با استراحت ۱۵ ثانیه‌ای، این آزمون را در هریک از جهت‌های سه‌گانه انجام می‌دهد. بعد از پنج دقیقه استراحت، آزمودنی آزمون اصلی را در جهت‌های اصلی انجام می‌دهد (۳۱).

آزمون تعادل استورک: جانسون و نلسون در سال ۱۹۷۹ این آزمون را برای سنجش تعادل ایستا طراحی کردند. روایی و پایایی آزمون به‌ترتیب ۰/۸۰ و ۰/۹۲ است. آزمون در دو حالت چشمان بسته و باز انجام می‌شود. آزمودنی روی پنجه پای برتر خود ایستاد و کف پای غیربرتر خود را در کنار داخلی زانوی پای برتر خود قرار داد. آزمودنی دستانش را کنار کمر و روی تاج خاصره قرار داد و با فرمان آزمونگر، از فرد خواسته شد تا چشمان خود را ببندد؛ پاشنه پای برتر را از زمین بلند کند و روی سینه پای برتر خود بایستد. هم‌زمان با بلندشدن پاشنه فرد، مدت‌زمان انجام آزمون ثبت شد (۳۲). درصورتی‌که تعادل آزمودنی به هر دلیلی به هم می‌خورد یا مرتکب خطا می‌شد، زمان قطع شده و رکورد وی ثبت می‌شد. هر آزمودنی این آزمون را سه مرتبه اجرا کرد و میانگین سه اجرای وی به‌عنوان رکورد نهایی وی در نظر گرفته شد.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود: به‌منظور ارزیابی خطای فرود از آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود استفاده شد. برای اجرای این آزمون، به آزمودنی‌ها آموزش داده شد تا به‌صورت دو پا از یک سکو به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر در فاصله ۵۰ درصد قد آزمودنی، دورتر از سکو که با یک برچسب مشخص می‌شد، پرش کنند و بلافاصله یک پرش عمودی حداکثر پس از فرود انجام دهند. آزمودنی باید بین فرود روی سطح زمین و شروع به پرش عمودی مکث نمی‌کرد. آزمودنی‌ها بازخوردی درمورد تکنیک دریافت نکردند، اما اگر با هر دو پا از روی سکو پرش نمی‌کردند یا پس از پرش هر دو پای آن‌ها از برچسب مشخص‌شده عبور نمی‌کرد، تلاش دیگری را باید جایگزین می‌کردند. پس از نمایش نحوه آزمون توسط آزمونگر، معمولاً دو یا سه بار فرصت تمرین به آزمودنی داده می‌شد. درکل، آزمودنی چهار کوشش را انجام داد و آزمونگر از نمای جلو و نمای جانبی آن را مشاهده و ارزیابی کرد. در کوشش‌های اول و دوم، آزمونگر از نمای جلو و در کوشش‌های سوم و چهارم، آزمونگر از نمای جانبی (پلو) آن را مشاهده و ارزیابی کرد. امتیاز نهایی با جمع همه آیتم‌ها تعیین شد (۳۳).

روند انجام تمرینات: آزمودنی‌های گروه تمرینات تعلیقی با TRX، تمرینات خود را در مدت حداکثر یک هفته پس از جلسه اندازه‌گیری اولیه خود آغاز کردند. تمرینات به‌مدت شش هفته و هفته‌ای سه جلسه با مدت‌زمان ۳۰ تا ۳۵ دقیقه، به‌صورت یک روز در میان در باشگاه بدن‌سازی انجام شد تا زمان برای ریکاوری فراهم شود. از آن‌ها خواسته شد تا در این مدت هیچ تمرینی را غیر از برنامه تمرینی مذکور انجام ندهند. همچنین اجازه داده شد تا فعالیت‌های عادی روزانه خود را انجام دهند، اما آزمودنی‌ها اجازه غیبت در دو جلسه تمرینی متوالی را نداشتند؛ در غیر این صورت، از روند تحقیق حذف می‌شدند. آزمونگر در تمامی جلسات تمرینی حضور یافت و بر انجام تمرینات نظارت مستقیم داشت. تمامی زمان‌های انجام تمرین و استراحت بین ست‌ها با استفاده از کرنومتر و توسط محقق کنترل شد. پس از اتمام دوره تمرینی، پس‌آزمون انجام شد.

