

## مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال هفتم، شماره اول؛

بهار و تابستان ۱۳۹۹؛ صفحات ۹۰-۸۲

مقاله پژوهشی

## بررسی اثر دو مدل تمرینی تی آر ایکس بر روی توان بی هوازی و ترکیب بدنی ورزشکاران جوان و نوجوان تکواندو

علیرضا امانی<sup>۱</sup>، میلاد حسن پور<sup>۲\*</sup>، طاهر افشار نژاد<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۲۳ مرداد ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: ۰۵ آذر ۱۳۹۹

## چکیده

**هدف:** تمرینات تی آر ایکس جزو تمرینات مقاومتی نوین محسوب می شود که در افزایش توان، قدرت، تعادل و پایدار سازی ساختار بدنی نقش داشته و باعث افزایش هماهنگی عصبی-عضلانی می شود. هدف این پژوهش بررسی اثر دو مدل تمرینی تی آر ایکس بر روی توان بی هوازی و ترکیب بدنی ورزشکاران جوان و نوجوان تکواندو بود. **روش شناسی:** ۳۶ نفر آزمودنی پسر جوان و نوجوان در این پژوهش شرکت کردند و به صورت تصادفی به سه گروه تمرینات تی آر ایکس به صورت تمرینات اینتروال شدید (TH) TRX-HIIT، تمرینات تی آر ایکس به تنهایی (T) TRX و گروه کنترل تقسیم شدند که هر گروه شامل ۱۲ نفر بود. آزمودنی ها تمرینات را ۳ جلسه در هفته و برای ۵ هفته انجام دادند. توان بی هوازی و درصد چربی آزمودنی ها قبل و بعد از ۵ هفته تمرین اندازه گیری شد. پس از بررسی نرمال بودن توزیع داده ها با استفاده از آزمون کولموگوروف-اسمیرنف، برای آزمون فرضیه های تحقیق جهت تعیین تفاوت های درون گروهی از آزمون T وابسته و برای تعیین تفاوت های بین گروه ها از روش آماری on way-ANOVA استفاده شد ( $P \leq 0.05$ ). **یافته ها:** در هر دو گروه تمرین افزایش معنی داری در توان بی هوازی شرکت کننده ها مشاهده گردید که این افزایش در توان بی هوازی در گروه TH به طور معنی داری بیشتر بود. همچنین، گروه تمرینات TH و T هر دو در پس آزمون نسبت به پیش آزمون موجب کاهش معنی داری در درصد چربی بدن (ترکیب بدن) شدند. **نتیجه گیری:** پیشنهاد می شود برای کسب نتایج بهتر در مدت زمان برابر از تمرینات تی آر ایکس به شکل اینتروال شدید استفاده شود.

واژه های کلیدی: تی آر ایکس، HIIT، توان بی هوازی، ترکیب بدنی، تکواندو



با اسکن QR فوق می توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت [www.jahssp.azaruniv.ac.ir/](http://www.jahssp.azaruniv.ac.ir/) مشاهده کنید

۱. استادیار فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شمال، آمل، ایران

۲. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شمال، آمل، ایران (نویسنده مسئول): hassanpour.milad7@gmail.com

۳. استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

نحوه ارجاع: علیرضا امانی، میلاد حسن پور، طاهر افشار نژاد. بررسی اثر دو مدل تمرینی تی آر ایکس بر روی توان بی هوازی و ترکیب بدنی ورزشکاران جوان و نوجوان تکواندو. مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۱۳۹۹؛ ۷(۱): ۹۰-۸۲.

## Original Article

## Investigating the Effect of Two Training Models of TRX on Anaerobic Power and Body Composition of Young and Teenager Taekwondo Athletes

Alireza Amani<sup>1</sup>, Milad Hassanpour<sup>\*2</sup>, Taher AfsharNezhad<sup>3</sup>

Received 13 August 2020; Accepted 25 November 2020

### Abstract

**Aim:** TRX training are one of the new resistance training that play a role in increasing strength, power, balance and stabilizing the body structure and increase neuromuscular coordination. The aim of this study was to investigate the effect of two training models of TRX on anaerobic power and body composition of young and teenager taekwondo athletes. **Method:** Thirty-six subjects, young boys and adolescents, participated in the study and randomly were divided to three training groups of 12 people including: TRX training in the form of intense interval training TRX-HIIT (TH), TRX training alone TRX (T) and the control group. Subjects performed the exercises 3 sessions per week for 5 weeks. Anaerobic power and fat percentage of the subjects were measured before and after 5 weeks of training. After examining the normality of data distribution using Kolmogorov-Smirnov test, for test the research hypotheses to determine the differences intragroup, the dependent T test was used and to determine the differences between the groups, the statistical method on way-ANOVA was used ( $P \leq 0.05$ ). **Results:** In both training groups, a significant increase in participants' anaerobic power was observed, which anaerobic power was significantly higher in training group TH. Also, the TH and T training groups both significantly reduced body fat percentage (body composition) in the post-test compared to the pre-test. **Conclusion:** It is suggested to use TRX training in intense interval form to get better results during an equal time period.

**Keywords:** TRX, HIIT, Anaerobic Power, Body Composition, Taekwondo



Scan this QR code to see the accompanying video, or visit [jahssp.azaruniv.ac.ir](http://jahssp.azaruniv.ac.ir)

1. Assistant Professor of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Shomal University, Amol, Iran

2. Masters of Sport Physiology, Department of Exercise Physiology, Shomal University, Amol, Iran. (Corresponding Author): Email: [hassanpour.milad7@gmail.com](mailto:hassanpour.milad7@gmail.com)

3. Assistant Professor of Exercise Physiology, Department of Sports Science, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Yazd University, Yazd, Iran

*Cite as:* Alireza Amani, Milad Hassanpour, Taher AfsharNezhad. Investigating the effect of two training models of TRX on anaerobic power and body composition of young and teenager taekwondo athletes. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2020; 7(1): 82-90.



## مقدمه

ورزش قهرمانی از اجزاء اصلی ورزش و فعالیت بدنی می باشد. پرورش قهرمانان در رشته های مختلف و حضور آنان در میادین ورزشی علاوه بر کسب افتخار، سبب ایجاد انگیزه و گرایش جوانان و بزرگسالان به سوی پرداختن به فعالیت بدنی می گردد. تکواندو از ورزش های جذاب المپیک است که مورد توجه و علاقه بسیاری از مردم می باشد. تکواندو امروزه به عنوان ورزش رزمی المپیک مدرن تبدیل شده که بر اساس اطلاعات فراسیون جهانی تکواندو، ۲۰۶ کشور از ۵ قاره جهان عضو این فراسیون هستند و همه ساله مسابقات رسمی آن در سطوح مختلف برگزار می گردد (۱). در رشته رزمی تکواندو ورزشکاران باید از نظر هماهنگی عصب و عضله و سیستم انرژی در بالاترین سطح آمادگی قرار داشته باشند تا بتوانند در مسابقات بهترین عملکرد را از خود نشان دهند. رسیدن به بهترین وضعیت از نظر آمادگی بدنی نیازمند دانش دقیق در مورد نیازمندی های فیزیولوژیکی ورزش تکواندو می باشد (۲،۳). بر اساس تحقیقاتی که توسط محققین ورزش صورت گرفته، فاکتور های مهم آمادگی در رشته تکواندو که عامل موفقیت در این رشته ورزشی می باشد شامل فاکتور های: قدرت (۴)، توان بی هوازی (۵،۶)، استقامت در توان، شاخص خستگی (۷)، تعادل (۸)، چابکی (۹) و ترکیب بدنی (۱۰) می باشد.

