Journal of
Sport Biomechanics

Autumn 2023. Vol 9. Issue 3

Research Paper

The Effect of Eight Weeks of Resistance Training on the Record of Young Sprint Runners

Bagher ShojaAnzabi[1], Ebrahim Piri[2], *Reza Farzizadeh[1]

1. Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2. Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: ShojaAnzabi B, Piri E, Farzizadeh R. The Effect of Eight Weeks of Resistance Training on the Record of Young Sprint Runners (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2023;9(3):204-218. https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.9.3.368.2

https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.9.3.368.2

CC BY NC

Article Info:

Received: 7 Jan. 2024
Accepted: 28 Jan. 2024
Available Online: 2 Feb. 2024

Keywords:

Power, Track and field, Absolute strength, Relative strength

ABSTRACT

Objective Resistance training is a fundamental method for inducing muscle growth, enhancing functional capacity, and preventing injuries among athletes. The aim of this study was to investigate the effects of an eight-week resistance training program on the performance progress of young sprint runners.

Methods This semi-experimental study involved the selection of 34 young runners who were then randomly assigned to either a training group or a control group. The exercise group underwent resistance training sessions for eight weeks. Parameters including absolute power, relative power, lower limb power, and 100m sprint records were analyzed. The Multivariate Analysis of Variance (MANCOVA) test was employed to compare the pre-test and post-test results of the two groups. Additionally, the correlated t-test was used to compare post-test results between the groups. The paired t-test was also utilized to compare pre-test and post-test results within the training group. All statistical analyses were conducted using SPSS version 26.

Results The findings revealed that the exercise group, which underwent resistance exercises with weights for eight weeks, experienced a significant improvement compared to the control group. Furthermore, factors such as absolute strength, relative strength, lower limb strength, and limb telemetry showed significant increases. Additionally, athletes in the training group achieved faster sprint records.

Conclusion Resistance training promotes muscle hypertrophy, enhances power, and improves sprint records. Therefore, it can be concluded that athletes involved in track and field events utilize resistance training as part of their preparation to enhance performance and achieve record-breaking results.

Corresponding Author:
Reza Farzizadeh
Address: Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
Tel: +98 (990) 7989311
E-mail: r_farzizadeh@uma.ac.ir

Extended Abstract

1. Introduction

Success in sports performance is influenced by various factors, with training playing a pivotal role (1). Sprinting, being a sport focused on achieving record-breaking performances, prompts track and field coaches to advocate for strength training as a means to enhance muscle strength and endurance (2). Optimal muscle performance, particularly among sprinters, is achievable through resistance training, enabling efficient activity execution with minimal energy expenditure over shorter durations (3). Resistance exercises, whether utilizing weights or body weight, induce muscle tension, leading to increased production of contraction proteins, muscle cross-sectional area enlargement, and improvements in anaerobic power and speed (4, 5). Enhancing strength, muscle endurance, and motor performance is crucial for improving overall sports performance (6). In a similar context, Saberi et al. (2020) explored the effects of an eight-week resistance and endurance training regimen on the physiological, functional, and record-related factors of elite runners, revealing increased heart rate and blood pressure post-training, possibly attributed to exercise duration, intensity, and rest intervals between sessions (9). Given the broad impact of lower limb muscle strength on speed records, the efficacy of resistance training on sports performance hinges on training intensity, volume, and loading methods (13-16). Thus, this study aims to investigate the effect of eight weeks of resistance training on the performance records of young sprinters.

2. Methods

The study population comprised teenage sprinters who voluntarily participated in an eight-week resistance exercise program. Prior to participation, subjects completed general health and parental consent forms, which were approved by the Faculty of Physical Education and Sports Sciences of Mohaghegh University. A pilot test was conducted to familiarize subjects with the laboratory environment and measurement devices. Thirty-four teenage male runners were divided into resistance and control groups based on height, weight, and body mass index. Muscle strength was assessed before and after the eight-week training period.

3. Results

Descriptive statistics for participants' demographic characteristics, including height, weight, and body mass index, are presented in Table 1. Mean and standard deviation values for pre-test and post-test variables in both control and training groups are detailed in Table 2 to provide an overview of the data.

Table 1. Statistical indices of height, weight and body mass index.

Specifications	Experimental	Control	The significance of equality of means	Significance of Lone test
height (meters)	166.41 ± 3.80	171.06 ± 7.45	0.030*	0.781
weight (kg)	62.29 ± 2.36	63.62 ± 2.68	0.140	0.936
body mass index (kg/m2)	22.52 ± 1.36	21.83 ± 2.68	0.212	0.730

* Significant difference between groups, $p<0.05$

4. Conclusion

This study aimed to evaluate the impact of eight weeks of resistance training on the performance records of young sprinters. While previous research has demonstrated the effects of resistance training on strength, power, and balance, opinions on its influence on speed and agility remain varied, possibly due to differences in training protocols and subject characteristics (30). Lower limb strength is crucial for athletic performance, as evidenced by studies emphasizing its significance (32, 33). McBride et al. (2002) observed

significant improvements in peak power following eight weeks of resistance training using light and heavy squat jumps (34). They attributed enhanced lower body explosive power to factors such as improved muscle coordination, local muscle changes, and stimulation of motor units (32, 35). Although our study showed no significant effects of resistance training on chest press, squat, and thigh muscle strength, increases in chest and thigh circumference indicate improvements in fat-free and muscle mass. Furthermore, the training group exhibited better sprinting records compared to the control group, consistent with previous findings demonstrating enhanced running speed post-resistance training programs (38). Resistance training contributes to improvements in absolute and relative strength, chest circumference, power, and reduced sprint records. Therefore, incorporating resistance training into sprinters' preparation regimens is recommended.

Table 2. The mean and standard deviation of the pre-test and post-test values of the research variables separately for the control and training groups.

Indicator	Variable	Control group		experimental group	
		Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
absolute strength	chest press	49.62 ± 5.96	50.02 ± 1.42	47.84 ± 4.17	52.57 ± 1.02
	Squat	62.73 ± 6.82	63.2 ± 1.78	64.34 ± 4.22	67.08 ± 1.09
	Leg Extensions	54.52 ± 4.48	56.22 ± 1.09	54.52 ± 4.83	57.50 ± 1.13
	Leg Curl	53.02 ± 4.73	55.39 ± 1.4	52.66 ± 3.62	55.47 ± 0.93
Relative strength	chest press	0.76 ± 0.07	0.81 ± 0.02	0.78 ± 0.09	0.81 ± 0.01
	Squat	0.98 ± 0.12	0.99 ± 0.03	1.03 ± 0.05	1.07 ± 0.01
	Leg Extensions	0.85 ± 0.07	0.88 ± 0.01	0.87 ± 0.07	0.92 ± 0.01
	Leg Curl	0.83 ± 0.07	0.87 ± 0.01	0.84 ± 0.04	0.88 ± 0.01
Somatometry	chest girth	69.39 ± 1.81	71.68 ± 0.33	70.47 ± 2.64	74.52 ± 0.71
	Leg girth	47.57 ± 3.65	48.43 ± 0.92	46.67 ± 3.22	48.94 ± 0.78
lower extremities power	Vertical Jump	36.93 ± 2.59	38.56 ± 0.68	38.50 ± 2.23	40.52 ± 0.58
	long jump	193.93 ± 3.56	195.56 ± 0.87	195.65 ± 3.79	199.00 ± 0.85
100 meters record		13.37 ± 0.38	13.18 ± 0.47	13.49 ± 0.22	12.57 ± 0.20

* Significant difference between groups, $p<0.05$

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

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

Funding

This research did not receive any grants from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

All authors contributed equally to preparing the article.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی بر رکورد دوندگان سرعتی نوجوان

باقر شجاع‌انزابی[۱]، ابراهیم پیری[۲]، *رضا فرضی‌زاده [۱]

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۷ دی ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۸ بهمن ۱۴۰۲
تاریخ انتشار: ۱۲ بهمن ۱۴۰۲

کلید واژه‌ها:
توان، دوومیدانی، قدرت مطلق، قدرت نسبی

چکیده

هدف تمرینات مقاومتی یکی از روش‌های تمرینی است که منجر به رشد عضلانی، پیشرفت عملکردی و پیشگیری از آسیب ورزشکاران می‌شود. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی بر پیشرفت عملکرد رکورد دوندگان سرعتی نوجوانان بود.