پس‌آزمون: پس از اتمام جلسات تمرینی دو گروه، برای ارزیابی مجدد تعادل ایستا و پویا و مکانیک فرود افراد، مانند آنچه در پیش‌آزمون انجام شده بود، در پس‌آزمون نیز انجام گرفت. همچنین سعی شد تا فرایند اندازه‌گیری درمورد تمامی افراد مطالعه‌شده در وضعیت زمانی و محیطی مطلوب و یکسان از لحاظ کنترل سروصدا و دمای محیط، انجام شود.

پس از جمع‌آوری اطلاعات تحقیق، داده‌های مربوط به ویژگی‌های آزمودنی‌ها ازقبیل سن، قد و وزن به‌علاوه متغیرهای تحقیق، در دو بخش آمار توصیفی و استنباطی در نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس[1] نسخه

1. SPSS

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

۲۱ تجزیه و تحلیل شدند. از آزمون شاپیرو- ویلک برای نرمال‌بودن توزیع داده‌ها، از آزمون تی زوجی برای مقایسه درون‌گروهی و از آزمون آنکوا به‌منظور مقایسه نتایج به‌دست‌آمده از بین گروه‌های تحقیق استفاده شد. سطح معناداری آزمون‌ها در سراسر پژوهش، در سطح ۹۵ درصد با آلفای کوچک‌تر یا مساوی با ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

در جدول شماره یک، ویژگی‌های مربوط به سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها ارائه شده است. مشاهده می‌شود، تفاوت معناداری بین سن (P=۰/۷۱)، قد (P=۰/۳۸)، وزن (P=۰/۰۷۵) و شاخص توده بدنی (P=۰/۸۷) در آزمودنی‌های دو گروه وجود نداشت و گروه‌های پژوهش همگن بودند.

جدول ۱- ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌های پژوهش (انحراف استاندارد±میانگین)

Table 1- Demographic characteristics of the research subjects (mean ± standard deviation)

متغیر	گروه تمرینات TRX	گروه کنترل	P-value
میانگین سن (سال)	۱۶/۸۶±۰/۷۸	۱۷/۴۰±۰/۸۳	۰/۷۱
میانگین قد (Cm)	۱۵۹/۲۰±۲/۵	۱۶۱/۶۲±۳/۴	۰/۳۸
میانگین وزن (Kg)	۵۶/۶۰±۳/۶۹	۵۹/۴۱±۴/۲۶	۰/۰۷۵
BMI(Kg/m^2)	۲۳/۲۹±۲/۷۵	۲۳/۷۹±۳/۵۴	۰/۸۷

در جدول شماره دو، نتایج آزمون تی زوجی برای بررسی تغییرات درون‌گروهی نشان داد، تعادل پویای گروه تمرینات TRX در هر سه جهت قدامی (P=۰/۰۳)، خلفی داخلی (P=۰/۰۰۱) و خلفی خارجی (P=۰/۰۱) در پس‌آزمون به‌طور معناداری بهتر از پیش‌آزمون بود، اما تعادل پویای گروه کنترل در هر سه جهت قدامی (P=۰/۲۰)، خلفی داخلی (P=۰/۸۷) و خلفی خارجی (P=۰/۹۴) در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معناداری با هم نداشتند. نتایج نشان داد، تعادل ایستا گروه تمرینات TRX در پس‌آزمون به‌طور معناداری بهتر از پیش‌آزمون بود (P=۰/۰۰۱)، اما تعادل ایستای گروه کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معناداری با هم نداشتند (P=۰/۸۶). دیگر نتایج نشان داد، نمره سیستم امتیازدهی خطای فرود گروه تمرینات TRX در پس‌آزمون به‌طور معناداری کمتر از پیش‌آزمون بود (P=۰/۰۴)، اما در گروه کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معناداری با هم نداشتند (P=۰/۶۹).