در حین مبارزه تکواندو بین دو ورزشکار، حملاتی که توسط ورزشکاران صورت می گیرد در مدت کوتاه (با سرعت و قدرت بالا) بین ۱ تا ۵ ثانیه بطول می انجامد و به نسبت زمان کوتاه این حملات، مدت زمان بیشتری مبارزان در حالت فعال (مکث فعال) قرار دارند و خود را برای حملات بعدی آماده می کنند. نسبت میانگین حملات به حالت فعال (مکث فعال) در مبارزات مختلف تکواندو ۱ به ۲ و ۱ به ۷ می باشد که ماهیت تناوبی بودن این ورزش را از نظر شدت فعالیت بیان می کند (۱۱-۱۳). اجرای حملات کوتاه مدت شدید به نسبت مرحله حالت فعال (مکث فعال) نیازمند استفاده از سیستم انرژی بی هوازی در دو بخش فسفاژن و گلیکولیز می باشد ضمن اینکه پرداختن به فعالیت هایی در سطوح بالای ضربان قلب و در غلظت های بالای اسید لاکتیک نشان از غالب بودن سیستم انرژی بی هوازی در این رشته ورزشی دارد (۲،۱۳-۱۷). آمادگی از نظر بدنی در مسابقات تکواندو وابسته به این امر مهم می باشد که ورزشکاران در جنبه های مختلف هماهنگی عصبی-عضلانی و بخصوص توان بی هوازی و ترکیب بدنی از کیفیت قابل قبولی برخوردار باشند (۴-۱۰). مریدان علم ورزش همواره به دنبال راه هایی می باشند که در کوتاه ترین زمان ممکن و به بهترین صورت هم هماهنگی عصب و عضله و هم سیستم انرژی را به صورت یکپارچه و هماهنگ بهبود بخشند. با توجه به اینکه در تکواندو سیستم انرژی و هماهنگی عصب و عضله عوامل اساسی در کسب موفقیت محسوب می شوند، روش ها و ابزارهایی باید به کار گرفته شود که در کوتاهترین زمان هر دو جنبه هماهنگی عصب و عضله و سیستم انرژی را بهبود بخشد. همچنین طبق یافته های یاد شده در ورزش تکواندو هدف ورزشکاران اجرای فنون با قدرت و سرعت حداکثری برای کسب امتیاز در مدت زمان محدود (۱ تا ۵ ثانیه) می باشد در نتیجه تکواندوکاران باید از توان و آمادگی بی هوازی بالایی برخوردار باشند تا بتوانند در رقابت ها به موفقیت دست پیدا نمایند. با در نظر گرفتن عدم دسترسی همه ی تکواندوکاران به وسایل بدنسازی (وزنه) یکی از دغدغه های اصلی این ورزشکاران اطمینان از مفید بودن تمرینات بدنسازی بدون وزنه بیرونی و رسیدن به آمادگی جسمانی مطلوب و بهبود عملکرد می باشد. لیکن برنامه های تمرینی جایگزین متنوعی با هدف ارتقاء هماهنگی عصب و عضله برای تکواندوکاران در نظر گرفته شده که تمرینات تی آر ایکس<sup>۱</sup> یکی از تمرینات مقاومتی نوپا برای آمادگی بدنی ورزشکاران می باشد (۴-۶،۱۸).

یکی از تمریناتی که بر اساس وزن بدن موجب هماهنگی عصب و عضله و موجب افزایش قدرت می گردد تی آر ایکس می باشد. تی آر ایکس جزو تمرینات مقاومتی می باشد که در افزایش توان، قدرت، تعادل و پایدار سازی ساختار بدنی نقش موثری دارد و باعث افزایش هماهنگی عصبی-عضلانی می گردد (۱۹،۲۰). این تمرینات به علت بی ثبات کردن ساختار بدنی و به چالش کشیدن تعادل در حین اجرای حرکات تمرینی فشار مضاعفی به عضلات وارد می کنند و این عامل باعث فعال شدن بیشتر در عضلات و به کارگیری تارهای عضلانی بیشتر و در نتیجه تقویت موثر تر عضلات می شود. به عنوان مثال، جوزپه فرانسیسکو<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۸) نشان داده اند که اجرای تمرینات تی آر ایکس باعث افزایش توان و قدرت می شود (۲۰). همچنین، در تحقیقات مختلف نشان داده شده است که افزایش در سیگنال الکترومیوگرافی (EMG)<sup>۳</sup> عضلانی با افزایش نیروی عضله یا تولید قدرت مرتبط می باشد که این افزایش قدرت با افزایش و به کارگیری تارهای عضلانی بیشتر در ارتباط می باشد (۲۱،۲۲). علاوه بر این، تی آر ایکس باعث افزایش پاسخ هورمون های آنابولیک<sup>۴</sup> مانند: هورمون رشد<sup>۵</sup> و تستوسترون<sup>۶</sup> می شوند که با کاهش پاسخ هورمون های کاتابولیک<sup>۷</sup> مانند: هورمون کورتیزول<sup>۸</sup> همراه بوده و این تنظیم هورمونی باعث افزایش رشد عضلانی و بروز صفات جنسی ثانویه گردیده و مانع از کاهش قدرت و از دست رفتن توده بافت عضلات فعال می شود (۲۳،۲۴). یکی از مدل های تمرینی که بر روی سیستم انرژی بی هوازی تاثیر گذار می باشد تمرینات HIIT<sup>۹</sup> است. تمرینات HIIT یک نوع تمرین تناوبی با شدت بالا در بازه ی زمانی کوتاه با دوره های استراحت کوتاه و فعال می باشد (۲۵، ۲۶). تمرینات HIIT در یک مدت زمان کوتاه ظرفیت ورزشی و سیستم انرژی و متابولیسم سیستم انرژی عضله اسکلتی را بهبود می بخشد به عنوان مثال، فاستر<sup>۱۰</sup> و همکاران (۲۰۱۵) نشان داده اند یک دوره ۸ هفته ای تمرینات HIIT باعث افزایش اوج و میانگین توان تولیدی می شود (۲۷). معمولاً در ورزش هایی که ماهیت بی هوازی دارند عواملی که باعث کاهش عملکرد می شوند افزایش زیاد لاکتات در خون و کاهش سریع گلیکوزن در طول فعالیت می باشد که تمرینات HIIT باعث می شود تحمل لاکتات در ورزشکاران افزایش یابد و محتوی گلیکوزن استراحتی عضله ی اسکلتی افزایش پیدا کند و در طی فعالیت ورزشی مصرف گلیکوزن و تجمع لاکتات کاهش یابد. همچنین، تمرینات HIIT باعث افزایش فعالیت آنزیم های گلیکولیتیکی<sup>۱۱</sup> و اکسایشی و افزایش ظرفیت بافر کردن H<sup>+</sup> می شود که این مزیت ها در رقابت ها با بهبود سیستم انرژی در کوتاه مدت عملکرد رقابت کنندگان را به طور چشمگیری افزایش می دهند (۲۸-۳۰).