روش‌ها پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی بود. برای اجرای پژوهش حاضر ۳۴ دونده نوجوان انتخاب و به‌صورت تصادفی در دو گروه تمرین و کنترل قرار گرفتند. گروه تمرین به مدت هشت هفته به تمرینات مقاومتی پرداختند. شاخص‌های قدرت مطلق، قدرت نسبی، توان اندام تحتانی و رکورد دوی ۱۰۰ متر مورد بررسی قرار گرفت. آزمون تحلیل چند متغیری واریانس (MANCOVA) جهت مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون دو گروه مورد استفاده قرار گرفت. جهت مقایسه پس‌آزمون دو گروه از آزمون تی همبسته استفاده شد. از آزمون تی زوجی برای مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه تمرین برای به‌دست آوردن اثر تمرینات مقاومتی استفاده شد. تمامی آزمون‌های آماری در محیط نسخه ۲۶ نرم‌افزار SPSS اجرا شدند.

یافته‌ها نتایج نشان داد که گروه تمرین که تمرینات مقاومتی با وزنه را به مدت هشت هفته اجرا کرده بودند نسبت به گروه کنترل افزایش قابل‌ملاحظه‌ای را داشته‌اند. همچنین فاکتورهای قدرت مطلق، قدرت نسبی، توان اندام تحتانی و دورسنجی اندام‌ها افزایش معنی‌داری را داشتند. علاوه بر این، ورزشکاران گروه تمرین کاهش رکورد دوی سرعت داشتند.

نتیجه‌گیری تمرینات مقاومتی باعث افزایش هایپرتروفی در عضلات شده و موجب افزایش توان و بهبود رکورد دوی سرعت می‌شود؛ بنابراین می‌توان گفت ورزشکاران دوومیدانی برای بهبود عملکرد و ثبت رکورد بهتر از تمرینات مقاومتی در فصل آماده‌سازی استفاده کنند.

*نویسنده مسئول:
رضا فرضی‌زاده
آدرس: گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
تلفن: ۷۹۸۹۳۱۱ (۹۹۰) ۹۸+
ایمیل: r_farzizadeh@uma.ac.ir

مقدمه

موفقیت در عملکرد ورزشی با عوامل متعددی در ارتباط است که تمرین یک بخش اصلی آن محسوب می‌شود (۱). در رشته ورزشی دوومیدانی به‌ویژه در دوی سرعت نقش عوامل جسمانی و فیزیولوژیکی بسیار برجسته است. دوی سرعت یکی از ماده‌های جذاب دوومیدانی است که در مسافت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ متر بوده که این مسافت در مدت زمان کمتر از ۲ دقیقه انجام می‌شود و عملکرد ورزشکاران در این ماده تعیین‌کننده است (۲). با توجه به این‌که دوی سرعت جز رشته‌های ورزشی رکوردی می‌باشد، بر همین اساس برخی مربیان رشته‌های دوومیدانی بر این باورند که افراد با انجام تمرینات قدرتی (افزایش قدرت و استقامت عضلات) قادر به عملکرد بهتری هستند (۳). به دلیل ماهیت این رشته، ورزشکارانی که از لحاظ قدرت عضلانی در سطوح بالایی قرار دارند موفق‌ترند، برای همین ورزشکاران زمان زیادی را برای افزایش قدرت عضلانی چهارسر زمان گذاشته تا رکورد بهتری ثبت کنند (۴). از طرفی استفاده از تمرینات مقاومتی سابقه هزاران ساله دارد اما طیِ سال‌های اخیر استفاده از تمرین‌های مقاومتی و با پیگیری تعدادی از ورزشکاران و بهبود رکوردهای ورزشی مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. به‌تازگی افراد کثیری برای افزایش توان بی‌هوازی و افزایش تنش عضلانی و در نتیجه کمک به افزایش قدرت عضلانی و کاهش رکورد دوی سرعت به استفاده از تمرینات مقاومتی روی آورده‌اند (۵). عملکرد بهینه عضلات از طریق تمرینات مقاومتی به‌ویژه در دوندگان دوی سرعت می‌تواند موجب اجرای مطلوب فعالیت در سطوح بالاتر همراه با حداقل صرف انرژی در مدت زمانی کوتاه‌تر شود (۵).

تمرینات مقاومتی را می‌توان با وزنه و یا بدون وزنه (وزن بدن) انجام داد، انجام تمرینات مقاومتی موجب تنش عضلات شده و درنهایت منجر به افزایش پروتئین‌های انقباضی، افزایش سطح مقطع عضلات، بهبود توان بی‌هوازی و سرعت (۶)، افزایش قدرت (۷)، استقامت عضلانی و عملکرد حرکتی نقش مهمی در بهبود عملکرد ورزشی بر عهده دارد (۸). در همین راستا صابری و همکاران (۲۰۲۰)، به بررسی تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی و استقامتی بر فاکتورهای فیزیولوژیکی، عملکردی و رکورد دوندگان نخبه پرداختند، نتایج نشان داد که ضربان قلب و فشار خون دوندگان بعد از تمرینات مقاومتی و استقامتی افزایش یافته است که احتمالاً علت این افزایش به دلیل طول مدت تمرینات، ماهیت تمرینات و سنگین بودن تمرینات با فواصل استراحتی کوتاه بین دوره‌های تمرین بوده است (۹).

اهمیت افزایش قدرت عضلات اندام تحتانی و رابطه آن با کاهش رکورد دوی سرعت بسیار گسترده است، آثار تمرینات مقاومتی بر عملکرد ورزشی به شدت و حجم ارائه پروتکل تمرین، روش‌های ارائه بارهای تمرینی (سیستم‌های تمرینی)، سرعت در آستانه لاکتات، حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max)، وراثت و جنسیت بستگی دارد (۱۲-۱۰). به‌نحوی‌که بر اساس پژوهش‌های گذشته اثبات شده است که علاوه بر تقویت سیستم بی‌هوازی توجه به فاکتورهایی از قبیل استقامت، قدرت عضلانی و انعطاف‌پذیری بر رکورد دوی سرعت تأثیر می‌گذارد (۱۳-۱۶)؛ بنابراین، با توجه به تحقیقات در این زمینه انجام تمرینات مقاومتی برای دوندگان سرعتی در صورتی می‌تواند مفید باشد که خصوصیات عصبی-عضلانی، قدرت و توان بی‌هوازی خود را با تمرینات قدرتی بهبود بخشند، مطالعات زیادی نشان داده‌اند که افزایش عملکرد اولیه پس از تمرینات مقاومتی، بیشتر نتیجه سازگاری عصبی-عضلانی است (۱۷). تحقیقات در این زمینه نشان داده است که به دنبال تمرینات مقاومتی، ویژگی‌های عصبی عضلانی، توان هوازی و بی‌هوازی، کارایی حرکتی، حداکثر سرعت در دوندگان تمرین کرده بهبود می‌یابد (۱۸). در همین راستا میجلی و همکاران (۲۰۰۷)، نشان دادند تمرینات مقاومتی در نوجوانان فوتبالیست منجر به تسریع در روند هایپرتروفی عضلانی، قدرت و بهبود عملکرد دوی سرعت می‌شود (۱۹).

