

Research Paper

Study of Shooting Accuracy and Fatigue of Leg Muscles After Eight Weeks of Resistance Training in Shooters Men With a Inflatable Pistol

Alireza Ramezani¹ , *Morad Hosseini¹

1. Department of Exercise Physiology, School of Sport Sciences, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran.



Citation: Ramezani A, Hosseini M. [Study of Shooting Accuracy and Fatigue of leg Muscles After Eight Weeks of Resistance Training in Shooters men With a Inflatable Pistol (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2019; 4(4):66-77. <https://doi.org/10.32598/biomechanics.4.4.66>

<https://doi.org/10.32598/biomechanics.4.4.66>



Article Info:

Received: 27 Sep 2018

Accepted: 09 Jan 2019

Available Online: 01 Mar 2019

Keywords:

Shooting accuracy,
Muscle fatigue, Elite
male shooters

ABSTRACT

Objective The purpose of this study was to investigate the shooting accuracy and leg muscles fatigue of male shooters using air pistol after 8 weeks of resistance training.

Methods The study population consisted of all elite male shooters from Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Province of Iran. Of these, 20 subjects were selected as study samples and underwent shooting with two different postural forms (prolonged and intermittent standing) before and after resistance training. The resistance training protocol included 5 different movements performed slowly in the morning. Movements started in 3 sets of 10 repetitions with 1-min rest interval in the first session and ended with 5 sets of 14 repetitions with 1-min interval in the last session. It lasted for 8 weeks, 3 sessions per week. For data analysis, repeated measures Analysis of Variance (ANOVA) and Pearson correlation test were used and performed in SPSS V. 20 software.

Results After eight weeks of resistance training, the posttest shooting accuracy and muscle fatigue were significantly different compared to the pre-test scores in different postural forms ($P=0.05$). There was a high correlation between changes in muscle fatigue and shooting accuracy in both prolonged and intermittent standing positions ($P=0.05$).

Conclusion Eight weeks of resistance training had positive effect on muscle fatigue and shooting accuracy of shooters in two forms of standing positions.

Extended Abstract

1. Introduction

In many daily activities and some sports, like golf and shooting, standing for a long time with proper posture is essential [1-3]. Ankle muscle fatigue reduces postural control. During a shooting race, some shooters stay in their place until

the end of the competition, while others leave the race to hear coach guidance and some sit on their seats to relieve fatigue. Each of these situations may occur several times. This indicates that coaches are not following a specific approach based on the competition's strategy and shooting tactics, and shooters follow their own rules [1].

Shooters require long-term biopsychological stability to achieve desirable records. During shooting competition with air guns, men can have 60 shots within 105 minutes, while

* Corresponding Author:

Morad Hosseini, PhD.

Address: Department of Exercise Physiology, School of Sport Sciences, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran.

Tel: +98 (917) 2787440

E-Mail: hosseini62@gmail.com

for women, this rate is 40 shots in 75 minutes [2]. Shooting rules do not allow people to shoot in the sitting position; thus, for a shooter, most of the time in a shooting race is spent in standing position. Shooting with a 10-m air pistol is among the shooting competitions where a person must stand for a long time [2]. Checking the fatigue of each lower limb muscle caused by shooting and identifying the most active muscles can be an appropriate guide for trainers in designing training programs. Finding new approaches to reduce fatigue and increase accuracy in the shooting is also necessary.

2. Participants and Methods

This was a quasi-experimental study. The study participants were 20 healthy male shooters practicing in a shooting hall in Yasuj City, Iran. They were selected using a convenience sampling technique. The study subjects performed two different shooting forms (prolonged standing and intermittent standing) before and after an 8-week resistance training course. The shooting accuracy and muscle fatigue were assessed accordingly.

The training protocol included the following 5 movements performed slowly and in the morning: seated leg curl, standing calf raise on a machine, cable standing leg curl, standing barbell calf raise, and calf raise on a leg press machine without knee bending. Movements started in 3 sets of 10 repetitions with a 1-min rest interval in the first session; they ended with 5 sets of 14 repetitions with a 1-min interval in the last session. They were performed for 8 weeks, 3 sessions per week.

According to a program previously written for DASYL-AB software, the raw Electromyography (EMG) signal was recorded every 1 second. A pass filter of 5 to 450 Hz was applied. Then, using the Fast Fourier Transform (FFT) algorithm, the time domain of the signal was converted to the frequency domain. Next, the median frequency was calculated per second and recorded until the end of the test. Consequently, using the MATLAB software, the slope of median frequency was illustrated for each muscle throughout the test. In the intermittent standing protocol, the study subjects

sat and rested every 20 minutes. During the resting period, muscle activity and the median frequency values were reduced; thus, resting times were eliminated the intermittent standing protocol by Microsoft Excel V. 2010 software.

3. Results

After the test (resistance training), the frequency (%) of shooting error, as well as the amount of muscle fatigue (slope of muscle activity changes), decreased. As per Table 1, after performing 8 weeks of resistance training, the posttest shooting accuracy significantly differed compared to the pretest accuracy values in different postural forms ($F(2, 18)=8.22$; $P=0.001$). These results indicated that after conducting 8 weeks of resistance training, the subjects' shooting accuracy significantly improved; such an effect was higher in the extended-standing position with no rest. Furthermore, changes in post-training muscle fatigue were significantly different from those of the pretest values in different postural forms ($F(2, 18)=0.0024$; $P=0.001$).

4. Discussion

The collected results revealed that conducting 8 weeks of resistance training significantly improved muscle fatigue and shooting accuracy in a prolonged standing position with no rest. This finding is consistent with the those of Janice Tan et al. [1], Abdol Rahim et al. [6], Sartika and Dawal [8], Vuillermere et al. [9], Walesh et al. [10], and Davidson et al. [11]. The conditions that were created for the present study subjects were the standard and routine situations of the shooters. They followed the same shooting protocols as before.