با توجه به تحقیقات محدود انجام شده در زمینه اثرگذاری تمرینات تی آر ایکس روی سازگاری های عصبی-عضلانی (۳۱،۳۲،۱۹،۲۰) و اینکه تحقیقات در مورد اثر ترکیب تمرینات تی آر ایکس و مدل تمرینی HIIT روی اثرگذاری همزمان بر سازگاری های عصبی-عضلانی و سیستم انرژی بر روی ورزشکاران بسیار محدود می باشد لذا در تحقیق حاضر سوال اصلی این است که ترکیب تمرینات تی آر ایکس و مدل تمرینی HIIT در مقابل تمرینات تی آر ایکس به تنهایی چه تاثیری بر روی توان بی هوازی و ترکیب بدنی ورزشکاران تکواندو خواهند گذاشت؟ در همین راستا محقق تحقیقی را در ۵ هفته با هدف بررسی اثر دو مدل تمرینی تی آر ایکس بر روی توان بی هوازی و ترکیب بدنی ورزشکاران جوان و نوجوان تکواندو مورد ارزیابی قرار داد.

## روش پژوهش

طرح آزمایشی این تحقیق از نوع نیمه تجربی و شامل پیش آزمون و پس آزمون بود. عامل مداخله، تمرین بود که در آن اثر تمرینات TRX و تمرینات TRX-HIIT

7. Catabolic Hormones

8. Cortisol Hormone

9. High-intensity interval training

10. Foster

11. Glycolytic enzymes

1. Total Body Resistance Exercise

2. Giuseppe Francesco

3. Electromyographic (EMG)

4. Anabolic Hormones

5. Growth Hormone (GH)

6. Testosterone Hormone



منظور ملاحظات اخلاقی تمام مراحل پژوهش به اطلاع آزمودنی ها رسانده شد و سپس رضایتنامه کتبی برای حضور در برنامه تمرینی و تحقیق به همه ی افراد تحویل داده شد. پس از رضایت داوطلبان و با آگاهی از اینکه هیچکدام از آزمودنی ها از نظر بدنی مشکل خاصی ندارند، داوطلبان این تحقیق طی ۳ روز با تجهیزات و تست هایی که باید از آنها آزمایش به عمل می آمد آشنا شدند. در طی ۳ روز اندازه گیری های قد و وزن داوطلبان، تست وینگیت و درصد چربی بدن (۷ نقطه ای) صورت گرفته شد. پس از آن آزمودنی ها به صورت تصادفی در ۳ گروه ۱۲ نفره شامل: گروه TRX-HIIT، گروه TRX و گروه کنترل قرار تقسیم شدند. سپس آزمودنی ها ۵ هفته و هر هفته ۳ جلسه به انجام برنامه های تمرینی مدنظر پرداختند و در انتهای اجرای ۵ هفته پروتکل تمرین، طی ۳ روز و در ساعات مشابه پیش آزمون، پس آزمون ها گرفته شد. اندازه گیری قد و وزن

وزن آزمودنی ها بر مبنای کیلوگرم و با استفاده از ترازوی دیجیتال مدل یو سی ال ۱۲۰ و در شرایطی که آزمودنی ها بدون کفش و حداقل لباس را بر تن داشتند اندازه گیری شد. اندازه گیری قد آزمودنی ها بدین صورت بود که آزمودنی بدون کفش و پشت به دیواری که با متر نواری درجه بندی شده بود به صورت کاملا ایستاده قرار می گرفت به طوری که پاشنه ی پاها، باسن و پشت آزمودنی کاملا چسبیده به دیوار بوده و دست ها آویزان و دید مستقیم به جلو بود. سپس آزمونگر مقابل آزمودنی قرار می گرفت و با استفاده از خط کشی که عمود بر دیوار و مماس با بالاترین نقطه سر وی قرار می داد، قد آزمودنی را اندازه می گرفت.

اندازه گیری شاخص توده بدنی (BMI)<sup>۱</sup>

شاخص توده بدنی آزمودنی ها با استفاده از روش تقسیم وزن بر حسب کیلو گرم به مجذور قد بر حسب متر محاسبه شد.

$$BMI = \frac{weight (kg)}{height^2 (m^2)}$$

نحوه اندازه گیری توان بی هوازی

توان بی هوازی بوسیله ی تست وینگیت و بر روی دوچرخه مونارک انجام شد. ابتدا اطلاعات ورزشکار شامل قد، وزن، سن و زمان تست (۳۰ ثانیه) توسط آزمونگر به کامپیوتر داده می شد. تنظیم فشار کار مطلوب بر روی دوچرخه مونارک، بر حسب وزن هر فرد (فشار اولیه و اصلی آزمون وینگیت ۰/۰۷۵ برابر با ۷/۵ درصد به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن ورزشکاران و برای افراد عادی ۰/۰۶۰ برابر با ۶ درصد وزن افراد عادی می باشد) انجام می گرفت (۳۳). پس از آماده شدن سیستم برای اجرای تست، آزمودنی چند دقیقه بر روی دوچرخه مونارک با رکاب زدن گرم شده و با فرمان رو با حداکثر توان شروع به رکاب زدن می کرد در انتها آزمودنی با چند دقیقه رکاب زدن به ریکاوری می پرداخت. سپس اطلاعات بدست آمده از اوج توان بی هوازی توسط آزمونگر ثبت می شد (۳۴).

نحوه اندازه گیری درصد چربی بدنی

برای مشخص کردن درصد چربی بدن آزمودنی ها از کالیبر لانگ استفاده شد. برای اندازه گیری درصد چربی از افراد خواسته شد تا بدن خود را در حالت طبیعی قرار دهند و به صورت مستقیم و حالت آناتومیکی قرار بگیرند. سپس ۷ نقطه بدن افراد (سینه، زیر بغل، بالای کپل (پهلوی)، شکم، ران، عضله سه سر بازو (پشت بازو) و زیر کف) عضله پهن پشتی در یک طرف بدن (راست) توسط ماژیک علامت گذاری شد. قسمت های علامت گذاری شده با استفاده از انگشت چهارم و شصت گرفته و سپس نوک چربی سنج درست در وسط جمع شدگی پوست و یک سانت با فاصله از محل گرفتن پوست قرار داده می شد. نقاط مشخص شده به صورت دوره ای ۳ مرتبه اندازه گیری و متوسط اعداد ثبت می شد (۳۵).