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

جدول ۲- نتایج آزمون تی زوجی مقایسه تغییرات درون‌گروهی آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

Table 2- The results of the paired t-test comparing the intra-group changes of the subjects in the pre-test and post-test

متغیر	گروه	مرحله آزمون	اختلاف میانگین	T	P-value
تعادل پویا-قدامی	TRX	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	۵	۹/۶	٭۰/۰۳
	کنترل	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	-۰/۵	۰/۳	۰/۲۰
تعادل پویا-خلفی داخلی	TRX	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	۴	۱۲/۸	٭۰/۰۰۱
	کنترل	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	۱/۴	۰/۶	۰/۸۷
تعادل پویا-خلفی خارجی	TRX	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	۶	۱۱/۱	٭۰/۰۱
	کنترل	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	-۰/۲	-۰/۷	۰/۹۴
تعادل ایستا	TRX	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	۳/۸۵	۱۶/۱۵	٭۰/۰۰۱
	کنترل	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	۰/۲۳	۱/۳۳	۰/۸۶
سیستم امتیازدهی خطای فرود	TRX	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	-۳/۱	۱۴/۲۹	۰/۰۴
	کنترل	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	۰/۴	۰/۰۵	۰/۶۹

نتایج آزمون آنالیز کُواریانس در جدول شماره سه نشان داد، در تعادل پویا در هر سه شاخص تعادل یعنی قدامی (P=۰/۰۲)، خلفی داخلی (P=۰/۰۰۱) و خلفی خارجی (P=۰/۰۰۱)، گروه تمرینات TRX به‌طور معناداری عملکرد بهتری از گروه کنترل داشت؛ بنابراین فرض صفر رد شده و فرض تحقیق مبنی بر تأثیر تمرینات تعلیقی با TRX بر تعادل پویای ورزشکاران جوان تأیید می‌شود. نتایج آزمون آنالیز کُواریانس نشان داد، تعادل ایستا در گروه تمرینات TRX به‌طور معناداری بهتر از گروه کنترل بود (P=۰/۰۲). دیگر نتایج آزمون آنالیز کُواریانس نشان داد، خطای فرود (LESS) در گروه تمرینات TRX به‌طور معناداری بهتر از گروه کنترل بود (P=۰/۰۱).

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

جدول ۳- نتایج آزمون تی زوجی مقایسه تغییرات درون‌گروهی آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون
Table 3- The results of the paired t-test comparing the intra-group changes of the subjects in the pre-test and post-test

متغیر	منبع تغییر	F	P-value	Eta Squared
تعادل پویا-قدامی	گروه	۲۳/۸۵	**۰/۰۲	۰/۷
تعادل پویا-خلفی داخلی	گروه	۲۵/۳۱	**۰/۰۰۱	۰/۹۸
تعادل پویا-خلفی خارجی	گروه	۱۸/۲۷	**۰/۰۰۱	۰/۶۸
تعادل ایستا	گروه	۲۳/۸۵	**۰/۰۲	۰/۹۶
سیستم امتیازدهی خطای فرود	گروه	۲۰/۶۵	**۰/۰۱	۰/۳۴

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش، تأثیر شش هفته تمرینات تعلیقی با TRX بر تعادل ایستا و پویا و مکانیک فرود در ورزشکاران جوان بود. نتایج پژوهش نشان داد، شش هفته تمرینات تعلیقی با TRX به بهبود تعادل ایستا و تعادل پویای گروه آزمایش منجر شد. همچنین خطای فرود در گروه آزمایش کاهش معناداری داشت. نتایج پژوهش حاضر در زمینه تأثیر تمرینات تعلیقی با TRX بر تعادل با یافته‌های مطالعات مختاری‌فرد و صباغ لنگرودی (۸)، بنائی‌فر و همکاران (۱۳)، کیانی و فتاحی (۱۴)، کلانتریان و رجبی (۲۵)، جانوت[1] و همکاران (۲۶)، گادتکه[2] و همکاران (۲۸) و دنلی[3] و همکاران (۳۴) همسو بود. ازجمله دلایل افزایش تعادل ناشی از تمرینات مقاومتی، تسهیل و هم‌زمان‌سازی واحدهای حرکتی تندانقباض و بزرگ (۳۵)، تحریک دوک‌های عضلانی، کاهش اثر خود مهاری اندام‌های وتری گلژی و افزایش هماهنگی عضلات درگیر در فعالیت‌های هم‌انقباضی بیان شده است. با تحریک دوک‌های عضلانی، انقباض عضلانی باعث افزایش فعالیت اعصاب وابران گامای موجود در دوک‌ها می‌شود و افزایش این حساسیت در دوک‌ها حس وضعیت مفصل را بهبود می‌بخشد که بر کنترل مفصل تأثیر بسزایی دارد (۳۶) و بهبود حس عمقی نیز احتمالاً می‌تواند به بهبود تعادل پویا منجر شود. تحقیقات قبلی نشان داده‌اند، تمریناتی که ماهیت ترکیبی دارد، در مقایسه با تمریناتی که تنها بر یک متغیر تأکید دارد، تأثیراتی به‌مراتب بیشتر بر تعادل می‌گذارد (۳۷، ۳۶). ماهیت چندعاملی‌بودن تعادل به‌خوبی می‌تواند این گفته را تأیید کند. منطقی به نظر می‌رسد که تمرینات TRX نیز با تأثیرگذاشتن بر چند عامل