Furthermore, all environmental conditions were the same as their previous training conditions. The only nuisance variable that caused differences in test performance, compared to the subjects' previous training conditions, was the attachment of electromyographic electrodes to their leg muscles; this might slightly impact the results' accuracy. However, this does not appear to affect the study's purpose (comparing two different shooting situations). Factors such as subjects' psychological and nutritional status during the two test days,

Table 1. Repeated measures ANOVA results after comparing shooting accuracy before and after training

Factor	df	F	Sig.
Time	1	48.13	0.001
Time × Group	2	8.22	0.001
Error (time)	17	--	--

as well as the effects of cross talk on the EMG signal, could be considered as other nuisance variables [7, 10].

5. Conclusion

Conducting an 8-week resistance training could improve the shooting accuracy with air pistols in young adult shooter men. The intervention also reduced muscle fatigue in these subjects.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

Ethical issues (including plagiarism, informed consent, misconduct, data fabrication and/or falsification, double publication and/or submission, redundancy, etc.) have been completely observed by the authors.

Funding

The authors disclosed receipt of the following financial support for the research, authorship, and/or publication of this article: This work was supported by the Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran Research Council (17129).

Authors' contributions

All authors contributed equally in preparing all parts of the research.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgements

The writers are grateful to the shooters and their trainers and sports officials in Yasuj City.

بررسی تغییرات دقت تیراندازی و خستگی عضلات ساق پا به دنبال هشت هفته تمرینات مقاومتی در مردان تیرانداز با تپانچه بادی

علیرضا رمضانی^۱، *مراد حسینی^۱

۱. گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.

حکیده

هدف: هدف این مطالعه بررسی تغییرات دقت تیراندازی و خستگی عضلات ساق پا به دنبال هشت هفته تمرینات مقاومتی در مردان تیرانداز با تپانچه بادی بود.

روش‌ها: جامعه آماری، تیراندازان مرد نخبه استان کهگیلویه و بویراحمد بودند. نمونه آماری شامل ۲۰ نفر بود که آزمون خستگی و دقت تیراندازی را در دو فرم وضعیتی مختلف و در دو نوبت قبل و بعد از دوره تمرین مقاومتی اجرا کردند. پروتکل تمرین مقاومتی شامل پنج حرکت بود که به آهستگی و در صبح اجرا شد. حرکات در سه نوبت ۱۰ تکرار در جلسه اول آغاز شد و در جلسه آخر با پنج نوبت ۱۴ تکرار به پایان رسید. مدت دوره تمرینات مقاومتی هشت هفته، هر هفته، سه جلسه تمرینات اجرا شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آماری تحلیل واریانس با داده‌های تکراری و آزمون ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس فرضیه‌های تحقیق، تعداد فرم‌های وضعیتی (دو فرم) و متغیرهای تحقیق تعیین شد و از نسخه ۲۰ نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که متعاقب هشت هفته تمرین مقاومتی میزان دقت هدف‌گیری و خستگی عضلات در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در فرم‌های وضعیتی مختلف متفاوت معنی‌داری داشتند ($P=0/05$). همبستگی بالایی بین تغییرات خستگی عضلات و دقت هدف‌گیری در دو فرم وضعیتی ایستادن ممتد و ایستادن متناوب نیز مشاهده شد ($P=0/05$).

نتیجه‌گیری: در مجموع نتایج نشان می‌دهند که تغییرات خستگی عضلات و دقت هدف‌گیری در دو فرم وضعیتی ایستادن ممتد و ایستادن متناوب متعاقب هشت هفته تمرین مقاومتی مثبت بود.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۰۵ مهر ۱۳۹۷

تاریخ پذیرش: ۱۹ دی ۱۳۹۷

تاریخ انتشار: ۱۰ اسفند ۱۳۹۷

کلیدواژه‌ها:

دقت تیراندازی،
خستگی عضلات،
تیراندازان مرد

مقدمه

در بسیاری از فعالیت‌های روزمره و در برخی ورزش‌ها مانند گلف و تیراندازی، ایستادن برای مدت طولانی با حفظ وضعیت مناسب ضروری است [۱-۳]. خستگی عضلات می‌تواند منجر به کاهش کنترل پاسچر می‌شود، در خلال یک مسابقه تیراندازی، برخی تیراندازان تا پایان رقابت سرجای خودشان می‌مانند و برخی دیگر به منظور شنیدن راهنمایی مربی خط مسابقه را ترک می‌کنند و بعضی هم برای رفع خستگی بر روی صندلی خود می‌نشینند. ممکن است که هریک از این حالات چندین بار به وقوع بپیوندد. این نشان می‌دهد که از سوی مربیان و بر اساس استراتژی مسابقاتی و تاکتیک تیراندازان رویه خاصی پیگیری نمی‌شود و هر تیرانداز برنامه خود را دنبال می‌کند [۱].

با وجود این، تیرانداز با هدف کسب امتیاز بیشتر و افزایش

تمرکز بر روی عملکرد خود، سعی بر آن دارد که وضعیت ایستای خود را حفظ کند و در صورت امکان از نشستن خودداری کند تا وضعیت بدنی خود را که با توجه به سیبل تنظیم کرده است حفظ کند. علی‌رغم اینکه نشستن‌های متناوب یا خارج شدن از خط می‌تواند در رفع خستگی فرد مؤثر باشد، ه این امر می‌تواند موجب کاهش تمرکز و در نتیجه کاهش دقت ورزشکار شود. از این‌رو ورزشکاران حرفه‌ای این رشته سعی می‌کنند طی زمان اجرای مسابقه، از نشستن خودداری کنند [۱، ۲].