بر روی توان بی هوازی و ترکیب بدنی تکواندوکاران جوان و نوجوان پسر مورد آزمایش قرار گرفته شد. نمونه آماری این پژوهش از بین تکواندوکاران داوطلب جوان و نوجوان بود. در این پژوهش، ۳۶ نفر آزمودنی پسر با میانگین سنی ۱۷/۱۴±۶/۰۴۰ سال، میانگین قد ۱۶۱/۷۲±۱۷/۰۵۴ سانتی متر و میانگین وزن ۶۰/۶۳±۲۳/۲۸ کیلوگرم مشارکت داشته اند. ویژگی های آزمودنی ها از نظر سن، قد (متر)، وزن و شاخص توده بدنی در جدول ۱ و ۲ آورده شده است.

جدول ۱- مقیاس های توصیفی سن و قد آزمودنی ها

متغیر	گروه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد
سن	گروه تمرین TRX-HIIT	۱۲	۱۷/۰۸	۵/۹۹
	گروه تمرین TRX	۱۲	۱۷/۰۸	۵/۸۰
	گروه کنترل	۱۲	۱۸/۰۸	۶/۷۶
قد (سانتی متر)	گروه تمرین TRX-HIIT	۱۲	۱۶۴/۰۸	۱۴/۹۰
	گروه تمرین TRX	۱۲	۱۶۱/۷۵	۲۰/۵۵
	گروه کنترل	۱۲	۱۵۹/۳۳	۱۶/۳۷

جدول ۲- مقیاس های توصیفی وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی ها

متغیر	مرحله	گروه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد
وزن (Kg)	پیش آزمون	گروه تمرین TRX-HIIT	۱۲	۵۷/۷۲	۱۸/۸۹
		گروه تمرین TRX	۱۲	۶۳/۱۷	۲۹/۲۰
		گروه کنترل	۱۲	۶۱/۰۰	۲۲/۳۱
شاخص توده بدنی (BMI)	پس آزمون	گروه تمرین TRX-HIIT	۱۲	۵۵/۳۶	۱۸/۰۸
		گروه تمرین TRX	۱۲	۶۱/۲۶	۲۸/۲۹
		گروه کنترل	۱۲	۶۰/۶۴	۲۱/۹۸
	پیش آزمون	گروه تمرین TRX-HIIT	۱۲	۲۰/۸۵	۲/۹۷
		گروه تمرین TRX	۱۲	۲۲/۶۷	۶/۱۰
		گروه کنترل	۱۲	۲۳/۲۴	۴/۹۸
پس آزمون	گروه تمرین TRX-HIIT	۱۲	۲۰/۰۰	۳/۷۷	
	گروه تمرین TRX	۱۲	۲۱/۹۹	۵/۹۱	
	گروه کنترل	۱۲	۲۳/۱۲	۴/۹۱	

طرح حاضر در دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه شمال و باشگاه تکواندو فرهنگ مطرح شد. ابتدا موضوع پژوهش، اهداف و روش های اجرای کار به تکواندوکاران که به عنوان آزمودنی در تحقیق شرکت داشتند توضیح داده شد. تمام آزمودنی ها پرسشنامه ارزیابی پزشکی را تکمیل کردند و به

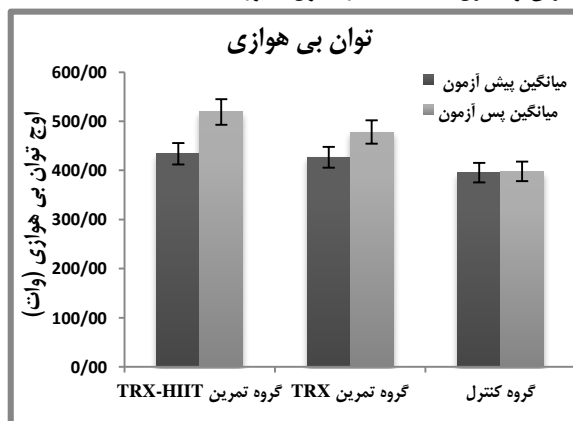
<sup>۱</sup>. Body Mass Index

## تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل آماری داده های تحقیق، از روش آمار توصیفی و استنباطی استفاده و محاسبات با نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ انجام گرفت. برای توصیف داده های تحقیق از شاخص های آماری میانگین، انحراف استاندارد و خطای استاندارد استفاده شد. پس از بررسی نرمال بودن توزیع داده ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، برای آزمون فرضیه های تحقیق جهت تعیین تفاوت های درون گروهی از آزمون T جفت و برای تعیین تفاوت های بین گروه ها از روش آماری on way-ANOVA استفاده شد. اختلاف معنی دار آماری در سطح ( $P < 0.05$ ) تعیین شد.

## یافته ها

با توجه به آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای نمره توان بی هوازی به ترتیب در پیش آزمون و پس آزمون معنادار نبود ( $P = 0.30$ ) ( $P = 0.29$ ) همچنین، نمره درصد چربی بدن به ترتیب در پیش آزمون و پس آزمون معنادار نبود ( $P = 0.87$ ) ( $P = 0.87$ ) بنابراین توان بی هوازی و درصد چربی بدن دارای توزیع نرمال و از تحلیل های پارامتریک برای آن ها استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری واریانس یک سویه نشان داد در توان بی هوازی تفاوت معنی داری بین گروه های تمرین و کنترل وجود داشت ( $P < 0.05$ ). بر اساس نتایج حاصل از آزمون تعقیبی توکی<sup>۱</sup>، گروه کنترل به صورت دو به دو با سایر گروه ها تفاوت معنادار داشته ( $P = 0.000$ ) اما دو گروه تمرین با یکدیگر تفاوت معنادار نداشتند ( $P = 0.052$ ). در بررسی آماری با استفاده از روش آماری T جفت برای بررسی تفاوت درون گروهی توان بی هوازی، تفاوت در دو گروه تمرین از پیش آزمون تا پس آزمون وجود داشته اما در گروه کنترل وجود نداشته است. اما در ترکیب بدنی (درصد چربی) تجزیه و تحلیل آماری واریانس یک سویه نشان داد تفاوت معنی داری بین گروه های تمرین و کنترل وجود داشت ( $P < 0.05$ ). بر اساس نتایج حاصل از آزمون تعقیبی توکی، گروه کنترل به صورت دو به دو با سایر گروه ها تفاوت معنادار داشته ( $P = 0.000$ ) اما دو گروه تمرین با یکدیگر تفاوت معنادار نداشتند ( $P = 0.845$ ). در بررسی آماری با استفاده از روش آماری T جفت برای بررسی تفاوت درون گروهی ترکیب بدنی (درصد چربی بدن)، تفاوت در دو گروه تمرین از پیش آزمون تا پس آزمون وجود داشته اما در گروه کنترل وجود نداشته است. نتایج به دست آمده در پیش آزمون و پس آزمون، سطح معناداری و درصد تغییرات در ۳ گروه تمرین و کنترل به تفکیک در جدول ۴ آورده شده است.