سرعت دویدن در مسافت‌های مختلف در چند دهه گذشته به‌طور قابل‌توجهی منجر به بهبود جذب و استفاده از اکسیژن، برای تولید نیرو شده است. توانایی دوی سرعت و ویژگی‌های بی‌هوازی ممکن است برای عملکرد رقابتی دوندگان مسافت نیز مفید باشد (۲۰)،

اما این سازگاری‌ها ممکن است شامل افزایش قدرت، افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، بهبود کارایی مکانیکی و هماهنگی عضلات باشد (۱۷, ۲۱, ۲۲). یکی از اجزای کلیدی کاهش رکورد دوندگان، توانایی ذخیره و بازیابی المان‌های غیرانقباضی است (۲۳). مطالعات متعددی بهبود رکورد دویدن را در نتیجه انواع تمرینات نشان داده‌اند (۲۴, ۲۵). تأثیر مثبت تمرینات مقاومتی منجر به افزایش سفتی عضلات، افزایش قدرت عضلانی و بازگشت الاستیک و بهبود هماهنگ‌سازی واحد حرکتی می‌شود (۲۴, ۲۶). در همین راستا اسلامی و همکاران (۲۰۱۴)، طی پژوهشی به بررسی تأثیر سرعت استارت دویدن بر سفتی عضلات اندام تحتانی در دونده‌های سرعتی پرداختند، نتایج مثبت حاصل از پژوهش نشان داد که افزایش سفتی عضلات اندام تحتانی ممکن است یک عامل تعیین‌کننده در سرعت و شتاب دونده‌های سرعتی در لحظه جدا شدن از تخته استارت باشد (۱۷).

همچنین، بهبودهای حاصل هر یک از شکل‌های تمرین مقاومتی ممکن است مکانیک دویدن را تقویت کند و باعث فراخوانی بیشتر تارهای عضلانی و هماهنگی عضلات پا منجر به کاهش بارکاری نسبی شود (۲۷, ۲۸). ترکیبی از بهبود کارایی عصبی عضلانی و قدرت، احتمال کاهش مصرف اکسیژن شده و در نتیجه رکورد دویدن و در نهایت عملکرد را بهبود بخشد. در واقع، تمرینات مقاومتی ممکن است بهبودهای بیشتری را در مکانیک دویدن از طریق انباشته شدن سازگاری‌هایی که قبلاً مشاهده شده بود، زمانی که تمرینات با شدت بالا انجام می‌شد، تسهیل کند. با توجه به مهم بودن موضوع شناخت آثار تمرینی تمرینات مقاومتی برای استفاده ورزشکاران و قهرمانان ملی بسیار اهمیت دارد و این در حالی است که پژوهش انجام شده در این زمینه محدود می‌باشد (۲۹).

مطالعات نشان داده است که دوندگان برای بهبود قدرت، توان، تعادل و تا حد مطالعات محدودی بر سرعت و چابکی از تمرینات مقاومتی استفاده کرده‌اند؛ اما باوجوداین تا به حال پژوهشی اثرات تمرینات مقاومتی را با در نظر گرفتن وزن بدن آزمودنی‌ها به‌صورت قدرت مطلق و نسبی بر روی شاخص دوی سرعت اندازه‌گیری نکرده است، با وجود پژوهش‌های گوناگون نظرات متفاوتی وجود دارد که می‌تواند احتمالاً به دلیل تفاوت در ویژگی‌های تمرین دامنه فرکانس و روش کاربرد پروتکل تمرینی شدت، حجم و نوع تمرین و یا سطح عملکردی آزمودنی‌ها باشد (۳۰). در فعالیت‌های رقابتی سیستم‌های مختلف بدن همواره تحت فشار جسمی شدید و برانگیختگی بالا قرار می‌گیرند و همراه با کاهش قابلیت‌هایی نظیر سرعت و قدرت و توان و هماهنگی تعادل هم بسیار کم شده و ورزشکار به مرز خستگی تا حد واماندگی می‌رسد در این شرایط به دلیل فقدان برنامه تمرینی مقاومتی دوومیدانی‌کارها به‌ویژه دوندگان به دلیل اعمال مداوم وزن بدن بر روی اندام تحتانی دچار آسیب گردند، در نتیجه تمرینات مقاومتی استفاده از روش‌هایی را برای بازیافت انرژی و حفظ قدرت و حجم عضلانی ورزشکاران حائز اهمیت است (۳۱). به همین دلیل تحقیق حاضر با هدف، بررسی تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی بر رکورد دوندگان سرعتی نوجوان مورد بررسی قرار گرفت.

روش شناسی

جامعهٔ آماری این پژوهش دوندگان سرعتی نوجوان (پسران نوجوان که حداقل ۲ سال سابقه تمرینی داشتند) بودند. شرکت‌کنندگان در تمرینات مقاومتی در طول هشت هفته به‌طور داوطلبانه در این پژوهش حاضر شدند. آزمودنی‌ها ابتدا فرم پزشکی سلامت عمومی و فرم رضایت‌نامه از والدین که دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه محقق و مرکز سلامت و تندرستی آن را تصویب کرده بود، تکمیل کردند. هم‌چنین، به‌منظور آشنایی آزمودنی‌ها با محیط آزمایشگاه و دستگاه‌های سنجش اندازه‌گیری آزمون اولیه (پایلوت) انجام گرفت. تعداد آزمودنی‌ها ۳۴ دونده پسر نوجوان با سابقه ورزشی حداقل ۲ سال به‌صورت تصادفی انتخاب شد و در دو گروه مقاومتی و کنترل (هر گروه ۱۷ نفر)، بر اساس شاخص‌های آماری قد، وزن و شاخص توده بدنی مشخص تقسیم‌بندی شدند. طی جلسات متعدد جداگانه آزمودنی‌ها با تکنیک صحیح انجام حرکات و روش‌های آزمون آشنا شدند. قدرت عضلانی آزمودنی‌ها