تیراندازان برای دستیابی به رکوردهای مناسب، به مدت طولانی، نیازمند ثبات در وضعیت ذهنی و بدنی خود هستند. طول زمان برگزاری مسابقات تیراندازی با اسلحه بادی در بخش مردان، ۱۰۵ دقیقه برای شلیک ۶۰ تیر و در بخش زنان ۷۵ دقیقه برای شلیک ۴۰ تیر است [۲]. قوانین مسابقات تیراندازی به افراد اجازه شلیک در وضعیت نشسته را نمی‌دهد، بنابراین

* نویسنده مسئول:

دکتر مراد حسینی

نشانی: تهران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزش.

تلفن: ۲۷۸۷۴۴۰ (۹۱۷) ۹۸+

پست الکترونیکی: hosseini62@gmail.com

روشن‌شناسی

تحقیق حاضر با اعمال متغیر مستقل (تمرین مقاومتی) بر روی یک گروه آزمایش (مردان تیرانداز) انجام شد. آزمودنی‌ها، دو فرم مختلف تیراندازی (فرم ایستادن ممتد و فرم نشست‌های متناوب) را در قبل و بعد از یک دوره هشت هفته‌ای تمرینات مقاومتی اجرا کردند و میزان دقت تیراندازی و خستگی عضلاتی آنان مورد ارزیابی قرار گرفت. به دلیل عدم توانایی در کنترل همه متغیرها پژوهش از نوع نیمه تجربی بود، اما تا حد امکان در جهت کنترل عوامل مؤثر بر متغیرها، تلاش شده است. آزمودنی‌ها، آزمون‌های تیراندازی را در دو روز قبل از شروع تمرینات مقاومتی در شرایط یکسان در دو فرم مختلف تیراندازی به صورت جداگانه اجرا کردند و دو روز بعد از اتمام تمرینات (جهت حذف اثر تجمعی تمرینات مقاومتی و ایجاد ریکاوری برای بررسی میزان سازگاریهای احتمالی به وجود آمده در تیراندازان) مجدداً آزمون‌ها در همان شرایط قبل از دوره تمرینات مقاومتی اجرا شدند.

آزمودنی‌های این پژوهش از میان تیراندازان حرفه‌ای که در لیگ‌های تیراندازی کشور حضور داشتند، انتخاب شدند. تعداد ۲۰ نفر آزمودنی، از تیراندازان مرد سالم که در سالن تیراندازی شهر یاسوج تمرین داشتند، به صورت نمونه در دسترس انتخاب شدند. آزمودنی‌ها پس از اطلاع از روند پژوهش، رضایت خود را مبنی بر شرکت در آزمایش، به صورت کتبی اعلام داشتند. پرسش‌نامه سلامت جسمانی و سابقه حضور حرفه‌ای در ورزش تیراندازی توسط آزمودنی‌ها تکمیل شد. آزمودنی‌ها فاقد هرگونه ناهنجاری یا آسیب بودند.

پروتکل تمرین مقاومتی

پروتکل تمرین مقاومتی شامل پنج حرکت بود که به آهستگی و در صبح اجرا شدند: جلو ساق پا با دستگاه سیم‌کش نشسته، پشت ساق پا با دستگاه ایستاده، جلو ساق پا با دستگاه کراس از پایین ایستاده، پشت ساق پا با هالتر ایستاده و پشت ساق پا با دستگاه پرس پا بدون خم کردن زانو. حرکات در سه نوبت ۱۰ تکرار با استراحت یک دقیقه‌ای بین نوبت‌ها در جلسه اول آغاز شد و در جلسه آخر با پنج نوبت ۱۴ تکرار با استراحت یک دقیقه‌ای بین نوبت‌ها به پایان رسید (جدول شماره ۱). مدت دوره تمرینات مقاومتی ۸ هفته، هر هفته ۳ جلسه تمرینات اجرا شدند. البته هفته‌ای سه جلسه تمرینات اختصاصی ورزشکاران وجود داشت. شدت تمرینات ۶۰ الی ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه (1RM) بود که بر اساس فرمول شماره ۱ محاسبه شد [۷]:

۱.

$$\left[\frac{1}{10} \times (\text{تکرار}) - 1 \right] / \text{وزنه جابه‌جا شده} = \text{یک تکرار}$$

بیشینه

برای یک تیرانداز، بیشتر زمان یک مسابقه تیراندازی در وضعیت ایستاده سپری می‌شود. تیراندازی با تپانچه بادی ۱۰ متر، یکی از مواد رشته تیراندازی با اسلحه است که در آن فرد باید به مدت طولانی بایستد [۲].

برخی از مهم‌ترین عضلاتی که در کنترل پاسچر در ایستادن طولانی شرکت دارند، عبارت‌اند از: ساقی قدامی، نعلی و دوقلو که حول مفصل مچ قرار دارند [۴]. در ایستادن طولانی‌مدت، واحدهای حرکتی عضلات کنترل‌کننده پاسچر، به صورت مداوم فعال هستند، که ممکن است موجب وقوع خستگی عضلاتی شود. بر اساس نتایج پژوهش‌های پیشین، می‌توان خستگی عضلاتی را به عنوان یکی از فاکتورهای تأثیرگذار بر کنترل پاسچر در وضعیت ایستاده در نظر گرفت [۵]. از سوی دیگر پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که با افزایش خستگی عضلات ساق، جابه‌جایی مرکز فشار بیشتر شده و این بدان معناست که نوسانات قامتی نیز افزایش پیدا کرده است که این می‌تواند باعث کاهش تعادل، افزایش سقوط یا کاهش کارایی افراد در انجام فعالیت‌های روزمره شود که البته تمرینات ورزشی مختلف قادر است به افزایش تعادل کمک کند [۵]. در بررسی‌های به عمل آمده، تحقیقی مشابه این تحقیق که در آن میزان درصد تارهای کند و تند انقباض نیز در نظر گرفته شده باشد، یافت نشد.