نمودار ۱- تست T جفت، میانگین در پیش آزمون و پس آزمون

تست وینگیت توان بی هوازی

$$\text{چگالی بدن} = 1/112 - (\text{مجموع چربی زیر پوستی} \times 0.00433499) + (\text{مجموع چربی زیر پوستی} \times 0.00000055) - (\text{سن} \times 0.00028826)$$

$$\text{درصد چربی بدن} (\%) = (\text{چگالی بدن} / 495) - 450$$

## پروتکل تمرینی

شامل دو پروتکل تمرینی TRX-HIIT و TRX بود، که به مدت ۵ هفته هر هفته ۳ جلسه و در مجموع ۱۵ جلسه ادامه یافت. هر جلسه شامل سه بخش ۱- گرم کردن (۱۵ دقیقه شامل دویدن، کشش و انجام حرکات آماده سازی برای تمرین با بند TRX) ۲- بخش اصلی تمرینات و در نهایت سردکردن و بازگشت به حالت اولیه (۱۰ دقیقه کشش و دوی نرم) بود. برنامه تمرین سه هفته اول ۶ حرکت تمرینی شامل: اسکات تک پا، پرس سینه، لانچ معلق، شنای معلق، پشت پا دراز کش و جلو بازو بود که سه حرکت تمرینی برای اندام تحتانی و سه حرکت دیگر برای اندام فوقانی و تنه بود. برنامه تمرین هفته چهارم و پنجم ۶ حرکت شامل: پرس سینه فلای، لانچ معلق، شنا پا جمع معلق، اسکات پرشی، جلو بازو و گلت بریج بود. در دو هفته اول تمرین برای آماده سازی عمومی ورزشکاران در هر دو گروه TRX و TRX-HIIT به طور مشابه از ۶ حرکت تمرینی فوق استفاده شد تا هم بتوانند در اجرای صحیح تمرینات مهارت بیشتری کسب کنند و هم از نظر بدنی آمادگی ادامه تمرین را داشته باشند. در هفته سوم همان تمرینات اجرا شده با این تفاوت که شدت تمرینات و تعداد تکرارها در دو گروه متفاوت شد. در هفته چهارم و پنجم سه حرکت تمرینی جدید جایگزین سه حرکت تمرینی قبلی شد و حجم، شدت و تعداد تکرار هم تغییر یافتند. حجم و شدت تمرینات با توجه به دستکاری روی زمان و ست تمرینی مشخص شد. در گروه تمرینی TRX زمان تمرین ۲ تا ۳ برابر بیشتر از گروه تمرینات TRX-HIIT و در مقابل شدت اجرای تمرین در گروه TRX-HIIT ۲ تا ۳ برابر بیشتر از گروه تمرین TRX بوده است.

جدول ۳- برنامه تمرینی هفته اول و دوم دو گروه تمرینی

## TRX و TRX-HIIT

تمرینات	مدت زمان	ست	کار به استراحت	استراحت مجموع ست
گرم کردن	۱۵ دقیقه			
TRX -۱ single-leg squat	۳۰ ثانیه	۳	۱ : ۱	۱ دقیقه
TRX -۲ chest press	۳۰ ثانیه	۳	۱ : ۱	۱ دقیقه
TRX -۳ suspended lunge	۳۰ ثانیه	۳	۱ : ۱	۱ دقیقه
TRX -۴ push up	۳۰ ثانیه	۳	۱ : ۱	۱ دقیقه
TRX -۵ hamstring curl-hips lifted	۳۰ ثانیه	۳	۱ : ۱	۱ دقیقه
TRX -۶ biceps curl	۳۰ ثانیه	۳	۱ : ۱	۱ دقیقه
سرد کردن	۱۰ دقیقه			
مجموع کل زمان تمرین	۴۴ دقیقه			

<sup>۱</sup>. Tukey

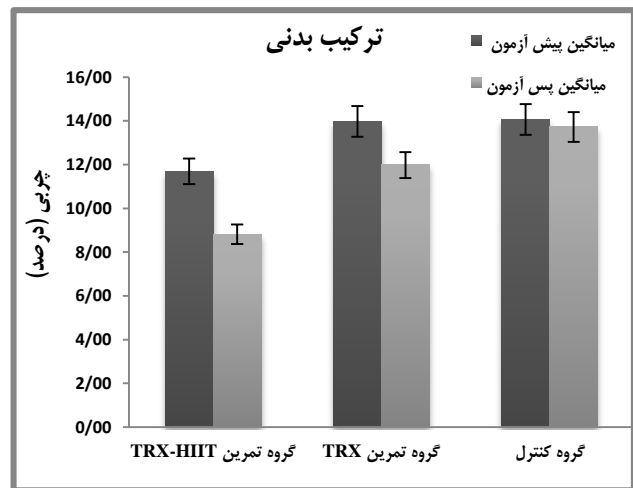


جدول ۴- داده های توصیفی قبل و بعد از تمرین (میانگین  $\pm$  انحراف استاندارد)، سطح معنی داری و درصد تغییرات

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	سطح معنی داری	درصد تغییرات
توان بی هوازی	TRX-HIIT	۴۳۳/۹۳	۵۱۸/۹۸	* ۰/۰۰۰	۱۶/۳۸
		$\pm$	$\pm$		
		۲۳۶/۴۸	۲۵۳/۶۸		
کنترل	TRX	۴۲۶/۷۵	۴۷۸/۱۴	* ۰/۰۰۱	۱۰/۷۴
		$\pm$	$\pm$		
		۲۶۸/۳۴	۲۸۳/۸۰		
کنترل	کنترل	۳۹۵/۲۷	۳۹۷/۸۴	-/۷۷۸	-/۶۴
		$\pm$	$\pm$		
		۲۱۶/۸۶	۲۲۵/۳۶		
ترکیب بدن	TRX-HIIT	۱۱/۶۹	۸/۸۱	* ۰/۰۰۰	۲۴/۶۳
		$\pm$	$\pm$		
		۳/۶۴	۲/۹۱		
بدن (درص)	TRX	۱۳/۹۸	۱۱/۳۹	* ۰/۰۰۰	۱۸/۵۲
		$\pm$	$\pm$		
		۶/۱۸	۵/۲۳		
چربی بدن	کنترل	۱۴/۰۷	۱۳/۷۲	-/۴۱۶	۲/۴۸
		$\pm$	$\pm$		
		۶/۹۱	۶/۱۴		

\* ( $P < 0.05$ ) در سطح معناداری ۰/۰۵ معنادار می باشد.