در دو مرحله قبل و بعد از ۸ هفته دوره تمرینی اندازه‌گیری شد. بعد از تعیین قدرت عضلانی ۱۰ دقیقه گرم کردن شامل نرمش و حرکات کششی برای آزمودنی‌ها بود و با استفاده از آزمون یک تکرار بیشینه در حرکات و استقامت عضلانی نیز با استفاده از اجرای حداکثر تکرار ممکن تا سرحد خستگی ارادی در شدت ۵۷ درصد یک تکرار بیشینه مورد سنجش قرار گرفت. با توجه بـه ماهیت خسته‌کننده آزمون قدرت عضلانی آزمون یک تکرار بیشینه همیشه ابتدای کار اجرا شده و بعد از انجام اندازه‌گیری‌های موردنظر در مرحله پیش‌آزمون آزمودنی‌ها به مدت ۸ هفتـه و سـه روز در هفته در برنامهٔ تمرینی شرکت‌کردند. هر جلسه تمرین شامل یک حرکت بالاتنـه (شامل حرکت پـرس‌سـینه با هالتر بر روی سطح شیب‌دار) و چهار حرکت پایین‌تنه (اسکات پا (هر دو پا)، پرس پا خوابیده، جلو پا و پشت پا با دستگاه) بود. بعد از ۱۰ دقیقه گـرم کـردن بـا نـرمش سـبک و حرکـات کششی آزمودنی‌ها یک نوبت گرم کردن با ۱۴–۱۲ تکرار را قبل از هر حرکت اجرا کردند و در قالب دو گروه پیش‌آزمون و پس‌آزمون در سه ست به عمل آمد. شدت تمرین برای هر دو گروه یکسان و معادل ۸ تکرار بیشینه بود. در جلسهٔ اول تمرین مقدار بار برای تمام حرکات برابر ۷۰ درصد رکورد تعیین شد و از جلسهٔ دوم به بعد شدت تمرین برابر مقدار وزنه‌ای بـود کـه آزمودنی فقط قادر بود ۸ تکرار بیشینه را تکرار کند. افزایش مقدار وزنه بدین‌صورت بـود که اگر آزمودنی می‌توانست در هر جلسه تمرین حرکت مورد نظر را ۸ بار اجرا کند در جلسه بعدی مقـدار بـار تمرین ۵–۲ درصد افزایش می‌یافت به گونه‌ای که آزمودنی فقط قادر به اجرای ۸ تکرار باشد. در پایان آزمودنی‌ها ۵ دقیقه سرد کردن را با اجرای حرکات کششی انجام دادند. از آزمون یک تکرار بیشینه (بالاترین رکورد طی اجرای ۳ تکرار بیشینه)، جهت به دست آوردن قدرت مطلق ورزشکاران استفاده شد. اگر آزمودنی‌ها قادر به انجام یک تکرار بیشینه نبودند از آزمون زیر بیشینه با ۴ تکرار و قرار دادن در فرمول محاسبه یک تکرار بیشینه قدرت مطلق آن‌ها به دست آمد (۳۹). با تقسیم قدرت مطلق بر وزن آزمودنی‌ها قدرت نسبی نیز به دست آمد (۴۰). برای دورسنجی دور سینه و دور ران در حالت انقباض عضلانی از متر نواری استفاده شد (۴۱). همچنین برای اندازه‌گیری توان اندام تحتانی از دو آزمون استاندارد پرش عمودی سارجنت و پرش طول استفاده شد (۴۲). در خصوص تست دوی سرعت ۱۰۰ متر آزمودنی‌ها در پیست دانشگاه محقق اردبیلی حضور یافتند و مسیر مستقیم ۱۰۰ متر را دویدند، زمان مسافت ۱۰۰ متر آزمودنی‌ها به‌وسیله کرنومتر پرو اسپورتز ساخت چین استفاده شد. آزمودنی‌هـا خواسـته شـد در طـول برنامهٔ تمرینی از انجام فعالیت‌های منظم ورزشی و مصرف مکمل‌های غذایی و دارویـی خـودداری کـرده و تغییـر محسوسی در رژیم غذایی خود ایجاد نکنند.

به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۶ استفاده شد. برای اجرای مدل MANCOVA در ابتدا همگنی کوواریانس‌های دو گروه با استفاده از آزمون باکس بررسی شد؛ و بعد از پذیرفته‌شدن همگنی کوواریانس‌های دو گروه از آزمون لامبدای ویلک استفاده شد و نتایج در سطح معنی‌داری $P<۰/۰۵$ بررسی گردید.

نتایج

در ابتدا آمار توصیفی مربوط به ویژگی‌های دموگرافیک شرکت‌کنندگان، شامل قد، وزن و شاخص توده بدنی آن‌ها، به تفکیک دو گروه کنترل و تمرین در جدول ۱ گزارش شده است. با توجه به نتایج آزمون T مستقل (جدول ۱)، فرضیه صفر برابری میانگین‌های دو متغیر وزن و شاخص توده بدنی در دو گروه تمرین و کنترل رد نشد ($P>۰/۰۵$). ولی برابری میانگین قد افراد در دو گروه تمرین و کنترل رد شد ($P\leq۰/۰۵$). بعلاوه، بر اساس آزمون لِوِن (جدول ۱)، تفاوت معنی‌داری بین واریانس‌های سه متغیر در دو گروه تمرین و کنترل وجود نداشته ($P>۰/۰۵$) و گروه‌ها به‌صورت همگن تقسیم‌بندی شده بودند؛ بنابراین، برای کنترل تأثیر متغیر قد ضروری است که این متغیر به‌عنوان یک متغیر کمکی در آزمون‌های بعدی لحاظ شود.

جدول ۱. شاخص‌های آماری قد، وزن و شاخص توده بدنی

مشخصات	تمرین	کنترل	معنی‌داری برابری میانگین‌ها	معنی‌داری آزمون لِوِن
قد (متر)	۱۶۶/۴۱ ± ۳/۸۰	۱۷۱/۰۶ ± ۷/۴۵	۰/۰۳۰*	۰/۷۸۱
وزن (کیلوگرم)	۶۲/۲۹ ± ۲/۳۶	۶۳/۶۲ ± ۲/۶۸	۰/۱۴۰	۰/۹۳۶
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)	۲۲/۵۲ ± ۱/۳۶	۲۱/۸۳ ± ۲/۶۸	۰/۲۱۲	۰/۷۳۰

* تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها $p<۰/۰۵$

در ابتدا برای این‌که یک نمای کلی از داده‌ها داشته باشیم، میانگین و انحراف استاندارد مقادیر پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیرهای پژوهش به تفکیک دو گروه کنترل و تمرین در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد مقادیر پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیرهای پژوهش به تفکیک دو گروه کنترل و تمرین

شاخص	متغیر	گروه کنترل		گروه تمرین	
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
قدرت مطلق	پرس سینه	۴۹/۶۲ ± ۵/۹۶	۵۰/۰۲ ± ۱/۴۲	۴۷/۸۴ ± ۴/۱۷	۵۲/۵۷ ± ۱/۰۲
	اسکوات	۶۲/۷۳ ± ۶/۸۲	۶۳/۲۰ ± ۱/۷۸	۶۴/۳۴ ± ۴/۲۲	۶۷/۰۸ ± ۱/۰۹
	جلو ران	۵۴/۵۲ ± ۴/۴۸	۵۶/۲۲ ± ۱/۰۹	۵۴/۵۲ ± ۴/۸۳	۵۷/۵۰ ± ۱/۱۳
	پشت ران	۵۳/۰۲ ± ۴/۷۳	۵۵/۳۹ ± ۱/۴۰	۵۲/۶۶ ± ۳/۶۲	۵۵/۴۷ ± ۰/۹۳
قدرت نسبی	پرس سینه	۰/۷۶ ± ۰/۰۷	۰/۸۱ ± ۰/۰۲	۰/۷۸ ± ۰/۰۹	۰/۸۱ ± ۰/۰۱
	اسکوات	۰/۹۸ ± ۰/۱۲	۰/۹۹ ± ۰/۰۳	۱/۰۳ ± ۰/۰۵	۱/۰۷ ± ۰/۰۱
	جلو ران	۰/۸۵ ± ۰/۰۷	۰/۸۸ ± ۰/۰۱	۰/۸۷ ± ۰/۰۷	۰/۹۲ ± ۰/۰۱
	پشت ران	۰/۸۳ ± ۰/۰۷	۰/۸۷ ± ۰/۰۱	۰/۸۴ ± ۰/۰۴	۰/۸۸ ± ۰/۰۱
دورسنجی	دور سینه	۶۹/۳۹ ± ۱/۸۱	۷۱/۶۸ ± ۰/۳۳	۷۰/۴۷ ± ۲/۶۴	۷۴/۵۲ ± ۰/۷۱
	دور ران	۴۷/۵۷ ± ۳/۶۵	۴۸/۴۳ ± ۰/۹۲	۴۶/۶۷ ± ۳/۲۲	۴۸/۹۴ ± ۰/۷۸
توان اندام تحتانی	پرش سارجنت	۳۶/۹۳ ± ۲/۵۹	۳۸/۵۶ ± ۰/۶۸	۳۸/۵۰ ± ۲/۲۳	۴۰/۵۲ ± ۰/۵۸
	پرش طول	۱۹۳/۹۳ ± ۳/۵۶	۱۹۵/۵۶ ± ۰/۸۷	۱۹۵/۶۵ ± ۳/۷۹	۱۹۹/۰۰ ± ۰/۸۵
رکورد دوی ۱۰۰ متر		۱۳/۳۷ ± ۰/۳۸	۱۳/۱۸ ± ۰/۴۷	۱۳/۴۹ ± ۰/۲۲	۱۲/۵۷ ± ۰/۲۰