افزایش نوسانات قامتی می‌تواند باعث کاهش کنترل پاسچر و در نتیجه کاهش دقت در تیراندازی شود. خستگی در این عضلات طی ایستادن طولانی مدت، در افراد غیرورزشکار معنادار بوده است [۶، ۱۰]. با وجود این پژوهشی در رابطه با میزان خستگی عضلاتی در تیراندازان حرفه‌ای و اثر آن بر دقت تیراندازی یافت نشد.

بررسی میزان خستگی هر کدام از عضلات اندام تحتانی در تیراندازی و شناسایی عضله یا عضلاتی که بیشتر فعالیت می‌کنند، می‌تواند راهنمای مناسبی برای مربیان در طراحی برنامه‌های تمرینی باشد. همچنین یافتن روش‌های نوین با هدف کاهش خستگی و افزایش دقت در تیراندازی ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به ضعف ادبیات پژوهشی در زمینه میزان بروز خستگی در تیراندازان حرفه‌ای حین رقابت و مبهم بودن اثر خستگی عضلاتی بر عملکرد این افراد، پژوهش پیش‌رو با هدف مقایسه دقت هدف‌گیری و خستگی عضلات مچ پا در دو فرم وضعیتی تیراندازی با تپانچه بادی متعاقب هشت هفته تمرین مقاومتی طرح‌ریزی شد. همچنین، در این پژوهش، تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی بر میزان دقت تیراندازی و میزان خستگی برخی عضلات درگیر تیراندازی در دو فرم متفاوت تیراندازی، فرم ایستادن ممتد بدون استراحت (ایستادن در کل مدت تیراندازی) و فرم نشست‌های متناوب (با بازه‌های استراحت متناوب) مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۱. پروتکل تمرین مقاومتی (برنامه اجرای حرکات مقاومتی در طول هشت هفته)

هفته اول و دوم	هفته سوم و چهارم	هفته پنجم و ششم	هفته هفتم و هشتم
۳ نوبت ۱۰ تکرار با ۶۰ درصد تکرار بیشینه	۴ نوبت ۱۲ تکرار با ۶۵ درصد تکرار بیشینه	۴ نوبت ۱۴ تکرار با ۷۰ درصد تکرار بیشینه	۵ نوبت ۱۴ تکرار با ۷۵ درصد تکرار بیشینه
استراحت بین نوبت‌ها: یک دقیقه‌ای است			

مجله بیومکانیک ورزشی

زمان استراحت، فعالیت عضلانی کاهش یافته و مقادیر میانه طیف فرکانس نیز کاهش پیدا می‌کند، بنابراین زمان‌های استراحت به وسیله نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ در فرم نشست‌های متناوب حذف شد.

روش تبدیل سریع فوریر

پس از دریافت سیگنال EMG از عضله طی فعالیت عضلانی ممتد و سپس فیلتر کردن آن، به وسیله روش تبدیل سریع فوریر، سیگنال دریافتی از طیف زمان به طیف فرکانس تبدیل شده و میانه طیف فرکانس نیز محاسبه شد. نقاط میانه طی فعالیت عضلانی ممتد به هم متصل شد، شیب تغییرات این مقادیر بیانگر تغییرات فعالیت عضلانی یک عضله است.

روش آماری

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس فرضیه‌های تحقیق، تعداد فرم‌های وضعیتی (دو فرم) و متغیرهای تحقیق تعیین شد و از نسخه ۲۰ نرم‌افزار SPSS استفاده شد. جهت آزمون کردن فرضیه‌های تحقیق از روش آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.

نتایج

در این بخش، داده‌های خام به دست آمده به لحاظ آماری دسته‌بندی شده و پارامترهای مرکزی و پراکندگی آن‌ها گزارش می‌شود. مشخصات آزمودنی‌ها در **جدول شماره ۲** آورده شده است.

برای بررسی توصیفی نتایج مربوط به دقت هدف‌گیری در فرم‌های وضعیتی و در بازه‌های زمانی مختلف، یافته‌ها به دو

هر دو هفته یک بار تکرارها یا شدت تمرین افزایش می‌یافت تا اصل اضافه بار نیز در برنامه تمرینی لحاظ شود. برای مانیتورینگ (کنترل) شدت تمرینات مقاومتی از ضربان قلب، مقیاس بورگ و در هر جلسه به صورت تصادفی میزان لاکتات خون آزمودنی‌ها کنترل شد. در ضمن، شدت تمرینات مقاومتی از قبل با استفاده از محاسبه یک تکرار بیشینه تعیین شد.

تجزیه و تحلیل داده‌های دقت

پس از ثبت امتیاز هر شلیک همه آزمودنی‌ها، برای یکسان‌سازی نتایج دقت هدف‌گیری، از فرمول درصد خطا (فرمول شماره ۲) استفاده شد.