تمرینات را طراحی برنامه مناسب تمرینی و بارگیری های مناسب و با روش علمی دانست و همچنین اعلام کرد به علت بکارگیری چند عضله در اجرای حرکات تمرینی اسلینگ (TRX) اعم از عضلات مرکزی بدن و همچنین عضلات بالایی و تحتانی و فشار وارد بر سیستم عصبی-عضلانی این بهبود در متغیرها حاصل شده است. و مات مونوز و همکاران (۲۰۱۴) تحقیقی را با عنوان مقایسه اثر برنامه تمرینی مقاومتی سنتی در مقابل تمرینات معلق (TRX-BOSU) روی قدرت، توان اندام های بالایی و پایینی، شتاب در حرکت و توانایی پرش انجام دادند و از ۳۶ مرد در تحقیق به کار گرفته شد. یافته های این محققان نشان داد تمام متغیرها در پاسخ به هر دو تمرین بهبود یافتند و با وجود پیشرفت بوسیله هر دو تمرین اما تفاوت معناداری در بهبود متغیرها بین دو گروه مشاهده نشد. این نشان دهنده موثر بودن هر دو برنامه تمرینی برای افزایش این متغیرها بود. این محققین همانند دیگر محققان نشان دادند زمانی که از تمرینات مقاومتی سنتی استفاده می شود نیروی زیادی در مقابل حرکت بار خارجی از فرد گرفته می شود و قدرت افزایش می یابد اما با استفاده از تجهیزات معلق (TRX) در اجرای همان مدل حرکت تمرینی نیروی کمتری از فرد گرفته و قدرت افزایش می یابد. این نشان از کار بهینه با تمرینات معلق (TRX-BOSU) و برون ده مناسب دارد. این افزایش قدرت در کار با تجهیزات معلق (TRX) می تواند به افزایش فعالیت تنه و انتقال نرون های حرکتی سمپاتیک مرتبط باشد و ممکن است هماهنگی درون عضلانی و بین عضلانی را در گروه های عضلانی درگیر تقویت کند. همچنین، فعالیت اقتصادی تر عضلات آگونیست سطوح قدرت را افزایش می دهد در واقع چون در استفاده از تمرینات TRX موقعیت بدن همانند یک آونگ می شود بنابراین افزایش درجه بی ثباتی به دلیل نوسان های بوجود آمده برای حفظ مرکز ثقل، عضلات تنه را فعال کرده و هماهنگی درون عضلانی و بین عضلانی را تقویت می کند. محققان در این تحقیق به این موضوع اشاره داشته اند که اگر تمرینات TRX با سرعت بالا انجام



نمودار ۲- تست T جفت میانگین در پیش آزمون و پس آزمون ترکیب بدنی (درصد چربی)

### بحث و نتیجه گیری

هدف اصلی تحقیق، بررسی اثر دو مدل تمرینی TRX بر روی توان بی هوازی و ترکیب بدنی (درصد چربی بدن) می باشد. یافته های بدست آمده از این تحقیق، بیانگر آن است که در توان بی هوازی تفاوت معناداری بین گروه ها وجود داشته و تغییرات افزایشی در هر دو گروه تمرینی در پس آزمون نسبت به پیش آزمون رخ داد که بیشترین تغییر در گروه تمرین TRX-HIIT با ۱۶/۳۸ درصد افزایش و با ۱۰/۷۴ درصد افزایش در گروه تمرین TRX همراه بود. اما گروه کنترل با ۰/۶۴ درصد افزایش، تغییر اندکی در توان بی هوازی داشت. که این نشان دهنده تاثیر افزایشی بیشتر تمرینات گروه TRX-HIIT در مقایسه با گروه تمرینات TRX بر روی توان بی هوازی بوده است. به نظر می رسد بکارگیری واحد های حرکتی و تار های عضلانی بیشتر و هماهنگی عصبی-عضلانی (درون عضلانی و بین عضلانی) و بکارگیری هر سه سیستم انرژی به خصوص سیستم انرژی فسفاژن و گلیکولیز بی هوازی در گروه تمرین TRX-HIIT دلیل اصلی بهبود بیشتر توان بی هوازی در این گروه بود. یافته های این تحقیق با نتایج تحقیقات (جوزپه فرانسیسکو ۲۰۱۸، راشا ۲۰۱۷، مات مونوز ۲۰۱۴) همسو می باشد (۲۰،۳۱،۳۲) و یافته های ناهمسوئی تا کنون یافت نشده است.

جوزپه فرانسیسکو و همکاران (۲۰۱۸) تحقیقی با عنوان ارزیابی قدرت و توان در پاسخ به یک دوره برنامه تمرینی با TRX در ۸۸ نفر مرد و زن دانشجو انجام دادند. یافته های این محققان نشان داد پس از اتمام جلسات تمرینی TRX متغیرها به طور معناداری افزایش یافتند و یافته ها نشان دهنده این بود که تمرینات TRX به عنوان شکلی از تمرینات مقاومتی برای نگهداری و بهبود قدرت و توان مفید خواهد بود. این محققان علت اصلی بهبود در عملکرد پرش مرتبط با توان را افزایش سرعت روانی-حرکتی و کنترل بیشتر بر روی عملکرد های اجرایی دانستند که نگهدارنده تاثیر کارایی فرآیند های توجیهی و اجرایی درگیر در کنترل حرکات پیچیده است. در تحقیقی دیگر راشا (۲۰۱۷) اثر تمرینات اسلینگ (TRX) را بر روی متغیر های بدنی مشخص و سطح عملکرد پرش بر روی دانشجویان زن بررسی کرد. یافته های این تحقیق نشان داد که همه متغیرها به طور معناداری افزایش یافتند. راشا علت اصلی تاثیر گذاری این

<sup>1</sup>. Rasha

<sup>2</sup>. Maté-Muñoz

مدل تمرینی HIIT در اجرای حرکات TRX استفاده می‌کنید شدت تمرینات بسیار بالا رفته و این موضوع باعث می‌شود بدن تحت فشار بالایی قرار گیرد که سازگاری‌های بیشتری را به همراه خواهد داشت. در انتها به پژوهشگران پیشنهاد می‌کنیم از سلامتی آزمودنی‌ها برای اجرای تمرینات TRX-HIIT مطمئن شوند چرا که پیشنهاد می‌شود در اجرای تمرینات مقاومتی با سرعت و شدت بالا ایمنی تجهیزات و سلامتی آزمودنی‌ها اطمینان حاصل شود تا از آسیب احتمالی به سیستم اسکلتی-عضلانی و دیگر دستگاه‌های بدن جلوگیری شود. این پژوهش با محدودیت‌هایی همراه بوده که از جمله می‌توان به تغذیه و شرایط روحی و روانی آزمودنی‌ها، وراثت، رطوبت هوا و دمای محیط در پیش و پس از آزمون اشاره کرد.