برای این‌که تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی بر رکورد دوندگان نوجوان را بررسی کنیم چون تعداد متغیرهای وابسته پژوهش بیش از یک متغیر بوده و چندین متغیر کمکی داریم، از تحلیل کوواریانس چندمتغیره (MANCOVA) استفاده می‌شود. در این تحلیل متغیرهای وابسته برابر رکورد قدرت مطلق دوندگان (شامل چهار متغیر پرس سینه، اسکوات، جلو ران و پشت ران)، رکورد قدرت نسبی دوندگان (شامل چهار متغیر پرس سینه، اسکوات، جلو ران و پشت ران)، رکورد دورسنجی دوندگان (شامل دور سینه و دور ران)، رکورد توان اندام تحتانی (شامل پرش سارجنت و پرش طول) و رکورد دوی ۱۰۰ متر دوندگان است. هم‌چنین، قد دوندگان به همراه رکورد پیش‌آزمون این متغیرها به‌عنوان متغیرهای کمکی در نظر گرفته می‌شوند. یکی از شرایط لازم برای اجرای تحلیل کوواریانس چندمتغیره، نرمال بودن مانده‌ها[1]یا باقیمانده‌های مدل است. با استفاده از آزمون کولموگروف–اسمیرنوف، چون معنی‌داری این آزمون برای تمامی مانده‌ها بزرگ‌تر از ۰/۰۵ به دست آمد، لذا تمامی مانده‌ها دارای توزیع نرمال هستند و این فرض برای انجام تحلیل کوواریانس چند متغیره برقرار است. در مورد مطالعه‌ی این پژوهش معنی‌داری آزمون باکس برابر ۰/۰۱۳ و کمتر از ۰/۰۵ است، لذا فرض همگنی ماتریس واریانس–کوواریانس در سطح اطمینان ۹۵ درصد رد می‌شود. در این پژوهش چون مقادیر اختلاف

1. Residuals

زیادی دارند، در آزمون چندمتغیره از ریشه بیشینه‌روی[1] استفاده شد. نتایج این آزمون در جدول ۳ گزارش شده است. چون معنی‌داری آزمون چندمتغیره برای تمامی متغیرها به‌جز برای متغیر جلو پای نسبی قبل کوچک‌تر از ۰/۰۵ است لذا با در نظر گرفتن هر یک از متغیرهای اندازه‌گیری شده قبل، به‌جز متغیر جلو ران نسبی قبل، به‌عنوان متغیر کمکی اختلاف معنی‌داری میان یک ترکیب خطی از متغیرهای اندازه‌گیری شده بعد در بین دو گروه کنترل و تمرین وجود دارد. به‌عبارت‌دیگر، با لحاظ متغیر جلو ران نسبی قبل به‌عنوان متغیر کمکی اختلاف معنی‌داری میان هیچ ترکیب خطی از متغیرهای اندازه‌گیری شده بعد در بین دو گروه کنترل و تمرین وجود ندارد.

جدول ۳. ریشه بیشینه روی و معنی‌داری آن برای مدل‌های چندمتغیره

شاخص	متغیر کمکی مدل	ریشه بیشینه روی	معنی‌داری
قدرت مطلق	قد و پرس‌سینه قبل	۹۸۵/۹۱۰	۰/۰۰۲
	قد و اسکوات قبل	۱۰۵۳/۷۵۱	۰/۰۰۱
	قد و جلو ران قبل	۴۱/۲۰۵	۰/۰۳۵
	قد و پشت ران قبل	۱۲۳۱/۵۳۹	۰/۰۰۱
قدرت نسبی	قد و پرس‌سینه قبل	۹۴۴/۲۴۱	۰/۰۰۲
	قد و اسکوات قبل	۹۴۷/۵۹۰	۰/۰۰۲
	قد و جلو ران قبل	۱۵/۳۲۲	۰/۰۹۰
	قد و پشت ران قبل	۱۲۴۵/۵۵۰	۰/۰۰۱
دورسنجی	قد و دور سینه قبل	۸۲۵/۵۴۴	۰/۰۰۲
	قد و دور ران قبل	۸۸۵/۵۹۳	۰/۰۰۲
توان اندام تحتانی	قد و پرش سارجنت قبل	۱۳۷۹/۰۷۳	۰/۰۰۱
	قد و پرش طول قبل	۱۱۳۴/۸۹۵	۰/۰۰۱
قد و رکورد دوی ۱۰۰ متر قبل		۱۱۷۷/۱۷۳	۰/۰۰۱

* تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها p<۰/۰۵

هم‌چنین، نتایج اثرات بین‌گروهی در جدول ۴ گزارش شده است. با توجه به این نتایج، چون معنی‌داری آزمون برابری میانگین "دور سینه بعد"، "دور ران بعد"، "پرش سارجنت بعد"، "پرش طول" و "رکورد دوی ۱۰۰ متر بعد" در بین دو گروه کنترل و آزمایش با در نظر گرفتن متغیرهای کمکی کوچک‌تر از ۰/۰۵ به دست آمد هشت هفته تمرین مقاومتی تأثیر معنی‌داری بر این متغیرها داشت. در مورد سایر متغیرها اگر چه هشت هفته تمرین مقاومتی موجب تغییر در مقدار آن‌ها شده است ولی تغییرات معنی‌دار نبودند یعنی به حدی نبوده‌اند که بتوان این تغییرات را به جامعه تعمیم داد. مقادیر مجذور اتا جزئی که نشان‌دهنده‌ی اندازه اثر هر یک از متغیرها است در جدول ۴ گزارش شده است. برای مثال، اندازه اثر برای متغیر دور ران برابر ۰/۹۹۵ به دست آمد و نشان می‌دهد که ۹۹/۵ درصد تغییرات متغیر دور ران ناشی از هشت هفته تمرین مقاومتی است. با توجه به مقادیر مجذور اتا جزئی به‌دست‌آمده، در بین متغیرهایی که در اثر هشت هفته تمرین مقاومتی به‌طور معنی‌داری تغییر کرده‌اند دور ران، پرش سارجنت، رکورد دوی ۱۰۰ متر، پرش طول، دور سینه و اسکوات مطلق به ترتیب با اندازه اثرهای ۰/۹۹۵، ۰/۹۸۶، ۰/۹۳۲، ۰/۹۳۰، ۰/۹۰۴ و ۰/۸۶۵ بیشترین تا کمترین تأثیرپذیری را داشتند.