۲.

$$100 \times \left(\frac{\text{کسب قابل امتیاز حداکثر شده کسب امتیاز}}{\text{کسب قابل امتیاز حداکثر}} \right) = \text{خطا درصد در}$$

تحلیل داده‌های نوار عصب و عضله (EMG)

با توجه به برنامه‌ای که از قبل برای نرم‌افزار DasyLab نوشته شده بود در هر یک ثانیه سیگنال خام EMG ثبت شد. یک فیلتر میان‌گذر ۵ تا ۴۵۰ هرتز اعمال شد. سپس به وسیله تبدیل سریع فوریر طیف زمان سیگنال به طیف فرکانس تبدیل شد. پس از این مرحله میانه طیف فرکانس در هر ثانیه محاسبه شد و تا انتهای آزمون ثبت شد. سپس به وسیله نرم‌افزار MATLAB نسخه ۲۰۰۹ شیب خط میانه طیف فرکانس در کل زمان آزمون برای هر عضله محاسبه شد. در فرم نشست‌های متناوب آزمون، آزمودنی‌ها هر ۲۰ دقیقه استراحت می‌کردند و می‌نشستند. در

1. Fast Fourier Transform (FFT)

جدول ۲. مشخصات فردی آزمودنی‌ها

میانگین \pm انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر	
۲۸±۳/۵۸	۲۱	۲۸	سن
۱۷۴±۷/۸۹	۱۶۹	۱۸۵	قد
۷۳/۷±۵/۶۲	۶۲	۹۵	وزن

مجله بیومکانیک ورزشی

جدول ۳. مقادیر مربوط به خستگی عضلانی و دقت تیراندازی (درصد خطای تیراندازی) در دو فرم ایستادن ممتد و ایستادن متناوب قبل و بعد از دوره تمرین مقاومتی

متغیر	نوبت اندازه‌گیری	فرم تیراندازی	میانگین \pm انحراف معیار
خستگی عضلانی (شیب تغییرات فعالیت عضلانی)	قبل از آزمون	فرم ایستادن ممتد	-0.0009 ± 0.0007
		فرم ایستادن متناوب	-0.0003 ± 0.0002
	بعد از آزمون	فرم ایستادن ممتد	-0.002 ± 0.00012
		فرم ایستادن متناوب	0.001 ± 0.00016
دقت تیراندازی (درصد خطای آزمودنی‌ها)	قبل از آزمون	فرم ایستادن ممتد	820 ± 172
		فرم ایستادن متناوب	644 ± 111
	بعد از آزمون	فرم ایستادن ممتد	54 ± 98
		فرم ایستادن متناوب	368 ± 188

مجله بیومکانیک ورزشی

علامت‌های مثبت و منفی فقط شیب تغییرات فعالیت عضلانی را توجیه می‌کنند.

پروتکل هشت هفته‌ای تمرینات مقاومتی نسبت به قبل از آن بهبود یافته است.

همان‌گونه که تصویر شماره ۲ نشان می‌دهد، میزان دقت یا درصد خطای تیراندازی در بعد از اجرای پروتکل هشت هفته‌ای تمرینات مقاومتی نسبت به قبل از آن بهبود یافته است. برای آزمون کردن فرضیه اول از آزمون تحلیل واریانس با داده‌های تکراری استفاده شد تا مشخص شود آیا تمرینات مقاومتی بر دقت هدف‌گیری تیراندازان در دو فرم وضعیتی تأثیرگذار بوده یا نه. نتایج آزمون در جدول شماره ۴ آورده شده است.

جدول شماره ۴ نشان می‌دهد، متعاقب هشت هفته تمرین مقاومتی میزان دقت هدف‌گیری در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در فرم‌های وضعیتی مختلف متفاوت معنی‌داری داشتند [$F(2 \text{ و } 18) = 8.22$ و $P = 0.001$].

این نتایج بدین معنی هستند که متعاقب هشت هفته تمرین مقاومتی میزان دقت هدف‌گیری تیراندازان بهبود معنی‌داری را نشان داد که در فرم وضعیت ایستادن ممتد که استراحت وجود نداشت، تأثیر بهتری مشاهده شد. بر این اساس، از لحاظ آماری



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۲. میزان دقت یا درصد خطای تیراندازی متعاقب هشت تمرینات مقاومتی.

*: تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵.

صورت درصد خطا در فرم‌های وضعیتی و درصد خطا در بازه‌های زمانی مختلف تفکیک شدند. در ابتدا به بررسی درصد خطا در فرم‌های وضعیتی پرداخته شد و پس از آن درصد خطا در بازه‌های زمانی مختلف توصیف شدند. در جدول شماره ۳ مقادیر مربوط به خستگی عضلانی (شیب تغییرات فعالیت عضلانی) و دقت تیراندازی (درصد خطای تیراندازی) در دو فرم ایستادن ممتد و ایستادن متناوب قبل و بعد از دوره تمرین مقاومتی نشان داده شده است.

همان‌طور که جدول شماره ۳ نشان می‌دهد در بعد از آزمون (پس از دوره تمرین مقاومتی) درصد خطای تیراندازی کاهش یافته است و همچنین، میزان خستگی عضلانی (شیب تغییرات فعالیت عضلانی) نیز کاهش را نشان می‌دهد. برای تحلیل آماری دقیق‌تر در بخش استنباطی این فصل به تحلیل استنباطی متغیرهای مذکور پرداخته می‌شود. در تصویرهای شماره ۱ و ۲ میزان دقت و خستگی عضلانی نشان داده شده است.

همان‌گونه که تصویر شماره ۱ نشان می‌دهد، میزان خستگی عضلانی (شیب تغییرات فعالیت عضلانی) در بعد از اجرای



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۱. میزان خستگی عضلانی (شیب تغییرات فعالیت عضلانی) متعاقب هشت تمرینات مقاومتی.

*: تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵.