1. Janot
2. Gaedtke
3. Dannelly

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

مهم و مؤثر بر تعادل یعنی قدرت، حس عمقی، سرعت عکس‌العمل و هماهنگی حرکتی به‌طور هم‌زمان، بتواند موجب تعادل شود (۲۶). ازآنجاکه تمرینات TRX ماهیتی قدرتی دارد، می‌تواند از طریق ایجاد تسهیل در وارد عمل شدن واحدهای عضلانی بزرگ و تندانقباض، افزایش هماهنگی عضلات و تحریک سیستم‌های عصبی-عضلانی، موجب افزایش قدرت و درنهایت بهبود تعادل شود (۳۸).

همچنین بیان شده است که تمرینات قدرتی می‌تواند از طریق افزایش خون‌رسانی به مغز و کارایی بیشتر سلول‌های هرمی برای رساندن پیام به اندام و نیز کارایی بیشتر مخچه که نقش اصلی در حفظ تعادل را ایفا می‌کند، در بهبود تعادل آزمودنی‌های تحقیق حاضر مؤثر شود (۳۹). ماهیت تمرینات عملکردی TRX به‌گونه‌ای است که فرد مجبور به اجرای حرکات عملکردی در سطح ناپایدار و معلق می‌شود. هنگام انجام تمرین در سطوح ناپایدار، فرد به حفظ و کنترل تعادل پویا و عملکردی نیاز دارد (۳۷)؛ بنابراین شاید بتوان گفت، انجام چنین تمریناتی به‌دلیل ایجاد هماهنگی عصبی-عضلانی بهتر و افزایش هماهنگی سیستم‌های بینایی، وستیبولار و حس عمقی، تمرینی مناسب برای بهبود تعادل افراد است. همچنین تمریناتی که با استفاده از TRX انجام می‌شود، این قابلیت را دارد تا علاوه‌بر تقویت عضلات حرکت‌دهنده اصلی بدن، عضلات ثبات‌دهنده مرکزی بدن را نیز طی انجام فعالیت عملکردی که مشابهت زیادی با فعالیت‌هایی دارد که فرد طی روز انجام می‌دهد، تقویت کند (۳۸). از دلایل احتمالی افزایش تعادل پویا در نتیجهٔ تمرینات تعادلی با TRX را می‌توان تغییریافتن بازخورد مکان و رسپتورها دانست که به سازمان‌دهی مجدد سیستم عصبی مرکزی و یکپارچگی حس حرکتی منجر شده و موجب تغییر در پاسخ حرکتی شود (۳۹). همچنین می‌توان به فعال‌سازی گیرنده‌های حس عمقی، آماده‌سازی نورون‌های حرکتی در گروهی از عضلات و مفاصل برای انجام حرکت، افزایش هماهنگی و یکپارچگی واحدهای حرکتی، هم‌انقباضی عضلات همکار و افزایش بازدارندگی عضلات مخالف اشاره کرد (۴۰).