به‌طور خلاصه، با اعمال هشت هفته تمرین مقاومتی برای دوندگان نوجوان شاخص‌های دورسنجی، توان اندام تحتانی، متغیر اسکوات از شاخص قدرت مطلق و رکورد دوی ۱۰۰ متر آن‌ها به‌طور معنی‌داری بهبود پیدا کرده است. در مورد شاخص قدرت نسبی و سه

1. Roy's Maximum Root

متغیر دیگر قدرت مطلق، چون معنی‌داری تمامی هشت متغیر مربوط به آن‌ها کوچک‌تر از ۰/۰۵ بود، لذا هشت هفته تمرین مقاومتی تأثیر معنی‌داری بر آن‌ها نداشته است.

جدول ۴. نتایج اثرات بین گروهی و اندازه اثر متغیرهای پژوهش

شاخص	مدل (متغیرهای کمکی)	متغیر وابسته	آماره F	معنی‌داری	اندازه اثر (مجذور اتا)
قدرت مطلق	گروه* قد* پرس‌سینه قبل	پرس سینه بعد	۰/۱۷۳	۰/۸۴۰	۰/۱۰۳
	گروه* قد* اسکوات قبل	اسکوات بعد	۹/۵۸۷	۰/۰۴۹۷*	۰/۸۶۵
	گروه* قد* جلو ران قبل	جلو ران بعد	۳/۴۳۴	۰/۱۶۸	۰/۶۹۶
	گروه* قد* پشت ران قبل	پشت ران بعد	۰/۰۰۲	۰/۹۹۸	۰/۰۰۱
قدرت نسبی	گروه* قد* پرس‌سینه قبل	پرس سینه بعد	۰/۱۶۰	۰/۸۵۹	۰/۰۹۷
	گروه* قد* اسکوات قبل	اسکوات بعد	۷/۳۰۵	۰/۰۷۰	۰/۸۳۰
	گروه* قد* جلو ران قبل	جلو ران بعد	۱/۲۳۹	۰/۴۰۵	۰/۴۵۲
	گروه* قد* پشت ران قبل	پشت ران بعد	۰/۰۲۰	۰/۹۸۱	۰/۰۱۳
دورسنجی	گروه* قد* دور سینه قبل	دور سینه بعد	۱۴/۰۸۴	۰/۰۳۰*	۰/۹۰۴
	گروه* قد* دور ران قبل	دور ران بعد	۳۰۳/۹۸۱	۰/۰۰۰*	۰/۹۹۵
توان اندام تحتانی	گروه* قد* پرش سارجنت‌قبل	پرش سارجنت بعد	۱۰۲/۶۱۶	۰/۰۰۲*	۰/۹۸۶
	گروه* قد* پرش طول قبل	پرش طول بعد	۱۹/۸۲۸	۰/۰۱۹*	۰/۹۳۰
گروه* قد*	رکورد دوی ۱۰۰ متر قبل	رکورد ۱۰۰ بعد	۲۰/۶۰۶	۰/۰۱۸*	۰/۹۳۲

* تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها $p<0/05$

بحث

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی بر پیشرفت عملکرد و رکورد دوندگان سرعتی نوجوان بود. هشت هفته تمرین مقاومتی با وزنه روی رکورد شاخص توان اندام تحتانی که با استفاده از دو آزمون پرش طول و پرش سارجنت ارزیابی شد، افزایش معنی‌داری داشت اثرات تمرینات مقاومتی بر قدرت، توان، تعادل و تا حد مطالعات کمی بر سرعت و چابکی نشان داده است اما در این زمینه آرای کمابیش متناقضی نیز وجود دارد که می‌تواند به دلیل تفاوت در ویژگی‌های تمرین دامنه فرکانس و روش کاربرد پروتکل تمرینی شدت، حجم و نوع تمرین و یا سطح عملکردی آزمودنی‌ها باشد (۳۰). زمانی که عملکرد را در ورزشکاران رشته دوومیدانی همانند سایر رشته‌های ورزشی بررسی می‌کنیم، توان اندام تحتانی ابزاری حیاتی است (۳۲, ۳۳). در همین راستا مک براید و همکاران (۲۰۰۲)، در تحقیقی به مقایسه آثار ۸ هفته (دو بار در هفته)، پرش اسکات‌های سبک و سنگین بر افزایش توان اوج در ۲۶ ورزشکار مرد با تجربه تمرین مقاومتی، پرداختند. نتایج، بهبود معنادار افزایش توان اوج را در آزمون پرش اسکات با ۳۰ و ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه نشان داد (۱۱). همچنین محققین بهبود توان انفجاری پایین‌تنه را ناشی از انجام تمرینات مقاومتی بالستیک به عواملی مانند هماهنگی بهتر عضلات یا توانایی عضلات موافق و مخالف برای همکاری مؤثر در اجرای یک حرکت (۳۴،۳۵)، وجود برخی تغییرات عضلانی موضعی (۳۶)، هماهنگی الگوهای حرکتی و تحریک واحدهای حرکتی بیشتر (۳۲)، تغییر معنی‌دار در ارتباط سرعت- نیرو، مکانیک‌های پرش، ساختمان عضله و فعال‌سازی عصب (۴۰-۳۷) نسبت داده‌اند. نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد دوندگان سرعتی در تمرینات مقاومتی پس از اجرای تمرینات با وزنه از جمله اجرای حرکت اسکوات در دو آزمون پرش طول و پرش سارجنت که توان انفجاری اندام تحتانی را اندازه می‌گیرد، نسبت به گروه کنترل که شامل دوندگانی که هیچ تمرینی انجام ندادند، توانستند عملکرد بهتری داشته باشند و اختلاف معنی‌داری را ما بین دو گروه ثبت کنند. می‌توان نتیجه گرفت احتمالاً تمرین با وزنه و تمرینات مقاومتی می‌تواند توان انفجاری اندام تحتانی را بهبود بخشد و در رشته‌ای مانند دوومیدانی که در

اغلب ماده‌های آن مانند پرش طول، پرش سه‌گام، پرش ارتفاع و ... توان انفجاری یکی از مهم‌ترین فاکتورهای آمادگی جسمانی می‌باشد می‌تواند باعث بهبود عملکرد و ثبت رکوردهای بهتر شود.

نتایج تحقیق حاضر در مورد قدرت مطلق و نسبی نشان داد که هشت هفته تمرین مقاومتی با وزنه فقط بر بهبود رکورد حرکت اسکوات افزایش معنی‌داری داشته و در رکورد سایر حرکات نظیر پرس سینه، جلو پا و پشت پا، علی‌رغم افزایش میانگین در نمونه‌ی مورد مطالعه، تأثیر معنی‌داری نداشت. به‌علاوه در مورد قدرت نسبی نتایج تحقیق نشان داد که علی‌رغم افزایش میانگین در نمونه‌ی مورد مطالعه، هشت هفته تمرین مقاومتی با وزنه روی رکورد هیچ‌یک از حرکات پرس سینه، اسکوات، جلو ران و پشت ران، تأثیر معنی‌داری نداشت. بر اساس این یافته‌ها، به نظر می‌رسد که بهبودهای عصبی–عضلانی مشاهده شده در دوندگان حاضر می‌تواند در درجه اول با سازگاری‌های عصبی توضیح داده شود. مطابق با این مطالعات انجام شده در ورزشکاران استقامتی بزرگ‌سال و جوان است. اگرچه تغییرات یک تکرار بیشینه در گروه تمرین مقاومتی در بعضی از حرکات اندک بود، اما بارهای تمرینی مورد استفاده افزایش قابل‌توجهی داشت.