جدول ۴. آزمون تحلیل واریانس با داده‌های تکراری مقایسه دقت هدف‌گیری در دو فرم وضعیتی در قبل و بعد از هشت هفته تمرینات مقاومتی

منبع	شاخص آماری	درجه آزادی	F	معنی‌داری
زمان		۱	۴۸/۱۳	۰/۰۰۱
زمان × گروه		۲	۸/۲۲	۰/۰۰۱
خطا (زمان)		۱۷	—	—

مجله بیومکانیک ورزشی

جدول ۵. آزمون تحلیل واریانس با داده‌های تکراری مقایسه تغییرات شیب فعالیت عضلانی یا میزان خستگی عضلات در دو فرم وضعیتی در قبل و بعد از هشت هفته تمرینات مقاومتی

منبع	شاخص آماری	درجه آزادی	F	معنی‌داری
زمان		۱	۰/۰۰۸۸	۰/۰۰۱
زمان × گروه		۲	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۱
خطا (زمان)		۱۷	—	—

مجله بیومکانیک ورزشی

مورد مطالعه و شیب تغییرات امتیاز آزمودنی‌ها در هر فرم، از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده شد. نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن در **جدول شماره ۶** نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود همبستگی بالایی بین تغییرات خستگی عضلات و دقت هدف‌گیری در دو فرم وضعیتی ایستادن ممتد و ایستادن متناوب متعاقب ۸ هفته تمرین مقاومتی مشاهده شد (به ترتیب $P=0/012$ ، $P=0/027$). بنابراین فرض تحقیق تأیید شد.

بحث

نتایج نشان دادند متعاقب هشت هفته تمرین مقاومتی، تغییرات شیب فعالیت عضلانی یا میزان خستگی عضلات و دقت هدف‌گیری تیراندازان بهبود معنی‌داری را داشت که در فرم وضعیت ایستادن ممتد که استراحت وجود نداشت تأثیر بهتری مشاهده شد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج پژوهش هایننتایچ تحقیق حاضر با نتایج پژوهش های جاننيس تن [۱]، دائول و سارتیکا [۸]، رحیمی و همکاران [۶]، ویلر مه و همکاران [۹]، والش و همکاران [۱۰] و داویدسون و همکاران [۱۱] هم‌خوانی دارد.

شرایطی که در این پژوهش برای آزمودنی‌ها ایجاد شده بود،

فرضیه صفر رد و فرضیه تحقیق مورد تأیید است.

برای آزمون کردن فرضیه دوم از آزمون تحلیل واریانس با داده‌های تکراری استفاده شد تا مشخص شود آیا تمرینات مقاومتی بر تغییرات شیب فعالیت عضلانی یا میزان خستگی عضلات تیراندازان در دو فرم وضعیتی تأثیرگذار بوده یا نه. نتایج آزمون در **جدول شماره ۵** آورده شده است.

جدول شماره ۵ نشان می‌دهد، متعاقب هشت هفته تمرین مقاومتی، تغییرات شیب فعالیت عضلانی یا میزان خستگی عضلات در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در فرم‌های وضعیتی مختلف متفاوت معنی‌داری داشتند [$F_{(2,18)}=0/024$ و $P=0/001$].

این نتایج بدین معنی هستند که متعاقب هشت هفته تمرین مقاومتی، تغییرات شیب فعالیت عضلانی یا میزان خستگی عضلات تیراندازان بهبود معنی‌داری دارند که در فرم وضعیت ایستادن ممتد که استراحت وجود نداشت تأثیر بهتری مشاهده شد. بر این اساس، از لحاظ آماری فرضیه صفر رد و فرضیه تحقیق مورد تأیید است.

برای یافتن ارتباط معنادار بین شیب تغییرات فعالیت عضلات

جدول ۶. همبستگی بین تغییرات خستگی عضلات و دقت هدف‌گیری در دو فرم وضعیتی ایستادن ممتد و ایستادن متناوب متعاقب هشت هفته تمرینات مقاومتی

رابطه بین متغیرها	میزان همبستگی (r)	P
خستگی عضلات و دقت هدف‌گیری در فرم وضعیتی ایستادن ممتد	-۰/۸۴۳	۰/۰۱۲
خستگی عضلات و دقت هدف‌گیری در فرم وضعیتی ایستادن متناوب	-۰/۶۸۷	۰/۰۲۷

مجله بیومکانیک ورزشی

و طیف فرکانس آن‌ها بالاتر رفته است. برحسب نوع تارهای کندانقباض یا تندانقباضی که در عضله وجود دارد و همچنین میزان فعالیت این عضلات (بر حسب زمان انقباض و میزان به‌کارگیری عضله)، ممکن است مقدار شیب تغییرات فعالیت عضلانی تغییر کرده و منفی یا مثبت شود [۸-۱۰].

مطالعات مشابه با این طرح پژوهشی بسیار اندک هستند و پژوهشی کاملاً مشابه با تحقیق حاضر یافت نشد. در تنها پژوهشی که به لحاظ طرح تحقیق با پژوهش حاضر مشابهت‌هایی داشت، اثر ایستادن طولانی مدت بر تغییرات شیب فعالیت عضلانی عضلات مفصل مچ پا، بررسی شده بود. این مطالعه فقط روی یک زن سالم جوان انجام شده بود که محققین دلیل این انتخاب را کمبود آزمودنی برای اجرای این تست به علت سخت بودن اجرای تست و همچنین کاهش تأثیر متغیرهای طبیعی در عملکرد عنوان کردند [۱]. آنان نشان دادند که خستگی می‌تواند بر دقت هدف‌گیری تأثیر منفی داشته باشد.