یکی از ویژگی‌های مهم تمرینات تعلیقی به‌عنوان یک وسیله بی‌ثبات‌کننده، فعال‌سازی مناسب عضلات ثبات‌دهنده مرکزی در بیشتر حرکات است (۳۸). نتایج تحقیقات نشان داده است که ارتباط مستقیمی بین عملکرد عضلات ثبات‌دهنده مرکزی و توانایی حفظ تعادل وجود دارد (۴۱). درواقع، تمریناتی که با استفاده از TRX اجرا می‌شود، این قابلیت را دارد تا علاوه‌بر تقویت عضلات حرکت‌دهنده اصلی بدن، عضلات ثبات دهنده مرکزی بدن را نیز به‌خوبی فعال کند (۳۸)؛ بنابراین یکی از دلایل بهبود کنترل پاسچر و تعادل ایستا و پویای ورزشکاران در هر سه جهت می‌تواند، فراخوانی زیاد و بهبود عملکرد عضلات ثبات‌دهنده مرکزی باشد. در همین راستا، جانوت و همکاران با مقایسه تمرینات تعلیقی با TRX و تمرینات مقاومتی سنتی به این نتیجه رسیدند که در نتیجهٔ پنج هفته تمرینات با افزایش

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

قدرت عضلات اندام تحتانی و همچنین افزایش فعالیت عضلات ثبات‌دهنده مرکزی در اثر تمرینات تعلیقی، تعادل آزمودنی نیز افزایش می‌یابد (۲۶).

نتایج تحقیق حاضر در زمینه تأثیر تمرینات تعلیقی با TRX بر خطای فرود LESS، با یافته‌های مطالعات مختاری‌فرد و صباغ لنگرودی (۸)، کلانتریان و رجبی (۲۵) و بوتلر[1] و همکاران (۴۲) همسو بود. با توجه به مطالب ذکرشده، دلیل بهبود مکانیک فرود و کاهش خطاهای آزمودنی‌های گروه تمرینات TRX در مقایسه با گروه کنترل را شاید بتوان افزایش قدرت عضلات ثبات‌دهنده مرکزی و اندام تحتانی و همچنین بهبود کنترل عصبی-عضلانی دانست. ثبات ناحیه مرکزی به‌عنوان یک رابط، با انتقال مؤثر نیروی تولیدشده در اندام تحتانی به اندام فوقانی از طریق تنه، به اجرای ورزشی کمک می‌کند و همچنین افزایش استقامت و قدرت در عضلات مرکزی تنه به حفظ ساختار طبیعی بدن هنگام پرش و فرود منجر می‌شود (۴۳). پژوهش‌های مختلفی به این موضوع اشاره داشته‌اند که قدرت و استقامت عضلات مرکزی به‌دنبال تمرینات ثبات مرکزی افزایش می‌یابد. در پژوهش حاضر این موضوع اندازه‌گیری نشد، ولی به نظر می‌رسد احتمالاً این افزایش قدرت و استقامت عضلات مذکور موجب کاهش خطای فرود (نمره آزمون LESS) آزمودنی‌ها شده که درنهایت به افزایش تعادل و کاهش خطر آسیب در افراد منجر می‌شود. افراد باید قدرت کافی در عضلات ران و تنه داشته باشند تا اینکه در صفحات حرکتی مختلف ثبات لازم ایجاد شود. کاهش قدرت عضلات پروگزیمال (لگن و ران) باعث ایجاد بنیان ضعیف و بی‌ثبات برای توسعه و کاربرد نیرو در اندام تحتانی می‌شود که این بی‌ثباتی ناحیه مرکزی می‌تواند به افزایش خطای فرود (نمره آزمون LESS) افراد منجر شود (۱۵). به نظر می‌رسد، انجام شش هفته تمرینات تعلیقی که تلفیقی از حرکات برای عضلات ثبات مرکزی و تعادلی و قدرتی اندام تحتانی بود، باعث بهبود سیستم عصبی-عضلانی و الگوی فعال‌سازی عضلات تنه و اندام تحتانی شده و کاهش جابه‌جایی مرکز ثقل و کاهش نوسانات آن و درنتیجه کاهش خطای فرود را منجر می‌شود (۴۴).