در استفاده از حرکات تمرینی TRX با استفاده از بند‌ها اجرای حرکت به طور صحیح و در زاویه حرکتی که آزمودنی قادر به اجرای حرکت باشد اهمیت بالایی دارد چرا که اجرای حرکت ناصحیح و در زاویه زیاد باعث ایجاد مشکل در مفاصل آزمودنی شده و آزمودنی قادر به ادامه انجام تمرینات نخواهد بود. پس به پژوهشگران توصیه می‌شود قبل از شروع تمرینات آزمودنی‌ها را با نحوه اجرای حرکات آشنا کرده تا تحقیقات در شرایط مناسب به سرانجام برسد. در نتیجه، یافته‌های این تحقیق نشان داده که تمرینات TRX-HIIT و تمرینات TRX هر دو هم در توان بی‌هوازی و هم در ترکیب بدنی تأثیر گذار بودند اما تأثیرات تمرینات TRX-HIIT بر روی این متغیرها بیشتر بوده و نتایج بهتر در مدت زمان برابر به دست آمده است. از این رو به ورزشکاران و مربیان تکواندو پیشنهاد می‌شود از این تمرینات برای آماده‌سازی و برای فصل و پیش از فصل مسابقات به عنوان قسمتی از تمرینات مقاومتی در طراحی و برنامه ریزی تمرینی استفاده کنند. همچنین، برای اینکه تأثیر تمرینات TRX-HIIT بیشتر مشخص شود به پژوهشگران پیشنهاد می‌شود این تمرین را با تمرینات پلايومتریک و در مدت زمان بیشتر مورد ارزیابی قرار دهند.

### تقدیر و تشکر

در پایان از کلیه ورزشکاران و مربی باشگاه فرهنگ تشکر و قدردانی می‌نمایم.

**تعارض منافع:** نویسندگان این مقاله، هیچ نفع متقابلی از انتشار آن ندارند.

### منابع

1. federation wt. competition rules & interpretation in taekwondo. may 11, 2015.
2. Bridge C, Jones M, Drust B. Physiological responses and perceived exertion during international Taekwondo competition. International journal of sports physiology and performance. 2009;4(4):PP485-93.
3. Casolino E, Cortis C, Lupo C, Chiodo S, Minganti C, Capranica L. Physiological versus psychological evaluation in taekwondo elite athletes. International journal of sports physiology and performance. 2012;7(4):PP322-31.
4. Sadowski J, Gierczuk D, Miller J, Cieslinski I. Success factors in elite WTF taekwondo competitors. Archives of Budo. 2012;8(3):PP141-6.
5. Marković G, Misigoj-Duraković M, Trninić S. Fitness profile of elite Croatian female taekwondo athletes. Collegium antropologicum. 2005;29(1):P93.
6. Ball N, Nolan E, Wheeler K. Anthropometrical, Physiological, and Tracked Power Profiles of Elite Taekwondo Athletes 9 Weeks before the Olympic Competition Phase. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2011;25(10):PP2752-63.

شود می‌تواند توان و شتاب حرکت را همانند استفاده از تمرینات با وزنه افزایش دهد و سرعت در اجرای حرکات باعث می‌شود سازگاری‌های عصبی-عضلانی رخ داده و در نتیجه عملکرد بهبود یابد. با توجه به اینکه در تحقیق حاضر گروه تمرینی TRX-HIIT (که شدت تمرینات در آن بالا بود) در توان بی‌هوازی از گروه تمرینی TRX عملکرد بهتری داشت می‌توان نتیجه گرفت تمرینات TRX-HIIT که در شدت‌های بالاتر رخ می‌دهد باعث سازگاری‌های عصبی-عضلانی بیشتری می‌شود.

یافته‌های بدست آمده از این تحقیق، بیانگر آن است که در ترکیب بدنی (درصد چربی) تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجود داشته و تغییرات کاهشی در هر دو گروه تمرینی در پس آزمون نسبت به پیش آزمون رخ داد که بیشترین تغییر در گروه تمرین TRX-HIIT بود با ۲۴/۶۳ درصد کاهش و با ۱۸/۵۲ درصد کاهش در گروه تمرین TRX همراه بود اما گروه کنترل با ۲/۴۸ درصد کاهش تغییر اندکی در درصد چربی داشت. نتایج گروه تمرین TRX-HIIT در مقایسه با گروه تمرین TRX با مقدار ( $P > 0/۸۴۵$ ) معنادار نشد که نشان دهنده عدم تفاوت بین دو گروه تمرین در ترکیب بدنی (درصد چربی بدن) بود. علت کاهش درصد چربی بدن در گروه TRX-HIIT را می‌توان داشتن ماهیت اینتروالی بودن و شدت در تمرینات دانست که هر سه سیستم انرژی و به خصوص سیستم‌های فسفاژن و گلیکولیز بی‌هوازی را به کار گرفته و باعث کالری سوزی بیشتر در بخش بعد از اتمام تمرین و در نهایت باعث کاهش در توده چربی بدن شده است. یافته‌های این تحقیق با نتایج تحقیق (دولتی ۲۰۱۷) همسو می‌باشد (۳۶) و یافته‌های ناهمسوئی تا کنون یافت نشده است. دولتی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۷) اثر یک دوره تمرین TRX را روی شاخص چربی و ترکیب بدنی مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند که از ۲۴ زن استفاده شد. این محققان دریافتند که یک دوره تمرین TRX بر روی شاخص‌های عملکردی و ترکیب بدن تأثیر گذار بوده و بعد از ۸ هفته تمرین درصد چربی بدن و حجم چربی بدن کاهش یافته که این نتایج با بهبود در عملکرد همراه بود. همچنین این محققان دریافتند که حجم عضله در آزمودنی‌ها افزایش یافته که آن را به ماهیت مقاومتی بودن تمرینات TRX نسبت دادند و از طرفی گزارش دادند وزن بدن و BMI در آزمودنی‌ها کاهش یافته اما معنادار نبوده که علت آن را مدت و شدت تمرینات دانستند. با توجه به اینکه در تحقیق حاضر شدت تمرین در گروه تمرین TRX-HIIT بالا بوده یکی از دلایل تأثیر گذار این تمرین را بر روی درصد چربی بدن می‌توان تأثیر گذاری بر روی توده چربی بدن و کاهش آن دانست.