بین تغییرات شیب فعالیت عضلانی و تغییرات شیب دقت هدف‌گیری برای هر سه عضله مورد مطالعه در هر دو فرم تیراندازی (در بازه صفر تا ۷۵ دقیقه) متعاقب هشت هفته تمرین مقاومتی همبستگی معناداری وجود داشت. هر چند در تفسیر نتایج تحقیق می‌توان سایر عضلات درگیر در کنترل پاسچر و همچنین عضلات کمریند شانه‌ای و وضعیت روحی و روانی ورزشکار در شرایط مختلف آزمون را در نظر گرفت، ولی با توجه به اجرای هشت هفته پروتکل تمرینات مقاومتی می‌توان گفت تمرینات مقاومتی در بهبود این متغیرها بسیار مؤثر بوده است [۱۳-۱۵].

ضعف در مؤلفه فیزیکی موجب نوسان و لرزش بدن می‌شود. این نوسانات و لرزش‌ها هنگامی رخ می‌دهد که تیرانداز اسلحه را با هدف هماهنگ می‌کند. مشخص شده که بین تیراندازان ماهر و مبتدی در مؤلفه فیزیکی تفاوت زیادی وجود دارد [۱۶-۱۸].

مؤلفه شناختی بیشتر با تنظیم دستگاه نشانه روی هدف در ارتباط است. تنظیم دقیق دید اسلحه روی هدف نیازمند زمان است. در یک بازه زمانی معین لرزش دست و نوسانات قامت به حداقل خود می‌رسد و پس از این بازه نوسانات زیاد می‌شوند. تشخیص درست ورزشکار از این بازه و شلیک در زمان مناسب نقش بسزایی در بهبود عملکرد دارد [۱۹، ۲۰].

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج می‌توان گفت تمرینات مقاومتی قادرند وضعیت تیراندازی با تپانجه بادی را در مردان تیرانداز بزرگسال جوان بهبود دهند و میزان خستگی عضلانی را در این افراد کاهش دهند.

شرایط معمولی و روزمره تیراندازان بود، آن‌ها همچون گذشته به اجرای فرم‌های تیراندازی پرداختند و همه شرایط محیطی نیز مانند وضعیت‌های تمرینی گذشته آن‌ها بود. به طور کلی به لحاظ محیطی و فیزیکی، یگانه متغیر مزاحمی که باعث ایجاد تفاوت در اجرای آزمون با روزهای تمرینی گذشته آزمودنی‌ها شده بود، چسباندن الکترودهای الکترومیوگرافی به عضلات ساق آن‌ها بود که ممکن است روی نتایج دقت اثرات جزئی گذاشته باشد. هر چند به نظر نمی‌رسد که این موضوع هدف مطالعه حاضر (مقایسه دو وضعیت متفاوت تیراندازی) را تحت تأثیر قرار داده باشد. عواملی مانند شرایط روانی و تغذیه‌ای آزمودنی‌ها در دو روز آزمون و همچنین اثرات کراس تاک بر سیگنال EMG می‌توانند به عنوان دیگر متغیرهای مزاحم لحاظ شوند [۷، ۱۰].

برای یکسان‌سازی نتایج دقت هدف‌گیری در بازه‌های زمانی مختلف از روش یافتن درصد خطا استفاده شد. در این روش چون امتیاز کسب شده در هر بازه زمانی به حداکثر امتیاز قابل کسب در آن بازه نرمال می‌شود، می‌توان بازه‌های زمانی مختلف و همچنین دو فرم را با هم مقایسه کرد. با توجه به شکل‌های درصد خطا می‌توان گفت در فرم ایستادن ممتد هر چقدر که به انتهای تست نزدیک می‌شویم خطای آزمودنی‌ها در تیراندازان حرفه‌ای بیشتر شده و امتیاز بیشتری را از دست داده‌اند، اما در فرم نشست‌های متناوب به جز در برخی موارد خطا کاهش یافته است.

کمتربودن درصد خطا در فرم نشست‌های متناوب ممکن است به علت ریکاوری واحدهای حرکتی عضلات خسته شده در حین نشست باشد که موجب ایستادن راحت‌تر تیراندازان در ادامه فرم شده است. همچنین می‌توان دلایل روانی را یکی از علل این نتیجه دانست [۱۲-۱۰، ۷]. البته تمرینات مقاومتی باعث شد که عضلات درگیر تقویت شوند و کمتر دچار خستگی شوند و در نتیجه در پس‌آزمون نتیجه بهتری حاصل شد که البته در فرم ایستادن ممتد این تأثیر بیشتر مشاهده شد.

با بررسی فعالیت عضلانی در بازه زمانی صفر تا ۷۵ دقیقه، برای فرم ایستادن ممتد، می‌توان اظهار داشت که عضله ساقی قدامی و نعلی دارای شیب منفی هستند که ممکن است به علت خستگی بیشتر واحدهای حرکتی و خستگی واحدهای حرکتی بیشتر باشد که در انتهای بازه زمانی موجب پایین آمدن میانه طیف فرکانس شده باشد، اما در عضله دوقلو شیب مثبت است. مثبت بودن شیب در این عضله نشان می‌دهد که احتمالاً این عضله به مرحله خستگی نرسیده، ولی می‌توان بیان داشت که احتمالاً واحدهای حرکتی بزرگ‌تر در این عضله به کار گرفته شده‌اند. به عبارت دیگر انقباض تارهای کند انقباض در ابتدای ایستادن بوده و طیف فرکانس آن‌ها تا زمانی که مورد استفاده قرار گرفته‌اند پایین بوده اما پس از خستگی این تارها، تارهای انقباضی مورد استفاده به تند انقباض تغییر کرده

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

مباحث اخلاقی (از جمله سرقت ادبی، رضایت آگاهانه، سوءرفتار، ساخت داده، جعل ادعا، انتشار مضاعف و یا ارسال، افزونی و غیره) توسط نویسندگان کاملاً رعایت شده است.