در تبیین کلی نتایج این تحقیق می‌توان گفت، در طول بیشتر فعالیت‌های ورزشی، مرکز ثقل به‌طور دائم در حال تغییر است. عضلات مرکزی بدن که مرکز ثقل را احاطه کرده‌اند، با حفظ پایگاه باثبات برای حمایت از توده بدن، توانایی افراد را در حفظ تعادل و انجام موفقیت‌آمیز بیشتر حرکات ورزشی فراهم می‌کنند. ازآنجاکه به‌منظور حفظ فرم مناسب و صحیح بدن هنگام انجام تمرینات TRX ضروری است که عضلات مرکزی بدن فعال شوند، همین موضوع می‌تواند از دلایل بهبود تعادل و استقامت

1. Beutler

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

عضلات مرکزی بدن باشد. مطالعات حاکی از ارتباط برخی عوامل نظیر ثبات ناحیه مرکزی بدن و قدرت عضلانی با راستای اندام تحتانی در خلال حرکات عملکردی نظیر فرود بوده‌اند (۴۵)؛ درنتیجه می‌توان بیان کرد، ثبات لگن و کنترل تنه برای اجرای کم‌خطر حرکات عملکردی و بهبود مکانیک فرود افراد ضروری است که در این تحقیق، تقویت ناحیه مرکزی بدن در نتیجهٔ تمرینات TRX موجب این امر شده است.

پیام مقاله

درمجموع، ورزشکاران مبتدی و حرفه‌ای می‌توانند با TRX شدت تمرین را بدون افزایش مقاومت خارجی افزایش دهند که همین عامل می‌تواند باعث کاهش خطر آسیب شود. به‌علاوه ورزشکاران می‌توانند از تمرینات TRX به‌عنوان تنوع تمرینی که یکی از اصول تمرین است، در کنار سایر تمرینات خود و برای جلوگیری از سازگاری بدن نسبت به محرک‌های تمرینی، استفاده کنند.

تشکر و قدردانی

از آزمودنی‌های پژوهش و همه عزیزانی که در انجام این پژوهش مشارکت داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Roshandel Hesari A, Roshandel Hesari A. Investigation of static and dynamic balance in school basketball players with a history of ankle injury. J Sport Biomech. 2020;6(2):86-97. [In Persian]
2. Seyedi M, Rajabi R, Shirzad E, Zareei M. Comparison of high-risk movement patterns of acl injury in male and female adolescent soccer players during cutting maneuver. Studies in Sport Medicine. 2016;8(19):77-94. [In Persian]
3. Khezri D, Abbasi H, Nobari H. Training loads and non-contact injuries in soccer: a full season monitoring of a team in Iranian Premier League. Studies in Sport Medicine. 2022;14(31):45-64. [In Persian]
4. Khezri D, Salari Esker F, Eslami M. Quantifying foot inter-joint coordination and variability after wearing variable stiffness foot insoles during the stance phase of running. Studies in Sport Medicine. 2020;11(26):91-108. [In Persian]
5. Khezri D, Eslami M, Uosef Pour R, Fayyaz Moghar A. The establishment of normative values for lower limbs strength, flexibility and alignment in runners of Mazandaran province. Studies in Sport Medicine. 2019;10(24):69-82. [In Persian]