در انتهای قسمت بحث با توجه به اینکه تحقیقی مرتبط با عنوان این پژوهش کار نشده لازم می‌دانیم در مورد تأثیر گذاری تمرینات TRX به همراه مدل تمرینی HIIT بیشتر توضیح دهیم تا توسط محققان دیگر در تحقیقات بعدی مورد استفاده قرار گیرد. محققان و پژوهشگران در مقالات و کتاب جامع تمرینات TRX (۳۷) به این موضوع اشاره داشته‌اند که علل اصلی تأثیر گذاری تمرینات TRX بر روی قدرت، توان و فاکتورهای دیگر بدنی فشار وارده بر سیستم عصبی-عضلانی که باعث هماهنگی عصبی-عضلانی (درون عضلانی و بین عضلانی) می‌شود و بکارگیری واحد‌های حرکتی و تارهای عضلانی بیشتر است. از طرفی ماهیت و شکل این وسیله تمرینی باعث می‌شود فرد در حین اجرای حرکات تعادلش به چالش کشیده شود و نیروی بیشتری را برای حفظ تعادل به کار گیرد. این نکته بسیار حائز اهمیت است چرا که در اجرای یک حرکت مثل پلانک یا اسکات با یک پا به غیر از اینکه شما باید حرکت را به خوبی انجام دهید باید تعادل را حفظ کنید و از طرفی نیروی وارده بر عضلات دیگر غیر از عضلات هدف را هم تحمل کنید. این ماهیت مقاومتی بودن تمرین TRX و به کارگیری چند مفصل به جای یک مفصل آن را یک تمرین مناسب برای تقویت عضلات می‌کند. از طرفی زمانی که از

<sup>۱</sup>. Dolati

- aerobic capacity and peak power in judo contestants at high sports skill level. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*. 2014;1(5):PP73-5.
27. Foster C, Farland CV, Guidotti F, Harbin M, Roberts B, Schuette J, et al. The effects of high intensity interval training vs steady state training on aerobic and anaerobic capacity. *Journal of sports science & medicine*. 2015;14(4):747.
28. Barnett C, Carey M, Proietto J, Cerin E, Febbraio MA, Jenkins D. Muscle metabolism during sprint exercise in man: influence of sprint training. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2004;7(3):PP314-22.
29. Botcazou M, Zouhal H, Jacob C, Gratas-Delamarche A, Berthon PM, Bentué-Ferrer D, et al. Effect of training and detraining on catecholamine responses to sprint exercise in adolescent girls. *European Journal of Applied Physiology*. 2006;97(1):P68.
30. Brancaccio P, Maffulli N, Buonauro R, Limongelli FM. Serum Enzyme Monitoring in Sports Medicine. *Clinics in Sports Medicine*. 2008;27(1):PP1-18.
31. Rasha ME-E. influence of sling exercises (TRX) on certain physical variables and performance level of high jump for female college students. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health*. 2017;17(1).
32. Maté-Muñoz JL, Monroy AJA, Jodra Jiménez P, Garnacho-Castaño MV. Effects of instability versus traditional resistance training on strength, power and velocity in untrained men. *Journal of sports science & medicine [Internet]*. 2014 2014; 13(3):[PP460-8 pp.].
33. Tanner Rebecca CG. *Physiological Tests for Elite Athletes-2nd Edition* 2015. P560 p.
34. Coppin E, Heath EM, Bressel E, Wagner DR. Wingate anaerobic test reference values for male power athletes. *International journal of sports physiology and performance*. 2012;7(3):232-6.
35. Shim A, Cross P, Norman S, Hauer P. Assessing various body composition measurements as an appropriate tool for estimating body fat in National Collegiate Athletic Association Division I female collegiate athletes. *American Journal of Sports Science and Medicine*. 2014;2(1):1-5.
36. Dolati M, Ghazalian F, Abednatanzi H. The effect of a period of TRX training on lipid profile and body composition in overweight women. *Int J Sport Sci*. 2017;7:151-8.
37. Dawes J. *Complete Guide to TRX Suspension Training* 2017. 214 p.
7. Lin W-L, Yen K-T, Lu C-YD, Huang Y-H, Chang C-K. Anaerobic capacity of elite Taiwanese Taekwondo athletes. *Science & sports*. 2006;21(5):PP291-3.
8. Fong SSM, Cheung CKY, Ip JY, Chiu JHN, Lam KLH, Tsang WWN. Sport-specific balance ability in Taekwondo practitioners. 2012.
9. Zemková E, Hamar D. Agility performance in athletes of different sport specializations. *Acta Gymnica*. 2014;44(3):PP133-40.
10. Wojta, Agnieszka, Unierzyski P, Hurnik E, bieta. Fitness and skill performance characteristics of Polish female national taekwondo squad members. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. 2007;7(3):PP1-8.
11. Tornello F, Capranica L, Chiodo S, Minganti C, Tessitore A. Time-Motion Analysis of Youth Olympic Taekwondo Combats. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013;27(1):PP223-8.
12. Santos VG, Franchini E, Lima-Silva AE. Relationship between attack and skipping in Taekwondo contests. *J Strength Cond Res*. 2011;25(6):1743-51.
13. Campos FAD, Bertuzzi R, Dourado AC, Santos VGF, Franchini E. Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. *European Journal of Applied Physiology*. 2012;112(4):1221-8.
14. Matsushigue KA, Hartmann K, Franchini E. Taekwondo: Physiological responses and match analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(4):PP1112-7.
15. Bridge CA, McNaughton LR, Close GL, Drust B. Taekwondo Exercise Protocols do not Recreate the Physiological Responses of Championship Combat. *Int J Sports Med*. 2013;34(07):PP573-81.
16. Capranica L, Lupo C, Cortis C, Chiodo S, Cibelli G, Tessitore A. Salivary cortisol and alpha-amylase reactivity to taekwondo competition in children. *European Journal of Applied Physiology*. 2012;112(2):PP647-52.
17. Chiodo S, Tessitore A, Cortis C, Lupo C, Ammendolia A, Iona T, et al. Effects of Official Taekwondo Competitions on All-Out Performances of Elite Athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(2):PP334-9.
18. Sannicandro I, Cofano G, Rosa A. Strength and power analysis in half squat exercise with suspension training tools. *Journal of Physical Education and Sport*. 2015;15(3):P433.
19. Mok NW, Yeung EW, Cho JC, Hui SC, Liu KC, Pang CH. Core muscle activity during suspension exercises. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2015;18(2):PP189-94.
20. Giancotti GF, Fusco A, Iannaccone A, Cortis C. Short-term effects of suspension training on strength and power performances. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. 2018;3(4):51.
21. Behm D, Colado JC. the effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2012;7(2):PP226-41.
22. Snarr RL, Esco MR. Electromyographical Comparison of Plank Variations Performed With and Without Instability Devices. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2014;28(11):PP3298-305.
23. Dudgeon W, Aartun J, Thomas D, Herrin J, Scheett T. Effects of Suspension Training on the Growth Hormone Axis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25:P62.
24. Scheett T, Aartun J, Thomas D, Herrin J, Dudgeon W. Anabolic Hormonal Responses to an Acute Bout of Suspension Training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25:PP61-S2.
25. Gibala MJ, Little JP, MacDonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of physiology*. 2012;590(5):PP1077-84.
26. Borowiak W, Norkowski H, Perkowski K, Szczucki W. Effect of interval training in the pre-competition phase on