حامی مالی

این مقاله توسط شورای پژوهشی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران پشتیبانی شده است.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان به یک اندازه در نگارش مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

طبق نظر نویسندگان این مقاله هیچ گونه تعارض منافی ندارد.

References

- [1] Janice Tan SJ, Lim D, Xie W, Liao K. A study of muscle fatigue for prolonged standing using surface electromyogram: A case study. *Portuguese Journal of Sport Sciences*. 2011; 11(Suppl 2):775-8.
- [2] Ijehad SZ. [Scoring puzzler in shooting (Persian)]. 2nd ed. Tehran: Parsis Publishing; 2008.
- [3] Vaez Mousavi SMK, Naji M, Hasanzadeh N. [Arousal and activation in a pistol shooting task (English-Persian)]. *Iranian Journal of Military Medicine*. 2011; 12(4):185-90
- [4] Di Giulio I, Maganaris CN, Baltzopoulos V, Loram ID. The proprioceptive and agonist roles of gastrocnemius, soleus and tibialis anterior muscles in maintaining human upright posture. *The Journal of Physiology*. 2009; 587(10):2399-416. [DOI:10.1113/jphysiol.2009.168690] [PMID] [PMCID]
- [5] Suponitsky Y, Vebitsky O, Peled E, Mizrahi J. Effect of selective fatiguing of the shank muscles on single-leg-standing sway. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2008; 18(4):682-9. [DOI:10.1016/j.jelekin.2007.01.009] [PMID]
- [6] Abdol Rahim AH, Omar AR, Halim I, Mohd Saman A, Othman I, Alina M, et al. Analysis of muscle fatigue associated with prolonged standing tasks in manufacturing industry. Paper presented at: International Conference on Science and Social Research (CSSR 2010). 5-7 December 2010; Kuala Lumpur, Malaysia. [DOI:10.1109/CSSR.2010.5773875]
- [7] Lin YH, Chen CY, Cho MH. Influence of shoe/floor conditions on lower leg circumference and subjective discomfort during prolonged standing. *Applied Ergonomics*. 2012; 43(5):965-70. [DOI:10.1016/j.apergo.2012.01.006] [PMID]
- [8] Sartika SJ, Dawal SZ. Investigation on lower leg muscles activity and discomfort on prolonged standing task. Paper presented at: International Conference for Technical Postgraduates (TECHPOS). 14-15 December 2009; Kuala Lumpur, Malaysia. [DOI:10.1109/TECHPOS.2009.5412066]
- [9] Vuillermé N, Danion F, Forestier N, Nougier V. Postural sway under muscle vibration and muscle fatigue in humans. *Neuroscience Letters*. 2002; 333(2):131-5. [DOI:10.1016/S0304-3940(02)00999-0]
- [10] Walesh M, Peper A, Bierbaum S, Karamanidis K, Arampatzis A. Effects of submaximal fatiguing contractions on the components of dynamic stability control after forward falls. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2011; 21(2):270-5. [DOI:10.1016/j.jelekin.2010.12.005] [PMID]
- [11] Davidson BS, Madigan ML, Nussbaum MA, Wojcik LA. Effects of localized muscle fatigue on recovery from a postural perturbation without stepping. *Gait & Posture*. 2009; 29(4):552-7. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2008.12.011] [PMID]
- [12] Freitas SM, Wieczorek SA, Marchetti PH, Duarte M. Age-related changes in human postural control of prolonged standing. *Gait & Posture*. 2005; 22(4):322-30. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2004.11.001] [PMID]
- [13] Cifrek M, Medved V, Tonković S, Ostojić S. Surface EMG based muscle fatigue evaluation in biomechanics. *Clinical Biomechanics*. 2009; 24(4):327-40. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2009.01.010] [PMID]
- [14] Goonetilleke RS, Hoffmann ER, Lau WC. Pistol shooting accuracy as dependent on experience, eyes being opened and available viewing time. *Applied Ergonomics*. 2009; 40(3):500-8. [DOI:10.1016/j.apergo.2008.09.005] [PMID]
- [15] Lakie M. The influence of muscle tremor on shooting performance. *Experimental Physiology*. 2010; 95(3):441-50. [DOI:10.1113/expphysiol.2009.047555] [PMID]
- [16] Bertollo M, Robazza C, Falasca WN, Stocchi M, Babiloni C, Del Percio C, et al. Temporal pattern of pre-shooting psycho-physiological states in elite athletes: A probabilistic approach. *Psychology of Sport and Exercise*. 2012; 13(2):91-8. [DOI:10.1016/j.psychsport.2011.09.005]
- [17] Allison GT, Fujiwara T. The relationship between EMG median frequency and low frequency band amplitude changes at different levels of muscle activity. *Clinical Biomechanics*. 2002; 17(6):464-9. [DOI:10.1016/S0268-0033(02)00033-5]
- [18] Nelson-Wong E, Callaghan JP. Changes in muscle activation patterns and subjective low back pain ratings during prolonged standing in response to an exercise intervention. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2010; 20(6):1125-33. [DOI:10.1016/j.jelekin.2010.07.007] [PMID]
- [19] Vaugoyeau M, Viel S, Amblar B, Azulay JP, Assaiante C. Proprioceptive contribution of postural control as assessed from very slow oscillations of the support in healthy humans. *Gait & Posture*. 2008; 27(2):294-302. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2007.04.003] [PMID]
- [20] Selen LPJ, Beek PJ, van Dieën JH. Fatigue-induced changes of impedance and performance in target tracking. *Experimental Brain Research*. 2007; 181(1):99-108. [DOI:10.1007/s00221-007-0909-0] [PMID] [PMCID]

This Page Intentionally Left Blank