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

6. Shokrian F, Khezri D, Matin Homayee H, Fattahi A. Comparing the electrical activity of selected ankle muscles in athletes during landing from different heights. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2022;11(1):98-113. [In Persian]
7. Seyedi M, Shirzad E, Mirkarimpour SH, Rezvankhah Golsefidi N. The comparison of high-risk patterns of ACL injury in dominant and non-dominant legs of males and females during cutting maneuver. Journal of Exercise Science and Medicine. 2014;5(2):23-37. [In Persian]
8. Mokhtari Fard Z, Sabbagh Langroudi M. The effects of 8 weeks TRX exercises and core stability in the stable level on the landing pattern, the stability of the core area and balance of girls football players. Bimonthly Scientific-Research Journal of Rehabilitation Medicine. 2021;10(3):546-61. [In Persian]
9. Sedaghati P, Daneshmandi H, Zolghadr H. The effect of motor interventions on improving the balance of the intellectual disability: a review of literature. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2022;11(4):488-503. [In Persian]
10. Seyedi M, Seidi F, Minoonejad H, Biglar K. Comparison and investigation of relationship between lower extremity strength and active range of motion of the ankle with static and dynamic balance in deaf athletes and non-athletes. Studies in Sport Medicine. 2021;13(29):59-76. [In Persian]
11. Khodabakhshi M, Hashemi SA, Ebrahimi Atri A, Ebadifar M. Effects of 8 weeks of resistance training with traband on dynamic balance in young soccer players. Journal of Sport Biomechanics. 2016;2(2):43-53. [In Persian]
12. Khayambashi K, Ghoddosi N, Falah A. Prediction of ankle and knee injuries with Static Leg Balance Test. Studies in Sport Medicine. 2017;8(20):17-36. [In Persian]
13. Banaeifar A, Arshadi S, Mousavi F. The effect of eight weeks selected TRX training on the performance of static and dynamic balance in active girls. Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences. 2021;64(4):3699-706. [In Persian]
14. 14-Yadollahi A, Zarei M, Gheiitasi M. The effect of eight weeks reactive neuromuscular training on lower extremity kinematics during landing in female basketball players. Studies in Sport Medicine. 2022;14(33):59-80. [In Persian]
15. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt Jr RS, Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. The American Journal of Sports Medicine. 2005;33(4):492-501.
16. 16-Mirghmali E, Minoonejad H, Seidi F. The effects of core stability training on trunk strength and landing mechanics in female athletes with trunk defects on a stable and unstable level. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation. 2022;11(1):45-56. [In Persian]
17. Nakagawa TH, Moriya ÉT, Maciel CD, Serrao AF. Frontal plane biomechanics in males and females with and without patellofemoral pain. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2012;44(9):1747-55.
18. Saberi Zade Ansari, M., Fatahi, H. Effect of 8 Weeks of theraband training on ACL injury risk factors in single-leg drop and double leg landing. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation. 2022;11(1):68-81. [In Persian]

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

19. Safari Bak M, Khayam Bashi K, Esmaeili H, Lenjannejadian S. The effects of isolated hip abductor and external rotator muscle strengthening on concentric and eccentric strength and jump-landing mechanics using landing error scoring system. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation. 2020;8(3):148-139. [In Persian]
20. Khoshmaram F, Sadeghi H, Eftekhari F. Comparison of electromyographic activity of selected core muscles while performing selected core stability exercises using TRX. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2019;8(3):140-9. [In Persian].
21. Kalantariyan M, Minoonejad H, Rajabi R, Seidi F. The effect of six weeks suspension Training on Functional Test's score in athletes with functional ankle instability. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation. 2020;9(2):64-75. [In Persian]
22. Tinto A, Campanella M, Fasano M. Core strengthening and synchronized swimming: TRX suspension training in young female athletes. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 2016;57(6):744-51.
23. Snarr RL, Esco MR. Electromyographic comparison of traditional and suspension push-ups. Journal of Human Kinetics. 2013;39(1):75-83.
24. Kiani R, Fattahi H. Effects of eight weeks of TRX and CXWORX exercises on trunk muscle strength, core endurance, and dynamic balance of female college students. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021;10(2):186-201. [In Persian]
25. Kalantariyan M, Rajabi R. The effect of TRX preventive exercises on some tests for predicting lower extremity injury in athlete's students prone to injury. Journal of Safety Promotion and Injury Prevention. 2021;9(3):190-200. [In Persian].
26. Janot J, Heltne T, Welles C, Riedl J, Anderson H, Howard A, Myhre SL. Effects of TRX versus traditional resistance training programs on measures of muscular performance in adults. Journal of Fitness Research. 2013;2(2):23-38.
27. Minoonejad H, Barati AH, Khakpour Fard M. The effect of selected TRX exercises on functional stability, proprioception and strength of shoulder joint muscles in athletes with scapular dyskinesia. Studies in Sport Medicine. 2023;14(34):71-94.
28. 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.
29. Huang PY, Lin CF. Effects of balance training combined with plyometric exercise in postural control: Application in individuals with functional ankle instability. In: Lim CT, Goh JCH. eds. 6th World Congress of Biomechanics (WCB 2010). August 1-6, 2010 Singapore. IFMBE Proceedings, vol 31. Springer, Berlin, Heidelberg.
30. Myer GD, Ford KR, McLean SG, Hewett TE. The effects of plyometric versus dynamic stabilization and balance training on lower extremity biomechanics. The American Journal of Sports Medicine. 2006;34(3):445-55.
31. Moradi K, Minoonejad H, Rajabi R. The immediate effect of core stability exercises on postural sway in athletes with functional ankle instability. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2015;4(3):101-10. [In Persian]