یکی دیگر از یافته‌های این پژوهش، سنجش محیط دور سینه و دور ران می‌باشد که می‌توانند شاخص‌هایی برای تغییرات ترکیب بدنی باشند. محیط دور سینه و دور ران از آن جهت حائز اهمیت می‌باشند که می‌توانند نشان‌دهنده‌ی چربی‌های زیرجلدی و زیرپوستی باشند (۴۱). بدین معنا که با افزایش چربی‌های زیرپوستی محیط دور سینه (برای اندام فوقانی) و دور ران (برای اندام تحتانی) نیز تغییر می‌یابند و در همین راستا پژوهش‌های بسیاری نیز نشان داده‌اند که بین میزان درصد چربی بدن و محیط دور سینه و دور ران ارتباط مثبت برقرار است و حتی برخی از پژوهش‌ها معادلاتی را برای محاسبه‌ی درصد چربی بدن ارائه نموده‌اند که برخی از مهم‌ترین پارامترهای کلیدی در فرمول‌های پیشگوی ارائه شده در این بررسی‌ها، میزان محیط دور سینه و دور ران می‌باشد (۴۳). در پژوهش پیش رو، میزان محیط دور سینه و محیط دور ران پس از هشت هفته تمرین مقاومتی افزایش معنی‌داری پیدا کرد که دلیل این پدیده را می‌توان این‌گونه عنوان نمود که با انجام تمرینات مقاومتی بر حجم عضلانی افزوده شده است و این پدیده سبب افزایش محیط دور سینه و ران شده است که نشان‌دهنده‌ی اثرگذار بودن این تمرینات قدرتی بر توده‌ی بدون چربی و عضلات بدن می‌باشد.

در مورد رکورد دوی سرعت، نتایج پژوهش حاضر نشان داد گروه تمرین که به مدت هشت هفته تمرینات مقاومتی را انجام داده بودند نسبت به گروه کنترل رکورد دوی سرعت بهتری را ثبت کردند. همسو با نتایج پژوهش حاضر فواد و همکاران (۲۰۱۳)، بهبود سرعت دوی ۴۰ متر را پس از یک برنامه تمرین مقاومتی به مدت ۷ هفته (دو بار در هفته)، در بازیکنان حرفه‌ای فوتبال نشان دادند (۱۵). دلایل بهبود سرعت در پژوهش‌های مختلف بهبود معنادار در توان اوج و میزان توسعه نیرو گزارش شده است. ازآنجاکه عمل درونگرای بیشینه عضلات بازکننده اندام تحتانی برای پرش و دوی سرعت (به‌ویژه طی مرحله شتاب) مهم می‌باشد لذا منطقی به نظر می‌رسد که تمرینات مقاومتی و اجرای حرکاتی مانند اسکوات و اکستنشن زانو با استفاده از دستگاه‌های بدنسازی برای بهبود فعالیت‌های کارکردی بهتر باشد، زیرا هر فعالیت پرتابی بخشی از وزن بدن را درگیر می‌کند (۴۴). علاوه بر این همسو با نتایج ویسلاف و همکاران (۲۰۰۴)، ارتباطی قوی بین آزمون قدرت یک تکرار بیشینه اسکات و دوی سرعت ۱۰ و ۳۰ متر در فوتبالیست‌ها گزارش کردند (۴۵). اخیراً، گوجلیلمو و همکارانش نشان دادند که تمرین با وزنه سنگین (بار ۶–RM) در بهبود رکورد دویدن مؤثرتر از تمرین قدرت انفجاری (با مقاومت متوسط، بار ۱۲–RM) در طول یک دوره کوتاه مدت بود (۴۶). نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد دوندگانی که در تمرینات مقاومتی هشت هفته‌ای شرکت داشته‌اند، قدرت مطلق عضلات پای آن‌ها که با استفاده از آزمون زیر بیشینه به‌وسیله اسکوات اندازه‌گیری شده بود، افزایش معنی‌داری نسبت به پیش‌آزمون داشت و همین‌طور رکورد دوی سرعت این

ورزشکاران نیز کاهش داشته است؛ بنابراین نتایج پژوهش ما با پژوهش یاد شده همسو می‌باشد. احتمالاً افزایش قدرت مطلق عضلات اندام تحتانی می‌تواند بر سیستم بی‌هوازی که سیستم قالب در دوهای سرعت می‌باشد اثر بگذارد و رکورد دوندگان سرعتی را بهبود بخشد.

نتیجه‌گیری نهایی

به نظر می‌رسد تمرینات مقاومتی می‌تواند منجر به بهبود شاخص‌هایی همچون قدرت مطلق، قدرت نسبی، دورسنجی سینه، توان و کاهش رکورد دوی سرعت دوندگان نوجوان گردد. لذا پیشنهاد می‌شوند دوندگان سرعتی در فصل آماده‌سازی خود به تمرینات مقاومتی بپردازند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

اصول اخلاقی به‌طور کامل در این مقاله رعایت شده است. شرکت‌کنندگان اجازه داشتند در صورت تمایل از پژوهش خارج شوند همچنین همه شرکت‌کنندگان در جریان روند پژوهش بودند و اطلاعات آن‌ها محرمانه نگه داشته شد.

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. Kenefick R, Mattern C, Mahood N, Quinn T. Physiological variables at lactate threshold under-represent cycling time-trial intensity. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 2002;42(4):396-402.

2. Klein SB. Learning: Principles and applications: Sage Publications; 2018. [DOI:10.4135/9781071872505]

3. Cardinale M. The effect of vibration on human performance and hormonal profile. Published Doctoral Thesis Semmelweis University Doctoral School, Budapest. 2002.

4. Coffey VG, Hawley JA. The molecular bases of training adaptation. Sports medicine. 2007;37(9):737-63. [DOI:10.2165/00007256-200737090-00001] [PMID]

5. Fatouros I, Kambas A, Katrabasas I, Nikolaidis K, Chatzinikolaou A, Leontsini D, et al. Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility of inactive older men are intensity dependent. British journal of sports medicine. 2005;39(10):776-80. [DOI:10.1136/bjsm.2005.019117] [PMID]

6. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. Medicine and science in sports and exercise. 2004;36(4):674-88. [DOI:10.1249/01.MSS.0000121945.36635.61] [PMID]

7. Mangine GT, Ratamess NA, Hoffman JR, Faigenbaum AD, Kang J, Chilakos AJTJoS, et al. The effects of combined ballistic and heavy resistance training on maximal lower-and upper-body strength in recreationally trained men. 2008;22(1):132-9. [DOI:10.1519/JSC.0b013e31815f5729] [PMID]

8. van Nes IJ, Latour H, Schils F, Meijer R, van Kuijk A, Geurts AC. Long-term effects of 6-week whole-body vibration on balance recovery and activities of daily living in the postacute phase of stroke: a randomized, controlled trial. Stroke. 2006;37(9):2331-5. [DOI:10.1161/01.STR.0000236494.62957.f3] [PMID]

9. Saberi AA, Fathi M, Hejazi K. Comparing the Effect of Eight Weeks of Resistance and Endurance Trainings on Physiological and Functional Factors and Record of Elite Runners. Journal of Sport Biomechanics. 2020;6(1):32-43. [DOI:10.32598/biomechanics.6.1.5]

10. Sundan J. Effects of ballistic and maximal resistance training on throwing velocity in well-trained female handball players 2009.