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

32. Mohseni S, Nezakat-Alhosseini M, Safavi Homami S. The effect of Pilates and square-stepping exercises on physical and cognitive functions related to falling and fear of falling in elderly women. Advances in Cognitive Sciences. 2022;23(4):72-85. [In Persian]
33. Abolfathi E, Minoonejad H, Karimizadeh Ardakani M, Mohamadkhani K. Comparison of landing kinematics of athletes male with flat and natural foot by using landing error scoring system and tuck jump. Journal of Paramedical Sciences & Rehabiliataion. 2021;9(3):230-237. [In Persian]
34. Dannelly BD, Otey SC, Croy T, Harrison B, Rynders CA, Hertel JN, Weltman A. The effectiveness of traditional and sling exercise strength training in women. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2011;25(2):464-471.
35. Chimera NJ, Swanik KA, Swanik CB, Straub SJ. Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. Journal of Athletic Training. 2004;39(1):24.
36. 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]
37. 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: 97-104.
38. Lee JS, Yang SH, Koog YH, Jun HJ, Kim SH, Kim KJ. Effectiveness of sling exercise for chronic low back pain: a systematic review. Journal of Physical Therapy Science. 2014;26(8):1301-6.
39. Hosseini SS, Rostamkhany H, Naghiloo Z, Lotfi N. The effects of balance, mental and concurrent training on balance in healthy older males. Journal of Research in Rehabilitation Sciences. 2010;6(2):159-67. [In Persian]
40. Kim GY, Kin SH. 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.
41. Young WK, Metzl JD. Strength training for the young athlete. Pediatric Annals. 2010;39(5):293-9.
42. Marsh DW, Richard LA, Williams AL, Lynch KJ. The relationship between balance and pitching error in college baseball pitchers. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2004;18(3):441-6.
43. Babakhani F, Oladghobadi K, Fatahi F. Effect of hip abductor muscle fatigue on static and dynamic balance in elderly women (Per-sian). Iranian Journal of Ageing. 2016;11(2):322-329. [In Persian]
44. Beutler AI, Sarah J, Marshall SW, Padua DA, Boden BP. Muscle strength and qualitative jump-landing differences in male and female military cadets: the jump-ACL study. Journal of Sports Science & Medicine. 2009;8(4):663.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

45. Gribble PA, Hertel J, Denegar CR, Buckley WE. The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control. Journal of Athletic Training. 2004;39(4):321.
46. Dastmanesh S, Shojaeddin SS, Eskandari E. The effects of core stabilization training on postural control in subjects with chronic ankle instability. Annals of Biological Research, 2012;3(8):3926-30. [In Persian]
47. Okada T, Huxel KC, Nesser TW. Relationship between core stability, functional movement, and performance. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2011;25(1):252-61.

ارجاع‌دهی

ابطحی مریم، مینونژاد هومن، صیدی فواد. تأثیر شش هفته تمرینات تعلیقی با TRX بر تعادل ایستا و پویا و مکانیک فرود در ورزشکاران جوان. مطالعات طب ورزشی. تابستان ۱۴۰۲؛ ۱۵(۳۶)، ۹۶-۷۵. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/SMJ.2023.14802.1680

Abtahi M, Minoonejad H, Seidi F. The Effect of Six-Week Suspension Exercises with TRX on Static and Dynamic Balance and Landing Mechanics in Young Athletes. Sport Medicine Studies. Summer 2023; 15 (36): 75-96 (Persian). DOI: 10.22089/SMJ.2023.14802.1680

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License