11. McBride JM, Triplett-McBride T, Davie A, Newton RUJTJoS, Research C. The effect of heavy-vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. 2002;16(1):75-82. [DOI:10.1519/00124278-200202000-00011] [PMID]

12. Smilios I, Sotiropoulos K, Christou M, Douda H, Spaias A, Tokmakidis SPJTJoS, et al. Maximum power training load determination and its effects on load-power relationship, maximum strength, and vertical jump performance. 2013;27(5):1223-33. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3182654a1c] [PMID]

13. Amidian M, Haghighi AH, Hosseini Kakhk SAJJoAEP. The Effects of General Resistance Training and Ballistic Resistance Training on Some of Physical Fitness Factors in Soccer Players. 2018;14(27):123-37.

14. Cormie P, McCAULLEY GO, McBRIDE JMJM, sports si, exercise. Power versus strength-power jump squat training: influence on the load-power relationship. 2007;39(6):996. [DOI:10.1097/mss.0b013e3180408e0c] [PMID]

15. Faude O, Roth R, Di Giovine D, Zahner L, Donath LJJoss. Combined strength and power training in high-level amateur football during the competitive season: a randomised-controlled trial. 2013;31(13):1460-7. [DOI:10.1080/02640414.2013.796065] [PMID]

16. Valamatos MJ, Abrantes JM, Carnide F, Valamatos M-J, Monteiro CP. Biomechanical Performance Factors in the Track and Field Sprint Start: A Systematic Review. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19(7):4074. [DOI:10.3390/ijerph19074074] [PMID]

17. Eslami M, Hoseinzadeh E, SAFAEI KA. The effect of sprint start speed on lower-limb stiffness in sprint runners. 2014.

18. Bassett DR, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. Medicine and science in sports and exercise. 2000;32(1):70-84. [DOI:10.1097/00005768-200001000-00012] [PMID]

19. Midgley AW, McNaughton LR, Jones AM. Training to enhance the physiological determinants of long-distance running performance. Sports medicine. 2007;37(10):857-80. [DOI:10.2165/00007256-200737100-00003] [PMID]

20. Wilmore JH, Costill DL, Kenney WL. Physiology of sport and exercise: Human kinetics Champaign, IL; 2004.

21. Paavolainen L, Häkkinen K, Hämäläinen I, Nummela A, Rusko H. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. Journal of applied physiology. 1999. [DOI:10.1152/jappl.1999.86.5.1527] [PMID]

22. Bulbulian R, Wilcox AR, Darabos BL. Anaerobic contribution to distance running performance of trained cross-country athletes. Medicine and science in sports and exercise. 1986;18(1):107-13. [DOI:10.1249/00005768-198602000-00018] [PMID]

23. Noakes TD. Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: a contemporary perspective. Medicine and science in sports and exercise. 1988;20(4):319-30. [DOI:10.1249/00005768-198808000-00001] [PMID]

24. Nummela A, Hämäläinen I, Rusko H. Comparison of maximal anaerobic running tests on a treadmill and track. Journal of sports sciences. 2007;25(1):87-96. [DOI:10.1080/02640410500497717] [PMID]

25. Kraemer WJ, Fleck SJ, Evans WJ. Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. Exercise and sport sciences reviews. 1996;24:363-97. [DOI:10.1249/00003677-199600240-00014] [PMID]

26. Paavolainen L. Neuromuscular characteristics and muscle power as determinants of running performance in endurance athletes: with special reference to explosive-strength training1999.

27. Moody J. Eff ects of Flywheel Resistance Training on Sprinting and Change of Direction Performance in Elite Adolescent Football Players. Journal ISSN. 2022;2766:2276.

28. Hausswirth C, Bigard A, Guezennec C. Relationships between running mechanics and energy cost of running at the end of a triathlon and a marathon. International journal of sports medicine. 1997;18(05):330-9. [DOI:10.1055/s-2007-972642] [PMID]

29. Kyröläinen H, Belli A, Komi PV. Biomechanical factors affecting running economy. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2001;33(8):1330-7. [DOI:10.1097/00005768-200108000-00014] [PMID]

30. Sale DG. Neural adaptation to resistance training. Medicine and science in sports and exercise. 1988;20(5 Suppl):S135-45. [DOI:10.1249/00005768-198810001-00009] [PMID]

31. Cavanagh PR, Kram R. Mechanical and muscular factors affecting the efficiency of human movement. Medicine and science in sports and exercise. 1985;17(3):326-31. [DOI:10.1249/00005768-198506000-00005]

32. Spurrs RW, Murphy AJ, Watsford ML. The effect of plyometric training on distance running performance. European journal of applied physiology. 2003;89(1):1-7. [DOI:10.1007/s00421-002-0741-y] [PMID]

33. Turner AM, Owings M, Schwane JA. Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2003;17(1):60-7. [DOI:10.1519/1533-4287(2003)0172.0.CO;2]

34. Paavolainen L, Nummela A, Rusko H, Häkkinen K. Neuromuscular characteristics and fatigue during 10 km running. International journal of sports medicine. 1999;20(08):516-21. [DOI:10.1055/s-1999-8837] [PMID]

35. Hoff J, Helgerud J, Wisloeff U. Maximal strength training improves work economy in trained female cross-country skiers. Medicine and science in sports and exercise. 1999;31:870-7. [DOI:10.1097/00005768-199906000-00016] [PMID]

36. Johnston RE, Quinn TJ, Kertzer R, Vroman NB. Strength training in female distance runners: impact on running economy. Journal of Strength and Conditioning Research. 1997;11(4):224-9. [DOI:10.1519/00124278-199711000-00004]

37. Bongiovanni L, Hagbarth K, Stjernberg L. Prolonged muscle vibration reducing motor output in maximal voluntary contractions in man. The Journal of physiology. 1990;423(1):15-26. [DOI:10.1113/jphysiol.1990.sp018008] [PMID]

38. Vuillerme N, Nougier V, Prieur J-M. Can vision compensate for a lower limbs muscular fatigue for controlling posture in humans? Neuroscience letters. 2001;308(2):103-6. [DOI:10.1016/S0304-3940(01)01987-5] [PMID]

39. Raeder C, Fernandez-Fernandez J, Ferrauti A. Effects of Six Weeks of Medicine Ball Training on Throwing Velocity, Throwing Precision, and Isokinetic Strength of Shoulder Rotators in Female Handball Players. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2015;29(7):1904-14. [DOI:10.1519/JSC.0000000000000847] [PMID]

40. Sarvistan, Hassan M, kargarfard, mojtahdi. Using repetitions of light weights until exhaustion to estimate one repetition maximum in the chest press movement. Movement. 2008;35(35).

41. Schwarzenegger A, Dobbins B. The new encyclopedia of modern bodybuilding: Simon and Schuster; 1998.

42. Davis DS, Briscoe DA, Markowski CT, Saville SE, Taylor CJ. Physical characteristics that predict vertical jump performance in recreational male athletes. Physical therapy in Sport. 2003;4(4):167-74. [DOI:10.1016/S1466-853X(03)00037-3]

43. Okamkpa C, Danborno B, Nwankwo M, Abubakar A. Chest Circumference, Fat Percent, Fat Mass and Lean Mass Predict Serum Testosterone. Journal of Anatomical Sciences. 2018;9(1):45.

44. Requena B, García I, Requena F, de Villarreal ES-S, Cronin JBJTJoS, Research C. Relationship between traditional and ballistic squat exercise with vertical jumping and maximal sprinting. 2011;25(8):2193-204. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3181e86132] [PMID]

45. Wisløff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff JJBjosm. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. 2004;38(3):285-8. [DOI:10.1136/bjsm.2002.002071] [PMID]

46. Guglielmo L, Greco C, Denadai B. Effects of strength training on running economy. International journal of sports medicine. 2009;30(01):27-32. [DOI:10.1055/s-2008-1038792] [PMID]